

## برازش توزیع فراوانی قطر برابر سینه درختان در مراحل مختلف رویشی در جنگل‌های آمیخته اسالم گیلان

اکبر میغی<sup>۱\*</sup>، کامبیز طاهری آبکنار، بیت‌الله امان‌زاده<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی دکتری، جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

۲. دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

۳. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۹

### چکیده

پراکنش درختان در طبقات قطری از مهم‌ترین ویژگی‌های ساختاری توده‌های جنگلی است. پژوهش حاضر با هدف برازش توزیع فراوانی قطر برابر سینه درختان در مراحل مختلف تحولی توده‌های آمیخته طبیعی مدیریت نشده در جنگل‌های اسالم گیلان به انجام رسید. به منظور بررسی توزیع فراوانی قطر برابر سینه درختان در مراحل مختلف رویشی، سه توده یک‌هکتاری انتخاب شد. در سه مرحله جوان، میانسال و کهنسال به ترتیب ۴۱۹، ۲۵۹ و ۱۶۱ اصله درخت اندازه‌گیری شد. توابع توزیع احتمال تحت بررسی شامل وایبول، بتا، گاما، نرمال، لگ نرمال، نمایی و جانسون SB بودند. مشخصه‌های هر یک از توابع با استفاده از روش بیشینه درست‌نمایی برآورد شد. مقایسه توزیع احتمال مورد انتظار و توزیع احتمال به دست آمده از توابع توسط آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف، اندرسون-دارلینگ و کای اسکور انجام گرفت. نتایج نشان داد که تابع توزیع مناسب در سه مرحله با هم تفاوت دارد؛ در مرحله تحولی جوان تابع توزیع جانسون SB، در مرحله تحولی میانسال تابع توزیع وایبول و در مرحله تحولی کهنسال تابع توزیع وایبول و جانسون SB از برازش مناسبی برخوردارند. بنابراین در پژوهش‌هایی که هدفشان شبیه‌سازی روند تغییرات جنگل است، می‌توان از توابع توزیع وایبول و جانسون استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اسالم، برازش، توزیع احتمال، جنگل، قطر.

### مقدمه

توصیف جنگل‌های طبیعی، باید مجموعه‌ای از ویژگی‌های ساختاری فراهم‌کننده کارکردهای مطلوب و نیز فرایندهای تحولی مؤثر در شکل‌گیری این ساختارها بررسی شوند [۲]. با توجه به اهمیت قطر برابر سینه به عنوان اصلی‌ترین متغیر زیست‌سنجی درختان جنگلی، بررسی توزیع فراوانی یا پراکنش این متغیر اهمیت زیادی دارد [۳]. این گونه تحقیقات بیشتر به منظور تعیین ساختار قطری توده یا جنگل استفاده می‌شود، در حالی که ممکن است کاربردهای دیگری از جمله شناخت مدل‌های رویشی داشته باشد [۴]. مدل‌سازی توزیع فراوانی متغیرهایی چون قطر برابر سینه، ارتفاع و تاج‌پوشش

بررسی پویایی توده‌های جنگلی، پایه و اساس جنگل‌شناسی همگام با طبیعت است و برای درک صحیح تغییرات توده جنگلی و تدوین برنامه مناسب جنگل‌شناسی، شناخت این پویایی ضرورت دارد [۱]. مشاهده و ارزیابی روند تحول ساختار توده در دوره‌های زمانی به نسبت طولانی امکان‌پذیر است. از این رو شناسایی و ارزیابی شاخص‌های مناسب برای بررسی تحولات ساختاری توده جنگل لازم است. در

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۸۳۰۵۱۲

Email: mighi.aa192427@yahoo.com

گرگان مناسب دانستند [۵]. فلاح‌چای (۲۰۱۲) در پژوهش خود به مدل‌سازی پراکنش قطری درختان بلندمازو در جنگل‌های شمال کشور با استفاده از توابع توزیع احتمال پرداخت و از میان توابع استفاده‌شده، تابع گاما را مناسب‌ترین تابع توزیع معرفی کرد [۱۰]. با توجه به سابقه کوتاه بررسی توزیع قطری درختان در مراحل مختلف رویشی در کشور و اهمیت بررسی این توابع توزیع در جنگل‌های ارزشمند هیرکانی در مراحل تحولی مختلف، در این پژوهش به بررسی توزیع قطری درختان در جنگل‌های گیلان پرداخته شد که نتایج آن در مدیریت بهتر این توده‌های جنگلی کاربرد خواهد داشت.

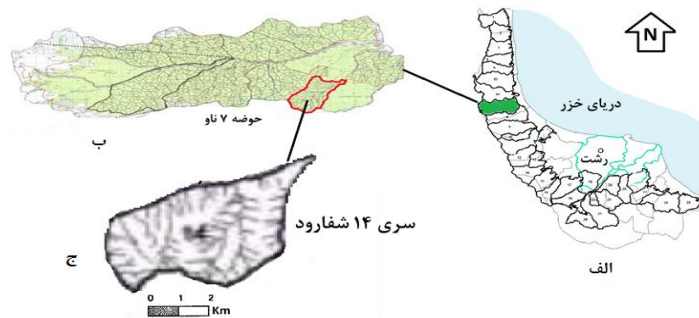
### مواد و روش‌ها

#### منطقه تحقیق

پژوهش حاضر در سری ۱۴ (سفارود) از حوضه ۷ (ناو اسالم) در استان گیلان به انجام رسید. سری ۱۴ سفارود با ۴۸ پارسل یکی از سری‌های بیست‌گانه حوضه سفارود است. مساحت کل سری ۲۰۴۱ هکتار است. این سری بین عرض‌های جغرافیایی  $37^{\circ} 32'$  تا  $37^{\circ} 42'$  و طول‌های جغرافیایی  $48^{\circ} 40'$  تا  $49^{\circ} 02'$  و در فاصله ۱۵ کیلومتری شهرستان رضوانشهر در استان گیلان قرار دارد. ارتفاع منطقه از ۵۵۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا متغیر است. حداکثر بارندگی در بیشترین ارتفاع ۱۵۰۰ میلی‌متر و متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۱۳۰ میلی‌متر است. متوسط درجه حرارت سالیانه سری حدود  $11/4$  درجه سانتی‌گراد است [۱۱]. اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه خیلی مرطوب است که در ارتفاعات از این رطوبت نسبی کاسته می‌شود [۱۱]. جنگل‌های منطقه ساختار ناهمسال آمیخته دارند و گونه‌های غالب آن شیردار، ون و نم‌دار هستند. ساخت زمین‌شناختی منطقه شامل سنگ گرانیت، شیست، میکاشیست، رسوبی و دگرگونی بوده و انواع تیپ خاک قهوه‌ای جنگلی تا خاک‌های بودزول در این منطقه مشاهده می‌شود [۱۱].

در شاخه‌های گوناگون علوم جنگل مانند جنگل‌شناسی، جنگلداری و زیست‌سنجی جنگل همواره مورد توجه اهل فن بوده است. بررسی و شناخت وضعیت فعلی و آینده توده‌های جنگلی، توصیف ساختار جنگل، بررسی واکنش توده به عملیات پرورشی و پیش‌بینی آینده توده از جمله کاربردهای توزیع‌های آماری در برنامه‌ریزی و مدیریت جنگل است [۵]. توزیع قطری از بهترین توصیف‌کننده‌ها و از مهم‌ترین خصوصیات توده جنگلی به شمار می‌رود. با بررسی توزیع قطری درختان هر توده جنگلی، اطلاعات ارزشمندی درباره ساختار، سن و پایداری توده‌ها به دست می‌آید [۶].

تا کنون پژوهش‌های متعددی درباره توزیع قطری درختان به انجام رسیده است. از جمله چن و همکاران (۲۰۱۹) به مدل‌سازی توزیع قطری گونه *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook در جنگل‌های چین با استفاده از دو مدل وایبول و حداکثر آنتروپی پرداختند و نتیجه گرفتند که دقت مدل حداکثر آنتروپی از مدل وایبول بیشتر است [۶]. در ایران، شیخ‌الاسلامی و همکاران (۲۰۱۱) توابع توزیع نرمال، لگ نرمال، نمایی، گاما و وایبول را به منظور بررسی توزیع درختان در طبقات قطری در جنگل‌های شمال ایران ارزیابی کردند. نتایج آزمون‌های کای‌دو و کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که تنها توزیع لگ نرمال می‌تواند توزیع قطر درختان را تعیین کند [۷]. صدیقی و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی و ارزیابی هفت توزیع آماری مختلف به منظور برازش توزیع قطری درختان ارس (*Juniperus excelsa* M.bieb) سمنان در جهت‌های جغرافیایی مختلف نتیجه گرفتند که توابع جانسون، وایبول و بتا برازش مناسب‌تری با توزیع قطری درختان در جهت‌های مختلف دارند [۸]. متاجی و همکاران (۲۰۰۰) تابع توزیع احتمال بتا را برای بررسی پراکنش قطری جنگل‌های ناهمسال مازندران پیشنهاد کردند [۹]. فلاح و همکاران (۲۰۰۵) تابع توزیع بتا را در مدل‌سازی پراکنش تعداد در طبقات قطری شصت‌کلاته



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه تحت مطالعه حوضه ناو بین کل حوضه‌های گیلان (الف)، حوضه ناو به تفکیک سری‌ها (ب)، سری ۱۴ شفارود (ج)

### روش تحقیق

در این بررسی ابتدا طی جنگل‌گردشی و بازدید میدانی توده‌ها، سه توده در مراحل مختلف رویشی جوان، میانسال و کهنسال مدیریت نشده در منطقه پژوهش انتخاب شد. در داخل هر توده یک قطعه نمونه یک‌هکتاری به ابعاد  $100 \times 100$  انتخاب و طی آماربرداری صددرصد، قطر برابرسینه همه درختان اندازه‌گیری شد. در ادامه به منظور

بررسی ساختار توده‌ها از مثلث ساختار استفاده شد [۱۲]، [۱۳]. همچنین از هفت توزیع آماری بتا، گاما، نرمال، لگ نرمال، نمایی و جانسون SB که پرکاربردترین توزیع‌ها در زمینه برازش توزیع قطری درختان هستند برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان استفاده شد (جدول ۱). در هر رابطه  $x$  نشان‌دهنده متغیر قطر برابرسینه است و حروف یونانی معرف پارامترهای تابع چگالی احتمال اند [۱].

جدول ۱. توابع توزیع احتمال تحت بررسی و مشخصه‌های آنها

مشخصه‌های تابع	تابع توزیع احتمال	توزیع
$\alpha_1$ و $\alpha_2$ مشخصه‌های شکل، $a$ و $b$ مشخصه‌های کرانه‌ای	$f(x) = \frac{(x-a)^{\alpha_1-1}(b-x)^{\alpha_2-1}}{\beta(\alpha_1, \alpha_2)(b-a)^{\alpha_1+\alpha_2-1}}$	بتا
$\alpha$ مشخصه شکل، $\beta$ مشخصه موقعیت	$f(x) = \frac{x^{\alpha-1}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} e^{-(x/\beta)}$	گاما
$\sigma$ انحراف استاندارد، $\mu$ مشخصه موقعیت	$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad -\infty < x < \infty \quad -\infty < \mu < \infty \quad \sigma > 0$	نرمال
$\sigma$ مشخصه مقیاس، $\mu$ میانگین	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma t}} e^{-(\ln(t)-\mu)^2/2\sigma^2}$	لگ نرمال
$\lambda$ مشخصه شکل	$f(x) = \lambda e^{(-\lambda x)}$	نمایی
$\alpha$ مشخصه شکل، $\beta$ مشخصه موقعیت	$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha}$	وایبول
$\gamma$ و $\delta$ مشخصه‌های شکل، $\lambda$ مشخصه مقیاس و $\xi$ مشخصه موقعیت	$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi} z(1-z)} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\gamma + \delta \ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2\right)$	جانسون SB

### بررسی نیکویی برازش

در این پژوهش برای برآورد پارامترهای مربوط به توزیع قطری درختان از روش بیشینه درست‌نمایی استفاده شد که در آمار کلاسیک از مطلوب‌ترین برآوردها محسوب

می‌شود. بررسی نیکویی برازش توابع توزیع به کاررفته نیز با استفاده از آزمون‌های کای اسکوتر ( $\chi^2$ )، اندرسون-دارلینگ (A.D) و کولموگروف-اسمیرنوف (K.S) استفاده شد. محاسبه پارامترهای مختلف و بررسی نیکویی

قطری توده جوان بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین قطر برابر سینه درختان ۲۵/۷۵ سانتی‌متر است. همچنین مقدار میانگین و میانه به هم نزدیک‌اند و این نزدیکی نشان‌دهنده تراکم داده‌ها در اطراف میانگین است. چولگی داده‌ها نیز به سمت راست است (جدول ۲).

نتایج آزمون نیکویی برازش نشان داد که براساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، تابع جانسون SB و براساس آزمون اندرسون-دارلینگ توابع جانسون SB، بتا، گاما و لگ نرمال، بهترین برازش را در مدل‌سازی توزیع قطری درختان داشتند. این درحالی است که براساس آزمون کای اسکور هیچ کدام از توابع بررسی شده، برازش مناسبی با توزیع قطری درختان در توده جوان نداشتند (جدول ۳).

نمودار توزیع‌های آماری برازش شده بر متغیر قطر برابر سینه در توده جوان در شکل ۳ نشان داده شده است.

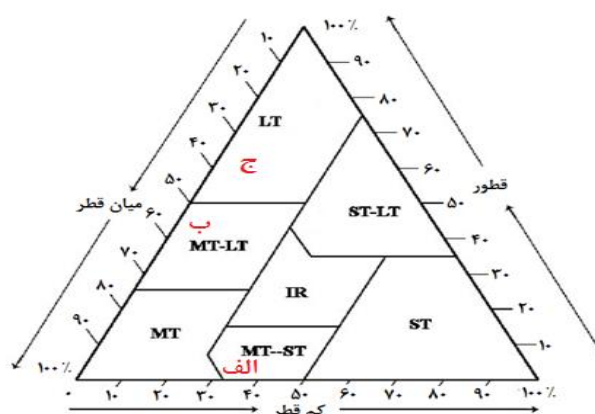
برازش توزیع‌ها در نرم‌افزار آماری Easy Fit Professional 5.5 انجام گرفت.

## نتایج و بحث

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، ساختار توده در مراحل مختلف تحولی متفاوت است. مرحله جوان در بخش میان‌قطر-کم‌قطر، مرحله میان‌سالی در بخش قطور-میان‌قطر و مرحله کهنسالی در بخش قطور قرار گرفته‌اند (شکل ۱). بررسی ساختار توده در مراحل مختلف تحولی براساس مثلث ساختار در توده‌های تحت بررسی در پژوهش حاضر نشان داد که موقعیت مراحل تحولی در مثلث ساختار متفاوت است، به طوری که از مرحله تحولی جوان تا میان‌سال، فراوانی درختان قطور بیشتر شده است که با نتایج پژوهش امینی و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی دارد [۱۴].

## توده جوان

در مجموع، پراکنش ۴۱۹ اصله از درختان در طبقات



شکل ۲. مثلث ساختار و موقعیت مراحل تحولی جوان (الف)، میان‌سال (ب) و کهنسال (ج) (T: درخت، S: کم‌قطر، M: میان‌قطر، L: قطور، IR: نامنظم)

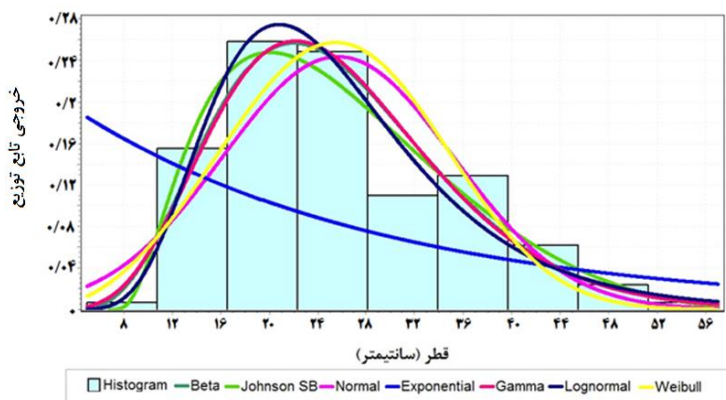
جدول ۲. آماره‌های توصیفی مربوط به قطر برابر سینه درختان (سانتی‌متر) در توده جوان

مقدار	آماره	مقدار (cm)	آماره
۱۰	حداقل	۲۵/۷۵	میانگین
۲۵	میانه	۹/۴۰	انحراف معیار
۵۷	حداکثر	۳۶/۵۲	ضریب تغییرات
-۰/۱۴۲	ضریب کشیدگی	۰/۶۳۳	ضریب چولگی

جدول ۳. مقادیر مربوط به آماره‌های آزمون‌های نیکویی برازش قطر برابر سینه در توده جوان

A.D			$\chi^2$			K.S			تابع توزیع
رتبه	معنی داری	آماره	رتبه	معنی داری	آماره	رتبه	معنی داری	آماره	
۲	ns	۰/۸۳	۱	*	۲۲/۷	۲	ns	۰/۰۵۶	بتا
۳	ns	۱/۶۵	۲	*	۳۰/۵	۳	*	۰/۰۶۶	گاما
۵	*	۵/۱۳	۵	*	۴۵/۹	۶	*	۰/۱۱۱	نرمال
۴	ns	۱/۶۷	۳	*	۳۳/۶	۴	*	۰/۰۶۷	لگ نرمال
۷	*	۸۳/۲	۷	*	۴۵۶/۴	۷	*	۰/۳۶۵	نمایی
۱	ns	۰/۷۹	۴	*	۳۹/۹	۱	ns	۰/۰۵۲	جانسون SB
۶	*	۶/۳۳	۶	*	۴۸/۲	۵	*	۰/۱۰۵	وایبول

\* معنی داری در سطح ۰/۰۵ ns معنی دار نبودن



شکل ۳. توزیع‌های آماری برازش شده بر متغیر قطر برابر سینه در توده جوان

توده میانسال

در توده میانسال، ۲۵۹ اصله درخت از گونه‌های مختلف بررسی شد که پارامترهای آماری قطر برابر سینه درختان در جدول ۴ ارائه شده است. میانگین قطر درختان در این توده ۴۱/۸ سانتی متر به دست آمد (جدول ۴).  
بر اساس نتایج آزمون نیکویی برازش کولموگروف-اسمیرنوف در توده میانسال، اختلاف معنی داری بین توزیع احتمال مشاهده شده با توزیع احتمال مدنظر برای تابع

وایبول مشاهده نشد بنابراین توزیع وایبول تابع مناسبی برای مدل سازی توزیع قطری این گونه است. همچنین نتایج آزمون‌های اندرسون-دارلینگ و کای اسکوئر نشان داد که به ترتیب دو تابع لگ نرمال و وایبول، توابع مناسب برای مدل سازی توزیع قطری درختان در توده میانسال اند (جدول ۵).

نمودار توابع توزیع احتمال برازش شده روی مشخصه قطر برابر سینه درختان در شکل ۴ ارائه شده است.

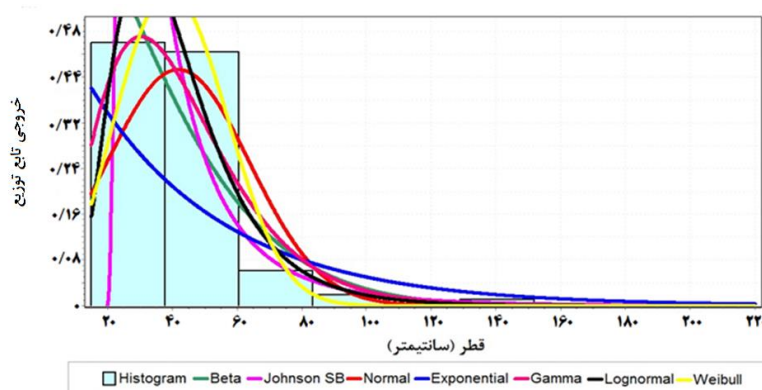
جدول ۴. آماره‌های توصیفی مربوط به قطر برابر سینه درختان در توده میانسال

مقدار	آماره	مقدار (cm)	آماره
۱۴	حداقل	۴۱/۴۹	میانگین
۳۸	میانه	۲۱/۸	انحراف معیار
۲۲۰	حداکثر	۵۲/۶	ضریب تغییرات
۲۰/۵	ضریب کشیدگی	۳/۳۱	ضریب چولگی

جدول ۵. مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نیکویی برازش قطر برابر سینه در توده میانسال

A.D			$\chi^2$			K.S			تابع توزیع
رتبه	معنی داری	آماره	رتبه	معنی داری	آماره	رتبه	معنی داری	آماره	
۴	*	۷/۴۰	۵	*	۶۳/۶	۴	*	۰/۱۲۰	بنا
۳	*	۴/۷	۳	*	۳۵/۳	۳	*	۰/۱۰۱	گاما
۵	*	۱۰/۳	۴	*	۵۴/۶	۵	*	۰/۱۴۰	نرمال
۱	ns	۲/۰۴	۱	ns	۱۸/۶	۲	*	۰/۰۹۳	لگ نرمال
۶	*	۴۰/۸	۶	*	۲۴۲/۷	۷	*	۰/۳۱۳	نمایی
۷	*	۱۰۹/۳	۷	*	۳۲۴/۴	۶	*	۰/۱۵۵	جانسون SB
۲	ns	۴/۶۱	۲	ns	۱۹/۸	۱	ns	۰/۰۶۷	وایبول

\* معنی داری در سطح ۰/۰۵ ns معنی دار نبودن



شکل ۴. توزیع‌های آماری برازش شده بر متغیر قطر برابر سینه در توده میانسال

### توده کهنسال

در مجموع در این توده ۱۶۱ اصله درخت اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد میانگین قطر برابر سینه در این توده  $46/58 \pm 23/62$  سانتی‌متر است. نزدیکی مقادیر میانگین و میانه به هم نشان‌دهنده انباشتگی داده‌ها در اطراف میانگین است. همچنین داده‌ها مقدار کمی چولگی به سمت راست دارند و ضریب کشیدگی داده‌ها مثبت است.

### مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نیکویی برازش قطر

برابر سینه در توده کهنسال در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که به ترتیب توابع وایبول، گاما و جانسون SB از برازش مناسبی به‌منظور مدل‌سازی توزیع قطری درختان در توده کهنسال برخوردارند. اما براساس آزمون کای‌اسکوئر، تابع وایبول و براساس آزمون اندرسون-دارلینگ، تابع گاما نسبت به دیگر توابع، عملکرد بهتری در برازش قطری درختان نشان دادند.

جدول ۶. آماره‌های توصیفی مربوط به قطر برابر سینه درختان در توده کهنسال

مقدار	آماره	مقدار (cm)	آماره
۸	حداقل	۴۷/۲۸	میانگین
۴۳/۵	میانه	۲۳/۶۲	انحراف معیار
۱۸۰	حداکثر	۵۱/۰۵	ضریب تغییرات
۰/۷۵	ضریب کشیدگی	۰/۸۹	ضریب چولگی

نتایج این پژوهش است [۱۵]. آمینی و همکاران (۲۰۱۸) با مقایسه مراحل تحولی توده راش - ممرز در جنگل‌های ساری بیان کردند که میانگین قطر درختان با افزایش روند تحولی توده، افزایش یافت که همسو با نتایج این پژوهش است [۱۴]. به‌طور کلی، درختان برای کسب نور و انرژی بیشتر پیوسته در حال رقابت‌اند. به‌دلیل این رقابت، برخی از پایه‌های ضعیف‌تر از بین می‌روند و در نتیجه در مراحل رویشی پیشرفته‌تر، ضمن افزایش میانگین قطری، تعداد درختان کاهش می‌یابد.

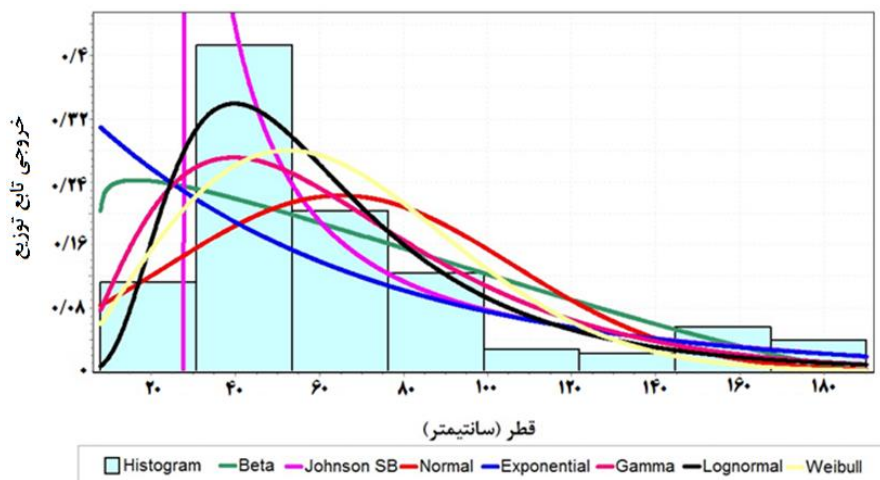
نمودار توابع توزیع احتمال برازش شده بر روی مشخصه قطر برابر سینه درختان در شکل ۵ ارائه شده است.

به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که براساس روند تحولی توده‌ها، تعداد درختان توده‌ها روند کاهشی دارد، به‌طوری که تعداد درختان در توده جوان ۴۱۹ اصله بود، درحالی که در توده کهنسال تعداد درختان به ۱۶۱ اصله کاهش یافت. اما نتایج میانگین قطر برابر سینه نشان‌دهنده افزایشی بودن این مشخصه روند است، به‌طوری که میانگین قطر به‌ترتیب در توده‌های جوان، میانسال و کهنسال ۲۵/۷۵، ۴۱/۴۹ و ۴۷/۲۸ سانتی‌متر است. کاظم‌پور لارسری و همکاران (۱۳۹۶) نیز در توده‌های آمیخته راش گیلان نشان دادند که از مرحله تحولی جوان تا مرحله کهنسال، از تعداد درختان کاسته شد، ولی قطر درختان روند افزایشی داشت که تأییدکننده

جدول ۷. مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نیکویی برازش قطر برابر سینه در توده کهنسال

A.D			$\chi^2$			K.S			تابع توزیع
رتبه	معنی‌داری	آماره	رتبه	معنی‌داری	آماره	رتبه	معنی‌داری	آماره	
۶	*	۵/۷	۵	*	۲۲/۰۷	۵	*	۰/۱۱۵	بتا
۱	ns	۰/۸۶	۳	*	۱۴/۳	۲	ns	۰/۰۸۴	گاما
۵	ns	۲/۴	۴	*	۱۶/۸	۴	*	۰/۱۰۷	نرمال
۴	ns	۱/۷	۶	*	۲۵/۳	۶	*	۰/۱۱۷	لگ نرمال
۷	*	۱۸/۶	۷	*	۷۹/۷	۷	*	۰/۲۵۱	نمایی
۲	ns	۰/۹۵	۲	ns	۱۳/۰۶	۳	ns	۰/۰۹۲	جانسون SB
۳	ns	۱/۱	۱	ns	۱۰/۶	۱	ns	۰/۰۶۷	وایبول

\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ns معنی‌دار نبودن



شکل ۵. توزیع‌های آماری برازش شده بر متغیر قطر برابر سینه در توده کهنسال

دارند و به عبارت دیگر اثر تخریب بر نوع توزیع آماری مناسب تأثیرگذار بوده است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد [۱۶].

### نتیجه گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که تابع توزیع مناسب در مراحل تحولی جنگل با هم تفاوت دارند، به طوری که در مرحله تحولی جوان تابع توزیع جانسون SB، در مرحله تحولی میانسال تابع توزیع وایبول و در مرحله تحولی کهنسال تابع توزیع وایبول و جانسون SB از برازش مناسبی برخوردارند. بنابراین در تحقیقاتی که هدفشان شبیه‌سازی روند تغییرات جنگل است، می‌توان از این توابع توزیع استفاده کرد. با توجه به اینکه توابع توزیع احتمال در تحقیقات منابع طبیعی، به دلیل اهمیت در شناخت بهتر ساختار پوشش گیاهی و ارائه مدل‌های مفهومی از وضعیت شاخص‌های کمی اهمیت زیادی دارند، نتایج این پژوهش را می‌توان الگویی در برنامه‌های مدیریتی توده‌های جنگلی و همچنین عملیات پرورشی در توده‌های جنگلی قرار داد.

در این پژوهش، بررسی توزیع‌های آماری مختلف در مراحل مختلف تحولی (جوان، میانسال و کهنسال) نشان داد که در مرحله تحولی جوان توابع توزیع جانسون SB و بتا، در مرحله تحولی میانسال توابع توزیع وایبول و لگ نرمال و در مرحله تحولی کهنسال توابع توزیع وایبول و جانسون SB از برازش مناسب‌تری نسبت به دیگر توابع توزیع بررسی شده برخوردارند. از دلایل تفاوت نوع توزیع‌های آماری در سه مرحله تحولی می‌توان به انباشتگی داده‌ها در اطراف میانگین قطر برابر سینه درختان در مرحله تحولی جوان اشاره کرد، در حالی که در مراحل تحولی میانسال و کهنسال این انباشتگی کمتر است. افزون‌بر این، بررسی ضریب تغییرات داده‌ها نیز حاکی از این بود که در مراحل تحولی میانسال و کهنسال تغییرات قطر برابر سینه درختان بیشتر از مرحله جوان بوده است که نتیجه این تغییرات بر توزیع آماری متغیر قطر برابر سینه درختان تأثیرگذار بوده و سبب متفاوت بودن نوع توزیع آماری مناسب شده است. ژنگ و ژو (۲۰۱۰) نیز با بررسی توزیع‌های آماری مختلف در توده‌های مختلف دست‌خورده و دست‌نخورده در چین بیان کردند که توزیع‌های آماری مناسب در این توده‌ها با هم تفاوت

### References

- [1]. Heidari Safari Kouchi, A., Taheri Abkenar, K., Moradian Fard, F., and Iranmanesh, Y. (2020). Height and crown area distribution of *Cionura erecta* shrub-lands in Chaharmahal and Bakhtiari province, using probability distribution functions. Iranian Journal of Applied Ecology, 9(2): 61-71.
- [2]. Seyd, S.Z., Moayeri, M.H., and Mohammadi, J. (2014). Introducing the criteria and indicators of measuring stand structure in sustainable forest management. Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources, 2(2): 25-38.
- [3]. Namiranian, M. (1990). Application of probability models in description of distribution of trees in diameter classes. Iranian Journal of Natural Resources, 44: 93-108.
- [4]. Fallahchai, M.M. (2011). The *Fagus orientalis* (Beech) diameter frequency fit with probability distribution in Iran's north forests. International journal of Academic research, 3(2): 814-819.
- [5]. Fallah, A., Zobairi, M., and Mohajer, M. (2005). Presenting an appropriate quantity distribution model in *Fagus orientalis* natural and different age stands in north of Iran. Iran's natural resources journal, 85 (4): 813-821.
- [6]. Chen, Y., Wu, B., and Min, Zh. (2019). Stand diameter distribution modeling and prediction based on maximum entropy principle. Forests, 10(859): 1-18.
- [7]. Sheykhholeslami, A., Pasha, Kh., and KiaLashaki, A. (2011). A study of tree distribution in diameter classes in natural forests of Iran. Annals of Biological Research, 2(5): 283-290.



- [8]. Sedighi, F., Taheri Abkenar, K., and Heidari Safari Kouchi, A. (2020). Analyzing diameter distribution of *juniperus excelsa* m.bieb stands of northeast Iran, using probability distribution functions. *Ecopersia*, 9(2): 69-77.
- [9]. Mataji, A., Hojati, M., and Namiranian, M. (2000). The study of quantity distribution in diameter levels in natural forests by using probability distribution. *Iran's Natural Resources Journal*, 53 (2):165-171.
- [10]. Fallahchai, M.M., Daneshian, B., and Khademi, M. (2012). The study of *Quercus castaneifolia* (Oak) trees diameter frequency fit by applying some probability distributions in Iran's north forests. *International journal of Ecology, Environment and Conservation*, 18(1): 31-35.
- [11]. Hosseini, S.A. and Hassan-gholipour, H., (2020). Investigating the factors affecting the occurrence of landslides along forest roads in the 14th series of Shafarood, Guilan. 10th National Conference on Environment. Energy and Sustainable Natural Resources. July.7 Tehran, Iran, pp. 1-9.
- [12]. Sagheb-Talebi, Kh., and Schütz, J-Ph. (2002). The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system. *Forestry*, 75 (4): 465-472.
- [13]. Donoso, P.J., and Nyland, R.D. (2005). Seedling density according to structure, dominance and understory cover in old-growth forest stands of the evergreen forest type in the coastal range of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 51-63.
- [14]. Amini, R., Rahmani, R., and Parhizkar, P. (2018). Comparison of developmental stages in Beech-Hornbeam stands using non-spatial indices of stand structure. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 26(2): 156-167.
- [15]. Kazempour Larsary, M. (2017). Spatial patterns, competition and spatial association of trees from different development stages in mixed beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands. *Forest and Wood Products*, 70(2): 303-314.
- [16]. Zheng, L.F., and Zhou, X.N. (2010). Diameter distribution of trees in natural stands managed on polycyclic cutting system. *Forestry Studies in China*, 12(1): 21-25.

## **Fitting frequency distributions of trees diameter at breast height in different growth stages in Asalem mixed forests of Guilan**

**A. Mighi\***; PhD Student, Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme`eh Sara, I.R. Iran

**K. Taheri Abkonar**; Assoc Prof., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme`eh Sara, I.R. Iran

**B. Amanzadeh**; Assist Prof, Reserch Center of Agriculture and Natural Rrsources of Guilan province, Rasht I. R. Iran

(Received: 25 November 2020, Accepted: 27 February 2021)

### **ABSTRACT**

The distribution of diameter classes is the most important structural characteristic of forest stands. The aim of this study was to fit the frequency distributions of trees diameter at breast height (DBH) in different growth stages of natural stands in unmanaged Asalem mixed forests of Guilan. In order to study the statistical distributions of trees DBH, three sample plots of one hectare were selected in three development stages. In each development stage of initial, optimal, and decay, 419, 259, and 161 trees were measured, respectively. Weibull, beta, gamma, normal, lognormal, exponential, and Johnson's SB probability distribution patterns were fitted to diameter classes. Characteristics of distribution patterns were estimated using the maximum likelihood method. Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, and Chi-square tests were used for comparing actual probability and probability derived from functions. The results showed that the proper distribution function is different in three stages; in the initial, optimal, and decay stages, respectively, Johnson's SB, the Weibull, and Weibol and Johnson's SB had a good fit. Therefore, these distribution functions can be used for those who want to simulate changes in forests.

**Keywords:** Asalem, probability distribution, forest, fitting, diameter.

---

\* Corresponding Author: Email: Email: mighi.aa192427@yahoo.com, Tel: +989111830512