کاربرد توزیع‌های احتمال برای برازش طبقات تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی
مطالعه موردی: جنگل‌های دالاب ایلام

- **مهرداد میرزایی**[*]؛ دانشجوی دکترای جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران
- **امیر اسلام بنیاد؛** دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران
- **محبوبه محبی بیجارپس؛** کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۵)

چکیده

تعیین الگوی برازش درختان در طبقات مختلف تاج‌پوشش جنگل‌های زاگرس، در مراحل زمانی مختلف، نشان‌دهنده وضعیت کلی این جنگل‌ها ازنظر سیر تخریب و روند توالی بوم‌سامانه است. هدف این پژوهش بررسی توزیع احتمال طبقات مختلف تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب ایلام است. بدین منظور ۳۷ خط‌نمونه با طول ثابت به‌صورت منظم تصادفی در سطح ۳۷/۲ هکتار آماربرداری شد. درمجموع تاج‌پوشش ۲۰۹ اصله درخت اندازه‌گیری شد. توابع توزیع احتمال مورد بررسی نمایی، گاما، نرمال و لگ‌نرمال است. مشخصه‌های هر یک از توابع با استفاده از روش بیشینه درست-نمایی برآورد شد. مقایسه توزیع احتمال واقعی و توزیع احتمال بدست‌آمده از توابع، به‌وسیله آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و اندرسون- دارلینگ انجام شد. نتایج آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و اندرسون- دارلینگ و همچنین نمودارهای احتمال- احتمال توزیع‌های بررسی‌شده برای درختان بلوط ایرانی نشان داد که توزیع نرمال به‌عنوان بهترین توزیع احتمال برای مدل‌سازی طبقات مختلف تاج‌پوشش درختان بلوط است.

کلمات کلیدی: تاج‌پوشش، توزیع احتمال، بلوط ایرانی، جنگل‌های دالاب.

[*] نویسنده مسئول تلفن: ۰۹۱۸۷۴۲۹۲۵۹ Email: mehrdadmirzaei28@gmail.com

مقدمه

جنگل‌های بلوط زاگرس با مساحتی حدود ۵/۵ میلیون هکتار در سلسله جبال زاگرس از شمال غربی کشور تا جنوب در نواحی استان فارس با طول متوسط ۱۱۵۰ کیلومتر و عرض متوسط ۷۵ کیلومتر امتداد یافته‌اند (Jazirehei & Ebrahimi Rastaghi, 2003). بیشتر سطح این جنگل‌ها به‌لحاظ کمی و کیفی به‌واسطه بهره-برداری از چوب آن به‌عنوان مصالح ساختمانی و یا چوب سوخت و همچنین استفاده از گیاهان کف جنگل برای تعلیف دام‌های متحرک دچار تخریب شده است و بلوط به‌عنوان گونه غالب این جنگل‌ها از حالت دانه‌زاد خارج و به شکل شاخه‌زاد درآمده است. درنتیجه عملاً قادر به ایفای نقش اصلی خود نیستند. مدیریت این جنگل‌ها یک مدیریت حفاظتی با هدف احیاء و حفاظت از تنوع زیستی است. با توجه به ساختار این جنگل‌ها که اغلب شاخه‌زاد بوده و قادر به تولید چوب صنعتی نیستند، حجم سرپا و سطح مقطع در ارتفاع برابرسینه شاخص-های مناسبی از توده برای مطالعه و پژوهش نیستند (Erfani Fard *et al.*, 2007)؛ به‌همین دلیل برای مطالعه و بررسی جنگل‌های زاگرس، مشخصه تاج‌پوشش به‌عنوان معیار مهمی محسوب می‌شود. استفاده از نظریه‌های احتمال مناسب برای پیش‌بینی وضعیت پراکنش تعداد درختان در یک توده جنگلی در برآورد تولید در سنین مختلف و برنامه‌ریزی روش‌های مختلف جنگلداری مفید است و تولید اقتصادی و زیست‌شناختی بهینه و پایداری توده را تضمین خواهد کرد (Nanang, 1998). در رابطه با الگوی توزیع طبقات تاج‌پوشش مطالعات زیادی انجام نگرفته است و بیشتر مطالعات انجام‌شده در این زمینه مربوط به مشخصه‌های قطر برابرسینه و ارتفاع درختان است. زیرا در جنگل‌هایی که اولویت اهداف آن‌ها تولیدات چوبی است، این مشخصه‌ها حائز اهمیت هستند. ازآنجایی‌که جنگل‌های غرب کشور حفاظتی بوده و حفاظت از خاک از اولویت خاصی در این جنگل‌ها برخوردار است، و از طرفی دیگر، سطح تاج-پوشش درختان از مهم‌ترین عوامل برای نیل به این هدف است، لزوم بررسی این مشخصه نسبت به سایر مشخصه‌ها در این جنگل‌ها ضروری است. بنابراین مدل-سازی برای این جنگل‌ها باید در رابطه با مشخصه تاج-پوشش انجام شود. Rostamian (۱۳۹۱) در جنگل‌های منطقه شهنشاه شهرستان خرم‌آباد الگوی توزیع طبقات تاج‌پوشش درختان را مورد بررسی قرار داد. به‌منظور مدل‌سازی توزیع احتمال تاج‌پوشش درختان از دو توزیع نرمال و نمایی استفاده کرد. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که توزیع نمایی مناسب‌ترین توزیع برای برازش تاج پوشش درختان در طبقات مختلف موجود در منطقه است. Sohrabi و Taheri Sarteshnizi (۱۳۹۱) توزیع‌های بتا، گاما، نرمال، لگ-نرمال و وایبول را برای مدل‌سازی توزیع طبقات قطری در جنگل‌های زاگرس مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج برازش توابع بررسی شده برای گونه‌های مختلف نشان داد که توزیع بتا بهترین تابع توزیع احتمال برای مدل-سازی توزیع در طبقات قطری گونه‌های بلوط است. Mohammad Alizadeh و همکاران (۱۳۹۲) توزیع-های آماری وایبول، گاما، نرمال و لگ‌نرمال را برای مدل-سازی توزیع فراوانی ارتفاع درختان در بخش گرازبن جنگل‌های خیرودکنار بکار بردند. نتایج آزمون اندرسون-دارلینگ و نمودار P-P نشان داد که به‌ترتیب، توزیع‌های وایبول، گاما و نرمال مناسب‌تر هستند و توزیع لگ‌نرمال مدل مناسبی برای مدل‌سازی توزیع فراوانی ارتفاع نیست. Nanang (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای در کشور غنا برای برازش داده‌های مربوط به گونه چریش[1] از سه توزیع وایبول، نرمال و لگ‌نرمال استفاده کرد. نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف برتری توزیع لگ‌نرمال را برای برازش داده‌ها نشان داد. Sheykholeslami و همکاران (۲۰۱۱) در جنگل‌های لیره‌سر توزیع درختان در طبقات قطری را با استفاده از توزیع‌های آماری نرمال، لگ‌نرمال، نمایی، گاما و وایبول مورد ارزیابی و مقایسه

1. *Azadirachta indica*

قرار دادند که درنهایت توزیع لگ‌نرمال به‌عنوان مناسب‌ترین توزیع برای برازش درختان در طبقات قطری مختلف معرفی شد. هدف از این پژوهش، بررسی الگوی توزیع طبقات تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب ایلام و نیز تعیین مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال برای مدل‌سازی توزیع طبقات تاج‌پوشش است.

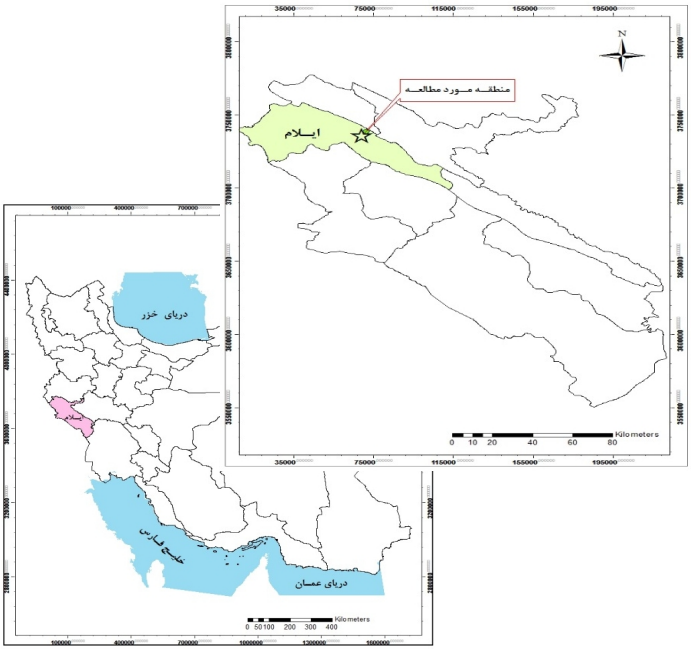
روش پژوهش

جنگل‌های منطقه دالاب به مساحت ۳ هزار هکتار در شمال غربی شهرستان ایلام واقع شده است. پس از جنگل‌گردشی، ۳۷/۲ هکتار از جنگل‌ها که معرف جنگل‌های این منطقه بود انتخاب شد. این منطقه ازنظر مختصات جغرافیایی در طول "۴۰ '۲۲ °۴۶ تا"۳۰ '۲۳ °۴۶ شرقی و در عرض "۵ '۴۲ °۳۳ تا "۴۰ '۴۲ °۳۳ شمالی واقع شده است (شکل ۱). تیپ‌های شناسایی شده در جنگل‌های دالاب تیپ بلوط ایرانی، تیپ آمیخته (بلوط ایرانی، بنه، بادام) و تیپ دافنه- بادام هستند. این منطقه براساس طبقه‌بندی آب و هوایی دومارتن در اقلیم نیمه‌مرطوب‌سرد و براساس طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. خاک منطقه براساس تقسیم‌بندی فائو در رده خاک‌های لیتوسول و متوسط بارندگی سالانه منطقه مورد مطالعه ۶۶۳/۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۶/۷ درجه سلسیوس است (Rostami & Heidari, 2009).

در این بررسی شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ متر انتخاب و تعداد ۳۷ خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر به‌صورت منظم تصادفی برداشت شد. پس از مشخص کردن محل تقاطع اضلاع شبکه آماربرداری که نقطه شروع نمونه‌برداری بود، خط‌نمونه‌ها در جهت شمال و در امتداد شبکه آماربرداری اندازه‌گیری شدند. درختانی که این خط را قطع می‌کردند تاج‌پوشش آن‌ها مورد اندازه‌گیری واقع شدند (Zobeiri, 2007). انتخاب این روش نمونه‌برداری به این علت بود که چون خط‌نمونه‌ها در جهت افزایش شیب منطقه پیاده می‌شدند، تغییرات بهتر نشان داده می‌شد. همچنین کاربرد روش‌های فاصله‌ای نسبت به روش‌های مبتنی بر قطعه‌نمونه در جنگل‌های زاگرس به‌دلیل شرایط خاص این جنگل‌ها از اولویت برخوردار است.

در این پژوهش از چهار توزیع آماری نمایی، گاما، نرمال و لگ‌نرمال استفاده شده است که در جدول (۱) توابع توزیع احتمال و مشخصه‌های این توابع نشان داده شده است (Fallahchai & Hashemi, 2011; Johnson *et al.,* 1994; Zwillinger & Kokoska, 2000; Mohammad Alizadeh *et al.*, 2013; Sohrabi & Taheri Sarteshnizi, 2012). در هر رابطه x نشانگر متغیر تاج‌پوشش بوده و حروف یونانی معرف پارامترهای تابع چگالی احتمال هستند.

در این پژوهش از روش بیشینه درست‌نمایی برای برآورد پارامترهای مربوط به توزیع‌ها استفاده شد. روش بیشینه درست‌نمایی معمولاً دارای محاسبات پیچیده‌ای است و منجر به روش‌های عددی می‌شود. به‌طوری که در آمار کلاسیک برآوردگرهای بیشینه درست‌نمایی به‌عنوان مطلوب‌ترین برآوردگرها شناخته می‌شوند. برای بررسی نیکویی برازش روش‌های مختلفی وجود دارد. همچنین برای مقایسه پراکنش در طبقات تاج‌پوشش مشاهده شده با مورد انتظار، از آزمون‌های نیکویی برازش اندرسون-دارلینگ (A.D) و کولموگروف-اسمیرنوف (K.S) استفاده شد. در واقع، بین آزمون‌های متداول برای بررسی نیکویی برازش توزیع‌ها، در موارد بسیاری آزمون خی‌دو دارای کمترین توان (احتمال رد فرض صفر در صورت نادرست بودن آن) و آزمون اندرسون- دارلینگ دارای بیشترین توان است. توان آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نیز در موارد متعددی کمی کمتر از توان آزمون اندرسون-دارلینگ است (Mohammad Alizadeh *et al.*, 2013). کلیه توزیع‌های مورد نظر و همچنین نیکویی برازش توزیع‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Easy Fit Professional Version 5.5 انجام شد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- توابع توزیع احتمال مورد بررسی و مشخصه‌های آن‌ها

توزیع	تابع توزیع احتمال	مشخصه‌های تابع
نمایی	$f(x) = \lambda\, e^{(-\lambda x)}$	λ مشخصه شکل
گاما	$f(x) = \frac{x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}\, e^{(-x/\beta)}$	α مشخصه شکل، β مشخصه موقعیت
نرمال	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{\left[-(x-\mu)^2/2\sigma^2\right]}$	σ مشخصه مقیاس، μ مشخصه موقعیت
لگ‌نرمال	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{\left[-(\ln x-\mu)^2/2\sigma^2\right]}$	σ مشخصه مقیاس، μ مشخصه موقعیت

نتایج

درمجموع، پراکنش ۲۰۹ اصله درخت از گونه بلوط ایرانی در طبقات تاج‌پوشش بررسی شد. نتایج بدست‌آمده از محاسبات اولیه بر روی داده‌های تاج-پوشش در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان داد که داده‌های مربوط به تاج‌پوشش درختان بین دو مقدار ۹ و ۸۵/۵ مترمربع پخش شده‌اند. همچنین میانگین مشخصه تاج‌پوشش در منطقه مورد مطالعه ۴۵/۳ مترمربع بدست آمد. مقادیر برآورد شده پارامترهای مربوط به توزیع‌های نمایی، گاما، نرمال و لگ‌نرمال در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول۲- آماره‌های توصیفی مربوط به تاج‌پوشش درختان (مترمربع)

آماره	مقدار	آماره	مقدار
تعداد	۲۰۹	کمینه	۹
میانگین	۴۵/۳	چارک اول	۳۰
خطای معیار میانگین	۱/۳۴	میانه	۴۵
انحراف معیار	۱۹/۴۹	چارک سوم	۶۳
واریانس	۳۷۹/۹۵	بیشینه	۸۵/۵
ضریب تغییرات	۴۳/۰۲	دامنه تغییرات	۷۶/۵
ضریب چولگی	۰/۱۳۶	ضریب کشیدگی	-۰/۹۲۶

جدول۳- مقادیر پارامترهای برآورد شده توزیع‌ها

تابع توزیع	مقادیر مشخصه‌های توابع
نمایی	$\hat{\lambda} = 0/022$
گاما	$\hat{\alpha} = 5/402$, $\hat{\beta} = 8/386$
نرمال	$\hat{\sigma} = 19/492$, $\hat{\mu} = 45/306$
لگ‌نرمال	$\hat{\sigma} = 0/504$, $\hat{\mu} = 3/701$

نتایج آزمون نیکویی برازش برای بررسی تابع توزیع احتمال مناسب طبقات تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی بر اساس آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و اندرسون-دارلینگ در جدول (۴) ارائه شده است. فرض‌های اول و دوم در آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و اندرسون-دارلینگ به این ترتیب هستند:

فرض اول: داده‌ها از توزیع مورد نظر تبعیت می‌کنند.

فرض دوم: داده‌ها از توزیع مورد نظر تبعیت نمی‌کنند.

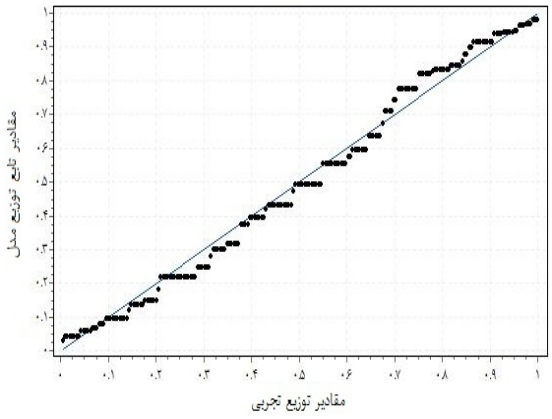
همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود تابع توزیع نرمال نسبت به سایر توزیع‌های آماری بررسی شده در این پژوهش اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

نمودارهای P-P مربوط به توزیع‌های احتمال مورد بررسی در این پژوهش در شکل‌های (۱) تا (۴) نشان داده شده است. در این نمودارها در محور افقی فراوانی نسبی تجمعی داده‌های مورد بررسی یک متغیر و در محور عمودی فراوانی نسبی تجمعی یک توزیع نرمال واقعی برای هر نمونه در نظر گرفته می‌شود. اگر توزیع داده‌ها نرمال باشد تمام نمونه‌ها روی یک خط ۴۵ درجه یا خط نرمال قرار خواهند گرفت.

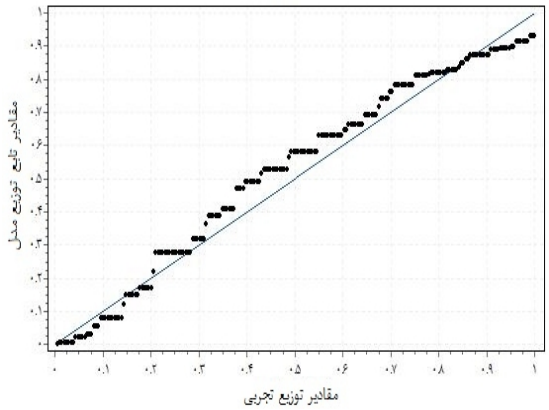
جدول ۴- مقادیر مربوط به آماره آزمون‌های نیکویی برازش

تابع توزیع	K.S			A.D		
	آماره	معنی‌داری	رتبه	آماره	معنی‌داری	رتبه
نمایی	۰/۲۷۵	*	۴	۲۸/۹۰۶	*	۲
گاما	۰/۰۹۲	*	۲	۲/۵۹	*	۳
نرمال	۰/۰۴۹	ns	۱	۱/۴۳	ns	۱
لگ‌نرمال	۰/۰۹۷	*	۳	۳/۲۷	*	۴

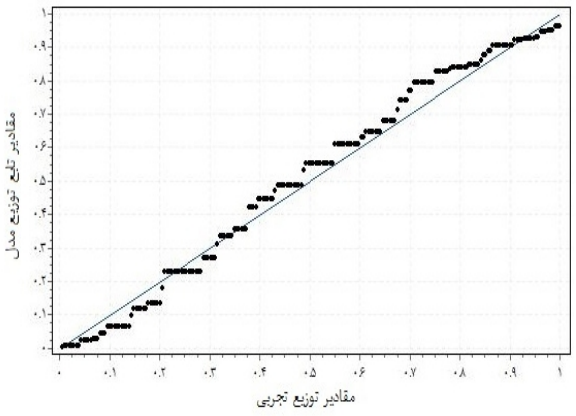
* وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ns: عدم اختلاف معنی‌دار



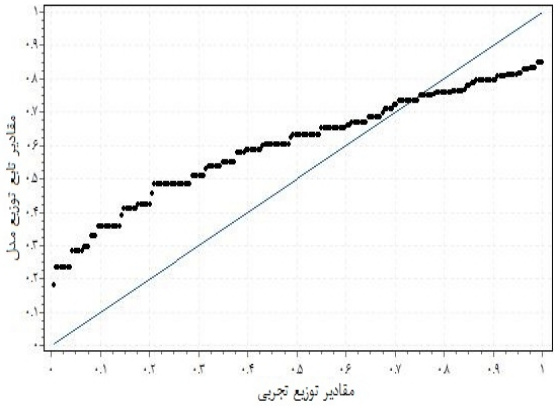
شکل ۱- نمودار P-P توزیع نرمال



شکل ۲- نمودار P-P توزیع لگ‌نرمال



شکل ۳- نمودار P-P توزیع گاما



شکل ۴- نمودار P-P توزیع نمایی

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست‌آمده میانگین سطح تاج‌پوشش درختان برابر ۴۵/۳ مترمربع است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد مقدار میانگین و میانه خیلی به هم نزدیک است (جدول ۲) که این نشان‌دهنده انباشتگی داده‌ها در اطراف میانگین است. همان‌طور که بیان شد داده‌ها بین دو مقدار ۹ و ۸۵/۵ مترمربع پخش شده‌اند که کمترین مقدار این داده‌ها (۹ مترمربع) نشان می‌دهد به‌علت تخریب‌هایی که در منطقه صورت گرفته است سطح تاج-پوشش درختان رو به کاهش است و بیشترین مقدار داده‌ها (۸۵/۵ مترمربع) نیز نشان‌دهنده بیشینه توان بوم‌سامانه جنگل‌های این منطقه و توان فیزیولوژیکی درختان موجود در افزایش دامنه وسعت تاج‌پوشش است. همچنین داده‌ها مقدار کمی چولگی به سمت راست دارند و ضریب کشیدگی داده‌ها نیز منفی است (۰/۱۳۶ و ۰/۹۲۶-). علاوه بر بافت‌نگار به‌عنوان یک ابزار گرافیکی، اصلی‌ترین ابزار ریاضی که از آن برای مطالعه توزیع مشخصه‌های مختلف درختان استفاده می‌شود، توزیع‌های آماری هستند. بررسی وضعیت فعلی و آینده توده‌های جنگلی، توصیف ساختار جنگل و بررسی واکنش توده به عملیات پرورشی ازجمله توانمندی‌های کاربرد توزیع‌های آماری در مدیریت جنگل است. نتایج بدست‌آمده از آزمون‌های نیکویی برازش (کولموگروف-اسمیرنوف و اندرسون-دارلینگ) نشان داد که مناسب-ترین توزیع احتمال برای مدل‌سازی پراکنش درختان در طبقات تاج‌پوشش، توزیع نرمال است و توزیع‌های لگ-نرمال، گاما و نمایی قابلیت تبیین توزیع طبقات تاج-پوشش درختان بلوط ایرانی را در جنگل‌های منطقه دالاب ایلام ندارند (جدول ۴). علت این امر می‌تواند انعطاف‌پذیری کم این توزیع‌ها در مقایسه با توزیع نرمال باشد. همچنین کم بودن مقدار چولگی داده‌ها موجب شده توزیع نرمال امکان برازش داده‌های بالا را داشته باشد. نمودارهای P-P مربوط به توزیع‌های احتمال نشان داده شده در شکل‌های (۱) تا (۴) نیز تأییدکننده این مطلب هستند. مطالعه انجام شده در جنگل‌های منطقه شهنشاه شهرستان خرم‌آباد در رابطه با مشخصه تاج-پوشش، توزیع نمایی را به‌عنوان مناسب‌ترین توزیع برای برازش تاج‌پوشش درختان در طبقات مختلف معرفی کرد (Rostamian, 2012) و با نتایج این پژوهش همخوانی ندارد. دلایل اختلاف نتایج می‌تواند تعداد درختان بررسی‌شده، شرایط توپوگرافی مناطق مورد مطالعه و همچنین دانه‌زاد و یا شاخه‌زاد بودن گونه‌های بلوط باشد. زیرا در پژوهش انجام شده در جنگل‌های منطقه شهنشاه تعداد ۶۶ اصله درخت که به‌صورت شاخه‌زاد بودند برای بررسی توزیع تاج‌پوشش انتخاب شده بود درحالی که در پژوهش حاضر تعداد ۲۰۹ اصله درخت که سطح بخش دانه‌زاد آن بیشتر از بخش شاخه‌زاد بود، برای تعیین نوع توزیع تاج‌پوشش درختان اندازه‌گیری شده بود. در ایران بر روی الگوی پراکنش درختان در طبقات مختلف تاج-پوشش مطالعه خاصی صورت نگرفته است و بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه مربوط به مشخصه‌های قطر برابرسینه و ارتفاع درختان است ولی الگوی بدست‌آمده در این بررسی با مدل بدست‌آمده توسط Fallahchai و Hashemi (۲۰۱۱) برای توزیع قطر درختان همخوانی دارد. از آنجا که در جنگل‌های زاگرس، به‌علت شکل و تجمع پایه‌ها، امکان تعیین قطر در ارتفاع برابرسینه برای تک‌تک پایه‌ها سخت و بسیار وقت‌گیر است؛ اندازه‌گیری سطح تاج‌پوشش برای قضاوت در مورد موقعیت و وضعیت سنی توده‌ها، مشخصه مناسب‌تری است. همچنین پایش تغییرات این مشخصه، در طی زمان عامل بسیار مهمی در جهت تعیین سیر توالی و روند تخریب این بوم سامانه‌ها است. بنابراین با توجه به این توضیحات، مناسب‌ترین توزیع آماری برای مدل‌سازی توزیع طبقات تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی در جنگل-های دالاب ایلام، توزیع نرمال است.

منابع

1. Erfani Fard, Y., Zobeiri, M., Feghhi, J. and Namiranian, M., 2007. Estimation of crown cover on aerial photographs using shadow index (case study: Zagros Forests, Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 278-288.
2. Fallahchai, M.M. and Hashemi, S.A., 2011. The application of some probability distributions in order to fit the trees diameter in north of Iran. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 1(10): 397-400.
3. Jazirehei, M.H. and Ebrahimi Rastaghi, M., 2003. Silvicultur in Zagros. University of Tehran Press, 560p.
4. Johnson, N.L., Kotz, S. and Balakrishnan, N., 1994. Continuous Univariate Distributions (2nd Ed.). John Wiley and Sons Press, 784p.
5. Mohammad Alizade, kh., Namiranian, M., Zobeiri, M., Hourfar, A. and Marvie Mohajer, M., 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 Production, 66(2): 155-165.
6. 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: 1-7.
7. Rostami, A. and Heidari, H., 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.
8. Rostamian, M., 2012. Trees canopy distribution in foothill forests of Zagros (case study: Shahanshah forests of Lorestan Province). The 3th international conference on environmental challenges and dendrochronology, 16-18 May 2012, Sari, 8p.
9. Sheykholeslami, A., Kia Pasha, Kh. and Kia Lashaki, A., 2011. A study of tree distribution in diameter classes in natural forests of Iran (Case Study: Liresara Forest). Annals of Biological Research, 2(5): 283-290.
10. Sohrabi, H. and Taheri Sarteshnizi, M.J., 2012. Fitting probability distribution functions for modeling diameter distribution of oak species in pollarded northern Zagros forests (Case study: Armardeh-Baneh). Iranian Journal of Forest, 4(4): 333-343.
11. Zobeiri, M., 2007. Forest Biometry. University of Tehran Press, 405p.
12. Zwillinger, D. and Kokoska, S., 2000. CRC Standard Probability and Statistics Table and Formulae. Chapman & Hall/CRC, 554p.

Application of probability distributions in order to fit canopy classes of *Quercus brantii* trees, Case Study: Dalab forests of Ilam

- **M. Mirzaei*;** Ph.D. Student, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran
- **A.E. Bonyad;** Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran
- **M. Mohebi Bijarpas;** M.Sc. graduated, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran

(Received: 09- Dec- 2013 Accepted: 16- Aug- 2014)

Abstract

Determining the fitting pattern of canopy classes in Zagros forests shows that at different times, the overall status of these forests from the destruction process and ecological sequence points of view. The aim of this research was to investigate crown canopy classes probability distribution of *Quercus persica* trees in Dalab forests of Ilam. For this purpose, an area of 37.2 hectares in Ilam forests was selected, and based on systematic random pattern 37 transects with fixed length were measured. Finally, the numbers of 209 trees were selected. Exponential, Gamma, Normal and Log-normal probability distribution functions were fitted to crown canopy classes. Characteristics of distribution function by using of maximum likelihood method was estimated. Actual probability and probability which derived from functions was compared using Kolmogorov-Smirnov and Anderson-Darling tests. Results of fitting tests and P-P plots showed that Normal distributions is the best probability distributions for modeling distribution in crown canopy classes of oak trees.

Keywords: crown canopy, probability distribution, *Quercus persica*, Dalaab forests.

* Corresponding Author Tel: 09187429259 Email: mehrdadmirzaei28@gmail.com