مدل‌سازی توزیع طبقات قطری گونه بلوط و توده جنگلی در ارسباران (ایلگنه‌چای)

راهله استادهاشمی[1*]، رضا اخوان[2]، عظیم عباسلو[3]، قاسم صفاپور[4]

۱*- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

۴- کارشناس، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول:ra.oh.fo@gmail.com

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۰۷/۱۲

چکیده

مدل‌های توزیع احتمال متنوعی وجود دارد که برای به توصیف پراکنش فراوانی قطر در طبقات قطری مختلف در توده‌های جنگلی بکار می‌رود. هدف از این تحقیق مقایسه مدل‌های مختلف توزیع احتمالی و بررسی پراکنش درختان در طبقات قطری مختلف برای گونه بلوط و همچنین توده جنگلی به منظور یافتن بهترین تابع توزیع در جنگل‌های ارسباران می‌باشد. نتایج این تحقیق بر اساس داده‌های حاصل از برداشت ۳۰ قطعه نمونه در حوزه ایلگنه‌چای ارسباران به‌دست آمد که طی انجام این تحقیق قطر برابر سینه بزرگ‌تر و مساوی ۵ سانتی‌متر تمام درختان در قطعات نمونه (۱۵۰۱پایه) شامل ۲۴۰ درخت بلوط اندازه‌گیری گردید و قطرهای اندازه‌گیری شده در طبقات قطری یک سانتی‌متری طبقه‌بندی شدند. برای یافتن بهترین تابع توزیع برای توصیف پراکنش قطری از توابع توزیع احتمالی گاما، بتا، وایبول، نرمال و لوگ نرمال استفاده شد که با استفاده از از نرم‌افزارهای Easy Fit و SPSS پردازش و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بهترین تابع توزیع برای بررسی پراکنش قطری گونه بلوط و توده جنگلی تابع گاما می‌باشد که مقدار پارامترهای تابع توزیع گاما برای بلوط ۱۰۱ /۱۱ =α و ۱/۱۵۰۸= β و برای توده جنگلی ۱۰۶۲ /۷ =α و ۱/۶۳۲۹= β به‌دست آمد.. همچنین بیشترین فراوانی برای گونه بلوط در طبقه قطری ۱۱ و توده جنگلی در طبقه قطری ۱۰ قرار گرفت. از این نتایج می‌توان در شناخت ساختار توده و تصمیم‌گیری برای مدیریت بهتر این جنگل‌های ارزشمند به منظور تبدیل شرایط فعلی توده‌ها به شرایط ایده‌ال و پایدار استفاده کرد.

کلمات کلیدی

"بلوط سفید"، "پراکنش قطری"، "تابع توزیع احتمال"، "قطر برابر سینه"

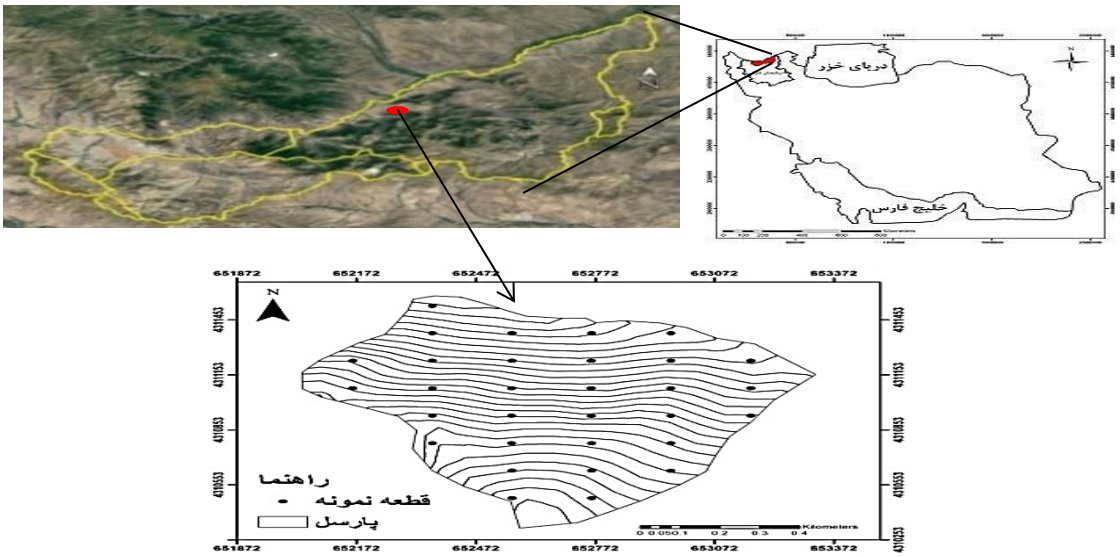
۱- مقدمه

برنامه‌ریزی اصولی در زمینه منابع طبیعی نیازمند داشتن اطلاعات کمی و کیفی می‌باشد که معمولا این اطلاعات با اندازه‌گیری مشخصه‌های توده حاصل می‌شود (زبیری، ۱۳۷۳) که یکی از این مشخصه‌ها، چگونگی پراکنش قطری درختان در توده جنگلی می‌باشد که در شناخت ساختار توده به ما کمک می‌کند و با بررسی وضعیت ساختار توده می‌توان تاثیر مستقیمی در انتخاب شیوه‌های پرورشی مانند شدت و زمان تنک کردن و همچنین زمان و شدت بهره‌برداری درخت و دیگر عملیات‌ها و دخالت‌های پرورشی در توده داشت (Hamann, 2011 Robinson and). توزیع قطری یک روش کلیدی برای توصیف یکنواختی و رشد توده می‌باشد که اطلاعات بسیار مهمی در مورد ساختار و دینامیک جنگل بر اساس تغییرپذیری تراکم در کلاسه‌های قطری مختلف به ما می‌دهد (Assmann, 1970). مدل‌های توزیع احتمال متنوعی مانند نرمال و لوگ نرمال (Ochał et al., 2010) ، وایبول (Bailey and Dell, 1973) بتا (Maltamo et al., 1995) و گاما (Baily, 1980) وجود دارد که قادر به توصیف پراکنش فراوانی قطر در طبقات قطری مختلف در توده‌های جنگلی هستند که این توابع معمولا برای مدل‌سازی ارگانیسم‌های زنده بکار می‌رود. متاجی و همکاران (۱۳۷۹) با استفاده از نمودار پراکنش تعداد در طبقات قطری در جنگل‌های طبیعی خیرودکنار و با استفاده از توزیع احتمالی بتا نشان دادند که توده مورد نظر یک توده ناهمسال نامنظم می‌باشد. همچنین فلاح و همکاران (۱۳۸۴) نیز برای دستیابی به مدل مناسب برای پراکنش تعداد درخت در طبقات قطری مختلف در توده‌های طبیعی راش در مازندران از مدل‌ها و توزیع‌های مختلفی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل توزیع بتا برازش خوبی ایجاد کرد و می‌توان به جای مدل نمایی مایر از این مدل در بررسی توده‌های راش استفاده کرد. ترکیب مدل‌های توزیع قطر با مدل‌سازی توده یا تک درخت باعث ایجاد یک سیستم جامع برای بالا بردن دقت ارزیابی خصوصیات توده‌های جنگلی و همچنین بهتر کردن تخمین‌هایی برای پیش‌بینی توده در آینده می‌شود (Zhang and Lei, 2010). امان‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) برای بررسی پراکنش قطری در مراحل مختلف تحولی توده از سه مدل توزیع احتمالی استفاده کردند و نشان دادند که توزیع لوگ نرمال برای مراحل اولیه تحول، توزیع بتا برای مرحله تحولی اوج و توزیع جانسون برای مرحله تخریب مناسب‌تر بود. تحقیقات زیادی در زمینه پراکنش درختان در طبقات قطری مختلف در جنگل‌های هیرکانی صورت گرفته اما این‌گونه تحقیقات در زاگرس و ارسباران به صورت موردی و محدود انجام شده است. سهرابی و طاهری (۱۳۹۱) با استفاده از توابع توزیع احتمالی مختلف نشان دادند که بهترین تابع توزیع برای بررسی پراکنش قطری درختان بلوط در منطقه زاگرس شمالی تابع بتا می‌باشد و با توجه

به پراکنش قطری گونه‌های بلوط عنوان کردند که شرایط تجدید حیات این گونه‌ها در شرایط بحرانی می‌باشد. قلندرآیشی (۱۳۹۸) به شناسایی مدل‌های مختلف آماری با بهترین برازش برای نشان دادن پراکنش قطری توده راشستان طبیعی در کردکوی پرداخت. بدین منظور توابع احتمال نمایی یک و دو پارامتری، لوگ نرمال دو و سه پارامتری، بتا و گاما دو و سه پارامتری مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که توابع احتمال لوگ نرمال سه پارامتری و گاما سه پارامتری برازش خوبی با تعداد درختان در طبقات قطری داشتند. عابدی (۱۳۹۹) نیز توابع توزیع احتمال را برای سه مشخصه قطر، ارتفاع و سطح تاج پوشش برای گونه ممرز در دو جهت دامنه در جنگل‌های ارسباران مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که تابع بتا برای مشخصه قطر در دو جهت دامنه مناسب‌ترین تابع می‌باشد و همچنین اختلاف معنی‌داری از نظر قطر برابر سینه بین دو جهت دامنه وجود نداشت. همچنین استادهاشمی و همکاران (۱۳۹۹) به منظور نشان دادن پراکنش تعداد درخت در طبقات مختلف قطری گونه ممرز از توابع توزیع احتمالی مختلفی استفاده کردند که نتایج نشان داد که بهترین تابع توزیع برای بررسی پراکنش قطری گونه ممرز، بتا میباشد و همچنین بیشترین فراوانی برای گونه ممرز در طبقه قطری ۱۲ قرار داشت و میانگین قطر ۱۲/۶ سانتیمتر محاسبه گردید. مطالعه‌ای نیز به منظور تحلیل پراکنش درختان در طبقات قطری در مراحل تحولی آغازین (افزایش حجم)، مرحله میانی (انباشت حجم) و نیز در مرحله انتهایی (کاهش حجم) درجنگل خیرود نوشهر انجام گردید. نتایج نشان داد، اگرچه در هر سه مرحله توزیع درختان دارای الگوی مشابه و به شکل کاهنده است، اما اختلاف معنی‌داری بین سه مرحله از لحاظ تعداد درختان در کلاسه‌های کم قطر و تعداد درختان قطور وجود دارد. در نتیجه هرگونه دخالت به منظور تنظیم ساختار توده بر اساس منحنی‌های فراوانی درختان در کلاسه‌های قطری، بایستی با در نظر گرفتن موقعیت تحولی توده در جنگل انجام گردد (سفیدی و همکاران، ۱۳۹۹). در دنیا بررسی توابع توزیع قطری از سال ۱۸۹۸ توسط دلیوکورت انجام شد که با بررسی توده‌های مختلف نراد متوجه یک شکل مشخص و شباهت زیاد توزیع فراوانی قطر در توده‌ها شد (Kerr, 2014) و پس از آن استفاده از توابع توزیع در علم جنگلداری مرسوم شد. ایگه و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که مدل بتا می‌تواند در مدلسازی پراکنش قطری و مدیریت درست جنگل‌های تروپیکال در نیجریه مناسب باشد و کاربرد خوبی دارد. اشقایر و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسه دو مدل نرمال و وایبول برای توده طبیعی همگن سرو در تونس نشان دادند که وقتی از داده‌های اندازه‌گیری شده درختان استفاده شود تابع نرمال و وقتی از داده‌های تخمینی به روش پیش‌بینی قطر بر اساس متغیرهای توده استفاده شود مدل وایبول مناسب‌تر است در نتیجه تابع وایبول نسبت به تابع نرمال انعطاف‌پذیری بیشتری دارد. دلیما و همکاران (۲۰۱۷) نیز با بررسی پراکنش قطری جنگل‌های تروپیکال برزیل با روش‌های لوگ نرمال، گاما و وایبول به پیش‌بینی وضعیت توده و گونه اصلی پرداختند. نتایج آنها نشان داد که پراکنش‌های قطری برای درختان قطور با کاهش احتمال روبروست. پوگودا و همکاران (۲۰۲۰) با مدل‌سازی پراکنش قطری توده‌های توسکای قشلاقی با استفاده از مدل پارامتری (جانسون SB) و ناپارامتری (کرنل) در جنوب شرق لهستان نشان دادند که نوع رویشگاه و سن توده در مدل‌سازی پراکنش قطری با استفاده از روش‌های ناپارامتری موثر نیستند اما استفاده از مدل پارامتری در توده‌های مسن‌تر نتیجه بهتری داشت. گودوین (۲۰۲۱) نیز برای نشان دادن پراکنش قطری جنگلکاری‌های موجود در جنوب و شرق استرالیا شامل انواع کاج و اکالیپتوس از مدل وایبول سه پارامتری معمول (nonnegative lower bound) استفاده کرد که غالبا نتایج خوبی را نشان می‌دهد. اما این جنگلکاری‌ها دارای چولگی منفی بودند و نتایج نشان داد که نقطه ضعف استفاده از وایبول سه پارامتری معمول در توده‌هایی با چولگی منفی این است که میزان دقت و تطابق را به شدت کم می کند و برای بالا بردن دقت باید به جایآن از توابع دیگر استفاده کرد. ارسباران یا قره‌داغ ناحیه کوهستانی وسیعی در شمال استان آذربایجان شرقی است که شامل جنگل‌های پهن‌برگ و خزان کننده می‌باشد که تا بیش از ۲۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا گسترش دارد. این جنگل‌ها دارای بیش از ۹۷ گونه درختی و درختچه‌ای می‌باشد (جوانشیر، ۱۳۵۵) .این اراضی به مفهوم واقعی جنگل بوده و تراکم قابل توجهی از تاج پوشش درختی را نشان می‌دهند. این جنگل‌ها شباهت زیادی به جنگل‌های خزر و جنگل‌های کناره دریای سیاه دارد با این تفاوت که به‌جای درختان راش و توسکای جنگل‌های شمال کشور و درختان کاج و نراد حاشیه دریای سیاه، درختان بلوط (. Quercus petraea L., Quercus macranthera Fisch. and C.A. Mey) و ممرز (Carpinus betulus L.) در جنگل‌های ارسباران مستقر گردیده است (قنبری شرفه، ۱۳۸۴). نتایج مطالعات بر روی درختان با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر گویای این مطلب است که ممرز با حدود ۵۱٪ گونه غالب منطقه بوده و به دنبال آن به ترتیب بلوط با ۳۷٪، افرا ۷ ٪، گیلاس ۳٪ و سایر گونه‌ها حدود ۲٪ از ترکیب جنگل را تشکیل می-دهند (علیجانپور، ۱۳۷۵). به دلیل تنوع زیاد گونه‌ای و شرایط خاص اکولوژیکی این منطقه، ۷۸۵۶۰ هکتار از این اراضی، به‌عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره ثبت گردیده است. با توجه به نیاز تحقیقات بیشتر در زمینه بررسی پراکنش و توزیع متغیرهایی مانند قطر، ارتفاع و.. برای گونه‌های مختلف و یافتن بهترین توابع توزیع به منظور شناخت بهتر ساختار جنگل‌های ارسباران، هدف از این تحقیق استفاده از مدل‌های توزیع احتمالی بتا، گاما، نرمال، لوگ نرمال و وایبول به منظور بررسی پراکنش درختان در طبقات قطری مختلف برای گونه بلوط و همچنین توده جنگلی در جنگل‌های ارسباران و پیدا کردن بهترین تابع توزیع برای توصیف پراکنش قطری آنها می‌باشد تا بتوان از این نتایج در شناخت ساختار توده و تصمیم‌گیری برای مدیریت بهتر این جنگل‌های ارزشمند به منظور تبدیل شرایط فعلی توده‌ها به شرایط ایده‌ال و پایدار استفاده کرد.

۲- مواد و روش

- **منطقه مورد مطالعه**محدوده برداشت با مختصات "۲۱ '۵۶ °۳۸ طول جغرافیایی و "۴۱ '۴۵ °۴۶ عرض جغرافیایی و وسعت ۹۳/۵ هکتار جزء جنگل‌های تحقیقاتی واقع در حوزه ایلگنه‌چای ارسباران می‌باشد که ارتفاع آن بین ۱۱۷۰ تا ۱۷۰۰متر، درصد شیب بین ۳۰ تا ۷۵ و بیشترین پراکنش درختان در جهت‌های جغرافیایی شمال و شمال غرب می‌باشد (شکل ۱).



شکل۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

- **روش تحقیق**

نتایج این تحقیق بر اساس داده‌های حاصل از برداشت ۳۰ قطعه نمونه دایره‌ای به روش منظم- تصادفی (سیستماتیک) مربوط به طرح ملی پایش رویش حجمی و موجودی جنگل‌های ارسباران می‌باشد که طی انجام این طرح قطر برابر سینه (DBH≥5) تمام درختان در قطعات نمونه (۱۵۰۱پایه) شامل ۲۴۰ درخت بلوط اندازه‌گیری گردید و قطر جست‌گروه‌ها به روش جذر میانگین مربعات قطر (QMD) محاسبه شدند (Curtis and Marshall, 2000).

$$QMD=\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n}} \qquad (۱)$$

که در این رابطه d قطر برابر سینه جست و n تعداد درختان جست گروه می‌باشد. قطرهای اندازه‌گیری شده در طبقات قطری یک سانتی‌متری طبقه‌بندی شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای Easy Fit و SPSS مورد بررسی و پردازش قرار گرفت. به منظور نشان دادن پراکنش تعداد درخت در طبقات مختلف قطری از توابع توزیع احتمالی مختلفی مانند گاما، بتا، وایبول، نرمال، لوگ نرمال و نمایی در تحقیقات جنگل‌های شمال و شمالغرب استفاده شده است (متاجی و همکاران،۱۳۷۹؛ فلاح و همکاران، ۱۳۸۴؛ سهرابی و طاهری، ۱۳۹۱، عابدی، ۱۳۹۹) که در این تحقیق نیز توابع مذکور برای بررسی پراکنش قطری گونه بلوط و توده جنگلی در جنگل‌های ارسباران مورد ارزیابی قرار گرفت که فرمول این توابع به قرار زیر می‌باشد:(Ochał et al., 2010; Bailey and Dell, 1973; Maltamo et al., 1995; Baily, 1980)

تابع توزیع پیوسته بتا با فرض $a\leq x\leq b$ و $\alpha1, \alpha2> = 0$ که a,b پارامترهای توزیع هستند.

$$f(x)=\frac{1}{B(\alpha1,\alpha2)}\ \frac{(X-a)^{\alpha_1-1}(b-x)^{\alpha_2-1}}{(b-a)^{\alpha_1+\alpha_2-1}} \qquad (۲)$$

تابع توزیع پیوسته گاما با فرض $y\leq x<+\infty$ و β,α پارامترهای توزیع هستند.

$$f(x)=\frac{(x)^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}\exp(-\frac{x}{\beta}) \qquad (۳)$$

تابع توزیع پیوسته وایبول با فرض $x>=0$ که x متغیر مورد نظر، β,α پارامترهای توزیع و e عدد نپر می‌باشد.

$$f(x;\beta,\alpha)=\frac{\alpha}{\beta}\ (\frac{X}{\beta})^{\alpha-1}\ e^{-(x/\beta)\,\alpha} \qquad (۴)$$

تابع توزیع نرمال که x متغیر مورد نظر، μ نماد میانگین، σ نماد انحراف معیار و e عدد نپر می‌باشد.

$$f(x;\mu,\sigma)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\ \ e^{-(x-\mu)\,2\,/\,(2\sigma\,2)} \qquad (۵)$$

تابع توزیع لوگ نرمال با فرض $x>=0$ که x متغیر مورد نظر، μ نماد میانگین، σ نماد انحراف معیار، ln لگاریتم طبیعی و e عدد نپر می‌باشد.

$$f(x;\eta,\sigma)=\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}\ e^{-(\ln(x-\eta))2\,/\,(2\sigma^2)} \qquad (۶)$$

برای محاسبه پارامترهای توابع از روش حداکثر درست‌نمایی و برای مقایسه توابع توزیع، بین توزیع مشاهده شده و قابل انتظار از آزمون‌های نکویی برازش استفاده می‌شود که آزمون‌های مختلفی وجود دارد و در این تحقیق از سه آزمون کلوموگروف- اسمیرنوف و مربع کای و اندرسون- دارلینگ برای بررسی نکویی برازش مدل‌ها استفاده شد که به‌ترتیب آزمون اندرسون- دارلینگ، کلوموگروف- اسمیرنوف و مربع کای توان بیشتری در نشان دادن نتایج دقیق‌تر دارند. سپس بر اساس مقدار آماره که هرچه کمتر باشد انطباق توزیع مشاهده شده و قابل انتظار بیشتر می‌شود، توابع اولویت‌بندی شدند. عدم اختلاف معنی‌داری در این آزمون‌ها نشان از قابل قبول بودن فرض صفر(انطباق توزیع مشاهده شده و قابل انتظار) می‌باشد (محمدعلی‌زاده و همکاران،۱۳۹۲).

۳- نتایج

ابتدا با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده فراوانی مطلق و درصد فراوانی گونه‌های تشکیل دهنده توده جنگلی محاسبه گردید که نشان داد گونه‌های موجود در این پارسل شامل ممرز، بلوط، افرا، ون، سرخدار، گیلاس وحشی و سایر گونه‌ها (بارانک، نارون، شفت، گلابی وحشی) می‌باشد که ۱۶ درصد آن از بلوط سفید (Quercus petraea (Lتشکیل شده است و دومین گونه غالب می‌باشد. میانگین تعداد درخت در هکتار ۱۶۲۷/۷ ، سطح مقطع متوسط ۲۰/۶ متر مربع در هکتار و ۶۳/۷ درصد پایه‌های اندازه‌گیری شده دانه‌زاد و ۳۶/۳ درصد شاخه‌زاد بودند (جدول۱).

جدول۱- فراوانی گونه‌های درختی موجود در منطقه مورد مطالعه

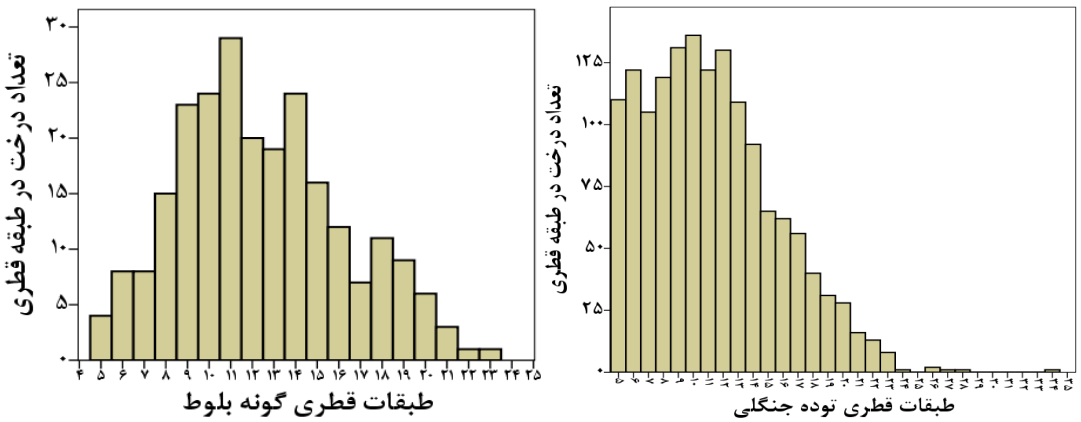
گونه	ممرز	بلوط	افرا	ون	سرخدار	گیلاس وحشی	سایر
فراوانی مطلق	۸۴۹	۲۴۰	۱۹۷	۱۰۶	۶۰	۱۸	۳۱
درصد فراوانی	۵۶/۵	۱۶	۱۳/۱	۷	۴	۱/۲	۲/۲
میانگین تعداد در هکتار	۹۸۴	۳۵۰	۲۸۷	۳۴۲	۲۵۵	۶۷	۷۹/۵

مشخصات توصیفی قطر برابر سینه گونه بلوط و توده جنگلی نیز محاسبه گردید که در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد با توجه به این‌که مد از میانه و میانه از میانگین کمتر است در نتیجه برای گونه بلوط و توده جنگلی چولگی مثبت و به سمت راست می‌باشد در حالیکه کشیدگی برای توده جنگلی مثبت و برای گونه بلوط پخی در داده‌ها دیده می‌شود.

جدول ۲- آمار توصیفی قطر برابر سینه درختان(سانتی‌متر) گونه بلوط و توده جنگلی

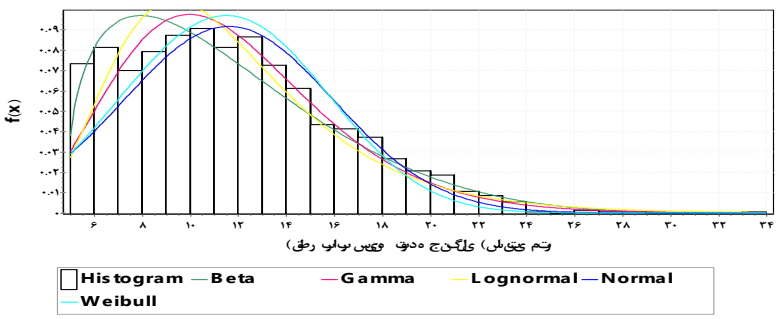
گونه	تعداد نمونه	چولگی	کشیدگی	میانه	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات	انحراف معیار
بلوط	۲۴۰	۰/۳۷۳	-۰/۴۴۵	۱۲/۴۵	۱۲/۷۷	۵	۲۳/۲	۰/۳	۳/۸۳
توده	۱۵۰۱	۰/۶۵۸	۰/۲۵۹	۱۱	۱۱/۶	۵	۳۴	۰/۳۷	۴/۳۵

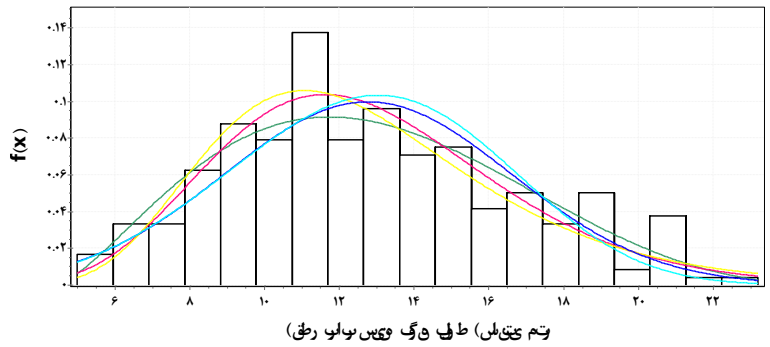
همچنین پراکنش درختان در طبقات قطری مختلف برای گونه بلوط و توده جنگلی در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین فراوانی برای گونه بلوط در طبقه قطری ۱۱ و توده جنگلی در طبقه قطری ۱۰ قرار دارد. همانطور که در شکل‌ها مشخص است پراکنش قطری درختان به ویژه در گونه بلوط بیشتر شبیه منحنی زنگوله‌ای یا قله‌ای می‌باشد.



شکل۲- فراوانی تعداد درختان بلوط و توده جنگلی در طبقات قطری مختلف

برازش مدل‌های توزیع مختلف برای پراکنش قطری گونه بلوط و توده جنگلی در شکل ۳ نشان داده شده است.که میزان انطباق و انعطاف‌پذیری توابع با هیستوگرام پراکنش داده‌ها نشان داده شده است.





شکل ۳- برازش مدل‌های مختلف توزیع برای پراکنش قطری گونه بلوط و توده جنگلی

نتایج آزمون‌های نکویی به منظور پیدا کردن بهترین تابع توزیع برای پراکنش درختان بلوط در طبقات قطری مختلف نشان داد که تمام توابع از انعطاف‌پذیری خوبی برخوردار هستند و تابع گاما بهترین تابع توزیع (اولویت ۱ در دو آزمون) و پس از آن به‌ترتیب لوگ نرمال (اولویت۱ در آزمون کای دو و اولویت ۲ در آزمون کولموگروف- اسمیرنوف)، بتا (اولویت ۳ در دو آزمون)، نرمال (اولویت ۴ در سه آزمون) و وایبول (اولویت ۵ در سه آزمون) قرار گرفتند. پارامترهای توابع توزیع نیز محاسبه گردید (جدول۳).

جدول۳- نتایج آزمون‌های نکویی توابع مختلف برای گونه بلوط و پارامترهای محاسبه شده توابع

توابع توزیع	آزمون‌های نکویی برازش									پارامترهای توابع توزیع
	کولموگروف- اسمیرنوف			اندرسون- دارلینگ			کای دو			
	مقدار آماره	رتبه	معنی‌داری	مقدار آماره	رتبه	معنی‌داری	مقدار آماره	رتبه	معنی‌داری	
بتا	۰/۰۴۸۲۴	۳	ns	۰/۴۴۲۷۱	۲	ns	۶/۶۹۵۵	۳	ns	a=۴/۳۸۱ b=۲۵/۸۷۴ α_1= ۲/۵۵۳۳ α_2= ۳/۹۷۶۵
گاما	۰/۰۴۶۰۷	۱	ns	۰/۴۲۱۷	۱	ns	۵/۹۶۱۴	۲	ns	α=۱۱/۱۰۱ β=۱/۱۵۰۸
لوگ نرمال	۰/۰۴۶۶۶	۲	ns	۰/۵۵۹۴۴	۳	ns	۳/۳۸۴۹	۱	ns	□=۲/۵۰۰۹ □=۰/۳۱۰۸۴
وایبول	۰/۰۸۵۲۶	۵	ns	۲/۲۶۰۳	۵	ns	۱۱/۷۷۱	۵	ns	□=۱۴/۰۳۲ □=۳/۹۷۱۹
نرمال	۰/۰۸۰۲۶	۴	ns	۱/۳۶۲۲	۴	ns	۱۰/۸۲۴	۴	ns	□=۱۲/۷۷۵ □=۳/۸۳۴۲

***ns* نشان دهنده قابل قبول بودن فرض صفر و *و** نشان‌دهنده غیرقابل قبول بودن فرض صفر در دو سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشد**

نتایج آزمون‌های نکویی به منظور پیدا کردن بهترین تابع توزیع برای پراکنش درختان توده جنگلی در طبقات قطری مختلف نشان داد که تابع گاما تنها تابع توزیع (اولویت ۱ در دو آزمون) قابل قبول است و در بقیه توابع فرض صفر رد گردید. پارامترهای توابع توزیع نیز محاسبه گردید (جدول۴).

جدول٤- نتایج آزمون‌های نکویی توابع مختلف برای توده جنگلی و پارامترهای محاسبه شده توابع

توابع توزیع	آزمون‌های نکویی برازش									پارامترهای توابع توزیع
	کولموگروف- اسمیرنوف			اندرسون- دارلینگ			مربع کای			
	مقدار آماره	رتبه	معنی‌داری	مقدار آماره	رتبه	معنی‌داری	مقدار آماره	رتبه	معنی‌داری	
بتا	۰/۰۵۲۸۹	۳	*	۴/۸۹۶	۲	*	۴۴/۷۳۲	۳	*	a=۴/۸۱۸۲ b=۳۵/۸۱۵ α_1= ۱/۴۸۷۱ α_2= ۵/۳۶۰۸
گاما	۰/۰۴۱۶۴	۱	*ns*	۳/۲۴۷۶	۱	*ns*	۲۶/۰۰۱	۱	*	α=۷/۱۰۶۲ β=۱/۶۳۲۹
لوگ نرمال	۰/۰۴۷۰۹	۲	*	۵/۵۱	۳	*	۴۸/۲۴۴	۴	*	σ=۰/۳۸۱۶۴ μ=۲/۳۸۰۴
وایبول	۰/۰۵۹۱۷	۴	*	۱۴/۰۵۲	۵	*	۶۵/۴۴۴	۵	*	α=۳/۲۲۵۴ β=۱۲/۹۰۹
نرمال	۰/۰۶۴۶۲	۵	*	۱۱/۴۶۷	۴	*	۳۹/۵۹۸	۲	*	σ=۴/۳۵۳ μ=۱۱/۶۰۴

***ns* نشان دهنده قابل قبول بودن فرض صفر و * نشان‌دهنده غیرقابل قبول بودن فرض صفر در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ می‌باشد**

٤- بحث

در جنگل‌های آمیخته و ناهمسال علاوه بر ترکیب گونه‌ای، کیفیت و حجم، پراکنش قطری یکی از چهار رکن اصلی و مشترک این جنگل‌هاست (Zhang et al., 2001). در نتیجه به منظور بررسی وضعیت جنگل‌ها و میزان انطباق آنها بر حالت نزدیک به طبیعت (ناهمسال و آمیخته) ضروریست تا توزیع قطری توده‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق نیز به منظور مدل‌سازی پراکنش قطری گونه بلوط به عنوان دومین گونه غالب جنگل‌های ارسباران و همچنین پراکنش قطری توده جنگلی از توابع توزیع مختلفی (متداول در بررسی متغیرهای جنگل) استفاده شد. با توجه به نتایج، بزرگترین طبقه قطری بلوط ۲۳ و بیشترین فراوانی درختان بلوط در طبقه قطری ۱۱ قرار داشت که نشان از جوان بودن توده‌های بلوط می‌باشد. استادهاشمی و همکاران (۱۳۹۹) پراکنش قطری گونه ممرز به عنوان گونه غالب جنگل‌های ارسباران را مورد بررسی قرار دادند که نتایج آنها نیز حاکی از جوان و کم قطر بودن توده‌های ممرز داشت و میانگین قطر برای گونه ممرز با ۱۲/۶ سانتی‌متر، مبین آن می‌باشد.از کاربردهای مهم توزیع درختان در طبقات قطری مختلف، بررسی وقایع و دخالت‌های گذشته در توده‌های جنگلی می باشد که اطلاعات زیادی در اختیار ما قرار می‌دهد. شکل منحنی پراکنش قطری در طبقات مختلف در گونه بلوط بیشتر شبیه به حالت زنگوله‌ای می‌باشد که از شکل منحنی کم‌شونده که از نشانه‌های جنگل ناهمسال است فاصله دارد. این امر به دلیل عواقب ناشی از برداشت‌های بی‌رویه برای زغال‌گیری در چند دهه گذشته در جنگل‌های ارسباران می‌باشد که با برداشت درختان قطور، تاج پوشش باز شده و درختان جوان شروع به رشد کرده و برای رسیدن به نور کافی و اشکوب بالا رقابت می‌کنند که با نتایج استادهاشمی و همکاران (۱۳۹۹) مبنی بر زنگوله‌ای بودن منحنی پراکنش قطری گونه ممرز در ارسباران نیز تطابق دارد. نتایج تحقیق محمدعلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان داد که منحنی پراکنش ارتفاعی درختان در جنگل تحقیقاتی خیرودکنار به دلیل رقابت نوری شکل زنگوله‌ای دارد. همچنین مطالعه‌ای در جنگل نیمه طبیعی ناهمسال در دانمارک بر روی ساختار و دینامیک توده جنگلی و پراکنش و پیوستگی گونه‌ها نشان داد که منحنی پراکنش قطری زبان گنجشک به شکل زنگوله‌ای بوده که به دلیل بادافتادگی درختان در سال ۱۹۶۷ و خشک شدن و مرگ درختان زبان گنجشک در چند دهه گذشته بوده است که در حال حاضر حضور درختان کوچک باعث ایجاد منحنی زنگوله‌ای شده است (Ghalandarayeshi et al., 2017). منحنی پراکنش قطری توده جنگلی از حالت زنگوله‌ای فاصله گرفته و بیشتر شبیه منحنی کم‌شونده می‌باشد که نشان می‌دهد اگرچه قدمت جنگل‌های ارسباران بسیار زیاد است اما در کل، توده‌های جنگلی در این جنگل‌ها جوان هستند و تعداد درختان جوان در طبقات قطری کم به مراتب بیشتر از درختان قطور می‌باشد که حداکثر قطر ۳۴ سانتی‌متر در توده جنگلی و بیشترین تعداد داده در طبقه قطری ۱۰ مبین این موضوع می‌باشد. علیجانپور و همکاران (۱۳۹۶) نیز با بررسی خصوصیات کمی و کیفی گونه ممرز در حوزه کلیبر و ایلگنه‌چای ارسباران نشان دادند که بیشترین میانگین قطر برابر سینه در دامنه‌های شمالی ۱۲/۵و شرقی ۱۲/۲ سانتی‌متر و کمترین آن در دامنه‌های جنوبی۹/۲۶ سانتی‌متر می‌باشد. از آنجا که تمامی توابع استفاده شده در تحقیق برای گونه بلوط قابل قبول شناخته شدند نشان می‌دهد که به دلیل تجمع پراکنش قطری حول میانگین و شکل توزیع طبقات قطری در گونه بلوط باعث شده تا توزیع تمام توابع و بیشتر از همه تابع گاما به دلیل انعطاف‌پذیری آن، با پراکنش قطری درختان بلوط مطابقت داشته باشند. زیرا درختان بلوط قطورتر و توزیع آنها بر اساس هیستوگرام یکنواخت‌تر است. محمدعلی زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان دادند که به دلیل انعطاف پذیری بیشتر دو توزیع وایبول و گاما نسبت به توزیع لگ نرمال، مناسبت لازم برای برازش داده‌های ارتفاعی توده ناهمسال با پراکنش قله‌ای را داشتند.بررسی توابع توزیع برای پراکنش قطری توده جنگلی نشان داد که تنها تابع قابل قبول و مناسب در سطح معنی‌داری ۰/۰۱، تابع گاما می‌باشد. از آنجا که پراکنش قطری در توده جنگلی به حالت کم‌شونده نزدیک‌تر است در نتیجه بررسی تابع نرمال غیر ضروری می‌باشدکه این می‌تواند به دلیل توزیع آمیخته داده‌ها در توده جنگلی باشد که نیاز به استفاده از توابع ترکیبی به جای توابع توزیع ساده می‌باشد و احتمالا نتایج بهتری به‌دست خواهد آمد که نتایج دلیما و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان داد که اگر تعداد گونه و تیپ جنگلی متنوع و زیاد باشد ترکیب چند مدل نتایج قابل قبول‌تری ایجاد می‌کند و یک مدل نمی‌تواند به درستی بیانگر مشخصات انواع تیپ‌های جنگلی و خصوصیات نمونه‌ها باشد.از آنجا که نتایج زیادی (فلاح و همکاران، ۱۳۸۴؛ سهرابی و طاهری ۱۳۹۱.؛ عابدی، ۱۳۹۹؛ استادهاشمی و همکاران، ۱۳۹۹) نشان داده است که تابع بتا در مطالعات توده‌های جنگلی از مناسب‌ترین توابع می‌باشد اما در این مطالعه تابع گاما مناسب‌ترین تابع شناخته شد، حاکی از آن است که عوامل زیادی مانند نوع گونه، سن درختان، نوع رویشگاه و.. بر مدل پراکنش قطری موثر بوده که لازم است تا در تحقیقات جداگانه‌ای مورد بررسی قرار بگیرند. پوگودا و همکاران (۲۰۲۰) نیز بیان کردند که عوامل زیادی مانند سن توده و .. در مدل‌سازی پراکنش قطری با استفاده از روش‌های پارامتری موثر هستند.به منظور اصلاح ساختار توده برای رسیدن به شرایط پایدار(ایجاد جنگل‌های ناهمسال با توزیع قطری کم شونده)، لازم است تا از اطلاعات پراکنش قطری درختان برای ایجاد تغییر در توده استفاده شود و با حفظ پایه‌های قطور و سالم علاوه بر زادآوری سعی در ایجاد شرایط اکولوژیکی پایدار با پراکنش مناسب درختان در طبقات قطری مختلف شود. این نتایج برای مدیریت صحیح جنگل‌ها الزامی و انجام آن برای تمام گونه‌ها و متغیرهای مختلف درختی در شرایط اکولوژیکی مختلف توصیه می‌گردد.

منابع

- استادهاشمی، ر.، اخوان، ر.، عباسلو، ع.، صفاپور، ق. ۱۳۹۹. امکان استفاده از منحنی پراکنش قطری ممرز در جنگلهای ارسباران، مجله ترویجی حفاظت و بهره‌برداری جنگلهای هیرکانی، ۳(۲): ۱۱۵-۱۰۷.
- امان‌زاده، ب.، ثاقب طالبی، خ.، فدایی، ف.، خانجانی شیراز، ب.، همتی، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی توزیع‌های مختلف آماری در برآورد پراکنش تعداد در طبقات قطری توده‌های راش شفارود در مراحل مختلف تحولی جنگل، تحقیقات جنگل و صنوبر، ۱۹(۲): ۲۶۷-۲۵۴.

- جوانشیر، ک. ۱۳۵۵. اطلس گیاهان چوبی ایران. انجمن ملی حفاظت منابع طبیعی و محیط انسانی. ۷۱۶۳ صفحه.
- زبیری، م. ۱۳۷۳. آماربرداری در جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ صفحه.
- سفیدی، ک.، اعتماد، و.، صادقی، م.م. ۱۳۹۹. پراکنش درختان در طبقات قطری در مراحل تحولی مختلف در جنگلهای راش. همایش ملی چشم انداز جنگلهای کشور؛ تحول مدیریت، دانشگاه تهران.
- سهرابی، ه.، 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.
- عابدی، ر. ۱۳۹۹. بررسی تغییرات توابع توزیع احتمال طبقات قطر، ارتفاع و تاج پوشش درختان تحت تاثیر جهت دامنه، مطالعات علوم محیط زیست، ۵(۲): ۲۵۲۰-۲۵۱۳.
- علیجانپور، ا. ۱۳۷۵. بررسی کمی وکیفی جنگل‌های ارسباران (مطالعه موردی در حوضه ستن‌چای). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- علیجانپور، ا. ۱۳۹۶. تاثیر جهت دامنه و خاک بر خصوصیات کمی و کیفی گونه ممرز در جنگل‌های ارسباران. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۳۰(۴): ۸۸۷-۸۹۸.
- فلاح، ا.، زبیری، م.، مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۸۴. ارائه مدل مناسب پراکنش تعداد در طبقات قطری توده‌های طبیعی و ناهمسال راش شمال ایران (جنگل‌های سنگده و شصت‌کلاته)، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸(۴): ۸۲۱- ۸۱۳.
- قلندرآیشی، ش. ۱۳۹۸. مدلسازی توزیع قطری درختان راش با استفاده از توابع چگالی احتمال(مطالعه موردی در کردکوی -استان گلستان). دومین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی(آب، سیل و محیط زیست)، دانشگاه گنبد کاووس.
- قنبری شرفه، ع. ۱۳۸۴. بررسی توالی اکولوژیکی توده های سرخدار در جنگلهای ارسباران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- محمدعلی‌زاده، خ.، نمیرانیان، م.، زبیری، م.، هورفر، ع.، مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۹۲. مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان در توده‌های ناهمسال (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)، جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۶(۲): ۱۶۵-۱۵۵.
- متاجی، ا.، حجتی، م.، نمیرانیان، م. ۱۳۷۹. مطالعه پراکنش تعداد در طبقات قطری در جنگل‌های طبیعی با کاربرد تزیع‌های احتمالی (مطالعه موردی در سری گرازبن جنگل خیرودکنار- نوشهر)، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۳(۲): ۱۷۲- ۱۶۵.
- Assmann, E. 1970. The principles of forest yield study: studies in the organic production, structure, increment, and yield of forest stands. Pergamon Press, Oxford, 520p.
- Bailey, R. L., Dell. T. R. 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. For. Sci, 19:97–104.
- Bailey, L. R., 1980. Individual tree growth derived from diameter distribution models. Forest Science, 26(4): 626-632.
- Curtis, R. O., Marshall, D. D. 2000. Why quadratic mean diameter? West. J. Appl. For, 15: 137–139.
- De Lima, R., Batista , J., Prado, P. 2015. Modeling Tree Diameter Distributions in Natural Forests: An Evaluation of 10 Statistical Models. For. Sci, 61(2):320 –327.
- De Lima, R.B., Bufalino, L., Alves Júnior, F.T., Da Silva, J.A., Ferreira, R. 2017. Diameter distribution in a Brazilian tropical dry forest domain: predictions for the stand and species. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 89(2): 1189-1203.
- Ghalandarayeshi, SH., Nord-Larsen, T., Kvist Johannsen, V., Bo Larsen, J. 2017. Spatial patterns of tree species in Suserup Skov– a semi-natural forest in Denmark. Forest Ecology and Management, 406 : 391–401.
- Goodwin, A.N. 2021. A Blind Spot in the Use of the Weibull Function for Modeling Diameter Distributions. Forest Science, 67(2): 125–134.
- Ige, P.O., Akinyemi, G.O., Abi, E.A. 2013. Diameter Distribution Models for Tropical Natural Forest trees in Onigambari Forest Reserve. Journal of Natural Sciences Research, 3(12): 14-23.
- Kerr, G. 2014. The management of silver fir forests: de Liocourt (1898) revisited. Forestry, 87: 29–38. doi:10.1093/forestry/cpt036.
- Maltamo, M., Puumalainen, J., Päivinen, R. 1995. Comparison of Beta and Weibull functions for modelling basal area diameter distribution in stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research, 10: 284-295.
- Ochał, W., Pajak, M., Pietrzykowski, M. 2010. Diameter structure of selected pine stands growing on post-mining sites reclaimed for forestry. Sylwan, 154: 323–332.
- Pogoda, P., Ochał, W., Orzeł, S. 2020. Performance of Kernel Estimator and Johnson SB Function for Modeling Diameter Distribution of Black Alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) Stands. Forests, 11(634): 1-16.

- Robinson, A.P., Hamann, J.D. 2011. Forest Analytics with R: An Introduction. Springer, New York Dordrecht Heidelberg, London, United Kingdom, 339 p.
- Sghaier, T., Cañellas, I., Calama, R., Sánchez-González, M. 2016. Modelling diameter distribution of Tetraclinis articulata in Tunisia usingnormal and Weibull distributions with parameters depending on stand variables. iForest, 9: 702-709.
- Zhang. L., Gove, J.H., Liu, C., Leak, W.B. 2001. A finite mixture of two Weibull distributions for modeling the diameter distributions of rotated-sigmoid, uneven-aged stands. Can J For Res 31:1654–1659. https ://doi.org/10.1139/cjfr-31-9-1654.
- Zhang, X., Lei, Y. 2010. A linkage among whole-stand model, individual-tree model and diameter-distribution model.J. For. Sci, 56:600–608.

Modeling diameter distribution of oak and forest stand in Arasbaran (Ilgenechay)

Raheleh Ostadhashemi*[1]، Reza Akhavan[2]،Azim Abbaslou[3]، Ghasem Safapour[4]

*1-Assistant Professor, Forests and Rangelands Research Department, East Azerbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
2-Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3-MSc., Forests and Rangelands Research Department, East Azerbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
4-BSc., Researcher, Forests and Rangelands Research Department, East Azerbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
*Email Address: ra.oh.fo@gmail.com

Abstract

There are various probability distribution functions that can explain the distribution of different diameter classes in forest stands, which are used for modeling bio organisms. This study aimed to compare different probability distribution functions in order to find the best distribution function of trees in different diameter classes for oak tree species as well as forest stand in Arasbaran forests. The results of this study were obtained based on data of 30 sample plots in Ilgenechay watershed of Arasbaran. That, diameter at breast height (DBH≥5) of all trees (1501 trees) including 240 oaks was measured in the sample plots. Given diameters were classified in one cm diameter classes. In order to show the distribution of different diameter classes, the functions of Gamma, Beta, Weibull, Normal and Lognormal were developed using Easy Fit and SPSS. The results showed that the Gamma model is the best distribution function for both oak and forest stand. In addition, the highest tree density was in 11 and 10 cm diameter classes for oak and forest stand respectively. Gamma function parameters obtained α=11.101 and β= 1.1508 for oak and α=7.1062 and β= 1.6329 for forest stand. These results can be used in management strategies and conducts forest stands towards sustainable development.

Introduction

The diameter distribution is a key method to describe the uniformity and growth of a stand. It provides crucial information for forest inventories on different levels of structure and dynamics of the area regarding variability of density within size classes. Furthermore Diameter distributions are crucial decision– making tools for forest management. They directly affect the choices concerning silvicultural and harvesting stages activities. For instance, timing and intensity of thinning and harvesting, as well as harvesting equipment are dependent on the diameter distributions. There are various probability distribution functions to explain the distribution of different diameter classes in the forest stand, which are used for modeling bio organisms.Arasbaran deciduous forests are located in the northwest of Iran as a Biosphere Reserved which covers an area of 78560 hectares. The altitude varies from ca. 256 m to more than 2000 m. the importance of the area is in having a rich flora (about 97 trees and shrubs species) and unique vegetation among the vegetation of the country. According to the previous researches, Carpinus sp. and Quercus sp. are the dominant species in forests of Arasbaran respectively.This study aimed to fit distribution functions of Beta, Gamma, Normal, Lognormal and Weibull for modelling the distribution of trees in different diameter classes in order to find the best distribution function for oak species as well as forest stand in Arasbaran forests. Regarding the importance of Arasbaran forests, this study can lead to the better recognition the stand structure in order to sustainable management of Arasbaran forests.

Methodology

The results of this study were obtained from an area of 93 ha located in research forests in Ilgenechay watershed in Arasbaran and the data collected from 30 sample plots. The diameter at breast height (DBH≥5) of all trees (1501 trees) including 240 oaks was measured in the sample plots. Given diameters were classified in one cm diameter classes. In order to determine the distribution of different diameter classes, the functions of Gamma, Beta, Weibull, Normal and Lognormal were developed using Easy Fit and SPSS. Maximum likelihood technique was developed to estimate model

parameters for diameter distribution. Likewise, The Kolmogorov–Smirnov statistic, Chi-Squared and Anderson-Darling were used to evaluate the goodness of fits.
The Results showed that the average density (number of trees), mean basal area and percentage of seedling and coppice trees were 1627.7(N ha^{-1}), 20.6(m^2 ha^{-1}), 63.7% and 36.3% respectively in the study area.Due to, the mode is less than the median, and they are both less than the mean, therefore the distribution is skewed to the right for both oak and forest stand. Based on The represented histogram, the diameter distribution of oak displayed approximately a bell- shaped curve. In addition, the highest tree density was in 11 and 10 cm diameter classes for oak and the forest stand respectively. The goodness-of- fit statistics indicated that, all models displayed appropriate fits to the data for the oak distribution but the Gamma function provided the most accurate fit. Which the Gamma function parameters obtained α=11.101 and β= 1.1508. While the results revealed that the Gamma function provided the just reasonable fit for the forest stand distribution which the Gamma function parameters obtained α=7.1062 and β= 1.6329.

Conclusion
The diameter-class distribution is one of the four interrelated components, i.e., species composition, quality, volume and diameter distribution of uneven-aged forest stands. The highest diameter class of 23 cm in oak trees, the maximum DBH of 34 cm in the forest stand and non J-shaped curve of diameter distribution, all indicated young forest stand in the study area and human disturbance in the forest stands due to charcoal practices in the past decades in Arasbaran.In order to improve the forest stand structure based on sustainable development (achieving uneven-aged forests with J-shaped curve of diameter distribution), we needs to recognize the behavior of the diameter distribution of trees and forest stands. So these results are necessary for the multi-objective and sustainable management of forests and recommended for all different tree species and parameters in different ecological conditions

Key words
Quercus petraea L; Diameter distribution; Probability distribution function; Diameter at Breast Height (DBH)