

برآورد اجزاء واریانس و وراثت پذیری عملکرد و اجزای عملکرد دانه در توده های بومی آفتابگردان آجیلی در سطوح مختلف آبیاری

اسماعیل قلی نژاد^{۱*} و رضا درویش زاده^۲

۱- *نویسنده مسئول: دانشیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (gholinezhad1358@yahoo.com)

۲- استاد، گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۴

چکیده

با توجه به اهمیت دانه های روغنی و به ویژه آفتابگردان، مطالعه توده های بومی از نظر اجزای واریانس ژنتیکی، فنوتیپی و وراثت پذیری صفات دارای اهمیت می باشد. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و وراثت پذیری عملکرد و اجزای عملکرد دانه در آفتابگردان آجیلی تحت شرایط مختلف آبی، تعداد ۵۶ توده محلی در سه آزمایش جداگانه در قالب طرح لاتیس مستطیل ساده (۸ × ۷) با دو تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح آبیاری مطلوب (I₁)، تنش ملایم (I₂) و تنش شدید خشکی (I₃) (به ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر ژنوتیپ در هر سه شرایط مختلف آبیاری روی اکثر صفات مورد مطالعه معنی دار بود. بیشترین واریانس ژنتیکی در شرایط آبیاری مطلوب به ترتیب در صفات ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه و عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش ملایم در صفات ارتفاع بوته، قطر طبق و عملکرد بیولوژیک و در شرایط تنش شدید خشکی در صفات قطر ساقه، وزن برگ و عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. در هر سه شرایط مختلف آبیاری، وراثت پذیری ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک از همه صفات بیشتر بود. در شرایط آبیاری مطلوب، متوسط وراثت پذیری عمومی از حداقل ۰/۵۲ درصد برای تعداد دانه در طبق تا حداکثر ۸۰/۶۱ درصد برای ارتفاع گیاه متغیر بود. در شرایط تنش ملایم خشکی، حداقل وراثت پذیری (۲۶/۴۵ درصد) مربوط به صفت شاخص کلروفیل و بیشترین مقدار آن (۷۶/۲۱ درصد) مربوط به صفت قطر طبق بود. در شرایط تنش شدید خشکی، بیشترین و کمترین مقدار وراثت پذیری به ترتیب در صفات قطر ساقه (۸۳/۶۴ درصد) و تعداد دانه در طبق (۰/۰ درصد) مشاهده شد. از بین اجزای عملکرد دانه با توجه به این که وراثت پذیری وزن ۱۰۰۰ دانه در هر سه شرایط مختلف آبیاری در مقایسه با تعداد دانه در طبق بیشتر است انتخاب از طریق وزن ۱۰۰۰ دانه به منظور افزایش عملکرد دانه کار آبی بیشتری خواهد داشت. بنابراین توده های بومی که وزن ۱۰۰۰ دانه بیشتری دارند جهت تولید ارقامی با عملکرد دانه بالا می توان از آن ها در برنامه های به نژادی بهره برداری نمود.

کلید واژه ها: آبیاری محدود، تنوع ژنتیکی، دانه روغنی، واریانس ژنتیکی، وزن هزار دانه

مقدمه

آفتابگردان می باشد و در گزارش های مختلفی به تأثیر تنش کم آبی و آبیاری محدود بر آفتابگردان از بسیاری جنبه ها از جمله صفات فنولوژیک، ریخت شناسی، زراعی و فیزیولوژیک اشاره شده است (Erdem et al., 2006). بررسی واکنش ژنوتیپ های آفتابگردان به تنش خشکی و به نژادی برای ایجاد ارقام مقاوم یکی از مهم ترین برنامه های

سطح زیر کشت آفتابگردان در جهان و ایران به ترتیب ۲۵/۲ میلیون هکتار و ۷۰ هزار هکتار بوده و همچنین میزان تولید آفتابگردان آجیلی در جهان و ایران به ترتیب ۴۱/۴ میلیون تن و ۷۸ هزار تن می باشد (FAO, 2013). تنش خشکی یا کم آبی یک عامل محدود کننده برای گیاه

وراثت‌پذیری خوبی در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی برخوردار باشد مسلماً گزینش بر اساس آن در هر دو شرایط کارآیی بالایی خواهد داشت (Amiri Oghan *et al.*, 2002). قابلیت توارث یک صفت مقدار ثابتی نمی‌باشد و تنوع ژنتیکی، شرایط محیطی، وضعیت نمونه‌گیری، نحوه اجرای طرح و همچنین سایر تصمیمات اخذشده توسط متخصصان به‌نژادی بر برآورد وراثت‌پذیری عمومی و مقدار بهبود ژنتیکی حاصل از انتخاب تأثیر می‌گذارد (Badaeva *et al.*, 1996). هدف از انجام این تحقیق، تخمین اجزای واریانس و وراثت‌پذیری عملکرد دانه و صفات وابسته در ۵۶ توده آفتابگردان آجیلی تحت شرایط مختلف آبیاری بود.

مواد و روش‌ها

به منظور برآورد اجزاء واریانس و وراثت‌پذیری صفات زراعی در آفتابگردان آجیلی تحت سطوح مختلف آبیاری در شرایط آب و هوایی ارومیه، ۵۶ توده آفتابگردان آجیلی در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی ساعت‌لوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا واقع در ۲۵ کیلومتری ارومیه مورد ارزیابی قرار گرفتند. ایستگاه تحقیقاتی ساعت‌لوی از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. با توجه به آمار هواشناسی بلندمدت در ارومیه، متوسط بارندگی سالیانه ۳۹۰ میلی‌متر، متوسط دما ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۷۵ درصد می‌باشد. توده‌های محلی آفتابگردان (۵۶ توده) در سه آزمایش جداگانه در قالب طرح لاتیس مستطیل ساده با دو تکرار کشت شدند. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر توده دارای ۶ خط کاشت به طول ۶ متر بود. در این آزمایش، تیمارهایی شامل آبیاری نرمال، آبیاری بعد از ۵۰ درصد آب قابل استفاده، تنش ملایم، آبیاری بعد از ۷۰ درصد آب قابل استفاده و تنش شدید، آبیاری بعد از ۹۰ درصد آب قابل استفاده) انجام می‌گرفت. ظرفیت زراعی

اصلاحی در این گیاه است (Onemli and Gucer, 2010). توارث‌پذیری بالا برای یک صفت نشان می‌دهد که بخش اساسی از واریانس فنوتیپی، ناشی از واریانس ژنتیکی است در حالی که در توارث‌پذیری پایین، عوامل ژنتیکی، سهم کمتری در تنوع فنوتیپی دارند (Meyer, 1983). هدف انتخاب، در نظر گرفتن افراد دارای بهترین ارزش‌های ژنتیکی به‌عنوان والدین نسل بعد می‌باشد و به دلیل این که این عمل با توجه به ارزش فنوتیپی و عملکرد افراد انجام می‌گیرد میزان همبستگی بین ارزش فنوتیپی و ارزش ژنتیکی، یعنی وراثت‌پذیری بسیار مهم و معنی‌دار می‌باشد (Bourdon, 1997). تنوع ژنتیکی و پارامترهای مربوط به آن در گیاهان مختلف محاسبه شده است (Safavi *et al.*, 2011; Garavandi *et al.*, 2011).

Jafari and Mirzapour (2009) گزارش کردند که وراثت‌پذیری تعداد دانه در آفتابگردان بیشتر از وزن دانه می‌باشد و این بیانگر آن است که در شرایط نرمال انتخاب از طریق تعداد دانه می‌تواند از کارآیی بیشتری در برنامه‌های اصلاحی برخوردار باشد. پایین بودن وراثت‌پذیری وزن دانه برای انواع آجیلی بیانگر آن است که کاشت بذره‌های درشت نمی‌تواند همیشه منجر به تولید طبق‌هایی با بذره‌های درشت شود (Gimenez and Ferers, 1986). وراثت‌پذیری عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق به ترتیب ۰/۶۷ و ۰/۵۹ گزارش شده است و نشان می‌دهد که عوامل ژنتیکی و محیطی هر دو بر این دو صفت تأثیر می‌گذارند (Jafari and Mirzapour, 2009). نشان داده شده است که وراثت‌پذیری صفات در شرایط نرمال و تنش خشکی متفاوت است (Nakhjavan *et al.*, 2012). Nakhjavan *et al.* (2012) نشان دادند که وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در تیمار آبیاری کامل به ترتیب ۰/۴۳ تا ۰/۶۹ و ۰/۳۱ تا ۰/۴۳ و در تیمار تنش خشکی انتهای فصل به ترتیب ۰/۴۱ تا ۰/۸۱ و ۰/۲۶ تا ۰/۴۵ متغیر بود. اگر صفتی از

عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین شامل آبیاری قبل از تهیه زمین، یک شخم عمیق و دو دیسک عمود برهم، تسطیح، ایجاد جوی و پشته و کرت‌بندی بود. مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل، مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات منگنز و مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی بر اساس آزمون تجزیه خاک به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش گردید. کاشت در خرداد با دست و به طریقه هیرم‌کاری انجام شد. بذور پیش از کاشت با بنومیل دو در هزار ضدعفونی شدند. اولین آبیاری ۱۸ خردادماه انجام شد. عمل تنک در مرحله ۴-۵ برگی انجام گرفت.

جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به‌صورت روزانه و متوالی توسط مته از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه نمونه‌برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین‌شده جهت اعمال تیمار آبیاری از معادله (۱) حجم آب مصرفی موردنیاز در هر تیمار محاسبه شد (Fajerya, 1995):

$$V = \frac{(FC - \theta_m) \times \rho_b \times D_{Root} \times A}{E_i} \quad \text{معادله (۱)}$$

V = حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب

FC = درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی

θ_m = درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری

ρ_b = وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

E = راندمان آبیاری

A = مساحت آبیاری شده بر حسب مترمربع

D_{Root} = عمق توسعه ریشه بر حسب متر

بدین ترتیب حجم آب موردنیاز در هر مرتبه آبیاری در هر تیمار محاسبه و بر اساس کارایی توزیع آب ۹۰ درصد با استفاده از هیدروفلوم و کورنومتر به‌صورت یکنواخت توزیع گردید (Smith et al., 1986). صفات مختلف زراعی-مورفولوژیکی بر اساس دستورالعمل اندازه‌گیری صفات در آفتابگردان انجام گرفت. تلاش

(۲۶ درصد) و نقطه پژمردگی دائم خاک (۱۴ درصد) در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه Pessure Plate تعیین گردید. بر این اساس زمان آبیاری هنگامی بود که رطوبت وزنی خاک در تیمارهای I₁، I₂ و I₃ به ۲۰، ۱۷/۶ و ۱۵/۲ درصد می‌رسید. تیمارهای آبیاری بعد از استقرار بوته‌ها (بعد از مرحله ۴-۲ برگی) انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر

Table 1. Chemical and physical properties of farm soil at depth of 0-30 cm

مقدار Quantity	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Physical and chemical properties
لومی رسی Clay-loam	بافت خاک Soil texture
1.4	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Soil density (g cm ⁻³)
0.8	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS m ⁻¹)
8	اسیدیته pH
47	درصد اشباع Percentage of saturation (%)
17	آهک (درصد) Lime (%)
35	رس (درصد) Clay (%)
37	سیلت (درصد) Silt (%)
28	شن (درصد) Sand (%)
1.2	کربن آلی (درصد) Carbon organic (%)
0.12	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)
12	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P (mg/kg ⁻¹)
375	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K (mg/kg ⁻¹)

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جداگانه در هر سه شرایط مختلف آبیاری نشان داد اثر ساده ژنوتیپ بر اکثر صفات مورد مطالعه معنی دار است (جدول ۲). ضریب تغییرات و واریانس فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی و وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه در هر سه سطح آبیاری مختلف در جدول (۳) ارائه شده است. واریانس ژنتیکی بخشی از تنوع مشاهده شده برای صفات است که تحت تأثیر اثرات افزایشی، غالبیت و یا ایستازی ژن‌های کنترل‌کننده صفات بروز می‌کند و حداقل بخشی از آن قابل انتقال به نسل بعد است. واریانس محیطی بخشی از تغییرات است که تحت تأثیر عوامل محیطی در میان افراد بروز یافته و قابل انتخاب و انتقال به نسل بعد نیست. میزان بازدهی انتخاب برای یک صفت به تأثیر نسبی عوامل ژنتیکی و غیرژنتیکی در بروز تفاوت‌های فنوتیپی بستگی دارد که به وسیله وراثت‌پذیری بیان می‌شود. میزان وراثت‌پذیری عامل مهمی در تعیین روش مناسب جهت بهبود یک صفت در برنامه‌های به‌نژادی و همچنین شاخصی از نحوه تأثیر روش‌های انتخاب برای بهبود آن یک صفت می‌باشد (Burton and DeVane, 1953). اصلاح جوامع برای صفات با وراثت‌پذیری پایین از طریق گزینش مستقیم دشوار است و برعکس گزینش برای صفاتی که دارای وراثت‌پذیری بالایی هستند مفید می‌باشد به همین دلیل است که مقدار وراثت‌پذیری می‌تواند زمینه‌ای از نتایج مورد انتظار از گزینش را ارائه دهد. مقدار وراثت‌پذیری تمام صفات در هر سه شرایط مختلف آبیاری متوسط به بالا بود. در شرایط آبیاری مطلوب، متوسط وراثت‌پذیری عمومی از حداقل ۰/۵۲ درصد برای تعداد دانه در طبق تا حداکثر ۸۰/۶۱ درصد برای ارتفاع گیاه متغیر بود (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی ملایم، کمترین وراثت‌پذیری (۲۶/۴۵ درصد) مربوط به صفت شاخص کلروفیل و بیشترین مقدار آن (۷۶/۲۱ درصد) در صفت قطر طبق مشاهده شد (جدول ۳).

بازآوری به‌عنوان یک معیار فیزیولوژیک، از تقسیم وزن خشک کل اندام زایشی (طبق) بر وزن خشک کل گیاه حاصل می‌شود (Jabbari et al., 2011). برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری به روش حداکثر درست‌نمایی محدودشده^۱ انجام گرفت برای این منظور از برنامه تهیه‌شده در نرم‌افزار SAS استفاده شد. اطلاعات تکمیلی در رابطه با فرمول‌های مورد استفاده جهت برآوردها در مقاله مربوطه آمده است (Holland et al., 2003). واریانس ژنتیکی، محیطی، وراثت‌پذیری و واریانس فنوتیپی طبق معادله‌های (۲)، (۳)، (۴) و (۵) محاسبه شدند:

$$V_g = \frac{MS_g - MS_e}{r \times b} \quad \text{معادله (۲)}$$

$$V_E = MS_e \quad \text{معادله (۳)}$$

$$H = \frac{V_g}{V_g + \frac{V_E}{r \times b}} \times 100 \quad \text{معادله (۴)}$$

$$V_{ph} = V_g + V_E \quad \text{معادله (۵)}$$

در معادلات بالا، V_g واریانس ژنتیکی، MS_g میانگین مربعات ژنوتیپ، MS_e میانگین مربعات اشتباه، r تعداد تکرار، b تعداد واحد در بلوک ناقص، V_E واریانس محیطی، H وراثت‌پذیری و V_{ph} واریانس فنوتیپی است. ضریب تغییرات واریانس فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی طبق معادله‌های (۶)، (۷) و (۸) محاسبه شدند:

$$CV_{ph} = \frac{\sqrt{V_{ph}}}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{معادله (۶)}$$

$$CV_g = \frac{\sqrt{V_g}}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{معادله (۷)}$$

$$CV_E = \frac{\sqrt{V_E}}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{معادله (۸)}$$

در معادلات بالا، CV_{ph} ضریب تغییرات فنوتیپی، V_{ph} واریانس فنوتیپی، CV_g ضریب تغییرات ژنتیکی و CV_E ضریب تغییرات محیطی است.

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای صفات در ژنوتیپ‌های آفتابگردان در تنش‌های مختلف خشکی
 Table 2. Mean square of variance analysis for traits of genotypes sunflower in different drought stress

وزن خشک طبق با دانه Dry weight of head with grain	وزن خشک نهایی برگ Dry weight of leaf	وزن خشک نهایی ساقه Dry weight of stem	وزن خشک نهایی طبق Dry weight of head	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	تعداد دانه در واحد سطح Seeds number per area	تلاش بازآوری Productivity effort	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000-seed's weight	ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	قطر طبق Head diameter	تعداد دانه در طبق seeds number per head	عملکرد دانه Grain yield	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
9036255.4	96408.9	6408072	3492229.7	2.90	53.90	0.0042	7.25	27321066	1489.56	8.91	0.40	14.07	9.71	1293418.65	1	تکرار Replication
2745480	1108032.14	86025.1	2834334.7	10.08	93.22	0.00065	16.56	5838407	215.97	528.96	0.017	18.56	16.77	707.52		
2737969.93	740350.32	822857.1	1173422.29	12.35	278.71	0.000008	1.12	11711672.4	1283.45	133.32	0.13	14.71	50.22	326538.00		
1680422.2	652213.0	5872542.1	921255.7	12.11	39.86	0.0022	2.60	15433247	399.94	199.13	0.09	5.34	16.85	195166.60	14	بلوک (تکرار) Block (Replication)
2040860.7	570168.54	7455340.6	1102385.5	13.17	48.44	0.0054	8.70	15390757	525.39	877.13	0.18	8.64	24.63	250894.24		
855144.80	419340.06	1583478.0	469546.71	10.27	26.59	0.0032	13.12	6764824.2	692.71	238.45	0.02	4.63	6.92	119807.47		
6994584.6**	3176694.2**	17573443.4**	3579358.1**	36.21 ^{ns}	112.81**	0.0048**	11.88**	64227660**	1645.77**	1887.64**	0.36**	14.56**	15.24 ^{ns}	878661.58**	55	ژنوتیپ Genotype
4726056.3**	1442639.66**	8357231.3**	1939931.7**	21.97 ^{ns}	122.36**	0.0066**	10.93 ^{ns}	31907561**	1619.02**	1903.46**	0.23**	15.76**	20.21*	813047.52**		
1718836.41**	795088.90**	2656360.5**	743461.90**	25.12**	53.48**	0.0071*	18.71*	11539026.1**	1336.04**	1222.52**	0.11**	9.75**	7.52 ^{ns}	286444.80**		
2990979.4	1168353.6	4790599	1738674.8	25.96	43.72	0.0019	4.87	20583958	605.04	365.97	0.13	6.55	15.16	326456.17	41	خطای آزمایشی (E _e) E _e
1776269.3	426035.6	2659147.3	841236.7	16.16	57.13	0.0026	7.86	9340192	825.15	520.13	0.085	3.75	11.43	263024.93		
407957.3	137573.97	954563.9	258637.92	7.91	28.66	0.0039	10.23	2159404.1	597.48	358.00	0.018	2.52	9.00	51214.32		
24.25	30.74	25.50	29.62	14.58	9.53	11.78	15.33	23.59	17.87	8.99	13.19	12.64	13.23	21.32	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)
25.47	30.07	29.66	28.95	13.19	12.07	12.48	17.26	23.69	21.79	12.05	12.31	10.57	12.73	24.84		
17.58	26.96	27.31	22.71	10.45	9.49	14.61	19.21	17.11	21.34	11.14	6.42	10.10	12.55	16.23		

**، * و ns به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار.

در هر ستون اعداد ردیف اول، دوم و سوم به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری مطلوب، تنش ملایم و شدید خشکی می‌باشند.

**، * and ns significant at the 1%, 5% probability levels and non significant respectively.

In each column, row numbers of first, second and third are related to optimum irrigation, moderate and severe drought stress, respectively.

جدول ۳- برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای عملکرد دانه و اجزای عملکرد توده‌های محلی آفتابگردان آجیلی در شرایط آبیاری مطلوب، تنش ملایم و شدید خشکی
 Table 3. Estimate of variance components, heritability and coefficient of variation for grain yield and yield components of sunflower landraces in optimum, moderate and severe drought stress conditions

ضریب تغییرات Coefficient of variation			وراثت پذیری Heritability	واریانس فنوتیپی Phenotype variance	واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنتیکی Genetic variance	میانگین Mean	صفت Trait
واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنتیکی Genetic variance	واریانس فنوتیپی Phenotype variance		مقدار Amount				
20.79	6.76	21.86	62.85	360969.00	326456.17	34512.83	2748.13	عملکرد دانه Grain yield
24.84	8.98	26.41	67.65	297401.34	263024.9	34376.41	2064.62	
16.23	8.69	18.41	82.12	65916.22	51214.32	14701.90	1393.88	
0.43	0.007	0.43	0.52	15.16	15.16	0.005	886.06	تعداد دانه در طبق Seeds number per head
0.46	0.10	0.47	43.44	11.97	11.43	0.54	721.50	
0.52	0	0.51	0	8.90	9	0	574.51	
12.71	3.51	13.19	55.01	7.05	6.55	0.500	20.31	قطر طبق Head diameter
10.57	4.72	11.58	76.21	4.50	3.75	0.75	18.32	
10.10	4.27	10.97	74.15	2.97	2.52	0.45	15.71	
12.96	4.31	13.66	63.89	0.14	0.13	0.014	2.78	قطر ساقه Stem diameter
12.30	4.01	12.94	63.04	0.094	0.085	0.009	2.37	
6.29	3.56	7.23	83.64	0.023	0.018	0.005	2.13	
8.99	4.58	10.09	80.61	461.07	365.97	95.10	212.77	ارتفاع گیاه Plant height
12.05	4.91	13.02	72.67	606.58	520.13	86.45	189.11	
11.13	4.32	11.95	70.72	412.03	358	54.03	169.85	
17.79	5.83	18.72	63.24	670.08	605.04	65.04	138.22	وزن هزار دانه 1000-seeds weight
21.61	5.29	22.25	49.03	874.76	825.15	49.61	132.92	
21.34	5.93	22.15	55.28	643.64	597.48	46.16	114.50	
28.35	10.32	30.18	67.95	23311689.38	20583958	2727731.37	15998.04	عملکرد بیولوژیک Biological yield
23.69	9.20	25.41	70.73	10750652.56	9340192	1410460.56	12899.21	
15.33	7.98	17.28	81.29	2745630.47	2159404.1	586226.37	9584.70	

در هر ستون اعداد ردیف اول، دوم و سوم به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری مطلوب، تنش ملایم و شدید خشکی می‌باشند.

In each column, row numbers of first, second and third are related to optimum irrigation, moderate and severe drought stress, respectively.

فنی‌تراز و درویش‌زاده: برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری ...

۱۵امه جدول ۳- برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای عملکرد دانه و اجزای عملکرد توده‌های محلی آفتابگردان آجیلی در شرایط آبیاری مطلوب، تنش ملایم و شدید خشکی
 Table 3. Estimate of variance components, heritability and coefficient of variation for grain yield and yield components of sunflower landraces in optimum, moderate and severe drought stress conditions

ضریب تغییرات Coefficient of variation			وراثت پذیری Heritability	واریانس فنوتیپی Phenotype variance	واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنتیکی Genetic variance	میانگین Mean	صفت Trait
واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنتیکی Genetic variance	واریانس فنوتیپی Phenotype variance		مقدار Amount				
12.85	3.85	13.41	59.01	5.30	4.87	0.43	17.17	شاخص برداشت Harvest index
17.52	2.73	17.73	28.09	8.05	7.86	0.19	16.00	
21.99	5.00	22.56	45.32	10.76	10.23	0.53	14.54	
9.90	3.05	10.36	60.42	0.0020	0.0019	0.00018	0.44	تلاش بازآوری Productivity effort
12.74	3.95	13.34	60.61	0.0028	0.0026	0.00025	0.40	
16.87	3.82	17.30	45.07	0.0041	0.0039	0.0002	0.37	
0.13	0.04	0.14	61.24	48.03	43.72	4.31	4886.03	تعداد دانه در واحد سطح Seeds number per area
0.18	0.05	0.19	53.31	61.20	57.13	4.07	4005.57	
0.16	0.03	0.17	46.41	30.21	28.66	1.55	3224.75	
14.57	2.28	14.75	28.31	26.60	25.96	0.64	34.96	شاخص کلروفیل Chlorophyll index
13.18	1.97	13.33	26.45	16.52	16.16	0.36	30.48	
10.45	3.85	11.13	68.51	8.98	7.91	1.07	26.91	
29.62	7.62	30.58	51.42	1853717.5	1738674.8	115042.70	4451.03	وزن خشک طبق Dry weight of head
28.95	8.27	30.10	56.64	909905.13	841236.7	68668.43	3168.16	
22.70	7.77	24.00	65.21	288939.41	258637.92	30301.49	2239.71	
25.50	10.41	27.55	72.74	5589526.77	4790599	798927.77	8580.79	وزن خشک ساقه Dry weight of stem
29.65	10.58	31.58	68.18	3015277.55	2659147	356130.25	5498.21	
27.30	9.11	28.78	64.06	1060926.18	954563.9	106362.28	3577.68	
30.73	10.07	32.34	63.22	1293874.88	1168353.6	125521.28	3516.52	وزن خشک برگ Dry weight of leaf
30.07	11.61	32.24	70.47	489573.35	426035.6	63537.75	2170.12	
26.96	14.73	30.72	82.70	178668.65	137573.97	41094.68	1375.60	
24.25	7.01	25.24	57.24	3241204.72	2990979.4	250225.32	7130.28	وزن خشک طبق با دانه Dry weight of head and grain
25.46	8.20	26.75	62.42	1960630.98	1776269	184361.68	5233.42	
17.58	7.87	19.26	76.27	489887.24	407957.3	81929.94	3632.61	

در هر ستون اعداد ردیف اول، دوم و سوم به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری مطلوب، تنش ملایم و شدید خشکی می‌باشند.

In each column, row numbers of first, second and third are related to optimum irrigation, moderate and severe drought stress, respectively.

عملکرد دانه در کلزا شده است (Amiri Oghan *et al.*, 2002). تفاوت‌های جزئی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای صفاتی مانند عملکرد دانه و ارتفاع بوته در هر سه شرایط مختلف آبیاری نشان‌دهنده نقش بیشتر ژنوتیپ و تأثیر کمتر محیط بر این صفات است. تنوع مبنای همه‌گزینش‌ها می‌باشد انتخاب ژنوتیپی نیز نیازمند تنوع است با افزایش تنوع ژنتیکی در یک جامعه، حدود انتخاب چه در حالت طبیعی و مصنوعی وسیع‌تر می‌گردد. تنوع بالا بین توده‌های محلی امکان بهبود صفات در آینده را فراهم می‌سازد و به‌طور خاص میزان تنوع ژنتیکی در تعیین سودمندی انتخاب مؤثر است (Subhashchandra *et al.*, 2009). برای صفاتی مانند عملکرد دانه، قطر طبق، قطر ساقه، عملکرد بیولوژیک، شاخص کلروفیل، وزن خشک برگ و وزن خشک طبق با دانه مقدار وراثت‌پذیری در شرایط تنش خشکی شدید بالاتر از شرایط آبیاری مطلوب بود این امر نشان می‌دهد که واریانس فنوتیپی این صفات به نسبت زیادی بیشتر از واریانس ژنتیکی آن‌ها در شرایط مطلوب است. در این تحقیق صفت ارتفاع گیاه وراثت‌پذیری بالاتری در هر سه شرایط مختلف آبیاری داشت لذا می‌توان ژنوتیپ‌هایی با ارتفاع مناسب را انتخاب و در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار داد. ارتفاع زیاد بوته‌ها موجب افزایش خوابیدگی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه شده و از طرف دیگر ارتفاع خیلی کم نیز برداشت مکانیزه را غیرممکن می‌سازد. در مطالعات دیگر نیز نتایج مشابهی در رابطه با وجود تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا برای ارتفاع بوته به‌دست آمده است (Poladsaz and Saeidi, 2010; Hariri *et al.*, 2004). وراثت‌پذیری عمومی ارتفاع بوته توسط سایر محققان نیز ۹۰ درصد گزارش شده است. در شرایط آبیاری مطلوب، وراثت‌پذیری قطر ساقه ۷۴ درصد بود که با اعمال تنش ملایم مقدار آن کاهش یافته ولی با افزایش شدت تنش خشکی مقدار آن افزایش یافته است. وراثت‌پذیری وزن ۱۰۰۰ دانه با افزایش شدت تنش

در شرایط تنش خشکی شدید، بیشترین و کمترین مقدار وراثت‌پذیری به ترتیب در صفات قطر ساقه (۸۳/۶۴ درصد) و تعداد دانه در طبق (۰/۰ درصد) مشاهده شد. بیشترین مقدار وراثت‌پذیری در شرایط آبیاری نرمال در صفات وزن خشک ساقه، عملکرد بیولوژیک، قطر ساقه، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه مشاهده شد. در شرایط تنش خشکی ملایم مقدار وراثت‌پذیری وزن خشک برگ، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع گیاه و قطر طبق از همه صفات بیشتر بود. در شرایط تنش خشکی شدید مقدار وراثت‌پذیری قطر ساقه (۸۳/۶۴ درصد)، وزن خشک برگ (۸۲/۷۰ درصد)، عملکرد دانه (۸۲/۱۲ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۸۱/۲۹ درصد) بیشتر از سایر صفات بود. با استفاده از واریانس ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی، ضریب تغییرات در سه محیط مختلف محاسبه گردید (جدول ۳). در میان صفات مورد بررسی در شرایط آبیاری مطلوب، عملکرد بیولوژیک، وزن خشک ساقه، برگ و وزن خشک طبق در شرایط تنش ملایم خشکی وزن خشک طبق، ساقه و برگ، در شرایط تنش شدید خشکی صفات وزن خشک ساقه و برگ دارای ضرایب تنوع بسیار بالایی بودند که نشان می‌دهد این صفات از واریانس ژنتیکی نسبتاً بالایی برخوردار هستند. در مطالعات سایر محققان نشان داده شد بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به عملکرد دانه و تعداد غلاف در گیاه بود (Kanouni, 2012). در مطالعه دیگری مشخص شد که طول دوره گلدهی، تعداد گل و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و به‌ویژه صفات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه دارای ضرایب تنوع بالایی هستند (Lotfi Aghmioni *et al.*, 2015). محققان نشان دادند که بیشترین قسمت اعظم واریانس ژنتیکی به صفات تعداد پنجه و طول ریشک اختصاص یافت (Hamze *et al.*, 2010).

میزان تغییرات عملکرد دانه و بیولوژیک در هر سه شرایط مختلف آبیاری زیاد می‌باشد. گزارش‌های مشابهی در زمینه وجود تنوع ژنتیکی برای عملکرد و اجزای

نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Chalish and Subhashchandra et al., Houshmand, 2011, 2009).

از آنجا که در روش‌های اصلاحی و به خصوص در برنامه‌های مبتنی بر گزینش، میانگین افراد در نسل‌های بعد از گزینش کارایی روش اصلاحی را تعیین می‌نماید لذا اطلاع از میزان وراثت‌پذیری به‌ویژه وراثت‌پذیری خصوصی صفات می‌تواند برآوردی از میزان موفقیت در انتقال صفات به نسل‌های بعدی در اختیار بگذارد.

علی‌رغم این که گزینش برای عملکرد دانه در شرایط مطلوب توسط برخی محققان و نیز گزینش مستقیم در شرایط تنش خشکی از طرف دیگر محققان پیشنهاد شده است ولی می‌توان چنین بیان نمود که اگر صفتی از وراثت‌پذیری خوبی در هر سه شرایط مختلف آبیاری برخوردار باشد گزینش بر اساس آن کارآیی بالایی خواهد داشت لذا از طریق افزایش ارتفاع گیاه، قطر ساقه، قطر طبق و سایر اجزای عملکرد دانه و با استفاده از گزینش‌های دوره‌ای فنوتیپی می‌توان عملکرد دانه را بهبود بخشید (Mederski and Hurd, 1969, 1973, Jeffers). برآورد اجزای واریانس نشان داد که در شرایط مطلوب در بین صفات مورد مطالعه، تعداد دانه در طبق، قطر طبق، شاخص کلروفیل و وزن خشک طبق تأثیرپذیری بیشتری از محیط داشتند و در نتیجه کمتر توانستند پتانسیل ژنتیکی خود را بروز دهند و مقادیر پایین واریانس ژنتیکی برای آن‌ها مؤید این مطلب می‌باشد که در شرایط تنش خشکی ملایم واریانس محیطی صفات تعداد دانه در طبق، شاخص برداشت و شاخص کلروفیل بیشتر از واریانس ژنتیکی‌شان بود. در شرایط تنش خشکی شدید صفات تعداد دانه در طبق، شاخص برداشت، تلاش بازآوری و تعداد دانه در واحد سطح واریانس محیطی بیشتری داشتند (جدول ۳). با توجه به اطلاعات این طرح تنها می‌توان به محاسبه وراثت‌پذیری عمومی اقدام نمود البته از آنجایی که مطالعات جامع در آفتابگردان آجیلی در این رابطه صورت نگرفته است نتایج

خشکی کاهش یافته است و این نشان‌دهنده تأثیر بیشتر واریانس محیطی نسبت به واریانس ژنتیکی است. وراثت‌پذیری وزن هزار دانه در نتایج سایر محققان ۳۰ و ۶۶ درصد گزارش شده است (Shabana, 1974). پایین بودن وراثت‌پذیری وزن ۱۰۰۰ دانه برای انواع آجیلی بیانگر آن است که کاشت بذره‌های درشت نمی‌تواند همیشه منجر به تولید طبق‌هایی با بذره‌های درشت شود (Gimenez and Ferers, 1986). در شرایط آبیاری مطلوب، تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید، وراثت‌پذیری عملکرد دانه به ترتیب ۶۲/۸۵، ۶۷/۶۵ و ۸۲/۱۲ درصد بود. در نتایج سایر محققان، وراثت‌پذیری عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق از وراثت‌پذیری متوسطی به ترتیب ۰/۶۷ و ۰/۵۹ برخوردار بودند که نشان می‌دهد عوامل ژنتیکی و محیطی هر دو بر این دو صفت تأثیر می‌گذارند (Jhafari and Mirzapour, 2009). از بین اجزای عملکرد دانه نیز با توجه به این که وراثت‌پذیری وزن ۱۰۰۰ دانه در هر سه شرایط مختلف آبیاری در مقایسه با تعداد دانه در طبق بیشتر بوده است انتخاب از طریق وزن ۱۰۰۰ دانه به منظور افزایش عملکرد دانه کارآیی بیشتری خواهد داشت. سایر محققان نیز بیشترین وراثت‌پذیری عمومی را برای صفات قطر طبق و عملکرد روغن (۸۶ درصد) و سپس برای عملکرد دانه و سطح برگ (۸۵ درصد) گزارش کردند (Khan et al., 2013). به دلیل واکنش متفاوت توده‌ها به شرایط مختلف محیطی وراثت‌پذیری تغییر می‌کند معمولاً صفات سازگار به شرایط محیط تغییرات کمتری نشان می‌دهند در برخی صفات مانند تعداد دانه در طبق، ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه، تلاش بازآوری و شاخص برداشت تحت شرایط تنش خشکی در مقایسه با شرایط نرمال وراثت‌پذیری کاهش یافته است که با نتایج سایر محققان که گزارش کردند شرایط محیطی متغیر می‌تواند موجب کاهش وراثت‌پذیری شود، مطابقت دارد (Monirifar et al., 2004). وراثت‌پذیری برآورد شده در این تحقیق با

این بررسی می‌تواند برای اصلاح گران مفید باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که در شرایط مطلوب در بین صفات مورد مطالعه، تعداد دانه در طبق، قطر طبق، شاخص کلروفیل و وزن خشک طبق تأثیرپذیری بیشتری از محیط داشتند و در نتیجه کمتر توانستند پتانسیل ژنتیکی خود را بروز دهند و مقادیر پایین واریانس ژنتیکی برای آن‌ها مؤید این مطلب می‌باشد که در شرایط تنش خشکی ملایم واریانس محیطی صفات

تعداد دانه در طبق، شاخص برداشت و شاخص کلروفیل بیشتر از واریانس ژنتیکی‌شان بود. در شرایط تنش خشکی شدید صفات تعداد دانه در طبق، شاخص برداشت، تلاش بازآوری و تعداد دانه در واحد سطح واریانس محیطی بیشتری داشتند. با توجه به اطلاعات این طرح تنها می‌توان به محاسبه وراثت‌پذیری عمومی اقدام نمود البته از آنجایی که مطالعات جامع در آفتابگردان آجیلی در این رابطه صورت نگرفته است نتایج این بررسی می‌تواند برای اصلاح گران مفید باشد.

References

- Amiri Oghan, H., Moghaddam, M., Ahmadim M. and Davari, S. J. (2002). The heritability of grain yield and yield components of canola in normal and drought stress. *Seed and Plant Improvement Journal*, 18(2), 179-199. [In Farsi]
- Badaeva, E. D., Friebe, B. and Gill, B. S. (1996). Genome differentiation in *Aegilops 2*. Physical mapping of 5S and 18S-26S ribosomal RNA gene families in diploid species. *Genome*, 39(6), 1150-1158.
- Bourdon, R. M. (1997). *Understanding animal breeding*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Burton, G. W. and DeVane, E. W. (1953). Estimating heritability in tall Fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*, 45, 478-81.
- Chalish, L. and Houshmand, S. (2011). Estimate of heritability and relationship of some durum wheat characters using recombinant inbred lines. *Electronic Journal of Crop Production*, 4(2), 223-238. [In Farsi]
- Erdem, T., Erdem, Y., Orta, A. H. and Okursoy, H. (2006). Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(1), 11-20.
- Fajerya, N. K. (1995). Increasing crop yield. In S. A. Hashemi Dezfouli, A. Kochehi, M. Benayan Aval. (Ed.). Mashhad: Jahad Daneshgahi Publication of Mashhad.
- Food Agriculture Organization (FAO). (2013). *Agricultural statistics*. Ministry of Agriculture. FAOSTAT. Retrieved from <http://www.FAO.org/>
- Garavandi, M., Farshadfar, E. and Kahrizi, D. (2011). Evaluation of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(1), 69-75.
- Gimenez, C. and Ferers, E. (1986). Genetic variability in sunflower cultivars under drought. II. Growth and water relations. *Australian Journal of Agriculture Research*, 37(6), 573-582.

- Hamze, H., Saba, J., Nassiri, J. and Alavi Hosseini, M. (2010). Estimation of components variation, genotypic and phenotypic correlation coefficients of grain yield and its component in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under rainfed conditions. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 2(1), 29-38. [In Farsi]
- Hariri, D. M., Hassanein, M. S. and Amna, H. H. (2004). Evaluation of some flax genotypes straw yield, yield components and technological characters. *Journal Natural Fibers*, 1(2), 1-12.
- Holland, J. B., Nyquist, W. E. and Cervantes-Martinez, C. T. (2003). Estimating and interpreting heritability for plant breeding: An update. *Plant Breeding Reviews*, 22, 9-111.
- Hurd, E. A. (1969). A method of breeding for yield of wheat in semi arid climates. *Euphytica*, 18(2), 217-226.
- Jabbari, H., Akbari, GH. A., Daneshian, J., Alahdadi, I. and Shahbazian, N. (2007). Effect of water deficit stress on agronomic characteristics of sunflower hybrids. *Journal of Agriculture*, 9(1), 13-22. [In Farsi]
- Jafari, M. and Mirzapour, M. (2009). Agronomic traits and heritability in confectionary sunflower landraces. *Research in Agricultural Sciences*, 1(3), 95-106. [In Farsi]
- Kanouni, H. (2012). Evaluation of seed yield and some traits in chickpea cultivars in winter planting in rainfed farmers' fields in Kurdistan. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal*, 2(4), 265-276. [In Farsi]
- Khan, H., Rehman, H. U., Bakht, J., Khan, S. A., Hussain, I., Khan, A. and Ali, S. (2013). Genotype \times environment interaction and heritability estimates for some agronomic characters in sunflower. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(4), 1177-1184.
- Lotfi Aghmioni¹, M., Aghaei, M. J., Vaezi, Sh. and Majidi Heravan, E. (2015). Evaluation of genetic diversity, heritability and genetic progress in Kabuli type chickpea genotypes. *Iranian Journal of Pulses Research*, 6(1), 100-107. [In Farsi]
- Mederski, H. J. and Jeffers, D. L. (1973). Yield response of soybean varieties grown at two soil moisture stress levels. *Agronomy Journal*, 65(3), 410-412.
- Meyer, K. (1983). Maximum likelihood procedures for estimating genetic parameters for later lactations of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 66(9), 1988-1997.
- Monirifar, H., Valizadeh, M., Moghaddam, M. and Rahimzadeh Khoie, F. (2004). Inheritance of yield and morphological traits in Iranian alfalfa germplasm. *Pajouhesh and Sazandegi*, 17(62), 96-102. [In Farsi]
- Nakhjavan, S., Bihamta, M., Darvish, F., Sorkhi, B. and Zahravi, M. (2012). Heritability of agronomic traits in the progenies of a cross between two drought tolerant and susceptible barley genotypes in terminal drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(2), 136-154. [In Farsi]

- Onemli, F. and Gucer, T. (2010). Response to drought of some wild species of helianthus at seedling growth stage. *Helia*, 33(53), 45-54.
- Poladsaz, N. and Saeidi, Gh. (2010). Genetic diversity in landraces lines derived from flax. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(2), 187-193. [In Farsi]
- Safavi, S. M., Farshadfar, M., Kahrizi, D. and Safavi, S. A. (2011). Genetic variability in poplar clones. *American Journal of Science Research*, 13, 113-117.
- Shabana, R. (1974). Genetic variability of sunflower varieties and inbred lines. In: Proc. of the 6th International Sunflower Conference, July 22-24, Bucharest, Romania, Genetics. pp. 263-269.
- Smith, R. J., Wothe, P. J. and Mulder, S. J. (1986). Analysis and design of gated irrigation pipeline. *Agricultural Water Management*, 12(1-2), 99-115.
- Subhashchandra, B., Lohithaswa, H. C., Desai, A. S. and Hanchinal, R. R. (2009). Assessment of genetic variability and relationship between genetic diversity and transgressive segregation in tetraploid wheat. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 22(1), 36-38.

Estimates of Variance Components and Heritability of Grain Yield and Yield Components in Confectionary Sunflower Landraces in Different Levels of Irrigation

E. Gholinezhad^{1*} and R. Darvishzadeh²

- 1- *Corresponding Author: Associate Professor, Department of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran (gholinezhad1358@yahoo.com)
2- Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 9 September, 2016

Accepted: 5 July, 2017

Abstract

Background and Objectives

Drought stress is a limiting factor for sunflower. Various reports have mentioned the effect of water stress and limited irrigation on sunflower for many respects, including phenological traits, morphology, agronomic and physiological. Sunflower is a crop that can withstand a variety of environmental conditions, particularly drought and due to the developed root system. It has high efficiency in absorbing water from the soil. Sunflower is one of the most important oil crops and due to its high content of unsaturated fatty acids and a lack of cholesterol, the oil benefits from a desirable quality. The aim of this study is to investigate the genetic diversity and the heritability of agro-morphological traits in confectionary sunflower under different levels of drought stress.

Materials and Methods

56 local populations were studied in three separate experiments in rectangular lattice design (7×8) with two replications at Agricultural Research Center of West-Azerbaijan province, Urmia, Iran in 2012. Water treatments were well-watered, moderate and severe water stress conditions so that irrigation was applied with 50%, 70% and 90% depletion of available water, respectively. Various agronomic and morphological traits were calculated based on measuring traits in sunflower. Productivity effort as a physiological trait was measured by dividing the total dry weight of reproductive organs (head) to the total dry weight of plant.

Results

The results showed that in all three different water treatment conditions, heritability of head diameter, stem diameter, plant height, grain and biological yield was more than other traits. In well-watered conditions, moderate heritability varied between 0.52% for number of seeds per head to 80.61% for plant height. In moderate drought stress condition, the maximum and minimum heritability belonged to head diameter (76.21%) and chlorophyll index (26.45%), respectively. In severe drought stress condition, the most and the least heritability was observed for stem diameter (83.64%) and number of seeds per head (0 %), respectively. Among yield components, the heritability of 1000-grain weight at three water treatment conditions was higher compared to number of seeds per head, so for increasing grain yield, selection via 1000-grain will be more efficient.

Discussion

For the traits of grain yield, head diameter, stem diameter, biomass yield, chlorophyll index, dry weight of leaf, head and head with grain, the heritability in severe drought stress was higher than optimum conditions and this showed that the phenotypic variance is a large proportion of the genetic variance of more favorable traits. Due to the fixed component in the numerator and the denominator of genetic variance, environmental variance decreased in drought stress conditions in comparison with optimum irrigation conditions.

Keywords: Genetic diversity, Genetic variance, Limited irrigation, 1000-seed weight, Oily seed