

ارزیابی تنوع ژنتیکی و گروه بندی لاین‌های خویش آمیخته نو ترکیب آفتابگردان با استفاده از صفات زراعی - ریخت شناسی

نادر عیوض نژاد حافظ^۱، رضا درویش زاده^۲، ایرج برنوسی^۳، محمد مقدم^۳، جلال جلیلیان^{۴*}، حمید حاتمی ملک^۵، هاشم هادی^۴، مهدی رحیمی^۶

چکیده

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران.
۲. دانشیاران گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران.
۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ایران.
۴. استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران.
۵. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه، ایران.
۶. دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، هنرستان کشاورزی شهید دکتر بهشتی ارومیه، ایران.

ارزیابی تنوع ژنتیکی مواد اصلاحی گام اول برنامه‌های به‌نژادی بوده و بهبود محصولات زراعی و باغی به در دسترس بودن ژرم پلاسماهای متنوع و بهره‌وری کارآمد از آنها بستگی دارد. در این تحقیق به منظور دستیابی به میزان و الگوی تنوعات ژنتیکی در جمعیت لاین‌های خویش آمیخته نو ترکیب آفتابگردان، ۷۰ لاین حاصل از تلاقی PAC2×RHA266 به همراه والدین در قالب طرح لاتیس مستطیل ۸×۹ با دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از گلدهی صفات مختلفی از قبیل تعداد برگ، طول برگ، طول دم‌برگ، ارتفاع گیاه، عرض برگ، قطر ساقه، قطر طبق، عملکرد تک بوته اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اختلاف آماری معنی‌دار بین لاین‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. در بین صفات مورد بررسی بیشترین ضریب تغییرات مربوط به عملکرد تک بوته (۲۳/۴۲) و کمترین آن مربوط به طول ساقه (۲/۴۵) بود. وراثت پذیری عمومی صفات از ۰/۹۸۹ برای طول دم‌برگ تا ۰/۵۲۱ برای عملکرد تک بوته متغییر بود. بیشترین ضریب همبستگی بین صفات طول و عرض برگ (**۰/۹۲۳) مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward، لاین‌های مورد بررسی را در شش گروه طبقه‌بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان روغنی، تجزیه خوشه‌ای، صفات مورفولوژیک، لاتیس مستطیل،

همبستگی فنوتیپی

* نویسنده مسئول:

E-mail: j.jalilian@urmia.ac.ir

تاریخ وصول: ۱۳۹۲/۶/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۳

مقدمه

طبقه بندی نمود. فاصله اقلیدسی توسط نشانگرهای ریخت شناختی بین ۰/۳ تا ۱/۴۸ بود و تجزیه خوشه‌ای ۷۰ توده را در ۸ گروه طبقه‌بندی نمود. آنها گزارش نمودند که نشانگرهای AFLP و ریخت شناختی برای برآورد تنوع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی آفتابگردان کارا می‌باشند. خلقی و همکاران (۲۰۱۱) توده‌های مختلف آفتابگردان آجیلی را از سراسر ایران جمع آوری نموده و تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای را بر اساس صفات زراعی و ریخت شناختی گزارش نمودند.

پژوهش حاضر به منظور بررسی تنوع ژنتیکی صفات مختلف زراعی و ریخت شناختی در لاین‌های خویش آمیخته نوترکیب آفتابگردان حاصل از تلاقی PAC2×RHA266، بررسی رابطه بین عملکرد و صفات مهم زراعی و گروه‌بندی لاین‌ها (ژرم پلاس) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به منظور استفاده در برنامه‌های اصلاحی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این تحقیق تنوع ژنتیکی ۷۰ لاین خویش آمیخته نوترکیب آفتابگردان حاصل از تلاقی دو لاین PAC2 (والد مادری) و RH266 (والد پدری) به همراه والدین در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی هنرستان کشاورزی ارومیه و در قالب طرح لاتیس مستطیل ۸×۹ با دو تکرار ارزیابی شدند. هر تکرار شامل ۹ بلوک ناقص بود و هر بلوک ناقص به ۸ کرت زراعی تقسیم گردید. هر کرت شامل سه ردیف به طول سه متر با فاصله بین ردیفی ۶۵ سانتی متر و فاصله بین بوته‌ای ۲۵ سانتی متر بود. کاشت به صورت جوی و پشته بعد از آبیاری اولیه (هیرم کاری) انجام گرفت. آبیاری به صورت معمول منطقه هر ۷ تا ۱۰ روز یک بار انجام می‌گرفت. پس از استقرار گیاه در مرحله ۴ برگی عملیات تنک جهت تنظیم تراکم مورد نظر صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) گیاهی یکساله از خانواده Asteraceae یکی از منابع مهم تولید روغن خوراکی در کنار سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی در جهان است (۴). خاستگاه اولیه آفتابگردان آمریکای مرکزی می‌باشد (۵). انواع گونه‌های آن به عنوان گیاه روغنی، آجیلی و زینتی کشت می‌شوند. آفتابگردان دارای سازگاری وسیعی با شرایط مختلف آب و هوایی بوده و حساسیت کمی به دوره نوری دارد (۶). سطح زیر کشت آفتابگردان در دنیا ۲۴/۶ میلیون هکتار و تولید دانه آن ۳۶/۴ میلیون تن می‌باشد (۴).

ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی پیش نیاز برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از ذخایر توارثی است (۷). آگاهی از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی در انتخاب لاین‌های والدینی جهت تولید هیبریدهای قوی و پیش‌بینی بنیه هیبریدها به ویژه در محصولات که هیبرید آنها ارزش تجاری دارند، موثر است (۸). ارزیابی تنوع ژنتیکی و تعیین روابط بین مجموعه ژرم پلاس‌ها باعث افزایش بهره‌وری، سازمان دهی و بهبود ژنتیکی می‌گردد (۹ و ۱۰). ارزیابی تنوع ژنتیکی در ژرم پلاس آفتابگردان بر اساس صفات زراعی توسط محققین مختلفی گزارش شده است. تنوع ریخت شناختی ۵۱ لاین اینبرد آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت و تنوع ژنتیکی زیادی برای صفات قطر ساقه و عملکرد دانه گزارش شد (۱۱). احمدی آوین و نبی پور (۱۳۸۶) با بررسی ۴۹ لاین امیدبخش آفتابگردان شامل لاین‌های بازگرداننده باروری و لاین‌های نرعیقیم، تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای را بر اساس صفات کمی و کیفی گزارش نمودند. دونگ و همکاران (۲۰۰۷) تنوع ژنتیکی ۷۰ توده آفتابگردان آجیلی جمع آوری شده از ۱۲ استان در چین را توسط ۸ ترکیب آغازگری AFLP و ۱۷ نشانگر ریخت شناختی مورد بررسی قرار دادند. فاصله ژنتیکی توسط نشانگر AFLP بین ۰/۳۲ تا ۱/۵۶ متغیر بود. تجزیه کلاستر بر اساس نشانگر AFLP ۷۰ توده را به ۵ گروه

F کاذب، بر اساس حداکثر مقدار F و در آزمون T^2 کاذب، بر اساس افزایش ناگهانی در مقدار T^2 تعیین می گردد (۲).

نتایج و بحث

داده‌های مربوط به تمامی صفات مورد مطالعه به غیر از صفات ارتفاع گیاه و عملکرد تک بوته دارای توزیع نرمال بودند. تجزیه واریانس آزمایش براساس مدل طرح لاتیس مستطیل 8×9 نشان داد بین لاین‌های خویش آمیخته نوترکیب مورد مطالعه از نظر اکثر صفات مورد بررسی اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (جدول ۱). دامنه تغییرات میانگین تعداد برگ از ۷/۵۱ تا ۲۲/۴۷، طول برگ از ۱۱/۴۳ تا ۲۴/۹۱، طول دم‌برگ از ۳/۸۴ تا ۱۶/۱۰، ارتفاع گیاه از ۸۷/۵۲ تا ۱۵۲/۲۸، عرض برگ از ۷/۷۳ تا ۲۶/۵۱، قطر ساقه از ۱۰/۴۱ تا ۲۸/۵۷، قطر طبق از ۶/۷۲ تا ۲۴/۸۶، و عملکرد تک بوته از ۵/۱۳ تا ۹۸/۵۷ متغیر بود (جدول ۲). وجود تنوع ژنتیکی وسیع در ژرم پلاسما آفتابگردان توسط محققین مختلف (۱۱، ۱۳ و ۱۵) نیز گزارش شده است. بیشترین ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به عملکرد تک بوته و قطر طبق و کمترین آن به ترتیب مربوط به طول ساقه و طول برگ می‌باشد (جدول ۱).

با توجه به بالا بودن ضرایب تغییرات برای بیشتر صفات و اهمیت آن در گزینش ژنوتیپ‌های برتر، جمعیت لاین‌های خویش آمیخته نوترکیب مورد مطالعه می‌تواند به عنوان یک منبع اصلاحی خوب در نظر گرفته شود. در روش‌های اصلاحی و به خصوص در برنامه‌های مبتنی بر گزینش فنوتیپی، میانگین افراد در نسل‌های بعد از گزینش، کارایی روش اصلاحی را تعیین می‌نماید لذا اطلاع از میزان وراثت‌پذیری صفات می‌تواند برآوردی از میزان موفقیت در انتقال صفات به نسل‌های بعدی را در اختیار اصلاح‌گران بگذارد. بیشترین مقدار وراثت‌پذیری برای طول دم‌برگ (۰/۹۸۹)، عرض برگ (۰/۹۷۶) و طول برگ (۰/۹۵۲) مشاهده شد.

مکانیکی و چندین بار انجام شد. بعد از رسیدن گیاه به مرحله ۸ برگی به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک بین ردیف‌ها پخش شد و بلافاصله آبیاری انجام گرفت. در جریان دوره رشد رویشی و زایشی هیچگونه آفت و یا بیماری خاصی مشاهده نگردید. جهت جلوگیری از خسارت گنجشک در مرحله تشکیل و پر شدن دانه طبق‌های آفتابگردان توسط پاکت پوشانده شدند. برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک انجام گرفت. بعد از گلدهی صفات زراعی و ریخت شناسی مختلف از قبیل تعداد برگ، طول برگ، طول دم‌برگ، عرض برگ، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، قطر طبق و عملکرد تک بوته اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی مطابق روش ویلکس و شاپیرو با کمک نرم افزار SAS انجام گرفت. پس از انجام تبدیل داده در مورد صفاتی که دارای توزیع نرمال نبودند، تجزیه واریانس و مقایسات میانگین لاین‌های مورد مطالعه بر اساس صفات مورد ارزیابی با استفاده از روش Tukey در نرم افزار SAS انجام گرفت. وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مورد مطالعه با استفاده از برنامه ارائه شده توسط هلند و همکاران (۲۰۰۳) در نرم افزار SAS محاسبه گردید. گروه‌بندی لاین‌های آفتابگردان پس از استاندارد نمودن داده‌ها با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی و الگوریتم Ward با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام گرفت. برای گروه بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس داده‌های مزرعه ای عموماً از ضریب "مربع فاصله اقلیدسی" و روش Ward استفاده می‌شود. این ترکیب (مربع فاصله اقلیدسی-Ward) مشکل زنجیره ای شدن (Chaining problem) در تجزیه خوشه ای را برطرف می‌کند. از مقادیر T^2 کاذب و F کاذب که با نرم افزار SAS محاسبه شدند برای تعیین تعداد واقعی گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. تعداد گروه مناسب در آزمون

جلال جلیلیان و همکاران

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس طرح لاتیس مستطیل برای صفات مختلف اینبرد لاین های آفتابگردان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			درجه آزادی	میانگین مربعات			درجه آزادی	میانگین مربعات		درجه آزادی
		عملکرد	طول برگ	عرض برگ		ارتفاع گیاه	طول دمبرگ	قطر ساقه		تعداد برگ	تعداد برگ	
تکرار	۱	۲/۲۶ ^{ns}	۲۷/۷۴ ^{**}	۱۲/۰۴ ^{**}	۱	۱/۲۴ ^{**}	۸/۸۰ [*]	۸/۸۰ [*]	۱	۳۴/۰۰ ^{**}	۱	
تیمار	۶۹	۳/۳۱ ^{**}	۱۸/۴۳ ^{**}	۲۶/۴۰ ^{**}	۶۸	۱/۰۶ ^{**}	۲۹/۴۸ ^{**}	۲۶/۴۵ ^{**}	۷۱	۱۷/۷۹ ^{**}	۷۰	
تکرار بلوک	۱۶	۰/۵۴ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۱۶	۰/۰۵ ^{ns}	۱/۱۱ ^{ns}	۱/۱۱ ^{ns}	۱۶	۱/۴۹ ^{ns}	۱۶	
خطا	۴۷	۱/۲۲	۰/۵۳	۰/۳۶	۴۷	۰/۰۶	۱/۹۰	۱/۹۰	۴۷	۲/۲۱	۴۹	
ضریب تغییرات		۲۳/۴۲	۴/۱۶	۴/۲۱		۲/۴۵	۷/۴۲	۷/۴۲		۱۱/۴۲		
وراثت پذیری		۰/۵۲	۰/۹۵	۰/۸۹		۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۸۸		۰/۷۹		

***, * به ترتیب اختلاف در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی دار است. ns اختلاف غیرمعنی دار

جدول ۲- میانگین ها و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در اینبرد لاین های آفتابگردان.

ژنوتیپ	تعداد برگ (عدد)	طول برگ (cm)	طول دمبرگ (cm)	ارتفاع (cm)	عرض برگ (cm)	قطر ساقه (cm)	قطر طبق (cm)	عملکرد تک بوته (gr)
C125	۱۹/۶۶	۱۶/۳۵	۱۰/۰۸	۱۰۵/۳۸	۱۵/۳۰	۲۱/۵۶	۲۱/۶۷	۶۷/۴۱
C59	۱۶/۵۸	۱۳/۶۱	۷/۰۶	۱۱۷/۹۳	۱۰/۸۶	۱۶/۵۶	۱۲/۹۴	۱۶/۴۹
C55	۱۸/۷۱	۱۷/۴۳	۷/۴۸	۸۷/۵۲	۱۵/۵۵	۱۹/۴۴	۱۸/۳۰	۳۳/۶۵
C98	۱۲/۲۶	۱۸/۲۲	۸/۸۹	۱۲۱/۲۵	۱۲/۱۳	۲۰/۱۵	۲۰/۰۱	۳۵/۵۰
C100	۱۴/۱۱	۱۵/۴۶	۸/۵۸	۹۵/۷۰	۱۱/۶۸	۲۰/۸۴	۱۶/۱۴	۱۵/۷۶
C90	۱۲/۳۰	۱۱/۷۴	۵/۵۰	۹۴/۰۶	۸/۲۳	۱۴/۹۶	۸/۸۸	۵/۴۷
LR35	۱۳/۱۵	۲۰/۳۲	۱۴/۴۵	۱۲۷/۱۹	۱۸/۱۸	۲۴/۰۳	۲۳/۵۳	۵۳/۶۵
C86	۱۵/۸۱	۱۵/۵۷	۷/۹۹	۱۲۴/۱۱	۱۱/۷۳	۱۹/۱۱	۱۳/۸۴	۲۲/۷۵
C83	۱۴/۹۷	۱۶/۳۸	۹/۵۲	۱۱۱/۹۸	۱۳/۵۹	۲۰/۰۲	۱۷/۱۲	۲۳/۱۴
C129	۱۰/۷۶	۱۸/۱۸	۹/۳۵	۱۳۱/۳۰	۱۵/۳۷	۱۹/۵۱	۲۱/۶۳	۱۷/۷۸
LR54	۱۲/۱۸	۱۵/۲۰	۶/۸۱	۱۱۰/۸۸	۱۰/۹۷	۱۵/۳۳	۱۱/۹۶	۱۲/۵۸
C40	۱۱/۸۱	۱۶/۶۳	۶/۴۹	۱۰۴/۱۱	۱۲/۱۹	۱۴/۶۸	۱۳/۰۱	۲۲/۴۱
C80	۱۹/۳۶	۱۳/۹۴	۸/۰۶	۱۲۲/۰۱	۱۱/۲۷	۱۸/۰۸	۱۳/۳۴	۲۳/۱۳
C123	۱۲/۷۱	۱۴/۰۲	۷/۳۰	۱۱۶/۰۰	۱۱/۵۲	۱۶/۸۷	۱۶/۵۱	۳۲/۱۸
C98	۱۴/۱۵	۱۹/۰۸	۹/۹۵	۱۱۸/۵۱	۱۶/۲۹	۲۰/۰۷	-	-
C137	۱۲/۲۵	۱۳/۷۳	۷/۲۸	۱۰۱/۴۲	۱۰/۳۲	۱۱/۴۸	۹/۶۵	۱۳/۰۰
C71	۱۴/۶۶	۱۸/۰۸	۱۰/۰۲	۱۳۴/۴۷	۱۵/۱۷	۱۸/۷۰	۱۶/۰۳	۲۱/۲۵
C138	۱۶/۲۳	۱۹/۴۹	۱۱/۲۹	۱۲۶/۸۰	۱۷/۳۳	۲۱/۹۱	۱۵/۹۵	۲۵/۷۷
C126	۱۳/۶۶	۱۸/۴۸	۷/۷۱	۱۱۹/۸۷	۱۶/۸۸	۱۹/۲۰	-	۴۶/۰۹
LR7	۱۰/۹۳	۲۰/۳۳	۸/۳۷	۱۱۴/۴۰	۱۵/۹۳	۱۶/۸۳	۱۲/۳۴	۱۳/۸۸
C127	۱۱/۰۷	۱۴/۲۱	۷/۴۴	۹۹/۰۳	۸/۱۷	۱۰/۴۱	۹/۷۸	۵/۱۳
LR64	۱۸/۶۱	۱۵/۴۰	۱۰/۴۱	۱۱۸/۲۶	۱۱/۶۱	۲۰/۴۲	۱۳/۳۱	۲۰/۳۰
C34	۲۲/۴۶	۱۹/۲۷	۷/۷۱	۱۴۰/۹۲	۱۶/۹۹	۲۰/۶۹	۱۳/۳۶	۲۳/۹۸
LR4	۱۱/۶۶	۱۵/۸۳	۸/۵۵	۱۰۰/۴۲	۱۳/۷۳	۱۷/۲۸	۱۷/۱۵	۳۵/۳۸
C146	۱۰/۵۵	۲۲/۶۹	۱۱/۴۸	۱۳۲/۲۵	۱۹/۴۵	۲۳/۰۷	۱۳/۷۴	۲۶/۷۱
C131	۹/۷۱	۱۶/۷۴	۹/۵۰	۱۰۴/۸۷	۱۳/۹۶	۱۶/۵۵	۱۸/۸۸	۵۶/۲۵
R30-1	۱۰/۲۷	۲۱/۳۰	۹/۲۶	۱۱۰/۵۰	۱۷/۲۰	۲۰/۱۲	۱۷/۷۴	۱۹/۴۰
LR55	۱۱/۰۶	۱۸/۶۳	۸/۳۲	۱۰۷/۲۲	۱۵/۳۵	۱۸/۱۳	۱۶/۶۱	۳۲/۳۳

۲۱/۵۲	۱۵/۵۰	۲۱/۰۰	۱۲/۷۴	۱۲۷/۴۹	۹/۱۲	۱۶/۶۸	۱۲/۴۸	C107
۱۴/۹۲	۶/۷۲	۱۱/۹۹	-	۹۹/۸۷	-	-	-	C82
۲۱/۰۱	۱۲/۵۹	۱۵/۲۹	۱۰/۶۲	۹۷/۰۱	۷/۲۶	۱۴/۴۳	۱۰/۶۶	C142
۱۷/۹۷	۱۳/۶۵	۱۲/۹۸	۱۳/۰۵	۹۲/۵۲	۵/۷۶	۱۵/۴۵	۷/۵۱	C92
۲۱/۵۶	۱۴/۷۶	۲۴/۳۳	۲۲/۲۳	۱۱۱/۶۷	۱۴/۰۳	۲۴/۵۱	۱۳/۰۳	C76
۹/۴۳	۱۰/۱۱	۱۶/۵۱	۹/۲۷	۱۴۳/۶۵	۵/۸۱	۱۳/۸۳	۸/۳۷	LR19
۱۲/۱۱	۱۰/۶۴	۱۶/۲۷	۱۳/۲۵	۱۵۲/۲۷	۶/۳۵	۱۶/۰۵	۱۰/۵۳	C42
۵/۴۴	۸/۱۶	۱۵/۰۲	۱۰/۴۶	۱۱۷/۲۴	۷/۲۶	۱۵/۴۵	۱۱/۵۹	C143
۴۹/۵۰	۲۰/۶۳	۲۴/۳۶	۱۹/۰۲	۱۱۱/۶۶	۸/۹۸	۲۰/۲۹	۱۵/۳۹	C61
۱۴/۱۹	۷/۶۰	۱۳/۶۹	۷/۷۳	۹۰/۲۹	۵/۲۴	۱۱/۴۳	۱۱/۸۰	C81
۶/۱۵	۹/۵۴	۱۴/۰۲	۱۰/۸۰	۱۰۵/۱۳	۳/۸۴	۱۵/۱۷	۹/۴۳	LR34
۱۸/۹۲	۹/۹۰	۱۲/۴۹	۱۱/۴۹	۱۰۲/۵۶	۸/۷۱	۱۵/۵۱	۱۲/۹۸	C89
۲۹/۵۸	۱۷/۵۵	۲۱/۹۳	۱۷/۴۹	۱۴۵/۵۱	۹/۸۹	۲۰/۶۶	۱۱/۱۳	C103
۱۳/۲۹	۱۲/۶۷	۲۳/۳۶	۱۰/۵۳	۱۵۱/۱۲	۷/۱۷	۱۸/۱۶	۱۲/۸۳	LR67
۳۸/۷۲	۱۸/۰۵	۲۲/۲۹	۱۸/۶۲	۱۳۱/۴۱	۹/۷۶	۲۳/۵۲	۱۵/۶۸	LR41
۹/۹۳	۱۲/۹۸	۲۲/۷۷	۱۷/۹۲	۱۳۰/۶۷	۱۰/۴۴	۲۲/۳۲	۱۲/۸۴	C78
۲۳/۸۹	۸/۸۰	۱۵/۰۹	-	۱۴۳/۴۵	-	-	۱۵/۰۰	C106
۱۶/۰۷	۱۱/۵۹	۱۵/۹۷	۱۰/۲۳	۹۲/۶۶	۸/۱۶	۱۳/۶۵	۱۰/۶۹	C130
۱۲/۳۲	۱۴/۶۴	۱۷/۳۰	۱۱/۵۵	۹۶/۸۹	۷/۶۳	۱۵/۵۴	۱۲/۶۰	C121
۱۰/۰۸	۹/۵۹	۱۴/۳۴	۱۴/۰۰	۱۰۵/۳۲	۶/۷۴	۱۶/۸۹	۱۱/۲۴	C46a
۳۱/۷۹	۱۷/۵۸	۱۹/۶۵	۱۴/۵۶	۱۳۴/۰۷	۷/۲۸	۱۸/۸۵	۱۳/۵۳	C46b
۲۰/۹۵	۲۱/۹۴	۲۶/۰۶	۲۶/۵۱	۱۳۲/۶۷	۱۴/۰۴	۲۴/۹۰	۱۵/۳۸	C153
۱۶/۰۱	۲۱/۱۰	۲۲/۴۷	۱۶/۹۰	۱۲۵/۰۸	۱۱/۹۷	۲۰/۵۰	۱۵/۰۸	C77
-	۲۳/۳۰	۲۰/۰۵	۱۴/۵۷	۱۲۶/۶۶	۱۰/۰۴	۱۶/۳۸	۹/۹۲	C139
۳۱/۴۴	۲۲/۵۳	۱۸/۵۱	۱۶/۹۹	۱۲۵/۹۳	۱۱/۹۴	۱۹/۱۹	۱۴/۵۸	C141
-	۱۴/۹۶	۱۴/۸۲	-	۱۰۲/۵۱	-	-	۱۴/۱۴	LR44
۱۰/۰۴	۹/۸۳	۱۲/۲۸	۹/۰۸	۸۹/۳۸	۵/۸۷	۱۲/۲۲	۱۰/۹۳	C74
۱۳/۴۵	۱۲/۴۴	۱۴/۹۳	۱۳/۱۴	۱۰۴/۹۵	۸/۲۹	۱۵/۱۱	۱۰/۳۵	LR57
۲۰/۵۸	۱۳/۳۴	۲۴/۶۵	۱۸/۳۷	۱۲۹/۶۵	۹/۹۵	۲۱/۷۷	۱۷/۱۸	C111
۲۵/۷۶	۱۶/۲۱	۲۰/۷۸	۱۶/۹۵	۱۱۴/۶۴	۹/۵۹	۱۸/۴۱	۱۴/۲۳	C70
۹۸/۵۶	۲۴/۳۲	۲۶/۲۷	۲۲/۳۱	۱۲۱/۸۹	۱۴/۵۸	۲۲/۴۰	۱۲/۰۸	C134a
۳۱/۸۹	۱۸/۶۶	۲۱/۷۵	۱۷/۷۲	۱۳۴/۴۵	۸/۴۵	۲۱/۳۹	۸/۲۸	C43
۳۹/۴۶	۲۰/۹۱	۱۶/۶۸	۱۲/۰۶	۱۱۳/۳۳	۵/۲۲	۱۵/۴۹	۱۴/۱۳	LR45
۴۲/۷۲	۲۰/۴۵	۱۸/۸۱	۱۲/۰۰	۱۲۷/۷۰	۷/۵۱	۱۶/۱۵	۱۵/۲۹	LR29
۴۵/۳۲	۱۷/۰۷	۱۷/۷۴	۱۲/۱۴	۱۰۴/۹۲	۷/۰۱	۱۵/۷۴	۸/۸۵	C148
۴۴/۶۱	۱۶/۵۱	۱۶/۸۹	۱۴/۷۵	۹۶/۷۴	۸/۲۲	۱۹/۳۷	۱۰/۱۳	LR59
۱۶/۴۰	۱۵/۵۰	۱۷/۹۸	۱۲/۸۳	۱۰۶/۸۴	۷/۴۷	۱۶/۵۸	۱۳/۷۳	RH644
۴۰/۱۹	۲۱/۰۳	۲۳/۰۸	۲۱/۱۱	۱۱۷/۱۷	۱۲/۲۱	۲۲/۶۳	۱۱/۸۶	C62
۵۴/۴۹	۲۴/۸۶	۲۸/۵۷	۲۲/۵۶	۱۳۴/۸۶	۱۶/۰۹	۲۱/۴۴	۱۹/۹۱	LR1
۱۲/۳۵	۱۲/۹۴	۱۲/۸۵	۱۲/۵۳	۹۲/۷۱	۹/۹۷	۱۵/۳۷	۱۱/۷۶	C36
۲۰/۴۶	۱۶/۷۳	۱۷/۷۲	۱۵/۳۹	۱۱۳/۶۲	۴/۹۰	۲۱/۳۰	۱۰/۴۶	LR32
۱۳/۰۱	۱۳/۵۳	۱۸/۰۵	۱۲/۵۹	۱۰۵/۴۰	۱۲/۴۹	۱۷/۰۵	۱۰/۸۰	LR42
۱۴/۹۱	۱۷/۶۴	۱۹/۸۹	۱۴/۰۲	۱۱۲/۲۲	۸/۹۸	۱۷/۳۷	۱۵/۹۶	C125b
۱۰/۵۶	۱۲/۳۳	۱۹/۱۷	۱۴/۷۶	۹۵/۵۶	۷/۴۷	۱۸/۲۱	۱۴/۵۲	PAC2
۲/۴۱	۵/۰۸	۴/۲۸	۲/۳۵	۱/۳۱	۴/۲۸	۲/۵۷	۴/۶۶	Tukey

نام ژنوتیپ‌ها به ترتیب از شماره ۱ تا ۷۲ می‌باشد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف در لاین های خویش آمیخته نو ترکیب آفتابگردان.

متغیر	تعداد برگ	طول برگ	طول دمبرگ	ارتفاع گیاه	عرض برگ	قطر طبق	قطر ساقه
طول برگ	۰/۱۴ ^{ns}						
طول دمبرگ	۰/۲۹*	۰/۶۵**					
ارتفاع گیاه	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۴۹**	۰/۳۳**				
عرض برگ	۰/۲۵*	۰/۹۲**	۰/۷۵**	۰/۴۲**			
قطر طبق	۰/۴۱**	۰/۷۷**	۰/۷۲**	۰/۵۵**	۰/۸۰**		
قطر ساقه	۰/۲۲	۰/۵۴**	۰/۶۰**	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۶۴**	۰/۶۹**	
عملکرد تک بوته	۰/۲۵*	۰/۴۱**	۰/۴۶**	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۵۲**	۰/۵۶**	۰/۷۹**

***, ***, * به ترتیب اختلاف در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی دار است. ns اختلاف غیر معنی دار

خلوص دستخوش کراسینگ اورهای فراوانی می شوند، لذا از مقدار همبستگی های ناشی از پیوستگی بین ژن ها کاسته شده و به احتمال زیاد همبستگی های بزرگ می توانند ناشی از اثرات پلیوتروپی باشند (۱۷). محققین جهت انتخاب والدین مناسب برای هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ هایی هستند که از نظر ژنتیکی از هم دور باشند که این امر مهم می تواند از طریق بررسی فاصله بین ژنوتیپ ها بر اساس صفات ریخت شناختی با استفاده از روش های چند متغیره از قبیل تجزیه خوشه ای بدست آید. مطلوبیت تجزیه خوشه ای در بررسی تنوع موجود در ژرم پلاسما آفتابگردان آجیلی (۱۳) و روغنی (۱) نشان داده شده است. با استفاده از مربع فاصله اقلیدوسی و بر اساس ۸ صفت استاندارد شده، ۷۲ ژنوتیپ مورد مطالعه در ۶ گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱).

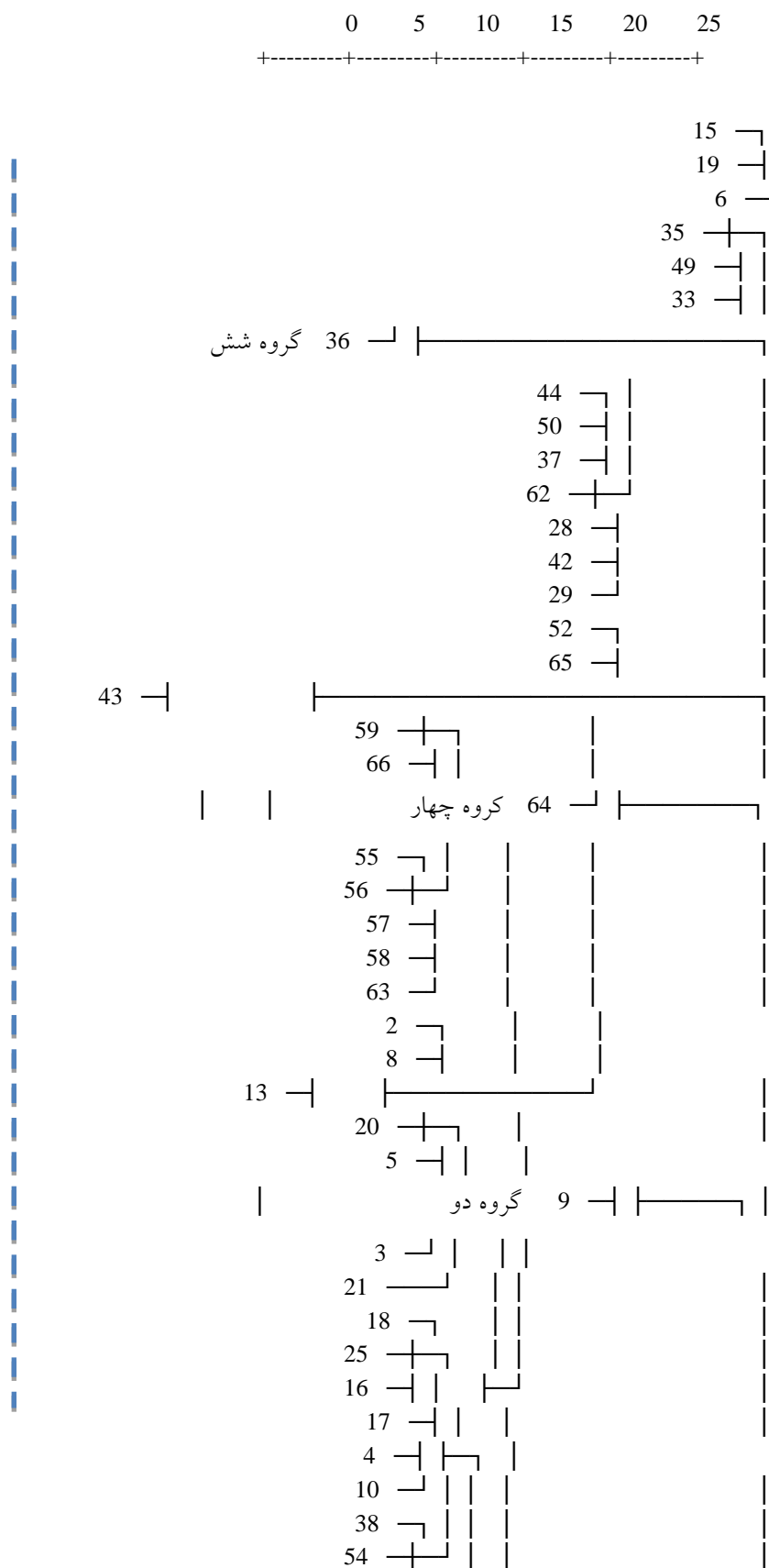
برای حصول اطمینان از نقطه برش دندروگرام و تعیین تعداد واقعی گروه ها از تغییرات آماره های F کاذب و T^2 کاذب استفاده شد و نتیجه گیری شد که گروه بندی ژنوتیپ ها در ۶ گروه مناسب می باشد (جدول ۴). تجزیه واریانس بین شش گروه حاصل از تجزیه خوشه ای از نظر صفات اندازه گیری شده با ملحوظ داشتن گروه ها به عنوان تیمار و ژنوتیپ های داخل آن ها به عنوان تکرار، بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین گروه ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه بود (جدول ۵).

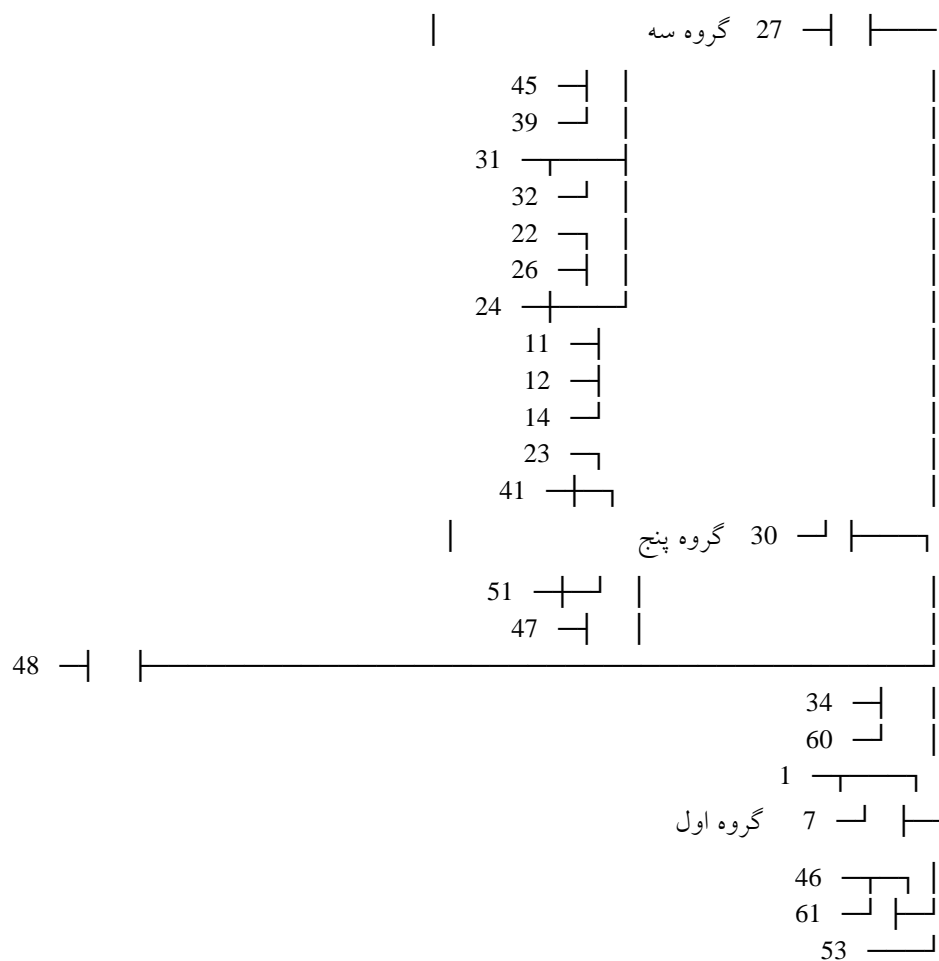
با توجه به خویش آمیخته بودن جمعیت مورد مطالعه می توان نتیجه گیری کرد که این صفات عمدتاً تحت تاثیر ژن هایی با اثرات افزایشی می باشند. لذا این صفات از طریق انتخاب می توانند به تدریج به نسل های بعدی انتقال یابند. کمترین وراثت پذیری مربوط به عملکرد تک بوته (۰/۵۲۱) بود (جدول ۱). وراثت پذیری پایین عملکرد در مقایسه با سایر صفات بیانگر کنترل پیچیده صفت مذکور توسط عوامل ژنتیکی و تاثیر عوامل محیطی می باشد. بنابراین بهبود آن از طریق گزینش غیرمستقیم برای یک یا چند صفت موثر در عملکرد سودمند خواهد بود.

بیشتر همبستگی های برآورد شده بین صفات معنی دار بودند (جدول ۳). قوی ترین همبستگی بین طول برگ و عرض برگ (۰/۹۲۳**) و ضعیف ترین همبستگی بین طول برگ و تعداد برگ (۰/۷۹۲**) مشاهده شد (جدول ۳). نظیر چنین همبستگی هایی در آفتابگردان توسط نبی پور و همکاران (۱۳۸۴) بین صفات ۵۰٪ گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد برگ، اندازه طبق، فاصله طبق تا زمین، قطرهای بالا و پایین ساقه گزارش شده است (۳). همبستگی معنی دار بین صفات ریخت شناختی با عملکرد مشاهده شد که این امر نشان از نقش مهم این صفات در گزینش غیر مستقیم برای عملکرد دانه در آفتابگردان می باشد. اثرات پلیوتروپی چندین QTL یا ژن های با پیوستگی نزدیک دلیل اصلی همبستگی بین صفات می باشد (۱۶).

از آنجایی که لاین های خویش آمیخته برای رسیدن به

Rescaled Distance Cluster Combine





شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های خویش آمیخته آفتابگردان بر اساس صفات زراعی و ریخت شناختی

جدول ۴- مقادیر T^2 کاذب و F کاذب برای تعیین تعداد واقعی گروه‌ها در گروه بندی خوشه‌ای لاین‌ها

F کاذب	T^2 کاذب	تعداد گروه
۱۷/۷	۵/۳	۱۰
۱۹/۳	۳/۳	۹
۱۹/۹	۴/۹	۸
۱۹/۷	۷/۷	۷
۲۱/۵	۴/۲	۶
۱۴/۸	۲۶/۱	۵
۱۷/۴	۵/۴	۴
۲۱/۴	۵/۸	۳
۱۸/۶	۳/۵	۲
.	۱۸/۶	۱

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین صفات در گروه های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ ها با استفاده از آزمون دانکن

گروه	تعداد ژنوتیپ	تعداد برگ در بوته	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	طول دمبرگ (cm)	قطر طبق (cm)	ارتفاع ساقه (cm)	قطر ساقه (mm)	عملکرد (g)
۱	۵	۱۶/۰۴ab	۲۱/۰۸a	۲۰/۹۷a	۱۳/۸۵a	۲۳/۲۷a	۱۲۴/۲۴a	۲۵/۳۰a	۵۹/۰۱a
۲	۸	۱۷/۵۸a	۱۵/۸۸bc	۱۲/۹۱b	۸/۳۵c	۱۴/۷۹b	۱۱۴/۷۶ab	۱۹/۳۹c	۲۲/۴۰bc
۳	۱۹	۱۱/۶۵d	۱۷/۸۰b	۱۴/۰۲b	۸/۳۳c	۱۵/۸۲b	۱۲۴/۷۶a	۱۸/۷۶c	۲۴/۹۶b
۴	۱۱	۱۱/۰۴d	۱۴/۳۱c	۱۰/۷۰c	۶/۹۵c	۱۰/۴۴c	۹۸/۸۸c	۱۳/۶۲d	۱۲/۰۹c
۵	۸	۱۴/۰۲bc	۲۱/۹۴a	۱۸/۹۶a	۱۱/۲۰b	۱۷/۵۷b	۱۲۳/۹۷a	۲۲/۸۴b	۲۸/۲۹b
۶	۱۴	۱۲/۷۹cd	۱۷/۳۸b	۱۳/۵۵b	۷/۸۶c	۱۶/۵۰b	۱۰۷/۰۳bc	۱۸/۲۷c	۲۵/۹۶b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف لاتین مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد با هم ندارند

داشتند. پس از انجام تجزیه خوشه ای، با توجه به اینکه افراد هر گروه دارای کمترین فاصله ژنتیکی می‌باشند، بنابراین در برنامه‌های اصلاحی جهت رسیدن به حداکثر تنوع ژنتیکی می‌بایستی افراد واقع در گروه‌های دور از هم را جهت تلاقی انتخاب نمود. بدین منظور فاصله بین گروه‌ها به روش مربع فاصله اقلیدسی محاسبه گردید (جدول ۶).

دورترین گروه‌ها، گروه های چهارم و پنجم با فاصله ۳/۶۳ و پنجم و ششم با فاصله ۳/۲۹ و نزدیکترین گروه‌ها، گروه های اول و سوم با فاصله ۱/۰۵ بودند که این اطلاعات برای تعیین والدین مناسب در برنامه‌های دورگ‌گیری مفید است.

ویژگی بارز گروه اول که شامل ۵ ژنوتیپ بود، برخورداری از ارزش بالا برای صفات اکثر صفات از جمله عملکرد بود. ویژگی بارز گروه دوم که شامل ۸ ژنوتیپ بود، داشتن مقادیر بالا برای صفت تعداد برگ در بوته بود. در گروه سوم که دارای ۱۹ ژنوتیپ بود، لاین‌های دارای ارتفاع بیشتر جای گرفتند.

گروه چهارم که شامل ۱۱ ژنوتیپ بود برای اکثر صفات وضعیت مطلوبی در مقایسه با سایر گروه ها نداشت. گروه پنجم که شامل ۸ ژنوتیپ بود دارای ارزش بالا برای صفات طول و عرض برگ و ارتفاع گیاه بود. در گروه ششم ۱۴ ژنوتیپ قرار گرفتند که وضعیت متوسط برای اکثر صفات از جمله طول و عرض برگ، قطر طبق و عملکرد تک بوته

جدول ۶- فاصله مربع اقلیدسی بین شش گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward

گروه یکم	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم	گروه پنجم	گروه ششم
۰/۰					
۱/۴۱	۰/۰				
۱/۰۵	۱/۴۷	۰/۰			
۱/۳۳	۲/۴۴	۱/۱۰	۰/۰		
۲/۶۶	۱/۲۵	۲/۵۸	۳/۶۳	۰/۰	
۲/۶۳	۲/۶۴	۱/۵۸	۲/۰۷	۳/۲۹	۰/۰

- با توجه به اینکه بیشترین فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های گروه‌های چهارم - پنجم و پنجم - ششم مشاهده شد، لذا می‌توان در برنامه‌های تلاقی و همچنین مطالعات ژنتیکی و نیز بالا بردن میزان هتروزیس از ژنوتیپ‌های دو گروه متناظر (مثلاً چهارم و پنجم) استفاده نمود. بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای برای صفات مورد مطالعه در ژرم پلاسما لاین‌های خویش آمیخته نوترکیب آفتابگردان وجود دارد که می‌تواند جهت بهبود ژنتیکی آفتابگردان روغنی مورد استفاده قرار گیرد.
- منابع**
- احمدی آوین، ف.، و ع. نبی پور، ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های امید بخش آفتابگردان به کمک صفات مورفولوژیکی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد کرج.
 - حاتمی ملکی، ح.، ق. کریم زاده، ر. درویش زاده، س. ر. علوی، ۱۳۹۱. بررسی تنوع ژنتیکی توتون‌های شرقی (*Nicotiana tabacum* L.) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰(۱): ۱۰۰-۱۰۶.
 - نبی پور، ع.، ب. یزدی صمدی، ا. صرافی، ع. زالی، ع. و طالعی، ع. ا. شاه نجات بوشهری، ۱۳۸۴. بررسی ژنتیکی صفات مهم زراعی و تعیین روابط بین آنها در آفتابگردان به کمک رگه‌های اینبرد نوترکیب. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۳): ۶۴۷-۶۵۸.
 - FAS, 2013. Sunflower seed area, yield, and production. In: World Agricultural Production. <http://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>.
 - Hu, J., Seiler, G. and Kole, C. 2010. Genetics, genomics and breeding of Sunflower. Routledge, USA, 342 pp.
 - Razi, H., and Assad, M. T., 1999. Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in Sunflower. Euphytica, 105: 83-90.
 - Singh, S. B., and Lehana, K. S., 1990. Correlation and path analysis in Sunflower. Crop Improvement, 17: 49- 53.
 - Mohammadi, S. A., and Prasanna, B. M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. Crop Science, 43: 1235-1248.
 - Geleta, L. F., Labuschagne, M. T. and Viljoen, C. D., 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. Biodiversity and Conservation, 14: 2361- 2375.
 - Nisar, M., Ghafoor, A. Ahmad, H. Khan, M. R. Qureshi, A. S. Ali, H. and Islam, M. 2008. Evaluation of genetic diversity of pea germplasm through phenotypic trait analysis. Pakistan Journal of Botany, 40: 2081-2086.
 - Chikkadevaiah Nandini R., and Sujalha H. L. 2002 Correlation and path analysis in Sunflower. Helia, 25: 109- 118.
 - Dong, G. J., Liu, G. S. and Li, K. F. 2007. Studying genetic diversity in the core germplasm of confectionary Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in china based on AFLP and morphological analysis. Russian Journal of Genetics, 43: 627- 635.
 - Kholghi, M., Bernousi, I. Darvishzadeh, R. Pirzad, A. and Hatami Maleki, H. 2011. Collection, evaluation and classification of Iranian confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations using multivariate statistical techniques. African Journal of Biotechnology, 10: 5444- 5451.
 - 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.
 - Mohanasundaram, K., Manivannan, N. and Vindhiya Varman, P., 2010. Combining ability analysis for seed yield and its components in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 1(4): 864- 868.
 - Aastveit, A. H., and Aastveit, K. 1993. Effects of genotype environment interactions on genetic correlation. Theoretical and Applied Genetics, 86: 1007- 1013.
 - Haldane, J. B. S., and Waddington, C. H. 1931. Inbreeding and linkage. Genetics, 16: 357- 374.

Evaluation of Genetic Diversity and Classification of Sunflower Recombinant Inbred Lines Using Agro-Morphological Traits

N. Eyvaznejad Hafez¹, R. Darvishzadeh², I. Bernousi², M. Moghaddam³, J. Jalilian^{4*}, H. Hatami-Maleki⁵, H. Hadi⁴, M. Rahimi⁶

1. MSc, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
2. Assosiate Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
3. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Maragheh, Iran.
6. MSc, Shahid Dr Beheshti High School of Agriculture, Iran.

*Corresponding Author:

E-mail: j.jalilian@urmia.ac.ir

Received: 2013/09/11
Accepted: 2014/02/12

Abstract

The first step of breeding programs and crops improvement are assess the genetic diversity and depends on germplasm availability and efficient utilization of their. This study was conducted to evaluate genetic variations among 70 sunflower recombinant inbred lines (RILs) obtained from the cross between PAC2 × RHA266 based on the morphological traits by using a rectangular lattice design with two replications. After flowering stage, some morphological traits such as leaf numbers, leaf length, petiole length, plant height, leaf width, stem diameter, head diameter, and seed yield per plant were measured. Analysis of variance revealed the significant difference among genotypes for the studied traits. Among traits, the highest coefficient of phenotypic variation was observed for seed yield per plant (23.42) and the lowest one was observed for stem length (2.45). The gteneral heritability of traits was varied from 0.989 for petiole length to 0.521 for a single plant yield. The highest correlation coefficient was observed between the leaf length and width (0.923). Based on standardized morphological traits and using Ward method, the 70 studied genotypes were classified within six groups.

Keywords: Oily Sunflower, Cluster analysis, Morphological traits, Rectangular lattice, Phenotypic correlation