

تنوع عملکرد و صفات مورفولوژیکی در برخی جمعیت‌های ایرانی گونه *Agropyron pectiniforme*

علی اشرف جعفری^{۱*}، میثم فرجی^۲، شهرام نخجوان^۳ و سهیلا افکار^۴

*- نویسنده مسئول مکاتبات، استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

پست الکترونیک: aajafari@rifr-ac.ir

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

۳- استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

۴- استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۶

چکیده

با توجه به بالا بودن عملکرد و کیفیت علوفه در گونه *Agropyron pectiniforme* از این گونه برای احیاء مراتع و تولید علوفه استفاده می‌شود. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های این گونه، بذر ۱۶ جمعیت از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شد و در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۸۴-۱۳۸۳ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین جمعیت‌ها برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. جمعیت‌های زنجان ۴۸۷، تبریز ۷۰۷ و گرگان ۷۵۶۵ با عملکرد علوفه ۹۶ لغایت ۱۱۹ گرم در بوته و عملکرد دانه ۲۵ تا ۳۳ گرم در بوته از لحاظ هر دو صفت پر محصول بودند که در بین آنها جمعیت‌های زنجان و گرگان زودرس بودند و جمعیت تبریز وزن هزار دانه بیشتری داشت. همبستگی بین عملکرد علوفه و بذر مثبت و معنی‌دار بود و هر دو صفت با ارتفاع بوته، تعداد ساقه و طول سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward جمعیت‌ها به سه گروه تقسیم شدند که جمعیت‌های خوشه ۱ دیررس با عملکرد متوسط، جمعیت‌های خوشه ۲ پر محصول، متوسط‌رس و جمعیت‌های خوشه ۳ کم محصول و زودرس بودند. صحت گروه‌بندی جمعیت‌ها با استفاده پراکنش جمعیت‌ها بر اساس دو مؤلف اصلی اول و دوم در تجزیه به مؤلف‌های اصلی و همچنین فاصله ماهالانویس بین خوشه‌ها تأیید شد. نتایج نشان داد که بیشترین فاصله ژنتیکی بین خوشه‌های ۲ و ۳ به دست آمد و به همین دلیل جمعیت‌های این دو خوشه به عنوان والدین هیبرید در تولید واریته‌های ترکیبی پیشنهاد شدند. جمعیت زنجان ۴۸۷ با داشتن عملکرد بذر و علوفه بیشتر به عنوان جمعیت مطلوب معرفی شد. ضریب همبستگی متبل بین ماتریس فاصله‌های ژنتیکی جمعیت‌ها با فاصله جغرافیایی محل جمع‌آوری آنها معنی‌دار نبود. به طور کلی نتیجه‌گیری شد که صفات مورفولوژیکی حاوی اطلاعات مهمی برای حفاظت و بهره‌برداری از ذخایر ژنتیکی می‌باشند و می‌توان از آنها در برنامه‌های به‌تازدی گیاهی گونه *A. pectiniforme* در آینده استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: *Agropyron pectiniforme*، تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای، صفات مورفولوژیکی

مقدمه

با توجه به مناسب بودن عملکرد و کیفیت علوفه گیاه آگروپیرون (*Agropyron*)، گزینه مطلوبی برای احیاء مراتع و تولید علوفه است. با توجه به مقاوم بودن این گونه به خشکی، سرما و تحمل بودن نسبت به شوری و قرابت بالای آن با غلاتی مانند گندم، جو و چاودار از این گیاه می‌توان علاوه بر بهره برداری مستقیم به‌عنوان مخزن ژنی برای انتقال ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر-زیستی استفاده کرد (Asghari et al., 2011). سازگاری این گیاه بسیار بالا بوده و قادر به رشد در آب و هوای مختلف می‌باشد. برای احیاء مراتع و افزایش تولید علوفه کشور با استفاده از این گیاه نیاز به حفظ ذخایر ژنتیکی آن و به‌کل بردن صحیح این منبع ژنتیکی است. وجود تنوع زیاد درون و بین‌گونه‌ای در این گیاه، قدرت انتخاب برای بهبود صفات مورد نظر را بالا برده و اصلاح‌گران می‌توانند بهبود و اصلاح این گیاه را با موفقیت بیشتری پیش ببرند (Rafezi et al., 2010; Arghavani et al., 2008). جنس آگروپیرون جزء مهمترین گندمیان مرتعی می‌باشد، گندمیان در نواحی خشک و سواحل شنی و ماسه‌ای از لحاظ ژن‌های علوفه حفاظت و کنترل فرسایش خاک نیز دارای اهمیت هستند. این گیاهان با داشتن سیستم ریشه‌ای افشان و انبوه باعث بهبود ساختمان خاک می‌شوند (Karimzadeh et al., 2012).

درک تنوع ژنتیکی برخی گونه‌ها، نه تنها در یافتن پاسخ صحیح به پرسش‌ها در مورد فرایندهای تکامل و بهبود راهبرهای حفاظت منابع طبیعی مفید است بلکه پیش‌نیازی بر استفاده از منابع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح نباتات می‌باشد (Che & Li., 2007). ارزیابی الگوهای تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های گیاهی کمک مهمی به بسیاری از مطالعات زیست‌شناسی تکاملی، حفاظت ژنتیکی، اصلاح نباتات و اکولوژی کرده است. لبررسی تنوع ژنتیکی جنس آگروپیرون می‌تواند از آن در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی و تلاقی برای تولید بذر واریته‌های هیبرید و ترکیبی استفاده کرد (Asghari et al., 2011). به‌طوری‌که زیربنای هر برنامه به‌نژادی گیاهی توسط بررسی پارامترهای ژنتیکی پی‌ریزی می‌شود. وجود تنوع

ژنتیکی در گیاهان برای تولید ارقام جدید و سازگاری در برابر تغییرات محیطی کاربرد دارد. شناخت تنوع ژنتیکی گیاهان مهمترین شرط کاربرد و اصلاح‌ذخائر گیاهی می‌باشد (Salehi et al., 2014). یکی از شاخص‌های مهم برای انتخاب والدین در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی میزان تنوع ژنتیکی است. فاصله ژنتیکی بر اساس ترکیب ژنتیکی جمعیت‌های بیولوژیکی می‌تواند به‌وسیله فراوانی ژنوتیپ‌های مختلف و یا فراوانی آلل‌های مختلف در مکان ژنی مورد نظر ارائه شود (Farshadfar & Farshadfar, 2004). نتایج مطالعات انجام شده در دو گونه *B.persicus* و *B.tomentellus* نشان داد که ضریب همبستگی بین عملکرد علوفه و بذر مثبت، معنی‌دار و رابطه این دو صفت با صفات تاریخ ظهور خوشه، ارتفاع بوته، تعداد ساقه و تعداد دانه در خوشه مثبت و با وزن هزار دانه منفی و معنی‌دار بود. از سوی دیگر جمعیت‌های دو گونه با تجزیه خوشه‌ای به‌روش Ward به‌طور کامل از یکدیگر متمایز شدند و نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز گروه‌بندی به‌روش خوشه‌ای را تأیید کرد (Biranvand et al., 2011). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته و تعداد ساقه در چرم چن‌دساله *Lolium perenne* گزارش گردید و مشخص شد که این دو صفت در بیشتر موارد با عملکرد بوته نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند (Jafari et al., 2003). در بررسی تنوع ژنتیکی و آنالیز کاربوتیبی برخی گونه‌های آگروپیرون سطوح پلوئیدی دیپلوئید، تتراپلوئید، هگزاپلوئید و اکتاپلوئید مشاهده شد (Farshadfar, 2012; Javadi and Hesamzaeh-Hejazi, 2014). همچنین بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفات طول برگ، پرچم، طول سنبله و ارتفاع گیاه و از صفات شیمیایی درصد خاکستر، مواد آلی و درصد پروتئین خام بیشترین تغییرات را توجیه کردند (Farshadfar, 2012). در بررسی کاربوتیبی ۱۶ جمعیت آگروپیرون متعلق به ۵ گونه مشخص شد که گونه *A.pectiniforme* با ۲۸ کروموزوم تتراپلوئید است (Javadi and Hesamzaeh-Hejazi, 2014). تنوع ژنتیکی درون گونه-ای *Agropyron desertorum* و دو واریته از *A.cristatum* و *subsp. Pectinatum var. Imbericatum*

دیسک زنی انجام گردید و کرت های آزمایشی احداث شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در این ایستگاه انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ۴ خط ۲ متری به فواصل ۲۵ سانتی متر از یکدیگر بود. فاصله بین کرت ها ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بلوک ها یک متر بود. علف های هرز در مرحله ۲ تا ۳ برگی به طور دستی وجین شده و عمل وجین کردن حدود ۳ تا ۴ بار انجام شد. در مرحله عملیات داشت به طور مرتب عملیات آبیاری انجام شد. زمانی که جمعیت ها به مرحله برداشت رسیدند، با در نظر گرفتن دو خط از طرفین و ۲۰ سانتی متر از ابتدا و انتها به عنوان حاشیه دو خط میانی به منظور محاسبه عملکرد برداشت شد. در این پژوهش در سال اول (سال استقرار) به علت نایکخواختی بوته ها یادداشت برداری به عمل نیامد. در سال دوم صفات مختلف شامل تاریخ ظهور سنبله، ارتفاع بوته (cm)، تعداد ساقه در بوته، طول سنبله (cm)، عملکرد علوفه خشک (g)، عملکرد بذر (g) و وزن هزاردانه (g) با استفاده از انتخاب ۵ بوته تصادفی از هر کرت یادداشت برداری شد. داده های مربوط به هر یک از صفات تجزیه واریانس شد. دسته بندی میانگین ها به روش دانکن انجام شد و ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات محاسبه شد. به منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، کاهش حجم داده ها و تفسیر بهتر روابط از تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) استفاده شد و دیاگرام پراکنش ژنوتیپ ها بر روی دو مؤلفه اصلی رسم شد. به منظور گروه بندی جمعیت های مورد بررسی، تجزیه خوشه ای به روش Ward و مقیاس فاصله اقلیدسی با استفاده از متغیرهای استاندارد شده انجام شد. پس از برش دندروگرام صحت گروه بندی به دست آمده از تجزیه خوشه ای از طریق فاصله ماهالانوبیس^۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای بررسی همبستگی فاصله های جغرافیایی با صفات از ضریب همبستگی منتل (Mantel, 1967) استفاده شد. برای محاسبات آماری از نرم افزارهای Excel، SAS9.1 و Minitab16 استفاده شد.

pectinatum sub sp. *pectinatum* var. مورفولوژیکی و الگوی پروتئین بذر مطالعه شد نتایج با استفاده از هر دو نشانگر نشان داد که تنوع ژنتیکی واریته var. *pectinatum* نسبت به واریته var. *imbricatum* به گونه A. *desertorum* نزدیکتر بوده که این نتایج نشان می دهد که بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین گونه های آگروپیرون با استفاده از صفات زراعی و الگوی پروتئین کل اطلاعات مهمی برای جمع آوری، محافظت و طرح ریزی برای برنامه های به نژادی گیاهی آینده فراهم می کند (Salehi Shanjani et al., 2015). با توجه به اهمیت گونه *A. pectiniforme* در ترکیب گونه های مرتعی و تولید علوفه و حفاظت از فرسایش خاک تاکنون ارزیابی تولید علوفه در این گونه در ایران گزارش نشده است. هدف از این مطالعه بررسی تنوع ژنتیکی ۱۶ جمعیت مختلف گیاه *A. pectiniforme* با استفاده از عملکرد و صفات مورفولوژیکی بوده که می توان از نتایج به دست آمده در ثبت مشخصات ذخائر ژنتیکی و بهره برداری از آن در برنامه های به نژادی گیاهی بهره مند شد.

مواد و روش ها

آزمایش مزرعه ای در مجتمع تحقیقاتی منطقه البرز (مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور) واقع در کرج دارای طول جغرافیایی ۵۱/۳۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵/۴۲ درجه شمالی با ارتفاع ۱۲۹۱ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۴ انجام شد. میانگین بارندگی سالیانه بلندمدت ایستگاه ۲۴۸ میلی متر و متوسط دما ۱۶/۲ درجه سانتی گراد با حداکثر مطلق ۴۴ و حداقل مطلق ۸- درجه سانتی گراد می باشد. خاک ایستگاه دارای بافت لومی یا اسیدپته ۵/۷-۵/۸ است. پرباران ترین ماه اسفند و متوسط رطوبت نسبی سالیانه ۴۰-۵۰ درصد که اقلیم ایستگاه تحقیقاتی نیمه خشک می باشد. در این تحقیق ۱۶ جمعیت از گونه *A. pectiniforme* موجود در ژرم پلاسما بانک ژن منابع طبیعی انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. کد بانک ژن و منشأ جمعیت ها در جدول ۱ ارائه شده است. در پاییز سال ۱۳۸۳ عملیات آماده سازی و در فروردین ماه سال ۱۳۸۴ با

1 Mahalanobis Distance

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین جمعیت‌ها از نظر تمام صفات اندازه گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود داشت که نشان دهنده تنوع ژنتیکی بسیار بالا در بین جمعیت‌های مورد مطالعه و ناشی از ماهیت دگرگشتی این گیاه می باشد. با مقایسه میانگین جمعیت‌ها به روش آزمون دانکن نتایج مشخص کرد که دیررس‌ترین و زودرس‌ترین جمعیت‌ها به ترتیب پلور ۵۵۰ و مشکین شهر ۱۲۵۱ با متوسط ۴۵ و ۲۴ روز تا ظهور سنبله بودند (جدول ۱). از نظر تعداد ساقه، جمعیت زنجان ۴۸۷ و علمده ۴۰۴۱ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد ساقه را در بوته داشتند (جدول ۱). جمعیت زنجان ۴۸۷ از نظر ارتفاع بوته، عملکرد علوفه و عملکرد بذر دارای بیشترین میانگین و جمعیت شه میرزاد ۴۰۵۲ دارای کمترین میانگین برای صفات عملکرد علوفه، ارتفاع بوته و میزان طول سنبله بود. جمعیت‌های بانک ژن ۱۵۶۹ دارای کمترین عملکرد بذر و جمعیت مشکین شهر ۱۲۵۱ و پلور ۵۳۶ با میانگین ۳/۲۳ و ۲/۴۵ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۱).

ضرایب همبستگی بین عملکرد علوفه با صفات ارتفاع بوته و طول سنبله مثبت و معنی دار بود. صفت عملکرد علوفه و دانه با ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی داری داشتند. ضرایب همبستگی بین ارتفاع بوته، تعداد ساقه و طول سنبله و ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه با صفات تعداد ساقه در بوته و ارتفاع بوته مثبت و معنی دار بود (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل مقادیر بردارهای ویژه، درصد واریانس توجیه شده و ضرایب بردارهای ویژه برای مؤلفه‌های اول و دوم در جدول ۳ ارائه شده است. مجموع مقادیر ویژه مؤلفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۴۵ و ۲۱ درصد، در مجموع ۶۶ درصد از کل واریانس را توجیه کردند. مقادیر نسبی ضرایب بردارهای ویژه در مؤلفه‌های اول نشان داد که صفات تعداد ساقه در

بوته، ارتفاع بوته، عملکرد علوفه، عملکرد دانه در بوته با ضرایب مثبت دارای بیشترین ضرایب بردارهای ویژه بودند و بالاترین ضرایب بردارهای ویژه مؤلف دوم مربوط به صفات طول سنبله و تاریخ ظهور سنبله با ضریب منفی و وزن هزار دانه با ضریب مثبت بود. بنابراین طبق نتایج فوق مؤلف اول بنام مؤلف عملکرد و مؤلف دوم مؤلف وزن هزار دانه نامگذاری شد. نمودار پراکنندگی حاصل از تجزیه به مؤلف‌های اصلی بر اساس دو مؤلف اصلی اول، گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای را تأیید کرد و توانست جمعیت‌های داخل هر گونه را مانند تجزیه خوشه‌ای از هم تفکیک نماید. ترسیم چنین شکلی بر روی محور مختصات در گروه بندی جمعیت‌ها کمک خواهد کرد (شکل ۲). گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس فاصله ژنتیکی، وقتی در یک برنامه اصلاحی مؤثر است که به‌طور همزمان چندین صفت مورد بررسی قرار گیرند. به همین دلیل به‌منظور تعیین الگوی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی جمعیت‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی بین آنها تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد. در تجزیه خوشه‌ای از هر ۷ صفت بر روی ۱۶ جمعیت استفاده شد. در جدول ۴ تعداد خوشه‌ها و جمعیت‌های متعلق به آنها درج شده است. با برش دند روگرام جمعیت‌ها در سه گروه قرار گرفتند (شکل ۱). پس از برش دندروگرام صحت گروه‌بندی به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای از طریق فاصله ماهالانویس (تجزیه تابع تشخیص) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین فاصله ماهالانویس با ۷۶/۵ بین خوشه‌های ۲ و ۳ به‌دست آمد که در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. با توجه به اینکه این خوشه‌ها در منتهی‌الیه سمت راست و چپ نمودار پراکنش جمعیت‌ها (بر اساس تجزیه به مؤلف‌ها) قرار دارند این نتیجه مورد انتظار است (جدول ۵ و شکل ۲). برای بررسی همبستگی فاصله‌های جغرافیایی با صفات از ضریب همبستگی منتل (Mantel, 1967) استفاده شد (شکل ۳). مقدار ضریب همبستگی منتل کم و ناچیز بود که نشان‌دهنده عدم وجود ارتباط بین تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها با توزیع جغرافیایی آنهاست.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ۱۶ ژنوتیپ *A.pectineforme*

متشأ و کد جمعیت	وزن هزار دانه	طول سنبله	عملکرد دانه در بوته	عملکرد علوفه در بوته	ارتفاع بوته	تعداد ساقه در بوته	تاریخ ظهور سنبله
62بانک ژن	۲/۵۴ ^{ef}	۴/۹۰ ^d	۲۵/۸۱ ^{bcd}	۷۵/۶۷ ^e	۶۳/۰۷ ^{cd}	۳۹/۸۷ ^{cd}	۳۴/۶۶ ^{def}
487نجان	۲/۷۷ ^{cde}	۵/۰۶ ^{cd}	۳۳/۵۰ ^a	۱۱۹/۷۶ ^a	۸۱/۹ ^a	۵۲/۷۸ ^a	۳۲/۵۷ ^f
536پلور ۱	۲/۴۵ ^f	۳/۲۲ ^{fg}	۲۰/۶۱ ^{de}	۷۸/۰۹ ^{de}	۶۴/۱۳ ^{cd}	۳۷/۴۹ ^{cdef}	۴۰/۹۳ ^b
550پلور ۲	۲/۵۹ ^{def}	۶/۷۴ ^a	۱۵/۲۳ ^{ef}	۸۳/۹ ^{cd}	۷۵/۱۶ ^{ab}	۴۷/۳۴ ^{ab}	۴۵/۶۳ ^a
707تبریز	۳/۱۶ ^{ab}	۳/۵۹ ^{ef}	۳۱/۶۳ ^{ab}	۹۹/۲۶ ^b	۸۱/۱۱ ^a	۴۶/۵۴ ^{abc}	۴۰/۰۰ ^b
1251مشکین شهر	۳/۲۳ ^a	۳/۱۳ ^{gh}	۶/۳۳ ^{gh}	۷۳/۵۴ ^e	۵۴/۸۸ ^{def}	۳۰/۷۳ ^{efg}	۲۴/۲۰ ^g
1356ارومیه	۲/۵۸ ^{def}	۳/۹۵ ^e	۹/۹۱ ^{fgh}	۱۰۱/۰۳ ^b	۴۷/۶۹ ^{ef}	۲۲/۷۲ ^{gh}	۳۲/۵۳ ^f
1569بانک ژن ۱	۲/۵۸ ^{def}	۴/۰۷ ^e	۴/۰۰ ^h	۷۱/۸۷ ^e	۴۹/۵ ^{ef}	۲۲/۲۲ ^{gh}	۳۷/۵۳ ^{cd}
1712گرگان	۲/۹۵ ^{bc}	۴/۷۶ ^d	۱۲/۳۱ ^{fg}	۶۸/۵۰ ^{ef}	۵۵/۱۹ ^{def}	۳۴/۲۷ ^{def}	۳۸/۶۷ ^{cd}
4041علمده	۲/۶۲ ^{def}	۲/۷۷ ^h	۴/۳۶ ^h	۵۴/۴۳ ^{fg}	۵۶/۹۶ ^{cde}	۱۸/۲۴ ^h	۳۷/۶۹ ^{cd}
4052شهمیرزاد	۲/۹۷ ^{bc}	۲/۷۲ ^h	۲۸/۹۶ ^{ab}	۴۵/۷ ^g	۴۵/۶۱ ^f	۲۹/۴۶ ^{fg}	۳۸/۹۴ ^{bcd}
7565گرگان	۲/۷۵ ^{cde}	۵/۳۹ ^{bc}	۲۶/۹۷ ^{bc}	۹۶/۹ ^{bc}	۷۵/۶۷ ^{ab}	۳۳/۲۳ ^{def}	۳۲/۵۲ ^f
7769جیرفت	۳/۱۰ ^{ab}	۴/۷۸ ^d	۲۰/۷۵ ^{cde}	۷۴/۰۲ ^e	۶۷/۳۰ ^{bc}	۳۱/۸۳ ^{efg}	۳۴/۸۷ ^{cdef}
7794یافت	۲/۵۸ ^{def}	۴/۹۲ ^d	۲۱/۲۹ ^{cde}	۹۵/۳ ^{bcd}	۶۴/۵۶ ^{cd}	۳۶/۷۰ ^{def}	۳۷/۶۸ ^{cdef}
8683بروجرد	۲/۸۴ ^{cd}	۵/۷۳ ^b	۱۰/۶۶ ^{fg}	۸۰/۶۴ ^{cde}	۵۴/۰۷ ^{def}	۳۴/۸۵ ^{def}	۳۹/۰۵ ^b
8754لردگان	۲/۶۱ ^{def}	۵/۶۴ ^b	۲۰/۸۵ ^{cde}	۸۰/۱۶ ^{cde}	۶۲/۴۵ ^{cd}	۴۲/۹۱ ^{bcd}	۳۴/۳۸ ^{ef}

میانگین ژنوتیپها با حروف مشابه تفاوتی بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن باهم ندارند.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ۱۶ جمعیت *A.pectineforme*

نام صفات	تاریخ ظهور سنبله	تعداد ساقه در بوته	ارتفاع بوته	عملکرد علوفه	عملکرد دانه در بوته	طول سنبله
تعداد ساقه در بوته	۰/۲ ^{ns}					
ارتفاع بوته	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۷۷ ^{**}				
عملکرد علوفه	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۵۶ [*]	۰/۶۵ ^{**}			
عملکرد دانه در بوته	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۶۹ ^{**}	۰/۶۳ ^{**}	۰/۴		
طول سنبله	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۵۵ [*]	۰/۴۷ [*]	۰/۴۷ [*]	۰/۱۵ ^{ns}	
وزن هزاردانه	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۳- مقادیر ویژه درصد واریانس و ضرایب بردارهای ویژه در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۱۶ جمعیت *A.pectineforme*

نام صفات	مؤلف ۱	مؤلف ۲
تعداد ساقه در بوته	۰/۵۲	۰/۰۲
ارتفاع بوته	۰/۵	۰/۰۸
عملکرد علوفه	۰/۴۲	۰/۰۹
عملکرد دانه در بوته	۰/۴۱	۰/۲۲
تاریخ ظهور سنبله	۰/۰۹	۰/۶۱
طول سنبله	۰/۳۳	۰/۳۹
وزن هزاردانه	۰	۰/۶۷
مقادیر ویژه	۳/۱۸	۱/۴۷
درصد واریانس نسبی	۰/۴۵	۰/۲۱
درصد واریانس تجمعی	۰/۴۵	۰/۶۶

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده است دارای ارزش بیشتری در مؤلفه‌های اصلی هستند.

جدول ۴- تعداد جمعیت در خوشه و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ۳ خوشه

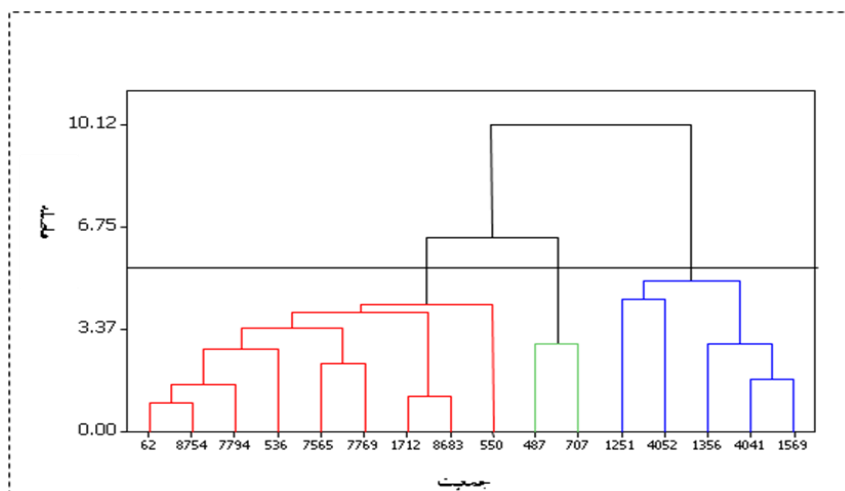
شماره خوشه	تعداد جمعیت در خوشه	وزن هزار دانه	طول سنبله	عملکرد دانه در بوته	عملکرد علوفه	ارتفاع بوته	تعداد ساقه در بوته	تاریخ ظهور سنبله
خوشه ۱	۹	۲/۷ ^a	۵/۱ ^a	۱۹/۴ ^{ab}	۸۱/۵ ^{ab}	۶۴/۶ ^b	۳۷/۶ ^b	۳۷/۶ ^a
خوشه ۲	۲	۳/۰ ^a	۴/۳ ^{ab}	۳۲/۶ ^a	۱۰۹/۵ ^a	۸۱/۵ ^a	۴۹/۷ ^a	۳۶/۳ ^a
خوشه ۳	۵	۲/۸ ^a	۳/۳ ^b	۱۰/۷ ^b	۶۹/۳ ^b	۵۰/۹ ^c	۲۴/۷ ^c	۳۴/۲ ^a

میانگین خوشه‌ها با حروف مشابه تفاوتی بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن باهم ندارند.

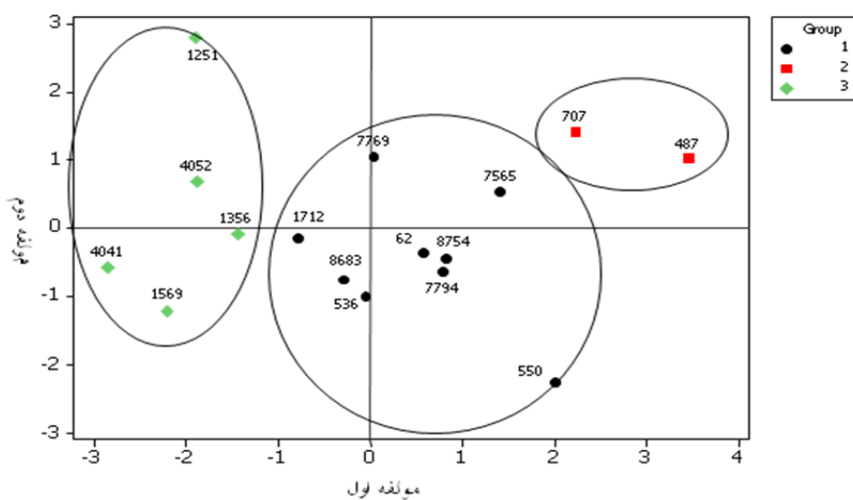
جدول ۵- فاصله ماهالانوبیس بین گروه‌ها

شماره خوشه	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳
خوشه ۱	۰		
خوشه ۲	۳۷/۰۲*	۰	
خوشه ۳	۱۳/۹۸*	۷۶/۵۱**	۰

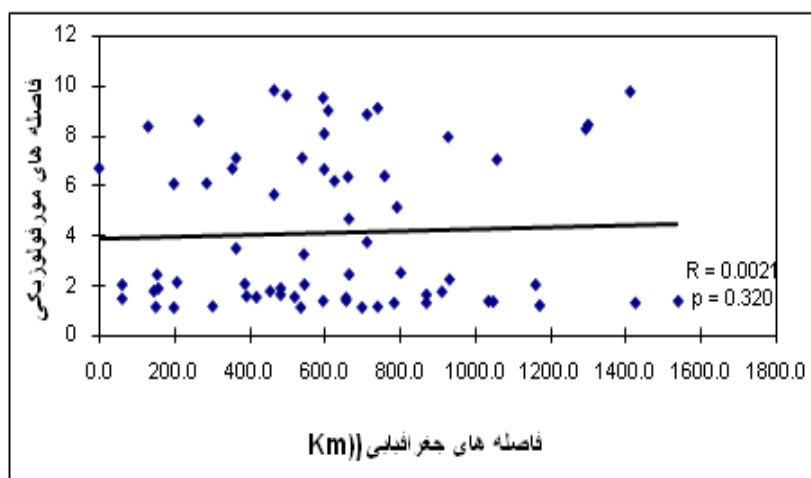
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد بر روی ۱۶ جمعیت *A.pectiniforme* برای کلیه صفات مورد مطالعه



شکل ۲- دیاگرام پراکنش ۱۶ جمعیت *A.pectiniforme* بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای



شکل ۳- ضریب همبستگی منتل بین ماتریس‌های فاصله ژنتیکی صفات مورفولوژیکی و فاصله جغرافیایی

بحث

اختلاف معنی داری بین صفات اندازه گیری شده نشان - دهنده تنوع ژنتیکی بسیار بالا در بین جمعیت های مورد مطالعه و ناشی از ماهیت دگرگشتی این گیاه می باشد. این تنوع بالا برای گزینش از لحاظ صفات مورد مطالعه می تواند مفید باشد. باید یادآور شد که در اصلاح علوفه های مرتعی تولید ارقام زودرس برای چرای بهاره و ارقام دیر رس برای مناطقی که بارندگی تابستانه دارند از اهمیت زیادی برخوردار است (Jafari, 2001). جمعیت زنجان ۴۸۷ و جمعیت علمده ۴۰۴۱ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد ساقه در بوته را داشتند که نشان دهنده تنوع زیادی میان جمعیت های مورد مطالعه برای این صفت می باشد. نتایج مشابه توسط Mohammadi و همکاران (2006) در گونه *A. elongatum* گزارش شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. با توجه به همبستگی مثبت میان تعداد ساقه و عملکرد علوفه، اگر هدف اصلاح گر فقط افزایش عملکرد علوفه باشد می توان از ژنوتیپ های پرساقه استفاده کرد. همچنین Jafari و همکاران (2007) برای تنوع عملکرد علوفه در جمعیت های مختلف گونه *A. desertorum* اختلاف معنی داری گزارش کردند ($P < 0.01$). آنان نتیجه گرفتند جمعیت هایی که دارای عملکرد بذر بالایی بودند از لحاظ عملکرد علوفه نیز دارای تولید مطلوبی بودند، بنابراین انتخاب این جمعیت ها بسیار مطلوب و از لحاظ دو صفت نیز قابل توصیه خواهند بود. در تحقیقات انجام شده توسط Seyed Mohammadi و همکاران (2011) و Taghizade و همکاران (2011) اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد برای وزن هزار دانه در گونه *A. desertorum* گزارش کردند که تأییدکننده نتایج این تحقیق می باشد. با توجه به میزان و نوع همبستگی و مطلوب بودن یا نبودن هر دو صفت یا یکی از آنها، می توان نسبت به تعیین روش اصلاحی قابل قبول برای انتخاب با حذف ژن های کنترل کننده در این صفات تصمیم مناسبی اتخاذ کرد. از این رو بالا بودن ضرایب همبستگی بین دو صفت احتمال قرار گرفتن ژن های کنترل کننده این دو صفت روی یک کروموزوم وجود دارد (Jafari, 2001). با توجه به

مثبت و معنی دار بودن همبستگی بین عملکرد علوفه با صفات ارتفاع بوته و طول سنبله، با گزینش بوته های دارای ارتفاع بیشتر با سنبله طویل تر می توان به ارقام پرمحصول دست یافت. این نتایج توسط Mohammadi و همکاران (2006) در گونه *A. elongatum* و همکاران (2007) در گیاه *A. desertorum* Asghari و همکاران (2011) در گونه *A. trichophorum* Setavarz (2005) در گونه فستوکای بلند و Rahmani و همکاران (2007) در چاودار کوهی تأیید شد. غیرمعنی دار بودن همبستگی صفت عملکرد علوفه با صفاتی مانند عملکرد دانه در بوته، وزن هزار دانه و تاریخ ظهور سنبله نشان دهنده این است که درشتی یا ریزی بذرها و دیررسی یا زودرسی تأثیری بر افزایش عملکرد علوفه نخواهد داشت. این نتایج توسط Lamb و همکاران (1984) در مطالعه *A. desertorum* تأیید اما توسط نتایج Wikins (1985) و Jafari و همکاران (2001) در گیاه چچم دائمی، Vogel و همکاران (1986) در *A. intermedium* رد شده است. ارتفاع در گیاهان مرتعی با توجه به رقابت آنها در یک جامعه گیاهی یک مزیت مهم محسوب می شود. مطالعات Jafari و همکاران (2007) روی گونه *A. desertorum* Griffiths و همکاران (1980) در گیاه فستوکای پابلند، Hacker و Couny (1997) در *Setaria sphacelta* و Jafari و همکاران (2003) در علف باغ تنوع معنی داری از لحاظ ارتفاع بوته گزارش کردند و نتیجه گرفتند که گزینش ارقام پابلند موجب افزایش عملکرد بذر خواهد شد. با وجود این بین عملکرد دانه و صفات طول سنبله و وزن هزار دانه رابطه معنی داری مشاهده نشد. با توجه به تیپ وحشی گونه *Agropyron pectiniforme* دلیل عدم رابطه بین عملکرد دانه و صفات طول سنبله ممکن است تفاوت در ریزش و یا عدم ریزش بذر در جمعیت ها باشد که باعث خطای اندازه گیری می شود. مشابه این تحقیق همبستگی ضعیفی بین عملکرد بذر و طول خوشه توسط Hacker و Couny (1997) در گونه *Setaria sphacelta* گزارش شده است. در آزمایش دیگری Griffiths و همکاران (1980) در فستوکای پابلند عدم وجود رابطه را

منابع مورد استفاده

- Arghavani, A., Asghari, A., Sholrpour, M. and Mohammaddost Chamanabad, H.R., 2010. Genetic diversity in ecotypes of two *Agropyron* species using RAPD markers. *Research Journal of Environmental Sciences*, 4 (1): 50-56.
- Asghari, A., Jafari, A.A., Sholrpour, M., Mohammaddoust Chamanabad, H.R., 2011. Genetic variation between and within populations of *Agropyron gaertn* using RAPD markers. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 18 (2): 143-153. (In Persian)
- Biranvand, K., Jafari, A.A., Rahamani, E. and Chamani, M., 2011. Genetic variability of yield and morphological traits in several populations of two *Bromus* species (*B. tomentellus* and *B.persicus*). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 18 (2): 280-293. (In Persian)
- Che, Y.H. and Li, L.H., 2007. Genetic diversity of prolamines in *Agropyron mongolicum* Keng indigenous to northern China. *Genet Resource Crop Evol.*, 54: 1145- 1151.
- Farshadfar, M. and Farshadfar, E., 2004. Genetic variation among different *Agropyron* species based on morphological and chemical indices. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8 (2): 243-251. (In Persian)
- Farshadfar, M., 2012. Genetic variability and karyotype analysis of some *Agropyron* species. *Annals of Biological Research*, 3 (3): 1515-1523.
- Griffiths, D.J., Lewis, H. and Bean, E.W., 1980. Problems of Breeding for Seed Production in Grass in Seed Production. Ed. P.D. Hebble Thwaite, Butterworth- Heinemann Ltd., UK, pp. 37-49.
- Hacker, J.B and Couny, T.L., 1997. Genetic variation in seed production and its components in four cultivars of the pasture Grass *Setaria sphace* late, *Euphytica*, 93: 271- 282.
- Jackson, J. E., 1991. *Auser's Guide to Principal Components*. Wiley, New York
- Jafari, A.A., 2001. Determination of genetic distance among 29 genotypes of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) using cluster analysis of yield and morphological traits. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 6: 79-101. (In Persian)
- Jafari, A.A., 2005. Investigatio of variation and determination of genetic distance among 20 genotypes of annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) using multivariate statistical methods. *Pajouhesh & Sazandegi*, 64: 78-83. (In Persian)
- Jafari, A.A., Bashirzadeh, A. and Heydari Sharifabad,

بین عملکرد بذر و وزن هزار دانه نشان دادند.

تجزیه به مؤلفه های اصلی را معمولاً قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام داده تا اهمیت نسبی متغیرهایی که در گروه بندی ژنوتیپ ها در تجزیه خوشه‌ای نقش دارند مشخص گردد (Jackson, 1991). بنابراین از طریق مؤلفه‌های اصلی می‌توان به انتخاب ژنوتیپ ها برای چند صفت مطلوب یا حذف برای چند صفت نامطلوب اقدام کرد. طبق نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه اول را مؤلفه عملکرد و مؤلفه دوم مؤلفه وزن هزار دانه نامگذاری شد. نتایج تجزیه خوشه ای بین جمعیت‌ها و تجزیه خوشه ای بین مناطق جغرافیایی از نظر پراکنش جغرافیایی کمک کرده که در این مطالعه مشاهده شد که جمعیت های جمع‌آوری شده از مناطق جغرافیایی مختلف در خوشه‌های م شابه قرار می‌گیرند و بعکس نشان‌دهنده عدم وجود ارتباط بین تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها با پخش جغرافیایی آنهاست که این نتیجه در چچم یکساله (*Lolium multiflorum*) توسط Jafari (2005) تأیید شد.

نتیجه گیری کلی

نتایج گروه بندی جمعیت‌ها بر اساس تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و فاصله ماهالانویس بین خوشه‌ها نشان داد که بیشترین فاصله ژنتیکی بین خوشه‌های ۲ و ۳ به دست آمد. بنابراین برای رسیدن به حداکثر هتروزیس و در جهت اصلاح جمعیت های این گونه می‌توان از جمعیت های این دو خوشه به‌عنوان والدین هیبرید در تولید واریته‌های ترکیبی استفاده کرد، همچنین با توجه به بالا بودن عملکرد بذر و علوفه در جمعیت زنجان ۴۸۷، توصیه می‌شود تا از این جمعیت برای ادامه تحقیقات و تکثیر بذر برای بهبود و احیاء مراتع استفاده شود. به‌طور کلی نتیجه‌گیری شد که صفات مورفولوژیکی حاوی اطلاعات مهمی برای حفاظت و بهره‌برداری از ذخایر ژنتیکی می‌باشند و از طریق آنها می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی در آینده استفاده کرد.

- and Genetic Research, 16 (2):247-253. (In Persian)
- Rahmani, E., Jafari, A.A. and Hedaiati, P., 2007. Seed and hay production in 10 ecotypes of mountain Rye (*Secale montanum*) in cold-temperate territory of northern Lorestan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 13 (3): 172-185 (In Persian)
 - Salehi Shanjani, P., Jafari, A.A. and Jahanbaz, R., 2015. Investigation of genetic variation among crested wheatgrass species base of agronomical traits and total leaf protein. Journal of Rangeland Science, 5 (3): 165-180.
 - Salehi Shanjani, P., Jafari, A.A., Calagari, M. and Mohamad Esmaeeli, M., 2014. Genetic diversity and geographic relationship among 18 *Agropyron desertorum* populations using total Proteins. Journal of Plant Research, 27 (2): 243-255. (In Persian)
 - Setavarz, H. 2005. Study of genetic variation for seed and yield components in parents and half-sib family of *Festuca arundinacea*. M.Sc. thesis. Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Borujerd Branch. (In Persian).
 - Seyed Mohammadi S. A., Jafari A.A., Seyed Mohammadi, N., Khayat, M. and Motaghi, M., 2011. Study of relationship between forage yield and morphological characteristics of *Agropyron desertorum* genotypes. Crop Physiology Journal, 2 (8): 71-81. (In Persian)
 - Taghizadeh, R., Jafari, A.A., Imani, A.A., Asghari, A. and Choukan, R., 2011. Investigation of genetic variability in iranian populations of desert wheatgrass (*Agropyron desertorum*) on morphological and RAPD markers. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 19 (1): 85-100. (In Persian)
 - Vogel, K.P., Reece, P.E. and Lamb, J.F.S., 1986. Genotype and genotype x environment interaction effects for forage yield and quality of intermediate wheat grass. Crop Science, 26: 653- 658.
 - Wilkins, P.W., 1985. Breeding for dry matter yield in perennial ryegrass by wide hybridization and recurrent selection proceeding of the 11th EUCARPIA Fodder crops selection Meeting. Savalo Sweden, PP. 25-30
 - H., 2003. Evaluation of seed yield and yield components in 29 cultivar and ecotype of *Dactylis glomerata*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 10: 91-129. (In Persian)
 - Jafari, A.A., Madah Arefi, H. and Abdi, N.A., 2001. Initial assessment for ploidy levels and maturity effects on productivity in 29 genotypes of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 5: 125-157. (In Persian)
 - Jafari, A.A., Seyed Mohammadi, A.R. and Abdi, N.A., 2007. Study of variation for seed yield and seed components in 31 genotypes of *Agropyron desertorum* through factor analysis. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15 (3): 211-221. (In Persian)
 - Javadi, H. and Hesamzadeh-Hejazi, S.M., 2014. Karyological studies on different populations of several species of *Agropyron* in natural resource gene bank. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 22 (1): 67-78. (In Persian)
 - Karimzadeh, J., Monirifar, H., Abdoli Ghazijahani, A. and Razban Haghighi, A., 2012. Grouping of *Agropyron tauri* populations based on morphological traits. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19(4): 693-702 (In persian)
 - Lamb, J.F.S., Vogel, K.P, and Reece, P.E., 1984. Genotypes and genotype x environment Interaction effects on forage yield and quality of crested wheatgrass, Crop Science, 24: 559-564.
 - Mantel, N., 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. Cancer Research. 27: 209-220.
 - Mohammadi, R., Khayam Nekouei, S.M., Mirlouhi, A.F. and Razmjou, Kh., 2006. Investigation of genetic variation in tall wheat grass (*Agropyron elongatum*) populations. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 14 (1): 15-24. (In Persian)
 - Rafezi, A., Farshadfar, M. and Farshadfar, E., 2008. Investigation of intre-species variation in *Agropyron elongation* L. using biochemical marker. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding

Variation of yield and morphological traits in several Iranian populations of *Agropyron pectiniforme*

A.A. Jafari^{1*}, M. Faraji, S. Nakhjavan and S. Afkar

1*- Corresponding author, Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran., E-mail: aajafari@rifr-ac.ir

2- M.Sc. Student, Islamic Azad University- Borujerd Branch, Borujerd, I. R. Iran

3- Asist. Prof., Islamic Azad University- Borujerd Branch, Borujerd, I. R. Iran

4- Asist. Prof., Payame Noor University- Lorestan Branch, Khorramabad, I. R. Iran

Received: 13.01.2017

Accepted: 15.04.2017

Abstract

Agropyron pectiniforme having moderate to high yield and quality traits is cultivated for pasture regeneration and forage production in rangelands of Iran. In order to study genetic variability in *Agropyron pectiniforme* based on morphological traits, 16 populations were examined in the field trial using a complete block design with three replications during 2004-2005 in Karaj, Iran. Data were collected on heading date, plant height, tiller number, spike length, forage yield, seed yield and thousand grain weights. Results showed significant differences between the populations for all of the recorded traits ($P \leq 0.01$). Populations Zangan-487, Tabriz-707 and Gorgan-7565 with averaged values of 96 to 119 g/plant and 25 to 33 g/plant had higher forage and seed production, respectively. Among them, Zangan-487 had early maturity date and Tabriz-707 had higher seed thousand grain weights. Phenotypic correlation between forage and seed yield was positively significant ($P < 0.01$). Both traits positively correlated to plant height, tiller number and spike length. The populations were classified into three groups based on cluster analysis. Cluster number 1 contained populations with late maturity and moderate yield. The populations in cluster 2 had higher forage and seed production and populations in cluster 3 were early maturity and low productivity. Distance between the clusters were assessed using principal components analysis (PCA) and Mahalanobis Distance. Result showed higher genetic distance between clusters 2 and 3. It was suggested to use populations located in the separate clusters for improving composite varieties. The population Zangan-487 having higher both forage and seed yield was introduced as promising population for future research. Result of mantel correlation test between population's geographical origin and matrix genetic distance of morphological traits was not significant. This finding indicated a lack of association between genetic variation and their geographic distribution. It was concluded that morphological traits provide important information for the genetic conservation and utilization of future breeding programs in *A. pectiniforme*.

Key words: *Agropyron pectiniforme*, Cluster analysis, Genetic variation, morphological traits