دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

ارزیابی متغیرهای مورفولوژیکی و رویشی دو گونه *Populus alba* L. و *Populus nigra* L. به‌منظور معرفی صفات مرتبط با رویش درختی (مطالعه‌ی موردی: استان‌های کرمانشاه، زنجان و اصفهان)

افروز علی‌محمدی[۱]، فرهاد اسدی[۲] و سیدرضا طبایی‌عقدایی[۲]

۱- استادیار گروه کشاورزی و محیط‌زیست دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، (نویسنده مسوول: afrooz_viva@yahoo.com)
۲- عضو هیئت‌علمی پژوهشی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری
تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۹

چکیده

صفات مورفولوژیکی همبسته با تولید چوب که کمتر تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرند، می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای انتخاب غیرمستقیم پایه‌های صنوبر با تولید بالا مورداستفاده قرار گیرند. بدین منظور در تحقیق حاضر همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی در درختان *Populus alba* L. و *Populus nigra* L. مستقر در استان‌های کرمانشاه، زنجان و اصفهان موردبررسی قرار گرفت. به‌منظور یکسان‌سازی شرایط محیطی قلمه‌ها در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در محل ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج کاشته شدند. در میانه و پایان فصل رویش، ۱۶ صفت مورفولوژیکی برگ و ۸ متغیر رویشی اندازه‌گیری شدند. ارتباط بین داده‌ها، از طریق آزمون‌های همبستگی موردبررسی قرار گرفت. همچنین به‌منظور بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات همبسته با ارتفاع به‌عنوان متغیر وابسته با عملکرد تولید از تجزیه علیت استفاده شد. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد که در گونه *P. nigra* مجموع سطح برگ با ارتفاع همبستگی مثبت زیادی داشت و تجزیه علیت نشانگر اثرات مستقیم و غیرمستقیم مثبت مجموع سطح برگ بر ارتفاع بود. در گونه *P. alba* اگرچه مجموع سطح برگ با ارتفاع همبستگی نداشت ولی با سه متغیر رویشی دیگر همبستگی مثبت نشان داد، بنابراین صفت مورفولوژیکی مجموع سطح برگ، به‌عنوان صفت در ارتباط با رویش معرفی شد. درمجموع نتایج تحقیق نشان داد که می‌توان از صفات مورفولوژیکی برگ، برای انتخاب غیرمستقیم پایه‌های صنوبر با رویش بالا استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: صفات مورفولوژیکی، متغیرهای رویشی، *Populus nigra* L.، *Populus alba* L.، سطح برگ

مقدمه

صنوبرها به دلیل تولید چوب برای مصارف مختلف در کشور، از دیرباز موردتوجه بوده و توسط روستاییان مورد کشت و پرورش قرار می‌گرفتند. برآورد مستقیم تولید در صنوبر کاری زمان‌بر بوده و هزینه و کار زیادی را می‌طلبد (۱۶). از طرفی وراثت‌پذیری کم متغیرهای تولیدی و تأثیر متقابل زیاد بین محیط و ژنوتیپ، مانعی برای انتخاب مستقیم پایه‌های با تولید بیشتر است (۷). بر این اساس به‌عنوان جایگزینی برای ارزیابی مستقیم تولید در صنوبرها، می‌توان از صفات مورفولوژیکی و رویشی که ازلحاظ ژنتیکی با تولید همبستگی دارند استفاده کرد (۸). برای این منظور از صفات مورفولوژیکی که اندازه‌گیری و امتیازبندی آن‌ها آسان باشد و ازلحاظ ژنتیکی با تولید و یا با متغیرهای رویشی، همبستگی داشته باشند و کمتر تحت تأثیر محیط واقع شوند، استفاده می‌شود (۲۲). در صنوبرها صفات زیادی هم در سطح کل اندام درخت و هم در صفت سطح برگ ازلحاظ پتانسیل آشکارسازی میزان تولید، موردبررسی قرارگرفته‌اند. به‌عنوان مثال نشان داده‌شده که تراکم و سطح تاج پوشش و فرم درخت با تولید توده در ارتباط است (۹،۱۰،۱۵،۲۴،۲۶). همچنین مشخص‌شده است که ساختار داخلی و سطح برگ، نوع و عملکرد روزنه‌ها، فیزیولوژی رویشی برگ و کارایی برگ در فتوسنتز عموماً در ارتباط با تولید و رویش است (۲،۸،۱۸). کایرگروراپ (۱۳) به بررسی ارتباط بین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی با رویش در *Acacia tortilis* پرداختند. هدف از تحقیق آن‌ها معرفی صفات موفولوژیکی ازجمله سطح کل برگ به‌عنوان شاخص‌های اولیه برای انتخاب ژنوتیپ‌های با تولید بالاتر بود. وانگ و همکاران (۲۳) در تحقیق خود به تأثیر بسیار زیاد صفات برگ ازجمله طول برگ، بر تولید ناخالص اولیه اشاره کرده‌اند. مارون و همکاران (۱۶) به‌منظور معرفی صفات برگ، برای انتخاب غیرمستقیم هیبریدهای با تولید بالا در صنوبرها، (*P. deltoides* × *P. nigra* و *P. deltoides* × *P. tricocarpa*) به بررسی همبستگی بین مشخصات برگ و متغیرهای رویشی پرداختند. مارون و سیولمانز (۱۵) در تحقیق خود، صفات برگ هیبرید *P. deltoides*×*P. nigra* که با رویش همبستگی بالایی دارند را معرفی کردند. اسدی و همکاران (۴) برای انتخاب غیرمستقیم پایه‌های با عملکرد بهتر در گونه‌های *P. Alba*، *P. nigra*، *P. deltoides* و *P. euphratica* با استفاده از تجزیه علیت، به بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم برخی صفات مورفولوژیکی و رویشی بر روی ارتفاع پرداختند. یوسفی و مدیر رحمتی (۲۷) در ارزیابی و گروه‌بندی ۴۸ کلن صنوبر با استفاده از خصوصیات برگ و عملکرد چوب به این نتیجه رسیدند که کلن‌های با عملکرد چوب بالاتر دارای میانگین سطح برگ و تعداد برگ هر پایه (NL)[1] بیشتری هستند. رائه (۱۹) به بررسی ارتباط بین صفات مورفولوژیکی هیبریدهای صنوبر با زی‌توده پرداخت و نشان داد که مؤثرترین صفات بر

1- Number of leaves

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

زی‌توده عبارت از ارتفاع، قطر یقه و تعداد شاخه هستند. این صفات حداکثر وراثت‌پذیری و درنتیجه پتانسیل عالی برای برنامه‌های اصلاحی را دارند. همچنین صفات مربوط به برگ، سطح برگ و تعداد برگ هر پایه (NL) بر روی ساقه انتهایی با افزایش زی‌توده در ارتباط هستند. سینگ و جها (۲۱) برای ارزیابی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف صنوبرها، تعداد ۱۱ صفت مربوط به کلن‌های مختلف در سه رویشگاه از کشور هند را اندازه‌گیری کردند و ضرایب همبستگی این صفات (تعداد شاخه، سطح برگ، ارتفاع، قطر شاخه‌ها و زاویه شاخه) را با قطر یقه محاسبه کردند و نشان دادند که صفات مزبور همبستگی زیادی با قطر یقه دارند. وو (۲۵) در نتایج تحقیق خود نشان داد که اکثر صفات مورفولوژیکی برگ و شاخه در گونه‌های مختلف جنس صنوبر از جمله *P. Nigra*، ارتباط ژنتیکی زیادی با حجم دارند که برای انتخاب غیرمستقیم پایه‌های برتر می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. جهانبازی گوجانی و همکاران (۱۲) برای بررسی توان تولید قلمستان‌های شاخه زاد از گونه *P. alba*، همبستگی بین متغیرهای رویشی را نیز مورد بررسی قرار دادند. همچنین امیری و همکاران (۳) برای مقایسه بین دو منطقه صنوبر کاری شده همبستگی بین قطر و ارتفاع پایه‌های کاشته شده را مورد بررسی قراردادند. اگر چه در تحقیقات زیادی وجود همبستگی بین صفات ویژه نشان داده‌شده است، ولی باید در هر مطالعه، همبستگی بین این صفات جداگانه انجام شود زیرا ممکن است به دلیل شرایط خاص، امکان بروز همبستگی‌ها وجود نداشته باشد (۲۸). بر این اساس در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی صفات مؤثر بر تولید، همبستگی بین متغیرهای رویشی و همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی در گونه‌های *P. nigra* و *P. alba* مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین به‌منظور بررسی روابط بین صفات مورفولوژیکی برگ همبستگی این صفات نیز اندازه‌گیری شد و در نهایت اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مورفولوژیکی و رویشی بر متغیر ارتفاع به‌عنوان صفت عملکردی در ارتباط با تولید با استفاده از تجزیه مسیر مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

از توده‌های صنوبرکاری شده استان کرمانشاه، ۸ توده *P. nigra* با مساحت حداقل ۰/۳ هکتار که دارای کمترین میزان دخالت بوده و سن آن‌ها کمتر از ۲۰ سال بود، انتخاب شدند. فاصله توده‌ها از هم حداقل ۳/۵ کیلومتر بود. از هر توده تعداد ۳ درخت (نزدیک‌ترین درخت به مرکز توده، درختی با شرایط رویش قطری و ارتفاعی متوسط درختان توده و درخت غالب) انتخاب شد (۵). با رعایت معیارهای ذکرشده ۴ توده صنوبرکاری شده با گونه *P. nigra* و ۲ توده صنوبرکاری شده با گونه *P. alba* در استان زنجان و ۵ توده صنوبرکاری شده با گونه *P. alba* در استان اصفهان انتخاب شدند. در مرحله بعد، از درختان نمونه قلمه‌های ۲۰ سانتی‌متری تهیه و به‌منظور تولید نهال‌های مناسب و کافی در عرصه مجتمع تحقیقاتی البرز کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها ، مراتع و آبخیزداری کشور کاشته شدند. پس از یک سال رویش، نهال‌های تولیدشده در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در زمین اصلی کاشته شدند (لازم به ذکر است که تحقیق حاضر بخشی از طرح مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور است، بنابراین مراحل ذکرشده در بالا توسط مجری طرح مذکور انجام شده بود). ازآنجاکه بررسی مشخصات مورفولوژیکی برگ معمولاً در زمان کامل شدن آن و در اواسط فصل رویش انجام می‌شود (۱) بنابراین در ۱۵ مرداد از ارتفاع ۱/۳ میانی هر نهال، ۹ برگ سالم جدا شد و صفات مورفولوژیکی مندرج در جدول ۱ اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری متغیرهای رویشی، تعداد برگ هر پایه (NL) در اواسط فصل رویش (۱۵ مرداد) و ارتفاع (H)، قطر یقه (DC)، قطر در ۵۰ سانتی‌متری ارتفاع نهال (D50)، طول جست (HS)، تعداد شاخه (NB)، طول شاخه (HB) و زاویه شاخه با تنه اصلی (AB) در پایان فصل رویش (۱۵ آبان) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). در مرحله بعد همبستگی بین صفات مورفولوژیکی، همبستگی بین متغیرهای رویشی و همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی برای هرگونه به‌طور جداگانه با استفاده از نرم‌افزار SPSS، محاسبه شد. برای انجام تجزیه علیت و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مستقل بر متغیر وابسته، از نرم‌افزار Path (۱۷) استفاده شد. بدین منظور صفت ارتفاع به‌عنوان متغیر وابسته با عملکرد، انتخاب شد و صفاتی که با متغیر ارتفاع همبستگی داشتند به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

جدول ۱- مشخصات، نحوه اندازه‌گیری و واحد اندازه‌گیری صفات موفولوژیک موردبررسی
Table 1. Specifications, measurement methods and units of the assessed leaf parameters

صفات	نماد	نحوه اندازه‌گیری و واحد
عرض برگ در ۵۰٪ طول برگ	BW50	مشخص کردن ۵۰٪ طول برگ و اندازه‌گیری عرض آن برحسب سانتی‌متر
عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ	BW90	مشخص کردن ۹۰٪ طول برگ (از سمت نوک برگ) و اندازه‌گیری عرض آن برحسب سانتی‌متر
عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک	LT	مشخص کردن ۱ سانتی‌متری نوک برگ و اندازه‌گیری عرض آن برحسب سانتی‌متر
زاویه نوک برگ	AA	ترسیم خطی از نوک برگ تا پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین این خط و خط مماس بر حاشیه سمت راست برگ (در سمت نوک) برحسب درجه
زاویه قاعده برگ‌ها	BA	ترسیم خطی از نوک برگ تا پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین این خط و خط مماس بر حاشیه سمت راست برگ (در سمت پایه) برحسب درجه
زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی	α	اندازه‌گیری زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی موجود در سمت راست برگ برحسب درجه
زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی	β	اندازه‌گیری زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی موجود در سمت راست برگ برحسب درجه
زاویه ۱۰٪ طول برگ	A10	مشخص کردن ۱۰٪ طول برگ از سمت پایه، اتصال آن به حاشیه سمت راست برگ، ترسیم خطی از این نقطه به سمت پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین خط رسم شده و خط بین نوک و پایه برحسب درجه
زاویه ۲۵٪ طول برگ	A25	مشخص کردن ۲۵٪ طول برگ از سمت پایه، اتصال آن به حاشیه سمت راست برگ، ترسیم خطی از این نقطه به سمت پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین خط رسم شده و خط بین نوک و پایه برحسب درجه
طول برگ	LL	برحسب سانتی‌متر
حداکثر عرض برگ	LW	برحسب سانتی‌متر
سطح کل برگ	TLA	به دست آوردن متوسط سطح برگ هر درخت برحسب سانتی‌متر مربع و در تعداد برگ هر درخت ضرب کردن
طول دمبرگ	LP	برحسب سانتی‌متر
فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه	DBW	برحسب سانتی‌متر
طول برگ / حداکثر عرض برگ	LR	
طول دمبرگ / طول برگ	PR	

نتایج و بحث

نتایج برآورد همبستگی بین صفات مورفولوژیکی

نتایج برآورد همبستگی بین صفات مورفولوژیکی برگ گونه *P. alba* نشان داد که در میان ۱۷ صفت، زاویه پایه (BA) با ۱۲ صفت، عرض برگ در ۵۰٪ طول برگ (BW50)، عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک (LT)، زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی (α) و زاویه ۲۵٪ طول برگ (A25) با ۱۱ صفت، حداکثر عرض برگ (LW)، نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ (LR)، مجموع سطح برگ (TLA) و نسبت طول دمبرگ به طول برگ (PR) با ۱۰ صفت، زاویه ۱۰٪ طول برگ (A10) با ۹ صفت طول دمبرگ (LP) با ۸ صفت، عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90) با ۶ صفت، زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی (β) با ۵ صفت، حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW) با ۴ صفت و صفات طول برگ (LL) و زاویه نوک (AA) فقط با یک صفت همبستگی داشتند (جدول ۲). نتایج برآورد همبستگی بین صفات مورفولوژیکی برگ گونه *P. nigra* نشان داد که در میان ۱۹ صفت، زاویه ۲۵٪ طول برگ (A25) و نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ (LR) با ۱۳ صفت صفات زاویه ۱۰٪ طول برگ (A10) و زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی (α) با ۱۲ صفت زاویه پایه (BA) با ۱۱ صفت صفات عرض برگ در ۵۰٪ طول برگ (BW50) حداکثر عرض برگ (LW) عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک (LT) و زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی (β) با ۱۰ صفت طول دمبرگ (LP) با ۹ صفت صفات عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90)، مجموع سطح برگ (TLA) و فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW) با ۸ صفت نسبت طول دمبرگ به طول برگ (PR) با ۶ صفت زاویه نوک (AA) با ۳ صفت و طول برگ (LL) با ۱ صفت همبستگی داشتند (جدول ۳).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

جدول ۲- ضرایب همبستگی معنی‌دار بین صفات مورفولوژیکی برگ گونه *P. alba*

Table 2. Significant correlation coefficients between morphological traits in *P. alba*

صفات	BW50	BW90	LT	LW	DBW	LP	A10	A25	α	β	AA	BA	LR	PR	TLA
LL					۰/۸۱★										
BW50	۱	۰/۸۲★	۰/۹۳★★	۰/۹۶★★		۰/۸۷★	۰/۸۸★★	۰/۹۵★★	۰/۸۳★			۰/۸۶★	-۰/۹۱★★	۰/۸۶★	۰/۸۵★
BW90		۱	۰/۷۸★	۰/۸۸★★			۰/۷۸★	۰/۸۲★			۰/۸۳★				
LT			۱	۰/۸۸★★		۰/۷۶★	۰/۹۱★★	۰/۹۲★★	۰/۸۱★			۰/۸۷★	-۰/۹۱★★	۰/۸۰★	۰/۸۷★
LW				۱		۰/۸۹★★	۰/۸۶★	۰/۹۳★★				۰/۷۶*	-۰/۹۱★★	۰/۸۴★	۰/۷۶★
DBW					۱				-۰/۸۰★	-۰/۸۸★★		-۰/۷۸★			
LP						۱		۰/۷۷★	۰/۷۸★			۰/۷۶★	-۰/۸۰★	۰/۹۵★★	
A10							۱	۰/۹۷★★	۰/۸۲★			۰/۸۶★	-۰/۹۳★★		۰/۸۲★
A25								۱	۰/۸۳★			۰/۸۸★★	-۰/۹۷★★	۰/۸۱★	۰/۸۹★★
α									۱	۰/۹۷★★		۰/۹۹★★	-۰/۸۷★	۰/۹۰★★	۰/۹۰★★
β										۱		۰/۹۳★★		۰/۸۵★	۰/۸۱★
AA											۱				
BA												۱	-۰/۹۲★★	۰/۸۹★★	۰/.۹۵★★
LR													۱	-۰/۸۹★★	-۰/۹۳★★
PR														۱	۰/۸۳★

★: معنی‌داری در سطح ۵٪ و ★★: معنی‌داری در سطح ۱٪

جدول ۳- ضرایب همبستگی معنی‌دار بین صفات مورفولوژیکی برگ گونه *P. nigra*

Table 3. Significant correlation coefficients between morphological traits in *P. nigra*

صفات	BW50	BW90	LT	LW	DBW	LP	A10	A25	α	β	AA	BA	LR	PR	TLA
LL	۰/۷۵★★														
BW50	۱	۰/۸۵★★	۰/۷۶★★	۰/۷۶★★		۰/۶۴★	۰/۶۰★	۰/۷۲★★	۰/۷۷★★	۰/۸۷★★			-۰/۷۷★★		
BW90		۱	۰/۸۴★★	۰/۸۴★★				۰/۶۶★	۰/۶۲★	۰/۷۴★★	۰/۵۹★		-۰/۶۵★		
LT			۱	۱/۰۰★★			۰/۶۹★	۰/۸۱★★	۰/۸۵★★	۰/۸۹★★	۰/۶۰★	۰/۷۳★★	-۰/۸۲★★		
LW				۱			۰/۶۹★	۰/۸۱★★	۰/۸۵★★	۰/۸۹★★	۰/۶۰★	۰/۷۳★★	-۰/۸۲★★		
DBW					۱	-۰/۶۶★	-۰/۸۸★★	-۰/۷۶★★	-۰/۷۰★			-۰/۸۷★★	۰/۷۶★★	-۰/۹۲★★	۰/۷۰★
LP						۱	۰/۸۲★★	۰/۸۱★★	۰/۶۹★			۰/۷۱★	-۰/۸۳★★	۰/۷۵★★	-۰/۶۲★
A10							۱	۰/۹۵★★	۰/۹۱★★	۰/۷۵★★		۰/۹۸★★	-۰/۹۶★★	۰/۷۷★★	-۰/۸۱★★
A25								۱	۰/۹۱★★	۰/۸۰★★		۰/۹۳★★	-۰/۹۶★★	۰/۶۷★	-۰/۷۰★
α									۱	۰/۹۴★★		۰/۹۲★★	-۰/۹۶★★		-۰/۸۰★★
β										۱		۰/۷۷★★	-۰/۸۸★★		-۰/۶۸★
AA											۱				
BA												۱	-۰/۹۳★★	۰/۷۱★★	-۰/۸۲★★
LR													۱	-۰/۶۴★	۰/۷۸★★
PR														۱	

★: معنی‌داری در سطح ۵٪ و ★★: معنی‌داری در سطح ۱٪

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

نتایج برآورد همبستگی بین متغیرهای رویشی

نتایج برآورد همبستگی بین متغیرهای رویشی در گونه *P. alba* نشان داد که بیشترین تعداد همبستگی را متغیر ارتفاع (H) داشت. به‌طوری‌که از میان ۷ صفت با ۳ صفت همبستگی نشان داد. پس از آن صفات قطر یقه (DC) و قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) با ۲ صفت و صفت طول جست (HS) با ۱ صفت همبستگی داشتند. صفات تعداد برگ هر پایه (NL) تعداد شاخه (NB) طول شاخه (HB) و زاویه شاخه (AB) با هیچ‌کدام از صفات رویشی اندازه‌گیری شده همبستگی نداشتند (جدول ۴). نتایج برآورد همبستگی بین صفات رویشی در گونه *P. nigra* نشان داد که بیشترین تعداد همبستگی را متغیر ارتفاع (H) داشت. به‌طوری‌که از میان ۷ صفت با ۵ صفت همبستگی داشت. صفات تعداد برگ هر پایه (NL) طول جست (HS) و زاویه شاخه (AB) با ۳ صفت و صفات قطر یقه (DC) و قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) با ۲ صفت همبستگی داشتند. صفات تعداد شاخه (NB) و طول شاخه (HB) با هیچ‌کدام از صفات رویشی اندازه‌گیری شده همبستگی نداشتند (جدول ۵).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات رویشی در گونه *P. alba*

Table 4. Correlation coefficients between growth parameters in *P. alba*

صفات	DC	D50	NL	HS	NB	HB	AB
H	۰/۹۳**	۰/۹۲**	-۰/۱۴	/۷۸*	-۰/۵۶	۰/۰۱	-۰/۰۸
DC	۱	۰/۹۵**	-۰/۰۲	۰/۵۲	-۰/۵۶	۰/۱۴	۰/۰۱
D50		۱	۰/۱۰	۰/۵۱	-۰/۴۵	۰/۱۶	۰/۲۰
NL			۱	-۰/۳۳	۰/۶۹	۰/۳۱	۰/۱۹
HS				۱	-۰/۳۲	-۰/۳۷	-۰/۳۲
NB					۱	-۰/۲۸	۰/۱۷
HB						۱	۰/۰۹

*: معنی‌داری در سطح ۵٪ و **: معنی‌داری در سطح ۱٪

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات رویشی در گونه *P. nigra*

Table 5. Correlation coefficients between growth parameters in *P. nigra*

صفات	DC	D50	NL	HS	NB	HB	AB
H	۰/۶۶*	۰/۸۱**	۰/۸۴**	۰/۸۲**	-۰/۱۶	۰/۱۵	-۰/۶۸*
DC	۱	۰/۹۲**	۰/۳۴	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۵۷	-۰/۰۴
D50		۱	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۰۲	۰/۳	-۰/۲۱
NL			۱	۰/۹۴**	۰/۰۳	-۰/۰۸	-۰/۸۰**
HS				۱	-۰/۱۰	-۰/۱۶	-۰/۸۳**
NB					۱	۰/۲۷	۰/۳۹
HB						۱	۰/۲۲

*: معنی‌داری در سطح ۵٪ و **: معنی‌داری در سطح ۱٪

نتایج برآورد همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی

نتایج برآورد همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی در گونه *P. alba* نشان داد که صفت طول دمبرگ به طول برگ (PR) با ۴ متغیر رویشی صفات فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW) طول دمبرگ (LP) زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی (α) زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی (β) زاویه پایه (BA) نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ (LR) و سطح کل برگ (TLA) با ۳ متغیر رویشی صفات عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک (LT) زاویه ۱۰٪ طول برگ (A10) و زاویه ۲۵٪ طول برگ (A25) با ۲ متغیر رویشی و صفات عرض برگ در ۵۰٪ طول برگ (BW50) و حداکثر عرض برگ (LW) با ۱ متغیر رویشی همبستگی داشتند. صفات طول برگ (LL)، عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90) و زاویه نوک (AA) با هیچ‌یک از متغیرهای رویشی همبستگی نداشتند (جدول ۶). نتایج برآورد همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی در گونه *P. nigra* نشان داد که صفات سطح کل برگ (TLA) و فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW) با ۵ متغیر رویشی صفات زاویه ۱۰٪ طول برگ (A10) زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی (α) زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی (β) زاویه پایه (BA) و نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ (LR) با ۴ متغیر رویشی صفات عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک (LT) حداکثر عرض برگ (LW) طول دمبرگ (LP) و زاویه ۲۵٪ طول برگ (A25) با ۳ متغیر رویشی صفات عرض برگ در ۵۰٪ طول برگ (BW50) و طول دمبرگ به طول برگ (PR) با ۲ متغیر رویشی و صفات طول برگ (LL) و زاویه نوک (AA) با ۱ متغیر رویشی همبستگی داشتند. صفت عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90) هیچ‌یک از متغیرهای رویشی همبستگی نداشت (جدول ۷).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی در گونه *P. alba*

Table 6. Correlation coefficients between growth and morphological parameters in *P. alba*

صفات	H	DC	D50	NL	HS	NB	HB	AB
LL	-۰/۴۰	-۰/۴۹	-۰/۴۹	-۰/۷۰	-۰/۲۱	-۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۱۶
BW50	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۷۳	-۰/۴۲	۰/۲۳	-۰/۸۳*	۰/۱۸	۰/۲۲
BW90	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۵۱	-۰/۳۸	۰/۱۰	-۰/۶۴	۰/۲۵	۰/۵۶
LT	۰/۷۴	۰/۷۸*	۰/۸۳*	-۰/۲۰	۰/۳۴	-۰/۷۴	۰/۲۸	۰/۱۳
LW	۰/۶۸	۰/۷۱	۰/۷۲	-۰/۴۷	۰/۳۱	-۰/۸۳*	۰/۲۱	۰/۳۳
DBW	-۰/۷۷*	-۰/۸۶*	-۰/۷۶*	-۰/۲۳	-۰/۴۷	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۲۸
LP	۰/۷۶*	۰/۷۷*	۰/۶۶	-۰/۶۳	۰/۴۹	-۰/۹۱**	۰/۰۶	-۰/۰۴
A10	۰/۷۵	۰/۷۷*	۰/۸۸**	-۰/۱۵	۰/۳۹	-۰/۵۴	۰/۰۰	۰/۳۹
A25	۰/۷۱	۰/۷۹*	۰/۸۵*	-۰/۲۰	۰/۲۷	-۰/۶۴	۰/۱۴	۰/۴۲
α	۰/۸۱*	۰/۹۱**	۰/۸۴*	-۰/۱۸	۰/۴۰	-۰/۶۰	-۰/۰۷	-۰/۰۳
β	۰/۸۰*	۰/۸۸**	۰/۷۷*	-۰/۱۵	۰/۴۸	-۰/۵۱	-۰/۱۷	-۰/۲۳
AA	-۰/۱۶	-۰/۱۷	-۰/۰۱	-۰/۳۵	-۰/۲۵	-۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۷۱
BA	۰/۸۱*	۰/۹۲**	۰/۸۹**	-۰/۱۰	۰/۳۵	-۰/۶۰	۰/۰۶	۰/۰۴
LR	-۰/۸۱*	-۰/۹۰**	-۰/۹۲**	۰/۱۲	-۰/۳۲	۰/۶۶	-۰/۲۴	-۰/۳۲
PR	۰/۸۷*	۰/۹۲**	۰/۸۱*	-۰/۳۹	۰/۵۰	-۰/۸۱*	۰/۱۱	-۰/۰۵
TLA	۰/۶۹	۰/۸۸**	۰/۸۶*	۰/۸۷*	۰/۱۱	-۰/۵۸	۰/۳۱	۰/۱۷

*: معنی‌داری در سطح ۵٪ و **: معنی‌داری در سطح ۱٪

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و متغیرهای رویشی در گونه *P. nigra*

Table 7. Correlation coefficients between growth and morphological parameters in *P. nigra*

صفات	H	DC	D50	NL	HS	NB	HB	AB
LL	-۰/۰۰	-۰/۱۶	-۰/۰۳	-۰/۳۳	-۰/۲۳	-۰/۸۰**	-۰/۰۷	۰/۰۵
BW50	-۰/۳۸	-۰/۰۳	-۰/۰۵	-۰/۷۵**	-۰/۷۳**	-۰/۳۹	۰/۱۶	۰/۵۴
BW90	-۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۲۱	-۰/۵۰	-۰/۵۱	-۰/۲۴	۰/۳۰	۰/۴۳
LT	-۰/۴۳	۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۶۶*	-۰/۷۶**	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۷۰*
LW	-۰/۴۳	۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۶۶*	-۰/۷۶**	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۷۰*
DBW	۰/۵۹*	-۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۶۱*	۰/۶۴*	-۰/۶۲*	-۰/۱۶	-۰/۸۹**
LP	-۰/۴۶	۰/۶	-۰/۰۸	-۰/۷۵**	-۰/۶۴*	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۷۷**
A10	-۰/۶۷*	-۰/۰۱	-۰/۱۸	-۰/۸۵**	-۰/۸۷**	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۹۵**
A25	-۰/۵۰	۰/۲۰	۰/۰۴	-۰/۸۱**	-۰/۸۲**	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۸۸**
α	-۰/۷۳**	-۰/۱۲	-۰/۲۵	-۰/۹۱**	-۰/۹۴**	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۹۰**
β	-۰/۶۳*	-۰/۱۰	-۰/۱۹	-۰/۸۳**	-۰/۹۰**	-۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۷۴**
AA	۰/۲۷	۰/۵۲	۰/۵۹*	۰/۰۱	-۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۳۸
BA	-۰/۶۹*	-۰/۰۳	-۰/۱۹	-۰/۸۴**	-۰/۸۸**	۰/۳۵	۰/۰۹	۰/۹۱**
LR	۰/۶۵*	-۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۸۹**	۰/۹۱**	-۰/۱۶	-۰/۲۴	-۰/۹۳**
PR	-۰/۴۴	۰/۱۵	-۰/۰۷	-۰/۴۸	-۰/۴۵	۰/۶۳*	۰/۲۶	۰/۷۷**
TLA	۰/۹۲**	۰/۴۱	۰/۶۲*	۰/۹۳**	۰/۸۹**	-۰/۱۷	-۰/۰۸	-۰/۷۵**

*: معنی‌داری در سطح ۵٪ و **: معنی‌داری در سطح ۱٪

نتایج برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم

نتایج به‌کارگیری تجزیه مسیر برای ارزیابی اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر صفت ارتفاع در گونه *P. alba* نشان داد که صفت زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی (α) بیشترین اثر مستقیم مثبت و بیشترین اثر غیرمستقیم منفی را بر متغیر ارتفاع داشت. صفت زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی (β) بیشترین اثر مستقیم منفی و بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت را بر متغیر ارتفاع داشت. نتایج به‌کارگیری این آزمون در گونه *P. nigra* نشان داد که صفات زاویه ۱۰٪ طول برگ (A10) بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر متغیر ارتفاع داشتند. بیشترین اثر مستقیم منفی بر متغیر ارتفاع را صفت زاویه پایه (BA) داشت. بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت بر ارتفاع را متغیر تعداد برگ هر پایه (NL) داشت و همچنین بیشترین اثر غیرمستقیم منفی بر ارتفاع را صفت زاویه ۱۰٪ طول برگ (A10) داشت (جدول ۸).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

جدول ۸- اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثرات کل متغیرهای مستـقل بر متغیر وابسته ارتفاع در گونه *P. alba*

Table 8. Direct, indirect and total effects of independent variables on height as a dependent variable in *P. alba*

متغیرهای مستقل	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم	اثرات کل
DBW	−۱/۳۵	۰/۵۸	−۰/۷۷
LP	۰/۵۷	۰/۱۹	۰/۷۶
A	۵/۴۰	−۴/۵۹	۰/۸۱
B	−۵/۱۹	۵/۹۹	۰/۸۰
BA	−۰/۲۰	۱/۰۱	۰/۸۱
LR	−۰/۸۰	−۰/۰۱	−۰/۸۱
PR	−۲/۲۶	۳/۱۳	۰/۸۷
DC	۲/۵۱	−۱/۵۸	۰/۹۳
D50	−۲/۷۷	۳/۶۹	۰/۹۲
HS	۱/۲۵	−۰/۴۷	۰/۷۸

نتایج بررسی همبستگی بین صفات مورفولوژیکی برگ در دو گونه، نشان داد که کمترین میزان همبستگی را در هر دو گونه صفت زاویه نوک (AA) داشت که در *P. alba* با یک صفت عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90) و در *P. nigra* با سه صفت عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90)، عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک (LT) و حداکثر عرض برگ (LW) همبستگی مثبت داشت. با توجه به اینکه صفات زاویه نوک (AA)، عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90) و عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک (LT) شکل و اندازه نوک برگ را نشان می‌دهند بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که در *P. alba* شکل نوک برگ و اندازه آن مستقل از سایر صفات برگ است ولی در *P. nigra* با عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ (BW90)، همبستگی مثبت دارد. نتایج بررسی همبستگی بین صفات مورفولوژیکی برگ در دو گونه، نشانگر وجود همبستگی بین اکثر صفات کیفی (صفات مربوط به شکل برگ) بود. وجود همبستگی بین این صفات امری طبیعی به نظر می‌رسد زیرا این صفات تحت تأثیر شکل برگ هستند ولی صفاتی چون طول برگ و زاویه نوک تحت تأثیر شرایط محیطی هستند و حتی در شرایط یکسان محیطی این صفات تحت تأثیر شرایط میکرو محیطی (در دسترس بودن نور) هستند لذا همبستگی کمی با بقیه صفات داشتند. کرمر و همکاران (۱۴) نیز در تحقیق خود عنوان کرده‌اند که صفات کمی چون اندازه برگ اغلب تحت تأثیر فاکتورهای محیطی هستند. نتایج همبستگی بین صفات رویشی حاکی از وجود اختلافاتی در الگوی رویشی دو گونه بود، به‌طوری‌که در *P. alba* متغیرهای رویشی تعداد برگ هر پایه (NL) و زاویه شـاخه (AB) با هیچ‌یک از صفات رویشی دیگر همبستگی نداشتند ولی در *P. nigra* تعداد برگ هر پایه (NL) با ارتفاع (H) و طول جست (HS) همبستگی مثبت و با زاویه شاخه (AB) همبستگی منفی داشت و زاویه شاخه (AB) با ارتفاع (H)، تعداد برگ هر پایه (NL) و طول جست (HS) همبستگی منفی داشت. در هر دو گونه تعداد شاخه و طول شاخه با هیچ‌یک از متغیرهای رویشی همبستگی نداشتند. همچنین متغیر ارتفاع در *P. alba* با قطر یقـه (DC)، قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) و طول جست (HS) همبستـگی مثبـت داشت. ضریب همبستگی بین قطـر یقه (DC) و ارتفاع (H) ۰/۹۳ و ضریب همبستگی بین قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) و ارتفاع (H) ۰/۹۲ است. این ضرایب نشان می‌دهد که همبستگی مناسبی بین افزایش قطر نهال‌ها با افزایش ارتفاع برقرار است. جاهانبازی گوجانی و همکاران (۱۲) در تحقیق خود نشان دادند که عوامل دیگری مثل رقابت باعث کم شدن همبستگی بین ارتفاع جست های *P. alba* با قطر یقه آن‌ها شده است. در *P. nigra* ضریب همبستگی بین قطر یقه (DC) و ارتفاع (H) ۰/۶۶ و ضریب همبستگی بین قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) و ارتفاع (H) ۰/۸۱ است. این ضرایب نشان می‌دهد که عوامل دیگری بر ارتفاع تأثیر دارند (جدول ۹). همچنان که نتایج نشانگر آن بود که ارتفاع در *P. nigra* علاوه بر سه صفت قطر یقه (DC) قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) و طول جست (HS) با تعداد برگ هر پایه (NL) همبستگی مثبت و با زاویه شاخه (AB) همبستگی منفی داشت. همبستگی منفی بین زاویه شاخه (AB) و ارتفاع (H) در *P. nigra* نشان‌دهنده فرم تاج این‌گونه است که با زیادشدن ارتفاع، زاویه شاخه‌ها کم می‌شود. امیری و همکاران (۳) نیز نشان دادند که میزان همبستگی قطر و ارتفاع در یکی از دو منطقه صنوبرکاری شده موردمطالعه بالاتر از منطقه دیگر بوده است و نتیجه گرفتند که این امر نشان‌دهنده یکنواخت‌تر بودن رقابت بین پایه‌هاست. نتایج آنالیز Path نیز نشان داد که اثرات مستقیم قطر یقه (DC) بر ارتفاع در *P. alba* مثبت و در واقع بیشترین اثر مستقیم را داشت ولی در *P. nigra* قطر یقه (DC) اثر مستقیم کمی بر ارتفاع داشت. نتایج همبستگی بین صفات مورفولوژی و رویشی نشان داد که بین دو گونه تفاوت‌های آشکاری وجود دارد. به‌طوری‌که در *P. alba* متغیرهای طول جست (HS) و زاویه شاخه (AB) با صفات مورفولوژیکی همبستگی نداشتند ولی در *P. nigra* این متغیرها با ۱۲ صفت مورفولوژیکی همبستگی داشتند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

جدول ۹- اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثرات کل متغیرهای مستقـل بر متغیر وابسته ارتفـاع در گونه *P. nigra*

Table 9. Direct, indirect and total effects of independent variables on height as a dependent variable in *P. nigra*

متغیرهای مستقل	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم	اثرات کل
DBW	۰/۰۰	۰/۵۹	۰/۵۹
A10	۱/۲۶	-۱/۹۳	-۰/۶۷
α	-۰/۲۵	-۰/۴۸	-۰/۷۳
β	-۰/۰۱	-۰/۶۲	-۰/۶۳
BA	-۰/۷۱	۰/۰۲	-۰/۶۹
LR	۱/۱۰	-۰/۴۵	۰/۶۵
TLA	۰/۸۲	۰/۱۰	۰/۹۲
DC	۰/۲۲	۰/۴۴	۰/۶۶
D50	۰/۴۶	۰/۳۵	۰/۸۱
NL	-۰/۶۲	۱/۴۶	۰/۸۴
HS	-۰/۵۳	۱/۳۵	۰/۸۲
AB	-۰/۱۸	-۰/۵۰	-۰/۶۸

همچنین در *P. alba* قطر یقه (DC) با ۱۱ صفت مورفولوژیکی و قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) با ۱۰ صفت مورفولوژیکی همبستگی داشت درحالی‌که در *P. nigra* قطر یقه (DC) با هیچ‌کدام از صفات مورفولوژیکی همبستگی نداشت و قطر در ۵۰ سانتی‌متری (D50) فقط با یک صفت مورفولوژیکی همبستگی داشت همچنین در *P. alba* متغیر ارتفاع با صفات زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی (α)، زاویه بین رگبرگ میـانی و دومین رگبرگ پائیـنی (β) و زاویه پایه (BA) همبستگی مثبت و با صفت نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ (LR) همبستگی منفی داشت در حالی که در *P. nigra* متغیر ارتفاع با صفات زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی (α)، زاویه بین رگبرگ میـانی و دومین رگبرگ پائیـنی (β) و زاویه پایه (BA) همبستگی منفی و با صفت نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ (LR) همبستگی مثبت داشت. نتایج به دست آمده نشانگر آن است که دو گونه صنوبر موردمطالعه در شرایط یکسـان محیطی تفاوت‌های آشکاری در الگوهای رویشی و مورفولوژیکی نشان دادند. مارون و همکاران (۱۶) بر پایه تحقیقات خود عنوان کرده‌اند که صفات برگ که تعیین‌کننده رویش و درنتیجه تولید هستند را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: دسته اول صفاتی که بارویش در هر شرایطی همبستگی دارند. دسته دوم صفاتی که بارویش بسته به شرایط محیطی و یا گونه مرتبط هستند و دسته سوم صفاتی که هرگز با رویش همبستگی ندارند. بر این اساس آن‌ها حداکثر سطح برگ و ابعاد دمبرگ را به‌عنوان شاخص‌های قابل‌اعتماد که به شرایط محیطی وابستگی ندارند معرفی کرده‌اند. تحقیقات قابل‌توجه دیگری نیز وجود دارد که نشان می‌دهد در جنس *Populus* سطـح برگ درخت (از طریق تأثیر بر جذب نور) با تولید در ارتبـاط است و می‌توان از آن به‌عنوان شاخصی برای انتخـاب درختان با تولیـد بالا استفاده کرد (۶،۱۱،۱۹،۲۰،۲۵). همچنین اسدی و همکاران (۴) در مطالعه خود نشان دادند که سطح کل برگ (TLA) همبستـگی زیادی با ارتفاع در *P. euphratica alba, P. nigra* و *P. deltoides* داشت و با تجزیه مسیر نیز نشان دادند که صفت سطح کل برگ (TLA)، اثر مستقیم و اثر غیرمستقیم مثبتی بر روی ارتفاع داشت و به‌عنوان بهترین صفت مؤثر بر متغیر وابسته یعنی ارتفاع انتخاب شد. در تحقیق حاضر سطح کل برگ (TLA) درختان *P.nigra* با ۵ متغیر رویشی همبستگی داشت (همبستگی مثبت با متغیرهای ارتفاع و قطر در ۵۰ سانتی‌متری، تعداد برگ هر پایه، طول و همبستگی منفی با زاویه شاخه) که همراه با صفت فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW) از بین صفات مورفولوژیکی موردمطالعه با تعداد بیشتری از متغیرهای رویشی همبستگی داشتند. نتایج تجزیه مسیر هم نشان داد که اثر مستقیم و غیرمستقیم صفت سطح کل برگ (TLA) بر ارتفاع در گونه *P.nigra* مثبت بود. در *P. alba* اگرچه همبستگی سطح کل برگ (TLA) با ارتفاع (H) معنی‌دار نبود ولی سطح کل برگ (TLA) با سه متغیر رویشی (قطر یقه، قطر در ۵۰ سانتی‌متری و تعداد برگ هر پایه) همبستگی مثبـت داشت و بعد از صفـت نسبت طول دمبرگ به طـول برگ (PR) که با ۴ متغیر رویشی همبستگی داشت، قرار می‌گیرد. این نتایج مطابق با نتایج بدست آمده توسط مارون و همکاران (۱۶) و بان و همکاران (۶) است که در تحقیق خود بر روی صنوبرها، همبستگی بالای صفات سطح برگ و ابعاد دمبرگ با متغیرهای رویشی را نشان دادند. در هر دو گونه متغیرهای رویشی چون قطر با ارتفـاع همبستگی داشتنـد ولی فرآینـد انتخـاب پایه‌های مناسب نباید به‌صورت مستقیم و مبتنی بر مشاهده صفات کمی رویش ارتفاعی و قطری باشد، چون صفات مزبور در شرایط رویشگاهی سخت، فرصت بروز نمی‌یابند. همچنین بسیاری از کولتیوارهای موفق صنوبر در برخی از شرایط رویشگاهی، امکان رشد سریع را نخواهند یافت که این وضعیت نه به خاطر عدم توانایی آن‌ها بلکه عمدتاً به دلیل محدودیت در شرایط رویشگاهی به وجود می‌آید و بنابراین انتخاب غیرمستقیم از طریق سایر صفات همبسته با ویژگی‌های قطر و ارتفاع به‌منظور ارزیابی پتانسیل عملکرد آن کولتیوارها یک‌راه حل مناسب است (۴). بر ایـن اسـاس، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که می‌توان در صنوبرها از صفت سطح کل برگ برای انتخاب اولیه درختان با رویش بالا استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق قسمتی از طرح تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور با عنوان تنوع رویشی، رویشگاهی، ژنتیکی و اثر متقابل آن‌ها در صنوبرهای *P. alba* و *P. nigra* بوده است که لازم می‌دانیم از مسئولین مؤسسه صمیمانه سپاسگزاری نماییم.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

منابع

1. Alba, N.C., D. Maestro, M.D. Gundez and E. Notivol. 2002. Advances in the preservation of genetic resources in *Populus nigra* L. in Spain. In: Van Dam, B.C. and B. Bordacs (eds.) Genetic diversity in river populations of European Black Poplar, 125-136.
2. Al Afas, N., N. Marronand and R. Ceulemans. 2006. Clonal variation in stomatal characteristics related to biomass production under short rotation coppice culture. Environmental and Experimental Botany, 58: 279-286.
3. Amiri, B., B. rasouli, A. Kazemi Talkouei, M. Dehdar Dargahi and R. Norouzi Gour abi. 2008. Investigation on structure differences between Poplar plantations in two habitats of Guilan.Proceeding of the Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation, 474-483 (In Persian).
4. Asadi, F., H. Mirzzaie Nodoushan and A. Modir Rahmati. 2005. Path analysis of Poplar different attributes in early stages of growth. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 13: 295-312 (In Persian).
5. Asadi, F. 2002. Genetic diversity and its structure within and among plant populations of various poplar species and cross ability between native and exotic clones. PhD Thesis in Forestry, Tarbiat Modaress University, 257 pp (In Persian).
6. Bunn, S.M., A.M. Rae, C.S. Herbert and G. Raylor. 2004. Leaf- level productivity traits in Populus grown in short rotation coppice for biomass energy. Forestry, 77: 307-323.
7. Ceccarelli, S. and S. Grando. 1996. Drought as a challenge for the plant breeder. Plant Growth Regul, 20: 149-155.
8. Ceulemans, R., I. Impens and V. Steenackers. 1988. Genetic variation in aspects of leaf growth of Populus clones, using the leaf plastochron index. Canadian Journal of Forest Research, 18: 1069-1077.
9. Ceulemans, R. 1990. Genetic Variation in Functional and Structural Productivity Determinants in Poplar. PhD Thesis the Netherlands, 134 pp.
10. Dickmann, D.I., M.A. Gold and J.A. Flore. 1994. The ideotype concept and the genetic improvement of tree crops. Plant Breeding Rev, 12: 163-193.
11. Dunlap, J.M. and R.F. Stettler. 1998. Genetic variation and productivity of *Populustrichocarpa* and its hybrids. X. Trait correlations in young black cotton-wood from four river valleys in Washington. Trees Structure Function, 13: 28-39.
12. Jahanbazi Gojani, H., Y. Iranmanesh and M. Talebi. 2008. Investigation of produce ability in native bushwood after logging in Chaharmahal va Bakhtyari province. Proceeding of the Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation, 100-110 (In Persian).
13. Kireger, K.E. and S.K. Rop. 2015. An assessment of morphological and physiological traits that correlate with faster growth rate and high biomass production in *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne seedlings.Advances in Life Science and Technology, 34: 8-12.
14. Kremer, A., J.L. Dupouey, D. Deans, J. Cottrell, U. Csaikl, R. Finkeldy, S. Espinel, J. Jensen, J. kleinschmit, B. VanDam, M. Tutkova, R.C. Munro, S. Steinhoff and V. Badeau. 2002. Leaf morphological differentiation between *Quercusrobur* and *Quercuspetraea* in stable across western european mixed Oak stands. Annals of Forest Science, 59: 777-787.
15. Marron, N. and R. Ceulemans. 2006. Genetic variation of leaf traits related to productivity in a *Populus deltoides* × *P. nigra* family. Canadian Journal of Forest Research, 36: 390-400.
16. Marron, N., S.Y. Dillen and R. Ceulemans. 2007. Evaluation of leaf traits for indirect selection of high yielding Poplar hybrids. Environmental and Experimental Botany, 61: 103-116.
17. Mirzaie Nadoushan, H., M.B. Rezaieand and K. Jaimand. 2001. Path analysis of the essential oil-related characters in Mentha spp. Flavour and Fragrance Journal, 16: 340-343.
18. Pellis, A., I. Laureysens and R. Ceulemans. 2004. Growth and production of a short rotation coppice culture of Poplar. I. Clonal differences in leaf characteristics in relation to biomass production. Biomass and Bioenergy, 27: 9-19.
19. Rae, A.M., K.M. Robinson, N.R. Street and G. Taylor. 2004. Morphological and physiological traits influencing biomass productivity in short rotation coppice culture. Canadian Journal of Forest Research, 34: 1488-1498.
20. Ridge, C.R., T.M. Hinckley, R.F. Stettler and E. Van Volkenburgh. 1986. Leaf growth characteristics of fast-growing Poplar hybrids *Populustri chocarpa*×*P.deltoides*. Tree Physiology, 1: 209-216.
21. Singh, H.B. and R.K. Jha. 2004. Variability associations and path coefficient analysis in Poplar (*Populus deltoids* Bartr). Session of International Poplar commission, pp: 176-187.
22. Tuberosa, R., S. Salvi, M.C. Sanguineti, P. Landi, M. MacCaferri and S. Conti. 2002. Mapping QTLs regulating morpho-physiological traits and yield: casestudies, Shortcomings and perspectives in drought-stressed maize. Annals of Botany, 89: 941-963.
23. Wang, Y.P., X.J. Lu, I.J. Wright, Y.J. Dai, P.J. Rayner and P.B. Reich. 2012. Correlations among leaf traits provide a significant constraint on the estimate of global gross primary production. Geophysical Research Letters, 39: 1-7.
24. Wu, R.L. 1994. Quantitative genetics of yield breeding for Populus short rotation culture. Efficiency of indirect selection on tree geometry. Theoretical and Applied Genetics, 88: 803-811.
25. Wu, R. and R.F. Stettler. 1994. Quantitative genetics of growth and development in Populus. I.A three-generation comparison of tree architecture during the first 2 years of growth. Theorical and Applied Genetics, 89: 1046-1054.
26. Wu, R. and R.F. Stettler. 1998. Quantitative genetics of growth and development in Populus. Phenotypic plasticity of crown structure and function. Heredity, 81: 299-310.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

27. Yousefi, B. and A. ModirRahmati. 2004. Evaluating and grouping of 48 different Poplar clones based on leaf characteristics and wood function. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12: 79-110 (In Persian).
28. Zalesny, J.A., R.S. Zalesny, D.R. Coyle and R.B. Hall. 2007. Growth and biomass of Populus irrigated with landfill leachate. Forest Ecology and Management, 248: 143-152.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]

Evaluation of Growth and Morphological Parameters in two Poplar Species (*P.nigra* L. & *P. alba* L.) to Tree Growth Reveal Traits Related To Productivity (Case Study in Kermanshah, Zanjan and Esfahan Provinces)

Afrooz Alimohamadi[1], Farhad Asadi[2] and Reza Tabaie Aghdaei[3]

1- Assistant Professor, Scientific Board Member of Payame Noor university, Tehran, Iran,
(Corresponding Author: afrooz_viva@yahoo.com)
2- Scientific Board Member of Research Institute of Forest and Rangeland
Received: July 29, 2015 Accepted: November 30, 2015

Abstract

Morphological traits genetically correlated with wood production have been targeted as an alternative to the indirect selection of Poplar trees for high biomass production. So in this study two *Populus* species (*P. nigra* and *P. alba*) growing in Kermanshah, Zanjan and Esfahan provinces were selected to investigate the relationship between various leaf morphological traits and growth characteristics. In order to assimilate environmental conditions, cuttings were planted under randomized complete blocks design with 3 replications. 16 leaf morphological traits and 8 growth characteristics were measured in middle and end of growth seasons. Path analysis was applied to estimate the direct and indirect impacts of traits on height. Also the relationships between morphological traits and growing characteristics were determined. Results showed that leaf area was highly correlated with height in *P.nigra* and had high positive direct and indirect impact on height. Although there was no correlation between leaf area and height in *P.alba* but leaf area was correlated with 3 another growth characteristics. In general, results showed that the leaf morphological traits can be used in order to select Poplar trees with high growth rate indirectly.

Keywords: Morphological traits, Growth parameters, *Populus nigra* L., *Populus alba* L. Leaf area

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.4.2]