

دامنه تنوع در ویژگی‌های نونهالی در جمعیت‌هایی از بلوط ایرانی

حسین میرزاچی ندوشن^{۱*}، زهرا آبروش^۲، مهدی پورهاشمی^۳، مجید حسنی^۴، پریسا پناهی^۵

^۱ استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران

^۲ کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران

^۳ دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران

^۴ کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران

^۵ استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: nodoushan2003@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۶

چکیده

بلوط ایرانی اگرچه تنوع ژنتیکی مناسبی که لازمه پایداری بوم‌سازگان‌های جنگلی است را از خود نشان داده است ولی در طی یک دهه گذشته دچار مشکلاتی شده است که به زوال بلوط موسوم گشته است. این تحقیق با مطالعه ویژگی‌های نونهالی چهار جمعیت از بلوط ایرانی به دنبال ارزیابی و مقایسه توانمندی‌های این جمعیت‌های است تا سنگ بنای مطالعات تكمیلی را بگذارد. بذر لازم از ۱۰ تک‌پایه از هریک از چهار جمعیت گیاهی واقع در استان‌های کردستان، لرستان، ایلام و فارس جمع‌آوری و به کار گرفته شد. بذرها در گلدان و در شرایط گلخانه کاشته شدند و از هر پایه مادری ۳۰ نهال در سه تکرار مطالعه شد. ویژگی‌های رویشی از جمله ارتفاع نهال‌ها، طول و عرض برگ‌ها و شادابی نهال‌ها مطالعه شد. نتایج تجزیه داده‌ها بر اساس مدل آماری دو بار آشیانه شده نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر برخی از صفات نظیر شادابی در سطح یک درصد و از نظر ارتفاع نهال در سطح ۵٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. اثر درخت در جمعیت نیز از نظر ارتفاع نهال، طول و عرض برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در تجزیه تفکیکی، جمعیت‌ها رفتار متفاوتی از خود نشان دادند به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین درختان نمونه‌گیری شده از کردستان در صفات ارتفاع نهال، طول و عرض برگ مشاهده نشد. در حالی که از نظر این صفات درختان در جمعیت‌های لرستان و ایلام در سطوح متفاوت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند. اگرچه جمعیت‌های گیاهی رفتارهای متفاوتی نشان دادند ولی هنوز تنوع کافی و وراثت‌پذیری زیادی در برخی از صفات جمعیت‌های مطالعه شده وجود دارد که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: بلوط ایرانی، تنوع، زاگرس، ویژگی‌های نونهالی، وراثت‌پذیری

جنگلی تفاوت معنی‌داری را در بین جمعیت‌ها از خود نشان داده‌اند (ذوق‌فاری و همکاران، ۱۳۸۸). مطالعاتی که توسط الوانی نژاد و همکاران (۱۳۸۷) بر روی چند جمعیت مختلف از بلوط ایرانی واقع در چهار استان مختلف صورت گرفت نیز نشان داد که جمعیت‌های گیاهی نه تنها از نظر ویژگی‌های مختلف با هم تفاوت معنی‌دار داشتند بلکه وراثت‌پذیری صفات نیز تفاوت قابل توجهی در درون جمعیت‌های مورد مطالعه از

مقدمه

بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) که در کشور ما در بخش عمده‌ای از زاگرس رویش دارد، بومی غرب آسیاست و در مناطقی چون عراق، سوریه و ترکیه هم پراکنش دارد. این گونه تنوع ژنتیکی مناسبی که لازمه پایداری بوم‌سازگان‌های جنگلی است را از خود نشان داده است. حتی تنوع ژنتیکی موجود در ارتفاعات مختلف در برخی جوامع این جنس

گونه‌های مازودار و ویول مربوط به تنوع ژنتیکی درون جمعیت‌ها بود. در این تحقیق همچنین ارتباط ژنتیکی بین جمعیت‌های جدایی دو گونه مورد مطالعه از طریق جریان ژنی برقرار تشخیص داده شد. از نظر ویژگی‌های کاریوتیپی نیز مطالعات نشان داده است که اگرچه گونه‌های بلوط از نظر سطح پلوجیدی تنوع چندانی ندارند ولی تنوع بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای زیادی از نظر ویژگی‌های کروموزومی از جمله تقارن کاریوتیپی و ابعاد کروموزومی در آن‌ها وجود دارد (تابنده و همکاران، ۱۳۹۱b).

زوال بلوط توسط محققین متعددی مورد بررسی قرار گرفته است (Sonesson & Drobyshev, 2010; Ahmadi *et al.*, 2014) و به اتفاق توسط آن‌ها خطر فرسایش ژنتیکی گونه‌های مختلف بلوط هشدار داده شده است. ضرورت شناخت وضعیت تنوع ژنتیکی در گونه‌های جنگلی بهویژه در جمعیت‌ها و گونه‌هایی که اهمیت ویژه اقتصادی یا زیستمحیطی دارند بیشتر است (Redkina *et al.*, 2008). بر اساس مطالعات Epperson (۱۹۹۲)، عوامل مختلفی از جمله توزیع فضایی تکدرختان یک گونه در یک جامعه گیاهی، توزیع گرده و بذر آن گونه نیز در تنوع ژنتیکی و نیز درون‌زادآوری و در نهایت اثرات گزینش طبیعی بر روی آن جمعیت گیاهی مؤثرند.

با توجه به اهمیتی که گونه‌های مختلف بلوط در رویشگاه‌های زاگرس در کشور ما دارند تغییراتی که در تنوع و ساختار ژنتیکی آن‌ها اتفاق می‌افتد و نیز ارزیابی و پایش سطح تنوع در این گونه‌ها به‌منظور بهره‌برداری در ارتقاء کیفی آن‌ها و نیز شناخت جمعیت‌های برتر از نظر قابلیت‌ها و توانمندی‌های ژنتیکی اهمیت ویژه‌ای دارند. از طرفی فشارهایی که به دلایل مختلف از جمله تغییرات اقلیمی به صورت تغییر الگو و رژیم بارندگی، اثرات منفی ریزگردها بر این جوامع جنگلی، فشار ساکنان محلی و جنگل‌نشینان بر این منابع جنگلی ارزشمند، بروز و ظهور آفات و امراض مختلف به عنوان عوامل ثانویه در افزایش فشار بر این جوامع و عوامل ریز و درشت دیگر

خود نشان داد. در سایر گونه‌های جنس بلوط از جمله بلند مازو نیز تنوع ژنتیکی گسترده‌ای در درون و بین جمعیت‌های مختلف این گونه در کشور گزارش شده است (تابنده و همکاران، ۱۳۹۱a)، به‌طوری‌که نهال‌های حاصل از بذرهایی که از چند جمعیت از این گونه که در یک دامنه ارتفاعی ۱۲۵ تا ۶۳۰ متری جمع‌آوری شده بودند از نظر ویژگی‌های ریخت-شناختی تنوع زیادی از نظر مبدأ و نیز تنوع درون جمعیتی مناسبی از خود نشان دادند. لازم به ذکر است که گونه‌های جنگلی در صورت داشتن تنوع ژنتیکی مناسب قادر به مقابله با تغییرات اقلیمی و تنش‌های احتمالی خواهند بود. شناسایی تنوع ژنتیکی در گونه‌های مختلف گیاهی بهویژه در مراحل اولیه رشد در گونه‌های جنگلی و چندساله می‌تواند به‌طور غیرمستقیم در اصلاح و افزایش تولید نهایی آن‌ها به کار گرفته شود (Dean *et al.*, 2006). برخی از گونه‌های جنگلی نظیر بلوط‌ها به علت پراکنش جغرافیایی وسیع، دگرگشتنی و گرددهافشانی با باد، دارای تنوع ژنتیکی بالایی در بین گونه‌های گیاهی می‌باشند (Hokanson *et al.*, 1993). به عبارت دیگر دگرگردهافشانی و وجود عوامل مؤثر در گردگردهافشانی موجب افزایش تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی می‌گردد و هیبریداسیون زیادی بین گونه‌های آن اتفاق می‌افتد (Samuel, 1999). میرزاچی ندوشن، ۱۳۹۴ ارزیابی تنوع و ساختار ژنتیکی در برخی از گونه‌های بلوط موجود در کشور در سطح مولکولی نیز نشان داده است که به‌ رغم فرسایش ژنتیکی این گونه‌ها در برخی نقاط کشور، هنوز تنوع ژنتیکی گسترده‌ای در سطح مولکولی در درون و بین جمعیت‌های مختلف یک گونه وجود دارد که می‌تواند منشأ ارتقاء کیفی آن گردد. بررسی‌های علیخانی و همکاران (۱۳۹۳) در ارزیابی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مازودار (*Quercus infectoria*) و ویول (*Q. libani*) در جنگل‌های زاگرس شمالی بر اساس ۲۸ آغازگر از دو نشانگر مولکولی نشان داد که در سطح گونه، تنوع ژنتیکی بالایی در هر دو گونه وجود داشت و سهم عمدۀ تنوع ژنتیکی کل در

درخت نیز با نتاج سایر درختان متفاوت بود اطلاعات حاصل به صورت آشیانه‌ای دوبل^۱ تجزیه و تحلیل شدند (Espahbodi *et al.*, 2008; Rochon *et al.*, 2007). برای مقایسه جمعیت‌ها و پایه‌های مادری آشیانه‌شده در هر یک از جمعیت‌ها از مدل آماری شمار ۱ استفاده شد.

مدل ۱

$$Y_{ijkl} = \mu + \eta_k + \alpha_{i(k)} + \beta_j + \rho_{l(ik)} + (\text{ijkl})$$

در حالی که برای ارزیابی تفکیکی جمعیت‌ها از مدل آماری شماره ۲ استفاده شد.

مدل ۲

$$Y_{ijl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \rho_{l(i)} + \varepsilon_{ijl}$$

در مدل‌های فوق، μ میانگین کل، α_i اثر پایه مادری، β_j اثر بلوک، $\rho_{l(i)}$ اثر نتاج آشیانه‌شده در پایه مادری، ε_{ijl} اثر متقابل بلوک در پایه مادری آشیان شده در جمعیت، η_k اثر جمعیت، $\alpha_{i(k)}$ اثر پایه مادری، آشیانه‌شده در جمعیت، β_j اثر نتاج آشیانه‌شده در پایه مادری و جمعیت، $\rho_{l(ik)}$ و ε_{ijkl} خطای باقیمانده مدل‌ها می‌باشد.

از آنجا که بلوط ایرانی جوامع متعددی را از شمال غرب تا جنوب کشور تشکیل می‌دهد، اطلاق یک جمعیت به همه بلوط‌های ایرانی کشور ممکن نیست. به همین دلیل در تجزیه داده‌ها، در هر دو مدل مذکور، تمامی اثرات موجود در مدل تصادفی قلمداد شدند تا بتوان از نتاج حاصل استفاده گسترده‌تری کرد. از طرفی با در نظر گرفتن این موضوع که هر جمعیت مورد مطالعه در یک گستره جغرافیایی نسبتاً وسیعی پراکنش داشته و مانعی در تلاقی‌های درون جمعیتی دیده نشده و با عنایت به شرایط طبیعی موجود در منطقه، اطلاق یک جمعیت مندلی با همه مشخصه‌هایش به هر یک از جمعیت‌های مورد مطالعه ممکن شد (میرزاپی ندوشن و همکاران، ۱۳۹۱). از این رو می‌توان نتاج حاصل از داده‌های هر جمعیت مورد مطالعه بلوط را به کل جمعیت مربوطه تعمیم داد.

بر گونه‌های مختلف بلوط وارد می‌شود که امروزه اثرات منفی خود را در سطح قابل توجهی نشان داده‌اند. این تحقیق با مطالعات اولیه نونهال‌هایی از چهار جمعیت بلوط ایرانی به دنبال ارزیابی و مقایسه توانمندی‌های این جمعیت‌هاست تا سنگبنای مطالعات تکمیلی در مقابله با شرایط اقلیمی جدید که بر بخش وسیعی از جنگل‌های منطقه حاکم شده است را بگذارد.

مواد و روش‌ها

از هر یک از چهار جمعیت گیاهی واقع در چهار استان کشور بذر کافی از ۱۰ تک‌پایه از بلوط ایرانی جمع‌آوری شد. ابتدا بذرهای جمع‌آوری شده از نظر ابعاد و وزن مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند و بذرهای سالم در بستر کاشت در گلدان‌های حاوی مخلوطی از خاک زراعی و کود دامی به نسبت سه به یک در شرایط گلخانه کاشته شدند. به این ترتیب که از هر پایه مادری ۳۰ نهال در سه تکرار توزیع شد. به‌طوری که به هر تکرار ۱۰ نهال تعلق گرفت. مراقبت‌های روزمره و آبیاری روزانه تا استقرار کامل نهال‌ها انجام شد. در زمان آشکار شدن اختلافات بین نهال‌ها در یک دوره هشت ماهه، ویژگی‌های رویشی که بر مبنای آن‌ها تفاوت ظاهری مناسبی بین پایه‌ها و جمعیت‌ها مشاهده شد، از جمله ارتفاع نهال‌ها به سانتی‌متر و طول و عرض برگ‌ها به میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. شادابی نهال‌ها به روش تغییریافته‌ای از Lefevre و Legionnet (۱۹۹۹) بین یک و ۱۰ رتبه‌بندی شد؛ به عبارت دیگر به شاداب‌ترین نهال‌ها رتبه پنج و به ضعیف‌ترین آن‌ها رتبه ۰/۵ و به بقیه حالت‌ها، بسته به میزان شادابی، رتبه‌های بینابینی داده شد و در تجزیه و تحلیل داده‌ها، اعداد این صفت در دو ضرب شدند تا دامنه صفت بین یک تا ۱۰ قرار گیرند. داده‌های حاصل بر اساس مدل آماری دوبار آشیانه‌شده تجزیه شدند تا تفاوت‌های احتمالی بین جمعیت‌ها بر مبنای صفات گفته شده ارزیابی شوند. با توجه به اینکه تک‌درختان هر جمعیت با تک‌درختان سایر جمعیت‌ها متفاوت بوده و نتاج هر

^۱ Double nested

$$h^2 = \sigma^2_A / \sigma^2_p \quad \text{رابطه (۲)}$$

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر برخی از صفات نظری شادابی در سطح یک درصد و از نظر ارتفاع نهال در سطح ۵٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). اثر درخت در جمعیت که نشان‌دهنده تفاوت‌های احتمالی تک درختان در داخل هر جمعیت بود نیز از نظر صفات ارتفاع نهال، طول و عرض برگ در سطح یک درصد با هم اختلاف نشان دادند. از نظر شادابی نیز این اثر در سطح ده درصد اختلاف بین درختان در داخل هر جمعیت را آشکار نمود. از نظر اثر نتاج در درخت در جمعیت، هیچ‌یک از صفات اثر معنی‌داری از خود نشان ندادند (جدول ۱).

از آنجا که جدول تجزیه واریانس عمومی تفاوت بین جمعیت‌ها را آشکار کرد، داده‌های هر جمعیت به تفکیک در قالب یک مدل آشیانه‌ای که در آن نتاج هر درخت در درخت آشیانه‌شده بود تجزیه و تحلیل گردید (جدول ۲).

در این بخش از تجزیه و تحلیل، جمعیت‌ها رفتار متفاوتی از خود نشان دادند، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین درختان نمونه‌گیری‌شده از کردستان در صفات ارتفاع نهال و طول و عرض برگ مشاهده نشد. در حالی که درختان از نظر این صفات در جمعیت لرستان و ایلام در سطوح مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند. اثر نتاج آشیانه‌شده در درخت نیز در جمعیت‌های مختلف سطح متفاوتی از اختلاف را نشان دادند (جدول ۲).

به‌عنوان مثال نتاج از نظر ارتفاع نهال در جمعیت فارس در سطح یک درصد اختلاف داشتند ولی در سایر جمعیت‌ها از نظر این صفت اختلافی بین نتاج مشاهده نشد.

در اطلاق جمعیت به یک توده گیاهی به چند نکته باید اشاره کرد. از جمله اینکه در پایه‌هایی که بذرگیری می‌شوند باید آمیزش بین درختان به صورت تصادفی باشد که این تلاقي‌ها شامل خودگشتنی نیز می‌شود. پایه‌هایی که به عنوان والدین استفاده می‌شوند باید از یک مبدأ ژنتیکی حاصل شده باشند، از این رو پایه‌ها و تک درختان مورد مطالعه در این تحقیق از چند جمعیت مختلف گرفته شد و اطلاعات مربوط به هر جمعیت در نهایت به صورت مستقل تجزیه و تحلیل شد. ضمن اینکه اطلاعات حاصل از محاسبات فقط قابل تعمیم به همان جامعه گیاهی می‌باشد (میرزایی ندوشن و همکاران، ۱۳۹۱). چرا که هر جمعیت گیاهی از یک گونه ممکن است ساختار ژنتیکی متفاوتی داشته باشد.

با توجه به اینکه به دلیل آفت‌زدگی بذر بعضی از جمعیت‌ها از جمله جمعیت نمونه‌گیری‌شده از فارس و کردستان تعدادی از بذرها سبز نشدنده و یا نهال‌ها تولیدی در برخی از جمعیت‌ها از بین رفتند، طرح آزمایشی از حالت متعادل خارج شد. از این رو تعداد نتاج از هر والد مادری و گاهی تعداد درخت نمونه‌گیری‌شده از جمعیت‌ها یکسان نبود و به همین دلیل از فرمان GLM در نرم‌افزار SAS جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

از امید ریاضی جدول تجزیه واریانس جهت تفکیک اجزاء بیومتریکی واریانس به اجزاء ژنتیکی استفاده شد. از آنجا که خانواده‌های مورد مطالعه ناتی (Half-sib) محسوب می‌شوند، جزء افزایشی واریانس از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$\sigma^2_A = 4\sigma^2_g \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن σ^2_A جزء افزایشی واریانس و σ^2_g واریانس ناتی‌هاست. وراثت‌پذیری از رابطه (۲) محاسبه شد که در آن h^2 وراثت‌پذیری خصوصی، σ^2_A جزء افزایشی واریانس جامعه است که از سایر اجزاء تفکیک شده است و σ^2_p واریانس فنوتیپی است که شامل همه اجزاء واریانس می‌باشد.

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ۴ جمعیت مختلف از بلوط ایرانی

Table 1. Mean of squares of analysis of variance on the data collected on 4 populations of Persian oak

منابع تغییر Sources of variance	درجه آزادی DF	ارتفاع نهال Seedling height	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	شادابی Vigor
Replication	2	4.4 ^{ns}	32.4 ^{ns}	2.67 ^{ns}	5.98 ^{ns}
Population	3	48.14 [*]	209.25 ^(*)	49.65 ^{ns}	97.44 ^{**}
Trees in population	35	12.68 ^{**}	119.48 ^{**}	36.17 ^{**}	15.08 ^(*)
Progenies in tree in population	215	4.24 ^{ns}	44.11 ^{ns}	12.92 ^{ns}	11.69 ^{ns}
Error	286	4.84	42.72	13.76	11.89

(*)، * و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطوح ۱۰، ۵ و ۱ درصد و ns به مفهوم غیرمعنی‌دار است.

(*), * and ** for significant at 10%, 5% and 1% probabilities, respectively, ns = non-significant

عمده‌ای از خطاهای آزمایشی در اثر میانگین‌گیری حذف شده باشد و این میانگین تا اندازه‌ای قابلیت و توانمندی ژنتیکی هر پایه اولیه مورد نمونه‌گیری را نشان می‌دهد.

پس از تفکیک اجزاء واریانس بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات درصد اجزاء مختلف واریانس نیز محاسبه شد که حاصل آن در جدول ۴ ارائه شده است. از نگاه کلی می‌توان گفت که تکرار و نتاج سهم کمی از واریانس را به خود اختصاص دادند. بیشترین سهم اجزاء واریانس به خطا تعلق گرفت. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه ماهیت خطای آزمایشی در این‌گونه آزمایش‌ها صدرصد خطای آزمایشی نیست، مقادیر بالای مورد اشاره به مفهوم پائین بودن اعتبار نتاج نیست؛ به عبارت دیگر از آنجایی که نتاج مورد مطالعه در هر واحد آزمایشی که در این تحقیق مشتمل بر ده نهال بود، با یکدیگر تفاوت ژنتیکی دارند، بخشی از واریانس ژنتیکی در خطای آزمایشی ادغام و غیرقابل تفکیک است. از این رو همیشه در آزمایش‌هایی که به صورت آزمون نتاج صورت می‌گیرند، این جزء واریانس بایاس و بیشتر از اندازه واقعی می‌باشد. وراثت‌پذیری صفات مختلف نیز به تفکیک جمعیت‌ها محاسبه شد (جدول ۴).

میانگین صفات در چهار جمعیت مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. جمعیت‌ها از نظر صفات مطالعه‌شده نیز تنوع متفاوتی از خود نشان دادند. به عنوان نمونه میانگین ارتفاع نهال‌های مطالعه‌شده از جمعیت‌ها که در سطح ۱٪ با یکدیگر اختلاف نشان دادند، بین ۳/۸ تا ۶/۱ سانتی‌متر متغیر بود. در حالی که میانگین صفت طول برگ که در سطح ۱۰٪ با یکدیگر اختلاف نشان دادند، بین ۲۴/۲ تا ۲۶/۱ سانتی‌متر متغیر بود. از نظر عرض برگ نیز، دامنه صفت در میانگین جمعیت‌ها بین ۱۱/۴ تا ۱۴/۲ سانتی‌متر متغیر بود. شادابی نهال‌های چهار جمعیت مورد مطالعه نیز در سطح یک درصد بین جمعیت‌ها اختلاف نشان داد و از نظر این صفت رتبه‌ها بین ۵/۵ تا ۲/۷ سانتی‌متر متغیر بود. دامنه تغییرات صفات مختلف در درون جمعیت‌ها و در بین پایه‌های مادری مطالعه‌شده نیز تفاوت بین جمعیت‌ها را آشکارتر کرد. به عنوان نمونه میانگین صفت ارتفاع نهال در نتاج مطالعه‌شده از پایه‌های جمعیت بلوط کردستان بین ۴/۶ تا ۷/۲ سانتی‌متر متغیر بود در حالی که میانگین این صفت در نتاج حاصل از پایه‌های بلوط مطالعه‌شده در فارس بین ۲ تا ۴/۸ سانتی‌متر متغیر بود (میانگین‌ها ارائه نشده‌اند). لازم به ذکر است که این اعداد میانگین‌های همه نهال‌های حاصل از هر والد مادری است که در سه تکرار مقایسه شدند. از این‌رو می‌توان انتظار داشت که بخش

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس جداگانه داده‌های مربوط به جمعیت‌های مورد مطالعه از بلوط ایرانی بر پایه مدل آشیانه‌ای

Table 2. Mean of squares resulted from separate analysis of variance on each Persian oak populations, based on a nested model

منابع تغییر Sources of variance	درجه آزادی DF	ارتفاع نهال Seedling height	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	شادابی Vigor
کردستان (Kurdistan)					
Tree	9	5.96 ^{ns}	56.67 ^{ns}	25.80 ^{ns}	17.12 ^(*)
Replication	2	2.65 ^{ns}	197.08 [*]	29.81 ^{ns}	9.24 ^{ns}
Progenies in tree	31	4.80 ^{ns}	95.66 ^(*)	22.14 ^{ns}	8.32 ^{ns}
Error	45	3.56	59.82	15.38	13.79
Lorestan (Lorestan)					
Tree	9	22.77 ^{**}	256.94 ^{**}	90.97 ^{**}	19.01 ^{ns}
Replication	2	15.30 ^(*)	41.50 ^{ns}	3.12 ^{ns}	10.57 ^{ns}
Progenies in tree	80	6.06 ^{ns}	48.23 ^{ns}	16.57 ^{ns}	15.88 ^(*)
Error	123	6.96	41.74	15.26	12.09
ایلام (Ilam)					
Tree	9	12.58 ^{**}	85.40 ^{**}	15.82 ^(*)	20.49 [*]
Replication	2	3.04 ^{ns}	26.63 ^{ns}	6.81 ^{ns}	19.57 ^{ns}
Progenies in tree	64	3.29 ^{ns}	31.39 ^{ns}	8.26 ^{ns}	9.91 ^{ns}
Error	66	4.14	38.66	12.71	12.66
فارس (Fars)					
Tree	8	6.97 ^{**}	38.30 [*]	3.90 ^{ns}	6.94 ^{ns}
Replication	2	2.95 ^(*)	105.06 [*]	32.51 [*]	22.78 [*]
Progenies in tree	40	2.16 ^{**}	17.18 ^{ns}	5.66 ^{ns}	8.59 ^{ns}
Error	46	1.09	25.27	8.41	7.51

(*)، * و ** به مفهوم معنی‌دار در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد و ns به مفهوم غیرمعنی‌دار است.

(*), * and ** stand for significant at 10%, 5% and 1% probabilities, ns = non-significant

همبستگی‌های دوگانه بین همه ترکیب‌های دوگانه صفات مورد مطالعه در جدول ۵ ارائه شده است. به جز همبستگی دوگانه بین صفات شادابی و ارتفاع نهال بقیه ضرایب همبستگی بین صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شدند.

بر مبنای مقادیر محاسبه شده وراثت‌پذیری، جمعیت بلوط مطالعه شده از لرستان از نظر صفات ارتفاع نهال، طول برگ و عرض برگ وراثت‌پذیری بالائی نشان داد. جمعیت ایلام از نظر میزان وراثت‌پذیری در مرتبه دوم قرار گرفت و جمعیت‌های فارس و کردستان در مرتبه بعدی قرار گرفتند.

تنوع و ساختار ژنتیکی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.
(میرزاوی ندوشن و همکاران، ۱۳۹۱).

اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و یک درصد در بین این جمعیت‌ها از نظر صفاتی چون ارتفاع نهال و شادابی بهنوبه خود حکایت از وجود تنوع کافی بین جمعیت‌ها از نظر این صفات در دوران نونهالی داشت. اختلاف بین جمعیت‌ها را برخی از محققین حاصل اثر مبدأ بر روی بذر درختان مستقر در مناطق مختلف دانسته‌اند (تابنده و همکاران، ۱۳۹۱a). برخی از محققین نیز اختلاف بین جمعیت‌های متفاوت یک گونه گیاهی در مناطق مختلف را به موقعیت اکولوژیکی آن‌ها و ویژگی‌های رویشگاهی آن‌ها از جمله طول و عرض جغرافیائی و ارتفاع از سطح دریا منتبث کرده‌اند (Court-Picon *et al.*, 2004; Nielsen & Jorgensen, 2003).

گسترش این گونه بلוט در سطح کشور و دامنه‌ای که این نمونه‌گیری پوشش داده است، این انتظار را ایجاد می‌کند که تنوع گستردگی را مشاهده نمود. لازم به توضیح است که این گونه بلוט از شمال غرب تا بخشی از ارتفاعات جنوبی کشور ما کشیده شده است که دارای اقلیم حیاتی بسیار متفاوتی هستند و از آنجا که به اعتقاد بسیاری از محققین تظاهر برخی از صفات مورفولوژیک وابستگی زیادی به شرایط اقلیمی و ویژگی‌های رویشگاهی گونه گیاهی دارد تنوع در این سطح به‌خوبی قابل توجیه است.

بحث

در تجزیه واریانس عمومی جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر برخی صفات (طول و عرض برگ) تفاوت زیادی با یکدیگر نشان ندادند و اختلاف‌ها در سطح ده درصد نمایان شد. این می‌تواند بهنوعی حکایت از کمبود تنوع در این صفات در سطح جمعیتی باشد. البته در مواردی که صفتی کیفی باشد که با تعداد کمی ژن کنترل می‌شوند و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی هستند نیز این اتفاق محتمل است. در خصوص این صفات در سایر گزارش‌های موجود تنوع زیادی بین جمعیت‌ها و حتی در درون جمعیت‌هایی از گونه‌های مختلف بلוט گزارش شده است (ذوالفاری و همکاران، ۱۳۸۷، تابنده و همکاران، ۱۳۹۱a). البته این اختلاف بدیهی است که وجود داشته باشد. چراکه صفات کمی که با تعداد زیادی ژن کنترل می‌شوند ممکن است در جوامع مختلف از یک گونه گیاهی از نظر فراوانی آللی تفاوت زیادی داشته باشند که منشأ اختلاف در تنوع ژنتیکی خواهند بود.

تنوع ژنتیکی اساس برنامه‌ریزی در اصلاح و بهره‌برداری از گونه‌های مختلف گیاهی است و در بسیاری از گونه‌ها، جمعیت‌های مختلف گیاهی از این نظر مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. با این وجود گونه‌های درختی و جنگلی به دلیل طول دوره زندگی و نیز مشکلات فنی موجود کمتر از گونه‌های زراعی از نظر

جدول ۳- میانگین صفات در جمعیت‌های مطالعه‌شده بلוט

Table 3. Means of the characters on the studied oak populations

جمعیت (Population)	ارتفاع نهال Seedling height (cm)	طول برگ Leaf length (mm)	عرض برگ Leaf width (mm)	شادابی Vigor (scores 1-10)
Kurdistan	6.1a	24.2a	14.2a	5.5a
Lorestan	5.8a	22.7a	13.4a	4.3b
Ilam	5.5a	22.4a	13.3a	3.8b
Fars	3.8b	18.0b	11.4b	2.7c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در یک دسته قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.
Means with the same letters are located in the same groups with no significant differences

جدول ۴- درصد اجزاء واریانس و وراثت‌پذیری خصوصی صفات مورد مطالعه به تفکیک جمعیت‌ها

Table 4. Percentage of variance components and narrow sense heritability of the studied traits for each population

جمعیت Population	صفات Traits	تکرار Replication	نتاج Progenies	درخت Tree	خطا Error	وراثت‌پذیری Heritability
Kurdistan	Seedling height	0.00	13.78	4.32	81.91	0.17
	Leaf length	7.04	20.82	0.01	72.13	0.01
	Leaf width	3.09	16.38	3.26	77.27	0.13
	Vigor	0.00	0.13	7.51	92.35	0.30
Lorestan	Seedling height	1.69	0.00	11.51	86.81	0.46
	Leaf length	0.00	4.91	20.81	74.28	0.86
	Leaf width	0.01	2.77	20.82	76.41	0.83
	Vigor	0.01	11.58	1.51	86.91	0.06
Ilam	Seedling height	0.00	0.40	16.81	82.79	0.67
	Leaf length	0.46	0.02	11.12	88.40	0.45
	Leaf width	0.74	0.15	4.84	94.35	0.19
	Vigor	0.73	0.01	6.84	92.42	0.27
Fars	Seedling height	3.33	23.61	26.08	46.97	1.00
	Leaf length	10.75	0.03	7.50	81.72	0.30
	Leaf width	10.66	0.02	0.00	89.32	0.00
	Vigor	7.31	6.36	0.01	86.33	0.01

جدول ۵- همسنگی دوگانه بین صفات مورد مطالعه بر روی نتاج حاصل از چهار جمعیت از بلوط ایرانی

Table 5. Correlation coefficients between all pairs of the studied traits on progenies of four Persian oak populations

صفات Traits	ارتفاع نهال Seedling height	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width
Leaf length	0.46**		
Leaf width	0.40**	0.74**	
Vigor	0.04 ^{ns}	0.34**	0.25**

**: معنی‌دار در سطح یک درصد

**: Significant at one percent probability

نوجوانی تنوع زیادی از خود نشان نمی‌دهند. بلوط ایرانی با توجه به مخاطراتی که با آن مواجه شده است نیازمند مراقبت گسترده و احیاء رویشگاهی است. موفقیت در گسترش و احیاء این گونه جنگلی در گرو استفاده بهینه از منابع ژنتیکی توانمند و با قابلیت‌های

از این رو در صفاتی که تنوع کافی در سطوح مختلف بین جمعیتی، درون جمعیتی و بین نتاج مشاهده نشد باید به دیده تردید نگریست. به نظر می‌رسد که یا نمونه‌گیری انجام شده در این تحقیق طیف مناسبی نداشته است و یا این صفات در دوران

نتاج و درختان توزیع شده بود و وراثت‌پذیری این صفت هم $0/67$ بود و در جمعیت مربوط به فارس ضمن توزیع برابر تنوع در بین نتاج و درختان، وراثت‌پذیری این صفت کامل بود.

از نظر طول و عرض برگ بیشترین تنوع در جمعیت بلוט کردستان در بین نتاج مشاهده شد و وراثت‌پذیری هر دو صفت هم کم بود. در حالی که در جمعیت بلוט لرستان بیشترین درصد واریانس با منشأ ژنتیکی در بین درختان مشاهده شد و وراثت‌پذیری هر دو صفت هم در این جمعیت گیاهی زیاد بود ($0/83$ و $0/86$). صفات مذکور در جمعیت بلוט مطالعه از ایلام هم از نظر درصد واریانس بین درختان و نتاج وضعیت مشابه جمعیت بلוט لرستان داشتند و واریانس بین درختان به مرتب بیشتر از واریانس بین نتاج در درختان بود. ولی وراثت‌پذیری هر دو صفت در این جمعیت کمتر از جمعیت لرستان بود ($0/19$ و $0/45$). درصد واریانس این دو صفت در جمعیت بلוט فارس ناچیز و وراثت‌پذیری پائینی نیز از خود نشان دادند. از نظر شادابی هم درصد واریانس درختان در دو جمعیت بلוט کردستان و ایلام بیش از درصد واریانس نتاج در درون درختان بود و وراثت‌پذیری این صفت هم در دو جمعیت مذکور به ترتیب $0/30$ و $0/27$ بود. در حالی که درصد واریانس بین نتاج در دو جمعیت لرستان و فارس بیش از درصد واریانس بین درختان بود و حاصل آن هم وراثت‌پذیری ناچیز این صفت در دو جمعیت مذکور شد.

نکته قابل توجه از نظر میانگین‌ها و وراثت‌پذیری اینکه میانگین عمومی صفات ارتفاع نهال و طول و عرض برگ در جمعیت بلוט مطالعه از لرستان، هر سه دارای میزان بالایی بودند و وراثت‌پذیری این صفات هم در بلוט لرستان بین $0/46$ تا $0/86$ متغیر بود؛ به عبارت دیگر ضمن اینکه میانگین بالایی داشتند وراثت‌پذیری آن‌ها نیز نوید امکان ارتقاء ژنتیکی آن‌ها را داشت. البته صفت ارتفاع نهال در دو جمعیت ایلام و فارس هم وراثت‌پذیری خوبی از خود نشان دادند. همبستگی‌های بالای بین صفات مورد مطالعه می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی این گونه استفاده شود.

رویشی و استقرار مناسب می‌باشد. تولید نهال از بذر پایه‌هایی که قادر توانمندی مناسب از نظر استقرار و سرعت رشد هستند موجب می‌شود که نهال‌های تولیدی در بدرویش دچار مشکل شوند. تجربه نشان داده است که می‌توان با انتخاب پایه‌های مادری مناسب در گونه‌های جنگلی، بیش از 50% افزایش رشد و استقرار در برخی از گونه‌های جنگلی داشت (میرزایی ندوشن، ۱۳۹۴).

البته باید تأکید کرد که در گونه‌های جنگلی همه تفاوت‌های موجود بین جمعیت‌ها و نیز بین پایه‌های درون جمعیت‌ها در ابتدای رشد نمایان نمی‌شود. از این رو نبود اختلاف معنی‌دار بین برخی از صفات مورد مطالعه در جمعیت‌ها و پایه‌ها و یا سایر اثرات موجود در جدول تجزیه واریانس که منشأ ژنتیکی دارند نمی‌تواند به طور مطلق بیان کننده نبود تنوع در سطوح مورد اشاره باشد. در خصوص شادابی نهال‌ها که با رتبه‌دهی ارزیابی شدند هم باید اشاره کرد که اساساً صفاتی که اندازه‌گیری و ارزیابی آن‌ها به صورت رتبه‌دهی صورت می‌گیرد نسبت به آن‌ها دسته از صفات کمی که با ابزار اندازه‌گیری می‌شوند خطای بیشتری داشته و سهم واریانس‌های محیطی در آن‌ها افزایش می‌یابد، به نحوی که اتنکا به این صفات برای انتخاب زودهنگام قابل اعتماد نیست (Magnussen & Yanchuk, 1993). با این حال از نظر این صفت هم در این تحقیق تفاوت معنی‌داری در سطح جمعیت و درون جمعیت مشاهده شد که قابل بهره‌برداری است. از نظر درصد اجزاء واریانس هم صفات و جمعیت‌های مختلف روند متفاوتی نشان دادند (جدول ۴). از نظر ارتفاع نهال که از جمله مهم‌ترین صفات رویشی در گونه‌های جنگلی است، در جمعیت بلוט کردستان تنوع در درون نتاج بیش از تنوع در بین درختان بود و وراثت‌پذیری این صفت $0/17$ تخمین زده شد. در حالی که تنوع در همین صفت بیشتر در بین درختان توزیع شده بود و وراثت‌پذیری بیشتری از خود نشان داد ($0/46$). این صفت در دو جمعیت بلוט ایلام و فارس از نظر تنوع وضعیت بهتری داشت. به طوری که در جمعیت بلוט ایلام تنوع زیادی در بین

تفاوت‌های زیادی در ویژگی‌های مورفولوژیک حتی در زمان نونهالی از خود نشان می‌دهند که حکایت از قابلیت‌های متفاوت آن‌ها در استقرار و رشد اولیه نهال است. از این رو در انتخاب منبع اولیه بذر برای توسعه جنگل‌های بلوط باید به این نکته توجه ویژه معطوف شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از آقایان دکتر جعفر حسین‌زاده، از مرکز تحقیقات استان ایلام، مهندس مجتبی حمزه‌پور، از مرکز تحقیقات استان فارس و مهندس داریوش مهدیفر، از مرکز تحقیقات استان لرستان که در اجرای این طرح ما را یاری کردند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از سرکار خانم جمشیدی در ستاد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور که به‌نوعی در اجرای این تحقیق ما را یاری کردند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنیم.

البته توصیه می‌شود این نوع همبستگی‌ها در ادامه رشد نهال‌ها با سرعت رشد و سایر ویژگی‌های زیستی این گونه نیز بررسی شود. از آنجا که اندازه‌گیری صفاتی نظیر طول و عرض برگ به‌آسانی صورت می‌گیرد، در صورتی که همبستگی بالائی با میزان استقرار و سرعت رشد و قطر تنه در سنین بالاتر داشته باشد می‌تواند به‌خوبی در برنامه‌های گزینش در این گونه مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

به‌رغم مشکلاتی نظیر خشک‌سالی‌های پی‌درپی، بلوط ایرانی در بسیاری از صفات موردنی مطالعه در نونهالی دارای تنوع ژنتیکی مناسبی است که می‌تواند در ارتقاء و توسعه رویشگاهی این گونه به کار گرفته شود. برخی از ویژگی‌ها در دوره نونهالی قادر به بروز و تنوع در سطح قابل توجه نیستند که ممکن است به دلیل سرعت رشد پائین در این گونه به‌ویژه در دوران نونهالی باشد. جمعیت‌های مختلف بلوط ایرانی

منابع

تابنده ساروی، آ.، طبری، م.، میرزایی ندوشن، ح.، و اسپهبدی، ک. (a) ۱۳۹۱. بررسی تنوع بین و درون جمعیت‌های بلندمازو با استفاده از ویژگی‌های نونهالی آن‌ها. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۲۰(۱): ۶۹-۸۲.

تابنده ساروی، آ.، طبری، م.، میرزایی ندوشن، ح.، اسپهبدی، ک. و اسدی‌کرم، ف. (b) ۱۳۹۱. بررسی کروموزومی گونه بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) در رویشگاه‌های شمال ایران. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۲۰(۲): ۲۲۶-۲۳۹.

ذوالقاری، ر.، اکبری نیا، م.، مردی، م. و قناتی، ف. ۱۳۸۷. مطالعه تنوع ژنتیکی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جوامع مختلف ارتفاعی استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از نشانگر مولکولی ریزماهواره (SSR). تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۶: ۱۸۱-۱۷۲.

علیخانی، ل.، رحمانی، م.ش.، شعبانیان، ت. و بدخشان، ۵. ۱۳۹۳. بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مازودار (*Quercus infectoria*) و ویول (Q. *libani*) در جنگل‌های زاگرس شمالی بر اساس نشانگرهای ISSR و IRAP. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۲۲: ۹۰-۷۹.

میرزایی ندوشن، ح. ۱۳۹۴. باغ بذر درختان جنگلی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۲۸۰ ص.

میرزایی ندوشن، ح.، کنشلو، ۵.، اسدی‌کرم، ف.، حسنی، م. و آچاک، ی. ۱۳۹۱. بررسی ساختار ژنتیکی جمعیت‌هایی از گز روغی در مراحل اولیه رشد. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۲۰: ۳۸-۲۵.

- الوانی نژاد، س.، طبری، م.، اسپهبدی، ک. و تقواei، م.، ۱۳۸۷. وراثت‌پذیری صفات نهال‌های یک‌ساله بلوط ایرانی (Quercus brantii Lindl.) تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۶: ۲۱۸-۲۲۸.
- Ahmadi, R., Kiadliri, H., Mataji, A. & Kafaki, S. 2014. Annual ring analysis of Persian oak (*Quercus brantii*) to determine periods of stress and tensions on Zagros forests (Case study: forests of Ilam county). Journal of Biodiversity and Environmental Science, 5: 378-384.
- Court-Picon, M., Gadbin-Henry, C., Guibal, F. & Roux, M. 2004. Dendrometry and morphometry of *Pinus pinea* L. in lower province (France): adaptability and variability of provenances. Forest Ecology and Management, 194(1): 319-333.
- Dean, C.A., Cotterill, P.P. & Burdon, R.D. 2006. Early selection of Radiata pine. I. Trends over time in additive and dominance genetic variances and covariances of growth traits. Silvae Genetica, 55: 182-191.
- Epperson, B.K. 1992. Spatial structure of genetic variation within populations of forest trees. New Forests, 6: 257-278.
- Espahbodi, K., Mirzaie-Nodoushan, H., Tabari, M., Akbarinia, M., Dehghan-Shuraki, Y. & Jalali, S.G. 2008. Genetic variation in early growth characteristics of two populations of wild service tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) and their interrelationship. Silvae Genetica, 57(6): 340-348.
- Hokanson, S.C., Isebrands, J.G., Jensen, R.G. & Hancock, J.F. 1993. Isozyme variation in Oak of Apostle Islands in Wisconsin: Genetic structure and level of inbreeding in *Quercus rubra* and *Quercus elipsoidalis* (Fagaceae). American Journal of Botany, 30: 1349-1357.
- Legionnet, A. & Lefevre, F. 1999. Genetic variation of the riparian pioneer tree species *Populus nigra* LI Study of population structure based on isozymes. Heredity, 77(6): 318-327.
- Magnussen, S. & Yanchuk, A.D. 1993. Selection age and risk: finding the compromise. Silvae Genetica, 42: 25-25.
- Nielsen, C.N. & Jorgensen, F.V. 2003. Phenology and diameter increment in seedlings of European beech (*Fagus sylvatica* L.) as affected by different soil water contents: Variation between and within provenance. Forest Ecology and Management, 174(1): 233-249.
- Redkina, N.N., Mullagulov, R.Y., Yanbaev, Y.A. & Degen, B. 2008. Fine spatial structure of allozyme genotypes in isolated population of pedunculate oak *Quercus robur* L. (Fagaceae). Russian Journal of Genetics, 44(8): 997-999.
- Rochon, C., Margolis, H.A. & Weber J.C. 2007. Genetic variation in growth of *Guazuma crinita* (Mart.) trees at an early age in the Peruvian Amazon. Forest Ecology and Management, 243(2): 291-298.
- Samuel, R. 1999. Identification of hybrids between of *Quercus petraea* and *Quercus robur* (Fagaceae): Results obtained of RAPD marker confirm allozyme studies based on Got-2 locus. Plant Systematics and Evolution, 217(1-2): 137-146.
- Sonesson, K. & Drobyshev, I. 2010. Recent advances on Oak decline in southern Sweden. Ecological Bulletins, 53: 197-207.

Variation Extent in Seedling Growth Characteristics of Persian Oak (*Quercus brantii* Lindl.) Populations

**Hossein Mirzaie-Nodoushan^{1,*}, Zahra Abravesh², Mehdi Pourhashemi³, Majid Hassani⁴,
Parisa Panahi⁵**

¹ Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

² M.Sc. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

³ Association Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

⁴ M.Sc. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

⁵ Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

* Corresponding author, E-mail address: nodoushan2003@yahoo.com

Received: 27.05.2015

Accepted: 12.01.2016

Abstract

Although *Quercus brantii* Lindl. has shown suitable genetic variation in Iran, which is required for a sustainable forest ecosystem, but during the last decade, it came across some difficulties which are considered as oak decline. This research investigated seedling characteristics of four plant populations of the *Quercus brantii* species to assess genetic potentials of the populations to base a cornerstone for complimentary studies. Seeds were collected on ten single trees for each of plant population located in Kurdistan, Lorestan, Ilam, and Fars provinces in Iran. Seeds were sown in pots at greenhouse conditions to produce at least 30 single progeny seedlings from each population with three replications were studied. Vegetative characteristics such as plant height, leaf length, leaf width, and plant vigor were studied on the single plants. Data were analyzed based on a double nested statistical model, and then the data were analyzed on each population separately. Results indicated significant differences between the studied populations based on seedling height and plant vigor. Plant within population, showing possible differences between the single trees within the populations, was also significant for seedling height, leaf length and leaf width. In population based analysis, the populations showed different behaviors, so as there was not significant effects between single plants in Kurdistan population for plant height and leaf traits; whereas, in Lorestan and Ilam populations significant effects for the mentioned traits were observed. Although the populations showed different characteristics at seedling stage, but it is sought that there are still enough genetic variability and the high heritability that might be used in future breeding projects.

Keywords: *Quercus brantii*, Heritability, Zagros, Seedling characteristics, Genetic variation

Translated References

- Alikhani, L., Rahmani, M.S., Shabanian, N. & Badakhshan, H. 2014. Genetic diversity assessment of *Quercus infectoria* and *Q. libani* populations in North-Zagros forests based on ISSR and IRAP markers. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 22: 72-90. (In Persian with English Abstract).
- Alvaninejad, S., Tabari, M., Espahbodi, K. & Taghvaei, M. 2009. Heritability of traits in 1-year seedlings of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16: 218-228. (In Persian with English Abstract).
- Mirzaie-Nodoushan, H. 2015. Forest Trees Seed Orchard. Tehran University Publication, 280 p. (In Persian).
- Mirzaie-Nodoushan, H., Keneshloo, H., Asadicorom, F., Hassani, M. & Achak, U. 2012. Genetic architecture of *Moringa peregrina* populations at early growth stage. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 20: 25-38. (In Persian with English Abstract).
- Tabandeh, A., Tabari M., Mirzaie-Nodoushan H. & Espahbodi, K. 2012a. Variation within and among *Quercus castaneifolia* populations based on their seedling characteristics. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 20(1): 69-82. (In Persian with English Abstract).
- Tabandeh, A., Tabari M., Mirzaie-Nodoushan H., Espahbodi, K. & Asadicorom, F. 2012b. Karyotypic analysis on *Quercus castaneifolia* of North of Iran. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 20(2): 226-239. (In Persian with English Abstract).
- Zolfaghari, R., Akbarinia, M., Mardi, M. & Ghanati, F. 2009. Genetic diversity in Persian oak (*Quercus brantii* Lindl) from Kohkiluye and Boyerahmad using SSR. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16: 172-181. (In Persian with English Abstract).