# رابطه رشد نهال افرا پلت (*Acer velutinum* Boiss) با ویژگی‌های برگ

حامد یوسف‌زاده[۱*]، مسعود طبری[۲]، کامبیز اسپهبدی[۳] و غلامعلی جلالی[۲]

(تاریخ دریافت: ۸۴/۱۲/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۴/۱۹)


## چکیده

**تحقیق حاضر جهت پیش‌بینی رشد نهال پلت بر اساس ویژگی‌های برگ در یک نهالستان کوهستانی(۱۵۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا) در شمال کشور انجام شد. برای این منظور، از بین ۲۷۰ اصله نهال پرورش یافته پلت، ۸۶ اصله به‌صورت تصادفی انتخاب شد. صفات رویشی نهال شامل طول ساقه و قطر یقه و صفات مورفولوژیک برگ شامل تعداد، وزن خشک، مساحت، سطح فتوسنتزی و نسبت مساحت به وزن خشک برگ اندازه‌گیری و زی‌توده ساقه و زی‌توده کل نهال‌ها نیز محاسبه گردید. بر اساس صفات مورفولوژیک برگ و با استفاده از روش‌های رگرسیونی ساده و چند متغیره(روش گام به گام) اقدام به تعیین مدل پیش‌بینی میزان رشد طولی و قطری و هم‌چنین زی‌توده ساقه و کل نهال‌ها شد. نتایج نشان داد که می‌توان بر اساس سطح فتوسنتزی و تعداد برگ میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها را با دقت قابل قبول تخمین زد. هم‌چنین بر اساس وزن برگ، سطح فتوسنتزی و تعداد برگ، میزان زی‌توده ساقه نهال را با دقت مناسبی برآورد نمود. قطر یقه و زی‌توده کل نهال‌ها نیز با توجه به وجود هم‌بستگی با صفات مورفولوژیک برگ، مورد آزمون قرار گرفتند. اما مدل‌های به‌دست آمده برای هر یک از این دو متغیر دقت قابل قبولی را ارایه ندادند. از نتایج این تحقیق می‌توان استنتاج کرد که باتوجه به هم‌بستگی صفات رویشی با صفات مورفولوژیک برگ، توجه به متغیر سطح فتوسنتزی در گزینش مقدماتی نهال‌ها جهت انتقال از نهالستان به عرصه‌های جنگل‌کاری، به‌منظور افزایش میزان رشد و تولید چوب دارای اهمیت می‌باشد.**


**واژه‌های کلیدی: افرا پلت، رگرسیون، مساحت برگ، مورفولوژی برگ، سطح فتوسنتزی**

## مقدمه

جنگل‌ها از حیث تأمین مواد غذایی، مصنوعات چوبی، محصولات کاغذی، حفظ آب و نزولات آسمانی و جلوگیری از فرسایش خاک نقش مهمی را در اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌نمایند. بنابراین تلاش برای جلوگیری از نابودی این منابع برای حفظ حیات انسان و هم‌چنین کسب درآمد از منابع طبیعی، از اهمیت حیاتی برخوردار است. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی، مصرف الوار صنعتی جهان در سال ۲۰۰۰، بین ۶/۱ تا ۲/۲ میلیارد متر مکعب بوده است. مصرف چوب، سالانه حدود ۷/۱ درصد رشد دارد و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۰ مصرف چوب حدود ۲۰ درصد (۹/۱ میلیارد مترمکعب) بیش از زمان حال خواهد شد(FAO 2001-1999). بنابراین با توجه به نیاز روز افزون بشر به فراورده‌های چوبی، لازم است هر چه زودتر با اعمال روش‌های مدیریتی

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد جنگل‌داری (در حال حاضر دانشجوی دکتری)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۲. استادیاران دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۳. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hamed_seraj20@yahoo.com



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]

علمی، اقدام به بهبود کمی و کیفی گونه‌های جنگلی و افزایش بهره‌وری از جنگل به‌خصوص افزایش تولید چوب و الوار، جهت رفع نیازهای صنایع چوب و کاغذ نمود. در این راستا یکی از مهم‌ترین عوامل جهت نیل به اهداف فوق، شناسایی عوامل مؤثر در افزایش میزان تولید در واحد سطح می‌باشد. در شمال ایران افرا پلت گونه‌ایی است که سهم عمده‌ایی از سطح جنگل‌کاری‌ها را به خود اختصاص داده است و لذا انجام مطالعات اصلاحی روی این گونه جهت تولید پایه‌های با رشد بیشتر و سریع‌تر و نیز تولید چوب با کیفیت تر ضرورت می‌یابد. یکی از اجزای مؤثر و مهم در این خصوص مطالعه مورفولوژی برگ به‌ویژه سطح برگ می‌باشد(۳). در این زمینه، برنامه‌های وسیعی در نقاط مختلف دنیا و به‌خصوص در سطح اروپا با استفاده از برنامه‌های اصلاحی انجام گرفته است. پلیورا و اریکسون(۲۲)در بررسی میزان رشد و زی توده گونه شاه بلوط (*Castanea sativa*) به این نتیجه رسیدند که میزان رشد و زی‌توده در ارتباط تنگاتنگی با مورفولوژی برگ می‌باشد. چانج (۱۰) گزارش کرد که مهم‌ترین عامل در ایجاد اختلاف در میزان تولید زی توده گونه عنبرسائل(Sweet gum) خصوصیات مورفولوژیک برگ می‌باشد، طوری که تغییرات در سطح برگ می‌تواند به تنهایی ۹۰ درصد تغییرات تولید را توجیه نماید. از طرف دیگر هزارا و تریپاتی(۱۸) گزارش کردند که نهال‌های جمعیت‌هایی که دارای وزن برگ یا مساحت برگ بیشتری بودند، مقدار زی‌توده بیشتری نیز تولید می‌نمایند. برخی دیگر از محققین نیز وجود ارتباط مثبت بین تعداد استومات در سطح برگ و نیز سطح فتوسنتزی را با میزان رشد نهال گزارش نمودند. (۷، ۹ و ۱۹).

با توجه به موارد فوق تحقیق حاضر در نظر دارد تا با تعیین مدل‌هایی جهت پیش‌بینی رشد نهال افرا پلت بر اساس صفات مورفولوژیک برگ، اهمیت به‌کارگیری این صفات را در گزینش مقدماتی نهال‌هایی که برای انتقال از نهالستان به عرصه جنگل‌کاری در نظر گرفته می‌شوند، جهت افزایش میزان رشد و تولید چوب مشخص نماید.

## مواد و روش‌ها

### الف) مواد

#### ۱. نحوه انتخاب نهال‌ها و اندازه‌گیری صفات

در این تحقیق در نهالستان کوهستانی اوری ملک سنگده (۱۵۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا) ۸۶ اصله نهال از بین ۲۷۰ اصله نهال کاشته شده افرا پلت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (۱۱ کرت در سه بلوک) به‌صورت تصادفی انتخاب شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع و قطر یقه نهال‌ها تا دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. بعد از کف بر کردن نهال‌ها (اوایل شهریور)، ساقه و برگ آنها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شد(۱۵) و سپس هر یک از اندام‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی توزین(میکروگرم) گردید. قبلاً برای اندازه‌گیری مساحت برگ پنج عدد برگ به‌طور تصادفی از هر نهال (۲۱) انتخاب شده بود و مساحت هر یک از آنها توسط دستگاه سطح سنج برگ تعیین و سپس میانگین آنها به عنوان مساحت برگ آن نهال در نظر گرفته شده بود. سطح فتوسنتزی هر نهال نیز از ضرب تعداد کل برگ هر نهال در میانگین مساحت برگ آن نهال به‌دست آمد. نسبت مساحت به وزن خشک برگ هر نهال نیز از تقسیم میانگین مساحت پنج عدد برگ انتخاب شده از هر نهال بر میانگین وزن خشک آن تعیین شد.

#### ۲. مشخصات اقلیمی نهالستان مورد مطالعه

تحقیق حاضر در نهالستان اوریملک شرکت سهامی چوب فریم انجام شد. نهالستان مذکور به مساحت ۱/۵ هکتار در ۳۰ کیلومتری جنوب شهر پل سفید، در ارتفاع ۱۵۵۰ متری از سطح دریا واقع شده است. شیب آن ملایم وجهت آن شمالی، سنگ مادر آهکی وخاک آن قهوه‌ای جنگلی است. بر اساس اطلاعات ۲۰ ساله ایستگاه‌های باران سنجی منطقه، متوسط بارندگی سالانه نهالستان ۸۲۱ میلی‌متر (حداقل وحداکثر سالانه به‌ترتیب ۶۴۵/۵ و ۱۱۶۳ میلی‌متر) ثبت شده است. میران بارندگی به‌صورت برف، به‌طور متوسط ۲۶/۴ درصد ثبت گردید. در نهالستان مذکور متوسط دمای سالانه حدود ۹ درجه سانتی‌گراد، حداقل و حداکثر



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]

مطلق دما به‌ترتیب ۲۶- و ۲۳/۵+ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی، ۷۹/۶ درصد است (۱).

## ب) روش‌ها

### ۱. تعیین هم‌بستگی بین صفات مورفولوژیک

اولین مرحله جهت تعیین مدل‌های رشد و زی‌توده بر اساس صفات مورفولوژیک برگ، به‌دست آوردن میزان هم‌بستگی بین متغیرها و مشخص نمودن معنی‌داری ارتباط بین آنها می‌باشد(۲). لذا ابتدا شرط‌های استفاده از روش هم‌بستگی پیرسون شامل وجود روابط خطی بین متغیرها، پارامتریک بودن داده‌ها و عدم وجود داده‌های پرت بررسی شد. از آنجایی که این شرط‌ها برقرار نشد، از آزمون هم‌بستگی اسپیرمن استفاده گردید.

### ۲. تعیین روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته

جهت تعیین ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته از آزمون ارتباط رگرسیون دو و چند متغیره استفاده گردید. در این مرحله به‌منظور تعیین آزمون رگرسیون و تثبیت فرضیه‌های مرتبط با آن(۱۵)، موارد زیر انجام گرفت.

• آزمون نرمال بودن داده‌های متغیرهای مستقل و وابسته با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرونوف انجام شد. معیار نرمال بودن، مقدار احتمال بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد، به این معنی که داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند.

• آزمون همگنی واریانس خطاها با استفاده از رسم نمودار مقادیر خطای استاندارد شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی استاندارد شده انجام شد. در این مرحله پراکنش یک‌نواخت نقاط مد نظر است.

• آزمون عدم خود هم‌بستگی بین خطاها با استفاده از آماره Durbin– Waston انجام شد. در این بخش مقادیر نزدیک به دو قابل قبول است.

• تحلیل نقاط پرت با استفاده از آماره Casee diagnostics انجام شد. نقاطی که در محدوده سه برابر انحراف معیار قرار نگیرند، پرت تشخیص داده می‌شوند.

بعد از تأیید تمامی فرضیه‌های فوق اقدام به تعیین رابطه انجام رگرسیون بین متغیرهای مستقل و وابسته گردید. رگرسیون ساده رابطه بین یک متغیر مستقل(x) و یک متغیر پاسخ (Y) را بررسی می‌کند. تعداد متغیرهای وابسته در این تحقیق چهار متغیر رشد ارتفاعی، رشد قطری و زی توده ساقه و زی توده کل بود که ارتباط تک‌تک آنها با متغیرهای مستقل تعداد برگ، مساحت برگ، سطح فتوسنتزی، وزن خشک برگ و نسبت مساحت برگ به وزن خشک برگ به شکل دوتایی مورد بررسی قرار گرفت. تعیین نوع مدل‌های رگرسیونی در واقع از بررسی ارتباط مستقیم متغیرها با یکدیگر و یا اشکال تغییر یافته آنها صورت پذیرفته است. لذا روابط دو تایی در حالت‌های خطی، لگاریتمی، معکوس، معادله درجه دو، معادله درجه سه، ترکیبی، توانی، حالت S، مدل منحنی رشد و مدل نمایی مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین جهت تعیین ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته آزمون ارتباط(رگرسیون خطی چندگانه)نیز مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور انتخاب مدل مناسب و مؤثرترین متغیرهای مستقل مرتبط، برای تشخیص ترتیب اهمیتی که در آن، در هر عبارت رگرسیونی باید در هر معادله رگرسیون چند متغیره بر اساس سهم نسبی‌اش قرار گیرد، از تکنیک روش رگرسیونی گام به گام ، استفاده شد(۲). به این ترتیب با انجام آزمون رگرسیون خطی ساده و چند متغیره برای هر متغیر وابسته، مدل‌هایی که ضریب هم‌بستگی در سطح ۱٪ و ۵٪ احتمال به‌ترتیب مساوی یا بزرگ‌تر از ۰/۴۰۲ و ۰/۳۱ باشد، انتخاب شدند(۵). اما انتخاب نهایی یک مدل از میان مدل‌های به‌دست آمده، در صورتی انجام می‌گرفت که مدل مورد نظر دارای اعتبار لازم باشد. شرط لازم برای تعیین اعتبار یک مدل آن است که نتایج به دست آمده با نتایج واقعی مقایسه گردد. برای مقایسه مدل‌ها، معیارها و روش‌های متعددی ارایه شده است. از جمله معیارهای مناسب برای مقایسه مدل‌ها، خطای نسبی مجذور میانگین مربعات خطا و ضریب کارایی(برای مقایسه اختلافات مقادیر تخمینی و واقعی به‌منظور مقایسه مدل‌ها و خصوصاً وقایع پیوسته) می‌باشد. شرط تعیین اعتبار مدل‌ها این است که ضریب کارایی به یک نزدیک باشد (۱۶). هنگامی که از خطای نسبی و مجذور میانگین مربعات خطا استفاده می‌شود، مدلی قابل قبول است که خطای



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]

**جدول۱. هم‌بستگی(r) بین صفات مورد مطالعه**

| صفات رویشی | صفات مورفولوژیک برگ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد برگ | مساحت برگ | سطح فتوسنتزی | وزن برگ | مساحت برگ به وزن برگ |
| قطر نهال | ۰/۳۷ | ۰/۵۱* | ۰/۵۱* | ۰/۶۶** | -۰/۳۵ |
| ارتفاع نهال | ۰/۶۸** | ۰/۴۴ | ۰/۹** | ۰/۴۷ | -۰/۰۸ |
| زی توده ساقه | ۰/۴۶ | ۰/۵۲* | ۰/۶۴** | ۰/۷** | -۰/۳۲ |
| زی توده کل | ۰/۱۶ | ۰/۲۳ | ۰/۲۸ | ۰/۵۳* | -۰/۳۲ |

*: سطح ۰/۰۵ معنی‌دار را نشان می‌دهد. **: سطح ۰/۰۱ معنی‌دار و

نسبی کمتر از ۴۰ درصد(۱۳)و مجذور میانگین مربعات خطا به صفر میل کند(۱۶).

فرمول‌های مورد استفاده برای بررسی دقت تخمین و هم‌چنین تأیید مدل‌ها عبارت‌اند از :

$$RE = \left|\frac{Y_0 - Y_e}{Y_0}\right| \times 100 \qquad [1]$$

RE، خطای نسبی؛ $Y_0$، مقدار مشاهده‌ایی متغیر وابسته؛ $Y_e$، مقدار تخمینی متغیر وابسته می‌باشند.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{n}^{i=1}(Q_0 - Q_e)^2}{n}} \qquad [2]$$

RMSE، مجذور میانگین مربعات خطا؛ $Q_0$، مقدار مشاهده‌ایی متغیر وابسته؛$Q_1$، مقدار تخمینی متغیر وابسته؛n، تعداد مشاهدات می‌باشد.

$$QE = \frac{\frac{1}{n}\sum_{n}^{i=1}(Q_0 - Q_{-0})^2 - \frac{1}{n}\sum_{n}^{i=1}(Q_0 - Q_e)^2}{\frac{1}{n}\sum_{n}^{i=1}(Q_0 - Q_{-0})^2} \qquad [3]$$

QE، ضریب کارایی، $Q_0$، مقدار مشاهده‌ایی؛ $Q_0$ ،میانگین کل مقدار مشاهده‌هایی می‌باشد.

در پایان نیز جهت تأیید مدل پیش‌بینی شده، نمودار پراکنش داده‌ها ترسیم و بهترین منحنی برازش یافته بر داده‌ها تعیین شد(۲).

## نتایج

### هم‌بستگی‌ها

نتایج هم‌بستگی بین رشد طولی نهال‌ها با صفات مورفولوژیک حاکی از آن بود که بین رشد ارتفاعی با سطح فتوسنتزی و تعداد برگ و نیز بین رشد قطری با وزن برگ هم‌بستگی معنی‌دار مثبت و قوی وجود داشت. هم‌چنین بین زی توده ساقه با وزن برگ و سطح فتوسنتزی نیز ارتباط معنی‌دار مثبت و قوی دیده می‌شد(جدول۱).

### مدل‌ها

با استفاده از آزمون رگرسیون مدل پیش‌بینی میزان رشد طولی، رشد قطری، میزان زی‌توده ساقه و زی توده کل بر اساس صفات مورفولوژیک برگ تعیین شد. نتایج نشان داد که با استفاده از آزمون رگرسیون ساده تنها مدلی که دارای اعتبار لازم می‌باشد، مدل پیش‌بینی رشد طولی(H) نهال‌ها بر اساس سطح فتوسنتزی(PA) آن می‌باشد(مدل اول). اولین قدم در جهت تعیین مدل زیر آزمون معنی‌دار بودن آن می‌باشد. نتیجه آزمون آنالیز رگرسیونی نشان داد که مدل حاضر در سطح ۹۹ درصد اطمینان معنی‌دار می‌باشد(جدول۲). مرحله بعد، مرحله تعیین خطای تخمین و تایید مدل می‌باشد. نتایج این مرحله نشان داد که مدل حاضر دارای ضریب تبیین ۰/۷۸، مجذور میانگین مربعات ۰/۲۵، ضریب کارایی ۰/۷۵ و خطای نسبی کمتر از ۷ درصد می‌باشد. بنابراین با توجه به شرایط پذیرش یک مدل، مدل حاضر از اعتبار لازم برای تایید یک مدل برخوردار می‌باشد.

### مدل اول

$$H=-2E-0.5(PA)^2+0.0559(PA)+11.95$$

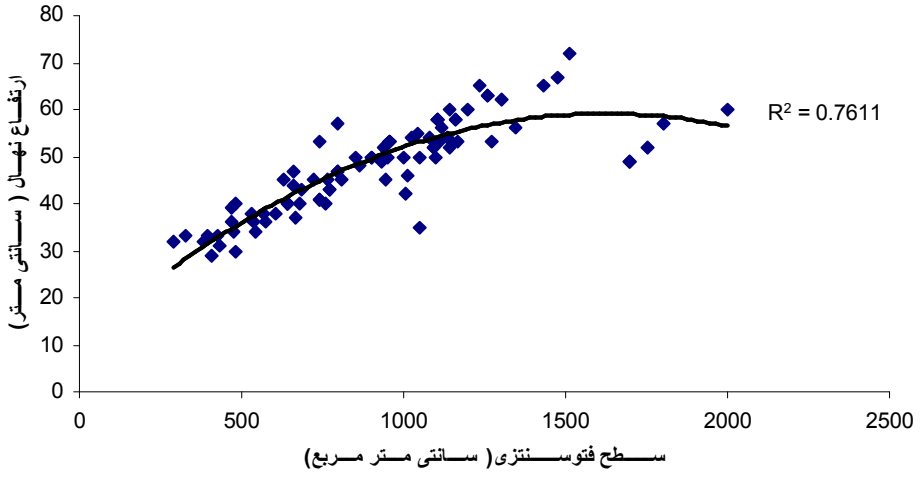


[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]

جدول۲. آنالیز واریانس پیش‌بینی میزان رشد ارتفاعی بر اساس سطح فتوسنتزی نهال

| | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| رگرسیون | ۲ | ۶۵۰۴/۲ | ۳۲۵۳/۱ | ۱۵۴/۳۲ | ۰/۰۰۰ |
| باقی‌مانده | ۵۸ | ۱۷۴۹/۱ | ۲۱/۰۷۴ | | |




شکل۱. دیاگرام پراکنش ارتفاع نهال بر اساس سطح فتوسنتزی نهال

H، ارتفاع نهال؛ PA، سطح فتوسنتزی؛ E-05=10-5 می باشد.

در پایان نیز جهت تأیید بهترین رابطه برای مدل تهیه شده، داده‌های پرت حذف و سپس نمودار پراکنش داده‌ها ترسیم، و بهترین منحنی برازش یافته بر داده‌ها مدل Polynomial تشخیص داده شد(شکل۱).

هم‌چنین با انجام آزمون رگرسیون خطی چند متغیره برای هر متغیر وابسته بر اساس متغیرهای مستقل، تعدادی رابطه به دست آمد که تنها دو مدل از تمامی مدل‌های اجرا شده از شرایط تأیید یک مدل مناسب برخوردار بودند.

**مدل دوم**

پیش‌بینی ارتفاع نهال بر اساس متغیرهای سطح فتوسنتزی و تعداد برگ می‌باشد که در زیر ارایه می‌گردد.

H= 43.932+ 0.049(P.A)+ (-2.234* L.N)

H :ارتفاع نهال، PA : سطح فتوسنتزی، L.N : تعداد برگ می‌باشد.

برای تعیین این مدل، از تکنیک رگرسیونی گام به گام استفاده شد، طوری که در مرحله اول که تنها بر اساس سطح فتوسنتزی انجام گرفته بود ضریب کارایی ۰/۶۷ محاسبه شد، در حالی که در مرحله دوم با اضافه نمودن تعداد برگ به مدل اولیه ضریب کارایی از ۰/۶۷ به ۰/۹۲ افزایش یافت (جدول۳). آزمون آنالیز رگرسیونی نیز معنی‌دار بودن مدل فوق را تایید نمود(جدول۴). نتایج آزمون تعیین اعتبار نیز نشان داد که مدل حاضر دارای ضریب تبیین ۰/۹۲، مجذور میانگین مربعات ۰/۰۳۶، ضریب کارایی ۰/۹۳ و خطای نسبی ۴/۴۳ درصد می‌باشد. بنابراین در نهایت مدل به‌دست آمده با توجه به دلیل برخورداری از تمامی شرایط پذیرش یک مدل، مورد تأیید قرار گرفت.

**مدل سوم**

پیش‌بینی زی توده ساقه هر نهال بر اساس وزن برگ، سطح فتوسنتزی و تعداد برگ آن :

W.S= 1.345+ 5.24(W.L)+ 0.004(P.A)+(-0.2*(L.N))



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]

**جدول۳. ضریب تبیین و خطای تخمین مدل‌های پیش‌بینی ارتفاع هر نهال بر اساس سطح فتوسنتزی(مدل۱) و سطح فتوسنتزی و تعداد برگ آن(مدل۲)**

| مدل | ضریب هم‌بستگی | ضریب تبیین | ضریب تبیین تصحیح شده | انحراف معیار ضریب تبیین |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۸۲ | ۰/۶۷ | ۰/۶۷ | ۵/۴۲ |
| ۲ | ۰/۹۶ | ۰/۹۲ | ۰/۹۲ | ۲/۵۸ |

مدل۱ : پیش‌بینی ارتفاع نهال بر اساس سطح فتوسنتزی

مدل۲ : پیش‌بینی ارتفاع هر نهال بر اساس سطح فتوسنتزی و تعداد برگ آن

**جدول۴. آنالیز رگرسیون پیش‌بینی ارتفاع نهال بر اساس سطح فتوسنتزی و تعداد برگ آن**

| | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| رگرسیون | ۲ | ۴۹۷۴/۷ | ۲۴۸۷/۳ | ۳۷۱/۵ | ۰/۰۰۰** |
| باقی‌مانده | ۵۸ | ۳۸۸/۳ | ۶/۶۹ | | |
| کل | ۶۰ | ۵۳۶۳ | | | |

**جدول۵. ضریب تبیین و خطای تخمین مدل‌های پیش‌بینی زی‌توده ساقه بر اساس وزن برگ (مدل۱) و وزن برگ و سطح فتوسنتزی (مدل۲) و نیز وزن برگ و سطح فتوسنتزی و تعداد برگ آن(مدل۳)**

| مدل | ضریب هم‌بستگی | ضریب تبیین | ضریب تبیین تصحیح شده | انحراف معیار ضریب تبیین |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۷ | ۰/۴۹ | ۰/۴۸ | ۱/۱۸ |
| ۲ | ۰/۷۹ | ۰/۶۲ | ۰/۶۱ | ۱/۰۲ |
| ۳ | ۰/۸۲ | ۰/۶۸ | ۰/۶۶ | ۰/۹۶ |

**جدول۶. آنالیز رگرسیون پیش‌بینی زی توده ساقه بر اساس وزن برگ و سطح فتوسنتزی و تعداد برگ آن**

| | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | F | |
|---|---|---|---|---|---|
| رگرسیون | ۳ | ۹۴/۸۹ | ۳۱/۶۳ | | |
| باقی‌مانده | ۴۸ | ۴۴/۷۴ | ۰/۹۳ | ۳۳/۹۳ | ۰/۰۰۰** |
| کل | ۵۱ | ۱۳۹/۶۳ | | | |

** : در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

W.S، زی توده ساقه؛ W.L، وزن برگ؛ PA، سطح فتوسنتزی؛ L.N،تعداد برگ می باشند.

برای تعیین این مدل نیز، از تکنیک رگرسیونی گام به گام استفاده شد، طوری که در مرحله اول که تنها بر اساس وزن برگ انجام گرفته بود ضریب کارایی ۰/۴۸ شد. در مرحله دوم با اضافه نمودن سطح فتوسنتزی به مدل اولیه ضریب کارایی از ۰/۴۸ به ۰/۶۱ و در مرحله سوم با اضافه نمودن تعداد برگ از ۰/۶۱ به ۰/۶۶ افزایش یافت(جدول ۵). آزمون آنالیز رگرسیونی نیز معنی‌دار بودن مدل فوق را تایید نمود (جدول ۶). در نهایت مدل به‌دست آمده به‌دلیل برخورداری از تمامی شرایط پذیرش



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]

یک مدل، مورد تأیید قرار گرفت.

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بررسی هم‌بستگی بین صفات نشان می‌دهد که وزن برگ و سطح فتوسنتزی به‌صورت مثبت و معنی‌داری با میزان رشد ارتفاعی نهال و هم‌چنین زی توده ساقه هم‌بستگی معنی‌داری دارند. این مسئله که میزان رشد ارتفاعی و زی توده ساقه نهال تحت تأثیر صفات مورفولوژیک برگ و تغییرات آن می‌باشد، توسط بسیاری دیگر از محققین نیز گزارش شده است (۱۰، ۱۸ و ۲۱) البته تغییرات تعداد برگ نیز ممکن است به‌دلیل تأثیر بر سطح فتوسنتزی کل (که حاصل‌ضرب تعداد برگ در میانگین سطح برگ است) بر میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها و تولید زی‌توده ساقه نهال‌ها مؤثر باشد. به‌عبارت دیگر می‌توان گفت که با افزایش تعداد برگ، سطح فتوسنتزی آن افزایش یافته و از این طریق بر میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها و تولید زی‌توده ساقه نهال‌ها تأثیر مثبت می‌گذارد. بنابراین با توجه به نتایج جدول ۱ می‌توان بیان نمود که تعداد برگ نیز یک عامل مؤثر بر افزایش میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها و تولید زی توده ساقه نهال‌ها می‌باشد.

وجود ارتباط بین میزان رشد ارتفاعی نهال‌ها با صفات مورفولوژیک برگ (مدل اول و دوم)، حاکی از ارتباط تنگاتنگ بین میزان رشد ارتفاعی با میزان سطح فتوسنتزی نهال‌ها می‌باشد. به‌نظر می‌رسد علت اصلی بالا بودن میزان رشد ارتفاعی نهال‌هایی که دارای سطح فتوسنتزی بیشتری می‌باشند، به‌دلیل پتانسیل بالاتر آنها برای تثبیت کربن فتوسنتزی (دریافت نور و جذب گاز کربنیک بیشتر) می‌باشد(۲۱).

هم‌چنین نتایج تعیین مدل پیش‌بینی میزان زی‌توده ساقه بر اساس صفات مورفولوژیک برگ (سومین مدل )حاکی از متأثر بودن میزان زی‌توده ساقه از صفات مورفولوژیک برگ به‌ویژه وزن برگ و سطح فتوسنتزی می‌باشد. چانج (۱۰) مهم‌ترین عامل در ایجاد اختلاف در میزان تولید زی‌توده گونه عنبرسائل Sweetgum را در تفاوت بین خصوصیات مورفولوژیک برگ آنها دانست و نتیجه گرفت که تفاوت در سطح برگ می‌تواند به تنهایی ۹۰ درصد تغییرات در میزان تولید را توجیه نماید. در این راستا هزارا و تریپاتی(۱۸) نیز نتایج مشابهی را گزارش می‌کنند. به‌طور کلی در راستای نتایج تحقیقات این مطالعه و مطالعات دیگران (۱۰ و ۱۸) می‌توان نتیجه گرفت که صفات مورفولوژیک برگ و به‌ویژه سطح فتوسنتزی نهال‌ها، تأثیر چشم‌گیری بر میزان رشد ارتفاعی و زی‌توده نهال‌ها دارند.

با عنایت به نتایج این تحقیق و با توجه به اثبات وراثت‌پذیری پایین رویش طولی نهال در بسیاری از تحقیقات انجام گرفته (۱۲ و ۲۳) و از طرف دیگر اثبات وراثت‌پذیری بالا صفات مورفولوژیک برگ (۴ و ۱۱) پیشنهاد می‌گردد در گزینش مقدماتی نهال‌های گونه افرا پلت جهت انتقال از نهالستان به عرصه‌های جنگل‌کاری به جای "رویش طولی"، "شاخص قطر یقه نهال به طول آن" (۱۸) و همراه با آن صفات مرتبط با برگ به‌ویژه سطح فتوسنتزی نهال‌ها (با توجه به نتایج این تحقیق) مورد توجه ویژه قرار گیرد. از طرف دیگر با توجه اثبات وجود تنوع ژنتیکی برای سطح برگ و سایر صفات مهم آن در بین جمعیت‌های مختلف در مطالعات بسیاری از محققین(۶، ۸ . ۱۴)، می‌توان با مطالعه در سطح جمعیت‌ها و شناسایی جمعیت‌های برتر (میزان تولید در هکتار ) ارتباط بین میزان تولید در هکتار جمعیت‌ها و افراد داخل جمعیت را با صفات مورفولوژیک برگ به‌ویژه سطح فتوسنتزی بررسی نموده و در صورت وجود ارتباط احتمالی بین آنها، با جمع‌اوری بذر از آنها اقدام به تولید نهال در نهالستان‌ها نموده و با انتقال نهال‌های تولید شده به عرصه‌های جنگل‌کاری افزایش میزان چوب را انتظار داشت. البته پیشنهاد می‌گردد ضمن تکرار چنین آزمایش‌هایی برای این گونه و هم‌چنین سایر پهن برگان بومی، جهت قوی‌تر و غنی‌تر نمودن نتایج، میزان ارتباط رشد ریشه را نیز با رشد طولی مورد بررسی قرار داده تا بتوان با درصد اطمینان بیشتری، امکان به‌کارگیری این مشخصه‌ها را در گزینش مقدماتی نهال‌ها برای انتقال به عرصه‌های جنگل‌کاری جهت افزایش میزان رشد و تولید چوب مشخص نمود.



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]

## منابع مورد استفاده


۱. شریفی، م. ۱۳۷۲. ارزیابی رواناب ناشی از بارندگی در دو حوزه از رودخانه‌های مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۲. فرشادفر، ع. ۱۳۸۲. *طرح‌های آماری در کشاورزی*. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.

۳. کریمی، م. و م. عزیزی. (ترجمه). ۱۳۷۳. *آنالیزهای رشد گیاهان زراعی*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴. کوچکی، ع.، م. ح. راشد محصل، م. نصیری، و ر. صدر آبادی، (ترجمه). ۱۳۷۴. *مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی*. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد.

۵. مهدوی، م. ۱۳۷۷. *هیدرولوژی کاربردی*. جلددوم، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

6. Aas, G., J. Maier, M. Baltisberger, S. Matzger. 1994. Morphology, isozyme variation, cytology and reproduction of hybrids between *Sorbus aria* (L.) Crantz and *S. torminalis*(L.) Crantz, Helv. 104:195-214.
7. Barigaah, T.S., B. Saugier, M. Mousseau, J. Giuttet and R. Ceulemans. 1994. Photosynthesis, leaf area and productivity of 5 poplar clones during their establishment year. Ann. For.Sci. 51:613-625.
8. Brushi, P., P. Grossoni, F. Bussotti. 2003. Within and among tree variation in leaf morphology of Quercus petraea (Matt) Liebl. Natural. Population Trees 17:164-172.
9. Ceulemans, R. 1990. Genetic variation in functional and structural productivity determinants in Populus spp. Dissertation, University of Antwerp.
10. Change, S. 2002 . Seedling Sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) half 6-– sib family to N and P fertilization : growth, leaf area, net photosynthesis and nutrient uptake. Forest Ecol. Manag. 173 (1-3): 281-291.
11. Chen, S. G., R. Ceulemans and I. Impenns. 1994. A fractal – based Populus canopy structure model for the calculation of light interception. Forest Ecol. Manag. 69 : 97- 110.
12. Cornelius.J, L. Apedaile and F. Mesen. 1995. Provenance and family variation in height and diameter growth of *Cupressus iustianica* Mill. at 28 months in Costa Rica. Silvae Genetica 45: 2-3
13. Das, G. 2000. Hydrology and Soil Conservation Engineering. Asok. Ghosh, Prentice – Han of India, 489pp.
14. Dupouey, J. L., V. Badeau. 1993. Morphological variability of Oaks *Q. robur* L., *Q.petrae* (Matt.) Liebl, *Q. pubesense* (Wild.) in north eastern France: Preliminary results. Ann. Sci. For. 50:35-40.
15. El- Kassaby, Y. A., and Y. S. Park. 1993. genetic variation and correlation in growth, Biomass, and phenology of douglas-fir diallel progeny at different spacings. Silvae Genetica 42: 289-296.
16. Green, R. A., and D. Stephonson. 1986. Criteria of comparison of single event models. Hydrol. Sci. J. 31 : 365-411.
17. Hair, j. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham and W. C. Black. 1995. Multivariate Data Analysis. 4th ed., Prentice Hall, New Jersey, USA.
18. Hazara, C. R. and S. B. Tripathi. 1986. Soil properties, micro meteorological parameters, forage yield and phosphorus uptake of berseem as influenced by phosphorus application under Agroforestry system of production. J. Agron. Crop. Sci. 156: 145–152.
19. Lyapova, I. 1989. Growth of mixted *Quercus fraintlo* plantation .Gorsko-Stopanstvo 45(6): 3-4.
20. Orlovic, S. 1993. An investigation of stomata variability. MSc. Thessis, Forestry Faculty of Belgrades.
21. Orlovic, S., V. Guzina, B. Krsic, and L. Merkulov. 1998. Genetic Variability in Anatomical, physiological and growth characteristics of hybrid poplar (*Populus × euramericana* Dode (Guinier) and Eastern Cottonwood (*Populus deltoids* BARTR.) Clones. Silvae Genetica 47: 183-190.
22. Pliura, A., G. Erikson. 2002. Genetic variation in juvenile height and biomass of open – polinated families of six *Castanea sativa* Mill. Population in 2×2 factorial temperature watering experiment. Silvae Genetica. 51: 152-160.
23. Sierra- Lucero, V., S.E. Mc keand, D.A. Huber, D. L. Rockwood and L. White. 2002. Performance differences and genetic parameters for coastal provenance of Loblloly pine in southeastern United States. Forest. Sci. 48:732-742.




[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.44.23.8 ]