Archive of SID

فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۵، شماره ۴، صفحه ۶۱۲-۵۹۹، (۱۳۹۸)

ارزیابی کارایی روش‌های بدون قاب در برآورد ساختار مکانی توده‌های بلوط اوری (*Quercus macranthera*) در جنگل‌های ارسباران

میلاد صفری[۱]، کیومرث سفیدی*[۲]، احمد علیجانپور[۳] و محمدرضی الهیان[٤]

۱- کارشناس ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. (miladsafari1372@gmail.com)

۲- دانشیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. (kiomarssefidi@gmail.com)

۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)

٤- کارشناس ارشد منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان شرقی، تبریز، ایران. (razi.elah@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۱۵

چکیده

این پژوهش برای بررسی روش‌های نمونه‌برداری بدون قاب در برآورد ساختار و الگوی پراکنش مکانی رویشگاه‌های بلوط سیاه (*Quercus macranthera*) انجام شد. نمونه‌برداری زمینی به روش فاصله‌ای به‌عنوان یکی از روش‌های نمونه‌برداری بدون قاب در نه قطعه‌نمونه به مساحت یک هکتار و ۸۱ نقطه به روش منظم تصادفی انجام شد. تراکم، سطح رویه زمینی، تاج‌پوشش درختان و شاخص‌های الگوی پراکنش مکانی محاسبه شدند. نتایج شاخص‌های پراکنش الگوی مکانی هاپکینز الگوی کپه‌ای و ابرهارت و جانسون-زایمر الگوی پراکنش یکنواخت را برای گونه مورد بررسی نشان دادند. شاخص‌های ساختار توده نشان دادند که مقدار شاخص‌های فاصله تا همسایه ٤/٤٥، تمایز ارتفاعی ۰/۲۸، تمایز قطری ۰/۱۷ بود و آمیختگی گونه‌ای برابر با ۰/۷۳ و نشان از آمیختگی بالای گونه بلوط سیاه با گونه‌های همراه در منطقه مورد بررسی داشت. مقدار متوسط شاخص زاویه یکنواخت نیز ۰/۵۲ به‌دست آمد. ویژگی‌های تراکم، سطح رویه زمینی و تاج-پوشش حاصل از روش نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار با مقادیر واقعی حاصل از آماربرداری ۱۰۰ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: بلوط سیاه، جنگل ارسباران، تنوع ساختاری، شاخص ابرهارت، نمونه‌برداری فاصله‌ای.

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۲۷۲٦٤۰٦٦

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

جنگل‌های ارسباران به‌دلیل تأثیر اقلیم‌های مختلف و نیز تنوع ارتفاعی، زیستگاه گونه‌های گیاهی و جانوری زیادی بوده و به‌عنوان منبع ارزشمند تنوع زیستی است (Nikdel *et al*., 2013)؛ اما این جنگل‌ها دچار تخریب شده‌اند و ارائه راه‌حل‌ها بدون شناخت ویژگی‌های رویشی، نیازهای رویشگاهی گونه‌ها و عوامل مؤثر بر آن‌ها در شرایط فعلی و شرایط هدف امکان‌پذیر نخواهد بود (Alijanpour *et al*., 2014). حفظ ساختار اکوسیستم‌های جنگلی یکی از اهداف مهم در جنگلداری اکولوژیک است. به این منظور، برای مدیریت جنگل نیاز است که به بررسی وضعیت فعلی و تغییرات ایجادشده بر اثر فعالیت‌های مدیریتی و تکامل طبیعی جنگل پرداخته شود (Farhadi *et al*., 2017)؛ بنابراین در پژوهش‌های اکولوژیکی برآوردها باید به‌اندازه کافی دقیق باشند تا امکان شناسایی تفاوت‌ها وجود داشته باشد. از این‌رو روش‌های مختلف نمونه‌برداری و تعیین بهترین روش، هدف بسیاری از پژوهش‌های علمی بوده است. در حقیقت شاخص‌های کمی امکان مقایسه ساختار در شرایط مختلف را فراهم می‌کنند (Jafari Afrapoli *et al*., 2018).

آگاهی از روش‌های آماربرداری قابل اطمینان در بررسی ساختار مکانی در رویشگاه‌های جنگلی ضروری است چرا که در این بررسی‌ها هدف اصلی تنها تعیین ساختار مکانی درختان نیست بلکه شناختن ویژگی‌های اکولوژیکی گونه، نحوه عملکرد اکولوژیکی توده، برنامه‌ریزی طرح‌های مدیریتی مناسب و اقدامات حفاظتی و احیایی نیز مدنظر هستند (Safari *et al*., 2010، Erfanifard *et al*., 2012، Askari *et al*., 2013). روش‌های نمونه‌برداری بدون قاب با نام روش‌های فاصله‌ای، به‌عنوان یکی از روش‌های نمونه برداری برای برآورد سریع شاخص‌های جنگل مورد استفاده قرار می‌گیرند و خطای مربوط به قرارگرفتن درختان در مرز قطعه‌نمونه را ندارد. بررسی این روش‌ها در شرایط متفاوت جنگلی امکان ارزیابی کارایی آن‌ها و تعیین صحت اطلاعات توده را فراهم می‌سازد تا نتایج حاصل در مناطق مشابه نیز قابل استفاده باشند (Zare Safari *et al*., 2010, *et al*., 2016). اهمیت الگوی مکانی درختان بارها مورد تأکید قرار گرفته است (Alijanpour, 2016).

پژوهش‌های متعددی با استفاده از این روش‌ها در رویشگاه‌های مختلف جنگلی در کشور انجام شده و مورد بررسی کارایی قرار گرفته‌اند. Safari و همکاران (2010) الگوی پراکنش مکانی گونه بنه را در جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه با این روش ارزیابی کردند. Heidari و همکاران (2011) در برآورد تعداد در هکتار و تاج‌پوشش درختان در جنگل‌های بلوط غرب از روش‌های بدون قاب فاصله‌ای استفاده کردند. Erfanifard و همکاران (2012) با استفاده از شاخص‌های الگوی پراکنش مکانی درختان، توده‌های خالص گونه بنه را در استان فارس مورد بررسی قراردادند. Askari و همکاران (2013) از انواع روش‌های فاصله‌ای برای بررسی تنوع درختچه‌ای در جنگل‌های زاگرس برای برآورد تراکم استفاده کردند. Zare و همکاران (2016) با هدف بررسی کارایی روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای، توده‌های تنک بنه در استان فارس را مورد بررسی قرار دادند. Farhadi و همکاران (2017) از روش فاصله‌ای برای برآورد شاخص‌های ساختاری در بررسی وضعیت ساختار توده و تنوع گونه‌ای در جنگل‌های اسالم در استان گیلان استفاده کردند. نتایج پژوهش‌ها در مناطق مختلف نشان داد که این روش از کارایی لازم برخوردار است، اما تاکنون در جنگل‌های ارسباران از روش‌های نمونه برداری بدون قاب استفاده نشده و به نظر می‌رسد این

www.SID.ir

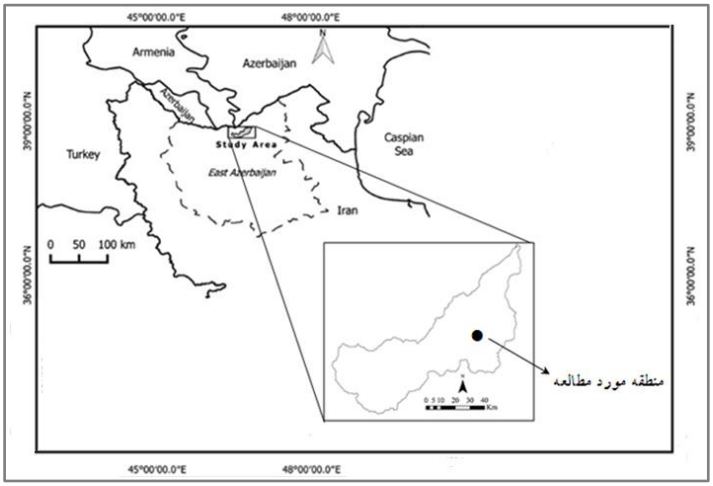
Archive of SID

پژوهش اولین بررسی در این زمینه و به‌ویژه در رویشگاه گونه بلوط سیاه در منطقه است. نظر به اهمیت جنس بلوط (*Quercus* sp.) با داشتن ٦٠٠ گونه در جهان و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین جنس‌های گیاهی از نظر اکولوژیکی و اجتماعی–اقتصادی (Ghasemi-Esfahlan *et al*., 2016) و وجود جنگل‌های طبیعی آن در منطقه ارسباران، هدف این پژوهش، بررسی روش‌های بدون قاب فاصله‌ای در برآورد مشخصه‌های ساختار مکانی در شرایط رویشگاهی ارسباران برای بررسی مقدار کارایی این روش در منطقه است تا به درک بهتری از عملکرد روش مورد پژوهش بیانجامد و راهگشای پژوهش‌های بعدی در زمینه بررسی‌های ساختار توده در این جنگل‌ها باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

جنگل‌های ارسباران به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور با مساحت ١٧٤٨٣٨ هکتار جزو محدودترین مناطق رویشی کشور محسوب می‌شوند. این منطقه جنگلی در شمال غرب کشور و در ارتفاعات جنوبی حوضه رودخانه ارس قرار گرفته است (شکل ١). گونه‌های ممرز، کرب، کیکم، سفید بلوط، بلوط سیاه و گیلاس وحشی از عمده گونه های درختی این منطقه هستند (Alijanpour *et al*., 2011). در این منطقه دو گونه بلوط *Quercus petraea* (بلوط سفید) و *Q. macranthera* Fish.et Mey (بلوط سیاه) یافت می‌شوند (Yazdian and Marvie Mohajer, 2001). این پژوهش در رویشگاه‌های بلوط سیاه واقع در منطقه قلعه دره سی و ایل یوردی در شهرستان کلیبر انجام شد. آمار ١٢ ساله (١٣٩٠–١٣٧٩) ایستگاه هواشناسی کلیبر نشان می‌دهد که متوسط بارندگی سالیانه منطقه ٤٠٥/١ میلی‌متر در سال، بالاترین میانگین درجه حرارت سالیانه ١٦ سانتی‌گراد، پایین‌ترین میانگین ٢/١ سانتی‌گراد، متوسط دمای سالیانه ١٢/٢٢ سانتی‌گراد و ضریب خشکی دومارتن نیز ٢٣/٨٢ محاسبه شده است و منطقـه اقلیم مدیترانه‌ای دارد. خاک در نقاط جنگلی عمدتاً از نوع خاک قهوه‌ای جنگلی و خاک قهوه‌ای آهکی است (Alijanpour *et al*., 2014).



شکل ١– موقعیت منطقه مورد بررسی

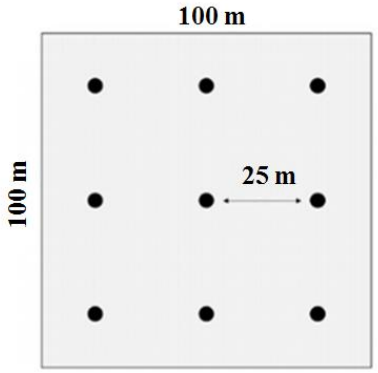
Figure 1. The location of the study area

www.SID.ir

Archive of SID

روش پژوهش

با جنگل گردشی در جنگل‌های ارسباران، نه قطعه‌نمونه یک هکتاری در مناطق پراکنش گونه بلوط سیاه انتخاب و در هر قطعه‌نمونه از روش نمونه‌برداری نزدیک‌ترین فرد به‌عنوان یکی از روش‌های نمونه‌برداری بدون قاب استفاده شد. به این ترتیب که در داخل هر قطعه یک هکتاری شبکه‌ای به ابعاد ۲۵ × ۲۵ متر پیاده شد (شکل ۲) و در محل تلاقی اضلاع این شبکه به‌عنوان نقاط نمونه‌برداری به یافتن دو درخت بلوط سیاه به‌عنوان نزدیک‌ترین درختان شاهد اقدام شد. اولین و دومین و سومین نزدیک‌ترین درختان همسایه به درختان شاهد شناسایی و در همه درختان شاهد و همسایه قطر (dbh ≥ ۷/۵ سانتی‌متر)، ارتفاع (متر) و قطر بزرگ و کوچک تاج (متر) اندازه‌گیری شد (Nobahar *et al.*, 2018). در کل ۸۱ نقطه، نمونه‌برداری فاصله‌ای شد. به‌منظور ارزیابی نتایج حاصل از روش نمونه‌برداری، آماربرداری ۱۰۰ درصد نیز درون هر قطعه یک هکتاری انجام شد. سپس ویژگی‌های تراکم، سطح مقطع، متوسط تاج-پوشش و شاخص‌های الگوی پراکنش مکانی به‌منظور برآورد انواع الگوی پراکنش مکانی درختان (شکل ۳) در منطقه محاسبه شدند.

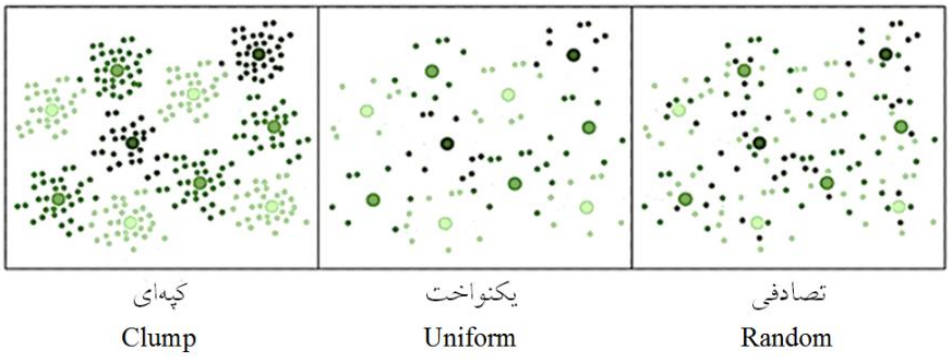


• محل تقاطع اضلاع شبکه یا نقاط تصادفی

• Intersection of the sides or random points

شکل ۲- روش کار در نمونه‌برداری بدون قاب: طرح نمونه‌برداری در هر قطعه‌نمونه یک هکتاری

Figure 2. Procedure for non- framed sampling: sampling plan in each one hectare plot



شکل ۳- انواع الگوهای پراکنش مکانی

Figure 3. Types of spatial distribution patterns

www.SID.ir

Archive of SID

برای برآورد هرکدام از ویژگی‌های ساختاری توده‌های بلوط از شاخص‌های زیر استفاده شد (جدول ۱):

شاخص جانسون-زایمر: برای الگوی مکانی تصادفی، برابر با ۲، برای الگوی کپه‌ای بیشتر از ۲ و برای الگوی یکنواخت کمتر از ۲ است. برای آزمون معنی‌داری اختلاف از حالت تصادفی، در آزمون z (سطح ۰/۰۵)، اگر مقدار z محاسبه شده کمتر از مقدار جدول باشد نمی‌توان فرض تصادفی بودن الگو را رد کرد (Heidari *et al*., 2011).

شاخص ابرهارت: برای الگوی تصادفی برابر با ۱/۲۷، الگوی یکنواخت کمتر از ۱/۲۷ و الگوی کپه‌ای بیشتر از ۱/۲۷ است. به‌منظور آزمون آماری، نتیجه آماره محاسبه شده با مقدار جدول هاینز با درجه آزادی n مقایسه می‌شود (Kiani *et al*., 2013).

شاخص هاپکینز: وقتی‌که الگوی پراکنش درختان تصادفی باشد برابر با ۰/۵، الگوی کپه‌ای برابر با یک و الگوی یکنواخت برابر با صفر خواهد بود. برای آزمون این شاخص، مقدار h محاسبه شده با دو مقدار F(۰/۰۵, ۲n, ۲) و F(۰/۹۵, ۲n, ۲n) مقایسه خواهد شد (Kiani *et al*., 2013).

شاخص آمیختگی گونه‌ای: نشان‌دهنده نحوه چیدمان گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر است و دارای ارزشی بین صفر و یک است. هر چه گروه ساختاری یکنواخت‌تر باشد این شاخص به‌سمت یک میل می‌کند (Alijani *et al*., 2012؛ Etemad *et al*., 2017).

شاخص فاصله تا همسایه: این شاخص مشکل تشریح اختلاف بین جنگل‌های دارای ساختار یکسان ولی تراکم متفاوت را حل خواهد کرد (Etemad *et al*., 2017).

شاخص تمایز قطر برابرسینه و ارتفاع: به بررسی توزیع ابعاد درختان نسبت به یکدیگر می‌پردازند و نمایانگر اندازه رقابت بر اساس قطر و ارتفاع بین درخت شاهد و درختان همسایه هستند. اگر ناهمگنی کمی در بین درختان همسایه باشد، شاخص به‌سمت صفر و اگر ناهمگنی زیاد شود به‌سمت یک میل می‌کنند (Etemad *et al*., 2017).

شاخص زاویه یکنواخت: به بررسی درجه منظم بودن موقعیت مکانی درخت مرجع نسبت به درختان همسایه می‌پردازد و نشان‌دهنده نوع پراکنش گونه‌ای و دارای دامنه‌ای از پراکنش منظم، تصادفی و کپه‌ای است (Etemad *et al*., 2017).

در نهایت از آزمون کلموگروف-اسمیرونوف به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها و آزمون t مستقل ($p<۰/۰۵$) برای مقایسه مقادیر برآوردی و واقعی استفاده شد.

جدول ۱- توصیف شاخص‌های ساختاری (Erfanifard *et al*., 2012، Kiani *et al*., 2013، Etemad *et al*., 2017)

Table 1. Description of Structural indices

شاخص Index	فرمول Formula	توضیحات Descriptions
زاویه یکنواخت Uniform angle	$W_i=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} v_{ij}$	n تعداد درخت همسایه؛ Vij=1 زاویه تا درخت همسایه کمتر از زاویه استاندارد، در غیر این صورت vij=0 n is individual number of i species, V_{ij}=1 if angle between neighbors was smaller than base angle in otherwise is equal 0

www.SID.ir

Archive of SID

ادامهٔ جدول ۱.

Continued table 1.

شاخص Index	فرمول Formula	توضیحات Descriptions
آمیختگی گونه Species interspecific	$M_i=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} v_{ij}$	n تعداد درخت همسایه؛ $v_{ij}=1$ گونه درخت همسایه و شاهد متفاوت؛ $v_j=0$ درخت همسایه و شاهد از یک گونه n is individual number of i species,1 if reference tree *i* and neighbour j are of different tree species; 0 otherwise,
تمایز قطری Diameter differentiation	$TD_i=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(1-r_{ij})$	r_{ij}=قطر کمتر/ قطر بیشتر where r_{ij} is the ratio of the dbh of the smaller tree to the dbh of the larger tree and n is the number of neighboring trees
تمایز ارتفاعی Height differentiation	$TH_i=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(1-r_{ij})$	r_{ij}=ارتفاع درخت کوچک‌تر / ارتفاع درخت بزرگ‌تر Where rij is the ratio of the height of the smaller tree to the height of the larger tree and n is the number of neighboring trees.
فاصله تا همسایه Distance to neighbor	$D_i=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} s_j$	n تعداد نقاط تصادفی؛ s_j فاصله درخت مرجع از درخت همسایه Where *sij* is the distance from the *i*th reference tree to the *j*th neighboring tree and *n* is the number of sampled trees.
جانسون –زایمر Johnson-Zimmer	$I=\frac{[(n+1)(\sum_{i=1}^{n}(r_{pi}{}^2)^2]}{\sum(r_{pi}{}^2)}$	n تعداد نقاط تصادفی؛ r_{pi} فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین همسایه؛ r_{ni} فاصله درخت مرجع تا نزدیک‌ترین همسایه n=number of samples = *pi r* distance from nearest neighbor from sample point
ابرهارت Eberhart	$I_e=(\frac{\delta}{\bar{x}})^2+1$	δ انحراف معیار فواصل؛ $\bar{x}$ میانگین فواصل δ = Standard deviation of distance and $\bar{x}$ is the mean of distance
هاپکینز Hopkins	$I=\frac{\sum(r_{pi})^2}{\sum(r_{pi})^2+\sum(r_{ni})^2}$	r_{pi} فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین همسایه؛ r_{ni} فاصله درخت مرجع تا نزدیک‌ترین همسایه r_pi is the random point distance to the nearest neighbor, r_{ni} is the reference tree distance to the nearest neighbor

نتایج

نتایج آماربرداری ۱۰۰ درصد نشان داد که در مجموع ۲۹۱۶ پایه درخت در هکتار در منطقه اندازه‌گیری شد. توزیع ویژگی‌های تراکم، سطح رویه زمینی و تاج‌پوشش درختان برحسب مهم‌ترین گونه‌های منطقه (گونه بلوط سیاه و مهم‌ترین گونه‌های همراه شامل آلوچه جنگلی، سیب جنگلی، فندق و...) به‌ترتیب در جدول‌های ۲، ۳ و ٤ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل از آزمون t مستقل، روش نمونه‌برداری فاصله‌ای و آماربرداری ۱۰۰ درصد در مشخصه‌های مورد بررسی، تفاوت معنی‌دار بین مشخصه‌ها مشاهده شد (جدول ۵).

بررسی الگوی پراکنش مکانی بر اساس شاخص های ساختاری، نشان داد که شاخص هاپکینز الگوی کپه‌ای، شاخص ابرهارت و جانسون–زایمر نشان‌دهنده الگوی پراکنش یکنواخت در منطقه بودند (جدول ٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تراکم (تعداد در هکتار) گونه‌ها در منطقه مورد بررسی

Table 2. Density (number per hectare) of species in the study area

نمونه‌برداری فاصله‌ای ± اشتباه معیار Distance sampling method ± standard error	آماربرداری ۱۰۰ درصد Full calipering method	گونه Species
294 ± 4.26	1121	بلوط Oak
179 ± 3.99	731	کرب Maple
138 ± 5.46	941	ممرز Hornbeam
37 ± 1.65	123	دیگر گونه‌ها* Other species
648 ± 2.61	2916	کل Total

*دیگر گونه‌ها شامل: آلوچه جنگلی، سیب جنگلی، فندق و غیره.

* Other species was included: Wild plum, Hazelnut, wild apple and etc.

جدول ۳- سطح رویه زمینی گونه‌ها در منطقه مورد بررسی

Table 3. Species basal area in the study area

نمونه‌برداری فاصله‌ای ± اشتباه معیار Distance sampling method ± standard error	آماربرداری ۱۰۰ درصد Full calipering method	گونه Species
0.68 ± 0.15	2.27	بلوط Oak
0.44 ± 0.09	1.51	کرب Maple
0.25 ± 0.09	1.71	ممرز Hornbeam
0.06 ± 0.02	0.21	دیگر گونه‌ها* Other species
0.36 ± 0.06	1.54	کل Total

جدول ٤- میانگین و درصد تاج‌پوشش گونه‌ها در منطقه مورد بررسی

Table 4. Species average canopy cover and percentage in the study area

درصد تاج‌پوشش Percentage canopy cover	سطح تاج پوشش (مترمربع/هکتار) Average canopy cover (m^2/ha)		روش آماربرداری Sampling method
19.07	1906.83	بلوط Oak	روش آماربرداری صد در صد Full calipering method
12.49	1248.69	کرب Maple	
17.19	1718.99	ممرز Hornbeam	
2.08	207.75	دیگر گونه‌ها Other species	

www.SID.ir

Archive of SID

ادامهٔ جدول ٤.

Continued table 4.

درصد تاج‌پوشش Percentage canopy cover	سطح تاج پوشش (مترمربع/هکتار) Average canopy cover (m^2/ha)		روش آماربرداری Sampling method
50.82	5082.26	کل Total	روش آماربرداری صد در صد Full calipering method
6.11	610.98 ± 0.53	بلوط Oak	نمونه‌برداری فاصله‌ای Distance sampling method
4.02	401.71 ± 0.74	کرب Maple	
3.09	309.33 ± 1.04	ممرز Hornbeam	
0.95	95.23 ± 1.82	دیگر گونه‌ها Other species	

جدول ۵- آزمون معناداری (P-value) ویژگی‌ها در دو روش ۱۰۰ درصد و نمونه‌برداری فاصله‌ای

Table 5. Significance test of characteristics in two methods (100% and distance sampling method)

میانگین تاج‌پوشش (درصد) Average canopy cover (%)	سطح رویه زمینی (مترمربع در هکتار) Basal area (m^2/ha)	تراکم (تعداد در هکتار) Density (m^2/ha)	
0.000 *	0.000 *	0.000 *	بلوط Oak
0.000 *	0.027 *	0.028 *	کرب Maple
0.000 *	0.041 *	0.086 ns	ممرز Hornbeam
0.000 *	0.000*	0.000 *	کل Total

ns غیر معنادار، * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

ns No significant difference, * Significant difference in 95%.

جدول ٦- شاخص‌های مورد استفاده در برآورد الگوی مکانی در روش فاصله‌ای

Table 6. Indices to estimate spatial pattern in distance method

توزیع بر اساس آزمون آماری Distribution based on statistical test	آزمون آماری Statistical test	توزیع بر اساس ضریب آزمون شاخص Distribution based on index test coefficient	ضریب آزمون شاخص Index test coefficient	مقدار Value	شاخص Index
یکنواخت Uniform $I_E < F_{0.95}$	آزمون F F test	کپه‌ای Clump	h =1.760	0.638	هاپکینز (I_h) Hopkins
یکنواخت Uniform I_E< 1.27	جدول‌هاینز Hines table	یکنواخت Uniform	1.27	1.063	ابرهارت (I_E) Eberhart

www.SID.ir

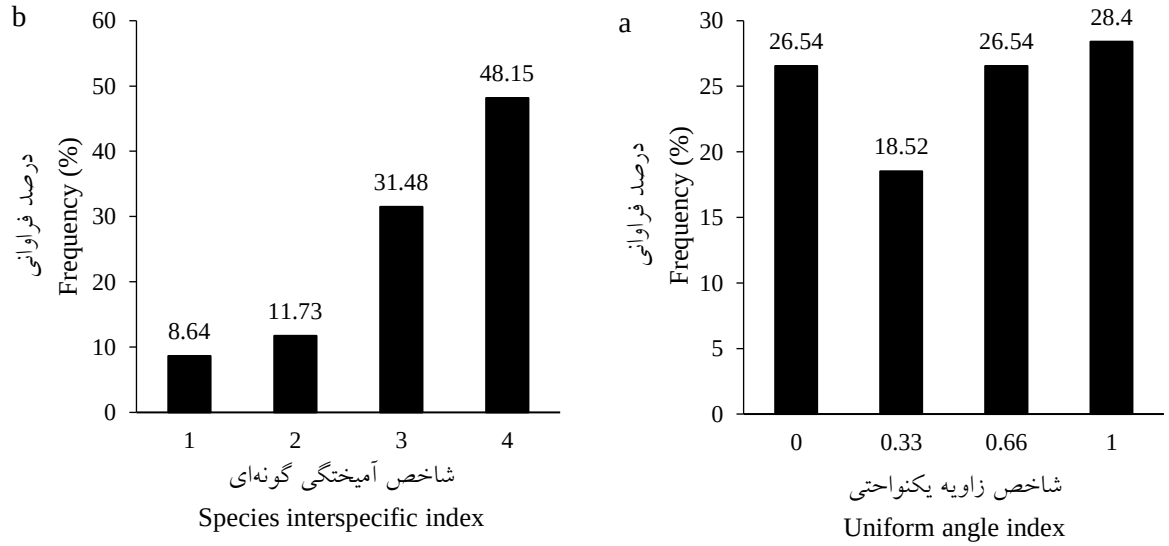
Archive of SID

ادامهٔ جدول ٦.

Continued table 6.

شاخص Index	مقدار Value	ضریب آزمون شاخص Index test coefficient	توزیع بر اساس ضریب آزمون شاخص Distribution based on index test coefficient	آزمون آماری Statistical test	توزیع بر اساس آزمون آماری Distribution based on statistical test
جانسون-زایمر (I) Johnson-Zimmer	1.276	z =-0.028	یکنواخت Uniform	آزمون z Z test	تصادفی Random -1.96< I <+1.96

متوسط شاخص آمیختگی گونه‌ای در منطقه مورد بررسی برابر با ۰/۷۳ و بیشترین طبقه آمیختگی مربوط به طبقه چهارم (۰/٦-۱) به معنی بیشترین مقدار آمیختگی بین درختان بلوط و درختان همراه بود. مقدار متوسط شاخص زاویه یکنواخت برابر با ۰/۵۲ به مفهوم الگوی پراکنش مکانی تصادفی گونه بلوط سیاه به‌دست آمد و مقدار متوسط شاخص فاصله همسایه ٤/٤٥ بود. نتایج شاخص‌های تمایز ارتفاعی و تمایز قطری مشابه بود به‌طوری‌که بیشترین فراوانی در طبقه ۰/٤ و مقدار متوسط شاخص تمایز ارتفاعی در منطقه برابر با ۰/۲۸ و تمایز قطری ۰/۱۷ محاسبه شد (شکل ٤).

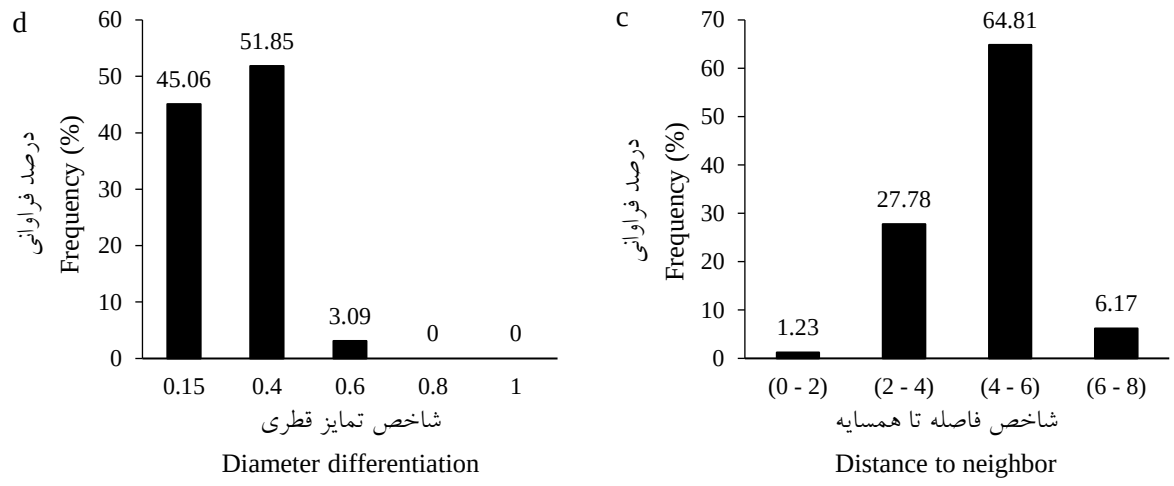


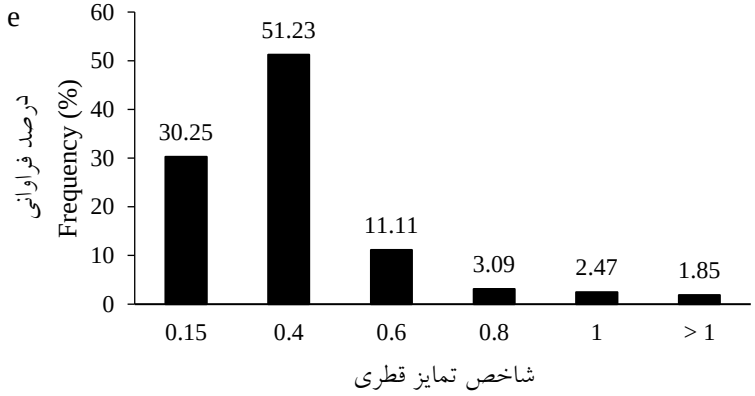
شکل ٤- نتایج شاخص‌های زاویه یکنواخت (a)، شاخص آمیختگی گونه‌ای (b)، شاخص فاصله همسایه (c)، شاخص تمایز قطری (d) و تمایز ارتفاعی (e)

Figure 4. The results of the uniform angle index (a), species interspecific index (b), Distance to neighbor index (c), Diameter differentiation index (d) and height differentiation index (e)

www.SID.ir

Archive of SID





ادامهٔ شکل ٤.

Continued figure 4.

بحث

شاخص‌های ساختاری قادرند که با صرف زمان و هزینه کم، به بررسی وضعیت فعلی ساختار جنگل و تغییرات ایجاد شده بپردازند (Etemad *et al.*, 2017). در این پژوهش از مجموعه‌ای از این شاخص‌ها با هدف بررسی کارایی آن‌ها در برآورد ویژگی‌های ساختاری توده‌های بلوط سیاه در جنگل‌های ارسباران، استفاده شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده روش فاصله‌ای برای مشخصه‌های تراکم، سطح مقطع و میانگین تاج‌پوشش گونه بلوط سیاه چندان دقیق عمل نکرد و تفاوت معنی-دار در مشخصه‌های مذکور مشاهده شد. در پژوهش Mirjalili و همکاران (2008) و Zare و همکاران (2016) بین روش نزدیک‌ترین فرد با روش آماربرداری ۱۰۰ درصد از نظر ویژگی‌های ساختار توده اختلاف معنی‌دار گزارش نشد. Zare و همکاران (2016) بیان کردند که کارایی روش‌های فاصله‌ای بسیار تحت تأثیر مقدار تراکم توده است و روش‌های تک‌فاصله‌ای کارایی قابل‌قبولی در توده‌های نیمه‌انبوه و تنک دارند. از این‌رو می‌توان عدم کارایی این روش نمونه‌برداری در این پژوهش را به‌دلیل انبوهی تراکم توده دانست و بررسی روش‌های چند فاصله‌ای برای جنگل‌های متراکمی همچون منطقه مورد بررسی پیشنهاد می‌شود. الگوی پراکنش مکانی نتیجه فرآیندهای اکولوژیکی شامل مقدار رقابت بین درختان همسایه، تراکم، تغییرات توزیع اندازه درختان، رویش، شکل تاج درختان و تنوع زیستی درون جوامع است (Wehenkel *et al.*, 2015). تعیین

www.SID.ir

Archive of SID

الگوی مکانی مطلق درختان در جنگل همیشه امکان‌پذیر نیست، از این‌رو شاخص‌های الگوی پراکنش مکانی درختان با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری کارآمد هستند به‌طوری‌که در مواردی که نیاز به ارزیابی سریع الگوی مکانی درختان باشد روش‌های فاصله‌ای قابل توصیه هستند (Erfanifard *et al*., 2012). در این پژوهش روش فاصله‌ای برای بررسی ساختار الگوی مکانی قابل‌قبول عمل کرد. Kiani و همکاران (2013) بیان کردند که الگوی پراکنش گیاهانی که با بذر تولیدمثل می‌کنند تحت‌تأثیر نوع بذرها و نحوه پراکنش آن است و عواملی مثل تنوع جنگل، شرایط رویشگاهی و فعالیت‌های انسانی نیز تأثیرگذار هستند. آن‌ها شاخص‌های جانسون–زایمر و هاپکینز را دارای کارایی مناسب و نشان‌دهنده الگوی واقعی پراکنش و شاخص‌های فاصله‌ای را دارای دقت بالا معرفی کردند. Erfanifard و همکاران (2012) نیز بر کارایی شاخص‌های فاصله‌ای تأکید کردند و شاخص ابرهارت را دارای توانایی بالا در تشخیص نوع پراکنش در توده‌ها معرفی کردند. Kiani و همکاران (2013)، Safari و همکاران (2010) و Ebrahimi and Pourbabaei (2013) علت تضاد در نتایج شاخص هاپکینز را به‌دلیل غیرتصادفی بودن الگوی پراکنش گونه دانستند و بیان کردند که این شاخص در الگوهای غیرتصادفی نتایج مطلوبی ارائه نمی‌کند. در این پژوهش نیز آزمون F این شاخص، نوع پراکنش گونه را یکنواخت یا غیرتصادفی نشان داد. در نتیجه این شاخص در توده مورد بررسی، نتایج متناقضی با دو شاخص دیگر نشان داد و شکل واقعی الگوی پراکنش را معرفی نکرد. در این پژوهش شاخص‌های جانسون–زایمر و ابرهارت الگوی گونه را یکنواخت نشان دادند، این الگوی پراکنش با مشاهدات میدانی نیز مطابقت داشت. در مناطق تخریب‌یافته، اثر چرای دام و لگدکوبی باعث خواهد شد که فاصله بین گونه‌ها زیاد و الگو به‌صورت یکنواخت باشد (Ebrahimi and Pourbabaei, 2013). Safari و همکاران (2010) تأکید کرده‌اند که کاهش تعداد پایه بر اثر رقابت درون‌گونه‌ای و تخریب، سبب ایجاد الگوی پراکنش یکنواخت می‌شود. متوسط شاخص آمیختگی گونه‌ای، بیشترین مقدار آمیختگی بین گونه بلوط سیاه با گونه‌های همراه را نشان داد که بیانگر تمایل زیاد گونه بلوط سیاه به قرار گرفتن در کنار دیگر گونه‌ها است و نشان‌دهنده رقابت‌طلبی این گونه است. این موضوع می‌تواند به‌دلیل قرارگرفتن در مرحله تکاملی خاص این گونه (شامل مراحل توالی و تحولی) باشد (Etemad *et al*., 2017) که پیشنهاد می‌شود تا نوع مرحله تکامل گونه که در هر جنگل طبیعی بر اساس مشخصات ظاهری درختان و صفات ساختاری توده قابل تشخیص است، مورد بررسی دقیق قرار گیرد. نتایج این پژوهش نشان داد که گونه بلوط سیاه تمایل به حضور در کنار همسایه‌هایی غیر از خود داشته یا به‌عبارت‌دیگر تمایل به رقابت دارد. شاخص فاصله نشان‌دهنده مقدار تراکم توده و فشار رقابتی بین درختان توده است. هرچه مقدار این شاخص بیشتر باشد به مفهوم افزایش فاصله درختان، کاهش تراکم توده و کاهش رقابت خواهد بود. در توده بررسی‌شده، مقدار متوسط این شاخص نشان‌دهنده فاصله متوسط بود به این مفهوم که درختان بلوط با همسایگان خود فاصله‌ای متوسط داشتند. بنا بر نظر Etemad و همکاران (2017) با پیشرفت مراحل تکامل به مقدار این شاخص افزوده و فشار رقابتی کاهش می‌یابد بنابراین می‌توان توده‌های مورد بررسی را در مراحل پیشرفته تکامل دانست. مقدار متوسط این شاخص در پژوهش Etemad و همکاران (2017) برابر با ٤/٧ به‌دست آمد و بیان کردند که توده مورد بررسی آن‌ها در فاز کاهش پایه، تراکم توده زیاد و رقابت بین درختان توده زیاد است. مقدار متوسط شاخص تمایز

www.SID.ir

Archive of SID

قطری نیز نشان‌دهنده تمایز قطری متوسط بین درختان بود که می‌تواند به این مفهوم باشد که درختان در قطرهای پایین، تفاوت کمی با یکدیگر دارند. درعین‌حال در طبقات بالاتر مقدار این شاخص با فراوانی صفر مشاهده شد. شاخص تمایز ارتفاعی نیز نشانگر تنوع در ساختار ارتفاعی توده‌های جنگلی است (Sefidi, 2016). این شاخص در این پژوهش اختلاف ارتفاعی کم بین پایه‌ها و همگن بودن ارتفاع درختان توده را نشان داد. نتایج این شاخص مشابه شاخص تمایز قطری و نشان‌دهنده اختلاف ارتفاعی کم بین پایه‌ها به‌دست آمد. Etemad و همکاران (2017) بیان کردند که سن، مراحل تکامل و نوع مدیریت جنگل در اختلاف ابعاد درختان تأثیر بسزایی دارد. Sefidi و همکاران (2014) نیز بیان کردند که فراوانی بیشتر در طبقات نزدیک به صفر نشان‌دهنده همگنی بیشتر و در طبقات نزدیک به یک نشان‌دهنده ناهمگنی بیشتر در اندازه قطر و ارتفاع درختان است. در پژوهش حاضر طبقات کمتر دارای بیشترین فراوانی در تمایز قطری و ارتفاعی بودند که نشان‌دهنده یکنواختی و همگنی بین درختان بلوط با همسایگان خود از نظر قطر و ارتفاع است و در طبقات بالاتر شاخص تمایز ارتفاعی فراوانی کمتری مشاهده شد. پس به‌طورکلی توده مورد بررسی از نظر ابعاد درختان همگن و یک‌دست بود. نتایج این پژوهش می‌تواند در اعمال فعالیت‌های مدیریتی در توده‌های بلوط سیاه کاربردی باشد به‌نحوی‌که با شناخت ساختار توده‌های این گونه در منطقه به مقدار رقابت‌طلبی و موفقیت گونه در رقابت در راستای اعمال فعالیت‌های پرورشی همچون نشانه‌گذاری و تنک‌کردن تدریجی جست گروه‌های شاخه‌زاد با حذف جست‌های بدفرم و نامناسب در راستای اصلاح و ترمیم ساختار جنگل، بهتر عمل شود. نتایج این پژوهش نشان داد که روش بدون قاب مورداستفاده، برای بررسی ساختار الگوی مکانی توده‌های جنگلی ارسباران مناسب بوده و بهتر است که برای دیگر توده‌ها نیز در منطقه مورد ارزیابی قرار گیرد.

References

- Alijani, V., J. Feghhi, M. Zobeiri & M. R. Marvi Mohajer, 2012. Quantifying the Spatial Structure in Hyrcanian Submountain Forest (Case Study: Gorazbon District of Kheirud Forest-Noushahr-Iran), *Iranian Journal of Natural Resources*, 65(1): 111-125. (In Persian)
- Alijanpour, A., 2016. Quantitative analysis of fruit production of *Cornus mas* L. in Arasbaran forests, *Forest Research and Development*, 2(1): 49-62. (In Persian)
- Alijanpour, A., A. Banj Shafiei & A. Asghari, 2014. The Effect of Aspect, Climate (Temperature, Precipitation) And Soil on Annual Ring Width of Cornalian Cherry in Arasbaran Forests (N.W. Iran), *Iranian Journal of Applied Ecology*, 3(7): 55-66. (In Persian)
- Alijanpour, A., J. Eshaghi Rad & A. Banej Shafiei, 2011. Effect of physiographical factors on qualitative and quantitative characteristics of *Cornus mas* L. in Arasbaran forests, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(3): 396-407. (In Persian)
- Askari, Y., E. Kafash Saei & D. Rezaei, 2013. Evaluation of different sampling methods to study of shrub density in Zagros forest, *European Journal of Experimental Biology*, 3(2):121-128.
- Ebrahimi, S. S. & H. Pourbabaei, 2013. Effect of Conservation on Spatial Pattern of Dominant Trees in Beech (*Fagus Orientalis* Lipsky) Communities, (Case Study: Masal, Guilan), *Iranian Journal of Applied Ecology*, 2(4): 13-24. (In Persian)
- Erfanifard, Y., F. Mahdian, R. Fallah Shamsi & K. Bordbar, 2012. The efficiency of distance and density-based indices in estimating the spatial pattern of trees in forests (Case study: Wild Pistachio Research Forest, Fars province, Iran), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(3): 392-379. (In Persian)
- Etemad, V., M. R. Morteza Moridi & K. Sefidi, 2017. Quantification of beech stands structure in the stem exclusion phase, *Journal*

www.SID.ir

Archive of SID

of Forest and Wood Products, 69(4): 647-656. (In Persian)
- Farhadi, P., J. Soosani & S. Y. Erfanifard, 2017. Evaluation level of tree diversity in the Hyrcanian Forests using complex structural diversity index (Case study: beech-hornbeam type, Nav-e Asalem, Gilan), *Iranian Journal of Forest and Poplar research*, 25(3): 495-505. (In Persian)
- Ghasemi-Esfahlan, S., M. Arzanlou & A. Babai-Ahari, 2016. Detection of *Biscogniauxia mediterranea*, the causal agent of charcoal rot disease on oak trees in Arasbaran forests and evaluation of its pathogenicity on oak under glasshouse conditions, *Iranian Journal of Plant Pathology*, 52(2): 217-230. (In Persian)
- Heidari, R. H., M. Zobeiri, M. Namiranian, H. Sobhani & A. Safari, 2011. Study of accuracy of nearest individual sampling method in Zagross forests, *Iranian Journal of Forest*, 2(4): 323-330. (In Persian)
- Jafari Afrapoli, M., K. Sefidi, S. M. Waez-Mousavi & S. Varamesh, 2018. Qualitative and quantitative evaluation of dead trees in English yew (*Taxus baccata*) in Afratakhteh Forests, Golestan Province, and northeastern Hyrcanian forests, *Forest Research and Development*, 3(4): 305-316. (In Persian)
- Kiani, B., A. Fallah, M. Tabari, S. M. Hosseini & M. H. Iran Nejad Parizi, 2013. Comparing Distance based and Quadrate based Methods to Identify Spatial Pattern of Saxaul *Haloxylon ammodenderon* C.A.Mey (Siah-Kooh Region, Yazd Province), *Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(4): 475-486. (In Persian)
- Mirjalili, A. B., Gh. A. Dianati Tilaki & N. Baghestani, 2008. Comparison of five distance methods for estimating density on Shrub Communities in Tang Laybid Yazd, *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 15(3): 295-303. (In Persian)
- Nikdel, M., R. Omid & A. A. Dordaei, 2013. Evaluation the effect of two products of *Bacillus thuringinsis* on *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) larvae in the Arasbaran forests, Iran, *Journal of Entomological Research*, 5(2): 171-181. (In Persian)
- Nobahar, S., K. Sefidi & Kh. Sagheb Talebi, 2018. Quantifying the structure of beech stands at old growth phase (Case study: Asalem forests, northern Iran), *Forest Research and Development*, 4(1): 85-96. (In Persian)
- Safari, A., N. Shabanian, S. Y. Erfanifard, R. H. Heidari & M. Purreza, 2010. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) (Case study: Bayangan forests, Kirmanshah), *Iranian Journal of Forest*, 2(2): 177-185. (In Persian)
- Sefidi K., C. A. Copenheaver, M. Kakavand & F. Keivan Behjou, 2014. Structural Diversity within Mature Forests in Northern Iran: A Case Study from a Relic Population of Persian Ironwood (*Parrotia persica* C.A. Meyer), *Forest Science*, 61(2): 258-265.
- Sefidi, K., 2016. Structural diversity as component of biodiversity in forest ecosystems, case study from population of Persian ironwood (*Parrotia persica* C.A. Meyer) in the north Iran, *Journal of Plant Researches* (*Iranian Journal of Biology*), 29(4): 805-818. (In Persian)
- Wehenkel, C, J. M. Brazão-Protázio, A. Carrillo-Parra, J. H. Martínez-Guerrero & F.Crecente-Campo, 2015. Correction: Spatial Distribution Patterns in the Very Rare and Species-Rich *Picea chihuahuana* Tree Community (Mexico), *Plos one*, 10(10): e0143899.
- Yazdian, F. & M. R. Marvie Mohajer, 2001. A Study of Oak Forests in Arasbaran Region, *Iranian Journal of Natural Resources*, 54(2): 153-164. (In Persian)
- Zare, L., S. Y. Erfanifard, M. Taghvai & N. Kariminejad, 2016. Efficiency of distance sampling methods in estimation of biometric characteristics of wild pistachio (*Pistachio atlantica* subsp. *mutica*) open stands in Zagros, *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(3): 1512-1537. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Efficiency evaluation of the plotless method methods for estimating the spatial structure of Persian oak (*Quercus macranthera*) stands in Arasbaran forests

M. Safari[1], K. Sefidi[*2], A. Alijanpour [3] and M. R. Elahian[4]

1- M.Sc. of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I. R. Iran. (miladsafari1372@gmail.com)
2- Associated Professor, Faculty of Agriculture and Natural Recourses, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I. R. Iran. (kiomarssefidi@gmail.com)
3- Associated Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Recourses, University of Urmia, Urmia, I. R. Iran. (a.alijanpour@urmia.ac.ir)
4- Senior Expert, Azarbaijan Province Department of Natural Resources, Tabriz, I. R. Iran. (razi.elah@yahoo.com)

Received: 06.03.2018 Accepted: 09.09.2018

Abstract

This study was conducted to investigate the non-framed sampling methods for estimating the structure and spatial distribution pattern in Persian oak (*Quercus macranthera*) stands. Field sampling with distance method as a non-framed sampling methods was done in nine plots, each with one hectare, and totally by 81 points using systematic random network. Density, basal area, canopy of trees and spatial distribution pattern were calculated. According to the results, the Hopkins spatial pattern distribution indices were calculated. The results of Clump distribution, Eberhart and Johnson-Zimmer indices showed uniform distribution pattern for the species. In addition, structural indices showed that the value of the indices of distance to neighbor was 4.45, height difference was 0.28, diameter difference was 0.17, and the species interspecific index was 0.73 which indicate high composition of *Q. macranthera* with other accompanying species in the studied area. Also, the average value of the uniform angle index was 0.52. Density, basal area, canopy of trees resulted by sampling method had significant differenc with real amount that resulted from 100% inventory.

Keywords: *Quercus macranthera*, Arasbaran forest, Structural diversity, Eberhart index, Distance sampling.

[*] Corresponding author Tel: +989127264066

www.SID.ir