



دانشگاه گورگان، دانشکده منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و ششم، شماره سوم، ۱۳۹۸

۸۳-۹۶

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2019.16694.1812

تبیین الگوی مکانی گونه بلوط ایرانی (*Quercus persica* J. & Sp.)

در ناحیه رویشی زاگرس با استفاده از آماره O-ring

*نسترن نظریانی^۱، اصغر فلاح^۲، حبیب‌الله رضانی موزیرجی^۳، حامد نقوی^۴ و حمید جلیوند^۲

^۱دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،

^۲دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،

^۳محقق، سوئد، اومئو، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی سوئد،

^۴استادیار گروه جنگلداری، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۳

چکیده

سابقه و هدف: پراکنش مکانی درختان گونه بلوط ایرانی نقش مهمی در پویایی بوم‌سازگان‌های جنگل‌های غرب کشور و مدیریت بهینه آن‌ها دارد. به‌طورکلی توزیع مکانی پدیده‌ها به سه حالت تصادفی، منظم و خوشه‌ای است. جنگل دارای دو ساختار افقی و عمودی است که منظور از ساختار افقی پراکنش سطحی درختان در عرصه جنگلی و ساختار عمودی پراکنش ارتفاعی درختان در توده جنگلی تعریف می‌شود. یکی از خصوصیات مهم توده‌های جنگلی نحوه توزیع و پراکنش درختان به صورت افقی است. بلوط ایرانی یکی از گونه‌های اصلی ساختار جنگل‌های زاگرس است؛ بنابراین شناخت الگوی پراکنش این گونه می‌تواند یکی از عوامل مهم در راستای حفظ، احیا و توسعه جنگل‌های منطقه باشد.

مواد و روش‌ها: در راستای این پژوهش مساحت ۳۰ هکتار از جنگل‌های سامان عرفی اولادقباد در غرب استان لرستان واقع در شهرستان کوه‌دشت انتخاب شد. برای اجرای عملیات میدانی با تفکیک هر یک هکتار از سطح منطقه مورد پژوهش در قالب قطعه‌نمونه یک هکتاری به صورت تصادفی بر اساس آماربرداری کامل، قطر برابرینه همه درختان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سپس با تعیین ایستگاه اولیه در سطح هر قطعه‌نمونه و اندازه‌گیری مختصات جغرافیایی آن با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جغرافیایی، به مراتب مختصات همه پایه‌های مختلف گونه مورد مطالعه با اندازه‌گیری فاصله-آزیموت درختان بر مبنای محاسبه مثلثات دکارتی تعیین شد. سپس درختان اندازه‌گیری شده بر اساس قطر برابرینه به سه کلاس کم‌قطر، میان‌قطر و قطور تقسیم شدند. بررسی الگوی مکانی درختان بلوط ایرانی با تابع تک‌متغیره آماره O-ring انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد الگوی مکانی درختان به دلیل ایجاد جست گروه و پاجوش و تراکم بیش‌تر گونه‌های شاخه‌زاد نسبت به گونه‌های دانه‌زاد در فواصل کوتاه از درخت پایه (معمولاً ۲۰-۲۵ متری) خوشه‌ای و سپس با بزرگ شدن مقیاس در برخی جهت‌های جغرافیایی (جهت‌های شمال و شمال‌غرب) به دلیل دخالت‌های انسانی و حذف زادآوری‌ها با چرای دام یکنواخت است.

* مسئول مکاتبه: nazariani69@yahoo.com

نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که در غالب منطقه مورد بررسی الگوی پراکنش از نوع خوشه‌ای است، بنابراین باید طرح‌های مدیریتی و دخالت‌های جنگل‌شناسی به‌گونه‌ای باشد که الگوی پراکنش به‌سمت الگوی خوشه‌ای سوق داده شود. نتایج به‌دست آمده می‌تواند در طراحی الگوهای کاشت مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: آماره O-ring، بلوط ایرانی (*Quercus persica J. & Sp.*)، تحلیل مکانی، جنگل‌های زاگرس

مقدمه

امروزه برای برنامه‌ریزی‌های مدیریتی و مطالعات بوم‌شناختی اطلاع از نحوه پراکنش افراد جامعه از اهمیت بالایی برخوردار است و بدون داشتن اطلاعات مکانی و الگوی پراکنش افراد در جوامع، اجرای هر برنامه‌ای با مشکل مواجه خواهد شد. الگوی مکانی درختان در یک قطعه‌نمونه از توده جنگلی تحلیل می‌شود که از شکل و اندازه مشخصی برخوردار است و موقعیت مکانی درختان در آن ثبت شده است که این الگو در شناخت بهتر برهم‌کنش بین درختان و روابط متقابل آن‌ها با محیط اطرافشان مؤثر است (۵). توزیع مکانی درختان از دو حالت تصادفی و غیرتصادفی پیروی می‌کند. الگوی غیرتصادفی به دو شکل خوشه‌ای و یکنواخت بیانگر وجود برخی از محدودیت‌ها در جمعیت است (۲۵). طبق گزارش موجود در سازمان خواروبار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۳، سطح بوم‌سازگان‌های طبیعی جنگل در مقیاس جهانی بیش‌ازپیش رو به کاهش بوده و در حال حاضر حدود ۳۱ درصد از سطح کره زمین پوشیده از پوشش جنگلی است (۶). در این رابطه، ناحیه رویشی زاگرس به‌عنوان گسترده‌ترین ناحیه رویشی کشور با وسعت حدود پنج میلیون هکتار جزء جنگل‌های نیمه‌خشک محسوب شده و ۴۰ درصد از سطح کل جنگل‌های کشور را در بر گرفته است، اما مردم محلی در جنگل‌های زاگرس برای تهیه علوفه، چوب سوخت و تأمین معیشت خود، یک مدیریت سنتی از زمین جنگل و فرآورده‌های جنگلی را دنبال می‌کنند (۹).

جنگل‌های زاگرس به لحاظ بوم‌شناختی و اقتصادی جزو مهم‌ترین زیست‌بوم‌های جنگلی کشور هستند. این جنگل‌ها در بیش‌تر مناطق با جای دادن جمعیت زیادی در خود به یک منبع حیاتی برای امرار معاش نیز تبدیل شده‌اند. به همین سبب مجموعه روابط مشخصی بین جنگل و مردم شکل گرفته است، هر چند جنگل‌های زاگرس امروزه به‌علت قطع بی‌رویه و چرای مفرط اغلب به حالت مخروبه درآمده‌اند، بیش‌تر فرم شاخه‌زاد را تشکیل داده‌اند. تیپ غالب جنگل‌های لرستان از گونه بلوط ایرانی (*Quercus persica J. & Sp.*)، تشکیل شده است. طی دهه‌های گذشته بخش بزرگی از جنگل‌های زاگرس به‌ویژه جنگل‌های سامان عرفی اولادقباد شهرستان کوه‌دشت واقع در غرب استان لرستان با توجه به شرایط سخت محیطی و اجتماعی موجود در این جنگل‌ها، توسط مردم محلی برای جبران هزینه‌های معیشتی و کشت غیرمجاز در زیراشکوب جنگل به‌نوعی سبب جنگل‌زدایی و تخریب در این منطقه شده است (۱۸). امروزه مدیریت صحیح این جنگل‌ها اهمیت زیادی دارد. لازمه مدیریت و برنامه‌ریزی اصولی نیازمند داشتن اطلاعات کمی و کیفی مناسب از زیرمجموعه مدیریت است. آماربرداری جنگل تأمین این اطلاعات را که مربوط به مشخصات کمی جنگل به‌ویژه تراکم (تعداد در هکتار)، تاج‌پوشش و سطح مقطع است، به‌عهده داشته و در این میان نقش اساسی دارد (۱۷). تحلیل الگوی پراکنش درختان یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های ارزیابی و پیش‌بینی ویژگی‌های آینده جنگل‌ها بوده که

خشکیدگی ۲۷ پایه در هکتار است. الگوی پراکنش درختان دچار خشکیدگی تا شعاع ۳۵ متری خوشه‌ای و پس از آن یکنواخت بود. تحلیل واریوگرام هم نشان داد که درصد خشکیدگی و قطر برابرسینه دارای ساختار مکانی قوی قابل مدل‌سازی و سطح تاج و ارتفاع کل دارای ساختار مکانی ضعیف است. نمودار MCF نشان داد که قطر برابرسینه درختان خشکیده مجاور مشابه نیست، اما درصد خشکیدگی آن‌ها به هم شباهت دارد (۲). نتایج قنبری و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی رویشگاه‌های با سابقه حفاظتی متفاوت کلاله و وایقان با سابقه حفاظت طولانی مدت و کورن با سابقه حفاظت کوتاه‌مدت از نظر ترکیب و ساختار درختان موجود در این توده‌ها با استفاده از تابع k رایپلی نشان داد به تقریب تمامی گونه‌ها در توده‌های مطالعه‌شده، پراکنش خوشه‌ای داشته و فقط ممرز در رویشگاه کورن پراکنش تصادفی داشت، بنابراین پیشنهاد دادند که هر نوع دخالت با رعایت درصد آمیختگی و حفظ الگوی پراکنش خوشه‌ای گونه‌ها انجام شده و از جنگل‌کاری با گونه خالص خودداری شود تا هم تنوع زیستی و هم پایداری توده‌ها تضمین شود (۸). نتایج پژوهش اخوان و همکاران (۲۰۱۸) با هدف تعیین الگوی مکانی سه گونه عمده بلوط شامل برودار، مازودار و وی‌ول در جنگل‌های زاگرس شمالی و همچنین بررسی رقابت بین‌گونه‌ای آن‌ها در جنگل‌های اطراف بانه کردستان با استفاده از حالت‌های تک‌متغیره و دو متغیره آماره آرینگ نشان داد الگوی کلی پراکنش پایه‌های بلوط در مقیاس مکانی کوچک یعنی حداکثر تا فاصله ۱۵ متری خوشه‌ای است، ولی با بزرگ شدن مقیاس بررسی به سمت الگوی تصادفی میل می‌کند. بررسی رقابت بین‌گونه‌ای و کنش متقابل گونه‌های مختلف جنس بلوط نیز نشان داد که رقابت معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد و در بیش‌تر موارد اثر متقابل از نوع مستقل یا در نهایت جاذبه است. دانه‌زاد بودن

در ارتباط تنگاتنگ با رقابت، کانون زادآوری و پراکنندگی درختان در بوم‌سازگان‌های طبیعی جنگل است (۱۳). با استفاده از تحلیل‌های الگوی مکانی و اجتماع‌پذیری، توزیع مکانی درختان هر یک از گونه‌های مختلف، ویژگی‌های آشیان‌های بوم‌شناختی، فیزیولوژیکی و سهم عوامل مختلف رویشگاهی در ارتباط با الگوی پراکنش و نحوه اجتماع‌پذیری درختان شناسایی خواهد شد (۱۰). در این میان با تغییرات مراحل تحولی جنگل همه ویژگی‌های دینامیکی توده‌های طبیعی و به تبع آن الگوی پراکنش و اجتماع‌پذیری بین درختان دستخوش تغییراتی می‌شود. مراحل تحولی جنگل اعم از مرحله صعود (Initial)، بلوغ یا اوج (Optimal) و تخریب (Decay) با فازهای تحولی مختلف بیانگر روند طبیعی توده‌های بوم‌سازگان جنگل هستند که البته تحت تأثیر آشفته‌گی‌های مختلف در مقیاس کوچک یا بزرگ می‌توانند دارای ویژگی‌های متفاوت باشند. توزیع مکانی و اجتماع‌پذیری درختان در قالب رقابت تأثیرات بارزی روی پویایی جمعیت، زنده‌مانی و همزیستی بین گونه‌های مختلف درختان دارد (۱۰). شناخت الگوی پراکنش مکانی گیاهان در تشخیص سازوکارهای خاص آن‌ها، تشریح پایداری بوم‌سازگان، ارزیابی طرح‌های مدیریتی و اقدامات حفاظتی و احیایی مفید است (۱۶). نظر به اهمیت مطالعه الگوهای مکانی گونه‌های درختان در توده‌های طبیعی مطالعات بسیاری در داخل و خارج از کشور انجام شده است. در این زمینه می‌توان به بررسی اخوان و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی ساختار، الگو و همبستگی مکانی متغیرها (نوع گونه، قطر برابرسینه، فرم پرورشی، ارتفاع کل، درصد خشکیدگی و سطح تاج درختان خشکیده و مختصات جغرافیایی) با استفاده از تحلیل واریوگرام، آماره O-ring و تابع همبستگی نشان‌دار (MCF) در جنگل زرآب استان ایلام اشاره کرد که نتایج نشان داد تراکم درختان دچار

انسانی منفی یا ناهمگونی زیستگاه موجود باشد. علاوه بر این، ناهمگونی زیستگاه، پراکندگی محدود بذر و رقابت خاص بین گونه‌ای ممکن است مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر الگوها و توزیع‌های گونه باشد (۲۷). پودلاسکی (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی توزیع جوامع درختی *Abies alba* Mill. و *Fagus sylvatica* L. در کوه‌های Świętokrzyskie در مرکز اروپا با استفاده از تابه K رایپلی و آماره O-ring پرداختند. نتایج نشان داد الگوهای توزیع ضعیف (تا فاصله‌ای ۱۰ متر) معمولاً تصادفی و در راستای پویایی منظمی است. در چند قسمت، الگوهای توزیع درختی در فواصل به‌ترتیب از ۵ تا ۱۰ متر و از ۷ تا ۱۰ متر دارای توزیع خوشه‌ای است. ایشان بیان نمود استفاده طولانی‌مدت از سیستم جنگلی و همچنین فرآیندهای طبیعی منجر به خودتنظیمی و بازسازی بوم‌سازگان جنگلی و ایجاد الگوهای توزیع مشابه درختان در همه نقاط جنگل می‌شود (۲۲).

از این‌رو در پژوهش حاضر با تحلیل الگوی مکانی درختان بلوط که جمعیت غالب جنگل‌های زاگرس را تشکیل می‌دهد در گروه‌های مختلف سنی و همچنین با توجه به جهت‌های جغرافیایی مختلف به بررسی پایداری جنگل‌های سامان عرفی اولادقباد شهرستان کوه‌دشت با استفاده از آماره O-ring پرداخته شده است. چرا که تابع O-ring یک تابع توزیع احتمالی با تشریح تراکم همسایه و نقاط مجاور است و با استفاده از تابع آن می‌توان تراکم و پراکندگی را در یک فاصله فرضی هم به‌دست آورد.

مواد و روش‌ها

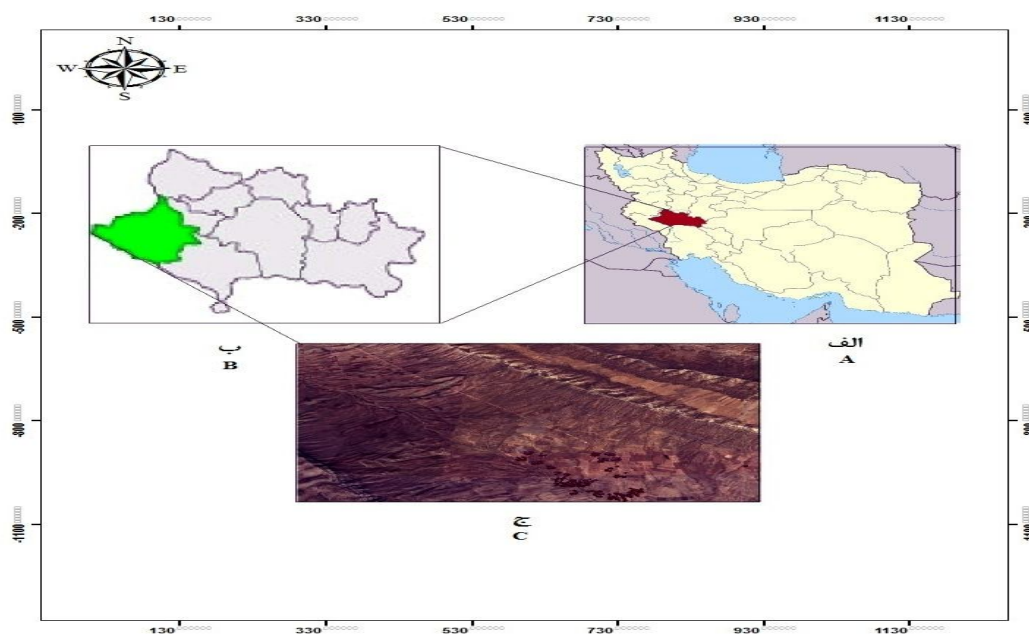
به‌منظور انجام پژوهش حاضر، بخشی از جنگل‌های زاگرس واقع در ۳۵ کیلومتری شمال شهرستان کوه‌دشت، به نام سامان عرفی اولادقباد

اغلب توده‌ها، همگنی رویشگاه و نبود رقابت بین‌گونه‌ای از عوامل مؤثر در شکل دادن الگوی پراکنش بینابینی خوشه‌ای- تصادفی بلوط‌ها تعیین شد. با توجه به نبود رقابت معنادار بین پایه‌های این سه گونه بلوط، هر گونه دخالت با هدف احیاء و غنی‌سازی این توده‌ها باید با رعایت آمیختگی فردی و حفظ الگوی پراکنش خوشه‌ای- تصادفی انجام گیرد و از تک‌کشتی پرهیز شود (۳).

در خارج از کشور نیز نتایج جانیک و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی الگوی مکانی و اثرات متقابل کلاسه‌های مختلف قطری راش در جنگل‌های جمهوری چک بر اساس الگوی گونه مورد مطالعه در همه کلاسه‌های قطری تا فاصله پنج‌متری از درختان تمایل به خوشه‌ای شدن را نشان داد. همچنین نتایج تحلیل اثرات متقابل کلاسه‌های قطری مختلف راش نشان داد که تا کلاسه قطری چهار سانتی‌متری اثرات متقابل به‌صورت مثبت و در کلاسه‌های قطورتر به‌صورت منفی است (۱۱). ژانگ (۲۰۱۷) الگوهای توزیع و ترکیبات درختان با استفاده از آمار استنباطی (یک تابع همبستگی جفتی) در جنگل‌های جین گولینگ در شمال‌شرقی چین را بررسی کرد. نتایج نشان داد در مقیاس‌های بزرگ برای برخی از گونه‌های درخت توزیع خوشه‌ای مشاهده شد که احتمالاً ناشی از ناهمگونی محیطی، پراکندگی محدود بذر یا ویژگی‌های زیستی دانه‌ها بود. با این حال، توزیع‌های تصادفی یا حتی یکنواخت، یک فرایند "خود ریزش" با رقابت داخلی خاص را نشان دادند. همچنین در مقیاس‌های کوچک در میان جفت‌های مختلف در کلاس‌های مختلف درخت یافت می‌شد که ممکن است عملکرد تحمل سایه آشیان‌های بوم‌شناختی مختلف و یا تأثیر ناهمگونی زیستگاه بر روی توزیع باشد، در حالی که ارتباطات منفی در مقیاس‌های بزرگ ممکن است ناشی از دخالت‌های

نظر تقسیم‌بندی جهانی جزء جنگل‌های معتدله خزان‌کننده محسوب شده و از نظر تقسیم‌بندی کشوری جزء جنگل‌های نیمه‌خشک زاگرس محسوب می‌شود (۲۰). ساختار عمودی اغلب توده‌های جنگلی منطقه معمولاً یک اشکوبه بوده و منشأ زادآوری و فرم پرورشی گونه‌های درختان منطقه اغلب غیرجنسی و شاخه‌زاد است. بلوط ایرانی (*Quercus persica* J. & Sp.)، کبک (*Acer monspessulanum* L. Boiss.)، زالزالک (*Cerataegus meyeri* A. Pojark.)، گلابی وحشی (*Pyrus glabra* Boiss.)، بنه (*Pistacia atlantica* F. & M.)، شن چنار (*Lonicera nummulariifolia* J. & Sp.)، بید (*Salix* sp.) و *Platanus orientalis* L.) گونه‌های درختی را در منطقه تشکیل می‌دهد؛ اما بلوط ایرانی گونه غالب گیاهی در منطقه است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

انتخاب شد. این منطقه در محدوده جغرافیایی $33^{\circ} 41' 45''$ تا $33^{\circ} 42' 5''$ عرض شمالی و $47^{\circ} 28' 1''$ تا $47^{\circ} 28' 34''$ طول شرقی واقع شده است. اقلیم این منطقه از نوع نیمه‌خشک است. بافت خاک شنی-رسی دارای ساختمان مکعبی و از نفوذپذیری مناسبی برخوردار است. خاک‌های نواحی کوهستانی و دره‌ای شهرستان عمدتاً قهوه‌ای بلوطی‌رنگ پدوکان (خاک‌های قهوه‌ای) و خاک‌های دره‌ای است و بیش‌تر از کانی‌های رسوبی بوده و در ایجاد آن‌ها عوامل آب و هوا و سنگ مادر نقش مؤثری داشته است. محدودیت عمده در خاک‌های منطقه مورد مطالعه عمدتاً بیرون‌زدگی سنگی، شیب زیاد، عمق کم خاک و حساسیت به فرسایش آبی است. تخریب پوشش در سال‌های اخیر به علت چرای مفرط دام و اجرای غیراصولی پروژه‌های عمرانی فرسایش آبی خاک را افزایش داده است (۷). جنگل‌های منطقه از



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه الف) روی نقشه ایران، ب) روی نقشه لرستان و ج) شهرستان کوهدشت.

Figure 1. Location of the studied area a) On the map of Iran, b) On the map of Lorestan and c) Kuhdasht city.

تابع $O(r)$ O-ring: در تابع O-ring که با استفاده از تابع g به دست می‌آید، به جای اندازه‌گیری تعداد نقاط (درختان) در دایره‌ای با شعاع r نقاط داخل حلقه‌ای با عرض معین، شعاع r و مرکز تصادفی شمارش می‌شوند (رابطه ۱).

$$O(R) = \lambda g(R) \quad (1)$$

که در آن، λ تراکم نقاط در الگوی مورد بررسی است. مقدار این تابع برای یک الگوی تصادفی برابر تراکم نقاط (درختچه‌ها) (λ) است. بیش‌تر بودن این تابع از تراکم، بیانگر الگوی مکانی خوشه‌ای و کم‌تر بودن آن نشان‌دهنده الگوی مکانی پراکنده است (۲۶).

در این پژوهش ۹۹ بار شبیه‌سازی مونت‌کارلو با احتمال ۹۵ درصد انجام گرفت و فاصله مورد عمل برای محاسبه آماره O-ring تک‌متغیره ۳۰ متر در نظر گرفته شد، چون در فواصل بیش از ۳۰ متر تغییری در الگوی مکانی توابع تک‌متغیره ایجاد نشد.

محاسبات مربوط به تعیین مقادیر آماره O-ring و الگوی پراکنش درختان با استفاده از نرم‌افزار ۲۰۱۰ Programita انجام شد (۴).

نتایج و بحث

با آماربرداری در ۳۰ قطعه نمونه تصادفی در عرصه مورد پژوهش بیشینه و کمینه تعداد پایه‌ها در قطعات نمونه مورد بررسی به ترتیب ۱۱ و ۱۱۴ پایه در هکتار بود و در مجموع نیز قطر برابرینه ۱۵۴۱ اصله درخت در عرصه‌ای به مساحت ۳۰ هکتار اندازه‌گیری و مختصات دکارتی $[x, y]$ آن‌ها تعیین شد. مشخصات توصیفی درختان بلوط ایرانی در کلاسه‌های قطری مختلف در جدول ۱ ارائه شده است.

روش کار: به منظور انجام پژوهش حاضر مساحت ۳۰ هکتار، از جنگل‌های منطقه در قالب قطعات نمونه یک هکتاری با ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ مترمربع به صورت تصادفی و پراکنده از محدوده‌ای ۲۵۰۰ هکتاری از بخش‌های به نسبت کم‌تر دست‌خورده به صورت کامل آماربرداری شد. بدین منظور در هر قطعه نمونه مختصات دقیق هر درخت ثبت شد. بدین ترتیب که فاصله و آزمون درخت اول نسبت به گوشه جنوب غربی قطعه نمونه یک هکتاری (نقطه مبنا) با دستگاه قطب‌نمای سونتو و متر نواری اندازه‌گیری شد. با توجه به انبوهی پراکنش درختان در برخی قطعات نمونه و با استناد به این که دستگاه موقعیت‌یاب در بهترین حالت حداقل دارای ± 5 متر خطا است، مختصات درختان در سطح قطعات نمونه نسبت به ایستگاه تعیین شده و در نهایت از طریق روابط مثلثاتی به مختصات دکارتی $[x, y]$ تبدیل شد (۱۵). همچنین در فرم آماربرداری مشخصاتی مانند نوع گونه و قطر برابرینه درختان موجود نیز ثبت شد.

تحلیل داده‌ها: در مرحله اول از تحلیل الگوی مکانی، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌های آماربرداری شده استفاده شد. متعاقباً بر مبنای مقادیر عددی آزمون مذکور به جهت بررسی معنی‌داری تغییرات قطرهای اندازه‌گیری شده درختان منطقه از آزمون کروسکال والیس استفاده شد. سپس نقشه نقطه‌ای درختان موجود در منطقه مورد بررسی، در محیط نرم‌افزار Matlab₂₀₁₄ بر اساس مختصات UTM به دست آمد.

با توجه به قطرهای اندازه‌گیری شده گونه درختی مورد مطالعه سه کلاسه معرفی شد. کلاسه‌های مربوط شامل کلاسه کم‌قطر (تا قطر ۳۲/۴ سانتی‌متر)، میان‌قطر (قطر ۳۲/۵ تا ۵۲/۴ سانتی‌متر) و قطور (بیش از ۵۲/۵ سانتی‌متر) است (۱).

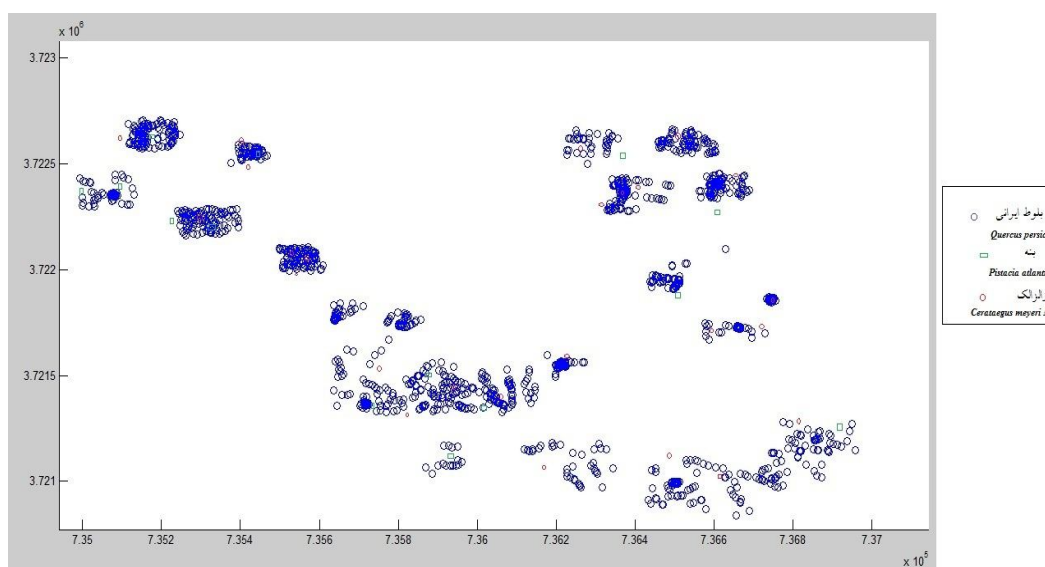
جدول ۱- مشخصات توصیفی درختان بلوط ایرانی در کلاسه‌های قطری مختلف.

Table 1. Descriptive characteristics of Iranian oak trees in different diameter diapers.

| جمع | قطور | میان قطر | کم قطر | کلاسه قطری |
|-------|--------|-----------------|--------------|--------------------------------------|
| Total | Robust | Diameter middle | Diameter low | Diameter classifieds |
| - | 58.74 | 44.50 | 12.02 | میانگین (سانتی متر) Average (cm) |
| - | 56.0 | 44.5 | 12.0 | میانه (سانتی متر) Median (cm) |
| 1541 | 70 | 6 | 1465 | فراوانی مطلق Absolute frequency |
| 100 | 4.54 | 0.40 | 95.06 | درصد فراوانی Frequency percentage |

کم قطر (تا قطر ۳۲/۴ سانتی متر)، میان قطر (قطر ۳۲/۵ تا ۵۲/۴ سانتی متر) و قطور (بیش از ۵۲/۵ سانتی متر).

شکل ۲ نقشه نقطه‌ای موقعیت درختان موجود در منطقه مورد بررسی، در محیط نرم افزار Matlab₂₀₁₄ به تفکیک قطعات نمونه را نشان می‌دهد.



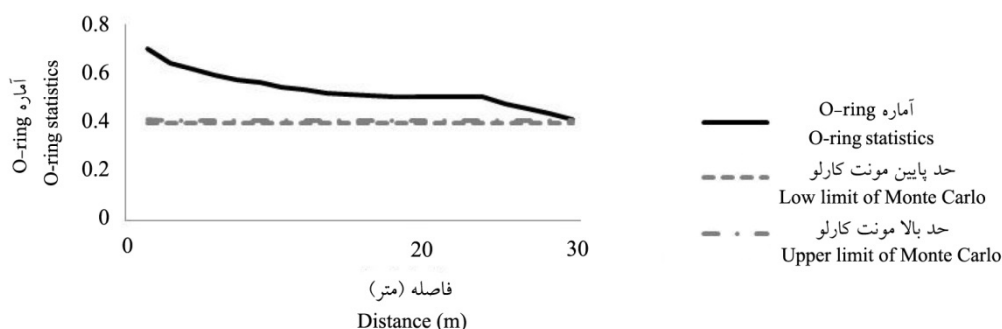
شکل ۲- نقشه نقطه‌ای درختان بلوط ایرانی، بنه و زالزالک در محیط نرم افزار Matlab₂₀₁₄ بر اساس مختصات UTM.

Figure 2. Point map of *Quercus persica*, *Pistacia atlantica* and *Cerataegus meyeri* A. Pojark trees in Matlab₂₀₁₄ software environment based on UTM coordinates.

می‌شود که برای کل منطقه مورد بررسی مقدار آماره O-ring بالاتر از محدوده مونت کارلو قرار گرفته و در نتیجه الگوی پراکنش درختان به طور کلی خوشه‌ای است. همچنین در شکل‌های ۱-۳، ۲-۳ و ۳-۳ الگوی پراکنش درختان به ترتیب برای طبقه‌های قطری

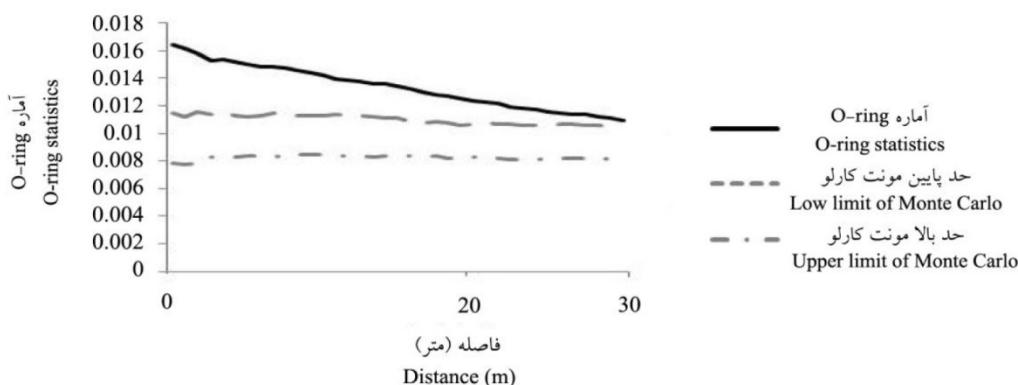
آماره O-ring: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنف، بر نرمال نبودن توزیع درختان بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی دلالت دارد. شکل ۳ الگوی پراکنش درختان بلوط ایرانی را در کل منطقه نشان می‌دهد. با توجه به شکل ملاحظه

کم‌قطر، میان‌قطر و قطور در فواصل یکسان تقریباً ۲۲ متر خوشه‌ای به‌دست آمد. لازم به ذکر است در فواصل بیشتر از فاصله مذکور الگوی پراکنش درختان به‌ترتیب برای طبقه کم‌قطر همچنان خوشه‌ای، برای طبقه‌های میان‌قطر و قطور یکنواخت است.



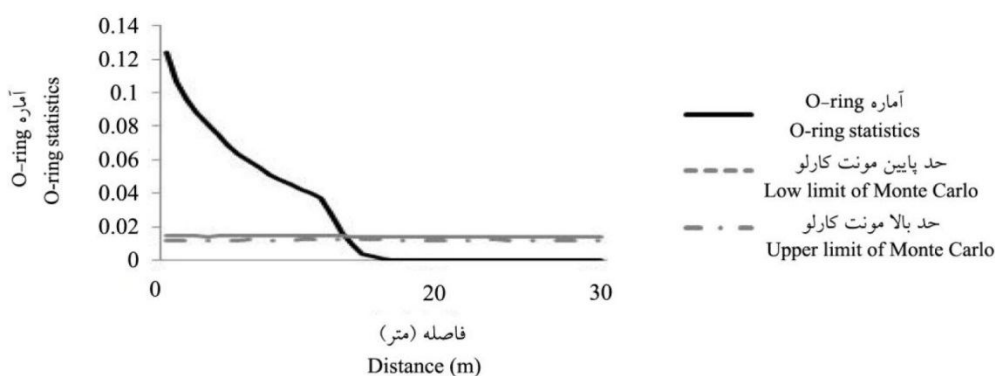
شکل ۳- نمودار آماره O-ring و حدود مونت کارلو (محدوده خط‌چین) در کل منطقه و به تفکیک کلاسه‌های قطری.

Figure 3. O-ring statistics chart and the Monte Carlo envelope (line of China line) in the whole region, broken down by diameter diagonals.



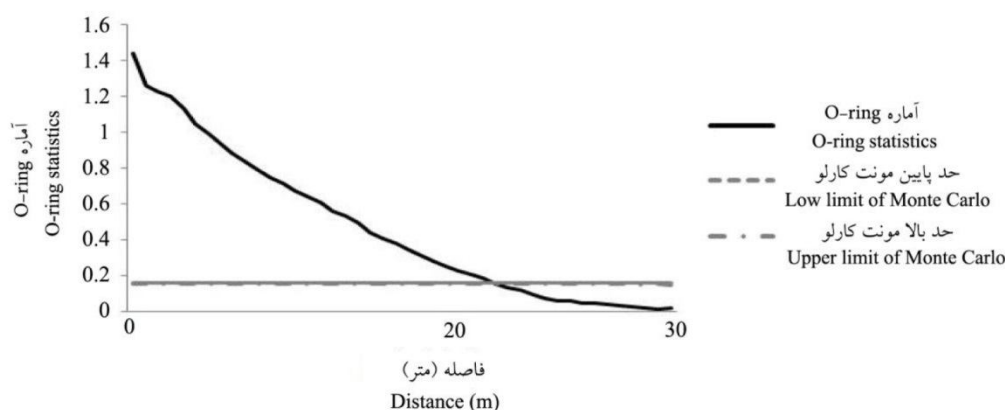
شکل ۳-۱- نمودار آماره O-ring و حدود مونت کارلو برای کلاسه قطری کم‌قطر.

Figure 3.1. Diagram of O-ring statistics and Monte Carlo limits for low diameter class figure.



شکل ۳-۲- نمودار آماره O-ring و حدود مونت کارلو برای کلاسه قطری میان‌قطر.

Figure 3.2. O-ring statistics diagram and Monte Carlo boundary for the diagonal class qatar.



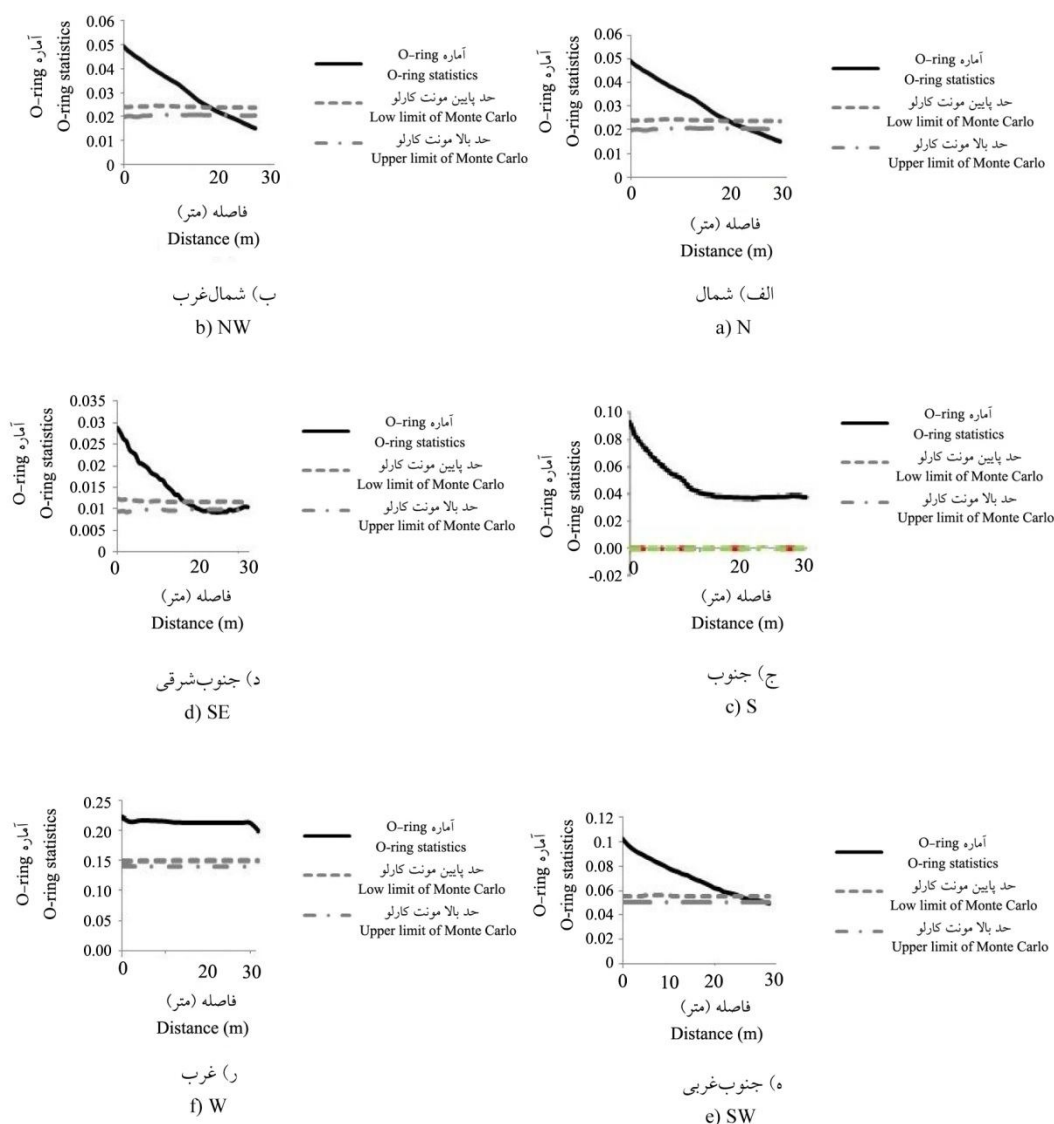
شکل ۳-۳- نمودار آماره O-ring و حدود مونت کارلو برای کلاسه قطری قطور.

Figure 3.3. Diagram of O-ring statistics and Monte Carlo approximation for thick diagonal class.

(اگر آماره O-ring بالاتر، در میان یا پایین تر از حدود مونت کارلو قرار گیرد، الگوی مکانی به ترتیب خوشه‌ای، تصادفی و یکنواخت خواهد بود (۱)).
(If the O-ring statistic is higher, in the middle, or lower than the Monte Carlo range, the spatial pattern will be clustered, random and uniform (1)).

است. در شکل ۴- ج مقدار آماره O-ring در کل منطقه به طور کامل بالاتر از حدود مونت کارلو قرار گرفته است که نشان‌دهنده خوشه‌ای بودن الگوی پراکنش درختان در جهت جغرافیایی جنوب در منطقه مورد بررسی است. شکل ۴- د مقدار آماره O-ring تا فاصله تقریبی ۲۲ متری بالاتر از حدود مونت کارلو قرار گرفت که الگوی خوشه‌ای را برای منطقه در جهت جنوب شرقی نشان می‌دهد. از فاصله ۲۲ متری به بعد مقدار آماره در میان حدود مونت کارلو قرار گرفت که الگوی تصادفی را برای منطقه در جهت جنوب شرقی نشان می‌دهد. تا فاصله ۲۵ متری در جهت جنوب غربی الگوی خوشه‌ای بر منطقه مورد بررسی حاکم است زیرا مقدار آماره O-ring بالاتر از حدود مونت کارلو قرار دارد. از فاصله ۲۵ متری به بعد الگوی پراکنش در این جهت تصادفی است. در جهت جنوب شرقی مقدار آماره O-ring در کل منطقه بالاتر از حدود مونت کارلو قرار گرفته که الگوی پراکنش خوشه‌ای را در منطقه در جهت فوق‌الذکر نشان می‌دهد.

در شکل ۴ الگوی پراکنش درختان بلوط ایرانی در سامان عرفی اولادقباده به تفکیک شش جهت جغرافیایی مختلف موجود در منطقه آورده شده است. شکل ۴- الف نشان می‌دهد تا فاصله ۲۰ متری مقدار آماره O-ring بالاتر از حدود مونت کارلو قرار دارد که گویای خوشه‌ای بودن الگوی پراکنش درختان در جهت جغرافیایی شمال است؛ اما در فاصله ۲۰ تا ۲۸ متری در همان جهت مقدار آماره در داخل محدوده مونت کارلو قرار گرفته که نشان‌دهنده تصادفی بودن الگوی پراکنش درختان است و از فاصله ۲۸ متری به بعد مقدار آماره پایین‌تر از محدوده مونت کارلو قرار گرفته که یکنواخت بودن الگوی پراکنش را نشان می‌دهد. شکل ۴- ب الگوی پراکنش درختان را در جهت جغرافیایی شمال غرب نشان می‌دهد. در این جهت جغرافیایی تا فاصله ۲۰ متری مقدار آماره O-ring بالاتر از حدود مونت کارلو قرار گرفته که گویای خوشه‌ای بودن الگوی پراکنش درختان است و از فاصله ۲۰ متری به بعد نیز مقدار آماره فوق‌الذکر پایین‌تر از محدوده مونت کارلو قرار گرفته است که نشان‌دهنده یکنواخت بودن الگوی پراکنش درختان



شکل ۴- نمودارهای آماره O-ring به تفکیک جهت‌های جغرافیایی.

Figure 4. O-ring statistics graphs by geographic directions.

به قطور یک روند افزایشی پایینی در تراکم درختان مشاهده شد (جدول ۱). علت کاهش تراکم از کلاسه میان‌قطر و قطور نسبت به کم‌قطر همان‌طور که در بررسی نظریاتی و همکاران (۲۰۱۷) ذکر شده جنگل‌زدایی درختان در کلاسه‌های میان‌قطر و قطور به‌منظور تأمین بخشی از مایحتاج زندگی توسط مردم روستاهای موجود در سامان عرفی اولادقباد است (۱۸). همچنین نیکفر و همکاران (۲۰۱۶) نیز بیان نمودند که تخریب‌های رخ داده در جنگل، بر الگوی

بررسی و شناخت الگوی مکانی درختان در پی بردن به حضور، رقابت، اجتماع‌پذیری، پراکنش درختان، حل مسائل بوم‌شناختی و ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب با هر منطقه نقش اساسی دارد. نتایج ارائه‌شده در این پژوهش مشتمل بر الگوی مکانی درختان بلوط ایرانی در کلاسه‌های مختلف قطری و در جهت‌های گوناگون جغرافیایی با استفاده از آماره O-ring است. به‌طورکلی تراکم در کلاسه کم‌قطر بیش‌ترین درصد (۹۵/۰۶) و از کلاسه میان‌قطر

را می‌توان وجود شرایط مساعد رویشگاهی در این فواصل و قدرت جست‌دهی و شاخه‌زاد بودن غالب درختان منطقه زیاد بلوط ایرانی نسبت داد. پورعباسی و همکاران (۲۰۱۶)، کریمی و فلاح (۲۰۱۷)، لی و همکاران (۲۰۰۹) و ژنگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز الگوی خوشه‌ای گونه مورد مطالعه خود را به دلیل نحوه زادآوری معرفی کردند (۱۲، ۱۴، ۲۳ و ۲۸). همچنین اخوان و همکاران (۲۰۱۸) و اخوان و همکاران (۲۰۱۸) نیز شاخه‌زاد بودن منطقه مورد مطالعه را از دلایل خوشه‌ای بودن الگوی توزیع درختان بلوط بیان نمودند (۲ و ۳).

اما با گذشت زمان و در مقیاس‌های بزرگ‌تر (معمولاً در فواصل بیش از ۲۵ متر)، تعداد زادآوری‌ها به دلیل چرای دام و ایجاد فاصله بین آن‌ها موجب شکل‌گیری الگوی تصادفی و یکنواخت در برخی جهت‌ها برای بلوط ایرانی شد که ناشی از عدم استقرار زادآوری، کمبود درختان مادری، آشفته‌گی‌های طبیعی رخ داده در درون بوم‌سازگان و روش‌های زادآوری گونه‌ها است. دخالت‌های انسانی در قالب تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی، جنگل‌زدایی و تخریب و بهره‌برداری‌های غیراصولی از محصولات فرعی و جمع‌آوری میوه درختان توسط ساکنین روستاهای موجود در سامان عرفی اولادقباد، چرای دام باعث شده که در فواصل دورتر از مراکز خوشه‌ها فاصله گرفته و به سمت الگوی تصادفی و یکنواخت سوق پیدا کند. نتایج به‌دست آمده با پژوهش پوررضا و همکاران (۲۰۰۸)، کریمی و فلاح (۲۰۱۷)، اخوان و همکاران (۲۰۱۸) و اخوان و همکاران (۲۰۱۸) و پتریتان و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد زیرا آن‌ها نیز در بررسی خود دلایل پراکنش را عدم استقرار زادآوری درختان مورد بررسی، دخالت‌های انسانی و بهره‌برداری‌های بی‌رویه روستائیان ذکر کردند (۲، ۳، ۱۲، ۲۱ و ۲۴).

کاهش تولید و پراکنش بذور درختان بلوط تأثیرگذار بوده که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (۱۹).

در رابطه با الگوی پراکنش درختان به‌طورکلی برای منطقه مورد بررسی الگوی خوشه‌ای به‌دست آمد (شکل ۳). چرا که گونه بلوط ایرانی به دلیل ایجاد جست‌گروه و پاجوش نسبت به گونه‌های دانه‌زاد دارای تراکم بیش‌تری در منطقه است. همچنین دلیل این امر را می‌توان به همگنی رویشگاه، نبود رقابت، سنگین بودن بذور درختان بلوط ایرانی در اطراف درختان مادری به‌صورت لکه‌ای که تجدید حیات طبیعی دارند، نسبت داد و این نوع الگوی تجدید حیات عامل اصلی پراکنش خوشه‌ای برای این گونه است. قنبری و همکاران (۲۰۱۸) و نیکافر و همکاران (۲۰۱۶) در بخشی از مطالعه خود به خوشه‌ای بودن الگوی پراکنش به دلیل سنگین بودن بذور اشاره کردند که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (۸ و ۱۹). اخوان و همکاران (۲۰۱۸) نیز در بررسی روی الگوی پراکنش سه گونه بلوط همگنی رویشگاه و نبود رقابت را دلیل خوشه‌ای بودن الگوی رویشگاه به‌صورت کلی بیان نمود (۲). همچنین در شکل (۳-۱) علت الگوی خوشه‌ای پراکنش درختان را می‌توان به تعداد بیش‌تر درختان این طبقه (۱۳۵۳ اصله) نسبت به طبقه‌های میان‌قطر و قطور نسبت داد (۱ و ۲). دلیل دیگر آن را نیز می‌توان به سنگین بودن بذور درختان بلند ایرانی است که زادآوری آن‌ها به‌صورت گروهی در زیر درختان مادری شکل می‌گیرد، نسبت داد. طبقات قطری پرتعداد و متراکم در فاصله‌های کوتاه خوشه‌ای هستند، اما وقتی مقیاس بررسی بزرگ می‌شود، این پایه‌ها با درختان اطراف خود تشکیل الگوی یکنواخت را می‌دهند.

الگوی پراکنش درختان تا فاصله تقریبی (۲۰ تا ۲۵ متر) در جهت‌های شمال، شمال‌غرب، جنوب‌غرب و جنوب‌شرق خوشه‌ای به‌دست آمد که دلیل این امر

نتیجه‌گیری کلی

در راستای نتایج به‌دست آمده از نظر الگو و ساختار مکانی درختان پیشنهاد می‌شود با هدف مدیریت توده‌های بلوط ایرانی (برودار) در راستای تصمیم‌گیری‌های اساسی برای تنظیم قوانین و بحث‌های حفاظتی در این مناطق و اهداف

جنگل‌شناسی کاربردی اقدامات لازم اعم از نهال‌کاری، جلوگیری از ورود غیرمجاز دام به عرصه، جلوگیری از تغییر کاربری و بهره‌برداری‌های غیراصولی بر اساس واقعیات موجود در عرصه برنامه‌ریزی شود.

منابع

1. Akhavan, R., and Sagheb-Talebi, Kh. 2012. Application of bivariate Ripley's K- function for studying competition and spatial association of trees (Case study: intact Oriental beech stands in Kelardasht, Iranian J. of Forest and Poplar Research. 19: 4. 632-644. (In Persian)
2. Akhavan, R., Khanhasani, M., and Khodakarami, Y. 2018. Spatial patterns and inter-specific competition of three oak species in the Baneh forests of western Iran. J. of Forest and Wood Products. 71: 2. 149-159. (In Persian)
3. Akhavan, R., Mahdavi, A., and Kianfar, M. 2018. Analysis of the decline status of Zagrosian oak forests using spatial statistics (Case study: Zarab forests of Ilam). J. of Protecting and Protecting Iranian Forests and Rangelands. 16: 2. 129-145. (In Persian)
4. Cheng, X., Han, H., Kang, F., Song, Y., and Liu, K. 2013. Point pattern analysis of different life stages of *Quercus liaotungensis* in Lingkong Mountain, Shanxi Province, China. J. of Plant Interactions. 8: 1-9.
5. Churchill, D.J., Larson, A.J., Dahlgreen, M.C., Franklin, J.F., Hessburg, P.F., and Lutz, J.A. 2013. Restoring forest resilience: from reference spatial patterns to silvicultural prescriptions and monitoring. Forest Ecology and Management. 291: 442-457.
6. FAO. 2013. FAO Statistical Yearbook. World food and agriculture, Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, 307p.
7. Fereidoni, S., Soleimani, N., and Derikvand, B. 2005. National report on providing vegetation map of Lorestan province. Natural Resources Office of Lorestan province. 57p. (In Persian)
8. Ghanbari, S., Moradi, Gh.H., and Nasiri, V. 2018. Quantitative characteristics and structure of tree species in two different conservation situations in Arasbaran forests. J. of Forest and Poplar Research. 26: 3. 355-367. (In Persian)
9. Ghazanfari, H., Namiranian, M., Sobhani, H., and Mohajer, R.M. 2004. Traditional forest management and its application to encourage public participation for sustainable forest management in the northern Zagros Mountains of Kurdistan province, Iran. Scandinavian J. of Forest Research. 19: 65-71.
10. Gray, L., and He, F. 2009. Spatial point-pattern analysis for detecting density-dependent competition in a boreal chronosequence of Alberta. Forest Ecology and Management. 259: 98-106.
11. Janík, D., Král, K., Adam, D., Hort, L., Samonil, P., Unar, P., and Vrska, T. 2016. Tree spatial patterns of *Fagus sylvatica* expansion over 37 years. Forest Ecology and Management. 375: 134-145.
12. Karimi, M., and Fallah, A. 2017. Analysis of spatial pattern and interactions between Persian oak and Baneh in Qlagh forests of Kermanshah using K2 function. J. of Ecology of Forests of Iran. 5: 9. 8-16. (In Persian)
13. Kral, K., McMahon, S.M., Janík, D., Adam, D., and Vrška, T. 2014. Patch mosaic of developmental stages in central European natural forests along vegetation gradient. Forest Ecology and Management. 330: 17-28.

14. Li, L., Huang, Zh., Ye, W., Cao, H., Wei, Sh., Wang, Zh., Lian, L., Sun, I.F., Ma, K., and He, F. 2009. Spatial distribution of tree species in a subtropical forest of China. 118: 4. 495-502.
15. Miao, N., Liu, L., Yu, H., Shi, Z., Moermond, T., and Liu, Y. 2014. Spatial analysis of remnant tree effects in a secondary *Abies-Betula* forest on the eastern edge of the Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Forest Ecology and Management*. 313: 104-111.
16. Miller, T.F., Mladenoff, D.J., and Clayton, M.K. 2002. Old growth northern hardwood forests: Spatial autocorrelation and patterns of understory vegetation. *Ecological Society of America*. 72: 4. 487-503.
17. Naghavi, H. 2014. Application of Quickbird satellite imagery to estimate the canopy cover of Zagros forests (Case study: Qala Gol Khoramabad area). Department of forestry, Faculty of natural resources, University of agricultural sciences and natural resources, Sari, Iran, 120p. (In Persian)
18. Nazariani, N., Fallah, A., Lotfalian, M., and Imani Rastabi, M. 2017. Forest dwellers livelihood dependence on forest resources (Case study: Namjoo watershed of Kouhdasht County). *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 25: 1. 95-105. (In Persian)
19. Nikfar, Z., Pilehvar, B., Mirazadi, Z., and Esvand, H.R. 2016. Distribution pattern and some qualitative and quantitative traits of Persian Oak acorns in coppice forests of central Zagros (Case study: Kakareza forest in Lorestan province). *J. of Wood and Forest Science and Technology*. 23: 2. 23-41. (In Persian)
20. Nouraldini, A., and Pourshakouri, F. 2011. Classification of forest canopy on aerial photos using histological analysis (Case study: Lorestan Tawforest forest). *Remote Sensing and GIS Iran*. 3: 3. 46-33. (In Persian)
21. Petritan, I.C., Marzano, R., Petritan, A.M., and Lingua, E. 2014. Over story succession in a mixed *Quercus petraea-Fagus sylvatica* old growth forest revealed through the spatial pattern of competition and mortality. *Forest Ecology and Management*. 326: 9-17.
22. Podlaski, R. 2019. Models of the fine-scale spatial distributions of trees in managed and unmanaged forest patches with *Abies alba* Mill. and *Fagus sylvatica* L. *Forest Ecology and Management*. 439: 1-8.
23. Pourabasi Shiraz, S., Pourbabae, H., Amanzadeh, B., and Shiraz, B. 2016. Investigation of spatial pattern of evidentiary trees (*Parrotia persica* C.A. Mey) in Chifood forest of Guilan using K1 function. *J. of Plant and Biomass*. 12: 46. 87-98.
24. Pourreza, M., Shaw, J.D., and Zangeneh, H. 2008. Sustainability of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in Zagros forests, Iran. *Forest Ecology and Management*. 225: 3667-3671.
25. Quinn, J.F., and Dunham, A.E. 1983. On hypothesis testing in ecology and evolution. *American Naturalist*. 122: 602-617.
26. Wiegand, T., Moloney, K., Naves, J., and Knauer, F. 1999. Finding the missing link between landscape structure and population dynamics: a spatially explicit perspective. *American Naturalist*. 154: 605-627.
27. Zhang, M.T. 2017. Spatial association and optimum adjacent distribution of trees in a mixed coniferous-broadleaf forest in northeastern China. *Ecology and Environmental Research*. 15: 3. 1551-1564.
28. Zhang, Y., Li, J., Chang, Sh., Li, X., and Lu, J. 2012. Spatial distribution pattern of *Picea schrenkiana* population in the Middle Tianshan Mountains and the relationship with topographic attributes. *J. of Arid Land*. 4: 4. 457-468.



Explanation of spatial pattern of Iranian oak species (*Quercus persica* J. & Sp.) in Zagros vegetative zone using O-ring statistic

*N. Nazariani¹, A. Fallah², H. Ramezani Moziraji³, H. Naghavi⁴ and H. Jalilvand²

¹Ph.D. Student, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran,

²Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran,

³Researcher, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden,

⁴Assistant Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Lorestan University, Khorram abad, Iran

Received: 05.27.2019; Accepted: 08.25.2019

Abstract

Background and Objectives: The spatial distribution of Iranian oak trees plays an important role in the dynamics of the western forests ecosystems of the country and their optimal management. In general, the spatial distribution of phenomena is divided into three random, regular and clumped modes. The forest has two horizontal and vertical structures. The horizontal structure of the forest is surface distribution of trees in the forest area and the vertical structure is the height distribution of trees in the forest stand. One of the important characteristics of forest stands is the horizontal distribution of trees. Iranian oak is one of the main species of Zagros forests. Therefore, understanding the distribution pattern of this species can be one of the important factors in preserving, rehabilitating and developing forests of the region.

Materials and Methods: In line with this research, the area of 30 hectares was selected from Olad-Ghobad forests in the west of Lorestan province, in Kohdasht city. To conduct field operations each hectare of the study area was selected as a 1 ha sample plot in which, based on the complete sampling, the diameter of each tree was measured. Then, by determining the initial station at the surface of each sample plot and measuring its geographical coordinate using the GPS, the coordinates of all oak trees were determined by measuring the azimuth and distance of the trees from the initial stations based on Cartesian trigonometric calculations. Then the measured trees were divided into three diameter classes of low, medium and high diameter. Investigation of spatial pattern of Iranian oak trees was done using one-variable function of O-ring statistic.

Results: The results showed that the spatial pattern of the trees due to the creation of the coppice shoots and sprouts and also the higher density of coppice forests in comparison to high forests at short distances from the base tree (usually 20-25 m) is clumped, and then with the scale enlargement in some geographic directions (north and northwest directions) is regular due to the human interventions and the removal of regeneration by livestock grazing.

Conclusion: Considering that in most of the studied area, the distribution pattern is cluster therefore management plans and forestry interventions should be oriented so that the pattern of distribution is driven towards the cluster pattern. The results can be useful in designing planting patterns.

Keywords: O-ring statistics, *Quercus persica* J. & Sp., Spatial analysis, Zagros forests

*Corresponding author: nazariani69@yahoo.com