فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۷ شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۲۴-۱۱۶، (۱۳۸۸)

برازش توزیع فراوانی قطر برابر سینه با بکارگیری برخی مدلهای (توزیعهای) آماری (مطالعه موردی: جنگل خیرودکنار- نوشهر)

خسرو محمدعلی‌زاده[1*]، محمود زبیری[2]، منوچهر نمیرانیان[3]، عبدالحسین هورفر[4] و محمدرضا مروی‌مهاجر[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، پست الکترونیک: khmalizadeh@gmail.com
۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۴- دانشیار، دانشکده مهندسی آب و خاک دانشگاه تهران.
تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۷/۵/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی چگونگی توزیع قطر برابر سینه درختان در توده‌های ناهمسال و برازش آن به‌وسیله توزیعهای آماری، از اطلاعات مربوط به طرح جنگل‌داری بخش گرازبن جنگل خیرودکنار، ۱۹۶ اصله درخت به‌عنوان نمونه تصادفی انتخاب شده و داده‌های قطر این درختان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بعد از بررسیهای مقدماتی از سه توزیع نمایی، گاما و لگ‌نرمال برای برازش داده‌ها استفاده شد. نتایج حاصل از آزمونهای خی‌دو (χ^2) و کولموگوروف-اسمیرنوف (K.S.) نشان دادند که توزیع نمایی قابلیت تبیین توزیع قطر درختان را نداشته و از بین دو توزیع دیگر، توزیع گاما برای این منظور مناسبتر است.

واژه‌های کلیدی: قطر برابر سینه، توزیع نمایی، توزیع گاما، توزیع لگ‌نرمال، توده ناهمسال، جنگل خیرودکنار.

مقدمه

متغیر قطر برابر سینه یکی از اصلی‌ترین صفات یا اندازه‌های ظاهری درختان جنگلی است. قطر درختان را از جنبه‌های مختلفی می‌توان مطالعه کرد؛ ازجمله این که می‌توان توزیع (distribution) قطر را برای درختان یک توده یا جنگل تعیین و بررسی کرد که این توزیع خود نمایانگر ساختار قطری توده یا جنگل است. در ضمن توزیع قطر و مدل آماری مربوط به آن می‌تواند نقش مهمی در برخی مباحث علوم جنگل ازجمله جنگل‌شناسی و جنگل‌داری داشته باشد. به‌طور مثال، در برخی از مدلهای رویشی لازم است نوع تابع توزیع قطر و پارامترهای آن معلوم باشند تا بتوان مدل مورد نظر را ساخت. به‌همین دلایل از گذشته کارشناسان جنگل سعی کرده‌اند توزیع درختان در طبقات قطری را به‌کمک روشهای ریاضی و آماری مورد بررسی قرار دهند.

اولین تلاش برای مدلسازی داده‌های قطر توسط de Licourt در سال ۱۸۹۸ انجام شد (Bailey, 1980). وی برای این کار از جملات تصاعد هندسی با جمله عمومی $a_n = aq^{1-n}$ استفاده کرد. در این رابطه a_n: تعداد درختان در طبقه قطری n، a: تعداد درختان در طبقه قطری اول، q: ضریب کاهش و n نشانگر طبقه قطری است. Meyer نیز در سال ۱۹۳۳ از تابع نمایی $y = ke^{-ax}$ برای مدلسازی داده‌های قطر استفاده کرد (Gardine, 1968). در این تابع y تعداد درختان در طبقه قطری x بوده، k و a پارامترهای تابع و e عدد نپر است. در سالهای بعد تقریباً

Archive of SID

www.SID.ir

از دهه شصت میلادی استفاده از توزیعهای آماری در مطالعات جنگل متداول شد (نمیرانیان، ۱۳۶۹).

Shiver (1988) طی مطالعه‌ای از سه روش بیشینه درست‌نمایی (Maximum likelihood)، گشتاورهای اصلاح شده (Modified moments) و روش صدکها (Percentile) برای برازش توزیع وایبول به داده‌های قطر کاج الیوتی استفاده کرد.

Nanang (1998) در مطالعه‌ای در کشور غنا برای برازش داده‌های مربوط به گونه چریش (*Azadirachta indica*) از سه توزیع وایبول، لگ نرمال و نرمال استفاده کرد. نتایج آزمون کولموگورف-اسمیرنوف برتری توزیع لگ‌نرمال را برای برازش داده‌ها نشان داد.

در مطالعه دیگری که بر روی کاج تدا انجام شد، از داده‌های جمع‌آوری شده ۲۰ قطعه نمونه ۰/۶۲ هکتاری استفاده شد. توصیف توزیع قطر درختان به‌کمک توزیع وایبول سه پارامتری انجام شد و برای پیش‌بینی پارامترهای توزیع از متغیرهای تعداد در هکتار، ارتفاع غالب، سن توده و فاصله نسبی درختان استفاده شد (Cao, 2004).

در مطالعه‌ای دیگر، مدلی برای پراکنش قطر درختان راش با بکارگیری توزیع وایبول ایجاد شد. مدل مورد نظر براساس پارامترهای تابع توزیع و با استفاده از روش کمترین توانهای دوم غیرخطی (Non-linear least squares) ساخته شد. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه به‌کمک قطعات نمونه ثابت جمع‌آوری شده بودند (Nord-Larson & Cao, 2006).

در ایران اولین مطالعه‌ای که در این زمینه انجام شد مربوط است به مطالعه پراکنش قطری درختان در بخش گرازبن جنگل خیرودکنار (نمیرانیان، ۱۳۶۹). در این مطالعه از سه توزیع بتا، وایبول و دو جمله‌ای منفی استفاده شد. نتایج حاصل از اجرای آزمونهای نیکویی برازش خی‌دو و کولموگوروف- اسمیرنوف نشان داد که دو توزیع وایبول و بتا توان توصیف توزیع قطر درختان را دارند.

متاجی و همکاران (۱۳۷۹) نیز مطالعه‌ای را به‌منظور بررسی پراکنش قطر درختان در توده‌های ناهمسال بخش گرازبن جنگل خیرودکنار نوشهر انجام دادند. در این مطالعه سه توزیع بتا، وایبول و نرمال به داده‌های مربوطه برازانده شدند. نتایج حاصل از آزمونهای خی‌دو و کولموگوروف- اسمیرنوف نشان دادند که دو توزیع بتا و وایبول توان تبیین پراکنش داده‌های قطر را دارند، ولی توزیع نرمال چنین توانی را ندارد.

فلاح و همکاران (۱۳۸۴) برای مطالعه ساختار قطری درختان راش توده‌های ناهمسال جنگلهای سنگده و شصت‌کلاته از چند مدل رگرسیونی استفاده کردند.

همان‌طور که مشخص است در ایران مطالعات مربوط به ساختار قطری توده‌های ناهمسال و استفاده از روشهای ریاضی و آماری برای این کار در مراحل آغازین خود قرار دارد. به‌همین دلیل در این پژوهش سعی خواهد شد از توزیعهای نمایی، گاما و لگ‌نرمال برای بررسی توزیع داده‌های قطر استفاده شود تا توان و مناسبت این توزیعها برای برازش داده‌های قطر معلوم شود. در ضمن تا حد امکان ویژگیهای ریاضی و آماری این توزیعها و روشهای بکار رفته که بسیار حائز اهمیت هستند مورد توجه قرار خواهند گرفت.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده

منطقه مورد نظر در این تحقیق قسمتهایی از بخش گرازبن جنگل خیرودکنار واقع در هفت کیلومتری شرق شهرستان نوشهر است. این بخش دارای ۱۰۲۲ هکتار وسعت و ۲۷ پارسل است. گستره بخش گرازبن در سیستم UTM به این قرار است: طول از ۵۵۴۳۴۲ متر تا ۵۵۹۵۱۷ متر و عرض از ۴۰۴۳۶۴۵ متر تا ۴۰۴۶۸۲۹ متر. این بخش از توده‌های ناهمسال با گونه‌های راش، ممرز، بلندمازو، توسکا، شیردار، پلت، انجیلی، نمدار، خرمندی،

Archive of SID

www.SID.ir

ون، ملج، بارانک، گردو، گیلاس و غیره تشکیل شده است.

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از داده‌های طرح جنگل‌داری بخش گرازبن برگرفته شده‌اند. شیوه جمع‌آوری داده‌ها به این قرار بوده است که شش پارسل از پارسلهای غیر حمایتی به‌عنوان منطقه آماربرداری انتخاب شدند. سپس برای هر پارسل شبکه آماربرداری جداگانه‌ای با ابعاد ۱۰۰×۱۵۰ متر به‌روش منظم تصادفی (سیستماتیک) پیاده شدند. قطعات نمونه دارای شکل دایره با مساحت ۱۰ آر بوده و در هر قطعه نمونه قطر برابر سینه کلیه درختان و ارتفاع دو درخت، یکی نزدیکترین به مرکز قطعه نمونه و دیگری قطورترین اندازه‌گیری شدند (بی‌نام، ۱۳۸۴). در مطالعه حاضر ۱۹۶ اصله از نزدیکترین درختان به مرکز قطعات نمونه انتخاب شده و داده‌های قطر آنها به‌عنوان نمونه تصادفی در نظر گرفته شدند.

توزیعها و روشهای آماری بکار رفته

محاسبات مقدماتی: شامل محاسبه انواع آماره‌های توصیفی مانند میانگین، میانه، انحراف معیار، واریانس، دامنه تغییرات، ضریب تغییرات، چولگی، کشیدگی، چارکها و برخی چندکهای دیگر، برای بررسی اولیه و آشنایی عمومی با ساختار داده‌ها و همچنین ترسیم بافت‌نگار (Histogram) است.

توزیعهای آماری (Statistical distributions): در این مطالعه از سه توزیع نمایی (تک پارامتری)، گاما (دو پارامتری) و لگ‌نرمال (دو پارامتری) استفاده شده است که در این قسمت تابع چگالی احتمال (Probability density function: pdf) این توزیعها معرفی می‌شوند. در هر سه رابطه‌ای که در ادامه خواهند آمد x نشانگر متغیر قطر بوده و حروف یونانی معرف پارامترهای تابع چگالی احتمال هستند.

توزیع نمایی (Exponential): این توزیع که به توزیع زمان انتظار نیز معروف است، توزیعی یک متغیره و پیوسته است و با توجه به فرم ریاضی آن و این که فقط یک پارامتر دارد از انعطاف‌پذیری نسبتاً کمی برخوردار است (هورفر، ۱۳۸۶؛ Zwillinger & Kokoska, 2000).

$$\text{pdf}: f(x)=\lambda\exp(-\lambda x)\quad \lambda>0\quad 0<x<+\infty$$

توزیع گاما (Gamma): این توزیع نیز توزیعی تک متغیره و پیوسته است. توزیع گاما دارای انعطاف‌پذیری نسبتاً خوبی است و منحنی فراوانی آن در تمامی حالات چوله به راست است (هورفر، ۱۳۸۶؛ Zwillinger & Kokoska, 2000).

$$\text{pdf: } f(x)=\frac{x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}\exp(-x/\beta)$$

$$\alpha,\beta>0\quad 0\le x<+\infty$$

Γ : نماد تابع گاما

توزیع لگ‌نرمال (Lognormal): این توزیع نیز همچون دو توزیع پیشین یک متغیره و پیوسته است و همان‌طور که از اسم آن معلوم است، اگر یک متغیر تصادفی دارای توزیع لگ‌نرمال باشد، لگاریتم طبیعی آن دارای توزیع نرمال خواهد بود. منحنی فراوانی این توزیع نیز همچون دو توزیع نمایی و گاما چوله به راست است (هورفر، ۱۳۸۶؛ Zwillinger & Kokoska, 2000).

$$\text{pdf}: f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x}\exp\left(-\frac{1}{2\sigma^{2}}(\ln x-\mu)^{2}\right)$$

$$\sigma>0\quad x>0\quad 0<\mu<+\infty$$

روشهای برآورد پارامترها: در علم آمار روشهای گوناگونی برای برآورد پارامترها وجود دارد. برخی از روشهای کلی یا عمومی برآورد عبارتند از: روش گشتاورها، روش کمترین توانهای دوم، روش بیشینه درست‌نمایی، روش کمینه خی‌دو و روش کمینه فاصله (خواجه نوری، ۱۳۵۰؛ مشکانی، ۱۳۸۵). اما برای برآورد پارامترهای مربوط به توزیعها معمولاً از روشهایی همچون

Archive of SID

www.SID.ir

روش گشتاورها و روش بیشینه درست‌نمایی استفاده می‌شود. در این مطالعه برای برآورد پارامترها از دو روش گشتاورها (Moments) و بیشینه درست‌نمایی استفاده شده است.

روش گشتاورها روشی ساده است که معمولاً انجام آن منجر به محاسبات پیچیده‌ای نمی‌شود. به‌عبارت دیگر روش گشتاورها معمولاً منجر به فرم بسته‌ای می‌شود که محاسبه آن ساده است. ولی روش بیشینه درست‌نمایی معمولاً دارای محاسبات پیچیده‌ایست و منجر به روشهای عددی می‌شود (هورفر، ۱۳۸۶). در مقابل این روش دارای خواص مطلوبی است. به‌طوری‌که در آمار کلاسیک برآوردگرهای (Estimator) بیشینه درست‌نمایی به‌عنوان مطلوبترین برآوردگرها شناخته می‌شوند. برخی از این خواص عبارتند از این که این برآوردگرها مجانباً نااریب بوده و دارای کمترین واریانس هستند. در صورت وجود برآوردگرهای بسنده (Sufficient)، برآوردگرهای بیشینه درست‌نمایی حتماً بسنده بوده و این برآوردگرها دارای ویژگی ناوردایی (Invariance) هستند. (عمیدی و وحیدی اصل، ۱۳۷۰؛ مشکانی، ۱۳۸۵).

بررسی نیکویی برازش: برای بررسی نیکویی برازش (Goodness of fit) روشهای مختلفی وجود دارد. همچون استفاده از آزمونهای نیکویی برازش و روشهای گرافیکی. در بین آزمونهای نیکویی برازش، دو آزمون خی‌دو و کولموگوروف- اسمیرنوف بسیار متداول هستند. به‌همین دلیل در این مطالعه نیز، دو آزمون فوق بکار گرفته شدند.

نتایج

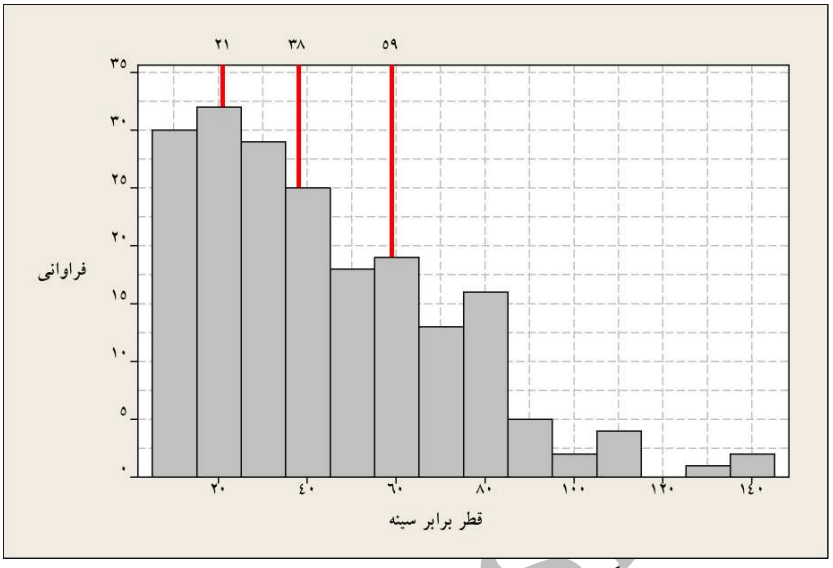
نتایج بدست‌آمده از محاسبات مقدماتی در جدول ۱ خلاصه شده است. همان‌طور که دیده می‌شود این نتایج نشان می‌دهد که داده‌های قطر برابر سینه بین دو مقدار ۸ و ۱۳۸ توزیع یافته، دارای واریانس بزرگی بوده و مقداری به‌سمت راست چوله هستند. در ضمن کمی کشیدگی در توزیع داده‌ها وجود دارد.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی مربوط به داده‌های قطر برابر سینه (سانتی‌متر)

تعداد	۱۹۶	کمینه مقدار	۸
میانگین	۴۳/۱۳۵۲	دهک اول	۱۱
خطای معیار میانگین	۱/۹۸۳۷	چارک اول	۲۱/۱۳
انحراف معیار	۲۷/۷۷۱۲	میانه	۳۸
واریانس	۷۷۱/۲۳۶۸	چارک سوم	۵۸/۷۵
ضریب تغییرات	۰/۶۴۳۸	دهک نهم	۸۰
چولگی	۰/۹۴۲۸	بیشینه مقدار	۱۳۸
کشیدگی	۰/۶۸۶۶	دامنه تغییرات	۱۳۰

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- بافت‌نگار داده‌های قطر برابر سینه (سانتی‌متر) به‌همراه مقادیر چارکها

مقادیر برآوردشده پارامترهای مربوط به سه توزیع فوق در جدول ۲ قابل مشاهده هستند. لازم به یادآوری است که برآوردگرهای بیشینه درست‌نمایی و گشتاورها برای توزیع نمایی یکسان هستند (هورفر، ۱۳۸۶).

جدول ۲- مقادیر برآوردشده پارامترهای مربوط به توزیعها

روش برآورد	توزیع نمایی	توزیع گاما	توزیع لگ‌نرمال
گشتاورها	$\hat{\lambda}=۰/۰۲۳۱۸۳$	$\hat{\alpha}=۲/۴۱۲۵۴۸۲$ $\hat{\beta}=۱۷/۸۷۹۵۲۴$	$\hat{\mu}=۳/۵۱۱۱۵$ $\hat{\sigma}=۰/۵۸۸۸۲$
بیشینه درست‌نمایی	$\hat{\lambda}=۰/۰۲۳۱۸۳$	$\hat{\alpha}=۲/۳۲۰۰۸۶۷$ $\hat{\beta}=۱۸/۵۹۲۰۶۰$	$\hat{\mu}=۳/۵۳۷۳۸۵۵$ $\hat{\sigma}=۰/۷۰۹۹۴۵۸$

همان‌طور که در بخش مواد و روشها گفته شد برای بررسی نیکویی برازش از دو آزمون خی‌دو و کولموگوروف- اسمیرنوف استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای آزمونهای فوق در جدول ۳ ارائه شده است.

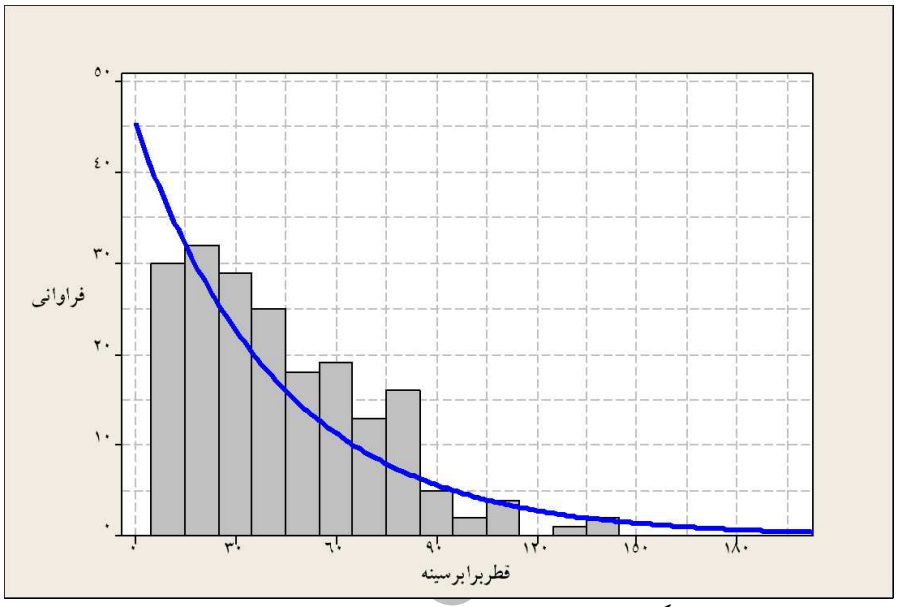
جدول ۳- مقادیر مربوط به آماره آزمونهای نیکویی برازش

نوع آزمون	توزیع نمایی	توزیع گاما	توزیع لگ‌نرمال
خی دو	۳۹/۰۱۳۷۹	۵/۱۳۹۷۹	۹/۲۴۶۳۸
کولموگوروف- اسمیرنوف	۰/۱۶۴۱۷۹	۰/۰۴۷۹۹۸	۰/۰۷۲۶۹۶

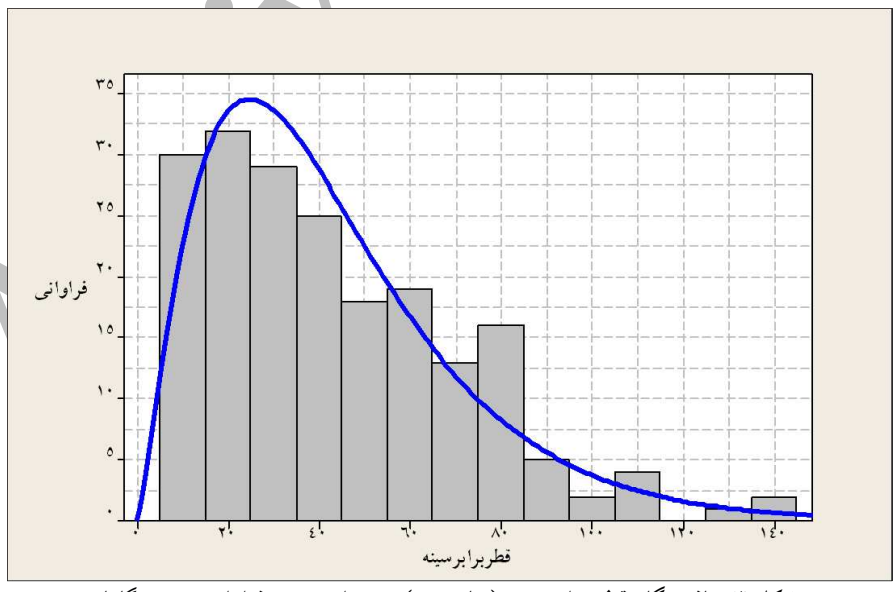
Archive of SID

www.SID.ir

مراجعه به جدولهای آماری مربوط به این دو آزمون نشان می‌دهد که مدل نمایی توان تبیین توزیع داده‌های قطر را ندارد. ولی دو توزیع گاما و لگ‌نرمال می‌توانند ساختار قطری یا توزیع داده‌های قطر را تبیین کنند و البته مقادیر جدول ۳ نشان می‌دهند که توزیع گاما برای این منظور مناسبتر است.

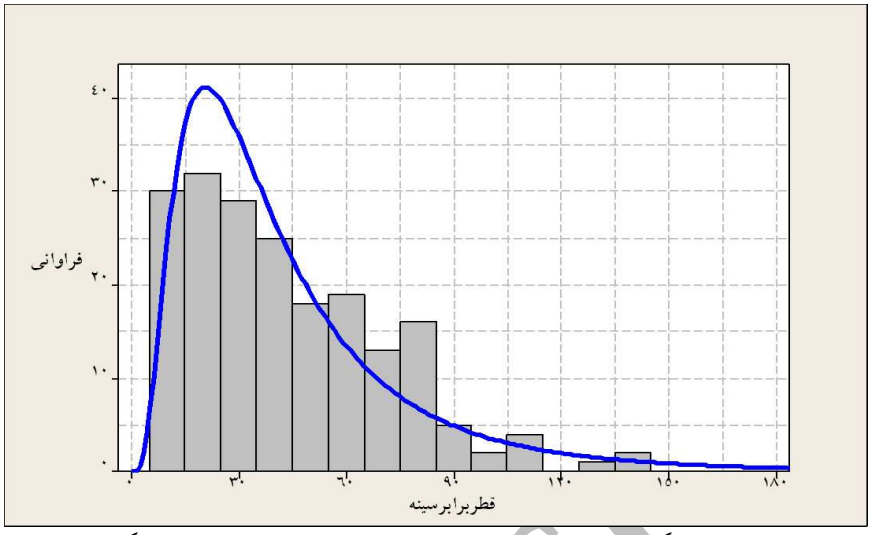


شکل ۲- بافت‌نگار قطر برابر سینه (سانتی‌متر) به‌همراه منحنی فراوانی توزیع نمایی



شکل ۳- بافت‌نگار قطر برابر سینه (سانتی‌متر) به‌همراه منحنی فراوانی توزیع گاما

www.SID.ir



شکل ۴- بافت‌نگار قطر برابر سینه (سانتی‌متر) به‌همراه منحنی فراوانی توزیع لگ‌نرمال

بحث

با توجه به اهمیتی که قطر برابر سینه به‌عنوان اصلی‌ترین متغیر زیست‌سنجی (بیومتریک) درختان جنگلی دارد، مطالعه بر روی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این متغیر همبستگی زیادی با متغیرهای ارتفاع، حجم و دیگر اندازه‌های درخت دارد. بنابراین در مطالعات مربوط به منحنی ارتفاع، منحنی حجم، جدول حجم، ضریب شکل و ضریب قدکشیدگی نقش مهمی را بازی می‌کند. از طرف دیگر، توزیع فراوانی یا پراکنش این متغیر نیز خود موضوعی دیگر برای مطالعه است که بیشتر به‌منظور تعیین ساختار قطری توده یا جنگل از آن استفاده می‌شود. ولی این موضوع می‌تواند کاربردهای دیگری ازجمله در مدلهای رویشی داشته باشد.

علاوه بر بافت‌نگار به‌عنوان یک ابزار گرافیکی، اصلی‌ترین ابزار ریاضی که از آن برای مطالعه توزیع قطر درختان استفاده می‌شود، توزیعهای آماری هستند. همان‌طور که در بخش نتایج دیده شد از بین سه توزیع یادشده، توزیع نمایی توان تبیین داده‌های قطر را ندارد. این موضوع به‌دلیل انعطاف‌پذیری ناچیز توزیع نمایی است. ولی در بین دو توزیع دیگر، توزیع گاما انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به توزیع لگ‌نرمال دارد. بنابراین انتظار داریم که توزیع گاما برای داده‌های فوق مناسبتر از توزیع لگ‌نرمال باشد که شکلهای ۳ و ۴ و نتایج آزمونهای نیکویی برازش این موضوع را تأیید می‌کنند. یکی دیگر از نکات مهم در مبحث توزیعها، روش برآورد پارامترهاست. همان‌طور که پیشتر هم ذکر شد، روش گشتاورها به‌رغم سادگی محاسبات، خصوصیات چندان مطلوبی ندارد. اما روش بیشینه درست‌نمایی به‌دلیل خواصی که دارد به‌عنوان مطلوبترین روش برآورد در آمار کلاسیک شناخته می‌شود. بنابراین می‌توان توصیه کرد که در مطالعات مربوط به توزیعهای آماری بهتر است یکی از انواع برآوردگرهای مورد استفاده، برآوردگرهای بیشینه درست‌نمایی باشند.

در مورد مقایسه نتایج این مطالعه با مطالعات دیگر، باید در نظر داشت که چون مطالعات خارجی و حتی مطالعات داخلی از جنبه‌های گوناگون تفاوتهایی را با مطالعه حاضر دارند، امکان مقایسه همه‌جانبه در این مورد وجود ندارد. ولی دو نکته قابل اشاره است. یکی این که مطالعات خارجی و داخلی نشانگر توان توزیعهای آماری در توصیف و تبیین پراکنش متغیرهای درختان، به‌ویژه

Archive of SID

www.SID.ir

متغیر قطر است و دیگر این که مطالعات داخلی نشان می‌دهند که پراکنش قطری درختان در توده‌های ناهمسال توزیعی چوله به راست (کم شونده) است. مطالعه حاضر هر دو نتیجه فوق را تأیید کرد.

در پایان لازم به ذکر است که نتایج حاصل از این مطالعه تحت تأثیر داده‌های این مطالعه هستند و لزوماً در مطالعات دیگر تکرار نخواهند شد؛ به‌ویژه آن که چنین مطالعاتی در ایران به دفعات تکرار نشده تا تجربه و شناختی عمیق و گسترده نسبت به این مبحث داشته باشیم.

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، ۱۳۸۴. طرح جنگل‌داری بخش گرازبن. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۶۵ صفحه.
- خواجه‌نوری، ع.، ۱۳۵۰. آمار ریاضی. موسسه آموزش عالی آمار، تهران، ۴۴۴ صفحه.
- عمیدی، ع. و وحیدی‌اصل، م.، ۱۳۷۰. آمار ریاضی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۶۰۹ صفحه.
- فلاح، ا.، زبیری، م. و مروی‌مهاجر، م.، ۱۳۸۴. ارائه مدل مناسب پراکنش تعداد در طبقات قطری توده‌های طبیعی و ناهمسال راش شمال ایران. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸ (۴): ۸۲۱-۸۱۳.
- متاجی، ا.، حجتی، م. و نمیرانیان، م.، ۱۳۷۹. مطالعه پراکنش تعداد در طبقات قطری در جنگل‌های طبیعی با کاربرد توزیع‌های احتمالی. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۳ (۲): ۱۷۱-۱۶۵.
- مشکانی، ع.، ۱۳۸۵. نظریه آمار (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۶۷۷ صفحه.
- نمیرانیان، م.، ۱۳۶۹. کاربرد تئوریهای احتمالات در تعیین پراکنش درختان در طبقات قطری مختلف. مجله منابع طبیعی ایران، ۴۴: ۱۰۸-۹۳.
- هورفر، ع.، ۱۳۸۶. آمار مهندسی، جزوه درسی دوره دکترای گروه آبیاری دانشکده آب و خاک دانشگاه تهران، ۱۲۰ صفحه.
- Bailey, R. L., 1980. Individual tree growth derived from diameter distribution models. Forest Science, 26(4): 626-632.
- Cao, Q. V., 2004. Predicting parameters of a Weibull function for modeling diameter distribution. Forest Science 50(5): 682-685.
- Gardiner, S. H., 1968. Forest biometrics (translation). Pergamon press, Oxford, 447 p.
- Nanang, D. M., 1998. Suitability of the Normal, Log-normal and Weibull distributions for fitting diameter distribution of neem plantations in Northern Ghana. Forest Ecology and Management, 103:1-7.
- Nord-Larson, T. and Cao, Q. V., 2006. A diameter distribution model for even-aged beech in Denmark. Forest Ecology and Management, 231: 218-225.
- Shiver, B. D., 1988. Sample size and estimation methods for the Weibull distribution for unthinned Slash Pine plantation. Forest Science, 34(3): 809-814.
- Zwillinger, D. and Kokoska, S., 2000. CRC Standard probability and statistics table and formulae. Chapman & Hall/CRC, 554 p.

Archive of SID

www.SID.ir

Fitting of diameter distribution using some statistical models (distributions) (Case study: Khyroudkenar forest, Noshahr)

Kh. Mohammadalizadeh[1*], M. Zobeiri[2], M. Namiranian[3], A. Hoorfar[4] and M. R. Marvie Mohajer[2]

1*-Corresponding author, Ph.D. student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. E-mail: khmalizadeh@gmail.com
2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
3- Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
4- Associate Prof., Faculty of Soil and Water Engineering, University of Tehran.

Abstract

In order to study dbh distribution of trees in uneven- aged stands and fitting tree diameter using statistical distributions, data of Gorazbon district of Khyroudkenar forest were used. 196 trees were selected randomly as sample and their dbh were analyzed. After basic calculation, three distribution: Exponential, Gamma and Lognormal were used to fit on dbh data. Results of Chi-Square and Kolmogorv-Smirnov tests showed that Exponential distribution can not determine diameter distribution of trees, and between two others, the Gamma is more appropriate.

Key words: dbh, exponential distribution, gamma distribution, lognormal distribution, uneven- aged stands, Khyroudkenar forest.

Archive of SID

www.SID.ir