مجله پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۱ شماره ۲، صفحه ۱۰۷-۹۵، (۱۳۹۴)

بررسی روش‌های نمونه‌برداری به‌منظور مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی با استفاده از توابع احتمالی- آماری در جنگل‌های زاگرس

مهرداد میرزایی*[۱] و امیر اسلام بنیاد[۲]

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۲- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۸/۰۱

چکیده

هدف از این پژوهش، تعیین روش مناسب نمونه‌برداری به‌منظور برازش توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب استان ایلام بود. بدین منظور ۳۷/۲ هکتار از جنگل‌های منطقه به‌صورت صددرصد آماربرداری شد. سپس تعداد ۳۷ نمونه با دو روش خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر و روش منظم تصادفی با قطعات مستطیل شکل ۱۰ آری اندازه‌گیری شد. توابع توزیع احتمال مورد بررسی بتا، گاما، نمایی، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول است. مقایسه توزیع واقعی و توزیع احتمال به‌دست‌آمده از توابع، به‌وسیله آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و اندرسون- دارلینگ انجام شد. در روش آماربرداری صددرصد، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که توزیع‌های احتمال بررسی شده در این پژوهش توانایی تبیین برازش طبقات قطری درختان بلوط ایرانی را ندارند. همچنین آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که توزیع گاما مناسب‌ترین توزیع از بین توزیع‌های بررسی شده در این پژوهش است. در روش نمونه‌برداری با قطعات مستطیل شکل، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که توزیع وایبول مناسب‌ترین توزیع برای برازش طبقات قطری درختان است؛ اما آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که برای برازش طبقات قطری درختان، به ترتیب توزیع‌های گاما، وایبول، بتا و لگ‌نرمال مناسب‌تر است. در روش نمونه‌برداری خطی، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که توزیع‌های احتمال بررسی شده قابلیت لازم برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی را ندارند. همچنین آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که به ترتیب توابع گاما، لگ‌نرمال، نرمال و وایبول مناسب‌ترین توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی هستند.

واژه‌های کلیدی: بلوط ایرانی، توابع احتمالی-آماری، جنگل‌های دالاب، خط‌نمونه.

* نویسنده مسئول: Email: mehrdadmirzaei28@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

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 زیستی بهینه و پایداری توده را نیز تضمین می‌کند (Nanang, 1998). شناخت وضعیت توده جنگلی (Mattaji *et al.*, 2000) و پیش‌بینی آینده توده برای برنامه‌ریزی و مدیریت کاربرد بسیاری دارد. مدل‌سازی توزیع فراوانی متغیرهایی چون قطر و ارتفاع 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 برابرسینه بود که توسط دی‌لیکورت در سال ۱۸۹۸ بر پایه توزیع هندسی ارائه شد (Johnson, 2000). سپس مایر در سال ۱۹۵۲ نیز تابع‌نمایی را برای مدل‌سازی داده‌های قطر ارائه کرد (Rubin *et al.*, 2006) و به مرور زمان از دهه شصت میلادی، استفاده از توابع احتمالی-آماری در پژوهش‌های جنگل متداول شد (Namiranian, 1990). با توجه به اهمیتی که قطر برابرسینه به‌عنوان اصلی‌ترین متغیر زیست‌سنجی درختان جنگلی دارد، بررسی روی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این متغیر همبستگی زیادی با متغیرهای ارتفاع، حجم و دیگر اندازه‌های درخت دارد و در پژوهش‌های مربوط به این مشخصه‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کند. از طرف دیگر، توزیع فراوانی یا پراکنش این متغیر نیز خود موضوعی دیگر برای بررسی است که بیشتر به‌منظور تعیین ساختار قطری توده یا جنگل از آن استفاده می‌شود. ولی این موضوع می‌تواند کاربردهای دیگری مانند مدل‌های رویشی داشته باشد.

Mohammadalizadeh و همکاران (2009) در جنگل‌های خیرودکنار نوشهر توزیع قطر برابرسینه درختان در توده‌های ناهمسال را با استفاده از سه توزیع نمایی، گاما و لگ‌نرمال مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی از روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با قطعات نمونه دایره‌ای شکل برای جمع‌آوری داده‌های لازم استفاده کردند. در نهایت ۱۹۶ اصله از نزدیک‌ترین درختان به مرکز قطعات نمونه انتخاب شد و داده‌های قطر آن‌ها به‌عنوان نمونه تصادفی در نظر گرفته شد. نتایج 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. Sohrabi and Taheri Sarteshnizi (2012) توابع بتا، گاما، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول را برای مدل‌سازی توزیع قطری گونه‌های بلوط در جنگل‌های زاگرس شمالی بکار بردند. برای جمع‌آوری داده‌ها از روش منظم تصادفی با قطعات نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۱۰ آر استفاده کردند. برای مقایسه توزیع واقعی و توزیع احتمال به‌دست‌آمده از توابع، از آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و کای‌دو استفاده کردند. نتایج نشان داد که توزیع بتا بهترین تابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع در طبقات قطری گونه‌های بلوط است. Sheykholeslami و همکاران (2011) برای بررسی توزیع درختان در طبقات قطری در جنگل‌های شمال ایران، توابع توزیع نرمال، لگ‌نرمال، نمایی، گاما و وایبول را مورد ارزیابی قرار دادند. در مجموع سه پلات یک هکتاری را به‌صورت صددرصد اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که تنها توزیع لگ‌نرمال می‌تواند توزیع قطر درختان را تعیین کند. Fallahchai and Hashemi (2011) برای برازش قطر و ارتفاع درختان پهن‌برگ جنگل‌های شمال توزیع‌های

Archive of SID

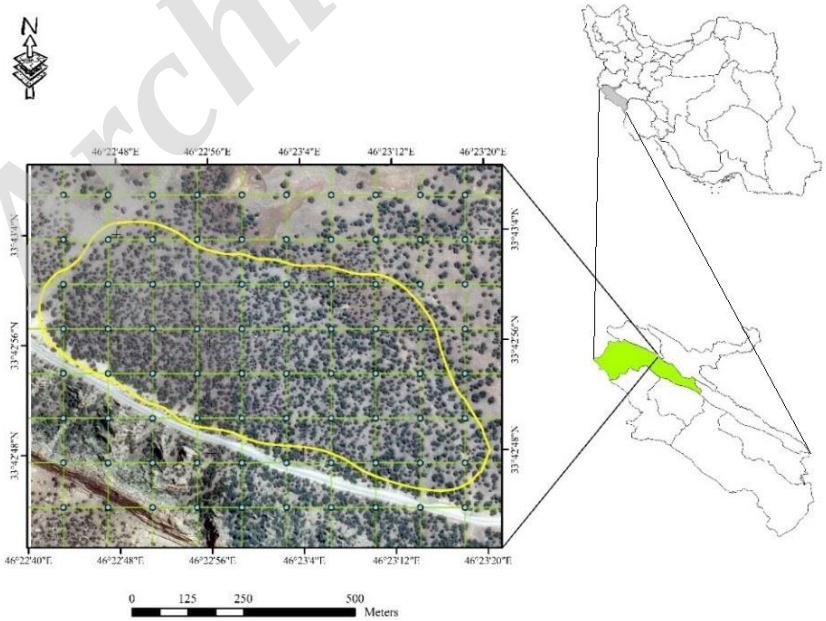
www.SID.ir

بتا، گاما، نمایی، وایبول، نرمال، لگ‌نرمال را مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور از روش منظم تصادفی با قطعات نمونه دایره‌ای شکل ۱۰ آری استفاده شد. نتایج نشان داد که توابع نرمال و بتا به ترتیب برای برازش توزیع قطر و ارتفاع درختان مناسب‌تر است. هدف از این پژوهش، بررسی و مقایسه دو روش نمونه‌برداری فاصله‌ای و قطعات نمونه با مساحت ثابت به‌منظور تعیین روش نمونه‌برداری مناسب در برازش توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب استان ایلام است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

جنگل‌های منطقه دالاب به مساحت سه هزار هکتار در شمال غربی ایلام قرار گرفته است. منطقه از نظر توپوگرافی دارای دو جهت اصلی شمالی و جنوبی است که بیشترین ارتفاع از سطح دریا در جهت شمالی ۲۲۰۰ متر و در جهت جنوبی ۱۹۰۰ متر و در جهت شمال شرقی ۲۵۰۰ متر است. با افزایش ارتفاع از سطح دریا بر مقدار شیب دامنه‌ها افزوده می‌شود، ولی به‌طورکلی شیب دامنه شمالی از دامنه جنوبی بیشتر است. تیپ‌های شناسایی شده در جنگل‌های دالاب تیپ خالص بلوط ایرانی، تیپ آمیخته بلوط ایرانی، بنه و بادام و تیپ دافنه- بادام می‌باشند (Rostami and Heidari, 2009; Mirzaei *et al*., 2014). پس از جنگل گردشی، ۳۷/۲ هکتار از جنگل‌ها که معرف جنگل‌های این منطقه بود، انتخاب شد. منطقه مورد بررسی ازنظر مختصات جغرافیایی در طول "۴۰ '۲۲ °۴۶ تا "۳۰ '۲۳ °۴۶ شرقی و در عرض "۰۵ '۴۲ °۳۳ تا "۴۰ '۴۲ °۳۳ شمالی واقع شده است (شکل ۱). حداقل ارتفاع از سطح دریا منطقه مورد بررسی ۱۲۸۰ متر و حداکثر آن ۲۵۰۰ متر است. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی آب و هوایی دومارتن در اقلیم نیمه مرطوب سرد و بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد (Mirzaei and Bonyad, 2014).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی

Figure 1. Location of study area

Archive of SID

www.SID.ir

توابع احتمالی-آماری

توزیع فراوانی یا همان توزیع احتمال، نحوه پراکنش افراد در طبقات مختلف را نشان می‌دهد. نحوه توزیع پدیده‌های دنیای واقعی متفاوت و متنوع است. از این‌رو برای توزیع احتمال، تاکنون مدل‌های تئوریک متعددی بنام توابع توزیع احتمال ارائه شده است. در این تحقیق از شش توزیع آماری بتا، گاما، نمایی، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول استفاده شده است که توابع آن‌ها در جدول زیر نشان داده شده است (Zwillinger and Kokoska, 2000؛ Mohammadalizadeh *et al.*, 2013؛ Sohrabi and Taheri Sarteshnizi, 2012). در هر رابطه X نشانگر متغیر قطر بوده و حروف یونانی معرف شاخص‌های تابع چگالی احتمال هستند.

جدول ۱- توابع توزیع احتمال مورد بررسی

Table 1. Probability distribution function

ردیف Row	توزیع Distribution	تابع توزیع احتمال Probability distribution function
1	بتا Beta	$f(x)=\frac{(x-a)^{\alpha_1-1}(b-x)^{\alpha_2-1}}{\beta(\alpha_1,\alpha_2)(b-a)^{\alpha_1+\alpha_2-1}}$
2	گاما Gamma	$f(x)=\frac{x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}\,e^{(-x/\beta)}$
3	نمایی Exponential	$f(x)=\lambda e^{(-\lambda x)}$
4	لگ‌نرمال Log-Normal	$f(x)=\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}e^{\left[-(\ln x-\mu)^2/2\sigma^2\right]}$
5	نرمال Normal	$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\,e^{\left[-(x-\mu)^2/2\sigma^2\right]}$
6	وایبول Weibull	$f(x)=\frac{\alpha}{\beta^{\alpha}}x^{\alpha-1}e^{-(x/\beta)^{\alpha}}$

آماربرداری صددرصد

در این روش تمام درختان موجود در منطقه مورد بررسی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای جلوگیری از اشتباهات و اجرای آسان‌تر آماربرداری صددرصد، منطقه جنگلی مشخص شده را به قطعات مربعی شکل یک هکتاری تقسیم کردیم. سپس هر کدام از این قطعات به‌طور جداگانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

روش خطنمونه با طول ثابت

روش خطنمونه با طول ثابت یکی از روش‌های نمونه‌برداری از جنگل است که در جنگل‌های مشابه جنگل‌های زاگرس به دلیل تراکم کم و فاصله زیاد درختان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بررسی طول خطنمونه ۵۰ متر انتخاب شد. برای انجام روش خطنمونه با طول ۵۰ متر، شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ متر طراحی و به‌طور تصادفی بر روی نقشه مورد نظر قرار داده شد. با مشخص کردن محل تقاطع اضلاع شبکه بر روی نقشه، شماره‌های ۱ تا ۳۷ به آن‌ها اختصاص داده شد. درختانی که تاج یا تنه آن‌ها خطنمونه را قطع می‌کردند مشخص و قطر برابرسینه آن‌ها اندازه‌گیری شد (شکل ۱) (Zobeiri, 2007; Mirzaei *et al.*, 2014).

Archive of SID

www.SID.ir

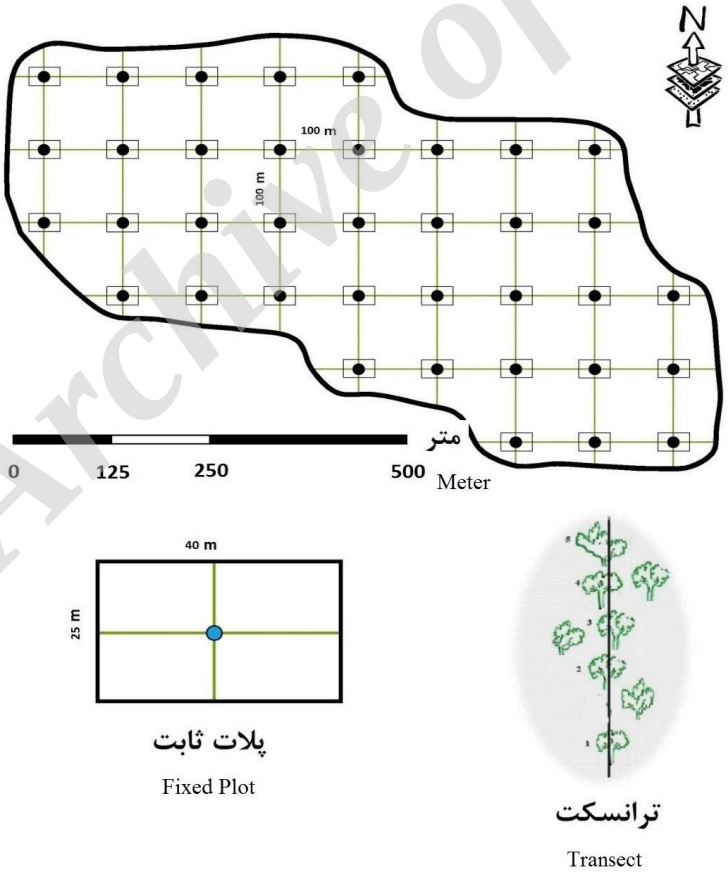
روش منظم تصادفی با قطعات نمونه مستطیلی شکل

نمونه‌برداری با قطعات نمونه مستطیلی شکل یکی از روش‌های نمونه‌برداری با مساحت ثابت است. در این بررسی مساحت قطعه‌نمونه ۱۰۰۰ مترمربع با ابعاد ۴۰ × ۲۵ متر در عرصه جنگل پیاده شد و کلیه درختان داخل قطعه‌نمونه با قطر برابرسینه بیشتر از ۱۲/۵ سانتی‌متر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (شکل ۲).

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در علم آمار روش‌های گوناگونی برای برآورد شاخص‌ها وجود دارد. برخی از روش‌های کلی یا عمومی عبارت‌اند از: روش گشتاورها، روش کمترین توان‌های دوم، روش بیشینه درست‌نمایی، روش کمینه کای‌دو و روش کمینه فاصله (Mohammadalizadeh *et al.*, 2009). در این تحقیق برای برآورد مشخصه‌های 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 (Mirzaei *et al.*, 2014).

برای بررسی نیکویی برازش روش‌های مختلفی وجود دارد. در این تحقیق برای مقایسه پراکنش در طبقات قطری مشاهده شده با مورد انتظار، از آزمون‌های نیکویی برازش کولموگروف- اسمیرنوف (K.S) و اندرسون- دارلینگ (A.D) استفاده شد. محاسبه مشخصه‌های مختلف و همچنین نیکویی برازش توزیع‌ها در نرم‌افزار آماری Easy Fit Professional انجام شد.



شکل ۲- شبکه آماربرداری به همراه روش‌های نمونه‌برداری

Figure 2. Net inventory with sampling methods

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

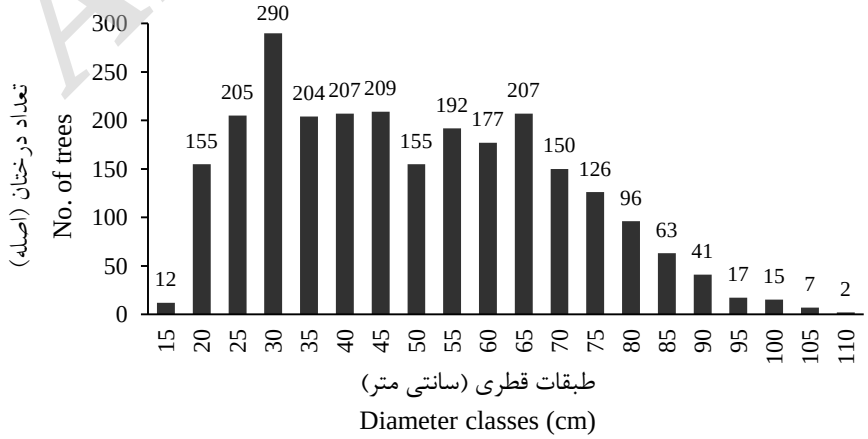
در روش آماربرداری صددرصد تعداد ۲۵۳۰ اصله درخت، در روش نمونه‌برداری با مساحت ثابت تعداد ۲۱۷ اصله و در روش نمونه‌برداری فاصله‌ای تعداد ۲۰۹ اصله به‌منظور برازش توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب ایلام اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست‌آمده از محاسبات اولیه بر روی داده‌های قطر برابرسینه در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین قطر برابرسینه در روش‌های صددرصد ، مساحت ثابت و فاصله‌ای به ترتیب برابر ۴۹/۴۴، ۳۹/۹۹ و ۴۵/۷۳ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۲).

پراکنش قطری درختان بلوط ایرانی در طبقات قطری نیز در روش آماربرداری صددرصد و روش‌های نمونه‌برداری در شکل‌های ۳ تا ۵ ارائه شده است.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی مربوط به قطر برابرسینه درختان (سانتی‌متر)

Table 2. Descriptive statistics of tree DBH (cm)

مقدار آماره‌ها Statistics value			آماره Statistics
مساحت ثابت Fixed area	فاصله‌ای Transect	صددرصد Full callipering	
217	209	2530	تعداد Individual
39.99	45.73	49.44	میانگین Mean
20.35	17.002	19.88	انحراف معیار Standard Deviation
50.9	37.17	40.21	ضریب تغییرات CV
0.727	0.589	0.382	ضریب چولگی Skewness
0.19	0.164	-0.731	ضریب کشیدگی Kurtosis

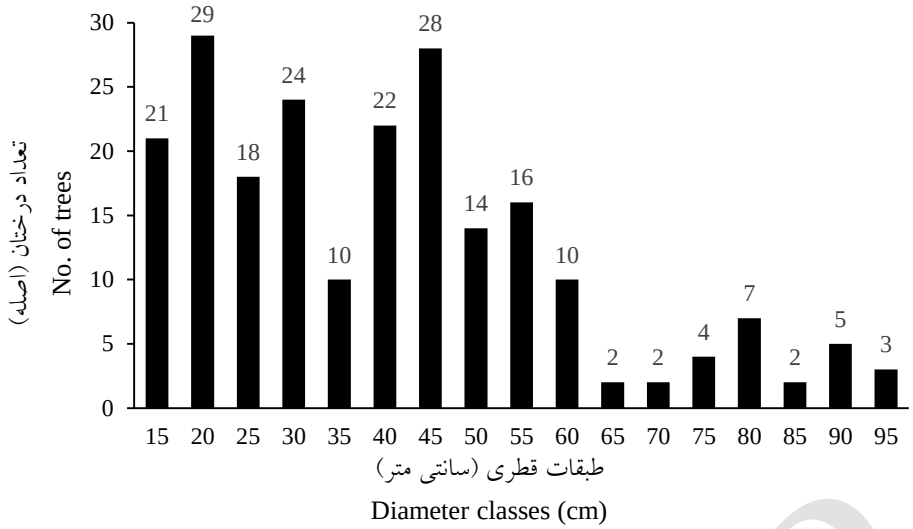


شکل ۳- تعداد در طبقات قطری درختان بلوط ایرانی در روش آماربرداری صددرصد

Figure 3. Number of tree in the diameter classes in the Full callipering method

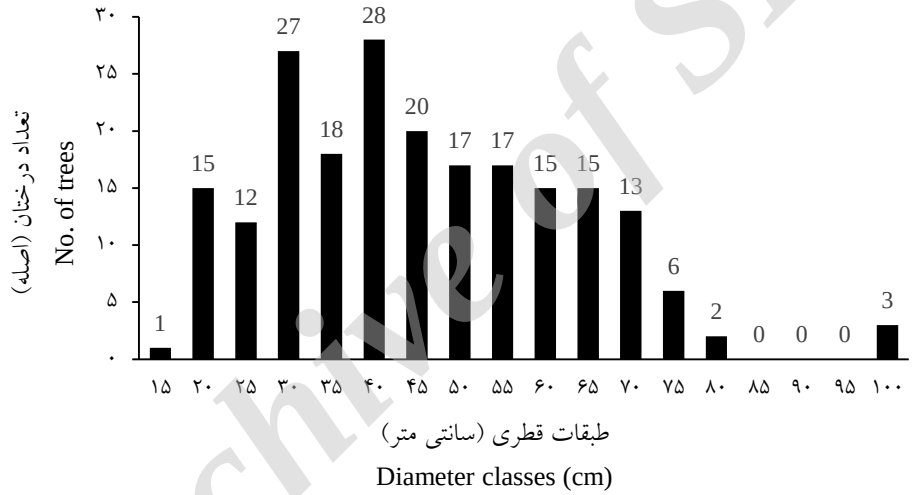
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- تعداد در طبقات قطری درختان بلوط ایرانی در روش نمونه‌برداری با مساحت ثابت

Figure 4. Number of tree in diameter classes in the sampling method with fixed area



شکل ۵- تعداد در طبقات قطری درختان بلوط ایرانی در روش نمونه‌برداری فاصله‌ای

Figure 5. Number of tree in the diameter classes in transect sampling method

مقادیر برآورد شده شاخص‌های مربوط به توزیع‌های احتمال بتا، گاما، نمایی، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول مربوط به روش آماربرداری صددرصد در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج آزمون نکویی برازش برای بررسی تابع توزیع احتمال مناسب قطر برابرسینه درختان بلوط ایرانی بر اساس آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و اندرسون- دارلینگ در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که هیچ‌کدام از توزیع‌های احتمال بررسی شده در این پژوهش توانایی تبیین برازش طبقات قطری درختان بلوط ایرانی را در منطقه مورد بررسی ندارند. ولی آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که برای برازش طبقات قطری درختان، توزیع گاما مناسب‌ترین توزیع از بین توزیع‌های بررسی شده در این پژوهش است (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر مشخصه‌های برآورد شده توزیع‌ها در روش صددرصد

Table 3. Values of estimated parameters in full callipering method

توزیع Distribution	مقادیر مشخصه‌های توابع Parameters
بتا Beta	$\hat{a}_1 = 2.03$ ، $\hat{a}_2 = 3.63$ ، $\hat{a} = 11.88$ ، $\hat{b} = 116.76$
گاما Gamma	$\hat{\alpha} = 6.18$ ، $\hat{\beta} = 7.99$
نمایی Exponential	$\hat{\lambda} = 0.02$
نرمال Normal	$\hat{\sigma} = 19.88$ ، $\hat{\mu} = 49.44$
لگ‌نرمال Log-Normal	$\hat{\sigma} = 0.42$ ، $\hat{\mu} = 3.81$
وایبول Weibull	$\hat{\alpha} = 2.89$ ، $\hat{\beta} = 55.29$

جدول ۴- مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نکویی برازش در روش صددرصد

Figure 4. Values of fitting test statistics in full callipering method

توزیع	K.S			A.D		
Distribution	آماره Statistic	معنی‌داری Sig.	رتبه Rank	آماره Statistic	معنی‌داری Sig.	رتبه Rank
بتا Beta	0.051	*	1	8.05	*	2
گاما Gamma	0.07	*	2	1.85	ns	1
نمایی Exponential	0.32	*	6	404.9	*	6
نرمال Normal	0.08	*	5	25.65	*	4
لگ‌نرمال Log-Normal	0.08	*	4	22.8	*	3
وایبول Weibull	0.07	*	3	26.78	*	5

مقادیر برآورد شده شاخص‌های مربوط به توزیع‌های احتمال مورد بررسی در این پژوهش مربوط به روش نمونه‌برداری با مساحت ثابت (قطعات نمونه مستطیلی شکل به مساحت ۱۰ آر) در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج آزمون نکویی برازش برای بررسی تابع توزیع احتمال مناسب قطر برابرسینه درختان بلوط ایرانی در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که از توزیع‌های احتمال بررسی شده در این پژوهش مناسب‌ترین توزیع برای برازش طبقات قطری درختان بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی توزیع وایبول است. درحالی‌که آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که برای برازش طبقات قطری درختان، به ترتیب توزیع‌های بتا، گاما، لگ‌نرمال و وایبول مناسب‌تر است (جدول ۶).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقادیر مشخصه‌های برآورد شده توزیع‌ها در روش صددرصد

Table 5. Values of estimated parameters in fixed plot sampling method

توزیع Distribution	مقادیر مشخصه‌های توابع Parameters
بتا Beta	$\hat{\alpha}_1 = 1.39$ ، $\hat{\alpha}_2 = 3.08$ ، $\hat{a} = 7.428$ ، $\hat{b} = 116.76$
گاما Gamma	$\hat{\alpha} = 3.85$ ، $\hat{\beta} = 10.36$
نمایی Exponential	$\hat{\lambda} = 0.025$
نرمال Normal	$\hat{\sigma} = 20.35$ ، $\hat{\mu} = 39.99$
لگ‌نرمال Log-Normal	$\hat{\sigma} = 0.56$ ، $\hat{\mu} = 3.54$
وایبول Weibull	$\hat{\alpha} = 2.18$ ، $\hat{\beta} = 44.74$

جدول ۶- مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نکویی برازش در روش مساحت ثابت

Figure 6. Values of fitting test statistics in fixed plot sampling method

توزیع	K.S			A.D		
Distribution	آماره Statistic	معنی‌داری Sig.	رتبه Rank	آماره Statistic	معنی‌داری Sig.	رتبه Rank
بتا Beta	0.068	*	2	0.934	ns	1
گاما Gamma	0.07	*	3	1.072	ns	2
نمایی Exponential	0.265	*	6	97.002	*	6
نرمال Normal	0.076	*	4	7.09	*	5
لگ‌نرمال Log-Normal	0.102	*	5	3.38	ns	3
وایبول Weibull	0.047	ns	1	3.97	ns	4

مقادیر برآورد شده شاخص‌های مربوط به توزیع‌های احتمال بتا، گاما، نمایی، نرمال، لگ‌نرمال و وایبول مربوط به روش نمونه‌برداری فاصله‌ای (خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر) در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج آزمون نکویی برازش برای بررسی تابع توزیع احتمال مناسب قطر برابرسینه درختان بلوط ایرانی بر اساس آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و اندرسون-دارلینگ در جدول ۸ نشان داده شده است. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که هیچ‌کدام از توزیع‌های احتمال بررسی شده در این پژوهش قابلیت لازم برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی را ندارند. همچنین آزمون اندرسون-دارلینگ نشان داد که به ترتیب توابع گاما، لگ‌نرمال، نرمال و وایبول مناسب‌ترین توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی هستند (جدول ۸).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- مقادیر مشخصه‌های برآورد شده توزیع‌ها در روش فاصله‌ای

Table 7. Values of estimated parameters in distance sampling method

توزیع Distribution	مقادیر مشخصه‌های توابع Parameters
بتا Beta	$\hat{\alpha}_1 = 1.55$ ، $\hat{\alpha}_2 = 3.04$ ، $\hat{a} = 13.6$ ، $\hat{b} = 102$
گاما Gamma	$\hat{\alpha} = 7.23$ ، $\hat{\beta} = 10.36$
نمایی Exponential	$\hat{\lambda} = 0.021$
نرمال Normal	$\hat{\sigma} = 17.002$ ، $\hat{\mu} = 45.73$
لگ‌نرمال Log-Normal	$\hat{\sigma} = 0.38$ ، $\hat{\mu} = 3.75$
وایبول Weibull	$\hat{\alpha} = 3.195$ ، $\hat{\beta} = 50.69$

جدول ۸- مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نکویی برازش در روش فاصله‌ای

Figure 8. Values of fitting test statistics in distance sampling method

توزیع Distribution	K.S			A.D		
	آماره Statistic	معنی‌داری Sig.	رتبه Rank	آماره Statistic	معنی‌داری Sig.	رتبه Rank
بتا Beta	0.089	*	5	7.001	*	5
گاما Gamma	0.056	*	1	0.915	ns	1
نمایی Exponential	0.349	*	6	38.34	*	6
نرمال Normal	0.08	*	4	1.68	ns	3
لگ‌نرمال Log-Normal	0.059	*	2	1.23	ns	2
وایبول Weibull	0.072	*	3	1.84	ns	4

بحث

اصلی‌ترین ابزار ریاضی که از آن برای بررسی توزیع قطر درختان استفاده می‌شود، توزیع‌های آماری هستند. توزیع قطر و مدل آماری مربوط به آن می‌تواند نقش مهمی در برخی مباحث علوم جنگل مانند جنگل‌شناسی و جنگلداری داشته باشد. از طرفی دیگر، مدیریت و برنامه‌ریزی اصولی در جنگل، مستلزم داشتن اطلاعات کمی و کیفی مناسب است. این اطلاعات از طریق آماربرداری از جنگل به دست می‌آید. از این رو، آماربرداری جنگل در برآورد وضعیت موجود و برنامه‌ریزی آینده نقش اساسی دارد. نتایج به‌دست‌آمده از محاسبات مقدماتی و همچنین شاخص‌های توصیفی غیر وابسته مربوط به توزیع‌ها (جدول ۲)، نتایج نشان داد که میانگین قطر برابرسینه درختان در روش خط‌نمونه به میانگین واقعی جامعه نزدیک‌تر است. همچنین روش خط‌نمونه نسبت به روش منظم تصادفی

Archive of SID

www.SID.ir

با قطعات نمونه مستطیلی انحراف معیار کمتری دارد. در روش آماربرداری صددرصد، داده‌ها مقدار کمی چولگی به سمت راست دارند و ضریب کشیدگی داده‌ها منفی است (۰/۳۸۲ و ۰/۷۳۱-). درحالی‌که در روش‌های نمونه‌برداری مقدار چولگی داده‌ها نسبت به آماربرداری صددرصد زیاد و ضریب کشیدگی داده‌ها نیز مثبت است (جدول ۲). علت نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند تعداد درختان مورد بررسی باشد، زیرا در آماربرداری صد در صد تمام درختان مورد برازش قرار گرفتند درحالی‌که در روش‌های نمونه‌برداری، درختانی که در داخل قطعات نمونه قرار می‌گرفتند در محاسبات وارد می‌شد. به همین دلیل نتایج چولگی و ضریب کشیدگی در روش آماربرداری صددرصد و روش‌های نمونه‌برداری باهم تفاوت دارد. تاکنون در پژوهش‌های انجام شده درباره بررسی توزیع‌های احتمال مشخصه‌های درختان، از روش‌های نمونه‌برداری برای بررسی این توزیع‌ها استفاده شده است. ولی در این پژوهش از روش آماربرداری صددرصد به‌عنوان ملاک مقایسه روش‌های نمونه‌برداری در برازش توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های زاگرس استفاده شد. در روش آماربرداری صددرصد، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که توزیع‌های احتمال بررسی‌شده در این پژوهش توانایی تبیین برازش طبقات قطری درختان بلوط ایرانی را ندارند. همچنین آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که برای برازش طبقات قطری درختان، توزیع گاما مناسب‌ترین توزیع از بین توزیع‌های بررسی شده در این پژوهش است (جدول ۴). نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف در روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با قطعات مستطیل شکل نشان داد که توزیع وایبول مناسب‌ترین توزیع برای برازش طبقات قطری درختان بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی است. درحالی‌که این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده از آماربرداری صددرصد اختلاف دارد. از طرفی دیگر آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که برای برازش طبقات قطری درختان، به ترتیب توزیع‌های بتا، گاما، لگ‌نرمال و وایبول مناسب‌تر است (جدول ۶). این یافته‌ها با نتایج آماربرداری صددرصد مطابقت دارد. در روش نمونه‌برداری خط‌نمونه با طول ثابت، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که هیچ‌کدام از توزیع‌های احتمال بررسی شده در این پژوهش قابلیت لازم برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی را ندارد. همچنین آزمون اندرسون- دارلینگ نشان داد که به ترتیب توابع گاما، لگ‌نرمال، نرمال و وایبول مناسب‌ترین توابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع قطری درختان بلوط ایرانی هستند (جدول ۸). نتایج روش خط‌نمونه با طول ثابت با توجه به آزمون‌های نکویی برازش با نتایج آماربرداری صد درصد مطابقت دارد. Mohammadalizadeh و همکاران (2009) در جنگل‌های خیرودکنار نوشهر از روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با قطعات نمونه دایره‌ای شکل برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده کردند و نشان دادند که توزیع گاما قابلیت تبیین توزیع قطر درختان را دارد که با نتایج روش منظم تصادفی با قطعات مستطیل شکل این پژوهش همخوانی دارد. Sohrabi and Taheri Sarteshnizi (2012) در جنگل‌های زاگرس شمالی برای جمع‌آوری داده‌ها از روش منظم تصادفی با قطعات نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۱۰ آر استفاده کردند. نتایج نشان داد که توزیع بتا بهترین تابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع در طبقات قطری گونه‌های بلوط است که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد. از دلایل تفاوت، می‌توان به تراکم درختان در مناطق مورد بررسی و همچنین شکل قطعات نمونه

Archive of SID

www.SID.ir

برداشت شده اشاره کرد، بنابراین با توجه به نتایج آزمون‌های نکویی برازش کولموگروف- اسمیرنوف و اندرسون- دارلینگ و همچنین نتایج آماربرداری صددرصد، روش خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر نسبت به روش منظم تصادفی با قطعات مستطیل شکل نتایج دقیق‌تری به دست می‌دهد؛ بنابراین از روش خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر در مدل‌سازی، برنامه‌ریزی و مدیریت، در شناخت ساختار جنگل، وضعیت توده جنگلی و پیش‌بینی آینده آن به‌راحتی می‌توان استفاده کرد، چون اجرای آن در جنگل نسبت به دیگر روش‌های نمونه‌برداری آسان و اقتصادی‌تر است.

References

- Johnson, E., 2000. Forest Sampling Desk Reference, CRC Press LLC, Florida, 985 p.
- Johnson, N.L., S. Kotz & N. Balakrishnan, 1994. Continuous univariate distributions (2nd ed.), John Wiley and Sons Press, New York, 784 p.
- Mattaji, A., S.M. Hojjati & M. Namiranian, 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)
- Mirzaei, M. & A.E. Bonyad, 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)
- Mirzaei, M., A.E. Bonyad & H. Pourbabaei, 2014. Investigation comparison of transect sampling methods in estimation of quantitative characteristics of forest (case study: Daalaab forest of Ilam), *Journal of Forest and Wood Product*, 67(1): 61-72. (In Persian)
- Mirzaei, M., A.E. Bonyad & M. Mohebi Bijarpas, 2014. Application of probability distributions in order to fit canopy classes of *Quercus brantii* trees, Case Study: Dalab forests of Ilam, *Journal of Forest Sustainable Development*, 1(2): 196-203. (In Persian)
- Mohammadalizadeh, Kh., M. Namiranian, M. Zobeiri, A. Hourfar & M.R. Marvie Mohajer, 2013. Modeling of frequency distribution of 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)
- Mohammadalizadeh, Kh., M. Zobeiri, M. Namiranian, A. Hoorfar & M.R. Marvie Mohajer, 2009. Fitting of diameter distribution using some statistical models (distributions), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(1):116-124. (In Persian)
- 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)
- 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.
- Rostami, A. & H. Heidari, 2009. Typology of forest stands and evaluation of their overall status in natural forests of dalaab region, Ilam province, *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 15(6): 274-277. (In Persian)
- Rubin, B.D., P.D. Manion & D.F. Langendoen, 2006. Diameter distributions and structural sustainability in forests, *Forest Ecology and Management*, 222(1): 427-438.
- Sheykholeslami, A., Kh. Kia Pasha & A. Kia Lashaki, 2011. A study of tree distribution in diameter classes in natural forests of Iran, *Annals of Biological Research*, 2(5): 283-290. (In Persian)
- Sohrabi, H. & M.J. Taheri Sarteshnizi, 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)
- Zobeiri, M., 2007. Forest Biometry, University of Tehran Press, Tehran, 405 p. (In Persian)
- Zwillinger, D. & S. Kokoska, 1999. CRC Standard probability and statistics table and formulae, CRC Press, London, 554 p.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation of sampling methods for modeling of diameter distribution of *Quercus persica* trees in the Zagros forests

M. Mirzaei[1*] and A.E. Bonyad[2]

1- Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, I.R. Iran.

2- Associate Professor, Forestry department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, I.R. Iran.

Received: 10.06.2015 Accepted: 23.10.2015

Abstract

The aim of this research was to determine an optimum sampling method based on best-fit probability distribution functions for modeling diameter distribution of *Quercus persica* in Dalab forests in Ilam province (western Iran). A total area of 37.2 hectares was full callipered in this study. Also, 37 rectangular 1000 m^2 plots were sampled using both transect method, with a fixed length of 50 m, and systematic random sampling. Beta, Gamma, Exponential, Normal, Lognormal and Weibull probability distribution functions were fitted to diameter at breast height (DBH) distribution of the oak trees. The expected probability and probability derived from the above functions were compared using Kolmogorov-Smirnov and Anderson-Darling tests. The Kolmogorov-Smirnov analysis in census method showed that the applied probability distribution functions are incapable of fitting DBH distribution of the oak trees. Anderson-Darling test in our study showed that the Beta probability distribution function most appropriately fit with DBH distribution. In the systematic random sampling, the results of Kolmogorov-Smirnov showed that Weibull distribution is the most suitable function compared to other probability distribution functions. Though, Anderson-Darling test indicated that the Gamma, Weibull, Beta and Lognormal distributions are appropriate for fitting DBH distribution in a descending order. In transect sampling method, the results of Kolmogorov-Smirnov showed that the investigated probability distribution functions are unsuitable for fitting DBH distribution. According to Anderson-Darling test, the Gamma, Lognormal, Normal and Weibull are, respectively, the most applicable distribution functions in explaining the oak trees DBH distribution.

Keywords: *Quercus persica*, probability-statistical functions, Dalab forest, transect.

Archive of SID

[*] Corresponding author: Email: mehrdadmirzaei28@gmail.com

www.SID.ir