فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۶ شمارهٔ ۱ ، صفحهٔ ۱۰-۱ ، (۱۳۸۷)

# مطالعه میزان توارث‌پذیری برخی از صفات رشد در نهالهای بارانک

کامبیز اسپهبدی[1*]، حسین میرزایی ندوشن[2]، مسعود طبری[3]، مسلم اکبری نیا[3] و یحیی دهقان شورکی[4]

- این مقاله از رساله دوره دکتری نویسنده مسئول در رشته جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس استخراج شده‌است.

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران. پست الکترونیک: espahbodi2002@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس.

٤- استادیار پژوهشی، مؤسسه ثبت و گواهی بذر و نهال.

تاریخ دریافت: ۸۵/٤/۱۳ تاریخ پذیرش: ۸٦/۲/۱۱

## چکیده

این تحقیق به‌منظور تعیین تنوع ژنتیکی و تخمین وراثت‌پذیری صفات رشد نتاج یک جمعیت از بارانک (*Sorbus torminalis* (L.). Crantz) واقع در ارتفاعات، در راشستان‌های بالابند انجام شد. در جنگلهای مرکزی مازندران (ساری) یک رویشگاه بارانک به‌نام اشک در محدوده ارتفاعی ۲۱۰۰ تا۲۳۰۰ متر از سطح دریا انتخاب و از ۲۰ پایه مادری آن بذر تهیه و در نهالستان اوریملک سنگده (۱۵۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا) به اندازه کافی نهال تولید گردید. نهالها در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در عرصه‌ای در مجاورت نهالستان یاد شده، کاشت گردید. پایه‌های مادری (۲۰ ژنوتیپ) به‌طور تصادفی در هر تکرار قرار گرفته و به‌ازای هر ژنوتیپ ۱۰ اصله نهال آن به‌طور خطی در تکرارها کاشته شد. صفات زنده‌مانی، شادابی، قطر یقه، ارتفاع و تعداد شاخه طی دو سال اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر قطر یقه و ارتفاع نتاج در هر دو سال متوالی معنی‌دار گردید ($p<0.01$). از نظر شادابی اختلاف بین ژنوتیپ‌ها تنها در سال اول و از نظر تعداد شاخه تفاوتها تنها در سال دوم معنی‌دار شد. از نظر زنده‌مانی تفاوتها در سال اول در سطح ۵ درصد و در سال دوم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بیشترین میزان واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری به صفت ارتفاع نتاج مربوط شد که نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ تظاهر صفت ارتفاع در زریه‌ها می‌باشد. ضمن اینکه ارتفاع می‌تواند صفت مناسبی برای بررسیهای تنوع ژنتیکی و گزینش برای جمع‌آوری بذر و ارتقاء دستاورد ژنتیکی باشد.

**واژه‌های کلیدی**: آزمون نتاج، بارانک، تنوع ژنتیکی، واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری.

## مقدمه

بارانک (*Sorbus torminalis* (L.). Crantz) گونه‌ای کمیاب (Demesure, 1996; Rotach, 1996; Eriksson, 2001)، ولی با ارزشهای اقتصادی بسیار زیاد (Lanier, 1993; Piagnani & Bassi, 2000; Demesure *et al.*, 2000; Ericksson, 2001; Oddou-Muratorio *et al.*, 2004) و دارویی (Tsitsa-tzardi *et al.*, 1991 & 1992; Norvruzov, 1988) می‌باشد. اهمیت اقتصادی و اکولوژی بارانک باعث گردید تا در سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور نیز توجه زیادی به تولید نهال و جنگل‌کاری با آن گردد. اما کمبود آگاهی از تنوع ژنتیکی آن، تحقق اهداف جنگل‌کاری، احیاء و بهره‌برداری آن را با تردید مواجه نموده و حتی ممکن است باعث فرسایش

ژنتیکی آن نیز گردد. از این رو بررسیهای مربوط به تنوع ژنتیکی بارانک از ضروریات بوده‌است.

در راستای بررسیهای تنوع ژنتیکی بارانک در ایران، شیخ‌علی (۱۳۷۹) با انجام تحقیقی در چند رویشگاه بارانک در گیلان، وجود تنوع نسبتاً زیاد مورفولوژی در پایه‌های بارانک را گزارش کرد. ایرانمنش (۱۳۸۰) با بررسیهای آنزیمی دو جمعیت از بارانک جنگلهای ساری، ضمن گزارش تنوع اندک درون جمعیتی، خطر انقراض بارانک را هشدار داد. اسپهبدی (۱۳۸٤) نیز از یک سو تنوع قابل‌ملاحظه مورفولوژی را گزارش و از سوی دیگر تنوع آنزیمی و پروتئینی محدودی را بیان نمود. نظیر همین یافته‌ها توسط Demesure *et al.*, (2000) و Aas *et al.*, (1994) نیز گزارش گردید. اگرچه یافته‌های یاد شده بر لزوم حفاظت از تنوع بارانک تأکید دارند، اما بسیاری از گونه‌های در حال و یا در خطر انقراض مثل بارانک، از گونه‌های صنعتی کشور بوده و اکنون نیز در برنامه‌های تولید نهال و جنگل‌کاری وارد شده‌اند. راندمان پایین تولید نهال در خزانه و نیز استقرار و رشد نامطلوب در عرصه‌های جنگلی ایجاب می‌کند تا همگام با برنامه‌های حفاظتی، نیم نگاهی به برنامه‌های اصلاح و یافتن راه‌حلهایی برای افزایش تولید نهال در خزانه و یا افزایش درصد موفقیت جنگل‌کاری‌ها نیز معطوف گردد. اصلاح‌گران درختان جنگلی با به‌کارگیری آزمونهای نتاج در چهارچوب روشهای خاص آماری ضمن بررسی تنوع ژنتیکی، وجود تنوع در صفات رشد زریه‌ها و سهم ژن در بروز آن را جستجو نموده تا روشهای مناسب اصلاح را پیشنهاد نمایند. وراثت‌پذیری مهمترین شاخص مورد بررسی در آزمونهای نتاج می‌باشد. وراثت‌پذیری معیاری است که نوع روش اصلاحی و قدرت به ارث رسیدن صفات در یگ گیاه را نشان می‌دهد. زیاد بودن وراثت‌پذیری و پایداری آن طی چند سال نشان دهنده زیاد بودن واریانس ژنتیکی و نیز کاهش اثرات محیطی بوده و از این رو دستاورد ژنتیکی مناسبی از طریق گزینش و جمع‌آوری بذر از پایه‌هایی با وراثت‌پذیری زیاد قابل حصول خواهد بود (Cornelius *et al.*, 1996b).

در ایران آزمونهای نتاج به‌رغم آسانی در اجرا و نیز هزینه کم آنها، به‌دلیل دوره طولانی اجرای آن در رابطه با درختان جنگلی، به‌اندازه کافی مورد بررسی قرار نگرفته‌است. اکنون حرکتهایی برای کاهش زمان آزمونهای نتاج شکل گرفته‌است. یکی از روشهای معمول کاهش دوره آزمون، تلفیق آزمایشهای پروننس و نتاج در چهارچوب طرحهای آشیانه‌ای بوده‌است (Zheng *et al.*, 1994; Sebbenn *et al.*, 2003). با این وجود، امکان انتخاب درختان مادری بر پایه ظهور صفات در فرزندان آنها در سنین بسیار زود هنگام برای دانشمندان جذاب گردید (Wu, 1998). در یک آزمون نتاج در کاستاریکا برای گونه *Alnus acuminata*، وراثت‌پذیری صفات ضخامت و زاویه شاخه، چنگالی شدن در محل یقه، راستاری ساقه، رویش قطری و ارتفاعی از سن ۲۲ ماهگی تا ۳٤ ماهگی توسط Cornelius *et al.*, (1996b) بررسی گردیده و طی آن وراثت‌پذیری انفرادی این صفات از ۰/۰٦ برای قطر در سن ۲۲ ماهگی تا ۰/۳٤ برای رویش ارتفاعی (از ۲۲ تا ۳٤ ماهگی) در نوسان بوده‌است. در کانادا Measher & Hunt, (1996) در آزمون نتاج کاج سفید، صفت مقدار سوزن (spot) ساقه نهال یک ساله از ۲۱۵ پایه مادری را بررسی کرده و وراثت‌پذیری را بین ۰/۱۸ تا ۰/۸٦ با میانگین ۰/۷۷ به‌دست آوردند. آنها در مرحله اول که والدین از گرده‌افشانی باز بهره‌مند بودند، توانستند چنگالی شدن را ۲۷/۵ درصد کاهش دهند. در مرحله دوم با انتخاب پایه‌های مادری برتر، چنگالی شدن را تا ۵۲ درصد کاهش دادند.

در این تحقیق تنوع ژنتیکی بین پایه‌های بارانک یک رویشگاه (واقع در ارتفاع بالاتر از ۲۱۰۰ متر)، در یک نهالستان واقع در راشستان‌های بالابند جنگلهای فریم (۱۵۰۰ متر ارتفاع) مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف این

تحقیق تعیین تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات رشد و نیز امکان گزینش پایه‌های مادری برای جمع‌آوری بذر و تولید نهال در نهالستان یاد شده بوده‌است.

## مواد و روشها

### رویشگاه مورد مطالعه

ابتدا با توجه به نتایج گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی نیازهای اکولوژی بارانک (اسپهبدی و همکاران، ۱۳۸۳) یک جمعیت از بارانک بنام اشک واقع در جنگلهای تحت پوشش شرکت سهامی چوب فریم، در ۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان ساری انتخاب گردید. رویشگاه یاد شده در ٤٥ کیلومتری جنوب شرقی شهر پل سفید، در محدوده ارتفاعی ۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰ متری از سطح دریا واقع و متوسط شیب آن حدود ٤٠ درصد است. خاک کم عمق و سنگلاخی، بافت خاک رسی تا لومی بوده (جدول ۱) و برون‌زدگی سنگی نیز دیده می‌شد. بارانک در رویشگاه یاد شده به‌همراه بلوط و ممرز حضور داشته و معمولاً در اشکوب چیره و چیره نما واقع می‌شود.

### انتخاب پایه‌های مورد بررسی و جمع‌آوری بذر

مشابه روشی که برای بررسی وراثت‌پذیری صفت مقاومت به سرما نونهالهای کاج جنگلی انجام شد (Savolainen *et al.*, 2004) ۲۰ پایه بارانک با مورفولوژی متفاوت، در طبقات قطری مختلف شناسایی گردید. پایه‌های مورد بررسی در دامنه قطری ۱۸/۵ تا ۸٤ سانتیمتر با میانگین قطر ۳۷/۷۲ سانتیمتر و در دامنه ارتفاعی ۱۲/۲ تا ۲۸ متر با میانگین ارتفاع ١٤/٥٢ متر واقع شده بودند (جدول ۱). در اواسط مهرماه از هریک از پایه‌های بارانک میوه‌های رسیده جمع‌آوری گردید.

**جدول ۱- اندازه‌های قطر و ارتفاع پایه‌های مادری مورد بررسی**

| رویشگاه | ارتفاع از سطح دریا (متر) | شیب (درصد) | جهت | تعداد پایه‌ها | قطر (سانتیمتر) | ارتفاع (متر) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اشک | ۲۳۰۰ - ۲۱۰۰ | ۳۰-٤٥ | غربی و جنوب غربی | ۲۰ | ۳۷/۷۲ | ١٤/٥٢ |
| عرصه جنگل‌کاری | ۱۵۵۰ | ۵ | شمال غربی | - | - | - |

### تولید نهال و محل انجام آزمون نتاج

در نیمه اول مهر سال ۱۳۸۱، برای هر یک از پایه‌های مادری۱۰۰ بذر در ۱۰۰ عدد گلدان پلاستیکی کاشته و در نهالستان اوریملک قرار داده شد. در پایان اولین سال رویش برای هر یک از پایه‌های مادری به‌عنوان ژنوتیپ، ۳۰ عدد گلدان حاوی نهال که از نظر مورفولوژی معدل نهالهای موجود هر پایه مادری بودند برای اجرای آزمون نتاج جدا گردید. آزمون نتاج در عرصه‌ای در مجاورت نهالستان اوریملک شرکت سهامی چوب فریم اجرا شد. عرصه یاد شده در ۳۰ کیلومتری جنوب شهر پل‌سفید، در ارتفاع ۱۵۵۰ متری از سطح دریا واقع شده‌است. شیب آن ملایم (۵ درصد)، جهت آن شمال غربی، سنگ مادر آهکی و خاک آن قهوه‌ای جنگلی است. براساس اطلاعات ۲۰ ساله ایستگاه‌های باران‌سنجی منطقه، متوسط بارندگی سالانه نهالستان، ۸۲۱ میلیمتر، حداقل و حداکثر سالانه به‌ترتیب ٦٤٥/٥ و ۱۱٦۳ میلیمتر ثبت شده‌است. میزان بارندگی به‌صورت برف، به‌طور متوسط ۲٦/٤ درصد ثبت گردید. در عرصه یاد شده متوسط دمای سالانه حدود ۹ درجه سانتیگراد، حداقل و حداکثر مطلق دما به‌ترتیب

۲۶- و ۲۳/۵+ درجه سانتیگراد و متوسط رطوبت نسبی ۷۹/۶ درصد گزارش شد (شریفی، ۱۳۷۲).

## اجرای آزمون نتاج

آزمون نتاج در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار و ۲۰ تیمار اجرا شد؛ تیمارهای تحقیق را ۲۰ پایه مادری از رویشگاه اشک به‌عنوان ۲۰ ژنوتیپ تشکیل دادند. در هر تکرار برای هر تیمار (ژنوتیپ) مطابق با روش Sierra-Lucero *et al.*, ،Cornelius *et al.*, (1996 a & b) (2002) و Rweyongeza *et al.*, (2003) ۱۰ اصله نهال هر پایه مادری در فواصل ۰/۵ متری از همدیگر کشت گردید. فاصله دو خط متوالی در تکرار نیز ۰/۵ متر و فاصله تکرارها ۱ متر منظور شد. برای کاشت نهالها، گودهایی به‌ابعاد ۳۰×۳۰×۳۰ سانتیمتر حفر گردید. در طول دوره آزمون، سالی دو بار وجین علف‌های هرز انجام و نونهالها هفته‌ای یک بار در ماههای خشک آبیاری شدند.

در اولین بهار بعد از کاشت، زنده‌مانی نونهالها (استقرار) بصورت رتبه‌ای با در نظر گرفتن رتبه ۲ برای نونهالهای زنده و رتبه ۱ برای نونهالهای از بین‌رفته ثبت شد. اندازه‌گیریهای مربوط به ثبت خصوصیات کمی نتاج، در پایان فصل خزان هر سال صورت گرفته‌است. قطر یقه و ارتفاع نهال به سانتیمتر اندازه‌گیری و تعداد شاخه طی دو سال شمارش گردید.

## تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق رویه PROC GLM (انستیتو SAS، ۱۹۸۹) و برای هریک از جمعیت‌ها به‌طور جداگانه در هرسال انجام و در آن اثر تکرار، اثر ژنوتیپ و اثرآشیانه‌ای نتاج در ژنوتیپ بررسی گردید (مدل ۱).

مدل ۱:

$$Y_{ijl} = \mu + \beta_j + \alpha_i + (\beta\alpha)_{ij} + \rho_{l(\alpha_i)} + \varepsilon_{ijl}$$

در مدل ۱ $\mu$ معرف میانگین کل، $\beta_j$ علامت بلوک $\alpha_i$ معرف ژنوتیپ، $(\beta\alpha)_{ij}$ نشان دهنده اثر متقابل بلوک در ژنوتیپ، $\rho_{l(\alpha_i)}$ اثر نتاج که در ژنوتیپ آشیانه و $\varepsilon_{ijl}$ علامت خطای کل مدل می‌باشد. به‌دلیل حذف برخی از نتاج، واریانس‌ها از طریق محاسبه امید ریاضی میانگین مربعات مربوط به طرحهای نامتعادل آشیانه‌ای به اجزای مختلف تفکیک گردید. واریانس ژنتیکی افزایشی از مدل ۲ با چهار برابر کردن واریانس ژنتیکی به‌دست آمد (Falconer, 1996) که در آن $\sigma^2 v$ واریانس ژنتیکی افزایشی و $\sigma^2 g$ واریانس ژنتیکی می‌باشد. وراثت‌پذیری با استفاده از روش Falconer, (1996) از مدل ۳ محاسبه گردید که در آن $\sigma^2 p_i$ برابر با واریانس فنوتیپی (شامل واریانس تکرار، واریانس ژنوتیپ، واریانس اثر متقابل تکرار در ژنوتیپ، واریانس اثر آشیانه‌ای و واریانس خطا)، $\sigma^2 v_i$ واریانس ژنتیکی و $h^2 i$ برابر با وراثت‌پذیری می‌باشد.

مدل ۲ (واریانس ژنتیکی افزایشی):

$$\sigma^2 v = 4\sigma^2 g$$

مدل ۳ (وراثت‌پذیری):

$$h^2 i = \sigma^2 v_i \Big/ \sigma^2 p_i$$

## نتایج

نتایج بررسیهای اولیه نشان داد که در دو سال اول انتقال به عرصه، بین قطر برابر سینه درختان مادری با زنده‌مانی، شادابی، رویش قطری و ارتفاعی نتاج آنها همبستگی معنی‌دار دیده نشد. اما بین قطر یقه نتاج با ارتفاع نتاج و نیز بین آنها با شادابی نتاج همبستگی معنی‌دار مشاهده شد. طوری‌که نتاج قطورتر و بلندتر، شاداب‌تر بودند. بنابراین گرچه درختان مادری جمعیت مورد بررسی از نظر قطر متنوع بودند ولی قطر و یا سن

آنها روی صفات رشد و زنده‌مانی نتاج آنها اثر معنـی‌دار نداشته‌است (جدول ۲).

**جدول ۲- همبستگی بین خصوصیات نتاج با قطر درختان مادری**

| مشخصه | قطر پایه‌های مادری | زنده‌مانی نتاج | شادابی نتاج | قطر یقه نتاج |
|---|---|---|---|---|
| زنده‌مانی نتاج | ۰/۰۶ ns | | | |
| شادابی نتاج | ۰/۰۴ ns | ۰/۰۵ ns | | |
| قطر یقه نتاج | ۰/۱۵ ns | ۰/۱۶ ns | ۰/۵۴ ** | |
| ارتفاع نتاج | ۰/۱۷ ns | ۰/۲۱* | ۰/۵۰ ** | ۰/۸۹ ** |

* همبستگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. ** همبستگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. ns همبستگی معنی‌دار نگردید.

**تجزیه واریانس**

نتایج نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در سال اول از نظر زنده‌مانی و شادابی در سطح ($p<0.05$) و از نظر قطر یقه و ارتفاع در سطح ($p<0.01$) معنی‌دار شد. از نظر تعداد شاخه اختلاف بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار نگردید. اثر آشیانه‌ای نتاج در ژنوتیپ تنها در مورد ارتفاع نتاج معنی‌دار گردید (جدول ۳). این نتایج نشان دهنده وجود تنوع نسبتاً زیاد بین پایه‌های مادری از نظر صفات قطر یقه و ارتفاع و تنوع متوسط از نظر زنده‌مانی و شادابی نتاج و نیز تنوع اندک از نظر تعداد شاخه‌است. وجود اختلاف معنی‌دار در مورد اثر آشیانه‌ای ارتفاع نتاج نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین ارتفاع نتاج در یک پایه می‌باشد.

**جدول ۳- تجزیه واریانس و مقادیر میانگین مربعات صفات در سال اول**

| منابع تغییر | زنده‌مانی | شادابی | قطر یقه | ارتفاع | تعداد شاخه |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۷۶۰۰ | ۰/۲۱ | ۳۳/۸ | ۳۷۵/۲ | ۴/۰۰ |
| ژنوتیپ | ۲۳۲۲/۸ * | ۲/۷۷ * | ۲۵/۱۵ ** | ۸۸۸/۲۲ ** | ۲/۲۵ ns |
| خطای ژنوتیپ | ۱۵۶۴/۹ | ۱/۷۳ | ۸/۳۳ | ۲۰۵/۲۴ | ۲/۰۶ |
| اثر آشیانه‌ای | – | ۱/۶۲ ns | ۳/۶۱ ns | ۱۲۶/۶۳ * | ۱/۵۵ ns |

** اختلاف در سطح $p<0.01$ معنی‌دار شد. * اختلاف در سطح $p<0.05$ معنی‌دار شد. ns اختلاف معنی‌دار نشد.

اختلاف بین پایه‌های مادری در سال دوم در خصوص زنده‌مانی، قطر یقه، ارتفاع و تعداد شاخه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد، اما در مورد شادابی اختلاف بین آنها معنی‌دار نگردید. در خصوص اثر آشیانه‌ای نتاج در ژنوتیپ نیز اختلاف بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۴). در سال دوم تغییری در نتایج قطر یقه و ارتفاع زریه‌ها مشاهده نشد ولی در مورد زنده‌مانی و تعداد شاخه نتاج، تنوع نسبتاً زیادی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید.

**جدول ۴- تجزیه واریانس و مقادیر میانگین مربعات صفات در سال دوم**

| منابع تغییر | زنده‌مانی | شادابی | قطر یقه | ارتفاع | تعداد شاخه |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۵۵۳۱/۲ | ۲/۳۴ | ۹۸/۷ | ۲۷۹۲/۱ | ۱۷/۳ |
| ژنوتیپ | ۴۴۴۷/ ۸** | ۰/۶۹ ns | ۴۱/۷۹ ** | ۱۸۴۴/۹ ** | ۲۴/۸۱ ** |
| خطای ژنوتیپ | ۱۶۳۸/۹ ns | ۰/۶۴ ns | ۱۱/۲۵ ns | ۴۰۷/۴۴ ns | ۸/۷۴ ns |
| اثر آشیانه‌ای | - | ۰/۵۲ | ۵/۱۲ | ۲۷۷/۶۰ | ۷/۳۶ |

**واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری**

نتایج نشان داد که واریانس ژنتیکی صفات در سال اول از حدقل ۰/۰٤ برای صفت شادابی تا حداکثر ۳۰/٦۷ برای ارتفاع در نوسان بود. اندازه واریانس ژنتیکی در سال دوم نیز برای صفت ارتفاع حداکثر و برای صفت شادابی حداقل بود. در دو سال مورد بررسی، بعد از ارتفاع بیشترین مقدار واریانس ژنتیکی به قطر یقه مربوط گردید (جدول ۵). افزایش واریانس ژنتیکی نشان دهنده افزایش تنوع ژنتیکی بوده و بنابراین از لحاظ تظاهر صفات ارتفاع و قطر یقه در نتاج، تنوع ژنتیکی نسبتاً زیادی بین پایه‌های مادری وجود خواهد داشت.

میزان وراثت‌پذیری در طی دو سال از حداقل ۰/۰۸ برای صفت شادابی تا حداکثر ۰/۸٤ برای صفت ارتفاع در نوسان بود. در هر دو سال مورد بررسی حداکثر وراثت‌پذیری به ارتفاع و حداقل آن به صفت شادابی اختصاص پیدا کرد. وراثت‌پذیری صفات رشد طی دو سال روند صعودی و وراثت‌پذیری شادابی روند نزولی را طی نمودند (جدول ۵). این نتیجه نشان می‌دهد که در رابطه با صفت شادابی و تعداد شاخه، نقش محیط در تغییرات صفات یاد شده زیاد بوده‌است. در مورد صفات قطر یقه و ارتفاع نقش عوامل محیطی کمتر از عوامل ژنتیکی بوده‌است. اما اگرچه وراثت‌پذیری قطر و ارتفاع در هر دو سال مورد بررسی نسبت به وراثت‌پذیری سایر صفات زیاد بود، ولی نوسانهای وراثت‌پذیری قطر یقه طی دو سال بررسی بیش از سه برابر نواسانهای وراثت‌پذیری ارتفاع بوده‌است (جدول ۵). درواقع وراثت‌پذیری ارتفاع از پایداری مطلوبتری نسبت به وراثت‌پذیری قطر یقه برخوردار بوده‌است.

با توجه به‌میزان وراثت‌پذیری ارتفاع و پایداری آن در دو سال مورد بررسی، می‌توان ژنوتیپ‌ها را براساس ارتفاع نتاج گروه‌بندی نمود. نتایج گروه‌بندی براساس آزمون دانکن نشان داد که میانگین ارتفاع نتاج ۹ پایه از ۲۰ ژنوتیپ مورد بررسی، بیشتر از متوسط ارتفاع کل نتاج (٤۱/۲۷ سانتیمتر) به‌دست آمد (جدول ٦). اما با توجه به زنده‌مانی نتاج در سال دوم، تعداد پایه‌های مطلوب به ۵ مورد کاهش یافت. برخی از پایه‌های مادری گرچه نتاجی با رویش ارتفاعی مناسب تولید کردند، ولی زنده‌مانی نسبتاً پایین نتاج در این پایه‌ها، انتخاب آنها بعنوان پایه بذرگیری را با تردید مواجه خواهد نمود.

**جدول ۵- مقادیر واریانس ژنتیکی افزایشی و وراثت‌پذیری در سالهای مورد بررسی**

| صفات | واریانس ژنتیکی | | وراثت‌پذیری | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | سال اول | سال دوم | سال اول | سال دوم | دامنه |
| شادابی | ۰/۰٤۵ | ۰/۰۱٤ | ۰/۱۱ | ۰/۰۸ | -۰/۰۳ |
| قطر یقه | ۰/۷۸ | ۱/۸۹ | ۰/٦۰ | ۰/۷۹ | ۰/۱۹ |
| ارتفاع | ۳۰/٦۷ | ۸٦/۸۹ | ۰/۷۸ | ۰/۸٤ | ۰/۰٦ |
| تعداد شاخه | ۰/۰۷۳ | ۱/۰٦ | ۰/۱٦ | ۰/٤۹ | ۰/۲۵ |

جدول ٦- مقایسه ژنوتیپ‌ها براساس میانگین زنده‌مانی و ارتفاع نتاج در سال دوم

| ژنوتیپ | ارتفاع | زنده‌مانی | ژنوتیپ | ارتفاع | زنده‌مانی |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ٦۰/۸ a | ۵۳/۳ c-d | ۱۱ | ۳۳/۹ ef | ٤۰ d |
| ۲ | ۵۲/٦ a-c | ۹۳/۳ ab | ۱۲ | ٤۱/۹ b-f | ۸۰ a-c |
| ۳ | ٤۵/۵ a-e | ٦۰ b-d | ۱۳ | ٤۲/۸ b-f | ۷۳/۳ a-d |
| ٤ | ۲٦/۹ f | ۸۰ a-c | ۱٤ | ۵۳/٤ ab | ۱۰۰ a |
| ۵ | ۳۵/۱ d-f | ۷۳/۳ a-d | ۱۵ | ۵۱/۲a-d | ۹۳/۳ ab |
| ٦ | ۳٦/۹ c-f | ٦٤/۳ a-d | ۱٦ | ۳۳ ef | ٦٤/۳ a-d |
| ۷ | ۳٤/۲ ef | ۸۰ a-c | ۱۷ | ۳۵/۳ d-f | ۸٦/۷ a-c |
| ۸ | ۳۲/٤ ef | ۵۳/۳ cd | ۱۸ | ٤۳/۸b-e | ۸۰ a-c |
| ۹ | ۲٦/۷ f | ۵۳/۳ cd | ۱۹ | ٤۷ a-e | ۱۰۰ a |
| ۱۰ | ۳۲/۹ ef | ۵۳/۳ cd | ۲۰ | ۳۱/۸ ef | ٦٦/۷ a-d |

حروف نامشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

## بحث

وراثت‌پذیری صفات شادابی و تعداد شاخه از وراثت‌پذیری صفات ارتفاع و قطر یقه کمتر بود. طبیعتاً نونهالها در سالهای اولیه استقرار، تنش‌های محیطی زیادی را تحمل می‌نمایند. افزایش وراثت‌پذیری شادابی در سال دوم به‌دلیل افزایش تحمل نتاج در مقابل تنش‌های محیطی با افزایش سن آنها، ارتباط پیدا می‌کند. از این رو با افزایش سن نهال و استقرار در سالهای آتی انتظار می‌رود که روند کاهش واریانس محیطی ادامه داشته باشد. در مورد وراثت‌پذیری تعداد شاخه نتیجه این تحقیق با نتایج مطالعات Toky *et al.* (1996) در رابطه با آزمون نتاج سه ساله گونه *Albizia lebbek* (L.) Benth که وراثت‌پذیری تعداد شاخه را کمتر از وراثت‌پذیری ارتفاع و قطر یقه و بیوماس گزارش کردند همخوانی دارد. یکی از دلایل پایین بودن وراثت‌پذیری تعداد شاخه، افزایش اثرات محیطی به‌ویژه در حالت رقابت برای دریافت نور می‌باشد. بخش عمده‌ای از شاخه‌ها به‌دلیل رقابت و هرس طبیعی از بین می‌روند. گزارش گردید در شرایط رقابت، واریانس محیطی به‌شدت افزایش خواهد یافت. در این رابطه Lefort *et al.* (1998) با انجام مطالعات مورفولوژی و میکروستلایت DNA روی توده‌های نخبه گونه *Quercus robur* L. در آلمان نشان دادند که خوش‌فرمی بلوط یاد شده به‌دلیل اعمال عملیات جنگل‌شناسی بوده‌است نه ویژگیهای ژنتیکی. از این‌رو چون بارانک دارای تمایلات نوری نسبتاً زیادی است، پیش‌بینی می‌شود که تغییرات وراثت‌پذیری تعداد شاخه در سالهای آتی نیز ادامه یابد.

در تحقیق حاضر، دامنه نوسانهای وراثت‌پذیری قطر یقه در دو سال بررسی، بیشتر از نوسانهای وراثت‌پذیری ارتفاع بود. اساساً حساسیت قطر یقه نسبت به شرایط محیط نهالستان زیاد است (Campbell & Willson, 1973; Duryea, 1984). در همین راستا Vargas-Hernandez *et al.* (2003) نیز گزارش کردند شاخص قطر ارزش کمتری نسبت به شاخص ارتفاع دارد. در مورد نتایج ۲۸ ماهه گونه‌ای از جنس زربین (Cornelius *et al.*, 1996a) و همچنین در خصوص گونه‌ای از توسکا (Cornelius *et al.*, 1996b) وراثت‌پذیری قطر کمتر از وراثت‌پذیری ارتفاع گزارش شده‌است. اگرچه در مورد وراثت‌پذیری ارتفاع بارانک گزارشی در دست نیست، اما در رابطه با برخی از پهن‌برگان و نیز سوزنی‌برگان

گزارشهای مشابهی وجود دارد. Ladrach & Lambeth (1991) وراثت‌پذیری ارتفاع برای *Pinus patula* را بین ۰/۵٦ تا ۰/۸۸ و Hapanen & Poykko (1993) و Poykko (1982) برای *P. pinaster* وراثت‌پذیری ارتفاع را بین ۰/۳۲ تا ۰/۹۵ اعلام کردند. به‌علاوه در مورد اینکه ارتفاع، شاخص مناسبتری نسبت به سایر صفات برای انتخاب زود هنگام می‌باشد نیز گزارشهای متعددی در دست است. Wel & Borralho (1998) در جنوب شرقی چین در رابطه با گونه‌ای از اکالیپتوس، وراثت‌پذیری ارتفاع را تا سن ۵ سالگی بین ۰/۱۲ تا ۰/٤۹ و در مقابل وراثت‌پذیری قطر را بین ۰/۱۱ تا ۰/۳۱ گزارش کردند. آنها حتی شاخص ارتفاع را در سن ۱۲ ماهگی برای انتخاب زود هنگام مناسب دانستند. Joyce *et al.* (2001) در بررسی آزمون نتاج کاج سفید (*Pinus strobus*) در مرحله نهالستانی و عرصه‌ای گزارش کردند که ارتفاع می‌تواند شاخص مناسبی برای انتخاب زود هنگام باشد.

واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری نسبتاً زیاد ارتفاع نتاج نشان می‌دهد که ارتفاع بعنوان مهمترین صفت رشد، بیشتر از سایر صفات مورد بررسی تحت کنترل عوامل ژنتیکی قرار دارد. از این رو تنوعی که از طریق تظاهر صفت ارتفاع در نتاج پایه‌های مورد بررسی مشاهده گردید می‌تواند تنوع ژنتیکی باشد. تنوع ژنتیکی زیاد نشان دهنده افزایش هتروزیسی در فرزندان در آینده بوده و به‌علاوه به پایداری اکوسیستم کمک می‌کند. بنابراین می‌توان از طریق بررسی نحوه تظاهر صفت ارتفاع در نتاج، جمع‌آوری بذر از پایه‌های مادری نخبه (Cornelius *et al.*, 1996) و یا با حذف نمودن پایه‌های مادری نامطلوب (Wu, 1998; Danuesviĉius & Lindgren, 2003) دستاورد ژنتیکی را ارتقاء داد. با این حال با توجه به مدت کوتاه بررسی، پیشنهاد حذف ژنوتیپ‌های نامطلوب از گردونه جمع‌آوری بذر، مناسبتر از تکیه بر ژنوتیپ‌های مطلوب خواهد بود.

## منابع مورد استفاده


- اسپهبدی، ک.، ۱۳۸٤. بررسی تنوع ژنتیکی و اثرات ژنوتیپ و محیط در روند استقرار و رشد نهال بارانک. رساله دوره دکتری رشته جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۵ صفحه.
- اسپهبدی، ک.، امانی، م.، محمدنژاد، ش.، زارع، ح.، جعفری، ب. و چابک، ع.، ۱۳۸۳. بررسی نیازهای اکولوژی بارانک در جنگلهای سنگده. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱٤۰ صفحه.
- ایرانمنش، ی.، ۱۳۸۰. استفاده از مطالعات آنزیمی به‌منظور جدا سازی اکوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های بارانک در منطقه جنگلی فریم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران، ۱۰٦ صفحه.
- پورمجیدیان، م.ر.، ۱۳۷۸. بررسی جنگل‌شناسی و نحوه تکثیر گونه بارانک در جنگلهای غرب مازندران. پایان‌نامه دوره دکتری رشته جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، ۲۵۷ صفحه.
- شریفی، م.، ۱۳۷۲. ارزیابی رواناب ناشی از بارندگی در دو حوزه از رودخانه‌های مازندران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱٦۳ صفحه.
- شیخ‌علی، م.، ۱۳۷۹. بررسی تنوع مورفولوژیکی بارانک در جنگلهای تالش. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، رشته جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۹۷ صفحه.
- Aas, G., Maier, J., Baltisberger, M. and Matzger, S. 1994. Morpholgy, isozyme variation, cytology, and reproduction of hybrids between *Sorbus aria* (L) Crantz and *S. torminalis* (L). Crantz. Helv., 104: 195-214.
- Campbell, R.K. and Wilson, B.C. 1973. Spacing-genotype interaction in Douglas-fir. Silvae Genetica, 22: 15-20.
- Cornelius, J., Apedaile, L. and Mesen, F. 1996a. Provenance and family variation in height and diameter growth of *Cupressus lusitanica* Mill. In Costa Rica. Silvae Genetica, 45(2-3): 82-85.
- Cornelius, J., Mesén, F., Corea, E. and Henson, M. 1996b. Variation in growth and form of *Alnus acuminata* Kunth. Grown in Costa Rica. Silvae Genetica, 45(1): 24-30.

- Danuesviĉius, D. and Lindgren, D. 2003. Progeny testing preceded by phenotypic pre-selection-timing considerations. Silvae Genetica, 53: 20-26.
- Demesure, B., 1996. Conservation of genetic resources of noble hardwoods in France overview: 9-11. *In:* Turok, J.G., Eriksson, G., Kleinschmit, J. & Canger, S. (eds.). Noble hardwoods network. Report of the 1st Meeting, Escherode, Germany. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Demesure, B., Guerroue, BL., Lucchi, G., Part, D. and Petit, R.J. 2000. Genetic variability of a scattered temperate forest tree: *Sorbus torminalis* L. Ann. For. Sci., 57: 63-71.
- Duryea, M.L., 1984. Nursery cultural practices: Improvement of seedling quality: 43-146. *In*: Duryea, C.M.L. & Landis, T.D. (eds.). Forest Nursery Manual: Production of bare root Seedling. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publications.
- Eriksson, G., 2001. Conservation of noble hardwoods in Europe. Can. J. for. Res., 31: 577-587.
- Falconer, D.S., 1996. Introduction to Quantitative Genetics, second Ed. Longman Group, New York. 438 p.
- Hapanen, M. and Poykko, I. 1993. Genetic relationships between growth and quality traits in an 8-year-old half-sib progeny trial of *Pinus sylvestris.* Scan. J. For. Res., 8: 305-312.
- Joyce. D.G., Lu, P. and Sinclair, R.W. 2001. Genetic variation in height growth among population of Eastern White pine (*Pinus strobus* L.) in Ontario. Silvae Genetica, 51: 136-142.
- Ladrach, W.E. and Lambeth, C. 1991. Growth and heritability estimates for seven year-old open-pollinated *Pinus patula* progeny test in Colombia. Silvae Genetica, 40: 169-173.
- Lanier, N., 1993. Researched elements de sylviculture pore lalisiaer rev. For. Franc., P:319.
- Lefort, F., Lally, M., Thompson, D. and Douglas, G. 1998. Morphological traits microsatellite fingerprinting and genetic relatedness of a stand of elite Oak (*Quercus robur* L.) at Tullynally Ireland. Silvae Genetica, 47: 257-262.
- Measher, M.D. and Hunt, R.S. 1996. Heritability and gain of reduced spotting blister rust on western White pine in British Colombia, Canada. Silvae Genetica, 45: 75-81.
- Novruzov, E.N., 1988. Chemical composition of fruits and berries of plants growing wild in Azerbaijan. Rastitel'nye-Resursy, 24: 48-51.
- Oddou-Muratorio, S., Demesure, B., Pelissier, R. and Henrigouyon, P. 2004. Impacts of gene flow and logging history on the local genetic structure of scattered tree species, *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. Mol. Ecol., 13: 3689-3702.
- Piagnani, C. and Bassi. D. 2000 .*In vivo* and *in vitro* propagation of *Sorbus torminalis* from juvenile material. Italus-Hortus, 7: 3-7.
- Poykko, T., 1982. Genetic variation in quality characters of Scots pine: An evaluation by means of the heritability concept. Silvae Genetica, 16: 135-140.
- Rotach, P., 1996. Noble hardwoods in Zwitzerland: 91-100. *In:* Turok, J., Eriksson, G., Kleinschmit, J. & Canger, S. (eds.) Noble Hardwoods Network. Report of the 1st Meeting, Escherode, Germany. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Rweyongeza, D.M., Yeh, F.C., Dancik, B.P. and Dhir, N.K. 2003. Genetic variation in height, branch and needle lengths of *Pinus sylvestris* L. from Siberia tested in Alberta, Canada. Silvae Genetica, 52: 52-60.
- SAS Institute., 1989. SAS Users Guide Statistics. Version 6. SAS Institute, Cary, NC. 943p.
- Savolainen, O., Bokma, F., Garćia-Gil, R., Komulainen, P. and Repo, T. 2004. Genetic variation in cessation of growth and frost hardiness and consequences for adaptation of *Pinus sylvestris* to climatic changes. Forest Ecology and Management, 197: 79-89.
- Sebbenn, A.M., Pontinha, A. A., Glannotti, E., and Kageyama, P.Y. 2003. Provenance – Progeny test of *Araucaria angustifolia* (Berr) O.Ktze in Sao Paulo, Brazil. Silvae Genetica 52, (5-6): 181-184.
- Sierra-Lucero, V., Mckeand, S.E., Huber, D.A., Rockwood, D.L. and White, L. 2002. Performance differences and genetic parameters for Coastal provenance of Loblolly pine in southeastern United States, For. Sci., 48: 732-742.
- Toky, O.P., Kumar, N., Bisht, P.R. 1996. Variation in growth of 3-year old provenance trial of *Albizia lebbek* (L.) Benth. in arid India. Silvae genetica, 45: 31-33.
- Tsista-Tzardi, E., Loukis, A. and Philianos, S. 1991. Constituents of *Sorbus torminalis* Fruits. Fitoterapia, 62: 282- 283.
- Tsista-Tzardi, E., Loukis, A. and Philianos, S. 1992. Constituents of *Sorbus torminalis* leaves. Fitoterapia, 63: 189-190.
- Vargas-Hernantez, J.J., Adams, W.T. and Joyce, D.G. 2003. Quantitative genetic structure of stem, form and branching traits in Douglas-fir seedling and implication for early selection. Silvae Genetica, 52: 36-44.
- Wel, X. and Borralho, N.M.G. 1998. Genetic control of growth traits of *Eucalyptus urophylla* in southeast China. Silvae Gentica, 47: 158-165.
- Wu, H. X., 1998. Study of early selection in tree breeding, 1- Advantage of early selection through increase of selection intensity and reduction of field test size. Silvae Genetica, 47: 146-154.
- Zheng, Y. O., Ennos, R. and Wang, H. R. 1994. Provenance variation and genetic parameters in a trial of *Pinus caribaea* Morrelet var. *bahamensis* and Golf. Forest genetic 1 (3): 165-174.

# Study on heritability of some growth characteristic of *Sorbus torminalis* (L.) seedlings

**K. Espahbodi[1*], H. Mirzaie – Nodoushan[2] , M. Tabari[3], M. Akbarinia[3] and Y. Dehghan-Shouraki[4]**

1*- Corresponding Author, Assis. Prof. Natural Resources Research Center of Mazandaran.
E-mail: espahbodi2002@yahoo.com
2- Assoc. Prof. Research Inestitute of Forests and Rengelands.
3- Assoc. Prof. Natural Resources Faculty, Tarbiat Modarres University.
4- Assis. Prof. Seed and Plant Certification and Registeration Inestitute.

## Abstract

This research was conducted to determine genetic variation and estimate heritability for one mountainous population of wild service tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), named Ashak (2100 to 2300 m.a.s.l) were specified on central Mazandaran forests (Farim). Seeds were collected from twenty healthy mother trees and planted in Orimalek nursery (1550 m.a.s.l). To perform the progeny test, thirty seedlings were used from each one of the mother trees and planted in a randomised complete block design with three replications at beside the Orimalek nursery of Farim Corporation Wood. Ten seedlings from each one of the mother trees were randomly allocated to each replication on a row. Establishment, vigour, collar diameter, height growth and number of branches were recorded on the progenies during the two years period of the experiment. The results indicated that different between genotypes was statically significant ($p<0.01$) both in first and second year in their progeny collar diameter and height growth. Genetic variance and heritability of height growth was higher than another traits. Heritability of height for the two years were nearly constant. Based on these results according to high heritability of progenies height growth, the genetic variation was high in Ashak population and height would be regarded as more suitable characteristic for increasing the genetic gain by selection in mother trees.

**Key words:** Genetic variance, Heritability, Progeny test, *Sorbus torminalis*.