دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری برخی صفات زراعی در خانواده‌های ناتنی یونجه

حسین محمدزاده‌جلالی[۱]، مصطفی ولی‌زاده[۲]، وحید نصراله‌زاده اصل[۳]، جاوید عمارت‌پرداز[۴]، مهری یوسفی[۳] و سجاد محرم‌نژاد[۵]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز
۲ و ۴- استاد و دکتری، دانشگاه تبریز
۳- مربی، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران
۵- دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: sm.chakherlo@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۷

چکیده

برآورد تنوع ژنتیکی صفات در برنامه‌های به‌نژادی گیاهان حائز اهمیت است و با افزایش تنوع ژنتیکی در یک جامعه، بازدهی ناشی از انتخاب افزایش می‌یابد. هدف از انجام این مطالعه بررسی تنوع ژنتیکی برای صفات زراعی و اجزای عملکرد در ۱۲خانواده ناتنی یونجه بود. تعداد ۳۵ بوته از هر خانواده ناتنی در گلدان‌های مجزا در شرایط مزرعه‌ای به صورت طرح کاملا تصادفی، کشت شدند و مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. تجزیه واریانس داده‌ها برای تمامی صفات بجز وزن تر بوته، وزن خشک برگ و نسبت وزن خشک برگ به ساقه معنی‌دار شد. دامنه تغییرات وراثت‌پذیری بسیار گسترده بود و از ٤ درصد برای وزن تر بوته و وزن خشک ساقه تا ۵۸ درصد برای صفت طول برگ لپه‌ای نوسان داشت. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد و خانواده‌های ناتنی یونجه در چهار خوشه تقسیم شدند به‌طوری‌که خانواد ناتنی رنجر یکی از رقم‌های اصلاح شده در خوشه‌ای مجزا قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: خانواده ناتنی یونجه، صفات زراعی، تنوع، وراثت‌پذیری

مقدمه

نوع ژنتیکی اساس مطالعات اصلاحی در گونه‌های گیاهی است، بنابراین جهت مطالعات ژنتیکی و اصلاح ارقام مناسب‌تر، عملکرد بالا و سازگار ابتدا باید میزان تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ها تعیین و سپس اقدام به اصلاح آن نمود (۲). با توجه به اینکه تنوع گیاهان زراعی همبستگی مثبتی با پراکندگی جغرافیایی آن‌ها دارد و گیاهان زراعی طی سال‌ها زیستن در شرایط محیطی متفاوت حاوی ژن‌های متنوعی شده‌اند. بنابراین تنوع ژنتیکی زیادی در گیاهان داخل یک توده یونجه که در اقلیم‌های مختلف جغرافیایی رشد می‌کنند وجود دارد. وجود چنین اختلاف ژنتیکی گسترده در بین افراد جمعیت یونجه، مطالعات مربوط به ژنتیک جمعیت این محصول را پیچیده‌تر نموده است. امروزه برخی برنامه‌های اصلاح یونجه بر اساس گزینش فنوتیپی و مورفولوژیکی استوار است (۱). البته بایستی در نظر داشت که مطالعه تنوع ژنتیکی از طریق صفات کمی مانند عملکرد و اجزای عملکرد که توسط تعداد زیادی ژن کوچک اثر کنترل می‌شوند و تحت تأثیر زیاد محیط هستند مشکل‌تر از صفاتی است که تنها از طریق چند ژن محدود کنترل می‌شوند. صفات مورفولوژیک به طور وسیع برای تعیین میزان تنوع ژنتیکی در گیاهان مختلف از جمله یونجه مورد استفاده قرار می‌گیرند. محمدزاده جلالی و همکاران (۱۶) در ۱۲ خانواده ناتنی یونجه بر اساس تفسیر آلوزیمی میزان تنوع ژنتیکی را حدود ۰/۶ مشاهده کردند. ولی‌زاده و همکاران (۲۴) با بررسی تنوع ژنتیکی نسل‌های سنتتیک یونجه و برخی ارقام یونجه با استفاده از وراثت تتراسومیک نشانگرهای آلوزیمی اظهار کردند که هتروزیگوتی بالای در داخل جمعیت‌های یونجه وجود دارد. طوری‌که تنوع بسیار بالای درون جمعیتی، یونجه سنتتیک نتوانست تمایز واریته‌ای چشمگیری تولید کند. فارغی و همکاران (۸) با به کمک عناصر غذایی و ترکیبات شیمیایی جمعیت‌های یونجه را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند، تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس عناصر و ترکیبات شیمیایی نشان داد که درصد پروتئین خام و درصد کلسیم دارای تنوع بیشتری در بین صفات مورد مطالعه هستند. داودی و همکاران (۷) نیز با بررسی ۲۰۰ جمعیت یونجه از طریق عملکرد و صفات مربوط به کیفیت علوفه، بیان کردند که گزینش براساس صفات مربوط به کیفیت علوفه می‌تواند در افزایش عملکرد علوفه مفید باشد. در بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف از نظر این صفات به منظور بهره‌مندی از آن‌ها در برنامه‌های اصلاح نباتات، استفاده از روش‌های آماری چند متغیره مورد تأکید قرار گرفته است (۱۸). شباهت خویشاوندی یکی از پدیده‌های اساسی ژنتیکی است که توسط صفات کمی بروز می‌کند. درجه شباهت خاصیتی از صفات است که می‌تواند از طریق اندازه‌گیری‌های نسبتاً ساده روی جمعیت و بدون نیاز به روش‌های خاص آزمایشگاهی تعیین گردد. هم‌چنین این شباهت وسیله‌ای برای برآورد واریانس ژنتیکی و وراثت پذیری است که این معیارها به‌طورکلی تعیین کننده بهترین روش اصلاحی مورد استفاده در اصلاح گیاهان به شمار می‌روند (۱۹). ثابت شده است که کوواریانس بین نتاج ناتنی برابر است با $\frac{1}{4}V_A$، بنابراین می‌توان جزء ژنتیکی افزایشی را با استفاده از $4\sigma^2_{BM}$ برآورد کرد (۱۱). درجه شباهت خویشاوندان متکی بر تجزیه واریانس فنوتیپی به طریقی دیگر و به اجزایی مطابق با گروه‌بندی افراد به صورت خانواده‌ها است. هم‌چنین کوواریانس افراد خویشاوند خصوصیتی از جمعیت است که برای جستجوی شباهت بین خویشاوندان، خواه تنی یا ناتنی، محاسبه می‌شود (۲۵).

متداول‌ترین و مفیدترین روابط عبارتند از: روابط نتاج با والدین، روابط نتاج ناتنی و تنی می‌باشد. در نظر گرفتن صفات مهم، با ارزش اقتصادی و وراثت‌پذیری آن‌ها و هم‌چنین همبستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی بین صفات مختلف، از موثرترین روش‌های گزینش محسوب می‌شود (۴). اصولاً بهترین روش گزینش، روشی است که بر مبنای تمام اطلاعات قابل دسترس در خصوص ارزش اصلاحی یک فرد (گیاه) پایه ریزی شده باشد (۱۱). از آن جایی که معلومات قبلی از وراثت پذیری در بهترین حالت‌ها نیز تقریبی خواهد بود، پس بهتر است برآوردها با خانواده‌های بزرگ انجام گیرد. رابرتسون (۲۱) نشان داد که در صورت معلوم نبودن وراثت پذیری، آزمایش‌های تجزیه برادر- خواهران ناتنی باید با خانواده‌های ۳۰-۲۰ نفری طرح‌ریزی شود. وراثت‌پذیری یک صفت کمی از مهمترین خصوصیات آن محسوب می‌شود و نسبتی از واریانس کل را که مربوط به اثرات متوسط ژن‌ها است، بیان می‌کند. مهم‌ترین نقش وراثت‌پذیری در مطالعات ژنتیکی صفات کمی، پیش‌بینی آن در تعیین اثر ژنتیکی افراد بر نسل بعدی است. هدف از این تحقیق ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی خانواده‌های ناتنی یونجه بر اساس نشانگرهای مورفولوژیکی و برآورد وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی تبریز واقع در اراضی کرکج در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز با ارتفاع ۱۳۶۱ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. شهر تبریز در مدار ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و۱۷ دقیقه طول شرقی قرار دارد. در این تحقیق ۱۲خانواده برادر-خواهر ناتنی یونجه مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت. این خانواده‌های ناتنی از خزانه پلی‌کراس حاصل از یک برنامه ملی تحقیقات برای اصلاح و معرفی مناسب‌ترین ارقام یونجه در منطقه آذربایجان (۲۵)، تهیه شدند. جدول ۱ اسامی و منشأ این جمعیت‌ها را نشان می‌دهد. برای ارزیابی خانواده‌های ناتنی از طرح پایه کاملاً تصادفی نامتعادل استفاده گردید. در این راستا تعداد ۳۵ بوته از هر خانواده‌های در گلدان‌هایی به ابعاد ۲۵×۲۰×۱۵ سانتی‌متر به صورت انفرادی در شرایط مزرعه کاشته شدند. برای یکنواخت کردن شرایط، خاک گلدان‌ها به ترتیب با نسبت‌های ۱:۱:۲ خاک، کود دامی و ماسه پر شد. در هر گلدان چند بذر کشت شد ولی پس از سبز شدن آن‌ها در هر گلدان تنها یک بوته جهت ازریابی نگهداری شد. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: ارتفاع گیاه برحسب سانتی‌متر، تعداد میانگره در زمان گلدهی، طول و عرض برگ لپه ای برحسب میلی‌متر، طول اولین میانگره برحسب میلی‌متر، طول دمبرگ اولین سه برگچه برحسب میلی‌متر، وزن تر بوته در زمان گلدهی برحسب گرم، وزن خشک بوته برحسب گرم، وزن خشک برگ برحسب گرم، وزن خشک ساقه برحسب گرم و نسبت برگ به ساقه مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

نرمال بودن داده‌های حاصل از صفات اندازه‌گیری شده توسط تست کرلمرگروف- اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت و سپس تجزیه آماری و مقایسه میانگین انجام شد. برای اعتماد به همبستگی صفات مورد مطالعه، از میانگین ۱۲ خانواده نانتی استفاده شد. در تجزیه خوشه‌ای از روش Ward استفاده شد و برای تعیین نقطه برش کلاستر، از تجزیه تابع تشخیص و MANOVA استفاده شد (۱۹). برآورد میزان وراثت‌پذیری خصوصی با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات واریانس‌های ژنوتیپی و محیطی (جدول ۲) و در نهایت از فرمول $h^2 = \frac{V_A}{V_P}$ برآورد گردید (۲۶،۲۵،۲۲). برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

جدول ۱- اسامی و منشأ خانواده‌های ناتنی یونجه مورد مطالعه

Table 1. List of alfalfa half-sib families analyzed in this study

منشاء و ماخذ	خانواده‌های ناتنی	منشأ و ماخذ	خانواده‌های ناتنی	منشأ و ماخذ	خانواده‌های ناتنی
اراک	شازند	تبریز	زغال اغاج	اراک	لیلان حمید
چهار محال بختیاری	چالشته	ارومیه	سلوانا	مرند	گله بانی
اصلاح شده خارجی	رنجر	تبریز	عموزین الدین	مراغه	قره یونجه
اصلاح شده خارجی	مائوپا	نقده	تازه کند	همدان	مامان فامنین

جدول ۲- تجزیه واریانس یک طرح پلی کراس

Table 2. Analysis of variance of poly cross design

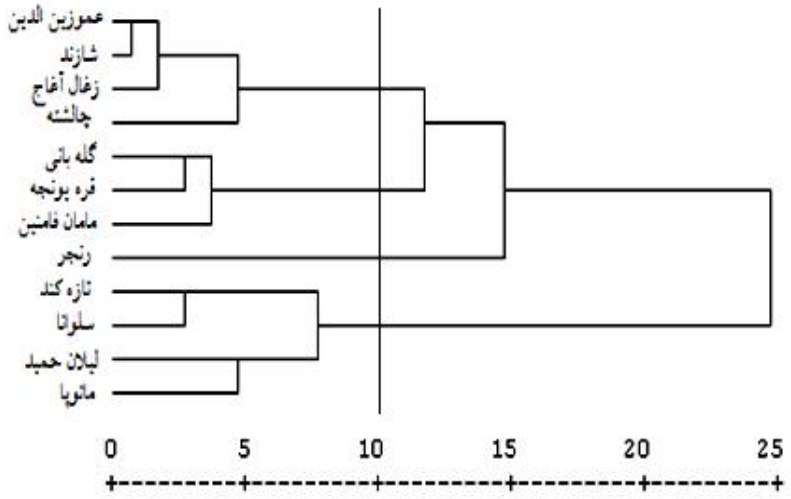
منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات مورد انتظار	
		کواریانس خویشاوندان	جزء واریانس
بین گروه‌های مادری	f-1	$\sigma^2_{WM} + s(Cov_{HS})$	$\sigma^2_{WM} + s\sigma^2_{BM}$
درون گروه‌های مادری	f(s-1)	$V_{EW} + V_G - Cov_{HS}$	σ^2_{WM}

f: تعداد والد مادری، s: تعداد نتاج

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بر اساس طرح کاملاً تصادفی در جدول ۳ آورده شده است. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جداول ۳) که اختلاف معنی‌داری از نظر اکثر صفات در بین خانواده‌های ناتنی وجود دارد. به‌طوری‌که صفات ارتفاع بوته، عرض و طول برگ لپه‌ای و طول اولین دمبرگ در سطح احتمال ۱٪ و صفات تعداد میانگره، طول اولین میانگره، وزن خشک بوته و وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار در بین خانواده‌ها وجود داشت. ولی برای صفات وزن تر بوته، وزن خشک برگ و نسبت وزن خشک برگ به ساقه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در بین صفات مورد مطالعه وزن برگ لپه‌ای کمترین (۶/۷۵٪) و وزن خشک بوته بیشترین (۴۳/۴۵٪) ضریب تغییرات را نشان دادند. مقایسه میانگین صفات در جدول ۴ آورده شده است. بیشترین ارتفاع بوته (۴۳/۸۱) مربوط به خانواده ناتنی مامان–فامنین بود. این خانواده تفاوت معنی‌داری با خانواده‌های تازه کند، سلوانا و مائوپا نشان داد ولی با سایر خانواده‌های ناتنی تفاوت معنی‌داری نداشت. جولیر و همکاران (۱۴) ارتفاع ارقام مورد آزمایش در فرانسه را در چین‌های مختلف بین ۳۱/۷ تا ۷۱/۴ سانتی‌متر گزارش کردند. خانواده ناتنی مامان فامنین با میانگین ۴۷/۶۵ گرم از نظر وزن خشک بوته، اختلاف معنی‌داری با خانواده‌های قره‌یونجه، گله‌بانی و رنجر نداشت اما با سایر خانواده‌های ناتنی اختلاف معنی‌داری نشان داد. همچنین خانواده مامان‌فامنین با میانگین ۲۵/۶۹ گرم بیشترین اختلاف را با خانواده تازه کند از نظر وزن خشک ساقه داشت ولی با سایر خانواده‌های ناتنی از نظر این صفت اختلافی دیده نشد. خانواده ناتنی مامان‌فامنین با ۳/۷۴ میلیمتر اختلاف معنی‌داری با اکثر خانواده‌های دیگر بجز لیلان حمید، گله بانی، قره‌یونجه، شازند و عموزین‌الدین از نظر عرض برگ لپه‌ای داشت. همچنین خانواده ناتنی گله‌بانی از لحاظ طول برگ لپه‌ای با لیلان حمید اختلاف معنی‌دار نداشت ولی با سایر خانواده‌های ناتنی اختلاف معنی‌داری نشان داد. ابعاد برگ و نیز درصد برگ در ماده خشک از نظر ارزش غذایی علوفه اهمیت زیادی دارد و مصرف اختیاری دام از علوفه با درصد برگ ارتباط مستقیم دارد (۱۳،۶) و لذا صفات مرتبط با ابعاد برگ در گیاهچه‌ها می‌تواند دارای اهمیت زیادی باشد. از لحاظ طول میانگره، مائوپا با ۴۸/۸۲ میلی‌متر و از لحاظ تعداد میانگره، رنجر بیشترین اختلاف را با سایر خانواده‌ها داشتند. همچنین بیشترین طول اولین دمبرگ با ۳۶/۹۵ میلی‌متر مربوط به خانواده ناتنی زغال‌آغاج و کمترین آن با مقدار ۲۷/۲۲ میلی‌متر مربوط به خانواده ناتنی رنجر بود. منیری فر و همکاران (۱۸) اظهار داشت که بین صفات گیاهچه‌ای و صفات بالغ ارتباط وجود دارد و بیان کرد که اهمیت صفات گیاهچه‌ای به ترتیب مربوط به تعداد برگ گیاهچه، ارتفاع گیاهچه و طول اولین میانگره است. با توجه به ارتباط صفات گیاهچه‌ای با گیاه بالغ می‌توان اظهار داشت که امکان حذف گیاهان ضعیف از طریق اعمال یک گزینش ملایم، میسر است و بدین ترتیب امکانات و نیرو برای بررسی بیشتر گیاهان و خانواده‌هایی که دارای عملکرد بالقوه بالاتری هستند متمرکز می‌گردد. خدارحم‌پور و معتمدی (۱۳) با بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های یونجه بیان کردند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک بین ۲۰ ژنوتیپ یونجه از لحاظ صفات ارتفاع بوته، وزن‌تر و خشک علوفه وجود داشت. برآوردهای اجزای واریانس با توجه به امیدهای ریاضی میانگین مربعات و وراثت‌پذیری خصوصی بر اساس تک بوته با خطای استاندارد مربوطه در جدول ۳ درج شده است. قابل ذکر است که واریانس بین خانواده‌های ناتنی علاوه $\frac{1}{4}$ بر واریانس افزایشی، شامل $\frac{1}{4}$ واریانس غیره افزایشی است (۲،۱) لذا بایستی توجه نمود که برآورد واریانس افزایشی دارای اریب مثبت است (۲۵). وراثت‌پذیری صفات طول اولین دمبرگ، وزن خشک ساقه، عرض و طول برگ لپه‌ای معنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که امکان اصلاح این صفات، از طریق گزینش وجود دارد. بیشترین وارثت‌پذیری مربوط به طول برگ لپه‌ای (۵۸ درصد) بود و کمترین وراثت‌پذیری حدود ۴ درصد مربوط به وزن‌تر بوته و وزن خشک ساقه بود. منیری‌فر (۱۷) میزان وراثت‌پذیری ارتفاع بوته، نسبت وزن برگ به ساقه در حالت تر و خشک به ترتیب، ۵۰، ۱۱ و ۱۹ درصد گزارش کرد. جویلر و همکاران (۱۴) نیز در برآورد وراثت‌پذیری، با ۱۱ رقم یونجه نتایج مشابهی بدست آوردند. زای و موسجیدیس (۲۷) اظهار داشتند که ارتباط اغلب صفات گیاهچه‌ای و صفات گیاه بالغ در شبدر قرمز ضعیف است ولی گزینش ۱۰ درصد گیاهچه‌های برتر برای طول دمبرگ، روزهای جوانه‌زنی تا نمو کامل چهارمین برگ یا برگ‌های گیاهچه می‌تواند علوفه خشک انفرادی گیاهان و در نهایت عملکرد سالانه را افزایش دهد. با توجه به جدول ۳، وراثت‌پذیری اکثر صفات، به ویژه عملکرد و اجزای عملکرد، پایین بود. گنزالس گارسیا (۱۰) با مطالعه یونجه‌های دیپلوئید میزان وراثت‌پذیری خصوصی غده‌های کرکدار را ۲۵ درصد گزارش نمود. هیل و همکاران (۱۲) ۵۰ خانواده ناتنی یونجه و از هر خانواده ۲۵ نتاج را برای صفت وزن تر مورد مطالعه قرار داد. وی میزان وراثت‌پذیری را برای وزن تر حدود ۳۰ درصد گزارش کرد. در واقع می‌توان نشان داد که پیچیدگی وراثت تتراسومیک طوری است که میزان واریانس افزایشی قابل دسترس را برای گزینش در جمعیت‌های در حال تفکیک کاهش می‌دهد. علاوه بر این دلیل مهم دیگر پایین بودن وارثت پذیری در این گیاه را می‌توان به تنوع زیاد درون خانواده‌ها اشاره کرد که روی واریانس فنوتیپی اضافه شده و باعث کاهش وراثت پذیری می‌شود. ضرایب همبستگی صفات در جدول ۵ آمده است. بین اغلب صفات مختلف همبستگی معنی‌داری وجود داشت که بیشترین میزان مربوط به همبستگی وزن خشک بوته و وزن خشک ساقه بود. نسبت وزن برگ به وزن بوته معرف کیفیت علوفه است، همبستگی این صفت با عملکرد منفی به دست آمد، با این حال رابطه نسبت وزن برگ به ساقه با وزن تر (عملکرد) غیر معنی‌دار بود. ظاهراً با بیشتر شدن عملکرد این نسبت کاهش می‌یابد. به عبارتی دیگر زیادی عملکرد عمدتاً از بیشتر بودن وزن ساقه‌ها حاصل می‌شود، که این امر با همبستگی وزن خشک ساقه با عملکرد (وزن خشک و وزن تر) مشهود است.

منیری‌فر (۱۷) گزارش کرد که افزایش عملکرد بیشتر تحت تأثیر ساقه است. همبستگی ساده عملکرد علوفه و بویژه وزن برگ با ارتفاع مثبت و معنی‌دار بود ولی با نسبت برگ به ساقه منفی ولی غیر معنی‌دار بدست آمد، این نوع همبستگی‌ها توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده‌اند (۲۸،۱۷،۱۸) بنابراین ارتفاع بوته می‌تواند شاخص خوبی برای انتخاب گیاهانی با عملکرد بالا باشد. ارتباط صفات گیاهچه‌ای با عملکرد گیاه بالغ توسط محققان متعددی گزارش شده است (۲۶،۵). سیمونز (۲۲) دریافت که صفات گیاهچه‌ای و گیاه بالغ دارای همبستگی ضعیفی با یکدیگر هستند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس داده‌های مورفولوژیک در شکل ۱ آورده شده است. محل برش کلاستر از طریق نتایج بدست آمده از تجزیه تابع تشخیص و MANOVA انتخاب و جمعیت‌ها به چهار گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل عموزین‌الدین، شازند، زغال‌آغاج و چالشته بود. گروه دوم گله‌بانی، قره‌یونجه و مامان‌فامنین را در برداشت. در نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نیز اکثرا این سه خانواده نسبت به بقیه خانواده‌ها از لحاظ کلیه صفات مرتبط با عملکرد بهتری بودند. گروه سوم تنها خانواده ناتنی اصلاح شده رنجر را شامل شد و گروه چهارم شامل تازه کند، سلوانا، لیلان حمید و مائوپا بود که جدول ۴ نیز نشانگر نزدیکی این خانواده‌ها نسبت بهم است. فوم بلیدا (۹) ۵۶ نمونه از تیپ‌های مهم یونجه مناطق شمال اسپانیا را با استفاده از صفات مورفولوژیک و زراعی از طریق تجزیه خوشه‌ای به ۴ گروه تقسیم کرد. نظر به اینکه هر کدام از گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای تنها از نظر برخی ویژگی‌ها در حد مطلوب قرار دارند بنابراین با تلاقی بین ژنوتیپ‌های این خوشه‌ها و آزمایش نتاج می‌توان ویژگی‌های مطلوب را در یک رقم بوجود آورد. تجزیه واریانس صفات زراعی نشان داد که بین خانواده‌ها از نظر اکثر صفات اختلاف معنی‌دار وجود دارد. این موضوع نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین خانواده‌های مورد مطالعه بود. ضرایب همبستگی صفات برای اکثر صفات مختلف همبستگی معنی‌داری نشان داد که بیشترین میزان آن مربوط به همبستگی وزن خشک بوته و وزن خشک ساقه بود. به عبارتی دیگر زیادی عملکرد عمدتا از بیشتر بودن وزن ساقه‌ها حاصل می‌شود. همچنین توصیه می‌شود ارزیابی‌های فنوتیپی در محیط‌ها و سال‌های بیشتر تکرار شود تا در صورت ثابت ماندن روابط بین صفات، از این ارتباط در برنامه‌های اصلاحی و همچنین انتخاب بهترین روش اصلاحی استفاده به عمل آید.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای خانواده‌های ناتنی به روش Ward
Figure 1. The dendrogram of cluster analysis of alfalfa half-sib families by using Ward method

جدول ۳- تجزیه واریانس و وراثت‌پذیری صفات زراعی در خانواده‌های ناتنی یونجه

Table 3. Analysis of variance and heritability of agronomy triats in alfalfa half-sib families

منابع تغییر	ارتفاع بوته	تعداد میانگره	طول اولین دمبرگ	طول اولین میانگره	طول برگ لپه‌ای	عرض برگ لپه‌ای	وزن تر بوته	++ وزن خشک بوته	+ نسبت وزن خشک برگ به ساقه	++ وزن خشک برگ	++ وزن خشک ساقه
درجه آزادی تیمار	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
درجه آزادی خطا	۳۶۴	۳۴۸	۳۹۵	۳۴۸	۴۰۸	۴۰۸	۳۶۳	۳۶۳	۳۶۳	۳۶۳	۳۶۳
میانگین مربعات داخل جمعیت‌ها (خطا)	۷۱/۱۰۸	۲/۷۲۶	۷۰/۸۶۳	۱۷۱/۹۹۸	۱/۲۰۰	۰/۳۶۲	۱۰۸۱۲/۰۴	۸۳/۸۸	۰/۰۳۳	۰/۶۰۰	۱/۷۲۰
میانگین مربعات بین جمعیت‌ها (تیمار)	۱۶۸/۶۲۹**	۵/۵۲۱*	۲۳۰/۶۷۸**	۳۹۱/۱۵۷*	۸/۳۴۳**	۱/۳۰۱**	۱۲۶۳۹/۲۴^{ns}	۱۶۸/۶۳۸*	۰/۰۵۳^{ns}	۱/۳۱^{ns}	۲/۰۰۳*
ضریب تغییرات (درصد)	۱۰/۱۳	۱۰/۵۸	۱۵/۱۰	۲۰/۳۰	۶/۷۵	۷/۶۷	۲۹/۰۲	۴۰/۱۲	۳۰/۶۵	۳۳/۸۶	۴۳/۴۵
وراثت پذیری	۰/۱۵۵±۰/۰۱۱	۰/۱۳۲±۰/۰۱۰	۰/۲۴۸±۰/۰۱۳	۰/۱۶۲±۰/۰۱۲	۰/۵۸۱±۰/۲۱۰	۰/۲۷۷±۰/۰۱۴	۰/۰۴۳±۰/۰۰۳	۰/۱۲۶±۰/۰۱۰	۰/۰۸۵±۰/۰۰۸	۰/۰۹۰±۰/۰۰۸	۰/۰۴۲±۰/۰۲۰

++ و + : به ترتیب بیانگر تبدیل جذری و تبدیل لگاریتمی ns، * و **: به ترتیب بیانگر غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ برآورد وراثت پذیری خصوصی به همراه خطای استاندارد می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین مورد بررسی در خانواده‌های ناتنی یونجه

Table 4. Mean comparison of alfalfa half-sib families for study triat

خانواده‌های ناتنی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد میانگره (عدد)	طول اولین دمبرگ (میلی‌متر)	طول اولین میانگره (میلی‌متر)	طول برگ لپه‌ای (میلی‌متر)	عرض برگ لپه‌ای (میلی‌متر)	وزن خشک بوته (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)
لیلان حمید	۴۰/۱۹^{abc}	۷/۶۳^{ab}	۳۵/۱۴^{abc}	۴۴/۵۲^{abc}	۷/۷۷^{a}	۳/۶۲^{abc}	۲۷/۷۰^{b}	۱۳/۸۴^{ab}
گله بانی	۴۲/۵۰^{ab}	۸/۰۹۰^{a}	۳۲/۰۱^{bcd}	۴۵/۳۷^{abc}	۷/۹۴^{a}	۳/۷۲^{ab}	۳۴/۴۸^{ab}	۱۸/۴۵^{ab}
قره یونجه	۴۲/۳۸^{ab}	۷/۴۳^{ab}	۳۲/۴۰^{bcd}	۴۶/۰۳^{abc}	۷/۰۵^{b}	۳/۷^{ab}	۳۱/۱۲^{ab}	۱۷/۸۹^{ab}
مامان فامنین	۴۳/۸۱^{a}	۸/۰۶۲^{a}	۳۲/۶۴^{abcd}	۴۵/۲۸^{abc}	۷/۰۰^{bc}	۳/۷۴^{a}	۴۷/۶۵^{a}	۲۵/۶۹^{a}
عموزین الدین	۴۰/۶۷^{abc}	۸/۳۷۰^{a}	۳۲/۰۴^{bcd}	۴۶/۵۳^{abc}	۶/۵۲^{bc}	۳/۵^{abc}	۳۰/۹۶^{b}	۱۶/۱۸^{ab}
تازه کند	۳۶/۲۵^{c}	۷/۴۵^{ab}	۳۰/۵۹^{cde}	۲۵/۷۹^{d}	۶/۵۴^{bc}	۳/۱۴^{d}	۲۸/۱۴^{b}	۱۳/۸۴^{b}
زغال اغاج	۴۲/۲۷^{ab}	۸/۱۹۲^{a}	۳۶/۹۵^{a}	۴۶/۸۱^{ab}	۶/۴۱^{c}	۳/۲۲^{cd}	۳۵/۸۱^{b}	۱۸/۰۱^{ab}
سلوانا	۳۸/۱۱^{bc}	۷/۴۶^{ab}	۳۵/۳۸^{ab}	۴۴/۴۶^{abc}	۶/۴۵^{c}	۳/۲۲^{cd}	۳۷/۵۸^{b}	۱۹/۶۹^{ab}
شازند	۴۲/۷۴^{ab}	۸/۰۰^{a}	۳۲/۲۷^{bcd}	۴۴/۴۳^{abc}	۷/۱۰^{b}	۳/۴۷^{abc}	۲۶/۶۶^{b}	۱۴/۲۶^{ab}
مائوپا	۳۸/۱۹^{bc}	۷/۰۰^{b}	۳۰/۸۶^{bcde}	۴۸/۸۲^{a}	۶/۸۷^{bc}	۳/۴^{cd}	۴۰/۸۶^{b}	۲۰/۷۶^{ab}
رنجر	۳۹/۲۹^{abc}	۸/۳۷۵^{a}	۲۷/۲۲^{e}	۳۸/۷۸^{cd}	۶/۸۱^{bc}	۳/۴۱^{bcd}	۳۱/۱۴^{ab}	۱۶/۰۶^{ab}
چالشته	۴۰/۷۵^{abc}	۸/۲۱۴^{a}	۳۰/۱۷^{de}	۴۰/۰۳^{bcd}	۶/۸۰^{bc}	۳/۳۷^{cd}	۳۳/۲۹^{b}	۱۷/۵۵^{ab}

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.

جدول ۵- همبستگی بین صفات زراعی در خانواده‌های ناتنی یونجه

Table 5. Correlation of agronomy traits in alfalfa half-sib families

	ارتفاع بوته	تعداد میانگره	طول اولین دمبرگ	طول اولین میان‌گره	طول برگ لپه‌ای	عرض برگ لپه‌ای	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	نسبت وزن خشک برگ به ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
ارتفاع بوته	۱										
تعداد میان‌گره	۰/۵۹۵*	۱									
طول اولین دمبرگ	۰/۰۲۹^{ns}	-۰/۱۴۸^{ns}	۱								
طول اولین میان گره	۰/۴۰۴^{ns}	-۰/۱۷۵^{ns}	۰/۵۳۳^{ns}	۱							
طول برگ لپه‌ای	۰/۴۲۵^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۰۵۷^{ns}	۰/۲۵۲^{ns}	۱						
عرض برگ لپه‌ای	۰/۷۱۶**	۰/۲۳۲^{ns}	۰/۱۲۴^{ns}	۰/۴۲۹^{ns}	۰/۷۲۶**	۱					
وزن تر بوته	۰/۴۴۷^{ns}	۰/۵۸۸*	-۰/۱۲۲^{ns}	۰/۱۱۵^{ns}	-۰/۲۷۶^{ns}	۰/۱۴۳^{ns}	۱				
وزن خشک بوته	۰/۷۵۱**	۰/۵۰۱^{ns}	-۰/۲۳۵^{ns}	۰/۱۵۲^{ns}	۰/۱۶۶^{ns}	۰/۶۴۲*	۰/۵۳۶^{ns}	۱			
نسبت وزن خشک برگ به ساقه	-۰/۵۳۶^{ns}	-۰/۲۱۴^{ns}	-۰/۱۷۳^{ns}	-۰/۳۱^{ns}	-۰/۱۶۱^{ns}	-۰/۷۴۱**	۰/۳۴۹^{ns}	-۰/۷۴**	۱		
وزن خشک برگ	۰/۶۷۸*	۰/۷۰۰*	-۰/۲۶۲^{ns}	-۰/۱۰۵^{ns}	۰/۲۴۷^{ns}	/۵۰۳^{ns}	۰/۴۲۵^{ns}	۰/۸۷۲**	-۰/۵۰۰^{ns}	۱	
وزن خشک ساقه	۰/۷۷۸**	۰/۵۲۲^{ns}	-۰/۱۶۶^{ns}	۰/۱۸۸^{ns}	۰/۲۳۹^{ns}	۰/۷۱۸**	۰/۵۱۷^{ns}	۰/۹۸**	-۰/۸۱۶**	۰/۵۲۳^{ns}	۱

ns، * و **: به ترتیب بیانگر غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

منابع

1. Abdollahi Mandoulakani, B., H. Azizi, Y. Piri, S. Rahmanpour and L. Hassani. 2016. Association analysis for morphological traits in cultivated alfalfa using molecular markers. Journal of Crop Breeding, 8: 52-60 (In Persian).
2. Annicchiarico, P. 2015. Alfalfa forage yield and leaf/stem ratio: narrow-sense heritability, genetic correlation, and parent selection procedures. Euphytica, 205: 409-20.
3. Annicchiarico, P., N. Nazzicari, X. Li, Y. Wei, L. Pecetti and E.C. Brummer. 2015. Accuracy of genomic selection for alfalfa biomass yield in different reference populations. BMC Genomics, 16: 1-13.
4. Baker, R.J. 1994. Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool season food legumes. Euphytica, 73: 67-72.
5. Bouton, J.H. 1982. Seedling characteristics to predict yield and total N of mature alfalfa plants. Crop Science, 22: 128-130.
6. Dant, J.W. and A. Zaleski. 1971. Leafiness and chemical composition of some Lucerne strains. Grass and Forage Science, 9: 131-140.
7. Davodi, M., A.A. Jafari, G. Assadian and A. Ariapour. 2011. Assessment of relationships among yield and quality traits in alfalfa (*Medicago sativa* L.) under dry land farming system, Hamadan, Iran. Journal of Rangeland Science, 3: 247-254.
8. Fareghi, S.H., M. Farshadfar and E. Farshadfar. 2007. Study of chemical composition and nutrition value of perennial Lucerne (*Medicago sativa* L.) and genetic diversity based on SDS-PAGE markers. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15: 196-210 (In Persian).
9. Fombellida, A. 2001. Selection of identification traits in the “Tierra de Campos” alfalfa ecotype throughdiscriminant analysis. Universidad de Valladolid (Spain). Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, 55-70 pp.
10. Gonzalez-Garcia, J., I.M. Ray, J.A. Henning and L.W. Murray. 2000. Quantitative genetic analysis of erect glandular trichome density in diploid alfalfa. Euphytica, 111: 61-65.
11. Hallauer, A.R., M.J. Carena and J.B. Miranda. 2010. Quantitative genetics in maize breeding. Handbook of Plant Breeding 6, Springer Science, 257-300 pp.
12. Hill, J., H.C. Becker and P.M.A. Tigerstedt. 1998. Quantitative and ecological aspects of plant breeding. Springer Science, 200-250 pp.
13. Khodarahmpour, Z. and M. Motamedi. 2016. Study of genetic diversity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes via multivariate analysis. Journal of Crop Breeding, 8: 163-169 (In Persian).
14. Julier, B., C. Huyghe and C. Ecalle. 2000. Within and among-cultivar genetic variation in alfalfa forage quality, morphology and yield. Crop Science, 40: 365-369.
15. Macnair, M.R. 1991. Why the evolution of resistance to anthropogenic toxins normally involves major gene changes: The limits to natural selection. Genetic, 84: 213-219.
16. Mohammadzadeh Jalaly, H., M. Valizadeh, M. Ahmadi, H. Nabizadeh, S. Moharramnejad and M. Moghaddam. 2015. Discrimination of alfalfa half-sib families by allozyme banding pattern and its relationship with forage yield attributes. Journal of Biodiversity and Environmental Science, 6: 344-350.
17. Monirifar, H. 2010. Half-sib progeny test for selection of best parents for development of a synthetic variety of alfalfa. Iranian Journal of Crop Sciences, 12: 66-75 (In Persian).
18. Monirifar, H., M. Valizadeh, M. Moghaddam and F. Rahimzadeh khoyi. 2004. Inheritance of yield and morphological traits in Iranian alfalfa germplasm. Pajouhesh and Sazandegi, 62: 96-102 (In Persian).
19. Proust, M. 2015. Multivariate Methods. SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, 175 pp.
20. Peters, J.P. and J.A. Martinelli. 1989. Hierarchical cluster analysis as a tool of managing variation in germplasm collections. Theoretical and Applied Genetics, 78: 42-48.
21. Robertson, A. 1959. Experimental design in the evaluation of genetic parameters. Biometrics, 15: 26-219.
22. Simons, R.G. 1990. Relationships between seedling traits and mature plant yield in alfalfa. Canadian Journal of Plant Science, 69: 206-213.
23. Tysdal, H.M., T.A. Kisselbach and H.L. Westover. 1942. Alfalfa breeding. Nebraska Agricultural Experiment Station Research Bulletin, 124 pp.
24. Valizadeh, M., M. Mohayeji, N. Yasinzadeh, S. Nasrullazadeh and M. Moghaddam. 2011. Genetic diversity of synthetic alfalfa generations and cultivars using tetrasomic inherited allozyme markers. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 13: 425-430.
25. Valizadeh, M. and M. Moghaddam. 2012. .Introduction to quantitative genetics. 4th edn. IUP. Tehran, Iran, 181-198 pp (In Persian).
26. Valizadeh, M., M. Moghaddam, P. Talebi, M.H. Kazemi, H. Monirifar and D. Hassanpanah. 2002. Breeding and Introduction of suitable alfalfa cultivars in East-Azarbaijan. University of Tabriz Research Affairs Pub, Tabriz, Iran, 120 pp.
27. Xie, C. and J.A. Mosjidis. 1995. Seedling-selection effects on morphological traits of mature plant in red clover. Theoretical and Applied Genetics, 91: 1032-1036.
28. Yazdi-samadi, B. 1994. Agronomic characteristics of some alfalfa cultivars in Karaj, Iran. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 25: 19-32 (In Persian).

A Study of Genetic Diversity and Heritability in some of Agronomic Traits in Alfalfa Half-Sib Families

Hossein Mohammadzadeh Jalaly[1], Mostafa Valizadeh[2], Vahid Nasrollahzade asl[3], Javid Emaratpardaz[3], Mehri Yusefi[4] and Sajjad Moharramnejad[5]

1- Young Researchers and Elite club, Tabriz Branch, Islamic Azad University
2 and 4- Profesor and P.hD., University of Tabriz
3- Instructor Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University Tehran
5- P.hD., University of Mohaghegh Ardabili (Corresponding author: sm.chakherlo@yahoo.com)
Received: November 17, 2015 Accepted: February 16, 2016

Abstract

Estimation of genetic variation is very important in breeding programs and existing of high genetic variation lead to increase the response to selection. The objective of this study was to investigate genetic variation for agronomic traits and yield components in 12 alfalfa half-sib families. Thirty five individuals of each half-sib family were grown and analyzed basis of completely randomized design in separate pots into Farm conditions. Based on univarite analysis of variance for all traits except shoot fresh weight, leaf dry weight and leaf/stem ratio significant difference were observed. The heredity was broad ranging from 4 % for plant fresh weight and shoot dry weight to 58 % for cotyledon leaf length. Cluster analysis based Ward method, divided half-sib families into four groups that only the Renger half-sib families, one of the two cultivars stand in one group.

Key word: Alfalfa half-sib families, Agronomic traits, Diversity, Heritability