مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های ناهمسال دالاب ایلام

مهرداد میرزایی [۱،*]، امیر اسلام بنیاد [۲]، محبوبه محبی بیجارپس [۳]

[۱] دانشجوی دکترای جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان
[۲] دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان
[۳] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان
*پست الکترونیک نویسنده مسئول: mehrdadmirzaei28@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۲)

چکیده

هدف از این تحقیق، مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب ایلام بود. به‌منظور بررسی توزیع فراوانی ارتفاع درختان در توده‌های طبیعی، تعداد ۳۷ خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر انتخاب و به‌صورت سیستماتیک تصادفی با ابعاد شبکه آماربرداری ۱۰۰ × ۱۰۰ متر اندازه‌گیری شد. در مجموع ارتفاع ۲۰۹ اصله از درختان بلوط اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. توابع توزیع احتمال مورد بررسی بتا، نمایی، گاما، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول بود. مشخصه‌های هر یک از توابع با استفاده از روش بیشینه درست‌نمایی برآورد شد. مقایسه توزیع احتمال واقعی و توزیع احتمال بدست‌آمده از توابع، به‌وسیله آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و کای‌دو انجام گرفت. نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که به‌ترتیب، توزیع‌های احتمال بتا، نرمال، وایبول، گاما و لگ‌نرمال برای مدل‌سازی توزیع فراوانی درختان بلوط ایرانی مناسب می‌باشند؛ اما آزمون کای‌دو نشان داد که تنها توزیع‌های بتا و لگ‌نرمال قابلیت تبیین توزیع فراوانی ارتفاع درختان را دارند؛ بنابراین در مطالعاتی که هدف آن‌ها شبیه‌سازی روند تغییرات جنگل است، می‌توان از توزیع‌های بتا و لگ‌نرمال استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بلوط ایرانی، توزیع احتمال، جنگل‌های دالاب، زاگرس

مقدمه

جنگل‌ها به‌عنوان کامل‌ترین جامعه زیستی هستند که در میان تمام جوامع طبیعی دارای بیشترین قابلیت خودتنظیمی و خودتجدیدی است و می‌تواند به‌عنوان نقطه شروعی برای تلاش درباره حفظ تعادل بوم‌شناختی در طبیعت در نظر گرفته شود، حتی به‌عنوان یک الگوی غیر قابل جایگزین در علوم جنگل برای روش‌های مختلف جنگل‌شناسی محسوب می‌شود (متاجی و همکاران، ۱۳۷۹). نکته قابل توجه در برنامه‌ریزی در زمینه جنگل استفاده از توابع آماری مختلف است، زیرا توابع آماری از جمله عواملی هستند که در تهیه مدل‌های رویشی برای برآورد وضعیت آتی رویشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از تئوری‌های احتمال مناسب برای پیش‌بینی وضعیت پراکنش تعداد درختان در یک توده جنگلی نه‌تنها در برآورد نوع تولید در سنین مختلف حائز اهمیت است، بلکه در برنامه‌ریزی روش‌های تنک کردن در جنگل‌ها نیز می‌تواند مفید باشد و تولید اقتصادی و بیولوژیک بهینه و پایداری توده را تضمین خواهد کرد (Nanang, 1998). بررسی و شناخت وضعیت فعلی و آینده توده‌های جنگلی (متاجی و همکاران، ۱۳۷۹؛ نمیرانیان، ۱۳۸۵)، توصیف ساختار جنگل (Kangas & Maltamo, 2000)، بررسی واکنش توده به عملیات پرورشی و پیش‌بینی آینده توده از جمله کاربرد توزیع‌های آماری در برنامه‌ریزی و مدیریت جنگل هستند. مدل‌سازی توزیع فراوانی متغیرهایی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

چون قطر و ارتفاع و تاج‌پوشش در شاخه‌های گوناگون علوم جنگل مانند جنگل‌شناسی، جنگلداری و زیست‌سنجی جنگل مورد توجه اهل فن بوده و است. اولین استفاده از مدل‌های توزیع برای مشخصه قطر برابر سینه بود که توسط دی‌لیکورت در سال ۱۸۹۸ بر پایه توزیع هندسی ارائه شد (Johnson, 2010) و پس از او مایر در سال ۱۹۵۲ نیز تابع نمایی را برای مدل‌سازی داده‌های قطر ارائه کرد (Rubin *et al.*, 2006) و به مرور زمان از دهه شصت میلادی، استفاده از توزیع‌های آماری در پژوهش‌های جنگل متداول شد. اولین مطالعه درباره استفاده از توزیع‌های آماری در علوم جنگل در ایران مربوط به مطالعات نمیرانیان (۱۳۶۹) است که از سه توزیع آماری بتا، وایبول و دوجمله‌ای منفی برای تعیین فراوانی درختان در طبقات قطری استفاده کرد. بیشترین مطالعات انجام شده در زمینه توزیع‌های آماری مربوط به مشخصه قطر درختان است. علاوه بر قطر، متغیر ارتفاع کل را می‌توان از اصلی‌ترین متغیرهای مورفومتریک درختان جنگلی دانست. در زیست‌سنجی جنگل متغیرهایی چون ارتفاع درخت، در مواردی مانند تعیین حجم، ترسیم منحنی ارتفاع، محاسبه ضرایب شکل و قدکشیدگی کاربرد دارند، اما نباید از شناخت کلی و تبیین رفتار این متغیرها که حکم متغیر تصادفی را دارند غافل شد. برای تبیین رفتار این متغیرها می‌توان از مدل‌سازی توزیع فراوانی آن‌ها استفاده کرد. متاجی (۱۳۷۹) به کمک توزیع‌های آماری، فراوانی درختان مربوط به توده‌های ناهمسال در طبقات ارتفاعی را مورد بررسی قرار داد. برای بررسی فراوانی درختان در طبقات ارتفاعی، سه توزیع بتا، وایبول و نرمال را با استفاده از آزمون‌های کای‌دو و کولموگروف- اسمیرنوف مورد ارزیابی قرار داد که نتایج نشان داد هیچ‌یک از توزیع‌های فوق مدل مناسبی برای این منظور نبود. سهرابی و طاهری سرتشنیزی (۱۳۹۱) توابع توزیع بتا، گاما، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول را برای مدل‌سازی توزیع قطری گونه‌های بلوط در جنگل‌های زاگرس شمالی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و کای‌دو نشان داد که توزیع بتا بهترین تابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع در طبقات قطری گونه‌های بلوط می‌باشد. محمدعلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) برای مطالعه توزیع فراوانی داده‌های ارتفاع درختان در توده‌های ناهمسال و مدل‌سازی آن از توزیع‌های آماری وایبول، گاما، نرمال و لگ‌نرمال استفاده کردند. نتایج آزمون اندرسون- دارلینگ و نمودار P-P نشان داد که توزیع لگ‌نرمال مدل مناسبی برای مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع نیست و از سه توزیع دیگر، به‌ترتیب، توزیع‌های وایبول، گاما و نرمال برای این کار مناسب‌تر می‌باشند. Siipilehto (۲۰۰۶) مطالعه‌ای را با هدف بررسی توزیع ارتفاعی توده‌های جوان کاج جنگلی در جنوب فنلاند انجام داد. منطقه بررسی شده شامل ۱۰ ناحیه زادآوری بود و گردآوری داده‌ها به روش نمونه‌گیری صورت گرفت. برای برازش داده‌ها از توزیع وایبول استفاده و برآورد پارامترها به روش صدک‌ها و تابع توزیع انجام شد. آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نیز نتیجه برازش را تأیید کرد. Li-feng و Xin-nian (۲۰۱۰) توزیع‌های بتا و وایبول را به‌منظور بررسی توزیع قطری درختان در توده‌های طبیعی مدیریت شده در کشور چین مورد برازش قرار دادند. نتایج نشان داد که توزیع وایبول نسبت به توزیع بتا مدل مناسب‌تری برای مدل‌سازی توزیع قطر درختان است. Mateus و Tome (۲۰۱۱) برای مدل‌سازی توزیع قطری جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس در کشور پرتغال، توزیع احتمال جانسون[1] را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که این توزیع قابلیت برازش قطر برابر سینه درختان را دارد. Sheykholeslami و همکاران (۲۰۱۱) توابع توزیع نرمال، لگ‌نرمال، نمایی، گاما و وایبول را به‌منظور بررسی توزیع درختان در طبقات قطری در جنگل‌های شمال ایران مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آزمون‌های کای‌دو و کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که تنها توزیع لگ‌نرمال می‌تواند توزیع قطر درختان را تعیین کند. به منظور مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی اصولی در جنگل، به جمع‌آوری اطلاعات کمی و کیفی مناسب

[1] Johnson's SB

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

نیاز است. با توجه به اینکه تصور می‌شود که مشخصه ارتفاع در جنگل‌های زاگرس از اهمیت کمتری نسبت به سایر مشخصه‌ها برخوردار است، اما به‌منظور مدل‌سازی برای توده‌های جنگلی، آگاهی از مدل‌سازی سایر مشخصه‌ها به‌عنوان مثال ارتفاع درختان لازم می‌باشد. همچنین از آنجایی که در بررسی تغییرات توده در طول زمان از سطح مقطع برابر سینه می‌توان استفاده کرد و با توجه به اهمیت رابطه ارتفاع با قطر درختان، لزوم بررسی این مشخصه حائز اهمیت است؛ بنابراین هدف از این تحقیق، مقایسه مدل‌های آماری توزیع فراوانی ارتفاع درختان به‌منظور انتخاب تابع توزیع احتمال مناسب برای مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب ایلام و نیز تعیین مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال از بین توابع بتا، نمایی، نرمال، لگ‌نرمال، وایبول و گاما است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

جنگل‌های منطقه دالاب ایلام به مساحت ۳ هزار هکتار در شمال غربی آن قرار گرفته است. پس از جنگل‌گردشی، ۳۷/۲ هکتار از جنگل‌ها که معرف جنگل‌های این منطقه بود، انتخاب شد. این منطقه از نظر مختصات جغرافیایی در طول "۴۰ '۲۲ °۴۶ تا "۳۰ '۲۳ °۴۶ شرقی و در عرض "۵ '۴۲ °۳۳ تا "۴۰ '۴۲ °۳۳ شمالی واقع شده است. تیپ‌های شناسایی شده در جنگل‌های دالاب تیپ بلوط ایرانی[1]، تیپ آمیخته[2] (بلوط ایرانی، بنه، بادام) و تیپ دافنه- بادام[3] هستند (رستمی و حیدری، ۱۳۸۷). این منطقه بر اساس طبقه‌بندی آب و هوایی دومارتن در اقلیم نیمه‌مرطوب‌سرد و بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد و خاک آن بر اساس تقسیم‌بندی فائو در رده خاک‌های لیتوسل است. متوسط بارندگی سالانه منطقه مورد مطالعه ۶۶۳/۶ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه ۱۶/۷ درجه سانتی‌گراد است (میرزایی و بنیاد، ۱۳۹۳).

شیوه اجرای پژوهش

در این بررسی تعداد ۳۷ خط‌نمونه به‌صورت سیستماتیک تصادفی با ابعاد شبکه آماربرداری ۱۰۰ × ۱۰۰ متر برداشت شد. روش نمونه‌برداری به‌صورت خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر انتخاب شد. در این روش، خط نمونه‌ها در جهت شمال و در امتداد شبکه آماربرداری اندازه‌گیری شدند. درختانی که تاج یا تنه آن‌ها این خط را قطع می‌کردند، مورد اندازه‌گیری واقع شدند (زبیری، ۱۳۸۶؛ میرزایی و بنیاد، ۱۳۹۳؛ میرزایی و همکاران، ۱۳۹۳). انتخاب این روش نمونه‌برداری به‌این علت بود که چون خط نمونه‌ها در جهت افزایش شیب منطقه بودند، تغییرات درختان بهتر نشان داده می‌شود. در مجموع ارتفاع ۲۰۹ درخت به منظور برازش توابع توزیع احتمال اندازه‌گیری شد.

توزیع‌های آماری

توزیع فراوانی یا توزیع احتمال، نحوه پراکنش افراد در طبقه‌های مختلف را نشان می‌دهد. نحوه توزیع پدیده‌های دنیای واقعی متفاوت و متنوع است. از این‌رو برای توزیع احتمال، تاکنون مدل‌های تئوریک متعددی به‌نام توابع توزیع احتمال ارائه شده است. در این تحقیق از شش توزیع آماری بتا، نمایی، گاما، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول استفاده شده است که در جدول ۱ ارائه شده است (سهرابی و همکاران، ۱۳۹۱؛ محمدعلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲؛ Johnson *et al.*, 1995; Zwillinger & Kokoska, 1999; Nord-Larsen & Cao, 2006; Shekholeslami *et al.*, 2011; Fallahchai & Shokri, 2014). در هر رابطه x نشانگر متغیر ارتفاع بوده و حروف یونانی معرف پارامترهای تابع چگالی احتمال هستند.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در علم آمار روش‌های گوناگونی برای برآورد پارامترها وجود دارد. برخی از روش‌های کلی یا عمومی عبارت‌اند از: روش گشتاورها، روش کمترین توان‌های

[1] *Quercus brantii*
[2] *Quercus brantii; Pistacia atlantica; Acer cinerascens*
[3] *Daphne mucronata-Amygdalus orientalis*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

دوم، روش بیشینه درست‌نمایی، روش کمینه کای‌دو و روش کمینه فاصله (خواجه‌نوری، ۱۳۵۰؛ مشکانی، ۱۳۸۵؛ محمدعلی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). در این تحقیق برای برآورد پارامترهای مربوط به توزیع‌ها از روش بیشینه درست‌نمایی استفاده شده است. روش بیشینه درست‌نمایی معمولاً دارای محاسبات پیچیده‌ای است و منجر به روش‌های عددی می‌شود. به‌طوری‌که در آمار کلاسیک برآوردگرهای بیشینه درست‌نمایی به‌عنوان مطلوب‌ترین برآوردگرها شناخته می‌شوند (محمدعلی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). برای بررسی نیکویی برازش روش‌های مختلفی وجود دارد. در این تحقیق برای مقایسه پراکنش در طبقات قطری مشاهده‌شده با مورد انتظار، از آزمون‌های نیکویی برازش کای‌دو (X^2) و کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. محاسبه پارامترهای مختلف و همچنین نیکویی برازش توزیع‌ها در نرم‌افزار آماری Easy Fit Professional Version 5.5 انجام شد. همچنین در این پژوهش برای مناسب بودن مدل برازش یافته از نمودارهای احتمال- احتمال (P-P) نیز استفاده شد. در این نمودارها در محور افقی فراوانی نسبی تجمعی داده‌های موردبررسی یک متغیر و در محور عمودی فراوانی نسبی تجمعی یک توزیع نرمال واقعی برای هر نمونه در نظر گرفته می‌شود. اگر توزیع داده‌ها نرمال باشد، تمام نمونه‌ها روی یک خط با زاویه ۴۵ درجه از محور مختصات یا خط نرمال قرار خواهند گرفت.

جدول ۱- توابع توزیع احتمال مورد بررسی و مشخصه‌های آن‌ها

Table 1. Probability distribution functions applied in the study area

نام توزیع Distribution name	عملکرد تراکم Density function
Beta	$f(x)=\frac{(x-a)^{\alpha_1-1}(b-x)^{\alpha_2-1}}{\beta(\alpha_1,\alpha_2)\,(b-a)^{\alpha_1+\alpha_2-1}}$
Gamma	$f(x)=\frac{x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}\,e^{\left(-x/\beta\right)}$
Exponential	$f(x)=\lambda\,e^{(-\lambda x)}$
Normal	$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\,e^{\left[-(x-\mu)^2/2\sigma^2\right]}$
Lognormal	$f(x)=\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}\,e^{\left[-(\ln x-\mu)^2/2\sigma^2\right]}$
Weibull	$f(x)=\frac{\alpha}{\beta^{\alpha}}\,x^{\alpha-1}\,e^{-\left(x/\beta\right)^{\alpha}}$

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

نتایج

در مجموع، پراکنش ۲۰۹ اصله درخت از گونه بلوط ایرانی در طبقات ارتفاعی بررسی شد. نتایج به‌دست آمده از محاسبات اولیه بر روی داده‌های ارتفاع درختان بلوط ایرانی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی مربوط به ارتفاع درختان (متر)

Table 2. Descriptive statistics of tree's height (m)

آمار توصیفی Statistic	مقدار Value	آمار توصیفی Statistic	مقدار Value
Number trees	209	Min	8
Mean	12.34	Q_1	10.12
Std. Deviation	2.64	Median	12.16
Variance	6.97	Q_3	14.73
Std. Error	0.183	Max	16.97
Coef. of Variation	0.214	Range	8.97
Skewness	0.063	Excess Kurtosis	-1.228

مقادیر برآورد شده پارامترهای مربوط به توزیع‌های بتا، نمایی، گاما، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- مقادیر پارامترهای برآورد شده توزیع‌ها

Table 3. Parameters of probability distribution

توزیع Distribution	پارامترها Parameters
Beta	$\hat{\alpha}_1 = 0.906 \quad \hat{\alpha}_2 = 0.974, \hat{b} = 16.97, \hat{a} = 8,$
Gamma	$\hat{\alpha} = 21.77 \; \hat{\beta} = 0.56,$
Exponential	$\lambda = 0.081$
Normal	$\hat{\sigma} = 2.64 \; \hat{\mu} = 12.32,$
Lognormal	$\hat{\sigma} = 0.219 \; \hat{\mu} = 2.48,$
Weibull	$\hat{\alpha} = 5.43 \; \hat{\beta} = 13.33,$

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

نتایج آزمون نکویی برازش برای بررسی تابع توزیع احتمال مناسب ارتفاع درختان بلوط ایرانی بر اساس آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و کای‌دو در جدول زیر نشان داده شده است (جدول ۴). نتایج این آزمون‌ها نشان داد که توزیع بتا مناسب‌ترین توزیع از بین توزیع‌های بررسی‌شده در این پژوهش است.

جدول ۴- مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نیکویی برازش

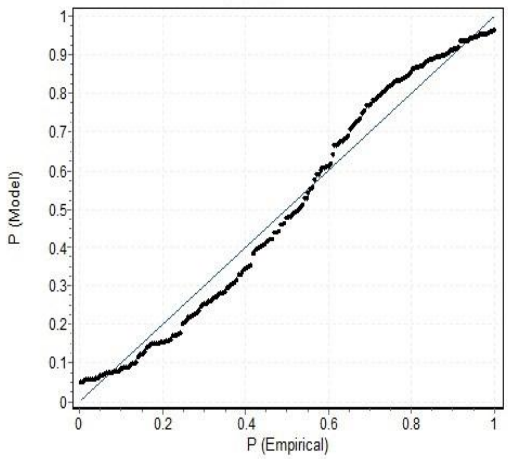
Table 4. The results of goodness fit tests

Distribution	Kolmogorov-Smirnov			Chi-square		
	Statistic	Significant	Rank	Statistic	Significant	Rank
Beta	0.031	ns	1	4.615	ns	1
Gamma	0.047	ns	4	15.608	*	3
Exponential	0.477	*	6	359.29	*	6
Normal	0.039	ns	2	15.69	*	4
Lognormal	0.049	ns	5	12.34	ns	2
Weibull	0.042	ns	3	21.01	*	5

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns عدم معنی‌داری

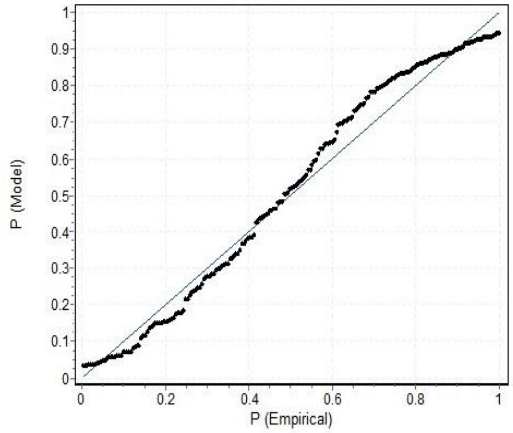
*Significant difference (α= 5%), ns: no significant difference

نمودارهای P-P مربوط به توزیع‌های احتمال مورد بررسی در این تحقیق در شکل‌های ۱ تا ۴ ارائه شده است. در این نمودارها اگر نمودار داده‌ها منطبق بر خط مستقیم باشد، یعنی توزیع داده‌ها مطابق توزیع مربوطه است. همان‌طور که نمودارها نشان می‌دهند، توزیع بتا نسبت به توزیع‌های نمایی، لگ‌نرمال، نرمال، گاما و وایبول تطابق بیشتری نسبت به خط ۴۵ درجه دارد؛ بنابراین توزیع بتا نسبت به دیگر توزیع‌های بررسی شده در این پژوهش قابلیت برازش داده‌های ارتفاع درختان را دارد.



شکل ۱- نمودار P-P توزیع نرمال

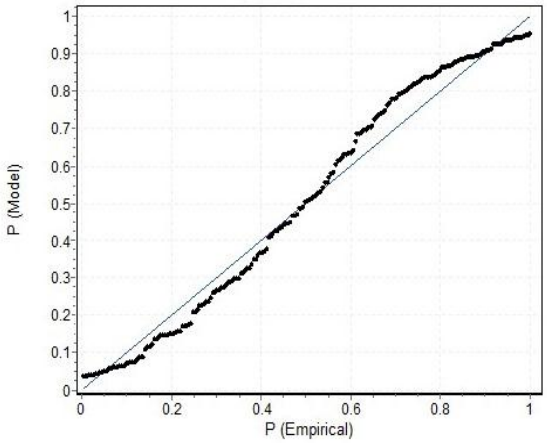
Figure 1. P-P plot of Normal distribution



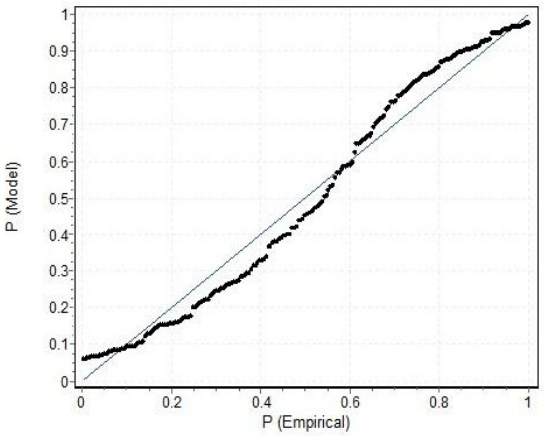
شکل ۲- نمودار P-P توزیع لگ‌نرمال

Figure 2. P-P plot of Log-normal distribution

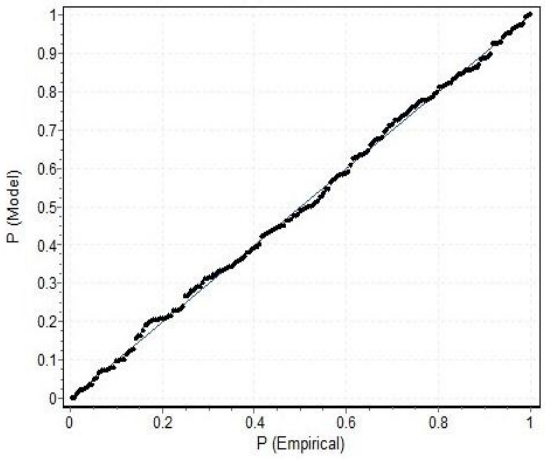
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]



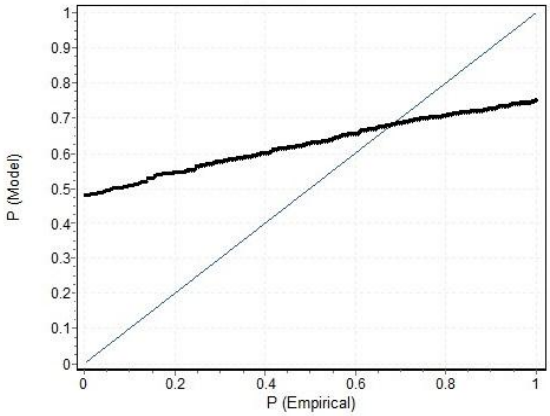
شکل ۳- نمودار P-P توزیع گاما
Figure 3. P-P plot of Gamma distribution



شکل ۴- نمودار P-P توزیع وایبول
Figure 4. P-P plot of Weibull distribution



شکل ۵- نمودار P-P توزیع بتا
Figure 5. P-P plot of Beta distribution



شکل ۶- نمودار P-P توزیع نمایی
Figure 6. P-P plot of Exponential distribution

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده نشان داد که مقدار میانگین و میانه به هم نزدیک است و این نزدیکی نشان می‌دهد که داده‌ها در اطراف میانگین انباشته شده‌اند. همچنین داده‌ها مقدار کمی چولگی به سمت راست دارند و ضریب کشیدگی داده‌ها منفی است (۰/۰۶۳۲ و ۱/۲۲۸۲-) (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین توزیع احتمال مشاهده شده با توزیع احتمال مورد انتظار برای توزیع‌های بتا، نرمال، لگ‌نرمال، گاما و وایبول وجود ندارد ولی توزیع نمایی قابلیت برازش ارتفاع درختان را ندارد (جدول ۴). به‌منظور انتخاب توزیع مناسب از آزمون کای‌دو نیز استفاده شد. این آزمون نشان داد که از بین توزیع‌های آماری موردبحث در این پژوهش به ترتیب، توزیع‌های بتا و لگ‌نرمال نسبت به دیگر توزیع‌ها برای مدل‌سازی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

توزیع فراوانی ارتفاع درختان بلوط ایرانی مناسب‌تر است و توزیع‌های دیگر از انعطاف‌پذیری لازم برای مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان برخوردار نیستند (جدول ۴). نمودارهای P-P ارائه‌شده در شکل‌های ۱ تا ۶ نیز بیانگر این مطلب هستند که توزیع بتا و لگ‌نرمال نسبت به دیگر توزیع‌ها مناسب‌تر می‌باشد. در رابطه با مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان، مطالعات زیادی انجام‌نشده و بیشتر در رابطه با قطر برابر سینه درختان، مدل‌سازی توزیع با استفاده از توزیع‌های آماری انجام شده است. محمدعلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) بیان کردند که توزیع لگ‌نرمال مدل مناسبی برای مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان در جنگل‌های خیرودکنار نوشهر نمی‌باشد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. علت اختلاف نتایج نوع گونه‌های موردبررسی و ویژگی‌های توپوگرافی و ساختار و تراکم جنگل‌های دو منطقه مورد مطالعه است. علاوه بر این، دامنه تغییرات بسیار کم ارتفاع در جنگل‌های زاگرس تأییدکننده این موضوع نیز می‌باشد. Siipilehto (۲۰۰۶) توزیع وایبول را برای بررسی توزیع ارتفاع توده‌های جوان کاج جنگلی مورد ارزیابی قرار داد که نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که این توزیع از قابلیت لازم برای مدل‌سازی توزیع ارتفاع درختان برخوردار است. متاجی (۱۳۷۹) نشان داد که توزیع‌های وایبول و نرمال قابلیت تبیین توزیع فراوانی ارتفاع درختان را در توده‌های ناهمسال جنگل‌های خیرودکنار نوشهر ندارند، درحالی‌که نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، این آزمون‌ها برای مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان منطقه مناسب می‌باشند ولی آزمون کای‌دو نشان داد که تنها توزیع بتا و لگ‌نرمال قابلیت تبیین توزیع فراوانی ارتفاع درختان را دارد (جدول ۴ و شکل‌های ۱ تا ۶).

امان‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) نیز توزیع لگ‌نرمال را به‌عنوان توزیع مناسب برای برآورد پراکنش تعداد در طبقات قطری توده‌های راش شفارود در مراحل مختلف تحولی جنگل معرفی کردند. سهرابی و طاهری سرتشنیزی (۱۳۹۱) تابع توزیع بتا را به‌عنوان بهترین تابع توزیع از بین توابع بتا، گاما، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول برای مدل‌سازی توزیع قطری گونه‌های بلوط در جنگل‌های زاگرس شمالی معرفی کردند؛ بنابراین با توجه به نتایج دو آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و کای‌دو (جدول ۴)، توزیع بتا نسبت به دیگر توزیع‌های آماری از برازندگی بیشتری برای مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان در جنگل‌های دالاب ایلام برخوردار بوده و مناسب‌تر است. ذکر این نکته ضروری است که انتخاب هر یک از توابع باید بر اساس آزمون‌های آماری اجرا شده انجام گیرد و توزیع آماری انتخاب شده فقط برای منطقه مورد مطالعه قابل‌استفاده می‌باشد. امروزه به دلیل توسعه نرم‌افزارهایی که دارای قابلیت‌های بیشتری هستند، به‌کارگیری و ارائه توزیع‌هایی که از قدرت پیش‌بینی بیشتری برخوردار هستند، ضروری است. نتایج این پژوهش و مطالعاتی که در اکوسیستم‌های جنگلی، توده‌های همسال و ناهمسال، توده‌های طبیعی و دست‌کاشت و روند تغییرات در قطعات ثابت می‌تواند در ارائه مدل‌های جامع‌تر مؤثر باشد. با توجه به اینکه مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی اصولی مستلزم جمع‌آوری اطلاعات کمی و کیفی مناسب است، می‌توان برای کشف روابط موجود در ساختار توده، ارزیابی تغییرات و برنامه‌ریزی برای رسیدن به ساختار مطلوب بر اساس وضعیت کنونی مشخصه‌های کمی این جنگل‌ها، از توابع توزیع مربوط به هر مشخصه کمک گرفت.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

منابع

امان‌زاده، ب.، ثاقب طالبی، خ.، فدایی خشک بیجاری، ف.، جانی شیراز، ب.خ. و همتی، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی توزیع‌های مختلف آماری در برآورد پراکنش تعداد در طبقات قطری توده‌های راش شفارود در مراحل مختلف تحولی جنگل. جنگل و صنوبر ایران، ۱۹(۲): ۲۶۷-۲۵۴.

سهرابی، ه. و طاهری سرتشنیزی، م.ج. ۱۳۹۱. برازش توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری گونه‌های بلوط در جنگل‌های گلازنی شده زاگرس شمالی، مطالعه موردی: آرمرده- بانه. مجله جنگل ایران، ۴(۴): ۳۴۳-۳۳۳.

رستمی، ع. و حیدری، ح. ۱۳۸۷. تیپولوژی توده‌های جنگلی و بررسی وضعیت کلی آن‌ها در جنگل‌های طبیعی منطقه دالاب استان ایلام. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(۶): ۲۷۷-۲۷۴.

زبیری، م. ۱۳۸۶. زیست‌سنجی (بیومتری) جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۵ ص.

متاجی، ا. ۱۳۷۹. مطالعه پراکنش درختان در طبقات ارتفاعی در جنگل‌های شمال. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۷۶ ص.

متاجی، ا. حجتی، س.م. و نمیرانیان، م. ۱۳۷۹. مطالعه پراکنش تعداد در طبقات قطری در جنگل‌های طبیعی با کاربرد توزیع‌های احتمالی، سری گرازبن خیرودکنار نوشهر، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۳(۲):۱۷۲-۱۶۵.

مشکانی، ع. ۱۳۸۵. نظریه آمار، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۶۷۷ ص.

محمدعلی‌زاده، خ.، زبیری، م.، هورفر، ع. و مروی‌مهاجر، م.ر. ۱۳۸۸. برازش توزیع فراوانی قطر برابر سینه با به‌کارگیری برخی مدل‌های (توزیع‌های) آماری، مطالعه موردی: جنگل خیرودکنار نوشهر. جنگل و صنوبر ایران، ۱۷(۱): ۱۲۴-۱۱۶.

محمدعلی‌زاده، خ.، نمیرانیان، م.، زبیری، م.، هورفر، ع. و مروی‌مهاجر، م.ر. ۱۳۹۲. مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان در توده‌های ناهمسال، مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود. نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۶(۲): ۱۶۵-۱۵۵.

میرزایی، م. و اسلام بنیاد، ا. ۱۳۹۳. بررسی سه روش خط‌نمونه در برآورد سطح مقطع برابر سینه درختان جنگلی (مطالعه موردی منطقه دالاب ایلام). جنگل و صنوبر ایران، ۲۲(۱): ۹۸-۹۰.

میرزایی، م.، اسلام بنیاد، ا. و پوربابایی، ح. ۱۳۹۳. بررسی مقایسه‌ای روش‌های خط‌نمونه در برآورد مشخصه‌های کمی جنگل (مطالعه موردی: جنگل‌های دالاب ایلام). نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۷(۱): ۷۲-۶۱.

نمیرانیان، م. ۱۳۶۹. کاربرد تئوری احتمالات در تعیین پراکنش درختان در طبقات قطری مختلف، مجله منابع طبیعی ایران، ۴۴: ۱۰۸-۹۳.

نمیرانیان، م. ۱۳۸۵. اندازه‌گیری درخت و زیست‌سنجی جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۴ ص.

Johnson, E.W. 2010. Forest sampling desk reference. CRC Press LLC, Florida, 985 p.

Johnson, N.L., Kotz, S. & Balakrishnan, N. 1995. Continuous univariate distributions. John Wiley and Sons Press, New York, 784 p.

Kangas, A. & Maltamo, M. 2000. Calibration predicted diameter distribution with additional information. Forest Science, 46(3): 390-396.

Mateus, A. & Tome, Margarida. 2011. Modelling the diameter distribution of eucalyptus plantations with Johnson's SB probability density function: parameters recovery from a

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

compatible system of equations to predict stand variables. Annals of Forest Science, 68(2): 325–335.

Nanang, D.M. 1998. Suitability of the Normal, Lognormal and Weibull distributions for fitting diameter distributions of Neem plantations in northern Ghana. Forest Ecology and Management, 103(1):1-7.

Rubin, B.D., Manion, P.D. & Faber-Langendoen, D. 2006. Diameter distributions and structural sustainability in forests. Forest Ecology and Management, 222(1): 427-438.

Sheykholeslami, A., Pasha, Kh. & Kia Lashaki, A. 2011. A study of tree distribution in diameter classes in natural forests of Iran. Annals of Biological Research, 2(5): 283-290.

Siipilehto, J. 2006. Height distribution of Scots pine sapling stands affected by retained tree and edge stand competition. Silva Fennica, 40(3): 473.

Zwillinger, D. & Kokoska, S. 1999. CRC Standard probability and statistics table and formulae, Chapman and Hall/CRC, London, 554 p.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

Journal of Zagros Forests Researche, 1(2), Autumn & Winter, 2015

Modeling of Frequency Distribution of Tree's Height in Uneven-Aged Stands in Dalab of Ilam

Mehrdad Mirzaei [1, *], Amireslam Bonyad [2], Mahbobeh Mohebi Bijarpas [3]

[1] *PhD, Student in Forestry Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, Iran*
[2] *Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, Iran*
[3] *MSc, Student in Forestry Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, Iran*
[*] Corresponding author, E-mail address: mehrdadmirzaei28@gmail.com

(Received: 2015.02.12 Accepted: 2015.03.03)

Abstract

The aim of this research, was to model the height frequency distribution of *Quercus persic*a in Dalab forests of Ilam. In order to investigate the height frequency distribution of trees in the natural stands, 37 transect with fixed length (50m) selected and data were measure based on systematic random patterns with 100m×100m dimensions of network inventory. Finally, height of 209 trees of oak were measured and analyzed. Beta, Exponential, Gamma, Normal, Log-normal and Weibull probability distribution functions were fitted to the height distribution of oak trees. Characteristics of distribution function using the maximum likelihood estimation method was estimated. Empirical probability distribution and theoretical probability distribution was compared using Kolmogorov Smirnov and Chi square tests. The results of the Kolmogorov Smirnov test showed that Beta, Normal, Weibull, Gamma and Log-normal distributions were fitted to data better respectively; but the Chi square test showed that Beta and Log-normal distributions had a good capability in explaining the trees height distribution. We concluded that Beta and Log-normal probability distributions can be used for those who want to simulate changes of forests.

Keywords: Dalab, Height, Probability distribution, *Quercus persica*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]

Translated references

Amanzadeh, B., Sagheb-Talebi, Kh., Fadaei Khoshkebijari, F., Khanjani Shiraz, B. & Hemmati, A. 2011. Evaluation of different statistical distribution for estimation of diameter distribution within forest development stages in Shafaroud beech stands. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19: 254-67. (In Persian with English Abstract).

Sohrabi, H. & Taheri Sarteshnizi, M.J. 2012. Fitting probability distribution functions for modeling diameter distribution of oak species in pollarded northern Zagros forests (Case study: Armardeh-Baneh). Iranian Journal of Forest, 4(4): 333-343. (In Persian with English Abstract).

Rostami, A. & Heidari, H. 2009. Typology of forest stands and evaluation of their overall status in natural forest of Daalaab Region, Ilam Province. Journal Agriculture Natural Resources, 15(6): 274-277. (In Persian with English Abstract).

Zobeiri, M. 2007. Forest Biometry, University of Tehran Press, 411 p. (In Persian).

Mataji, A. 1999. Study on tree distribution in height classes in natural forests. MSc, Thesis in forestry, Faculty of Natural Recourses, University of Tehran, 76 p. (In Persian with English Abstract).

Mattaji, A., Hojjati, S. M. & Namiranian, M. 2000. A study of tree distribution in diameter classes in natural forests using probability distributions. Iranian Journal of Natural Resources, 53(2): 165-172. (In Persian with English Abstract).

Meshkani, A. 2007. Theory statistic. Ferdowsi University of Mashhad Press, 677 p. (In Persian).

Mohammadalizadeh, Kh., Zobeiri, M., Namiranian, M., Hoorfar, A. & Marvie Mohajer, M.R. 2009. Fitting of diameter distribution using some statistical models (distributions). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17:116-124. (In Persian with English Abstract).

Mohammadalizadeh, Kh., M., Namiranian, Zobeiri, M., Hoorfar, A. & Marvie Mohajer, M.R. 2013. Modeling of frequency distribution of a tree's height in uneven-aged stands (Case study: Gorazbon district of Khyroud forest). Journal of Forest and Wood Product, 66(2): 155-165. (In Persian with English Abstract).

Mirzaei, M. & Bonyad, A.E. 2014. Defining the most appropriate transect method for estimation of basal area: case study in Dalab forests, Ilam Province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(1): 90-98. (In Persian with English Abstract).

Mirzaei, M. & Bonyad, A.E. & Pourbabaei, H. 2014. Investigation Comparison of transect sampling methods in estimation of quantitative characteristics of forest (Case study: Daalaab forests of Ilam). Journal of Forest and Wood Product, 66(2): 155-165. (In Persian with English Abstract).

Namiranian, M. 1990. Application of probability models in description of distribution of trees in diameter classes. Iranian Journal of Natural Resources, 44: 93-108. (In Persian with English Abstract).

Namiranian, M. 2007. Measurement of tree and forest Biometry. University of Tehran Press, 593 p. (In Persian).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-06]