

تنوع درون جمعیتی بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) در رویشگاه‌های اسفند و بنستان در استان کرمان بر اساس برخی صفات مورفولوژیکی نهال‌های یکساله

اکبر مداحی‌نژادزرنندی^۱، آفاق تابنده‌ساروی^{۲*}، ساناز طراح‌یزدی^۳، بهمن کیانی^۴، غلامحسین مرادی^۴



چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تنوع بین ژنوتیپ‌های گونه *Amygdalus scoparia* و تأثیر درختان مادری بر رشد نهال در رویشگاهی از زرنده استان کرمان انجام شد. بدین منظور تعداد ۲۰ درخت به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد. سپس بذره‌های جدا شده از درختان مادری در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد بر اساس طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. پس از پایان فصل رویش سال اول، خصوصیات مورفولوژیکی نهال‌ها شامل ارتفاع، قطر یقه، تعداد برگ، طول برگ، حداکثر عرض برگ، تعداد شاخه و شکل برگ اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد که ژنوتیپ بر ویژگی‌های طول برگ، تعداد شاخه و شکل برگ تأثیر معنی‌داری داشت، به طوری که نهال‌های به دست آمده از ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۵ و ۲۰ از نظر ارتفاع به طور قابل توجهی در مقایسه با سایر نهال‌ها از میانگین کمتری برخوردار بودند. همچنین طول برگ نهال‌های به دست آمده از ژنوتیپ شماره ۱۵ و ۴ و حداکثر عرض برگ و تعداد شاخه در نهال‌های حاصل از ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۵ و شکل برگ نهال‌های حاصل از ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۵ به طور معنی‌داری بیشتر از سایر نهال‌ها بود. نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین ارتفاع نهال با تعداد شاخه و شکل برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. همچنین همبستگی صفت تعداد برگ با طول و عرض برگ، شکل برگ و تعداد شاخه معنی‌دار و منفی بود. صفت تعداد شاخه نیز با طول و عرض برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان داد که سه مؤلفه اول بیش از ۷۰ درصد از واریانس‌ها را تشکیل می‌دهند که در تشکیل این سه مؤلفه، طول برگ، تعداد برگ، حداکثر عرض برگ و شکل برگ نقش مهم‌تری داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که صفات برگ شامل تعداد، اندازه و شکل برگ‌ها بیشترین تأثیر را در ایجاد تنوع داشتند. نتایج تحقیق حاضر امکان انتخاب ژنوتیپ‌های مرغوب‌تر را برای افزایش بازده تولید و تکثیر فراهم می‌کند که می‌تواند توسط سازمان‌ها و نهادهای زیربسط جهت تولید نهال با هدف احیای عرصه‌های تخریب‌یافته و مهم‌تر از آن حفاظت از عرصه‌های موجود، مورد توجه و استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی:

بادامک، ژنوتیپ، واریانس، انتخاب، صفات ریختی.

مقاله پژوهشی

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی جنگل، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
madahi9954@gmail.com

۲. استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

tabandeh@yazd.ac.ir

* نویسنده مسئول

۳. دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
tarahsanaz@yazd.ac.ir

۴. دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

bnkiani@yazd.ac.ir

moradi@yazd.ac.ir

شناسه مقاله: ۲۵۱۰-۱۱۲۳

شماره صفحه پیاپی: ۹۱۸-۹۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۴

انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۸/۱۲

زمان پذیرش: ۲۳ روز

استناددهی:

مداحی‌نژادزرنندی، ا.، تابنده‌ساروی، ا.، طراح‌یزدی، س.، کیانی، ب.، و مرادی، غ. (۱۴۰۳). تنوع درون جمعیتی بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) در رویشگاه‌های اسفند و بنستان در استان کرمان بر اساس برخی صفات مورفولوژیکی نهال‌های یکساله. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، (۴) ۲۲-۱۵.

۱- مقدمه

بادام کوهی گیاهی از تیره گل‌سرخیان است. این گونه با نام‌های بادامک، بادام کوهی یا بادام اسکوپاریا شناخته می‌شود (ایرانمنش و جهانبازی گوجانی، ۱۳۸۵). این گیاه یک درختچه بدون خار تا ارتفاع ۶ متر است. شاخه‌های جوان بدون کرک، ساقه‌های سال گذشته سبز، برگ‌ها نیزه‌ای باریک و سطوح بالایی و پایینی برگ بدون کرک هستند. شاخه‌های آن نرم و صاف و قطر گل به ۲۵ میلی‌متر می‌رسد. میوه از نوع شفت و حدود ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر طول و ۰/۵ سانتی‌متر عرض دارد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۷). این گونه در برابر شرایط نامساعد محیطی مانند کم‌آبی و تغییرات شدید دمایی و انواع شرایط آب و هوایی مقاوم است. سرمای شدید را تحمل می‌کند و در خاک فقیر به‌خوبی رشد می‌کند و با شرایط شیب‌های تند و هموار نیز سازگار است (خواججه‌الدی، ۱۳۸۶). خاک رویشگاه‌های طبیعی بادام کوهی سبک و تقریباً کاملاً متعادل است. بادام کوهی خاک لومی و مرطوب را دوست دارد و شوری خاک را تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر تحمل می‌کند و در خاک قلیایی به‌خوبی رشد می‌کند (سعیدی‌گراغانی و طویلی، ۱۳۹۴). این گونه در مناطق کوهستانی و نیمه‌خشک کشور رشد می‌کند. روند رو به افزایش جنگل‌زدایی در منطقه پراکنش این گونه و تخریب شدید اکوسیستم جنگلی آن که در مطالعات اخیر به‌خوبی مستند شده است؛ نشان‌دهنده نیاز به رویکردی حساس و دقیق در مدیریت و ارائه راهکارهایی برای احیای مناطق تخریب‌شده این جنگل‌ها است (فتحی و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به نابودی ذخایر ژنتیکی بادام و اهمیت روزافزون حفظ ذخایر ژنتیکی آن در ایران، مطالعه و شناخت تنوع ژنتیکی بین و درون جمعیت‌های آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. علاوه بر اهمیت شناخت تنوع جهت حفاظت از گونه و پایداری آن، تعیین تنوع برای اجرای برنامه‌های اصلاح‌نژاد به‌ویژه روش‌های مبتنی بر انتخاب، نیز مهم و ضروری است. تنوع ژنتیکی در درون جمعیت‌ها و بین درختان مادری در هر رویشگاه می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد نهال‌ها داشته باشد. آگاهی از عملکرد و تنوع ژنوتیپ‌ها در درون جمعیت‌ها، یک استراتژی جهت شناسایی و انتخاب پایه‌هایی است که مطلوب‌ترین و سازگارترین ژنوتیپ‌ها تحت آن شرایط هستند و مطالعات مربوط به ارزیابی صفات مورفولوژیکی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی به تعریف بهترین استراتژی در برنامه‌های اصلاحی کمک کند (Senra et al., 2023). قبل از انجام برنامه‌های اصلاحی، تنوع موجود در یک گونه باید با دقت تعیین گردد (طیایی‌عقدایی و جعفری مفیدآبادی، ۱۳۷۹). اصلاح درختان جنگلی بر پایه استفاده از بهترین پایه‌ها در جنگل‌های طبیعی به‌عنوان نقطه شروع استوار است لذا در تمامی کشورها نسبت به انتخاب این درختان اقدام می‌شود. در این روش ابتدا بذر تعداد مناسبی از والدین جمع‌آوری می‌شود و سپس بذر حاصل از هر والد به‌طور جداگانه و در چند تکرار در نهالستان کاشته می‌شوند. در این آزمایش اصلاح‌گر با اندازه‌گیری صفات نهال‌های حاصل از هر درخت که در شرایط متفاوت با والد خود (گلخانه یا نهالستان) زندگی می‌کنند، روی کیفیت ژنتیکی آن‌ها قضاوت می‌کند. بنابراین کیفیت ژنتیکی والدین نسبت به روش انتخاب بدون آزمون با اطمینان بیشتری ارزیابی می‌شود (کیانی، ۱۳۸۳). بیشتر مطالعات تنوع ژنتیکی کمی در رویشگاه‌های طبیعی درختان جنگلی بر تجزیه و تحلیل خانواده‌ها مبتنی هستند. بذر حاصل از چند درخت از منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری می‌شود و سپس بذر این درختان به‌صورت جداگانه در یک یا تعداد بیشتری محیط کنترل‌شده یا گلخانه‌ای کشت می‌شوند. این مطالعات ممکن است در مرحله نهالی خاتمه یابند یا اینکه به نهال‌ها اجازه رشد بیشتری داده شود تا به درخت تبدیل شوند (White et al., 2007).

در نهایت با استفاده از روش‌های آماری به‌ویژه تجزیه و تحلیل واریانس، معنی‌داری اختلاف بین میانگین صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه بین نهال‌های حاصل از هر ژنوتیپ بررسی می‌شود تا به‌عنوان معیاری برای وجود تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر روش‌های تک متغیره مانند تجزیه واریانس، روش‌های چند متغیره نیز برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها معرفی شده‌اند از جمله متداول‌ترین روش‌های چندمتغیره می‌توان به تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی اشاره نمود. تجزیه خوشه‌ای، به‌عنوان یک روش آماری چندمتغیره، دسته‌بندی مشاهدات را به‌صورتی انجام می‌دهد که مشاهدات درون هر خوشه بیشترین شباهت و مشاهدات بین خوشه‌ها تا حد امکان متفاوت باشند. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز روشی برای خلاصه کردن داده‌هاست. مهم‌ترین کاربرد آن امکان تجسم ارتباط بین ژنوتیپ‌ها بر اساس مؤلفه‌های اصلی در یک نمودار دوبعدی است (Lever et al., 2017). با توجه به اینکه تاکنون اثر درخت مادری بر خصوصیات رویشی نهال‌های حاصل از بذر گونه بادام کوهی در رویشگاه‌های استان کرمان انجام نگرفته است؛ در این پژوهش، اثر ژنوتیپ (پایه مادری) بر صفات مورفولوژیک نهال‌ها در رویشگاه آن در شهرستان زرنند استان کرمان بررسی شد. ارزیابی این تفاوت‌ها به‌منظور تعیین تنوع درون جمعیتی این گونه در رویشگاه مورد مطالعه می‌تواند کمک کند تا استراتژی‌های بهینه‌سازی برای اصلاح، احیا و حفاظت از این گونه ارزشمند ارائه شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

برای انجام تحقیق حاضر بذرها از دو منطقه جنگلی مجاور هم از رویشگاه این گونه واقع در شهرستان زرنند استان کرمان جمع‌آوری شدند:

1. *Amygdalus scoparia*

2. Rosacea

3. Principal Component Analysis (PCA)

الف- منطقه اسفند: با مساحت ۴۰۱۷/۵ هکتار در ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان زرنند در استان کرمان واقع شده است. این منطقه بین طول جغرافیایی ۵۶ درجه ۲۰ دقیقه ۴ ثانیه تا ۵۶ درجه ۲۵ دقیقه ۵۵ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه ۴۰ دقیقه ۴۹ ثانیه تا ۳۰ درجه ۳۶ دقیقه ۷ ثانیه قرار گرفته است. تپ جنگلی منطقه بادام کوهی با مساحت ۵۱۰ هکتار می‌باشد و سه تپ گیاهی از جمله درمنه کوهی و درمنه دشتی و گون وجود دارد. میزان بارندگی سالانه در این منطقه ۸۰ میلی‌متر بوده و اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن خشک و بر اساس اقلیم‌نمای آمبرژه سرد و خشک می‌باشد. با توجه به آمار درصد رطوبت نسبی دوره ۱۰ ساله در ایستگاه زرنند مشخص گردید بیشترین درصد رطوبت نسبی مربوط به دی‌ماه و سپس بهمن‌ماه می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی سالانه ایستگاه زرنند برابر با ۳۹/۲۷۶ می‌باشد (پوینده، ۱۳۹۹).

ب- منطقه بنستان: در فاصله ۸ کیلومتری شمال شرقی شهرستان زرنند واقع شده است. مساحت منطقه ۲۴۷۹ هکتار می‌باشد. و این منطقه در طول جغرافیایی ۵۶ درجه ۳۹ دقیقه ۱۹ ثانیه تا ۵۶ درجه ۳۹ دقیقه ۲۷ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه ۵۱ دقیقه ۵۹ ثانیه تا ۳۰ درجه ۵۱ دقیقه ۴۳ ثانیه قرار گرفته است. اقلیم منطقه بنستان با میانگین بارندگی ۱۵۵/۶۳ میلی‌متر خشک می‌باشد. در این عرصه چند تپ جنگلی از جمله بنه و بادام کوهی و دو تپ گیاهی آنگوزه و درمنه کوهی وجود دارد (لشکری، ۱۴۰۰).

۲-۲- روش کار

ابتدا بذر از مناطق مورد مطالعه جمع‌آوری شد به طوری که در مجموع ۲۰ پایه به صورت تصادفی انتخاب و شماره‌گذاری شد و بذر هر پایه به صورت جداگانه جمع‌آوری شد. موقعیت جغرافیایی هر پایه ثبت و درختان علامت‌گذاری شدند. پس از آن بذرها به آزمایشگاه منتقل و پوست سبز روی بذر جدا شده و پس از ضدعفونی به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه آبنوشی شدند. سپس بذرها به مدت چهار ماه تحت تیمار سرمادهی مرطوب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس بذرها هر جمعیت به تفکیک درخت مادری بر اساس طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر تکرار ۵ گلدان و در هر گلدان یک نهال با ترکیب خاک به نسبت‌های ۱:۱:۱ ماسه، کود دامی و خاک نهالستان در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد کاشته شدند و مورد مراقبت و آبیاری قرار گرفتند. پس از پایان فصل رویش سال اول، صفات مورفولوژیک نهال‌ها شامل ارتفاع (سانتی‌متر) به وسیله خط‌کش، قطر یقه (میلی‌متر) به وسیله کولیس دیجیتالی، تعداد برگ، طول برگ (میلی‌متر) و حداکثر عرض برگ (میلی‌متر) به وسیله خط‌کش، تعداد شاخه و شکل برگ (نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ) اندازه‌گیری و ثبت شد.

۲-۳- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:

ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف اسمیرنوف بررسی شد. سپس برای بررسی تفاوت‌های موجود بین پایه‌های مادری (ژنوتیپ‌ها) و اثر آن بر صفات مورفولوژی نهال‌ها از تجزیه و تحلیل واریانس استفاده شد. از آنجا که در آنالیز اولیه تفاوت بین دو رویشگاه اسفند و بنستان معنی‌دار نبود لذا کل منطقه جمع‌آوری بذر یک رویشگاه قلمداد شد و همه ۲۰ ژنوتیپ مورد مطالعه با هم مقایسه شدند. برای گروه‌بندی میانگین‌های صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌ها یا همان درختان مادری نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. جهت بررسی رابطه بین خصوصیات مورفولوژی نونهال‌ها روش همبستگی پیرسون مورد استفاده قرار گرفت. جهت تعیین صفاتی که بیشترین سهم را در ایجاد تنوع داشتند از تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. در نهایت کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی توسط آنالیز خوشه‌ای خوشه‌بندی شدند. آنالیز خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SPSS و سایر تجزیه و تحلیل‌ها توسط نرم‌افزار SAS انجام شد.

۳- نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که ژنوتیپ بر صفات طول برگ، تعداد شاخه و شکل برگ اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). دسته‌بندی میانگین‌ها توسط آزمون دانکن نشان داد که نهال‌های حاصل از پایه‌های شماره ۲، ۵ و ۲۰ به طور معنی‌داری از ارتفاع کمتری نسبت به سایر نهال‌ها برخوردار بودند. همچنین طول برگ نهال‌های حاصل از پایه‌های شماره ۱۵ و ۴ و نیز حداکثر عرض برگ و تعداد شاخه به ترتیب در نهال‌های ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۵ و شکل برگ نهال‌های ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۵ به طور معنی‌دار بیشتر از سایر نهال‌ها بود (جدول ۲).

جدول (۱): میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ بر صفات مورفولوژی نهال‌های بادام کوهی

منابع تغییر	ژنوتیپ	بلوک	نهال (ژنوتیپ)	خطا	صفات
	۷۹/۳۳۰ ^{ns}	۱۳۹/۹۱۵ ^{ns}	۶۳/۰۴۳ ^{ns}	۵۱/۷۱۴	ارتفاع
	۰/۱۳۸ ^{ns}	۰/۳۲۳ ^{ns}	۰/۱۰۲ ^{ns}	۰/۱۹۶	قطر یقه
	۱۰۳/۴۱۰ ^{ns}	۱۰۵/۳۴۰ ^{ns}	۱۴۵/۵۹۹ ^{ns}	۱۷۷/۰۸۶	تعداد برگ
	۵۶/۸۰۹ ^{**}	۲۸۹/۲۲۳ ^{**}	۴۰/۷۹۲ [*]	۲۰/۸۰۸	طول برگ
	۰/۷۹۸ ^{ns}	۷/۶۶۴ ^{**}	۰/۷۵۸ ^{ns}	۱/۲۳۳	حداکثر عرض برگ
	۰/۳۷۲ [*]	۰/۲۰۵ ^{ns}	۰/۳۰۲ [*]	۰/۱۷۸	تعداد شاخه
	۳/۱۲۸ ^{**}	۰/۱۲۷ ^{ns}	۲/۵۲۵ ^{**}	۱/۱۲۳	شکل برگ
درجه آزادی (df)	۱۹	۲	۶۸	۲۹	

***، ** و ns به ترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۹۹ و ۹۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

جدول (۲): مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر صفات مورفولوژی نهال‌های بادام کوهی

شماره ژنوتیپ	ارتفاع (سانتی‌متر)	طول برگ (میلی‌متر)	حداکثر عرض برگ (میلی‌متر)	تعداد شاخه	شکل برگ
۱	۲۴/۹۷۸ ^a	۲۳/۳۶۹ ^{bcdef}	۴/۴۱۴ ^a	۰/۱۱۱ ^b	۵/۰۴۵ ^b
۲	۱۱/۹۶۷ ^{ab}	۱۷/۶۶۷ ^f	۳/۳۳۳ ^b	۰/۰۰۰ ^b	۵/۴۴۹ ^b
۳	۱۵/۸ ^{ab}	۲۲/۶۲۵ ^{bcdef}	۴/۷۲۹ ^{ab}	۰/۱۲۵ ^b	۴/۸۷۰ ^b
۴	۱۸/۱۶۰ ^{ab}	۲۸/۰۶۷ ^{ab}	۴/۲۶۶ ^{ab}	۰/۴۰۰ ^{ab}	۶/۸۶۴ ^a
۵	۱۵/۰۸۳ ^{ab}	۲۰/۹۴۴ ^{cdef}	۴/۳۲۷ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۴/۹۰۶ ^b
۶	۱۹/۱۳۳ ^{ab}	۲۳/۶۱۱ ^{bcde}	۴/۴۰۰ ^{ab}	۰/۱۶۶ ^{ab}	۵/۶۲۵ ^{ab}
۷	۲۰/۸۵۶ ^{ab}	۲۱/۸۸۹ ^{cdef}	۴/۵۹۲ ^{ab}	۰/۳۳۳ ^{ab}	۴/۸۷۴ ^b
۸	۱۵/۷۵۰ ^{ab}	۱۹/۳۸۹ ^{def}	۳/۷۲۹ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۵/۲۵۲ ^b
۹	۱۷/۶ ^{ab}	۲۱/۴۶۶ ^{cdef}	۴/۲۶۶ ^{ab}	۰/۴۰۰ ^{ab}	۵/۰۹۶ ^b
۱۰	۲۰/۵۵۰ ^{ab}	۲۳/۵۰۰ ^{bcdef}	۴/۱۳۸ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۵/۷۱۴ ^{ab}
۱۱	۱۸/۶۲۹ ^{ab}	۲۰/۵۷۱ ^{cdef}	۳/۹۷۶ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۵/۲۷۶ ^b
۱۲	۲۰/۳۲۷ ^{ab}	۲۰/۴۸۵ ^{cdef}	۴/۱۸۱ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۴/۹۲۰ ^b
۱۳	۱۸/۹۶۰ ^{ab}	۲۴/۰۰۰ ^{bcde}	۵/۰۶۶ ^a	۰/۴۰۰ ^{ab}	۴/۷۲۷ ^b
۱۴	۱۵/۷۷۵ ^{ab}	۲۵/۳۳۳ ^{bc}	۴/۴۵۸ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۶/۰۵۳ ^b
۱۵	۱۸/۹۵۰ ^{ab}	۳۰/۸۸۹ ^a	۴/۶۳۸ ^{ab}	۰/۶۶۶ ^a	۶/۸۱۱ ^a
۱۶	۱۵/۹۶۰ ^{ab}	۲۲/۱۰۰ ^{cdef}	۴/۲۸۳ ^{ab}	۰/۲۰۰ ^{ab}	۵/۲۶۳ ^b
۱۷	۱۹/۱۶۷ ^{ab}	۲۴/۷۷۸ ^{bcd}	۴/۱۷۲ ^{ab}	۰/۵۰۰ ^{ab}	۶/۰۸۲ ^b
۱۸	۱۹/۵۲۲ ^{ab}	۲۱/۸۸۹ ^{cdef}	۳/۷۹۶ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۶/۰۴۰ ^b
۱۹	۱۷/۲۸۰ ^{ab}	۱۸/۷۶۶ ^{ef}	۳/۸۴۵ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^b	۴/۸۱۶ ^b
۲۰	۱۲/۱۵۰ ^b	۲۴/۴۵۸ ^{bcde}	۴/۵۲۰ ^{ab}	۰/۵۰۰ ^{ab}	۵/۷۰۵ ^b

در هر ستون، وجود حداقل یک حرف مشترک بین گروه‌بندی میانگین‌ها نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین ارتفاع نهال‌ها با تعداد برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. همچنین همبستگی صفت قطر یقه با صفات تعداد، طول و عرض برگ نیز مثبت و معنی‌دار بود. صفات طول و حداکثر عرض برگ نیز با هم همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند. همبستگی شکل برگ با طول برگ معنی‌دار و مثبت و با حداکثر عرض برگ منفی و معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول (۳): همبستگی صفات مورفولوژی نهال‌های بادام کوهی

صفات	ارتفاع	قطر یقه	تعداد برگ	طول برگ	عرض برگ	تعداد شاخه	شکل برگ
ارتفاع	۱						
قطر یقه	۰/۱۴۹ ^{NS}	۱					
تعداد برگ	۰/۶۶۵ ^{**}	۰/۲۲۶ ^{**}	۱				
طول برگ	۰/۰۹۰ ^{NS}	۰/۲۶۳ ^{**}	۰/۰۳۸ ^{NS}	۱			
عرض برگ	۰/۰۷۷ ^{NS}	۰/۲۲۳ ^{**}	۰/۰۵۱ ^{NS}	۰/۴۵۸ ^{**}	۱		
تعداد شاخه	۰/۰۴۸ ^{NS}	۰/۱۰۸ ^{NS}	۰/۰۵۱ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۳۵ ^{NS}	۱	
شکل برگ	۰/۰۰۹ ^{NS}	۰/۰۷۱ ^{NS}	۰/۰۱۴ ^{NS}	۰/۶۵۶ ^{**}	۰/۳۴۷ ^{**}	۰/۰۲۴ ^{NS}	۱

NS و *، ** به ترتیب نشان‌دهنده وجود همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ و ۹۵ درصد و عدم وجود همبستگی معنی‌دار است.

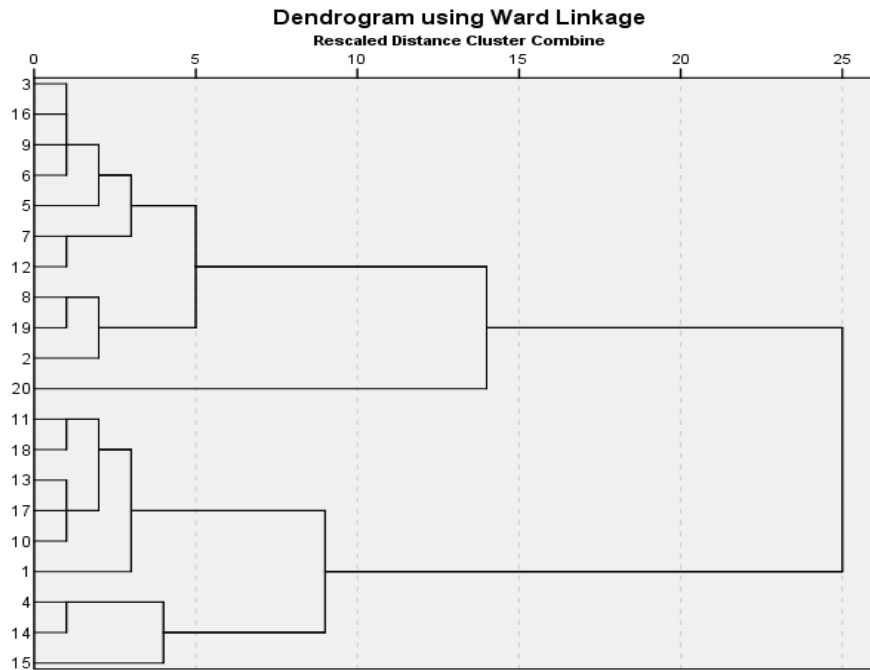
به منظور تعیین مهم‌ترین صفات مورفولوژیکی مؤثر در ایجاد تمایز در بین ژنوتیپ‌ها، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. نتایج نشان داد که سه مؤلفه اول بیش از ۷۰ درصد واریانس‌ها را به خود اختصاص دادند. در تشکیل مؤلفه اول صفت طول برگ اهمیت بیشتری را در مقایسه با سایر صفات در تبیین واریانس از خود نشان داد. در تبیین مؤلفه دوم صفات تعداد برگ و طول برگ و در خصوص مؤلفه سوم نیز صفات حداکثر عرض برگ و شکل برگ نقش مهم‌تری داشتند. با توجه به اینکه سه مؤلفه اول بیش از ۷۰ درصد واریانس جمعیتی را به خود اختصاص دادند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از میان صفات مورد مطالعه، صفات برگ شامل تعداد، ابعاد و شکل برگ بیشترین تأثیر را در ایجاد تنوع داشتند (جدول ۴).

جدول (۴): ریشه مخفی صفات مورد مطالعه در پنج مؤلفه اول

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم
ارتفاع	۰/۴۵۱	۰/۴۶۷	۰/۱۵۸	۰/۱۷۶	۰/۲۶۶
قطر یقه	۰/۴۳۱	۰/۰۱۲	۰/۲۲۱	۰/۲۴۹	۰/۸۲۴
تعداد برگ	۰/۴۰۴	۰/۵۳۸	۰/۲۱۰	۰/۰۴۳	۰/۰۵۰
طول برگ	۰/۵۲۲	۰/۵۰۷	۰/۰۴۸	۰/۱۰۸	۰/۲۲۱
حداکثر عرض برگ	۰/۲۷۴	۰/۰۸۴	۰/۷۳۱	۰/۲۳۳	۰/۲۵۳
تعداد شاخه	۰/۰۵۳	۰/۰۲۴	۰/۱۶۴	۰/۹۱۱	۰/۳۶۳
شکل برگ	۰/۳۰۸	۰/۴۷۶	۰/۵۶۲	۰/۰۸۵	۰/۰۳۵
واریانس جمعی (درصد)	۲۷/۵	۵۰/۵۳	۷۰/۱۳	۸۴/۸۴	۹۵/۵۲

نتایج تجزیه خوشه‌ای که با استفاده از کلیه صفات مورد مطالعه به روش Wards انجام شد، نشان داد که پایه‌های مورد مطالعه در چهار خوشه مجزا گروه‌بندی شدند بطوریکه در خوشه اول پایه‌های ۳، ۱۶، ۹، ۶، ۵، ۷، ۱۲، ۸، ۱۹ و ۲ تشکیل یک خوشه را دادند. ژنوتیپ شماره ۲۰ به تنهایی در خوشه

دوم قرار گرفت. خوشه سوم شامل ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۸، ۱۳، ۱۷، ۱۰ و ۱ بود و ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۴ و ۱۵ نیز در خوشه چهارم جای گرفتند (شکل ۱). از آنجا که ژنوتیپ‌های شماره ۱ تا ۱۰ مربوط به جمعیت اسفند و ۱۱ تا ۲۰ مربوط به جمعیت بنستان است، با وجود این که آنالیز خوشه‌ای تا حدودی ژنوتیپ‌های دو جمعیت را تفکیک نمود اما قرار گرفتن ژنوتیپ‌های هر دو جمعیت در خوشه‌های اول و چهارم می‌تواند نشان‌دهنده تنوع بین جمعیتی پایین و قرارگیری این تعداد پایه در چهار گروه مجزا، حاکی از تنوع بالای درون جمعیتی است. که احتمالاً ناشی از مهاجرت ژن به دلیل گرده‌افشانی توسط باد در گونه بادام کوهی است.



شکل (۱): دندوگرام حاصل از خوشه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بادام کوهی

اعداد سمت چپ نمودار، شماره ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد (۱ تا ۱۰ مربوط به جمعیت اسفند و ۱۱ تا ۲۰ مربوط به جمعیت بنستان)

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ژنوتیپ بر صفات طول برگ، تعداد شاخه و شکل برگ اثر معنی‌دار داشت. یافته‌های بسیاری از تحقیقات در خصوص درختان جنگلی به تفاوت‌های معنی‌دار و وجود تنوع بالا در صفات برگ اشاره داشته‌اند. در این میان، تابنده ساروی و نادى (۱۳۹۷) نشان دادند که گونه بنه در منطقه باغ شادی و چنارناز استان یزد از تنوع فنوتیپی بالایی از نظر صفات برگ برخوردار است. همچنین مطالعه‌ای با هدف بررسی تنوع مورفولوژیک برگ در میان ژنوتیپ‌های توس *Betula papyrifera* Marsh در ۲۳ جمعیت آن توسط Pyakurel and R-Wang (۲۰۱۳) در کانادا انجام شد. نتایج حاکی از وجود تفاوت‌های ژنوتیپی معنی‌دار در میان صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مورد مطالعه بود. یک تحقیق نیز با هدف بررسی تنوع برگ گونه بلوط دارمازو (*Quercus infectoria* Oliv.) در یک جمعیت آن در غرب کشور انجام شد که طی آن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر اکثریت صفات مورد مطالعه معنی‌دار گزارش شد که حاکی از وجود تنوع بالای درون جمعیتی در جمعیت مورد مطالعه از نظر صفات مورفولوژیک برگ بود (نادی و تابنده ساروی، ۱۴۰۱). بر اساس میانگین صفات اندازه‌گیری شده برگ و با توجه به اینکه برگ‌ها کارخانه‌های غذاسازی گیاه به‌شمار می‌روند و با افزایش تعداد و ابعاد این اندام، سطح موثر فتوسنتزی در گیاه، افزایش می‌یابد؛ می‌تواند در نهایت به رویش و استقرار و مقاومت بیشتر و مطلوب‌تر پایه‌ها منتهی گردد. لذا می‌توان با انتخاب پایه‌هایی منتخب از نظر صفات برگ به‌ویژه ابعاد برگ، بازده تولید را افزایش داد.

نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی در تحقیق حاضر نیز نشان داد که از میان صفات مورد مطالعه، صفات برگ شامل تعداد، ابعاد و شکل برگ بیشترین تأثیر را در ایجاد تنوع داشتند. در این خصوص می‌توان گفت که صفاتی که در ایجاد واریانس‌ها بیشترین نقش را دارند کمتر تحت اثر محیط قرار می‌گیرند، لذا اگر این پایه‌ها تحت کنترل ژنتیکی باشند؛ ژن‌های کنترل‌کننده آن‌ها در پایه‌های مختلف، متفاوت خواهند بود (اسپهدی و همکاران، ۱۳۸۵). بررسی‌ها و مطالعات زیادی درباره تأثیر شرایط اقلیمی بر گیاه، با مطالعه خصوصیات برگ انجام گرفته است که یکی از دلایل این امر را می‌توان نقش اثرگذار و مهم اندام برگ در گیاهان در امر فتوسنتز و کرین‌گیری هوا بیان نمود. ساختار برگ همچنین بین فتوسنتز و تبخیر و تعرق تعادل ایجاد می‌کند. به دلیل همین نقش اثرگذار از اهمیت ویژه‌ای در رشد درختان برخوردار می‌باشد (تابنده ساروی و همکاران، ۱۳۹۱). پراکنش یک گونه در مناطق مختلف جغرافیایی و ارتفاعی، سبب ایجاد تنوع در خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک آن می‌گردد. به دلیل تأثیر عوامل محیطی

بر روی جوامع، وجود اختلاف مورفولوژیک و فنولوژیک در اغلب گونه‌ها مشاهده می‌شود. برگ به‌عنوان یکی از اندام‌های اصلی گیاه با قدرت تطابق‌پذیری بالا و پراکنش وسیع به راحتی در مقابل شرایط محیطی از جمله نور و درجه حرارت از خود واکنش نشان داده و تغییر شکل می‌دهد. در مطالعات تنوع بین درختان نیز به مورفولوژی برگ اهمیت بسیاری داده شده است (سماکوش گلوگاه و همکاران، ۱۳۹۵).

مطالعات زیادی تنوع بین درختان را از لحاظ مورفولوژی برگ تایید می‌کند از جمله در مطالعه‌ای که با جمع‌آوری برگ‌های ۱۳ جمعیت طبیعی *Eucommia ulmoides* به‌منظور بررسی تنوع صفات درون جمعیت و بین جمعیت و واکنش ویژگی‌های برگ به تغییرات جغرافیایی و اقلیمی انجام شد؛ نتایج وجود تغییرات فنوتیپی برگ عمدتاً ناشی از تغییرات درون جمعیتی را نشان داد. تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان داد بیشترین تنوع را سه مؤلفه اصلی نشان دادند که عمدتاً به تنوع فنوتیپی برگ‌ها مربوط بود (Gong et al., 2023). همچنین در بررسی تنوع ژنتیکی گونه محلب (*Prunus mahaleb* L.) مشخص گردید که بین درختان این گونه در مناطق مختلف، تفاوت معنی‌داری در بسیاری از صفات وجود دارد. با استفاده از نشانگرهای مولکولی و صفات مربوط به برگ، تنوع درون جمعیتی دو گونه از جنس *Prosopis* در مرکز و جنوب آمریکا ارزیابی شد. با توجه به تشابه به‌دست آمده از هردو روش یاد شده، صفات برگ به تنهایی برای تفکیک گونه جنس *Prosopis* کافی دانسته شد (Harris et al., 2003). در این راستا طی مطالعه‌ای که جهت بررسی تنوع بین و درون جمعیتی گونه خرمندی در شمال کشور انجام شد؛ نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که صفات سطح برگ، طول نسبی دمبرگ، شکل پهنک، عرض پهنک در ۰/۹ طول از قاعده برگ، شکل نوک برگ، عرض میوه و وزن بذر بیشترین تاثیر را در ایجاد تنوع در رویشگاه‌های مورد مطالعه داشتند (سماکوش گلوگاه و همکاران، ۱۳۹۵).

از آنجا که بر اساس نتایج تحقیق پیش‌رو، ژنوتیپ‌های هر دو رویشگاه اسفند و بنستان در خوشه‌های مشابه قرار گرفتند؛ می‌تواند نشان‌دهنده تنوع بین جمعیتی پایین میان این دو رویشگاه باشد. در عین حال قرارگیری کل پایه‌های مورد مطالعه در چهار گروه مجزا، حاکی از تنوع بالای درون جمعیتی است. که احتمالاً ناشی از مهاجرت ژن به دلیل گرده‌افشانی توسط باد در گونه بادام کوهی است. به‌طور کلی گونه‌هایی که ژن‌های خود را پراکنده می‌کنند (مانند گونه‌های بادگرده‌افشان) تنوع درون جمعیتی بالا و تنوع بین جمعیتی کمی دارند. در مطالعات انجام شده بر روی گونه‌های بلوط بلندمازو (تابنده ساروی و همکاران، ۱۳۹۱)، خرمندی (سماکوش گلوگاه و همکاران، ۱۳۹۵) و بنه (تابنده ساروی و نادى، ۱۳۹۷)، نیز تنوع درون جمعیتی بالایی مشاهده شده که یکی از دلایل آن بادگرده‌افشان بودن این گونه‌ها عنوان شده است.

نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین ارتفاع نهال‌ها با تعداد برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. همچنین همبستگی صفت قطر یقه با صفات تعداد، طول و عرض برگ نیز مثبت و معنی‌دار بود. صفات طول و حداکثر عرض برگ نیز با هم همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند. همبستگی شکل برگ با طول برگ معنی‌دار و مثبت و با حداکثر عرض برگ منفی و معنی‌دار بود. علل اصلی کوواریانس و همبستگی ژنتیکی، پیوستگی و پلیوتروپی ژن‌ها است. پیوستگی ژن‌ها حالتی است که دو ژن در مکان‌های ژنی نزدیک به هم روی یک کروموزوم قرار دارند و بنابراین با هم به ارث می‌رسند. پلیوتروپی حالتی است که یک ژن در کنترل بیش از یک صفت نقش دارد. عامل اصلی ژنتیکی همبستگی عمدتاً پلیوتروپی است. گرچه پیوستگی ژن‌ها نیز عامل موقت ایجاد همبستگی است. بعضی ژن‌ها هر دو صفت را همزمان افزایش یا کاهش می‌دهند و برخی دیگر همزمان با افزایش یک صفت، صفت دیگر را کاهش خواهند داد. برخی ژن‌ها ممکن است آثار بزرگی بر روی یک صفت داشته باشند اما صفت یا صفات دیگر را کمتر موثر سازند. در حالی که آثار ژن‌های دیگر ممکن است برعکس باشد. در ارتباط با تغییرات ناشی از انتخاب، دانستن اینکه اصلاح یک صفت چه تغییراتی را همزمان در صفات دیگر به وجود می‌آورد، مهم است (تابنده ساروی، ۱۳۹۶). در این راستا نتایج همبستگی بین صفات مورفولوژیک گونه بنه در منطقه باغ شادی استان یزد نشان داد که در بین برخی از صفات مورد بررسی برگ، همبستگی معنی‌داری وجود داشت (تابنده ساروی و نادى، ۱۳۹۷).

بر اساس کلیه صفات مورد بررسی در تحقیق حاضر پایه‌های شماره ۴ و ۱۵ و پس از آن پایه‌های شماره ۱، ۳، ۶، ۱۰، ۱۳، ۱۴ و ۱۷ به‌عنوان پایه‌های مطلوب‌تر جهت تولید نهال معرفی می‌شوند. از آنجا که این گونه گزینه‌ای مناسب برای برنامه‌های جنگلکاری و احیای نواحی جنگلی مخروبه به‌شمار می‌رود و از جمله گونه‌های بومی است که نقش مهمی در حفاظت آب و خاک جنگل‌های کوهستانی و نیمه خشک کشور دارد؛ پیشنهاد می‌شود جهت حفظ و توسعه آن از کلیه پایه‌های موجود (جهت حفظ تنوع)، و به‌مراتب سهم بیشتری از پایه‌هایی که به‌عنوان پایه مناسب‌تر مشخص شدند؛ استفاده شود.

بررسی تنوع گونه بادام کوهی، علاوه بر اینکه امکان انتخاب ژنوتیپ‌های مرغوب‌تر را برای افزایش بازده تولید و تکثیر فراهم می‌کند؛ می‌تواند شرایط حفظ، احیا و همچنین اصلاح آن را از نظر تولید محصول بالاتر، کیفیت بهتر، مقاومت بیشتر به شرایط محیطی و متعاقباً موفقیت جنگلکاری‌ها و بحث احیای عرصه‌های تخریب‌یافته و مهم‌تر از آن حفاظت از عرصه‌های موجود، ایجاد نماید. پژوهش حاضر مشخص نمود که این گونه ارزشمند از تنوع قابل توجهی از نظر صفات برگ در رویشگاه‌های مورد مطالعه برخوردار است که می‌تواند در راستای حفظ، اصلاح و احیای این گونه ارزشمند مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

از دانشگاه یزد بدلیل در اختیار قرار دادن امکانات و تجهیزات لازم برای انجام این تحقیق کمال تشکر و سپاسگزاری به‌عمل می‌آید.

منابع

- اسپهبدی، ک.، میرزایی‌ندوشن، ح.، طبری، م.، اکبری‌نیا، م.، و دهقان شورکی، ی. (۱۳۸۴). بررسی تنوع ژنتیکی بارانک با ارزیابی مورفولوژی برگ و میوه. پژوهش و سازندگی، ۱۹(۲)، ۴۴-۵۷.
- ایران‌منش، ی.، و جهانبازی گوجانی، ح. (۱۳۸۵). مقایسه جنگل کاری بادام کوهی در دامنه شمالی و جنوبی جنگل‌های تخریب یافته استان چهارمحال و بختیاری. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۱)، ۱۹-۳۱.
- پوینده، ا. (۱۳۹۹). طرح مرتعداری و بهره برداری سامان اسفند و سرتخت شهرستان زرنند، ۸۵ص.
- تابنده ساروی، آ. (۱۳۹۶). ژنتیک و اصلاح نژاد درختان جنگلی. رشت: انتشارات حق شناس، ۱۰۱ص.
- تابنده ساروی، آ.، طبری، م.، میرزایی‌ندوشن، ح.، و اسپهبدی، ک. (۱۳۹۱). بررسی تنوع بین و درون جمعیت‌های بلندمازو با استفاده از ویژگی‌های نونهالی آن‌ها. تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۲۰(۱)، ۶۹-۸۹.
- تابنده ساروی، آ.، و نادى، ح. (۱۳۹۷). اثر ارتفاع از سطح دریا و ژنوتیپ بر تنوع ریختی برگ بنه (*Pistacia atlantica* subsp. *mutica*) در جنگل‌های جنوب استان یزد. خشک بوم، ۸(۲)، ۱۵-۲۵.
- خواجه عبداللهی، م. ح. (۱۳۸۶). کشت بادام کوهی در اراضی شبیدار. سازمان جهاد کشاورزی خوزستان حوزه ترویج و نظام بهره‌برداری وزارت جهاد کشاورزی، ۷۳(۱۲)، ۶۸-۹۹.
- سعیدی گراغانی، ح.، و طویلی، ع. (۱۳۹۴). بوم‌شناسی، کاربرد و کشت گیاهان دارویی و صنعتی مراتع، مرکز تحقیقات و توسعه کشاورزی. تهران: انتشارات اتکا، مرکز تحقیقات و توسعه، ۲۶۱ص.
- سماکوش گلوگاه، ط.، تابنده ساروی، آ.، و حکیمی میبیدی، م. (۱۳۹۵). مطالعه تنوع بین و درون جمعیتی گونه خرمنندی بالارزیایی صفات برگ. حفاظت زیست بوم گیاهان، ۴(۹)، ۱۶۵-۱۸۰.
- طبابی‌عقدايي، ر.، و جعفری مفیدآبادی، ع. (۱۳۷۹). مقدمه‌ای بر اصلاح درختان جنگلی. تهران: موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۴۹ص.
- فتحی، ن.، حیدری، م.، و بهنام‌فر، ک. (۱۳۹۷). اثر سرمادهی بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه دانهال برخی ژنوتیپ‌های بادام کوهی بومی استان خوزستان. علوم و فناوری بذر ایران، ۶(۲)، ۱۹۹-۲۱۱.
- کیانی، ب. (۱۳۸۳). ژنتیک جنگل (توسعه درخت و جنگل). رشت: انتشارات حق شناس، ۲۱۲ص.
- لشکری، م. (۱۴۰۰). طرح بیلابقی سامانه عرفی تلفیقی سرکوه و قدمگاه شهرستان زرنند، ۱۰۱ص.
- نادی، ح.، و تابنده ساروی، آ. (۱۴۰۱). بررسی تنوع مورفولوژیکی در یک جمعیت دارمازو در استان لرستان بر اساس صفات برگ. چهارمین همایش ملی جنگل ایران، اسفند ۱۴۰۱، تهران.
- Gong, H., Yang, M., Wang, C., and Tian, C. (2023). Leaf phenotypic variation and its response to environmental factors in natural populations of *Eucommia ulmoides*. *BMC Plant Biology*, 23(1), 562.
- Harris, P.J., Pasiecznik, N.M., Smith, S.J., Billington, J.M., and Ramirez, L. (2003). Differentiation of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. and *P. pallida* (H. & B. ex. Willd.) HBK using foliar characters and ploidy. *Forest Ecology and Management*, 180(1-3), 153-164.
- Lever, J., Krzywinski, M., and Altman, N. (2017). Points of significance: Principal component analysis. *Nature methods*, 14(7), 641-643.
- Pyakurel, A., and Wang, J.R. (2013). Leaf morphological variation among paper birch (*Betula papyrifera* Marsh.) genotypes across Canada. *Open Journal of Ecology*, 3(4), 284-295.
- Senra, J.F.D.B., Silva, J.A.D., Ferreira, A., Esposti, M.D.D., Ferrão, M.A.G., Fassarella, K.M., and Silva, F.G.D. (2023). Initial performance and genetic diversity of coffee trees cultivated under contrasting altitude conditions. *Scientia Agricola*, 80, e20220163.
- White, T.L., Adams, W.T., and Neale, D.B. (2007). *Forest Genetics*. CABI Publishing: UK, 682p.

Intra-population diversity of *Amygdalus scoparia* in Esfand and Banestan habitats in Kerman Province based on some morphological traits of annual seedlings

Akbar Maddahi Nejad Zarandi¹, Afagh Tabandeh Saravi^{2*}, Sanaz Tarah Yazdi³, Bahman Kiani⁴, Gholamhosein Moradi⁴



Research Article

1. M.Sc. Student, Forest Science and Engineering, Department of Environmental Sciences, School of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

madahi9954@gmail.com

2. Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, School of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

tabandeh@yazd.ac.ir

* Corresponding author

3. Ph.D. Student, Desert Management and Control, Department of Arid and Desert Regions Management, School of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

tarahsanaz@yazd.ac.ir

4. Associate Professor, Department of Environmental Sciences, School of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

bnkiani@yazd.ac.ir

moradi@yazd.ac.ir

Article Code: 2510-1123

Countinus Pagnation: 918-925

Received: 04 October 2025

Accepted: 26 October 2025

Online: 03 November 2025

Review speed: 23 days

Citation:

Maddahi Nejad Zarandi, A., Tabandeh Saravi, A., Tarah Yazdi, S., Kiani, B., and Moradi, G. (2025). Intra-population diversity of *Amygdalus scoparia* in Esfand and Banestan habitats in Kerman Province based on some morphological traits of annual seedlings. *Management of Natural Ecosystems*, 4(4), 15-22.

Abstract

This research was conducted with the aim of investigating the diversity between the genotypes of *Amygdalus scoparia* and the effect of mother trees on seedling growth in a habitat from Zarand of Kerman province. For this purpose, the number of 20 trees was selected completely randomly. Then, the seeds, separated from the mother tree, were planted in the research greenhouse of Yazd University based on the experimental design of complete randomized blocks in three replications. After the end of the first growing season, the morphological characteristics of seedlings, including height, collar diameter, number of leaves, leaf length, maximum leaf width, number of branches and leaf shape were measured and recorded. The results showed that genotype had a significant effect on leaf length, number of branches, and leaf shape, so that seedlings obtained from genotypes 2, 5, and 20 had significantly lower mean heights compared to other seedlings. Also, the leaf length of seedlings derived from genotype No. 15 and 4, and the maximum leaf width and the number of branches in seedlings from genotypes No. 13 and 15, and the leaf shape of seedlings derived from genotypes No. 4 and 15 were significantly greater than those of other seedlings. The results of Pearson's correlation results showed that there was a positive and significant correlation between seedling height, number of branches, and leaf shape. Also, the correlation of the leaf number trait with leaf length and width, leaf shape and number of branches was significant and negative. The number of branches trait also showed a positive and significant correlation with the length and width of the leaves. The results of principal components analysis indicated that the first three components accounted for more than 70% of the variances that in forming of these three components, leaf length, number of leaves, maximum leaf width and leaf shape played a more important role. Therefore, it can be concluded that among the studied traits, leaf traits including number, size and shape of leaves had the greatest effect on generating diversity. The results of the present study provide the possibility of selecting higher quality genotypes to increase production and propagation efficiency, which can be utilized by relevant organizations and institutions for seedling production aimed at restoring degraded areas and, more importantly, conserving existing ones.

Key Words:

Amygdalus scoparia, Genotype, Morphological traits, Selection, Variation.