فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۶ شماره ۲، صفحه ۲۲۷–۲۱۵، (۱۳۹۷)
شناسه دیجیتال (DOI): 10022092/ijfpr.2018.116750

وراثت‌پذیری و تجزیه رشد در سنین اولیه رشد بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.)

حسین میرزایی ندوشن [۱*]، جعفر حسین‌زاده [۲]، مهدی پورهاشمی [۳]، شهین مهرپور [۴]، مجتبی حمزه‌پور [۵] و زهرا آبروش [۶]

۱* – نویسنده مسئول، استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: nodoushan2003@yahoo.com
۲ – دانشیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران
۳– دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴– استادیار، دانشگاه آزاد قم، قم، ایران
۵– مربی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران
۶– پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۴

چکیده

بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) یکی از گونه‌های اصلی جنگل‌های زاگرس است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارزیابی جوامع مختلف این گونه به‌منظور شناسایی پایه‌های برتر و تجزیه روند رشد در نهال‌های به‌دست آمده از این پایه‌ها از اهداف این پژوهش بود. از ۱۲ پایه سالم در یک جمعیت بلوط ایرانی واقع در استان لرستان بذرگیری شد و در قالب طرح آماری آشیانه‌ای با سه تکرار آزمون نتاج انجام شد. علاوه‌بر تجزیه بیومتریکی و ژنتیکی داده‌های به‌دست آمده از ویژگی‌های ریخت‌شناسی، روند تغییرات رفتارهای رویشی طی دو سال در بین خانواده‌های ناتنی مورد نظر بررسی شد. درختان مادری از نظر همه ویژگی‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند. ضمن برتری مطلق نتاج یکی از پایه‌های مورد بررسی که از نظر بیشتر صفات فاصله زیادی با بقیه داشت، روند رشد در سال دوم در ۳۴۰ نهالی که از این ۱۲ خانواده مطالعه شد، مشابه روند رشد سال اول بود. ضمن اینکه، خانواده‌هایی که از نظر ارتفاع نهال، قطر یقه و تعداد برگ در سال اول رتبه‌های بالا را کسب کرده بودند، در سال دوم نرخ رشد بهتری داشتند. به‌عبارت دیگر، گزینش پایه‌های برتر بر اساس آزمون نتاج و در مرحله نونهالی می‌تواند به‌طور مؤثر مبنای انتخاب پایه‌های برتر برای استفاده در اهداف اصلاحی ازجمله تشکیل باغ بذر قرار گیرد. وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه در سال دوم رویش بین ۰/۴۸ تا ۰/۹۹ متغیر بود و همبستگی بیشتر صفات در سال دوم تقویت شد.

واژه‌های کلیدی: آزمون نتاج، بلوط، رشد، ویژگی‌های نهال.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بلوط ایرانی به‌عنوان یکی از گونه‌های اصلی جنگل‌های موجود در دامنه‌های سلسله‌جبال زاگرس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این اهمیت زمانی بیشتر می‌شود که نقش این گونه جنگلی در مناطق نیمه‌خشک از نظر محیط زیستی، اجتماعی، و اقتصادی تعیین شود. علاوه‌براین، گونه‌های مختلف بلوط مأمن و زیستگاه حیات وحش هستند و نیاز بسیاری از علفخواران را نیز تأمین می‌کنند. به‌دلیل اهمیت زیاد گونه‌های بلوط، مطالعه تنوع ژنتیکی آن‌ها و توزیع تنوع موجود در سطح گونه و رویشگاه‌ها در دستور کار بسیاری از پژوهشگران جنگل بوده است (Kanno *et al.*, 2004; Muir, *et al.*, 2004; de Casas *et al.*, 2007). تنوع ژنتیکی نه‌تنها از نظر تولید برای گونه‌های گیاهی اهمیت دارد، بلکه در قدرت پایداری و بقای گونه در مقابل شرایط متغیر زیستی نیز اهمیت ویژه‌ای دارد، به‌طوری‌که هرچه تنوع ژنتیکی جمعیت‌های یک گونه گیاهی بیشتر باشد، قدرت بافری آن‌ها در مقابله با تنش‌های زیستی زنده و غیرزنده افزایش می‌یابد. به عبارتی، محیط زیست درختان جنگلی و مؤلفه‌های آن هتروژنیتی زیادی از نظر زمانی و مکانی از خود نشان می‌دهند (Wang & Szmidt, 2001) و درختان جنگلی به‌ویژه درختانی که در گستره جغرافیایی وسیعی پراکنش دارند، در صورتی‌که تنوع ژنتیکی کافی داشته باشند، به‌طور مؤثرتری قادر به‌مقابله با تغییرات و گاهی تنش‌های کشنده محیطی هستند. از این‌رو، ارزیابی تنوع ژنتیکی گونه‌های جنگلی ازجمله بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) اهمیت زیادی دارد، چراکه درک پژوهشگران از اینکه آیا جمعیت مورد نظر در برابر مشکلات زیستی ازجمله تنش‌ها به اندازه کافی مقاوم هست یا نه منوط به ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود در آن جمعیت است (Ohsawa *et al.*, 2008)، ضمن اینکه زمینه لازم برای انتخاب پایه‌های مناسب به‌منظور استفاده در برنامه‌های اصلاحی را نیز فراهم می‌کند.

انتخاب پایه‌های برتر درختان جنگلی به‌طور معمول در چند مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول پایه‌ها بر اساس فرم ظاهری درخت، رشد مناسب و سلامت ظاهری انتخاب می‌شوند. از آنجاکه بخش عمده‌ای از آنچه که به‌ظاهر از توانمندی گونه‌های گیاهی مشاهده می‌شود، حاصل اثرات محیطی و نیز اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط است (Mirzaie-Nodoushan, 2015)، آزمون نتاج پایه‌های منتخب می‌تواند تا حد زیادی قابلیت ژنتیکی این پایه‌ها را نیز ارزیابی کرده و ساختار ژنتیکی جمعیت گیاهی مرجع را تعیین کند. با این‌حال، درک بهتر دینامیک رشد در طول دوره‌های اولیه رشد در گونه‌های جنگلی ازجمله در گونه‌های مختلف بلوط می‌تواند تحول زیادی در انتخاب پایه‌های والدینی و استفاده از بذر آن‌ها در جنگل‌کاری‌های مصنوعی ایجاد کند.

گونه‌های مختلف بلوط ازجمله بلوط ایرانی عمر به‌نسبت طولانی دارند. درصورتی‌که جنگل‌کاری این گونه با استفاده از نهال‌هایی باشد که از نظر توانمندی ژنتیکی، قابلیت‌های ویژه‌ای دارند، در آن صورت نهال‌ها می‌توانند در طول سالیان دراز در طبیعت به‌حیات خود ادامه دهند. با این‌حال، انتخاب پایه‌های مادری به‌طور معمول بر اساس آزمون نتاج پایه‌های منتخب که برتری ظاهری خود را در طبیعت نشان داده‌اند، انجام می‌شود. آزمون نتاج این گونه‌ها به‌طور معمول با مطالعه صفات مختلف در مرحله نونهالی نتاج به‌دست آمده از کشت بذر جمع‌آوری شده از والدین مادری انجام می‌شود که بر اساس آن، والدینی که قادر باشند ویژگی‌های ظاهری خود را به‌خوبی به نتاج خود منتقل کنند، انتخاب می‌شوند. اینکه بخش وسیعی از ویژگی‌های نونهالی به‌سال‌های بعد سرایت می‌کند نیز در بسیاری از تجربیات پژوهشگران پذیرفته شده است (Espahbodi *et al.*, 2008). اینکه آیا قدرت رشد و شاخه‌دهی زیاد خانواده‌هایی که حاصل انتخاب از طریق آزمون نتاج یک یا چند پایه مشخص هستند، در سال‌های بعد هم باقی می‌مانند یا نه و اینکه

Archive of SID

www.SID.ir

اصولاً آیا آزمون نتاج در مرحله نونهالی می‌تواند مبنای انتخاب پایه‌های مادری قرار گیرد یا نه گاهی دغدغه بجای برخی از پژوهشگران بوده که باید بررسی شود. این موضوع در خصوص گونه‌های دگرگشنی چون بلوط شاید بیشتر مورد پرسش باشد، چراکه بلوط‌ها علاوه‌بر هتروزیگوسیتی، هتروژنتیی جمعیتی زیادی نیز دارند و از تنوع درون و بین گونه‌ای زیادی برخوردارند (Hawn *et al.*, 1999). این تنوع راز پایداری آن‌ها در مناطق مختلف است (Hawn *et al.*, 1999). یکی از دلایلی که سابقه حضور بلوط ایرانی به بیش از ۵۵۰۰ سال می‌رسد (Pourhashemi *et al.*, 2004) و در بسیاری از نقاط جنگل‌های زاگرس از شمال غرب تا جنوب غرب ایران حضور دارد، همین ویژگی دگرگشنی و در نتیجه تنوع ژنتیکی گسترده است. نظر به اینکه جنگل‌های بلوط زاگرس در سال‌های اخیر گرفتار خشکسالی‌های پی‌درپی شده و به‌دلیل خشکیدگی‌های گسترده‌ای که در اثر این خشکسالی‌ها ایجاد شد، جنگل‌کاری با بلوط ایرانی ضرورت یافته است، درک روند رشد، استقرار نهال و سایر ویژگی‌های زیستی در این گونه و تفاوت‌های احتمالی بین نهال‌های به‌دست آمده از پایه‌های مختلف مادری می‌تواند کمک قابل توجهی به موفقیت جنگل‌کاری‌های پیش‌رو بکند. جنگل‌های بلوط علاوه‌بر افزایش حاصلخیزی خاک در اراضی تحت پوشش خود، نقش ویژه‌ای در حفظ تنوع و ترکیب گونه‌ای نیز ایفا می‌کنند (Chaubey, 2012). ارزیابی تنوع و ساختار ژنتیکی جوامع جنگلی همیشه هدایت‌گر فعالیت‌های جنگل‌داران و به‌نژادگران گونه‌های جنگلی بوده و در به‌کارگیری بهینه ظرفیت‌های موجود در جوامع طبیعی کمک شایانی به آن‌ها کرده است (Tabandeh *et al.*, 2012).

با توجه به اینکه در گونه‌های دگرگشن گرده‌افشانی به‌صورت باز است، نهال‌های به‌دست آمده از بذر یک درخت مادری، هاف‌سیب یا خواهر و برادر ناتنی قلمداد شده و واریانس افزایشی در آن‌ها چهار برابر جزء واریانس بین فامیل‌ها است (Falconer & Mackay, 1996)، اما در گونه‌های جنگلی به‌دلیل فاصله درختان از یکدیگر، احتمال تلاقی درختان نزدیک به‌هم بیشتر است. از این‌رو، احتمال تشکیل بیشتر بذرهای روی یک درخت از تلاقی با درختان مجاور بیشتر است که در آن صورت این بذرها باید فول‌سیب یا خواهر و برادر تنی و مابقی بذرها هاف‌سیب یا ناتنی قلمداد شوند. از آنجاکه واریانس بین فامیل‌های فول‌سیب یا تنی‌ها شامل یک‌دوم واریانس افزایشی و واریانس بین فامیل‌های هاف‌سیب یا ناتنی‌ها شامل یک‌چهارم واریانس افزایشی است، توصیه می‌شود که صورت کسر وراثت‌پذیری سه برابر واریانس ژنتیکی بین فامیل‌ها درنظر گرفته شود.

زوال بلوط و از دست‌رفتن تنوع ژنتیکی که در بسیاری از جوامع گیاهی این گونه مشاهده شده است (Ahmadi *et al.*, 2014)، ضرورت استفاده بهینه از ظرفیت‌های ژنتیکی این گونه‌ها را بیش از پیش روشن کرده است. این پژوهش بر پایه آزمون نتاج دوازده پایه مادری از یک جمعیت بلوط ایرانی مستقر در استان لرستان و مطالعه نهال‌های به‌دست آمده از این آزمون، در پی پاسخ این پرسش است که آیا برتری‌های احتمالی برخی از خانواده‌های ناتنی بلوط در سال بعد هم برقرار است یا نه و اگر پاسخ مثبت است، با چه شدتی ویژگی‌های برتر نونهالی در خانواده‌های منتخب به‌سال بعد منتقل می‌شود و آیا همبستگی خاصی بین این ویژگی‌ها در دو سال متوالی وجود دارد یا خیر؟

مواد و روش‌ها

به‌منظور تأمین بذر مورد نیاز، ابتدا جمعیتی از بلوط ایرانی واقع در رویشگاهی با موقعیت جغرافیایی ″۴۰ ′۱۰ °۴۸ طول شرقی و ″۰۷ ′۲۱ °۳۳ عرض شمالی در غرب شهرستان خرم‌آباد در استان لرستان که از سلامتی مناسبی برخوردار بود، انتخاب شد و از ۱۲ پایه بالغ به‌طور تصادفی و به‌مقدار کافی از همه نقاط تاج درخت بذرگیری شد. فاصله درختان مادری از یکدیگر بیشتر از ۱۰۰ متر درنظر گرفته شد تا هم امکان خویشاوندی بین پایه‌های منتخب کاهش یابد و هم یکنواختی در نمونه‌گیری افزایش یابد. پس از ارزیابی‌های اولیه

Archive of SID

www.SID.ir

بذرهای جمع‌آوری شده، به‌منظور ارزیابی پایه‌های مادری، بذرها در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور کاشته شدند. بلوک‌بندی بر اساس شیب زمین و جهت آبیاری انجام شد تا بین واحدهای هر بلوک یکنواختی بیشتری ایجاد شود. در هر واحد آزمایشی در هر تکرار حداقل ۱۰ نهال و در مجموع آزمایش از هر درخت مادری ۳۰ نهال مطالعه شد و با استفاده از مدل طرح آمیزشی آشیانه‌ای، آماره‌های بیومتریکی به آماره‌های ژنتیکی تبدیل شدند. لازم به ذکر است که با توجه به عدم استقرار تعداد پیش‌بینی شده نهال در برخی از فامیل‌ها، درمجموع ۳۴۰ نهال مطالعه و یادداشت‌برداری شدند. از آنجاکه روند رشد در سال دوم رویش نهال‌ها و مقایسه آن‌ها با روند رشدشان در سال اول رویش یکی از اهداف مورد نظر در این پژوهش بود، ضمن اندازه‌گیری ویژگی‌های رویشی نهال‌ها (نونهال‌ها) در سال اول، در سال دوم اجرای طرح نیز این ویژگی‌ها ازجمله ارتفاع نهال، طول و عرض برگ‌ها، قطر یقه، تعداد شاخه و تعداد برگ در همه نهال‌ها اندازه‌گیری یا شمارش شد. داده‌های سال دوم بر پایه یک طرح آماری آشیانه‌ای تجزیه و تحلیل شدند. از رابطه ۱ به عنوان مدل آماری طرح در این پژوهش استفاده شد:

$$Y_{ijl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \rho_{l(i)} + \varepsilon_{ijl} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه فوق: Y_{ijl} ارزش فنوتیپی متغیر مورد نظر در lامین نتاج از پایه مادری iام در تکرار jام؛ μ میانگین کل؛ α_i اثر پایه مادری؛ β_j اثر بلوک؛ $\rho_{l(i)}$ اثر نتاج آشیانه شده در پایه مادری و ε_{ijl} خطای باقیمانده مدل است و با توجه به هاف‌سیب، فول‌سیب بودن فامیل‌های مورد مطالعه از رابطه ۲ برای محاسبه وراثت‌پذیری استفاده شد:

$$h_n^2 = \frac{3\sigma_f^2}{\sigma_e^2+\sigma_w^2+\sigma_f^2} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن: σ_w^2 و σ_e^2 به‌ترتیب واریانس درون فامیل‌ها و خطا؛ h^2_n وراثت‌پذیری خصوصی و σ_f^2 واریانس ژنتیکی بین فامیل‌های مورد مطالعه است که در تخمین برآورد واریانس ژنتیکی افزایشی (σ_A^2) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

چون وراثت‌پذیری خصوصی بخشی از تنوع ژنتیکی که قابل انتقال به نتاج است را محاسبه می‌کند، این نوع وراثت‌پذیری محاسبه شد تا تخمینی از قابلیت انتقال تفاوت‌های ژنتیکی به نسل بعد نیز در اختیار باشد. با مراقبت‌های لازم در طول دو سال اجرای آزمایش تفاوت‌های موجود بین نهال‌های تولید شده از هر خانواده ناتنی در سال دوم رویش مشخص‌تر شد. باید اشاره کرد در مطالعاتی که به‌صورت آزمون نتاج درختان جنگلی انجام می‌شود، نتاج هر درخت با نتاج سایر درختان متفاوت است و به‌همین دلیل داده‌های به‌دست آمده از ویژگی‌های ریخت‌شناسی نهال‌ها باید به‌صورت آشیانه‌ای تجزیه و تحلیل شوند (Steel & Torrie, 1986). در مدل مورد استفاده در تجزیه و تحلیل داده‌ها، همه اثرات موجود در جدول تجزیه واریانس تصادفی قلمداد شدند. از آزمون دانکن برای دسته‌بندی میانگین‌ها استفاده شد. به‌منظور مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه در سال‌های اول و دوم رشد، ضمن محاسبه همبستگی‌های همه ترکیب‌های دوگانه صفات با یکدیگر، میانگین دو سال هر یک از صفات رویشی پایه‌های مورد مطالعه در کنار هم پلات شدند. در نمودارهای به‌دست آمده، به‌منظور سهولت در بررسی و مشاهده روند تغییرات در دو سال متوالی، ابتدا میانگین‌های دوساله صفات پایه‌های مادری بر اساس مقادیر صفات در سال اول مرتب شده و سپس در مقابل شماره پایه‌ها پلات شدند. از نرم‌افزار SAS برای تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌های پایه‌های مادری مورد مطالعه و از نرم‌افزار Excel برای تهیه نمودارهای مورد نظر استفاده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، درختان مادری از نظر همه ویژگی‌های مطالعه شده تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند (جدول ۱). به‌عبارت دیگر، با توجه به اینکه از هر یک از والدین مادری مورد مطالعه، ۳۰ نهال به‌عنوان نتاج ناتنی اندازه‌گیری شدند، این تفاوت‌ها می‌تواند منشاء ژنتیکی داشته و در انتخاب پایه‌های مادری برای بذرگیری یا استقرار در باغ بذر احتمالی مورد توجه قرار گیرد. تفاوت نتاج آشیانه شده در پایه‌های مادری نیز در بیشتر صفات در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد که از وجود واریانس افزایشی در درون جمعیت مورد مطالعه حکایت دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مربوط به نهال‌های دوساله از دوازده خانواده ناتنی در جمعیت بلوط ایرانی مورد مطالعه

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع نهال	قطر یقه	تعداد برگ	طول برگ	عرض برگ	تعداد شاخه
تکرار	۲	۳/۴^{ns}	۲/۶^{ns}	۴۸۵/۹**	۰/۷۶^{ns}	۰/۳۴*	۰/۹۴*
ژنوتیپ	۱۱	۸۸۷/۷**	۵۰/۰**	۱۵۰۶/۶**	۱۳/۹۳**	۲/۱۴**	۴/۷**
نتاج آشیانه شده در ژنوتیپ	۱۰۲	۲۷۹/۶**	۱۶/۱**	۴۳۲/۱**	۰/۹۹*	۰/۲۴**	۱/۳۳**
خطا	۲۲۳	۱۱/۵	۱/۳	۱۹/۲	۰/۳۶	۰/۰۸	۰/۱۴

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار

تفاوت بین پایه‌های مادری که بر اساس تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از ارزیابی نتاج ناتنیشان در صفات مختلف در سال دوم رویش مشاهده شد، این پایه‌ها را در دسته‌های مختلفی قرار داد (جدول ۲)، به‌طوری‌که از نظر ارتفاع نهال در سال دوم رویش، میانگین نتاج به‌دست آمده از پایه شماره یک، ۳۵/۲ سانتی‌متر و میانگین نتاج به‌دست آمده از پایه شماره ۶ که نزدیک‌ترین میانگین به پایه شماره یک را داشت، ۲۳/۵ سانتی‌متر ارزیابی شد. ضعیف‌ترین پایه از نظر این صفت، پایه شماره ۴ با میانگین ارتفاع ۱۰/۶ سانتی‌متر بود (جدول ۲). دامنه تفاوت‌ها درون خانواده‌های مطالعه شده بسیار بیشتر از تفاوت بین میانگین خانواده‌ها بود. دامنه این صفت در نهال‌های دوساله درون خانواده‌های ناتنی بین ۶ و ۱۰۲ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۳). نهال دوساله ۶ سانتی‌متری مربوط به نتاج به‌دست آمده از پایه مادری شماره ۴ و نهال دوساله ۱۰۲ سانتی‌متری متعلق به پایه مادری شماره یک بود. در ضمن، میانگین ارتفاع ۳۴۰ نهالی که مطالعه شدند، ۲۰/۴ سانتی‌متر به‌دست آمد. دامنه تفاوت در برخی از صفات دیگر نیز قابل توجه بود، به‌طوری‌که در سال دوم رویش، میانگین تعداد برگ در نتاج به‌دست آمده از پایه‌های شماره چهار و یک بین ۱۱/۸ و ۴۱/۷ عدد متغیر بود (جدول ۲)، در حالی‌که درون خانواده‌ها این عدد بین ۷ و ۱۴۲ عدد متغیر بود که به‌ترتیب به نهال‌هایی از پایه‌های شماره چهار و یک تعلق داشتند.

در بیشتر صفات مورد مطالعه، بیشترین مقدار تنوع موجود در درون خانواده‌ها مشاهده شد (جدول ۴). وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه نیز بین ۰/۴۸ تا ۰/۹۹ متغیر بود. بیشترین مقدار وراثت‌پذیری مربوط به عرض برگ و کمترین آن متعلق به قطر یقه بود (جدول ۴). این مقدار وراثت‌پذیری مهر تأییدی است بر ظرفیت مناسب جمعیت بلوط ایرانی مورد مطالعه که ضمن توانمند کردن آن در مقابله با عامل‌های نامساعد محیطی، امکان گزینش پایه‌های مطلوب برای تشکیل باغ بذر را نیز فراهم می‌کند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- میانگین ویژگی‌های ریخت‌شناسی مورد مطالعه در نهال‌های دوساله دوازده خانواده ناتنی به‌دست آمده از یک جمعیت بلوط ایرانی

صفت / والدین	ارتفاع نهال (سانتی‌متر)		قطر یقه (میلی‌متر)		تعداد برگ		طول برگ (سانتی‌متر)		عرض برگ (سانتی‌متر)		تعداد شاخه	
۱	۳۵/۲±۱۱/۵	a	۹/۲±۳/۶	a	۴۱/۷±۲۲/۲	a	۶/۶±۱/۰	a	۴/۰±۰/۵	a	۲/۵±۱/۳	a
۲	۲۰/۱±۶/۷	bc	۶/۵±۲/۳	bcd	۲۲/۸±۱۲/۷	b	۴/۸±۰/۶	ef	۳/۸±۰/۳	ab	۱/۸±۰/۹	abc
۳	۲۱/۴±۱۰/۵	bc	۶/۵±۲/۹	bcd	۲۲/۷±۱۱/۶	b	۶/۳±۰/۷	ab	۳/۸±۰/۲	a	۱/۴±۰/۶	bcd
۴	۱۰/۶±۳/۹	c	۴/۶±۰/۸	d	۱۱/۸±۳/۷	b	۴/۶±۰/۵	f	۳/۳±۰/۲	cd	۱/۰±۰/۱	d
۵	۲۲/۷±۵/۴	b	۶/۸±۱/۹	abc	۲۰/۸±۶/۰	b	۵/۳±۰/۵	de	۳/۵±۰/۳	bc	۱/۶±۰/۵	bcd
۶	۲۳/۵±۸/۵	b	۷/۲±۳/۶	abc	۱۷/۵±۶/۵	b	۶/۷±۱/۱	a	۴/۰±۰/۳	a	۱/۲±۰/۴	cd
۷	۱۵/۸±۵/۹	bc	۵/۰±/۹۱	cd	۱۶/۳±۵/۸	b	۵/۴±۰/۷	cd	۳/۵±۰/۲	c	۱/۲±۰/۵	cd
۸	۱۴/۹±۳/۶	bc	۴/۴±۱/۰	d	۱۵/۲±۴/۵	b	۴/۸±۰/۶	ef	۳/۱±۰/۵	d	۱/۴±۰/۶	bcd
۹	۱۸/۳±۴/۳	bc	۵/۵±۱/۳	bcd	۱۹/۰±۴/۰	b	۶/۴±۰/۸	ab	۳/۸±۰/۲	ab	۱/۳±۰/۵	cd
۱۰	۱۹/۲±۵/۸	bc	۶/۶±۱/۶	bcd	۲۵/۵±۷/۲	b	۵/۵±۰/۴	cd	۳/۴±۰/۳	c	۱/۶±۰/۵	bcd
۱۱	۱۵/۵±۵/۳	bc	۷/۶±۱/۳	ab	۱۸/۷±۷/۴	b	۵/۷±۰/۵	cd	۳/۴±۰/۳	c	۲/۱±۰/۶	ab
۱۲	۱۸/۴±۱۰/۵	bc	۶/۰±۳/۲	bcd	۱۹/۶±۹/۹	b	۶/۰±۰/۶	bc	۳/۸±۰/۲	a	۱/۴±۰/۶	bcd

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک دسته قرار می‌گیرند.

جدول ۳ – میانگین عمومی و دامنه صفات بین ۳۴۰ نتاج در درون خانواده‌های مطالعه شده جمعیت بلوط ایرانی

صفت	خطای معیار ± میانگین کل	کمینه	بیشینه
ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	۲۰/۴±۶/۸	۶/۰	۱۰۲/۰
قطر یقه (میلی‌متر)	۶/۴±۲/۷	۲/۵	۱۷/۰
تعداد برگ	۲۱/۳±۷/۴	۷/۰	۱۴۲/۰
طول برگ (سانتی‌متر)	۵/۸±۱/۰	۳/۵	۱۰/۰
عرض برگ (سانتی‌متر)	۳/۶±۰/۵	۲/۵	۵/۰
تعداد شاخه	۱/۶±۰/۸	۱/۰	۷/۰

جدول ۴- اجزاء واریانس به‌دست آمده از تفکیک اجزاء بیومتریکی به اجزاء ژنتیکی با استفاده از مدل آشیانه‌ای در نهال‌های دوساله بلوط ایرانی

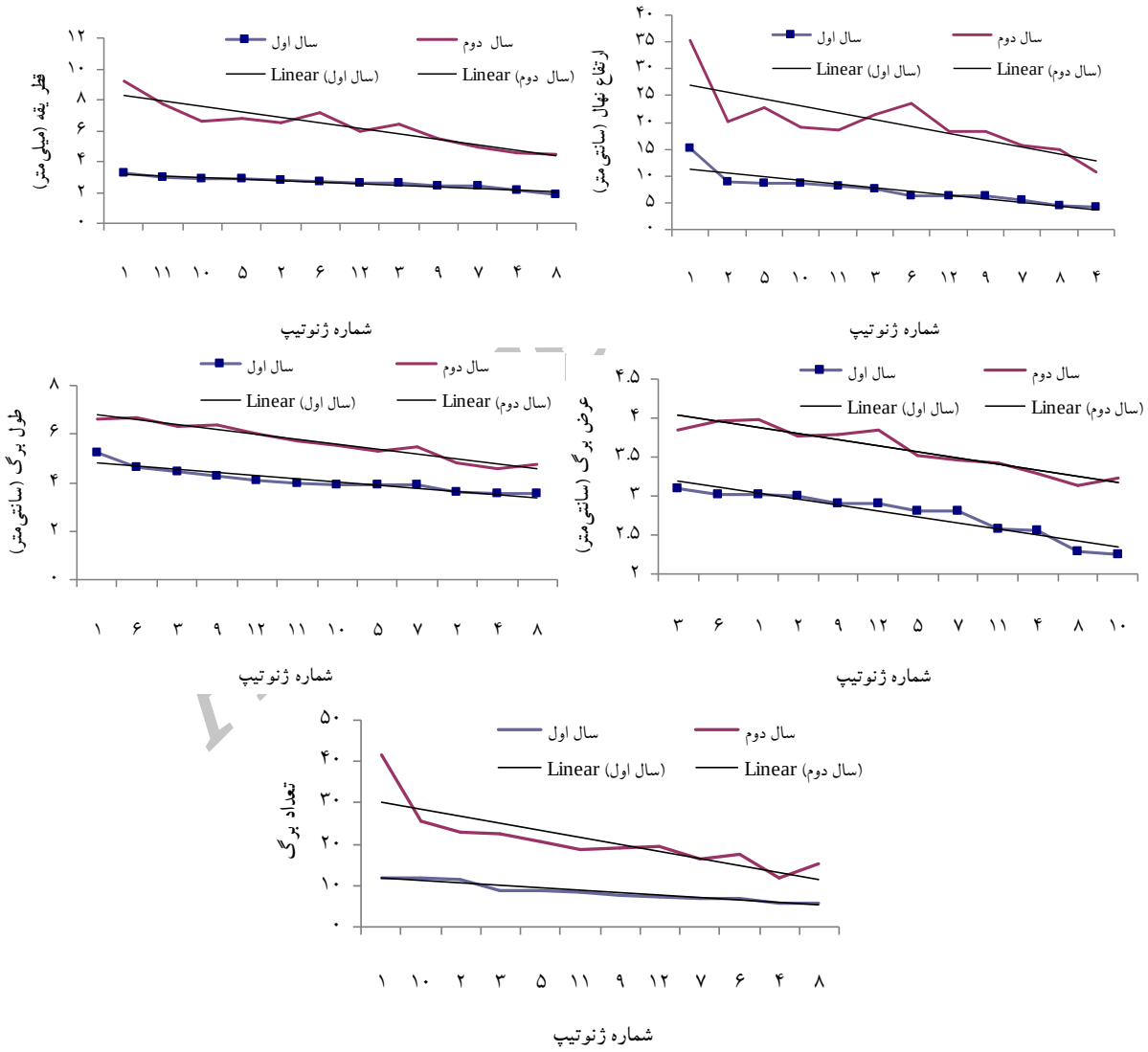
اجزاء واریانس / صفت	پایه‌های مادری	نتاج در پایه مادری	تکرار	خطا	وراثت‌پذیری
ارتفاع نهال	۲۱/۹۸	۹۰/۱۱	۰/۰۱	۱۱/۵۱	۰/۵۳
قطر یقه	۱/۱۹	۴/۹۶	۰/۰۱	۱/۳۲	۰/۴۸
تعداد برگ	۳۸/۷۸	۱۳۸/۷۹	۴/۲	۱۹/۲۱	۰/۵۹
طول برگ	۰/۵۶	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۹۷
عرض برگ	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۹۹
تعداد شاخه	۰/۱۲	۰/۴۰	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۵۵

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین صفات در نتاج به‌دست آمده از پایه‌های مورد مطالعه در دو سال متوالی در شکل ۱ ارائه شده است. برای رسم این نمودارها ابتدا در هر صفت، پایه‌ها بر اساس ارزش صفت در سال اول مرتب شدند و در کنار مقادیر متناظرشان از سال دوم پلات شدند. روند تفاوت پایه‌ها در دو سال داده‌برداری مشابه بود. شیب خطوط برازش شده بر میانگین‌ها در سال اول و دوم هم‌جهت و مشابه بود و در صفاتی مانند ارتفاع نهال، طول برگ، قطر یقه و تعداد برگ، شیب خط برازش شده بر میانگین‌ها در سال دوم بیشتر شد.

در خصوص همبستگی‌های دوگانه صفات نیز این نکته قابل ذکر است که همبستگی بیشتر صفات در سال دوم رویش افزایش یافت. به‌عنوان مثال، همبستگی ارتفاع نهال با قطر یقه در سال اول ۰/۶۸ بود، در حالی‌که این همبستگی در سال دوم به ۰/۹۰ افزایش یافت. به‌همین ترتیب، همبستگی ارتفاع نهال با تعداد برگ در سال اول ۰/۷۱ و همین همبستگی در سال دوم به ۰/۸۷ افزایش یافت (جدول ۵).



شکل ۱- روند تغییرات صفات مورد مطالعه در جمعیت بلوط ایرانی مورد مطالعه در طول دو سال رویش

www.SID.ir

جدول ۵- ضریب‌های همبستگی دوگانه همه ترکیبات دوگانه صفات مورد مطالعه در مورد نهال‌های دوساله ۱۲ خانواده ناتنی بلوط ایرانی

صفت	ارتفاع نهال سال اول	ارتفاع نهال سال دوم	قطر یقه نهال سال اول	قطر یقه نهال سال دوم	طول برگ نهال سال اول	طول برگ نهال سال دوم	عرض برگ نهال سال اول	عرض برگ نهال سال دوم	تعداد برگ نهال سال اول	تعداد برگ نهال سال دوم	تعداد شاخه
ارتفاع نهال سال اول	۱/۰۰										
ارتفاع نهال سال دوم	۰/۸۶**	۱/۰۰									
قطر یقه نهال سال اول	۰/۶۸**	۰/۶۵**	۱/۰۰								
قطر یقه نهال سال دوم	۰/۷۲**	۰/۹۰**	۰/۶۵**	۱/۰۰							
طول برگ نهال سال اول	۰/۴۲**	۰/۵۰**	۰/۳۱**	۰/۴۰**	۱/۰۰						
طول برگ نهال سال دوم	۰/۳۰**	۰/۴۸**	۰/۳۱**	۰/۴۴**	۰/۶۱**	۱/۰۰					
عرض برگ نهال سال اول	۰/۱۶*	۰/۲۲**	۰/۲۶**	۰/۲۶**	۰/۵۰**	۰/۳۱**	۱/۰۰				
عرض برگ نهال سال دوم	۰/۴۲**	۰/۴۴**	۰/۳۴**	۰/۳۸**	۰/۴۲**	۰/۴۹**	۰/۴۸**	۱/۰۰			
تعداد برگ نهال سال اول	۰/۷۱**	۰/۶۲**	۰/۵۹**	۰/۵۷**	۰/۲۰**	۰/۲۵**	۰/۰۸ns	۰/۲۳**	۱/۰۰		
تعداد برگ نهال سال دوم	۰/۸۷**	۰/۸۷**	۰/۵۵**	۰/۷۵**	۰/۴۱**	۰/۳۶**	۰/۲۶**	۰/۳۸**	۰/۶۹**	۱/۰۰	
تعداد شاخه	۰/۷۱**	۰/۶۹**	۰/۵۱**	۰/۶۴**	۰/۳۰**	۰/۲۳**	۰/۲۶**	۰/۲۶**	۰/۵۹**	۰/۷۳**	۱/۰۰

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

مطالعه ویژگی‌های زیستی در بلوط ایرانی و تفاوت‌های احتمالی بین نهال‌های به‌دست آمده از پایه‌های مختلف مادری می‌تواند به انتخاب پایه‌های برتر با قابلیت‌های مناسب رویشی منجر شود. در این پژوهش، نهال‌های به‌دست آمده از پایه‌های منتخب از جمعیت مورد مطالعه در سال دوم، پایداری مناسبی در بیان تنوع در صفات مورد بررسی از خود نشان دادند، به‌طوری‌که وراثت‌پذیری کلیه صفات بیشتر از ۴۸ درصد محاسبه شد. با وجود این تنوع انتظار می‌رود که این جمعیت قابلیت زیادی در پاسخ به برنامه‌های اصلاحی و ژنتیکی داشته باشد. به‌عبارت دیگر، اگر هدف پژوهش تشکیل باغ بذر باشد، جمعیت مورد بررسی می‌تواند تأمین‌کننده بخش عمده‌ای از پایه‌های برتر انتخابی باشد که باید در باغ بذر قرار گیرند. از بین پایه‌های بررسی شده در این پژوهش، یکی از خانواده‌های به‌دست آمده از پایه‌ای که با شماره یک مشخص شده بود، از نظر همه صفات بررسی شده برتری ویژه‌ای از خود نشان داد. وجود تنوع در جوامع گیاهی بلوط در بیشتر مطالعات انجام شده در کشور مورد تأیید پژوهشگران قرار گرفته است (Alvaninejad *et al.*, 2009; Tabandeh *et al.*, 2012). وجود تنوع ژنتیکی درون جمعیت‌های بلوط به وسیله نشانگرهای ملکولی نیز تأیید شده است (Alikhani *et al.*, 2014). لازم به‌ذکر است که تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های مختلف بلوط متفاوت گزارش شده که این اختلاف را برخی به شرایط اکولوژیکی و موقعیت‌های رویشگاهی نظیر طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا منتسب کرده‌اند (Court-Picon *et al.*, 2004).

در جوامع جنگلی عامل‌های متعددی در تنوع ژنتیکی و پایداری آن دخالت دارند که به این مبحث مرتبط نمی‌شوند، اما آنچه که اغلب نادیده گرفته می‌شود، موقعیت مکانی یک جمعیت گیاهی در یک توده جنگلی است. به‌طور معمول، جمعیت‌هایی که در مناطق مرکزی یک جنگل قرار گرفته‌اند یا در ارتفاع از سطح دریای متوسط یک جنگل قرار گرفته‌اند، از نظر ترکیب جمعیتی و تنوع ژنتیکی در شرایط مناسبی هستند، در حالی‌که توده‌های پیرامونی و حاشیه‌ای در محدودیت هستند. توده‌های حاشیه‌ای به‌طور معمول از جریان ژنی کمتری برخوردارند که مانع گسترش تنوع ژنتیکی می‌شود. در نتیجه، در جمعیت‌های طبیعی بیشترین تنوع ژنتیکی در محدوده‌های میانی جمعیت و رویشگاه وجود دارد و به‌سمت حاشیه‌ها کاهش می‌یابد (Lesica & Allendrof, 1995). البته، شرایط اکولوژیکی بهتر نیز می‌تواند یکی از دلایل وضعیت بهتر مناطق میانی جمعیت‌های گیاهی باشد. در برخی از مطالعات ثابت شده است که بذرهای به‌دست آمده از محدوده‌های میانی جمعیت‌های جنگلی نسبت به بذرهایی که از جمعیت‌های گیاهی موجود در ارتفاعات بالاتر یا پائین‌تر تهیه شده بودند، جوانه‌زنی و رشد بهتری داشتند (Ishik & Kara, 1997). تفاوت‌های مشاهده شده بین پایه‌های مورد مطالعه نیز ممکن است تا اندازه‌ای به این دلیل باشد که برخی از پایه‌ها خارج از محدوده مرکزی جمعیت گیاهی هدف که بیشتر توانمندی ژنتیکی جمعیت را در خود جای داده است، انتخاب شده‌اند و در نتیجه فاقد توانمندی قابل مقایسه با پایه‌هایی هستند که از مناطق مرکزی جمعیت گیاهی نمونه‌برداری شده‌اند. تفاوت زیاد در زنده‌مانی و استقرار نهال‌های به‌دست آمده از پایه‌های منتخب نیز می‌تواند یکی از معیارهای انتخاب پایه مطلوب باشد (Mirzaie-Nodoushan *et al.*, 2018). در این پژوهش، در سال اول درصد استقرار بین ۶ تا ۹۲ درصد متغیر بود و در سال دوم تفاوت زیادی نکرد. بدیهی است با هزینه‌های زیادی که در جنگل‌کاری‌ها وجود دارد، یکی از معیارها باید انتخاب پایه‌هایی با درصد زنده‌مانی و توان استقرار زیاد باشد. نهال این گونه‌ها به‌ویژه در مراحل اولیه رشد به عامل‌های زنده و غیرزنده محیطی بسیار حساس است، چرا که نهال‌های جوان باید قادر باشند در شرایط مختلف محیطی بافت فتوسنتزی کافی و ساختار مقاومتی لازم را تولید کنند تا بتوانند در رقابت با یکدیگر و نیز در رقابت با نهال‌های سایر گونه‌های جنگلی زنده بمانند

Archive of SID

www.SID.ir

(Leck & Outred, 2008). در نتیجه، پایه‌هایی که در سرعت رشد و تولید سبزینه تفاوتی در این حد و اندازه دارند که تعداد برگ تولیدی آن‌ها بین هفت تا ۱۴۲ نوسان دارد و یا تعداد شاخه‌های تولیدی آن‌ها از یک تا هفت تغییر می‌کند (جدول ۳)، بدیهی است که از نظر استقرار و زنده‌مانی هم تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند.

تفاوت شیب دو خطی که روند رشد صفاتی مانند ارتفاع نهال، قطر یقه و تعداد برگ در دو سال متوالی را نشان می‌دهد (شکل ۱)، حکایت از این داشت که خانواده‌هایی که در سال اول رشد بهتری داشتند، آهنگ رشدشان در سال دوم هم بهتر بود. از آنجا که تفاوت‌های مشاهده شده، میانگین مشاهدات در مورد ۳۰ نتاج از هر والد مادری است که در سه تکرار مختلف مشاهده شده‌اند، بخش عمده‌ای از این تفاوت‌ها می‌تواند منشأ ژنتیکی داشته باشد. نکته قابل توجه در نمودارها این است که روند عمومی تفاوت‌های پایه‌ها در سال‌های اول و دوم یکسان است، به‌طوری‌که شیب خطوط برازش شده بر میانگین‌های پایه‌های مورد مطالعه در سال اول و دوم هم‌جهت و مشابه است و در برخی صفات، شیب خط برازش شده بر میانگین‌ها در سال دوم بیشتر شد. جدول همبستگی‌ها نیز این رویه را به‌نوعی تأیید کرد. لازم به توضیح است که مطالعه ویژگی‌های رشد ازجمله نرخ رشد می‌تواند به شناخت روند رشد رویشی در گیاه و سازگاری آن با محیط اطراف منجر شود. از سویی، تجزیه رشد در گیاه به‌منظور مطالعه رشد و توسعه ساختار گیاه توانائی گیاه را در رقابت با سایر گونه‌های گیاهی تحلیل می‌کند (Valdes-Rodriguez *et al.*,2017). تفاوت پایه‌های مورد مطالعه در این پژوهش از نظر ویژگی‌های رویشی در سال اول نه‌تنها در سال دوم باقی ماند، بلکه پایه‌ها و خانواده‌هایی که در سال اول رشد بهتری داشتند، آهنگ رشدشان در سال دوم هم بهتر بود. بر این اساس می‌توان اطمینان حاصل کرد که ارزیابی گونه‌های درختی و چندساله که به‌طور معمول مبتنی بر ویژگی‌های نونهالی است، به‌عنوان میانگینی از توانمندی پایه‌های مادری قابل قبول است (Espahbodi *et al.*, 2008).

مطالعات نشان داده که در خلال رشد، نهال‌هایی که در سایه رشد می‌کنند، نور کمتری دریافت می‌کنند که ممکن است منجر به‌کاهش رشد و زنده‌مانی آن‌ها شود، اما با داشتن سطح برگ بیشتر ممکن است این گیاهان مقاومت بهتری نسبت به کمبود نور از خود نشان دهند. واکنش برخی از گونه‌های بلوط به شدت‌های مختلف نور حکایت از این دارد که این گونه‌ها انعطاف‌پذیری فتوسنتزی زیادی داشته و سازگاری به شرایط ریزمحیطی مختلف که از طریق نرخ مختلف رشد و هدایت روزنه‌ای، آناتومی برگ و نیز فعالیت روبیسکو اعمال می‌شود، آن‌ها را ممتاز می‌کند (Valladares *et al.*, 2002). با این‌حال، این امر در خصوص تفاوت‌های درون‌گونه‌ای نیز صادق است. در بین پایه‌های مورد مطالعه در این پژوهش از نظر تعداد برگ، تک‌نهال‌های مطالعه شده بین ۷ و ۱۴۲ برگ اختلاف داشتند (جدول ۳). این اختلاف در میانگین خانوادگی بین ۱۱/۸ و ۴۱/۷ متغیر بود. اگرچه خطای معیار این صفت هم به‌دلیل ماهیت صفت زیاد بود (جدول ۳)، اما با توجه به نتایج تجزیه واریانس و مقدار وراثت‌پذیری، این تفاوت هم می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. بدیهی است که این نهال‌ها و خانواده‌های مربوطه انعطاف‌پذیری فتوسنتزی متفاوتی از خود نشان دهند و قدرت سازگاریشان هم متفاوت باشد.

احتمال اینکه بذر درشت‌تر در اوایل دوره رشد نهال ذخائر غذایی بیشتری در اختیار آن گذاشته و سبب رشد بهتر نهال تولیدی شود نیز وجود دارد (Danner & Knapp, 2001). این احتمال در مقایسه نهال‌های به‌دست آمده از یک خانواده ناتنی کاهش پیدا می‌کند، به‌دلیل اینکه بذر اولیه مورد استفاده در تولید هر خانواده ناتنی از یک درخت واحد جمع‌آوری می‌شود و اندازه بذرهای انتخابی برای کاشت و تولید این خانواده‌های ناتنی در این پژوهش در ابتدا یکسان درنظر گرفته شد. با این‌حال، تداوم رشد بهتر برخی از نهال‌ها و خانواده‌ها در سال دوم هم این ایده را تقویت می‌کند که قابلیت بهتر در رشد و استقرار در سال اول به سال‌های بعد هم منتقل می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

لازم به‌ذکر است که این پژوهش می‌تواند در چند محیط هم تکرار شود تا اثرات متقابل احتمالی بین ژنوتیپ‌های مختلف با محیط نیز ارزیابی شود. در آن صورت اگر چنین اثرات متقابلی وجود داشته باشد، باید به‌دنبال پایه‌هایی بود که یا سازگاری عمومی زیادی داشته و در همه محیط‌ها قادر به‌رشد مناسب باشند یا باید به‌دنبال پایه‌هایی بود که سازگاری خاص به‌برخی از رویشگاه‌ها داشته و با تولید فوق‌العاده خود در این رویشگاه‌های خاص بتوانند رویش و تولید را در این گونه متحول کنند. بدیهی است که همه گونه‌ها و همه ژنوتیپ‌ها واکنش یکسانی نسبت به‌عامل‌های اقلیمی از خود نشان نمی‌دهند. به‌عنوان نمونه، بلوط سفید (*Q. alba*) در شرایط سایه ۳۲ درصد نسبت به شرایط تابش کامل نور خورشید رشد بهتری از خود نشان داد (Dillaway *et al.*, 2007)، در حالی‌که در پژوهشی دیگر، گونه‌های *Q. xalapensis*، *Q. sartorii* و *Q. insignis* در نور کامل رشد بهتری از خود نشان دادند (Valdes-Rodriguez *et al.*, 2017)، اگرچه برخی از این گونه‌ها با نشان‌دادن سازگاری فنوتیپی در ادامه رویش به‌شرایط نور کم هم سازگاری نشان دادند.

با توجه به عرصه گسترده‌ای که بلوط ایرانی در آن پراکنش دارد و تنوع اقلیمی و ادافیکی موجود در رویشگاه‌های آن، می‌توان انتظار داشت که این گونه سازگاری فنوتیپی گسترده‌ای به عامل‌های مختلف اقلیمی از خود نشان دهد. این موضوع می‌تواند مورد مطالعات متعددی قرار گیرد تا بلکه بتوان از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های موجود در جوامع گیاهی بلوط ایران استفاده بهینه کرد و رویشگاه‌های تخریب‌شده آن‌را ترمیم کرد.

References

- Ahmadi, R., Kiadaliri, H., Mataji, A. and 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.
- Alikhani, L., Rahmani, M.S., Shabanian, N. and 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).
- Alvaninejad, S., Tabari, M., Espahbodi, K. and 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).
- Chaubey, O.P., 2012. Eco-silvicultural options for sustainable management in Joint forest management-a case study of mixed forests of Madhya Pradesh, India. International Journal of Bio-Science and Bio-Technology, 4(1): 33-48.
- Court-Picon, M., Gadbin-Henry, C., Guibal, F. and 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.
- Danner, B.T. and Knapp, A.K., 2001. Carbon and water relations of juvenile *Quercus* species in tall-grass prairie. Journal of Vegetation Science, 12(6): 807-816.
- de Casas, R.R., Cano, E., Balaguer, L., Pérez-Corona, E., Manrique, E., García-Verdugo, C. and Vargas, P., 2007. Taxonomic identity of *Quercus coccifera* L. in the Iberian Peninsula is maintained in spite of widespread hybridization, as revealed by morphological, ISSR and ITS sequence data. Flora, 202(6): 488-499.
- Dillaway, D.N., Stringer, J.W. and Rieske, L.K., 2007. Light availability influences root carbohydrates, and potentially vigor in white oak advance regeneration. Forest Ecology and Management, 250: 227-233.
- Espahbodi, K., Mirzaie-Nodoushan, H., Tabari, M., Akbarinia, M., Dehghan-Shuraki, Y. and 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: 340-348.
- Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, London, 464p.
- Hawn, K.C., Myung, H. and Shin, B.C., 1999. Species diversity of forest ecosystem in Mt. Jangan, Chollobuk. Journal of Environment and Ecology, 13(3):271-279.
- Ishik, K. and Kara, N., 1997. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten. and its implication in genetic conservation and seed transfers in southern Turkey. Silvae Genetica, 46: 113-120.

Archive of SID

www.SID.ir

- Kanno, M., Yokoyama, J., Suyama, Y., Ohyama, M., Itoh, T. and Suzuki, M., 2004. Geographical distribution of two haplotypes of chloroplast DNA in four oak species (*Quercus*) in Japan. Journal of Plant Research, 117: 311-317.
- Leck, M.A. and Outred, H.A., 2008. Seedling Natural History: 18-41. In: Leck, M.A., Parker, T., Simpson, R. (Eds.), Seedling Ecology and Evolution. Cambridge, Cambridge University Press.
- Lesica, P. and Allendorf, W., 1995. When are peripheral populations valuable for conservation? Conservation Biology, 9: 753-760.
- Mirzaie-Nodoushan, H., 2015. Forests Trees Seed Orchard. University of Tehran Press, Tehran, 297p (In Persian).
- Mirzaie-Nodoushan, H., Hosseinzadeh, H., Mehrpur, Sh., Panahi, P. and Mehdifar, D., 2018. Genetic architecture of a Persian oak plant population based on progenies seedling characteristics. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 26: 32-43 (In Persian).
- Muir, G., Lowe, A.J., Fleming, C.C. and Vogl, C., 2004. High nuclear genetic diversity, high levels of outcrossing and low differentiation among remnant populations of *Quercus petraea* at the margin of its range in Ireland. Annals of Botany, 93: 691-697.
- Ohsawa, T., Saito, Y., Sawada, H. and Ide, Y., 2008. Impact of altitude and topography on the genetic diversity of *Quercus serrate* population in Chichibu Mountains, central Japan. Flora, 203: 187-196.
- Pourhashemi, M., Mohajer, M.R., Zobeiri, M., Zahedi Amiri, Gh. and Panahi, P., 2004. Identification of forest vegetation units in support of government management objectives in Zagros forests, Iran. Scandinavian Journal of Forest Research, 4: 72-77.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1986. Principles and Procedures of Statistics, a Biometrical Approach. McGraw-Hill International Book Company, Auckland, New Zealand, 633p.
- Tabandeh, A., Tabari, M., Mirzaie-Nodoushan, H. and Espahbodi, K., 2012. 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).
- Valdés-Rodríguez, O.A., García-De La Cruz, Y. and Frey, B.R., 2017. Survival and growth of three endangered oak species in a Mexican montane cloud forest. Annals of Forest Research, 60(1): 89-100.
- Valladares, F., Chico, J., Arranda, I., Balaguer, L., Dizengremel, P., Manrique, E. and Dreyer, E., 2002. The greater seedling high-light tolerance of *Quercus robur* over *Fagus sylvatica* is linked to a greater physiological plasticity. Trees, 16: 395-403.
- Wang, R.U. and Szmidt, A.E., 2001. Molecular markers in population genetics of forest trees. Scandinavian Journal of Forest Research, 16: 199-220.

Archive of SID

www.SID.ir

Heritability and growth analysis of Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) based on sapling characteristics

H. Mirzaie-Nodoushan [*1], J. Hosseinzadeh [2], M. Pourhashemi [3], Sh. Mehrpur [4], M. Hamzehpour [5] and Z. Abravesh [6]

1*- Corresponding author, Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. Email: nodoushan2003@yahoo.com
2- Associate Prof., Research Division of Natural Resources, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Ilam, Iran
3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4- Assistant Prof., Islamic Azad University, Qom, Iran
5- Senior Research Expert, Research Division of Natural Resources, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Shiraz, Iran
6 - Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 17.02.2018 Accepted: 24.04.2018

Abstract

Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) is one of the most important tree species of Zagros forests. The major objective of the study was to assess various populations of the species for identification of plus tree individuals and growth trend analysis of the sapling of the selected trees. Therefore, seeds were collected from twelve single trees of one Brant`s oak populations located in Lorestan province. The selected trees were progeny tested based on a nested statistical design with three replications. Morphological data were biometrically and genetically analyzed, followed by investigating the trend of growth changes during the two years of the study. The selected trees were significantly different in the studied attributes. In addition, one of the progeny families showed outstanding domination over the others. Second year growth trend of 340 studied progeny saplings of the twelve families was similar to that of the first year. Meanwhile, the families with higher rank for the first-year growth based on seedling height, collar diameter and leaf number obtained better growth rates during the second year of the experiment. In other words, selecting plus trees based on progeny test at early years of sapling growth may effectively be used for selecting plus trees for breeding purposes such as seed orchard establishment. Furthermore, heritability of the studied characteristics varied between 0.48 to 0.99 and correlation coefficients between most of the paired characters increased for the second year.

Keywords: Growth, oak, progeny test, sapling characteristics.

Archive of SID

www.SID.ir