پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۹، شماره ۱، صفحه ۱۵-۱، (۱۴۰۲)

DOI: 10.30466/jfrd.2022.54374.1629
DOR: 20.1001.1.24763551.1402.9.1.1.6

مقالهٔ پژوهشی

بررسی توابع توزیع احتمال طبقات تاج‌پوشش جست‌گروهای بلوط ایرانی در زاگرس میانی

پیمان امیری[۱]، جواد سوسنی*[۲]، حامد نقوی[۳]، سید وحید سیدنا[۴] و کاظم نورمحمدی[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (peyman.amiri67@gmail.com)
۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (soosani.j@lu.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (naghavi.ha@lu.ac.ir)
۴- دکتری علوم جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (sv-sayedena-58@yahoo.com)
۵- دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. (k-normohammadi@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۴

چکیده

در پژوهش پیش رو وضعیت کمی و توابع توزیع احتمال طبقات تاج‌پوشش جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط ایرانی در منطقه قلعه گل شهرستان خرم‌آباد مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا با جنگل‌گردشی و شناسایی جنگل‌های منطقه و به روش انتخابی تعداد دو طبقه که از نظر مقدار تخریب، تخریب‌یافته و کمتر-تخریب‌یافته بودند انتخاب شد و سپس در هر طبقه یک قطعه نمونه مربعی یک‌هکتاری به ابعاد ۱۰۰× ۱۰۰ متر پیاده شد و قطر بزرگ و کوچک تاج برای ۷۲ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی در قطعه نمونه کمتر-تخریب‌یافته و ۵۲ درخت شاخه‌زاد بلوط ایرانی در قطعه نمونه تخریب‌یافته اندازه‌گیری شدند. در این بررسی از توزیع‌های آماری وایبول دو شاخصه، گاما دو شاخصه، نرمال، لگ نرمال، بتا و جانسون sb استفاده شد و نیکویی برازش توابع مورد استفاده با آزمون اندرسون–دارلینگ سنجیده شد. نتایج نشان داد درصد تاج‌پوشش در منطقه تخریب‌یافته (۱۱/۹ درصد) کمتر از منطقه کمترتخریب‌یافته (۳۷ درصد) است و میانگین مساحت تاج درخت در منطقه کمترتخریب‌یافته (۵۱/۴۶ متر مربع) به‌صورت معنی‌داری در سطح یک درصد بیشتر از منطقه تخریب‌یافته (۲۲/۸۹ متر مربع) است. بر اساس نتایج حاصل از آزمون نکویی برازش در منطقه کمترتخریب‌یافته، توابع جانسون sb و وایبول و در منطقه تخریب‌یافته توابع گاما و بتا مناسب‌ترین توابع برای طبقات تاج‌پوشش معرفی شدند. پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر مقدار تخریب بر مساحت و توابع توزیع احتمال تاج‌پوشش درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی ناحیه رویشی زاگرس است.

واژه‌های کلیدی: تخریب، توزیع‌های آماری، جنگل شاخه‌زاد

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۶۶۵۹۸۰۰۵

مقدمه

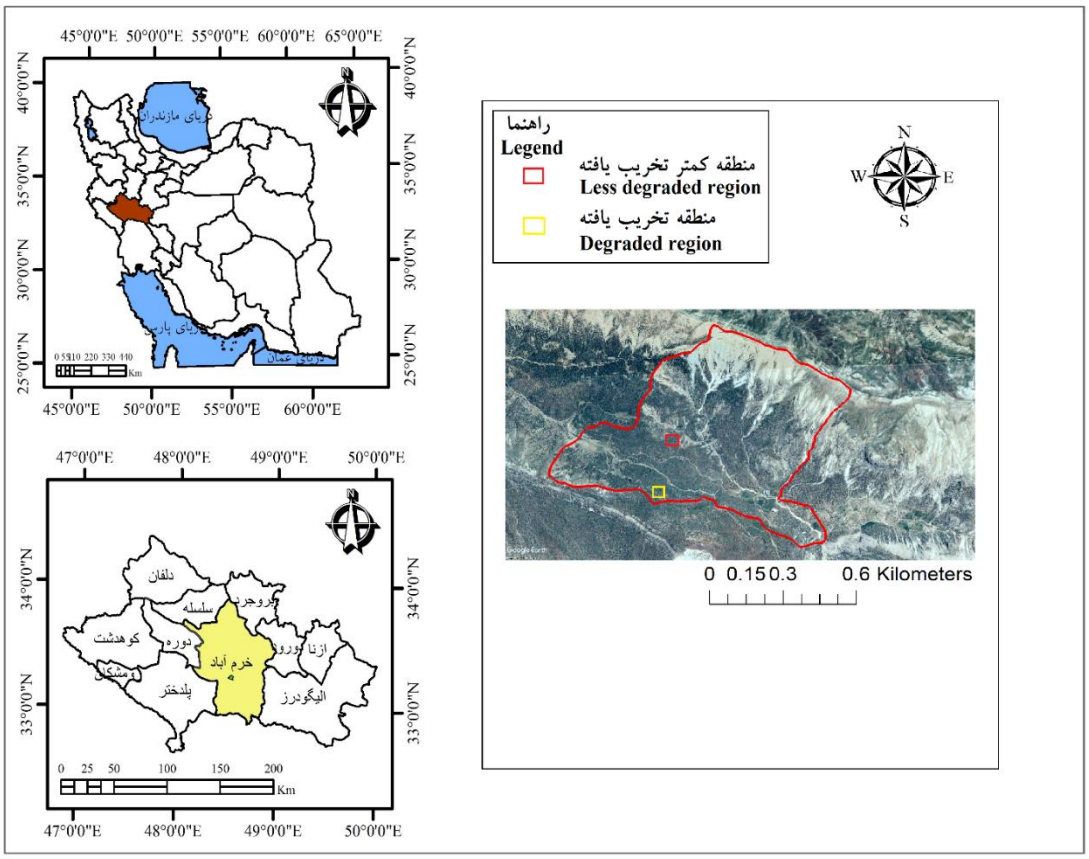
ناحیه رویشی زاگرس به‌عنوان پهناورترین عرصه جنگلی و دومین منبع سلولزی تجدیدپذیر کشور، در شرایط آب و هوایی خشک حاکم بر ایران، اهمیت محیط زیستی زیادی دارد (Najafifar et al., 2012). بوم‌سازگان زاگرس در دهه‌های اخیر به‌دنبال رشد جمعیت، افزایش تعداد دام و گسترش تخریب جنگل‌ها به‌دلیل توسعه زمین‌های کشاورزی و تأمین سوخت به مرکز بحران زیست‌محیطی در غرب کشور تبدیل شده است و این مسئله اهمیت توسعه پژوهش‌های ارزش‌گذاری در این منطقه را به‌منظور افزایش آگاهی سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان درباره منافع اقتصادی حاصل از مدیریت پایدار این جنگل‌ها را نشان می‌دهد (Henareh Khalyani et al., 2021). مدیریت جنگل‌های زاگرس یک مدیریت حفاظتی، با هدف احیا و حفاظت از تنوع زیستی است و با توجه به ساختار این جنگل‌ها که اغلب شاخه‌زاد بوده و قادر به تولید چوب صنعتی نیستند، بنابراین حجم سرپا شاخص مناسبی برای بررسی محسوب نمی‌شود. به‌همین دلیل برای ارزیابی و بررسی جنگل‌های زاگرس مشخصه تاج‌پوشش یکی از نمایه‌های مهم برای پایش محسوب می‌شود. اطلاع از ساختار تاج درختان، برای پایش و مدل‌سازی دخالت‌ها در جنگل، ارزیابی تنوع زیستی و تبیین فرآیندهای اکولوژیکی، هیدرولوژیکی و ریزاقلیم- شناسی و همچنین ارزیابی پایداری جنگل امری ضروری است (Amin Amlashi and Mirakhorluo, 2019). منظور از تاج‌پوشش سطحی از زمین است که به‌وسیله تصویر تاج درختان و درختچه‌های مختلف پوشیده می‌شود. از این شاخص برای قضاوت در مورد تراکم و غنای گیاهی، میزان رقابت در توده و برآورد حجم توده بهره گرفته می‌شود. تاج‌پوشش نقش مهمی در بوم‌سازگان جنگل دارد، به‌طوری که کاهش آن بر مشخصه‌هایی مانند دما و رطوبت خاک اثر می‌گذارد و سبب تغییر در مقدار فعالیت میکروبی و معدنی شدن عناصر غذایی خاک می‌شود (Kooch and Beyravand, 2017). تاج‌پوشش درختان به‌ویـژه در منـاطق خـشک و نیمه‌خشک به‌دلیل تأثیرهای مختلف بر محیط اطـراف خود، نقش مهمی در استقرار یا عدم استقرار گونه‌های همراه دارد. نتایج پژوهش Namiranian and Maleknia (2008) نشان داد در مناطقی از جنگل‌های زاگرس میانی که کمتر تحت دخالت انسان بوده مقدار سطح تاج‌پوشش از مناطقی که بیشتر مورد دخالت قرار گرفته است بیشتر است. نتایج تحقیق Amjadi et al. (2020) نشان از تأثیر فرآیند گلازنی در کاهش سطح تاج‌پوشش درختان بلوط جنگل‌های آرمرده کردستان داشت. همچنین نتایج پژوهش‌هایی که به مقایسهٔ خصوصیات کمی درختان در مناطق تخریب‌یافته و کمتر تخریب‌یافته پرداخته‌اند نشان از میانگین بالاتر سطح تاج‌پوشش درختان در مناطق کمترتخریب‌یافته دارد (Gravand et al., 2016). Preifer et al. (2018) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که خصوصیات کمی تاج‌پوشش تحت تأثیر شرایط اقلیمی و توپوگرافی و همچنین اقدامات حفاظتی که در مناطق جنگلی انجام می‌پذیرد افزایش می‌یابد. استفاده از توزیع‌های آماری در جنگل از قدمت زیادی برخوردار است، به‌طوری که برخی از محققان سابقه آن را تا دو قرن نیز دانسته‌اند (Nord – Larsen and Cao, 2006). اولین تلاش برای مدل‌سازی توزیع فراوانی متغیرهای درختان را دولیکور در سال ۱۸۹۸ انجام داد (Baily, 1980). در ایران در بیشتر پژوهش‌هایی که در گذشته به‌منظور مدل‌سازی متغیرهای درختان انجام شده است، از روش برازش خم استفاده شده است و تنها در تعدادی از موارد از روش برآورد کردن چگالی به کمک توزیع‌های آماری استفاده شده است حال آن‌که این دو روش دارای تفاوت‌های

بسیاری هستند (Mohammad Alizadeh et al., 2013). مدل‌سازی توزیع فراوانی متغیرهایی چون قطر برابرسینه، ارتفاع، تاج‌پوشش و... در شاخه‌های گوناگون علوم جنگل مانند جنگل‌شناسی، جنگلداری و زیست‌سنجی جنگل همواره مورد توجه اهل فن بوده است. اهمیت توابع توزیع احتمال در پژوهش‌های منابع طبیعی، به‌دلیل نقش مؤثر این توابع در شناخت بهتر ساختار پوشش گیاهی و ارائه مدل‌های مفهومی از وضعیت شاخص‌های کمی گونه‌های گیاهی است (Zheng and Zhou, 2010). برای ارئه مناسب‌ترین توزیع، همواره انتخاب مدل برتر و برآورد مشخصه‌های آن و سپس تعیین بهترین توزیع از بحث‌های مهم در استفاده از توریع‌های آماری در جنگل بوده تا بتوان نحوه پراکنش درختان از نظر موجودی، کیفیت و تعداد در طبقات قطری در آینده را با دقت مناسبی پیش‌بینی کرد (Amanzadeh et al., 2011). کاربردهای گوناگونی برای این نوع مدل‌سازی‌ها قابل تصور است، که از آن می‌توان به نمایش شکل کلی توزیع فراوانی داده‌ها، به‌دست آوردن منحنی تعادل، بررسی ساختار توده، ساخت مدل‌های رشد و رویش، شبیه‌سازی به کمک اعداد تصادفی و اجرای آزمون مونت کارلو و تعیین تابع چگالی احتمال اشاره کرد (Modaberi et al., 2015). تعیین الگوی توزیع درختان در طبقات تاج‌پوشش جنگل‌های زاگرس در مراحل تحولی در غالب زمان، نشان‌دهنده وضعیت کلی این جنگل‌ها از نظر سیر تخریب و نیز روند کلی توالی بوم‌سازگان است (Modaberi and Soosani, 2016). تاکنون پژوهش‌های اندکی در زمینه توابع توزیع احتمال تاج‌پوشش انجام شده است و بیشتر تحقیق‌های انجام‌شده بر روی متغیرهای قطر و ارتفاع درختان بوده است، در پژوهشی که Nord – Larsen and Cao (2006) برای ارائه مدلی برای پراکنش قطری درختان در جنگل‌های راش همسال در کشور دانمارک انجام دادند، توزیع وایبول را به‌عنوان مناسب‌ترین توزیع معرفی کردند. در ایران اولین بررسی در ارتباط با توزیع‌های آماری مربوط به Namiranian (1990) در جنگل‌های خیرودکنار است، بر اساس این پژوهش توزیع‌های وایبول و بتا برای این جنگل‌ها مناسب تشخیص داده شدند. Heidari Safari Kouchi et al. (2020) توزیع وایبول را مناسب‌ترین توزیع برای مدل‌سازی سطح تاج‌پوشش گونه زردکیش (*Cionura recta l.*) معرفی کردند. Mirzaei et al. (2014) در پژوهشی که به بررسی توزیع‌های احتمال برای برازش طبقات تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های ایلام پرداختند، به این نتیجه دست پیدا کردند که توزیع نرمال به‌عنوان بهترین توزیع احتمال برای مدل‌سازی طبقات تاج‌پوشش درختان بلوط ایرانی است. Rostamian (2012) در بررسی که بر روی جنگل‌های منطقه شهنشاه لرستان انجام داد مدل نمایی را به‌عنوان مدل مناسبی برای برازش طبقات تاج‌پوشش درختان این منطقه معرفی کرد. با توجه به این که مهم‌ترین جنبه جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط زاگرس حفاظتی بوده و حفاظت از خاک و جلوگیری از ایجاد سیل‌های ویرانگر که در سالیان اخیر خسارت‌های فراوانی را به بار آورده است از اولویت خاصی برخوردار است و سطح تاج درختان مهم‌ترین عامل برای نیل به این هدف است، در این پژوهش به ارزیابی کمی وضعیت تاج‌پوشش درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی و نیز بررسی پراکنش طبقات تاج‌پوشش در مناطق تخریب‌یافته و کمتر-تخریب‌یافته جنگل‌های زاگرس میانی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

این پژوهش در جنگل‌های آموزشی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی لرستان در سامان عرفی پرک که در منطقه قلعه‌گل به مساحت ۱۱۵۱ هکتار، در ۳۵ کیلومتری جنوب شهرستان خرم‌آباد واقع در استان لرستان بین طول‌های جغرافیایی ´ ۳۱ °۴۸ تا ´۳۴ °۴۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ´۱۴ °۳۳ تا ´۱۶ °۳۳ شمالی واقع شده است، انجام شد (شکل ۱). جنگل‌های این منطقه بیشتر دارای درختان به فرم رویشی شاخه‌زاد و تک اشکوبه هستند. همچنین کمینه و بیشینه ارتفاع از سطح دریا در این منطقه به‌ترتیب برابر با ۱۴۹۳ و ۲۰۸۰ متر و میانگین بارندگی سالانه آن در حدود ۷۲۵/۲۴ میلی‌متر است و بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه، دارای اقلیم نیمه مرطوب سرد است. در این منطقه در حدود ۱۳۰ گونه درختی، درختچه‌ای و علفی شناسایی شده است که از گونه‌های غالب آن می‌توان از بلوط ایرانی، بادام وحشی، زالزالک، کیکم و گلابی وحشی نام برد (Anonymous, 2003).



شکل ۱– موقعیت مکانی قطعات انتخابی در سامان عرفی پرک خرم‌آباد

Figure 1. The selected plots' location in the Khorramabad Perc region

روش تحقیق

برای اجرای این تحقیق با بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در منطقه و بررسی نقشه و تصاویر هوایی و همچنین با انجام جنگل‌گردشی‌های متعدد و شناخت جنگل‌های منطقه و نیز مشاهده آثار تخریب برجای مانده بر اساس کاهش تراکم (تعداد در هکتار) و کاهش سطح تاج‌پوشش، مشخص شد که جنگل مورد بررسی

از نظر تخریب به دو توده تخریب‌یافته و کمترتخریب‌یافته قابل تفکیک است. از این‌رو و با توجه به هدف پژوهش، در محدوده‌ای به وسعت تقریبی ۱۰۰ هکتار تعداد دو طبقه که از نظر مقدار تخریب به‌ترتیب: کمتر-تخریب‌یافته و تخریب‌یافته بودند، انتخاب و سپس در هر طبقه یک قطعه نمونه مربعی یک هکتاری پیاده شد. قطعات نمونه پیاده شده در طبقات انتخابی دارای ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ متر بودند. در ادامه دو قطر بزرگ و کوچک تاج برای تمامی درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی موجود در دو قطعه نمونه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، برای اندازه‌گیری قطر تاج از متر دستی استفاده شد. لازم به ذکر است با توجه به فرم بیضی مانندی که تاج درختان شاخه‌زاد دارند از فرمول بیضی برای محاسبه مساحت تاج استفاده شد (رابطه ۱).

$$Cc = \pi(\frac{d1}{2} \times \frac{d2}{2}) \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$

در این رابطه Cc نشان‌دهنده مساحت تاج (مترمربع)، d1 قطر بزرگ تاج (متر) و d2 قطر کوچک تاج (متر) است (Namiranian, 2006).

همچنین طبقه‌بندی تاج‌پوشش در طبقات یک مترمربعی انجام شد و برای تعیین درصد تاج‌پوشش در هر قطعه نمونه از رابطه ۲ استفاده شد.

$$Cc\% = \frac{\sum_{i=1}^{n} Cci}{S} \times 100 \quad \text{رابطهٔ (۲)}$$

در این رابطه Cci نشان‌دهنده مساحت تاج هر درخت (مترمربع) و S مساحت هر قطعه‌نمونه (مترمربع) است (Namiranian, 2006).

تحلیل‌های آماری

داده‌های برداشت‌شده از قطعات نمونه برای تجزیه و تحلیل در برنامه SPSS 26 وارد شد، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف بررسی شد و پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها به‌منظور مقایسهٔ بین میانگین مساحت تاج‌پوشش در دو قطعه نمونه مورد نظر، از آزمون t مستقل استفاده شد. در ادامه به‌منظور بررسی پراکنش طبقات تاج‌پوشش در قطعات نمونه، با توجه به پیوسته‌بودن متغیر تاج‌پوشش از پرکاربردترین مدل‌های توزیع احتمال پیوسته در پژوهش‌های زیستی شامل: وایبول دو شاخصه، گاما دو شاخصه، نرمال، لگ نرمال، بتا و جانسون در طبقات تاج‌پوشش استفاده شد که در جدول ۱ ارائه شده است (Amanzadeh et al., 2011 ؛ Modaberi and Soosani, 2016). سپس به‌منظور بررسی نیکویی برازش داده‌ها از آزمون اندرسون-دارلینگ که از توان بالاتری در مقایسه با دیگر آزمون‌ها برخوردار است، استفاده شد (Mohammad Alizadeh et al., 2013). برای تحلیل کلیه داده‌ها و رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Easy Fit 5.6 استفاده شد.

جدول ۱- توابع توزیع احتمال مورد بررسی و مشخصه‌های آنها (Coa, 2004)

Table 1. Probability distribution functions and their Parameters (Coa, 2004)

توزیع Distribution	تابع توزیع احتمال Probability distribution function	مشخصه‌های تابع Function parameters
بتا Beta	$f(x) = \frac{(x-a)^{a_1-1}(b-x)^{a_2-1}}{\beta(a_1,a_2)(b-a)^{a_1+a_2-1}}$	a_1 و a_2 شاخص‌های شکل a_1 and a_2 parameters of shape a و b شاخص‌های کرانه a and b parameters of bounds

ادامهٔ جدول ۱.

Continued table 1.

توزیع Distribution	تابع توزیع احتمال Probability distribution function	مشخصه‌های تابع Function parameters
گاما Gamma	$f(x)=\frac{x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}T(\alpha)}e^{(-x/\beta)}$	a مشخصه شکل a shape parameter β مشخصه مقیاس β scale parameter
نرمال Normal	$f(x)=\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}e\left[-(x-\mu)^2/2\sigma^2\right]$	σ مشخصه مقیاس σ scale parameter μ مشخصه موقعیت μ location parameter
لگ نرمال Lognormal	$f(x)=\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}e\left[-(lnx-\mu)^2/2\sigma^2\right]$	σ مشخصه مقیاس σ scale parameter μ مشخصه موقعیت μ location parameter
وایبول Weibull	$f(x)=\frac{\alpha}{\beta^{\alpha}}x^{\alpha-1}e^{-(x/\beta)^{\alpha}}$	a مشخصه شکل a shape parameter β مشخصه مقیاس β scale parameter
جانسون SB Johnson SB	$f(x)=\frac{\sigma\lambda}{\sqrt{2\pi}(x-\varepsilon)(\varepsilon+\lambda-X)}exp$ $(-\frac{1}{2}[\gamma+\sigma\ln(\frac{x-\varepsilon}{\varepsilon+\lambda-x})]^2$	y و δ مشخصه‌های شکل، λ مشخصه مقیاس و ε مشخصه موقعیت y and δ shape parameters, λ scale parameter and ε location parameter

نتایج

بررسی آماری درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی در منطقه کمترتخریب‌یافته نشان داد که میانگین سطح تاج‌پوشش هر درخت ۵۱/۴۶ مترمربع و درصد تاج‌پوشش در قطعه ۳۷ درصد است. همچنین نتایج نشان داد که داده‌های این قطعه نمونه بین دو مقدار ۴/۶ مترمربع و ۱۲۰/۱ مترمربع توزیع یافته‌اند، درحالی‌که در منطقه تخریب‌یافته میانگین سطح تاج‌پوشش ۲۲/۸۹ مترمربع و درصد تاج‌پوشش در قطعه نیز ۱۱/۹ درصد است و داده‌ها بین دو مقدار ۱/۲ مترمربع و ۵۲/۷۲ مترمربع توزیع شده‌اند. همچنین در هر دو قطعه نمونه چولگی به مقدار کمی به سمت راست و کشیدگی منفی است و با توجه به نزدیکی شاخص میانه به میانگین، انباشتگی داده‌ها در اطراف میانگین است. دیگر مشخصات توصیفی تاج‌پوشش دو قطعه‌نمونه در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج آزمون کولموگروف–اسمیرنف نشان داد که تمامی خصوصیات تاج‌پوشش درختان شاخه‌زاد در هر دو قطعه نمونه از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. پس از تعیین نرمال بودن داده‌ها به‌منظور مقایسهٔ بین میانگین سطح تاج‌پوشش درختان در دو قطعه نمونه از آزمون t مستقل استفاده شد، نتایج این آزمون نشان داد که بین میانگین سطح تاج‌پوشش درختان در دو قطعه نمونه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۲- مشخصات توصیفی تاج‌پوشش درختان در دو قطعه نمونه

Table 2. Tree descriptive properties in two sample plots

قطعه‌نمونه ۲ (تخریب‌یافته) 2nd sample plot (degraded)	قطعه‌نمونه ۱ (کمتر تخریب‌یافته) 1st sample plot (less degraded)	شاخص Indicator
52	72	تعداد در هکتار Trees number per hectare (n/ha)
22.89	51.46	میانگین مساحت تاج‌پوشش (متر مربع) Average of canopy area (m^2)
11.9	37	درصد تاج پوشش Canopy percentage
1.2	4.6	کمینه (مترمربع) Minimum (m^2)
52.72	120.1	بیشینه (مترمربع) Maximum (m^2)
19.98	47	میانه (مترمربع) Median (m^2)
51.52	115.5	دامنه (مترمربع) Range (m^2)
0.61	0.49	چولگی Skewness
-0.3	-0.44	کشیدگی Kurtosis
143.19	893.9	واریانس Variance
11.96	29.8	انحراف معیار Standard deviatio
3.25	6.9	اشتباه آماربرداری Incorrect census
14.2	13.4	درصد اشتباه آماربرداری Percentage of incorrect census
52.2	57.9	ضریب تغییرات Coefficient of variation

جدول ۳- نتایج آزمون t مستقل مقایسهٔ بین میانگین سطح تاج‌پوشش درختان در دو منطقه

Table 3. Results of an independent t-test used to compare the average canopy area of trees in two regions

حد بالا Upper	حد پایین Lower	انحراف معیار تفاوت‌ها Std. Error difference	میانگین تفاوت‌ها Mean difference	معنی‌داری *P*-value	درجه آزادی df	آماره t T statistic
36.36	20.79	3.92	28.57	0.000	99.321	7.283**

** Significance at the 1% level

**معنی‌داری در سطح ۱ درصد

نتایج آزمون نیکویی برازش برای بررسی توابع توزیع احتمال مناسب طبقات تاج‌پوشش درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی بر اساس آزمون اندرسون-دارلینگ نشان داد که در منطقه کمتر تخریب‌یافته بهترین توابع برای نمایش مدل توزیع تاج جست‌گروه‌ها (سطح اطمینان ۹۵ درصد) به‌ترتیب جانسون sb و وایبول

هستند در حالی‌که در منطقه تخریب‌یافته بهترین توابع برای نمایش مدل توزیع تاج جست‌گروه‌ها (سطح اطمینان ۹۵ درصد) گاما و بتا تشخیص داده شدند (جدول ۴). مقادیر برآورد شده مشخصه‌های هر یک از توابع در دو قطعه نمونه در جدول ۵ آورده شده است.

بر اساس نمودار و منحنی برازش شده توابع برای طبقات تاج‌پوشش در دو قطعه نمونه مورد بررسی، انطباق نمودار توابع توزیع جانسون sb و وایبول برای منطقه کمتر تخریب‌یافته و توابع گاما و بتا برای منطقه تخریب‌یافته از دیگر توابع بیشتر است (شکل‌های ۲ و ۳).

جدول ۴- مقادیر مربوط به آمارهٔ آزمون نیکویی برازش اندرسون-دارلینگ در دو قطعه‌نمونه

Table 4. Values connected to the statistic of the Anderson-Darling fitting test in two sample plots

قطعه‌نمونه‌ها Sample plots	توابع توزیع Distribution functions	آماره Statistics	مقدار بحرانی Critical Value	رتبه Rank
قطعه‌نمونه ۱ (کمتر تخریب‌یافته) 1st sample plot (less degraded)	جانسون SB Johnson SB	0.28ns	2.5018	1
	وایبول Weibull	0.43ns	2.5018	2
	نرمال Normal	0.76ns	2.5018	3
	گاما Gamma	0.9ns	2.5018	4
	لگ نرمال Lognormal	1.7ns	2.5018	5
	بتا Beta	4.7**	2.5018	6
قطعه‌نمونه ۲ (تخریب‌یافته) 2nd Sample plot (degraded)	گاما Gamma	0.3ns	2.5018	1
	بتا Beta	0.34ns	2.5018	2
	وایبول Weibull	0.45ns	2.5018	3
	لگ نرمال Lognormal	0.65ns	2.5018	4
	نرمال Normal	0.89ns	2.5018	5
	جانسون SB Johnson SB	4**	2.5018	6

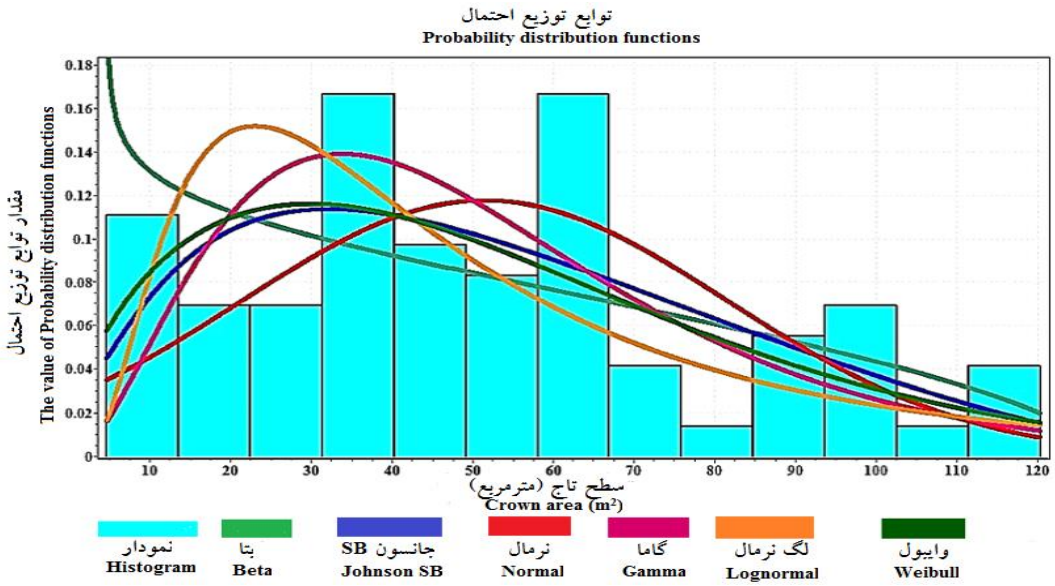
**معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns معنی‌دار نبودن اختلاف توزیع مشاهده شده با توزیع تئوریک

**Significant at level 5% probability level and ns no significant difference in observed distribution with theoretical distribution

جدول ۵- مقادیر مشخصه‌های برآوردشده توابع توزیع احتمال

Table5. Estimated parameter values of probability distribution functions

قطعه‌نمونه ۲ (تخریب‌یافته) 2nd sample plot (degraded)	قطعه‌نمونه ۱ (کمترتخریب‌یافته) 1st sample plot (less degraded)	توابع توزیع Distribution functions
α_1=2.6027 α_2=6.2433 a=-0.97748 b=80.278	α_1=0.90336 α_2=1.5655 a=4.6629 b=127.26	بتا Beta
α=3.5888 β=6.3782	α=2.9222 β=17.613	گاما Gamma
σ=12.083 μ=22.89	σ=30.108 μ=51.469	نرمال Normal
σ=0.64783 μ=2.9641	σ=0.75979 μ=3.7139	لگ نرمال Lognormal
α=1.7618 β=25.948	α=1.5589 β=57.671	وایبول Weibull
γ=0.85702 δ=0.98482 λ=63.315 ξ=2.1528	γ=0.7426 δ=1.0598 λ=161.44 ξ=-6.0748	جانسونSB Johnson SB

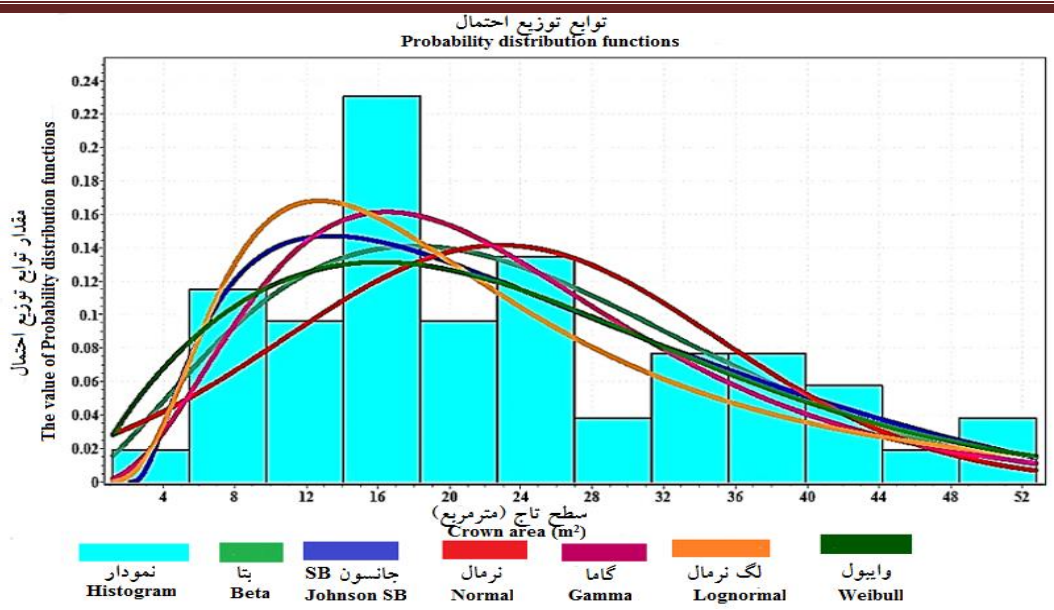


شکل ۲- توزیع‌های آماری برازش‌شده بر طبقات تاج‌پوشش درختان در منطقه کمتر تخریب‌یافته

Figure 2. Fitted statistical distributions on tree canopy classes in less degraded areas

بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام شده در هر دو منطقه نشان داد درصد اشتباه آماربرداری سطح تاج-پوشش در هر دو منطقه مورد بررسی از ۲۰ درصد کمتر است که برای جنگل‌های منطقه رویشی زاگرس یک مقدار مناسب تلقی می‌شود (Naghavi et al., 2009). همان‌گونه که اشاره شد کمترین مقدار سطح تاج‌پوشش (۱/۲ مترمربع) در منطقه تخریب‌یافته است که به‌علت تخریب‌هایی است که در این منطقه انجام شده است.



شکل ۳- توزیع‌های آماری برازش شده بر طبقات تاج‌پوشش درختان در منطقه تخریب‌یافته

Figure 3. Fitted statistical distributions to tree canopy classes in a degraded region

همچنین بیشترین مقدار سطح تاج‌پوشش (۱۲۰/۱ مترمربع) نیز در منطقه کمترتخریب‌یافته مشاهده شد، که نشان‌دهنده بیشینه توان بوم‌سازگان جنگل‌های این منطقه و توان فیزیولوژیکی درختان موجود در افزایش دامنه وسعت تاج‌پوشش است (Mirzaei et al., 2014). با توجه به نتایج به‌دست آمده بین میانگین سطح تاج-پوشش در دو منطقه مورد بررسی از نظر آماری (در سطح خطای ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری وجود داشت و سطح تاج‌پوشش در منطقه تخریب‌شده نسبت به منطقه کمترتخریب‌شده کمتر بود، به‌طوری که میانگین تاج‌پوشش برای منطقه تخریب‌شده برابر با ۲۲/۸۹ مترمربع (معادل ۱۱/۹ درصد) در هکتار بود درحالی که این مقدار برای منطقه کمترتخریب‌یافته برابر با ۵۱/۴۶ مترمربع (معادل ۳۷ درصد) در هکتار بود. Namiranian and Maleknia (2008) نیز در بررسی که در ناحیه رویشی زاگرس انجام دادند مقدار درصد تاج‌پوشش را برای مناطقی که کمتر مورد دخالت انسانی قرار گرفته بودند بیشتر از مناطقی که مورد دخالت انسانی قرار گرفته بودند به‌دست آوردند که با نتایج این پژوهش همسو است، همچنین Salehian (2016) در پژوهش خود در جنگل‌های زاگرس شمالی درصد تاج-پوشش درختان را در منطقه دست‌نخورده ۵۶ درصد و در منطقه دست‌خورده ۳۵/۵ درصد به‌دست آورد که بالا بودن مقادیر درصد تاج‌پوشش می‌تواند از یک طرف به‌علت تفاوت در شرایط جغرافیایی مناطق مورد تحقیق و از طرف دیگر به‌دلیل نوع درختان اندازه‌گیری‌شده باشد چراکه در پژوهش مورد اشاره تمامی درختان اندازه‌گیری شدند در حالی‌که در این پژوهش تنها درختان شاخه‌زاد گونه بلوط ایرانی اندازه‌گیری شدند. در بررسی دیگری Hosseinzadeh et al. (2004) درصد تاج‌پوشش درختان بلوط استان ایلام را در منطقه دست-نخورده ۳۵ درصد به‌دست آورد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. کم بودن درصد تاج‌پوشش بر اساس مشاهدات میدانی نشان از تأثیر فعالیت‌های انسانی مانند تفرج توأم با تخریب، رمه‌گردانی، قطع سرشاخه‌ها جهت تألیف دام و استفاده بی‌رویه از محصولات فرعی در منطقه تخریب‌شده است که به‌عنوان عامل‌های اصلی تخریب در مناطق جنگلی زاگرس محسوب می‌شوند،

به‌سبب این فعالیت‌ها و همچنین عدم تعادل در مورد حضور انسان در منطقه، به‌همراه بهره‌برداری نامتعادل و بدون برنامه و بیش از ظرفیت در جنگل‌های منطقه، بر عملکرد جنگل‌ها و توان بوم‌سازگان آن اثرهای مخربی داشته است. از طرف دیگر بیشتر بودن تاج‌پوشش درختی در منطقه کمتر دست‌خورده نشان از شرایط حفاظتی بهتر و بهره‌برداری کمتر گونه‌های درختی ناشی از فعالیت‌های مخرب انسان در منطقه بوده است.

بررسی الگوی پراکنش درختان در طبقات مختلف تاج‌پوشش در دو منطقه مورد بررسی نشان‌دهنده منحنی چوله به راست کم‌شونده برای توزیع داده‌های تاج-پوشش در هر دو منطقه است. در این حالت مشاهده‌های کوچک‌تر از نما (مد) تنوع عددی کمی دارند، ولی فراوانی‌های بزرگی دارند و مشاهده‌های بزرگ‌تر از نما تنوع عددی زیادی دارند، ولی فراوانی‌هایشان کوچک است که این مطلب بیانگر ناهمسالی جنگل‌های منطقه است. علاوه بر بافت‌نگار به‌عنوان یک ابزار گرافیکی، اصلی‌ترین ابزار ریاضی که از آن برای بررسی توزیع مشخصه‌های مختلف درختان استفاده می‌شود، توزیع‌های آماری هستند. نتایج آزمون نیکویی برازش اندرسون-دارلینگ در منطقه کمتر-تخریب‌یافته نشان داد که مناسب‌ترین توابع توزیع احتمال (در سطح خطای ۵ درصد) برای مدل‌سازی پراکنش درختان در طبقات تاج‌پوشش به‌ترتیب جانسون sb و وایبول هستند. البته سه توزیع نرمال، گاما و لگ نرمال نیز قابلیت تبیین توزیع طبقات تاج‌پوشش درختان را داشتند ولی با توجه به آمارهٔ کمتر دو توزیع جانسون sb و وایبول این دو توزیع مناسب‌تر تشخیص داده شدند. همچنین توزیع بتا قابلیت تبیین توزیع طبقات تاج‌پوشش درختان را نداشت. در منطقه تخریب‌یافته مناسب‌ترین توابع توزیع احتمال (در سطح خطای ۵ درصد) برای مدل‌سازی پراکنش درختان در طبقات تاج‌پوشش به‌ترتیب گاما و بتا تشخیص داده شدند. همچنین سه توزیع وایبول، لگ نرمال و نرمال نیز قابلیت تبیین توزیع طبقات تاج‌پوشش درختان را داشتند ولی با توجه به آمارهٔ کمتر در مقایسه با دو توزیع گاما و بتا در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند، توزیع جانسون sb نیز قابلیت تبیین توزیع طبقات تاج‌پوشش درختان را نداشت. از دلایل تفاوت نوع توزیع‌های آماری در دو منطقه مورد بررسی، تفاوت در مقدار دامنه تغییرات و همچنین ضریب تغییرات است که این مقدار در منطقه کمتر تخریب‌یافته بیشتر از منطقه تخریب‌یافته بوده است که نتیجه این تغییرات بر توزیع آماری متغیر سطح تاج-پوشش درختان تأثیرگذار بوده است و سبب متفاوت بودن نوع توزیع آماری مناسب شده است. توزیع وایبول در دو منطقه دارای برازش مناسبی بود؛ زیرا مدل وایبول دارای انعطاف کافی برای نشان دادن ارتباط بین متغیرهای محیطی و نوع فراوانی گونه‌ها و همچنین نشان‌دهنده ثبات مرگ و میر در توده است (Martinez – Antuanez et al., 2015). Zheng and Zhou (2010) با بررسی توزیع‌های آماری مختلف در توده‌های مختلف دست‌خورده و دست‌نخورده در چین بیان کردند که توزیع‌های آماری مناسب در این توده‌ها با هم تفاوت دارند و به‌عبارت دیگر اثر تخریب بر نوع توزیع‌های آماری مناسب تأثیرگذار بود، که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. Hassanzad Navroodi and Moradi (2019) بیان کردند که در جنگل‌هایی که در گذشته تحت دخالت‌های سنتی بودند، توزیع بتا برازش مناسب‌تری را نشان می‌دهد که نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند. Heidari Safari Kouchi et al. (2020) تابع وایبول، Mirzaei et al. (2014) توزیع وایبول و گاما، Modaberi and Soosani (2016) و همچنین Hosseinzadeh et al. (2004) توزیع گاما را در پژوهش‌های خود برای تاج‌پوشش درختان مناسب

ارزیابی کردند که با نتایج این بررسی هم‌خوانی دارد. Bozorgi et al. (2011) با به‌کارگیری توزیع نرمال و نمایی برای تاج‌پوشش درختان گلابی وحشی در ناحیه رویشی زاگرس میانی بیان کردند که توزیع نمایی قابلیت نیکویی برازش تاج‌پوشش این توده را دارد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی ندارد، چراکه هم نوع توابع توزیع در این دو تحقیق با هم تفاوت دارند و هم این‌که توزیع نمایی در رابطه با توده‌هایی که دارای پراکنش مطلوب هستند نتایج خوبی می‌دهد (Namiranian, 2006) که با توجه به تخریب شدید جنگل‌های زاگرس طی سالیان اخیر انتظار چنین الگویی به‌دور از انتظار است. Heydari et al. (2017) در پژوهش خود مناسب‌ترین توزیع آماری را به‌منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری و تخریب بر پراکنش تـاج-پوشش درختان بلوط ایرانی در استان ایلام مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج ایشان، در مناطقی با تغییر کاربری و تخریب بلندمدت، تابع وایبول مناسب‌ترین تابع برای مدل‌سازی پـراکنش درختان بر اساس معیار مساحت تاج‌پوشش شـناخته شـد، کـه با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. از آنجایی که دو منطقه مورد بررسی از نظر شرایط رویشگاهی و همچنین توپوگرافی در شرایط مشابهی بودند، تخریب نقش تأثیرگذاری در تغییر توابع توزیع احتمال تاج‌پوشش این دو منطقه داشت. البته لازم به ذکر است که تناسب یک توزیع با ساختار یک توده الزاماً به معنی بهتر بودن آن توزیع نیست بلکه می‌تواند مفهوم و کاربرد اکولوژیک داشته باشد و آینه‌ای از شرایط اکولوژیک توده و راهنمای چگونگی مدیریت متناسب با آن باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که سطح تاج‌پوشش درختان در منطقه کمترتخریب‌شده به‌صورت معنی‌داری از منطقه تخریب‌شده بیشتر است، این بیشتر بودن سطح تاج‌پوشش در منطقه کمتر تخریب‌شده نشان می‌دهد که در صورت کنترل و کاهش عوامل تخریب، می‌توان از کاهش سطح تاج‌پوشش جلوگیری و در ادامه با انجام جنگلکاری در نقاط مناسب در آینده سطح تاج-پوشش را تا حدودی افزایش داد. همچنین نتایج حاصل از بررسی توابع توزیع احتمال طبقات تاج‌پوشش درختان نشان داد که در مناطق کمتر تخریب‌یافته توابع توزیع جانسون sb و وایبول بهترین برازش را داشتند بنابراین می‌توان با الگو قرار دادن این توزیع‌ها در توده‌های تخریب‌یافته این توده‌ها را به سمت شرایط مناسب‌تر مدیریت کرد.

References

Amanzadeh, B.; Sagheb-Talebi, K.; Fadaei Khoshkebijari, F.; Khanjani Shiraz, B.; Hemmati, A., Evaluation of different statistical distributions for estimation of diameter distribution within forest development stages in Shafaroud beech stands. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2011,** *19* (2), 267-254. (In Persian).

Amin Amlashi, M., Evaluation of area and canopy density of forests in the Guilan Province using satellite data. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2019,** *27* (1), 100-111. (In Persian).

Amjadi, S.; Ghahramany, L.; Ghazanfari, H., Assessing quantitative changes in crown area and height of oaks (Quercus spp.) during pollarding process. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2021,** *28* (3), 308-321. (In Persian).

Anonymous. *Forestry plan booklet; Department of Forestry*; Lorestan University press, 2003; p167. (In Persian).

Bailey, R. L., Individual tree growth derived from diameter distribution models. *Forest Science* **1980,** *26* (4), 626-632.

Bozorgi, A.; Soosani, J.; Akbari, H.; Jafari, H., The pattern of distribution classes stored in the dungeons forest canopy central Zagros region (case study: Cham hesar Delfan – Lorestan province). Presented at researches National Conference on Central Zagros

forests, capabilities and limitations. Lorestan, Iran, 2011.

Cao, Q. V., Predicting parameters of a Weibull function for modeling diameter distribution. *Forest science* **2004,** *50* (5), 682-685.

Garavand, Y.; SM, H.; Ahmadi, K.; Ghomi Avili, A.; Ahadi, A., Investigation on Structure of pistachio trees stands in two closed and grazed areas (Baghe Shadi protected area Yazd). *Natural Ecosystems of Iran* **2016,** *7* (2), 89-101. (In Persian).

Hassanzad Navroodi, I.; Moradi Emam Qeysi, E., Fitting tree height distributions in natural beech forest stands of Guilan (Case study: Masal). *Ecology of Iranian Forest* **2019,** *7* (14), 1-9. (In Persian).

Heidari Safari Kouchi, A.; Taheri Abkenar, K.; Moradian Fard, F.; Iranmanesh, Y., Height and crown area distribution of Cionura erecta shrub-lands in Chaharmahal and Bakhtiari province, using probability distribution functions. *Iranian Journal of Applied Ecology* **2020,** *9* (2), 61-71. (In Persian).

Henareh Khalyani, J.; Makhdoum, M.; Namiranian, M., Assessing value changes of soil and water conservation services of Zagros Forests under canopy cover change scenarios. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2021,** *29* (3), 259-272. (In Persian).

Heydari, M.; Mahdavi, A.; Modaberi, A., The most appropriate statistical distribution for studding effect of land use changes on distribution of Oak trees (Quercus brantii) canopy in Zagros forests of Ilam Province. *Forest Research and development* **2017,** *2* (4), 353-366. (In Persian).

Hosseinzadeh, J.; Namiranian, M.; Marvi Mohajer, M.; Zahedi Amiri, GH., Structure of less degraded Oak forests in Illam Province (Southwest Iran). *Journal of the Iranian Natural Recources* **2004**, 57 (1), 75 – 90. (In Persian).

Kooch, Y.; Bayranvand, M., Effect of canopy gaps area on soil biological activities and organic matter fractions in a beech forest stand. *Iranian Journal of Forest* **2017**, 8 (4), 533-546. (In Persian).

Martínez-Antúnez, P.; Wehenkel, C.; Hernández-Díaz, J. C.; Corral-Rivas, J. J., Use of the Weibull function to model maximum probability of abundance of tree species in northwest Mexico. *Annals of forest science* **2015,** *72*, 243-251.

Mirzaei, M.; Bonyad, A. E.; Mohebi Bijarpas, M., Application of probability distributions in order to fit canopy classes of Quercus brantii trees, Case Study: Dalab forests of Ilam. *Forest Sustainable Development* **2014,** *1* (2), 195-203. (In Persian).

Modaberi, A.; Soosani, J.; Khosravi, Sh., Effect of the decline on changes in the statistical distribution of hight breast diameter in the central Zagros forests (Case Study: Lorestan-Ilam). *Journal of Zagros Forests Researches* **2015**, *2* (1), 105 – 117. (In Persian).

Modaberi, A.; Sosani, J., Dynamic assessment of changes in the statistical distribution of the canopy in the central Zagros forests with impact of the decline (Case study: Dadabad-Lorestan). *Forest Research and Development* **2016,** *2* (1), 73-83. (In Persian).

Mohammadalizadeh, K.; Namiranian, M.; Zobeiri, M.; Hoorfar, A.-a.; Marvie Mohajer, M. R., Modeling of frequency distribution of tree's height in uneven-aged stands (Case study: Gorazbon district of Khyroud forest). *Forest and Wood Products* **2013,** *66* (2), 155-165. (In Persian).

Naghavi, H.; Fallah, A.; Jalilvand, H.; Soosani, J., Determination of the most appropriate transect length for estimation of quantitative characteristics in Zagros forests. *Iranian Journal of Forest* **2009,** *1* (3), 229-238. (In Persian).

Najafifar, A.; Sagheb-Talebi, K.; Saeb, K., The role of light intensity on survival of Quercus branti saplings in relation to slope aspect and distance from seed trees in Ilam province forests. *Journal of Forest and Wood Products* **2012,** *64* (4), 1-14. (In Persian).

Namiranian, M. *Tree measurement and forest biometrics*. University of Tehran Press, 2006; 620 p.

Namiranian, M., Application of probability models in description of distribution of trees in diameter classes. *Iranian Journal of Natural Resources* **1990,** *44*, 93-108. (In Persian).

Namiranian, M.; Maleknia, R., Studying of forest stands condition with different intervention of human activity in central Zagros (Case study: Karazan, Ilam). *Iranian Journal of Natural Resources* **2008,** *61* (2), 375-387. (In Persian).

Nord-Larsen, T.; Cao, Q. V., A diameter distribution model for even-aged beech in Denmark. *Forest ecology and management* **2006,** *231* (1-3), 218-225.

Pfeifer, M.; Gonsamo, A.; Woodgate, W.; Cayuela, L.; Marshall, A. R.; Ledo, A.; Paine, T. C.; Marchant, R.; Burt, A.; Calders, K.; Courtney-Mustaphi, C.; Cuni-Sanchez, A.,; Deere, N. J.; Denu, D.; Hayward, R. M.,Tropical forest canopies and their relationships with climate and disturbance: results from a global dataset of consistent field-based measurements. *Forest Ecosystems* **2018,** *5* (1), 1-14.

Rostamian, M. Trees canopy distribution in foothill forests of Zagros (case study: Shahanshah forests of Lorestan Province). Presented at the 3th international conference on environmental challenges and dendrochronology, Sari, May 16, 2012.

Salehian, T. Investigating the effect of traditional exploitation on the structure of North Zagros forests (Case study: Anjileh, Baneh). Master Thesis in Forestry, University of Kurdistan, 2016; 56p.

Zheng, L.-f.; Zhou, X.-n., Diameter distribution of trees in natural stands managed on polycyclic cutting system. *Forestry Studies in China* **2010,** *12* (1), 21-25.

Investigating the probability distribution functions of crown classes of coppice shoot Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl) in Middle Zagros

P. Amiri[1], J. Soosani[*2], H. Naghavi[3], S. V. Sayedna[4], K. Noor Mohammadi[5]

1- MSc student of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran. (peyman.amiri67@gmail.com)
2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran. (soosani.j@lu.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran. (naghavi.ha@lu.ac.ir)
4- PhD in Forest Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran. (sv-sayedena-58@yahoo.com)
5- PhD student of Forest Sciences, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nour, I. R. Iran. (k-normohammadi@yahoo.com)

Received: 04.07.2022 Accepted: 07.11.2022

Abstract

The quantitative status and probability distribution functions of crown classes of Brant's oak (Quercus brantii) stands were investigated in the Qala Gol region of Khoramabad city in this study. The number of two classes of degraded and less degraded forest was selected for this purpose by identifying the forest and obtaining samples in a selective manner, and then a square sample plot of one hectare with dimensions of 100×100 meters was planted in each class. The crown diameters of 72 coppice trees of Brant's oak in the less degraded region and 52 coppice trees of Brant's oak in the degraded area were measured. In this study, statistical distribution models such as Weibull, Gamma, Normal, Log-Normal, Beta, and Johnson Sb were utilized, and the Anderson-Darling test was used to determine the goodness of fit. The results indicated that the canopy percentage in the degraded region (11.9%) is lower than the canopy percentage in the less degraded area (37%), and the average canopy area in the less degraded stand (51.46 m^2) is considerably greater ($P \leq 0.01$) than the canopy area in the degraded stand (22.89m2). Based on the goodness of fit test results in the less degraded stand, the Johnson SB, Weibull, Gamma, and Beta functions were proposed as the best fit functions for the canopy classes in the degraded region, respectively. The current study demonstrates that the rate of degradation has a significant influence on the probability distribution functions of tree crown cover in coppice Brant's oak stands in the Zagros forests.

Keywords: Degradation, Probability distribution, Coppice forest.

[*] Corresponding author Tel: +989166598005