فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۱، صفحه ۳۸-۲۷، (۱۳۹۳)

الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق، اردل

هرمز سهرابی[1*]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

پست الکترونیک: hsohrabi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۳۰

چکیده

الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مختلف جنگل در درک پویایی بوم‌سازگان جنگل اهمیت دارد، زیرا بر استقرار، رویش، رقابت، تجدیدحیات، مرگ‌ومیر، تخصیص منابع، پویایی روشنه و توسعه زیراشکوب جنگل تأثیرگذار است. در پژوهش پیش‌رو، الگوی پراکنش مکانی ۱۲ گونه درختی و درختچه‌ای (شامل برودار، بنه، زالزالک، ارس، محلب، کیکم، زبان‌گنجشک، بادام، شن، شیرخشت، راناس، دافنه) در ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق بررسی شد. برای این منظور موقعیت مکانی و نوع گونه تمامی درختان با قطر برابر سینه بیشتر از پنج سانتی‌متر و درختچه‌های با قطر تاج بیش از ۰/۵ متر در یک قطعه ۵۲ هکتاری ثبت شد. سپس الگوی پراکنش مکانی هر یک از گونه‌ها به‌تفکیک و نیز کل درختان و درختچه‌ها با استفاده از تابع K ریپلی تعیین شد. نتایج نشان داد که به‌طور کلی الگوی پراکنش مکانی عناصر چوبی در این منطقه کپه‌ای است، اگرچه شدت کپه‌ای بودن پراکنش افراد متفاوت بود. از بین درختان موردبررسی، الگوی پراکنش مکانی برودار (بلوط ایرانی) و کیکم بیشتر از سایر گونه‌ها کپه‌ای بودند. همچنین کپه‌ای بودن پراکنش افراد در گونه‌های درختی بیشتر از گونه‌های درختچه‌ای بود. در جمع‌بندی نتایج پژوهش پیش‌رو و پژوهش‌های دیگر انجام‌شده در ناحیه رویشی زاگرس می‌توان ادعا نمود که الگوی عمومی توزیع افراد گونه‌های مختلف به‌صورت کپه‌ای است. این یافته ضمن ایجاد یک راهنمای کلی برای احیا و جنگلکاری در این ناحیه رویشی، استفاده از روش‌های جمع‌آوری داده برای اتخاذ تصمیم‌گیری‌های مدیریتی را با محدودیت‌هایی مواجه می‌کند و کاربرد برخی روش‌ها مانند روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای که برای پراکنش تصادفی طراحی شده‌اند را منتفی می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش مکانی، تابع K ریپلی، ذخیره‌گاه جنگلی، چهارطاق.

مقدمه

الگوی پراکنش مکانی (Spatial distribution pattern) بر نحوه اختصاص مکان یا توزیع افراد دلالت دارد که گویای نحوه قرارگیری افراد در فضای افقی است. این الگو پیامد پاسخ‌های چندگانه زیستی جمعیت‌ها، روابط بین‌گونه‌ای، روابط درون‌گونه‌ای و شرایط محیطی است (Gangying *et al.*, 2007). الگوی مکانی درختان جنگل ویژگی مهمی در درک پویایی اکوسیستم جنگل است که بر استقرار، رویش، رقابت، تجدیدحیات، مرگ‌ومیر، استفاده از منابع، ایجاد روشنه و درنهایت توسعه زیراشکوب جنگل تأثیرگذار است (Akhavan *et al.*, 2010). تحلیل الگوی پراکنش مکانی عناصر جنگل موجب می‌شود که شناخت عمیق‌تری از ساختار و رشد افراد (Individuals) بدست آمده و مشکلات نحوه تخصیص مکان به جنگلکاری (Reforestation) و بهره‌برداری از جنگل حل شود (Gangying *et al.*, 2007).

تاکنون پژوهش‌های مختلفی درمورد الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مختلف در مناطق رویشی کشور انجام شده

است. در این زمینه می‌توان به مواردی مانند بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی برودار یا بلوط ایرانی (*Quercus brantii*)، مازودار (*Q. infectoria*)، وی‌ول (*Q. libani*) و زالزالک (*Crataegus pontica*) در جنگل‌های قامیشله مریوان (Basiri *et al*., 2006) اشاره نمود. در این تحلیل الگوی پراکنش مکانی کپه‌ای برای گونه‌های موردبررسی گزارش شد. در تحقیق دیگری در جنگل سرخه‌دیزه کرمانشاه، الگوی پراکنش مکانی برودار با استفاده از شاخص مکانی هاپکینز، کپه‌ای گزارش شد (Heidari *et al*., 2007). در تحقیق دیگری، الگوی پراکنش مکانی گونه برودار با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه بررسی و تصادفی تعیین شد (Erfani Fard *et al*., 2008). همچنین الگوی پراکنش مکانی برودار در جنگل‌های باینگان کپه‌ای (Safari *et al*., 2010a) و الگوی پراکنش بنه نیز در همان منطقه، کپه‌ای تعیین شد (Safari *et al*., 2010b).

تنوع بسیار زیادی در روش برداشت داده‌ها و نحوه تحلیل آنها برای تعیین الگوی پراکنش مکانی وجود دارد. در این میان کامل‌ترین آنها نقشه‌کشی تمامی افراد (Fully mapping) و تحلیل آنها با روش‌های متناسب با چنین داده‌هایی مانند تابع K ریپلی است. در داخل کشور در تحقیق‌های مختلفی مانند تعیین الگوی مکانی حفره‌های تجدیدحیات در جنگل خیرودکنار (Mataji *et al*., 2008) و در تعیین الگوی مکانی درختان در توده‌های دست‌نخورده راش در مراحل تحولی جنگل کلاردشت (Akhavan *et al*., 2010) از تابع K ریپلی استفاده شده است. در پژوهش‌های خارج از کشور نیز Skarpe (۱۹۹۱) الگوی پراکنش مکانی درختان مناطق گرمسیری و Sterner و همکاران (۱۹۸۶) الگوی پراکنش مکانی درختچه‌ها را با تابع K ریپلی مورد بررسی قرار دادند. Aldrich و همکاران (۲۰۰۳) نیز با استفاده از تابع L، الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی یک جنگل پهن‌برگ را در طول یک توالی ۶۰ ساله مورد بررسی قرار دادند. الگوی مرگ‌ومیر درختان در رابطه با بیماری‌های جدید جنگلی توسط Liu و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از تابع K ریپلی بررسی شد. Townsend و همکاران (۲۰۰۹) طی تحقیقی نشان دادند که بررسی الگوی پراکنش مکانی یکی از روش‌های پایش مناطق حفاظت‌شده است. در یک جنگل معتدله در شمال شرق چین Wang و همکاران (۲۰۱۰) از تابع Ω که بسیار مشابه تابع K است، استفاده نمودند. تنها تفاوت این دو تابع آن است که تابع K توزیع احتمال تجمعی است، درحالی‌که تابع Ω توزیع جرم احتمال است.

ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق به‌واسطه ترکیب و تنوع گونه‌های چوبی، یک رویشگاه منحصربه‌فرد در زاگرس است. پژوهش‌های انجام‌شده در مورد تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های جنگلی در ناحیه رویشی زاگرس محدود است. این تحقیق‌ها نیز عموماً در جنگل‌هایی انجام شده‌اند که مقدار دست‌خوردگی‌های انسانی در آنها زیاد است. بنابراین پژوهش پیش‌رو ضمن اینکه از روش تعیین الگوی پراکنش مکانی K ریپلی استفاده نموده است، محل پژوهش را نیز مرکز تنوع گونه‌های چوبی زاگرس انتخاب کرده است که به‌عنوان ذخیره‌گاه جنگلی به‌خوبی موردحفاظت قرار می‌گیرد. هدف اصلی این پژوهش، بررسی الگوی پراکنش گونه‌های چوبی در ذخیره‌گاه چهارطاق اردل است. اهداف فرعی آن ایجاد امکان مقایسه الگوی پراکنش گونه‌های درختی و درختچه‌ای و نیز تحلیل ارتباط اندازه بذر گونه‌های چوبی با الگوی پراکنش آنها است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه موردمطالعه

ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق اردل در ۱۰۰ کیلومتری جنوب‌شرقی مرکز استان چهارمحال و بختیاری و ۴۰ کیلومتری شهرستان اردل و در مجاورت روستای چهارطاق با مساحتی معادل ۴۰۰ هکتار قرار گرفته است. از نظر جغرافیایی در حد فاصل ″۴۴ ′۵۰ °۳۱ تا ″۳۴ ′۵۲ °۳۱ عرض شمالی و ″۳۹ ′۴۸ °۵۰ تا ″۱۱ ′۵۰ °۵۰ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا در این رویشگاه از حداقل ۲۱۰۰ متر از کنار رودخانه سبزکوه تا ۳۱۰۰ متر در ارتفاعات کوه کلار متغیر است.

براساس بررسی‌های انجام‌گرفته و مطابق آمار بلندمدت ایستگاه کلیماتولوژی عدالت‌آورگان، میانگین بارندگی سالانه منطقه معادل ۵۳۰/۱۵ میلی‌متر، کمینه درجه‌حرارت مطلق ۱۹/۵- درجه سانتی‌گراد و بیشینه درجه‌حرارت مطلق ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. منطقه موردمطالعه براساس روش دومارتن جزء اقلیم نیمه‌مرطوب محسوب می‌شود (Jahanbazi *et al.*, 1999).

ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق (حفاظت‌شده از سال ۱۳۶۲) از نظر تنوع یک رویشگاه منحصربه‌فرد است، به‌طوری‌که درختان سوزنی‌برگ و پهن‌برگ و درختچه‌های متعدد (مانند ارس، زبان گنجشک، محلب، بید، بنه، زالزالک، بلوط، دافنه، شن، انواع بادام، راناس و غیره) مجموعه‌ای ویژه از پوشش گیاهی را فراهم کرده است (Jahanbazi *et al.*, 2000).

روش پژوهش

در ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق یک مستطیل با مساحت ۵۲ هکتار محصور شد و مختصات قطبی مکان کلیه گونه‌های چوبی شامل درخت و درختچه با استفاده از آماربرداری صددرصد تعیین شد. برای تعیین محل پایه‌ها از متر لیزری LICA و شیب‌سنج Sunto استفاده شد. مختصات تنه درختان تک‌پایه و نقطه وسط تاج درختچه‌ها و درختان چندشاخه یا جست‌گروه به‌عنوان مکان درخت ثبت شد. کلیه اطلاعات در محیط نرم‌افزار Excel وارد شد و با استفاده از روابط مثلثاتی، مختصات قطبی به مختصات دکارتی تبدیل شد. درنهایت اطلاعات ثبت‌شده به یک لایه نقطه‌ای تبدیل شد. در مورد جست‌گروه‌های برودار، مرکز جست‌گروه (و نه هر یک از جست‌ها) به‌عنوان مکان و کل جست‌گروه یک فرد درنظر گرفته شد، اما درختانی که منشاء شاخه‌زاد داشتند و شکل آنها مانند درخت استاندارد بود، به‌عنوان یک فرد درنظر گرفته شد.

تاکنون توابع تحلیلی مختلفی برای شناسایی چگونگی توزیع پدیده‌های جغرافیایی مانند میانگین فاصله نزدیک‌ترین همسایه، توابع F، G و K معرفی شده‌اند که از بین آنها تابع K تکامل یافته‌تر است. در این تحلیل برای بررسی الگوی پراکنش مکانی از تابع K ریپلی استفاده شد. با کمک این تابع، توزیع پدیده موردنظر با توزیع تصادفی در فاصله‌های مختلف مقایسه شده و اندازه تمرکز پدیده در فاصله‌های مختلف به‌دست می‌آید. تابع K ریپلی بر پایه شمارش نقاط موجود در تمامی فاصله‌های موجود میان نقاط عمل می‌نماید. در این روش، طبقه‌های فاصله از پیش تعیین می‌شود و به‌صورت حریم‌هایی در اطراف نقاط ترسیم می‌شود. شمارش نقاط در هر یک از این حریم‌ها، مبنای محاسبه تابع K ریپلی است. فرمول محاسبه این تابع $k(r)=\lambda^{-1}E(r)$ است (Ripley, 1977)، که در آن $E(r)$ تعداد نقاط موردانتظار در فاصله r، λ تراکم تعداد پایه‌ها و $k(r)$ مقدار تابع K در فاصله r است. البته به سبب دشواری تفسیر تابع K، معمولا به جای این تابع از تابع $L(d)$ استفاده می‌شود (Hou *et al.*, 2004) که تبدیل تابع K با $L(r)=\sqrt{k(r)/\pi}-r$ است. اگرچه کماکان برای اشاره به تابع $L(d)$ از اصطلاح تابع K ریپلی استفاده می‌شود، اما در بیشتر موارد، منظور همین تابع تغییریافته است.

معیار تعیین نوع الگوی پراکنش مکانی، مقایسه نمودار به‌دست آمده از رسم مقادیر $L(d)$ در مقابل فاصله است. در این نمودار اگر تابع $L(d)$ بالاتر از خط $L(d)=d$ قرار گیرد، الگوی پراکنش کپه‌ای است. اگر این دو منطبق شوند الگوی پراکنش تصادفی و اگر نمودار تابع $L(d)$ پایین‌تر قرار گیرد، الگوی پراکنش یکنواخت خواهد بود (Lou *et al.*, 2009). معنی‌داری آماری اختلاف $L(d)$ با خط $L(d)=d$ از طریق تعیین فاصله اطمینان خط $L(d)$ است که با شبیه‌سازی مونت‌کارلو محاسبه می‌شود. درصورتی‌که اختلاف بیشتر از فاصله اطمینان باشد، اختلاف معنی‌دار است. در پژوهش پیش‌رو فاصله اطمینان ۹۵ درصد با ۹۹ بار شبیه‌سازی محاسبه شد.

در پژوهش پیش‌رو، اگرچه به واسطه مساحت زیاد منطقه موردمطالعه، افراد حاشیه مرز، در تحلیل‌ها مشکل حادی ایجاد نمی‌کرد، با این‌وجود برای اطمینان بیشتر در رفع اثر حاشیه‌ای، از روش تصحیح اثر حاشیه‌ای ریپلی (Ripley's

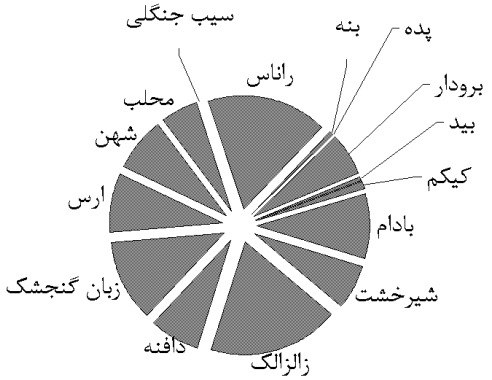
edge correction formula) استفاده شد. این تصحیح درصورتی‌که شکل محدوده موردبررسی مستطیلی یا مربعی باشد مناسب است. تحلیل الگوی پراکنش مکانی برای هر یک از گونه‌ها، کل درختان و درختچه‌های ذخیره‌گاه در نرم‌افزار Programmita 2010 انجام شد (Wiegand, 2004).

نتایج

در مجموع ۱۴ گونه چوبی در منطقه موردمطالعه یافت شد که گونه‌های بید و پده به‌دلیل فراوانی کم از تحلیل‌ها کنار گذاشته شدند. در بین گونه‌های درختی، بیشترین فراوانی مربوط به زالزالک و زبان‌گنجشک و کمترین فراوانی مربوط به کیکم و بنه بود. در بین گونه‌های درختچه‌ای، راناس بیشترین و شیرخشت کمترین فراوانی را داشتند (جدول ۱، شکل ۱).

جدول ۱- تعداد پایه در هکتار گونه‌های چوبی منطقه موردمطالعه

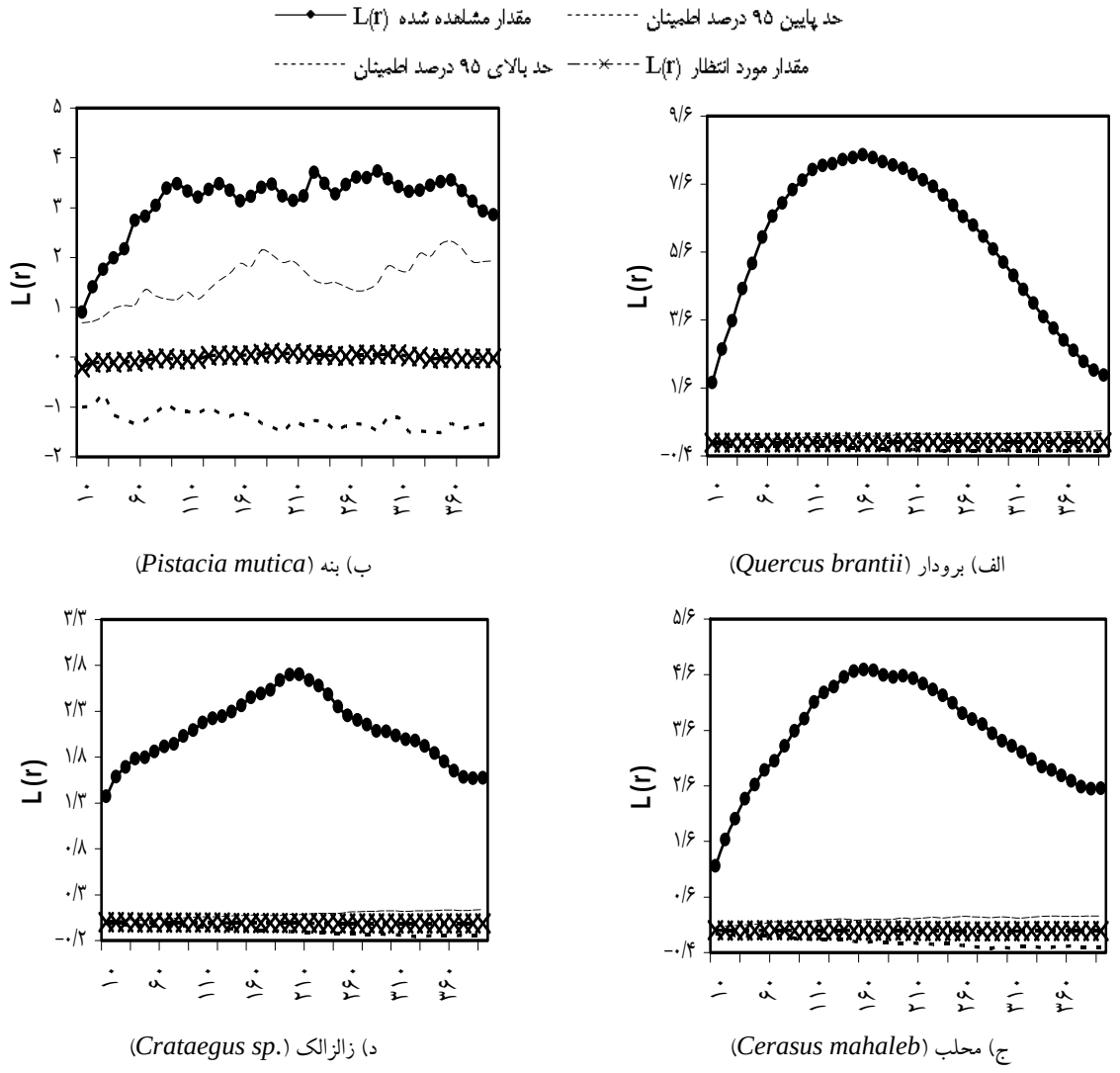
	کل عناصر چوبی جنگل	کل درختان	کل درختچه‌ها	زالزالک	راناس	زبان گنجشک	بادام	ارس
تعداد پایه در هکتار	۱۵۵	۶۰	۹۶	۲۹	۲۷	۱۸	۱۴	۱۳
	شن	دافنه	برودار	شیرخشت	محلب	کیکم	بنه	
تعداد پایه در هکتار	۱۲	۱۱	۱۰	۱۰	۸	۲	۱	



شکل ۱- سهم گونه‌های چوبی مشاهده‌شده در ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق

تحلیل الگوی پراکنش مکانی برودار حاکی از آن است که مطابق انتظار، در فاصله‌های کوتاه، الگو به پراکنش تصادفی نزدیک است. با افزایش فاصله، الگو به‌سمت کپه‌ای‌تر شدن میل می‌کند. تا آنجاکه در فاصله ۱۶۰ متری، الگوی کپه‌ای به بیشترین وضعیت تجمعی خود می‌رسد. پس از آن نیز دوباره الگوی پراکنش به‌سمت تصادفی میل می‌نماید، اما تصادفی نمی‌شود (شکل ۲- الف). گونه بنه در فاصله ۶۰ متری به بیشترین مقدار کپه‌ای‌شدن می‌رسد (شکل

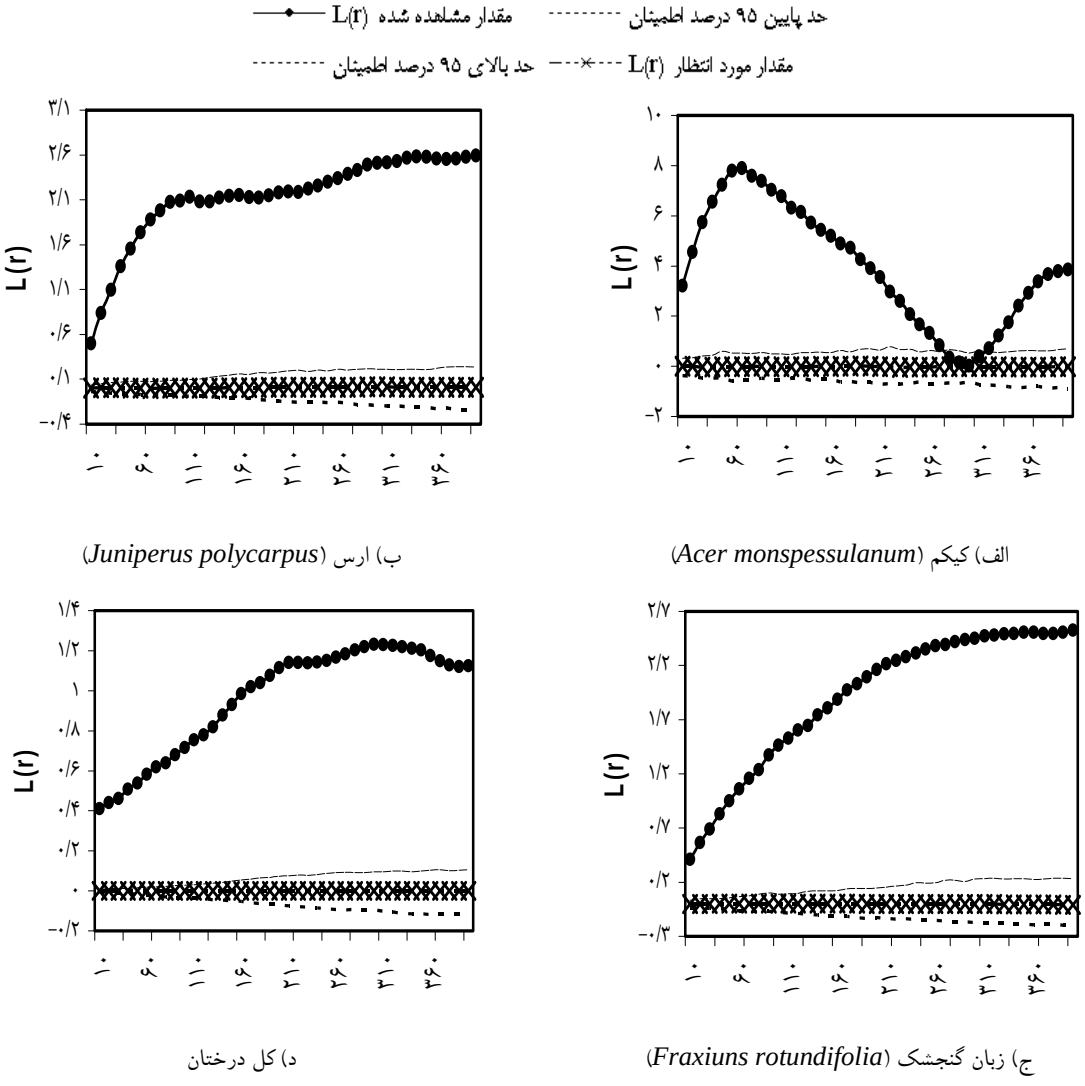
۲- ب) و پس از آن با تغییرات جزئی وضعیت ثابت می‌ماند. محلب و زالزالک نیز پراکنشی مشابه برودار دارند و فاصله رخ‌دادن بیشترین مقدار کپه‌ای‌شدن محلب، همانند برودار است (شکل ۲- ج)، اما زالزالک در فاصله‌ای بیشتر (۲۱۰ متر) به بیشترین مقدار کپه‌ای‌بودن می‌رسد (شکل ۲- د). از طرفی با افزایش فاصله، شیب تصادفی‌شدن الگوی پراکنش زالزالک و محلب در مقایسه با برودار کمتر است. در مجموع الگوی پراکنش مکانی هر چهار گونه با وجود مقداری تغییرات، کپه‌ای است.



شکل ۲- نمودار تابع L و حدود مونت‌کارلو برای تعیین الگوی پراکنش بلوط، بنه، محلب و زالزالک در ذخیره‌گاه چهارطاق (محور x فاصله)

در شکل ۳ توابع L برای گونه‌های دیگر درختی و نیز کلیه درختان ارائه شده است. چنان‌که ملاحظه می‌شود، کیکم در فاصله‌های کم نیز پراکنش کپه‌ای دارد که با افزایش فاصله در فاصله ۶۰ متری به بیشترین مقدار خود می‌رسد، اما این روند کاملاً معکوس شده و با افزایش فاصله، الگو به‌سمت تصادفی‌شدن میل می‌کند (شکل ۳- الف). در فاصله

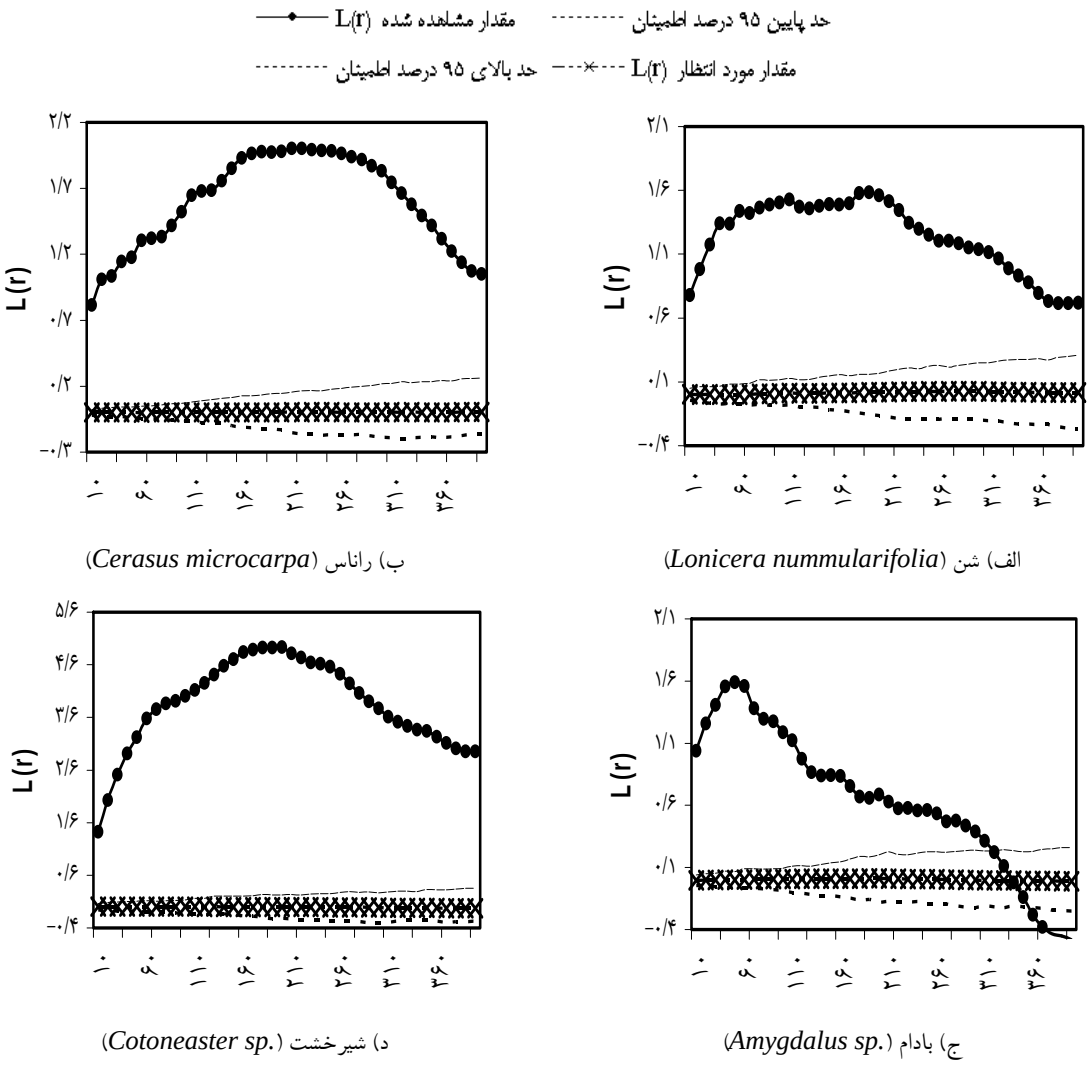
۳۰۰ متری براساس حدود مونت‌کارلو، اختلافی بین الگوی تصادفی و الگوی پراکنش کیکم وجود ندارد، اما دوباره با افزایش فاصله الگو به کپه‌ای‌شدن میل می‌کند. در مورد ارس و زبان‌گنجشک، ابتدا با افزایش فاصله، پراکنش کپه‌ای‌تر می‌شود، اما سرانجام به ثباتی نسبی از نظر میران کپه‌ای‌بودن می‌رسد. این نحوه توزیع افراد برای ارس در فاصله ۶۰ متر و برای زبان‌گنجشک در فاصله ۲۰۰ متری رخ می‌دهد (شکل ۳- ب و ۳- ج). تحلیل الگوی پراکنش کلیه درختان به‌صورت یکجا نشان می‌دهد که درختان جنگل پراکنشی کپه‌ای دارند و با افزایش فاصله تا ۲۰۰ متر شدت کپه‌ای بودن افزایش می‌یابد و پس از آن شرایط پراکنش کپه‌ای ثباتی نسبی می‌یابد (شکل ۳- د).



شکل ۳- نمودار تابع *L* و حدود مونت‌کارلو برای تعیین الگوی پراکنش کیکم، ارس، زبان‌گنجشک و کل درختان در ذخیره‌گاه چهارطاق (محور x فاصله)

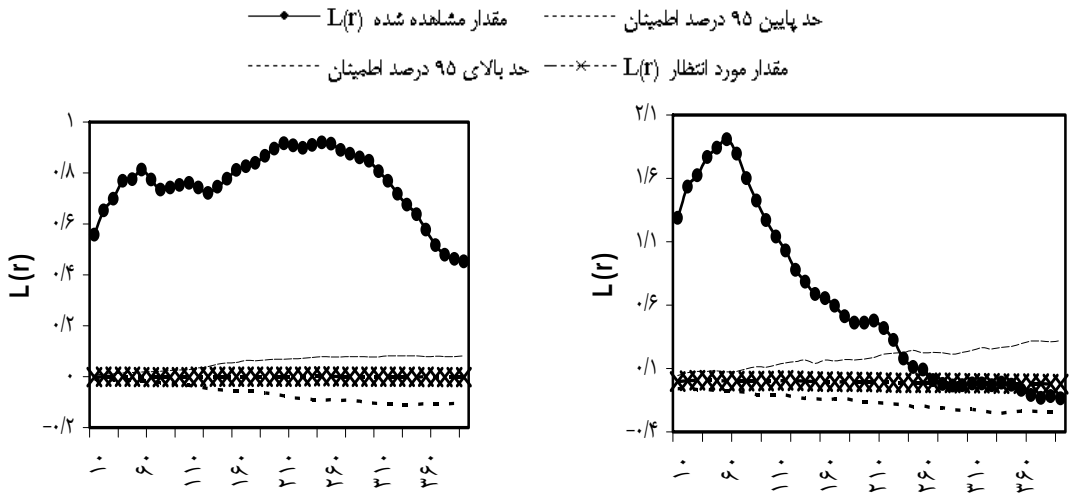
تحلیل الگوی پراکنش مکانی درختچه‌های ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق در شکل ۴ ارائه شده است. شن در فاصله ۲۰ تا ۲۰۰ متری تقریباً پراکنشی کپه‌ای و بدون تغییر دارد، اما با افزایش فاصله مقدار کپه‌ای‌بودن آن کاسته شده و به

سمت تصادفی‌بودن میل می‌کند. اگرچه تا فاصله ۳۶۰ متر نیز هنوز از نظر آماری با توزیع تصادفی اختلاف معنی‌داری دارد (شکل ۴- الف). راناس و شیرخشت توزیع مکانی یکسانی نشان می‌دهند. هر دو گونه در حدود ۲۰۰ متری به بیشترین حد مقدار کپه‌ای‌بودن می‌رسند. البته با وجود یکسان‌بودن نحوه تغییرات، پراکنش شیرخشت کپه‌ای‌تر از راناس است (شکل ۴- ب و ۴- د). بادام بر خلاف بقیه گونه‌ها ابتدا پراکنشی کپه‌ای دارد، اما با افزایش فاصله پراکنش آن به سمت تصادفی‌بودن میل می‌کند (شکل ۴- ج). در فاصله ۳۱۰ تا ۳۵۰ متر این گونه پراکنشی تصادفی دارد. با افزایش فاصله توزیع آن به‌سمت یکنواختی میل می‌کند. در مجموع در فاصله‌های کم هر چهار گونه پراکنشی کپه‌ای دارند، اما در فاصله‌های زیاد، بادام بر خلاف سه گونه دیگر توزیعی تصادفی و میل‌کننده به منظم می‌یابد.



شکل ۴- نمودار تابع *L* و حدود مونت‌کارلو برای تعیین الگوی پراکنش شن، راناس، بادام و شیرخشت در ذخیره‌گاه چهارطاق (محور x فاصله)

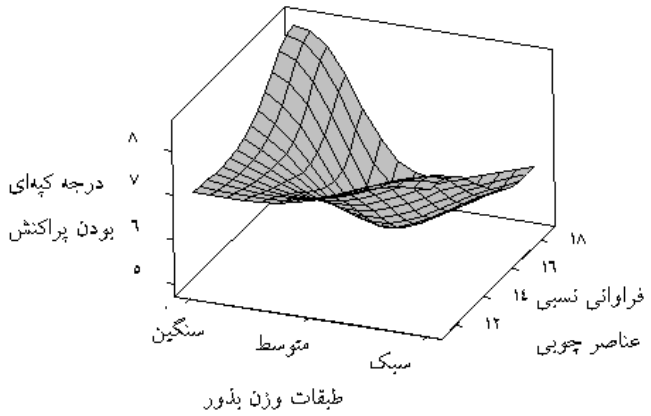
تحلیل الگوی پراکنش مکانی دافنه، شرایطی مشابه با بادام را نشان می‌دهد. دافنه نیز در ابتدا توزیعی کپه‌ای دارد و با افزایش فاصله، این توزیع به سمت تصادفی‌بودن میل می‌کند. در فاصله ۲۲۰ متری، الگوی پراکنش دافنه تصادفی می‌شود و تا فاصله ۳۶۰ متر این الگو پابرجاست (شکل ۵-الف). تحلیل الگوی پراکنش مکانی تمام عناصر درختچه‌ای حاکی از وجود پراکنشی کپه‌ای است. با توجه به نمودار، می‌توان یک الگوی بدون تغییرات یا با تغییراتی جزئی در نحوه پراکنش افراد با تغییر فاصله مشاهده نمود (شکل ۵-ب).



الف) دافنه (*Daphne mucronata*) ب) کل درختچه‌ها

شکل ۵- نمودار تابع L و حدود مونت‌کارلو برای تعیین الگوی پراکنش دافنه و کل درختچه‌ها در ذخیره‌گاه چهارطاق (محور x فاصله)

امکان توجیه نتایج پژوهش پیش‌رو براساس یافته‌های تحقیق‌های پیشین بررسی شد. نبود تحقیق‌های کافی در زمینه نحوه انتشار بذرهای درختان و درختچه‌های موردمطالعه، امکان درنظرگرفتن یک تقسیم‌بندی که بتواند ضمن جداسازی بذرها از نظر ماهیتی (سته، فندقه و غیره)، نحوه انتشار زیستی (انتشار توسط پرنده، جونده یا غیره) و غیرزیستی (باد، آب یا غیره) را نیز شامل شود، منتفی نمود. بنابراین بذرها از نظر اندازه، به‌عنوان یک متغیر مرتبط با نحوه انتشار، به سه گروه سبک (کیکم، زبان‌گنجشک)، متوسط (بنه، محلب، شن، شیرخشت، راناس و دافنه) و سنگین (برودار، ارس، بادام و زالزالک) تقسیم شدند (محور X در شکل ۶). همچنین فراوانی نسبی هر یک از گونه‌ها به‌عنوان محور Y در شکل ۶ درنظر گرفته شد. با قراردادن درجه کپه‌ای‌بودن براساس مقادیر تابع L (محور Z) شکل ۶ به‌دست آمد. در این شکل ملاحظه می‌شود که با سنگین‌تر شدن وزن بذرها، پراکنش بیشتر کپه‌ای می‌شود.



شکل ۶- ابر صفحه رابطه اندازه بذرها و وفور پایه‌ها با مقدار کپه‌ای‌بودن پراکنش یک گونه

بحث

در پژوهش پیش‌رو، الگوی پراکنش مکانی درختان و درختچه‌های ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق با استفاده از تابع K ریپلی مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج می‌توان بیان نمود که الگوی غالب در این منطقه، پراکنش کپه‌ای است. Greig-Smith (1983) و He و همکاران (1997) بیان می‌کنند که در یک مقیاس معین، الگوی کپه‌ای بسیار عمومی‌تر از الگوهای یکنواخت و تصادفی است. این قاعده کلی در ذخیره‌گاه چهارطاق نیز صادق بود، زیرا هیچ الگویی منظم نبود و الگوی تصادفی نیز به‌ندرت و تنها در فاصله‌های معینی رخ می‌داد.

الگوی پراکنش مکانی یک گونه توسط فرایندهای متعددی تعیین می‌شود و فرایندهای کلیدی تعیین‌کننده بر حسب گونه متفاوتند (He *et al.*, 1997; Lou *et al.*, 2009). همچنین بسته به مقیاس، فرایندهای تأثیرگذار تفاوت دارند. در منابع مختلف، دلایل مختلف رخ‌دادن یک الگوی پراکنش مکانی بررسی شده است. Seidler و Plotkin (۲۰۰۶)، Strand و همکاران (۲۰۰۷)، Buschert (۲۰۰۸) و Lou و همکاران (۲۰۰۹) نحوه انتشار بذرهای گونه‌ها را به‌عنوان عامل تعیین‌کننده الگوی پراکنش مکانی مطرح و بررسی می‌کنند. Buschert (۲۰۰۸) نحوه تکثیر را برای تعیین الگوی پراکنش مکانی به چهار گروه تقسیم می‌کند. این گروه‌ها عبارتند از گونه‌هایی که میوه (fruit) آنها عموماً توسط پرندگان پراکنده می‌شود؛ آنهایی که دارای فندقه (nut) هستند و بذرهای آنها عموماً توسط جوندگان پراکنده می‌شود؛ بذرهایی که از طریق باد پراکنده می‌شوند و آنهایی که به‌صورت کلونی تکثیر می‌شوند. در این تقسیم‌بندی به‌ترتیب تکثیر غیرجنسی، بذر فندقه، میوه گوشتی و بذر سبک قابل انتقال با باد موجب رخ‌دادن پراکنش‌های با درجات کمتر کپه‌ای می‌شوند. از طرف دیگر در بسیاری از منابع، الگوی پراکنش مکانی را مرتبط با فراوانی پایه‌ها ذکر نموده‌اند (Hubbell, 1979; He *et al.*, 1997; Condit *et al.*, 2000). Luo و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق خود دریافتند که تمام گونه‌های با الگوی پراکنش تصادفی، در منطقه موردمطالعه از نظر فراوانی نادر (کمتر از ۱۰ پایه) هستند.

در ارتباط با شکل ۶ لازم بذکر است که در تحقیق Akhavan و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داده شد که در مراحل تحولی توده‌ها از مراحل اولیه (با وفور زیاد) به سمت پوسیدگی (با وفور کم)، دست‌کم در مقطعی، الگوی پراکنش از به‌شدت کپه‌ای به‌سمت تصادفی میل می‌کند. این کاهش شدت کپه‌ای‌بودن در سیر تحولی توده‌ها، متناسب با کاهش تعداد افراد است.

الگوی پراکنش چهار گونه درختی در جنگل‌های

قامیشله مریوان شامل برودار، مازودار، وی‌ول و زالزالک توسط Basiri و همکاران (۲۰۰۶) با نمونه‌برداری و تحلیل‌های آماری مختلف بررسی شد. در پژوهش اشاره‌شده، هر چهار گونه از الگوی پراکنش کپه‌ای تبعیت می‌کردند. در پژوهش پیش‌رو نیز برودار و زالزالک پراکنش کپه‌ای داشتند. همچنین Heidari و همکاران (۲۰۰۷) الگوی پراکنش مکانی برودار را در جنگلی در حدفاصل کرند و سرپل ذهاب کپه‌ای گزارش کردند. Safari و همکاران (۲۰۱۰a) نیز الگوی کپه‌ای را برای برودار در جنگل‌های باینگان گزارش کردند. همین پژوهشگران در همان منطقه برای گونه بنه نیز تحلیل الگوی پراکنش انجام داده و نشان دادند که بنه نیز الگویی کپه‌ای دارد (Safari *et al.*, 2010b). این نتایج همگی با نتایج پژوهش پیش‌رو مطابقت دارد. برای گونه‌های دیگر تحقیقی یافت نشد، اما درمجموع می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در جنگل‌های زاگرس، عموماً الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مختلف به‌صورت کپه‌ای است. Luo و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان می‌کنند که الگوی کپه‌ای عمومی‌ترین الگوی پراکنش در جوامع گیاهی است.

نتایج این تحقیق نکته مهمی را به دست‌اندرکاران بخش احیای جنگل در سازمان‌های اجرایی تأکید می‌نماید و آن این‌که لازم است در مورد همه طرح‌های احیا یا جنگلکاری از الگوهای طبیعی که عموماً کپه‌ای است پیروی کرد، زیرا ممکن است بر هم‌کنشی‌های درون‌گونه‌ای ناشناخته‌ای وجود داشته باشد که افزایش موفقیت چنین پروژه‌هایی را ممکن نماید. نکته دیگری که از نتایج این تحقیق باید درنظر گرفت، این است که در طراحی نمونه‌برداری، باید به کپه‌ای‌بودن پراکنش درختان در این جنگل‌ها دقت کرد. درنتیجه می‌توان انتظار داشت که استفاده از روش‌هایی که برای جنگل‌هایی با الگوی تصادفی طراحی شده‌اند (مانند روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای)، در این جنگل‌ها منجر به تولید برآوردهای اریب شود.

درنهایت با توجه به شکل ۶ می‌توان ملاحظه نمود که موازی نبودن خطوط ابر صفحه، به‌روشنی وجود برهم‌کنشی متغیرهای فراوانی نسبی و اندازه بذرها را نشان می‌دهد. وجود عامل‌های بسیار زیاد شناخته و ناشناخته و نیز جوان‌بودن دانش در زمینه توان تحلیل برهم کنشی‌ها، امکان تفسیر صریح و قاطع علل پیدایش الگوهای پراکنش مکانی معین برای گونه‌های مختلف را منتفی می‌نماید. تحقیق‌های جامع، متعدد و متنوع زیادی در این زمینه‌ها لازم است تا شبکه‌ای از اطلاعات برای تفسیر بهتر چنین پدیده‌هایی مهیا شود.

References

- Akhavan, R., Sagheb Talebi, Kh., Hassani, M. and Parhizkar, P. 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(2): 322-336 (In Persian).
- Aldrich, P.R., Parker, G.R., Ward, J.S. and Michler, C.H. 2003. Spatial dispersion of trees in an old-growth temperate hardwood forest over 60 years of succession. Forest Ecology and Management, 180(1): 475-491.
- Basiri, R., Sohrabi, H. and Mozayan, M. 2006. A statistical analysis of the spatial pattern of trees species in Ghamisheleh Marivan Region, Iran. Journal of the Iranian Natural Resources, 5 (3): 579-588 (In Persian).
- Buschert, K. 2008. Spatial patterns of tree invasion in an old field: implications for restoration. M.Sc. thesis, University of Waterloo, Ontario, 97p.
- Condit, R., Ashton, P.S., Baker, P., Bunyavejchewin, S., Gunatilleke, S., Gunatilleke, N., Hubbell, S.P., Foster, R.B., Itoh, A., LaFrankie, J.V., Lee, H.S., Losos, E., Manokaran, N., Sukumar, R. and Yamakura T. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. Science, 288: 1414-1418.
- Erfani Fard, Y., Feghhi, J., Zobeiri, M. and Namiranian, M. 2008. Investigation on the spatial pattern of trees in Zagros Forests. Journal of the Iranian Natural Resources, 6 (4): 1319-1328 (In Persian).
- Gangying, H., Li, L., Zhonghua1, Z. and Puxing, D. 2007. Comparison of methods in analysis of the tree spatial distribution pattern. Acta Ecologica Sinica, 2 (11): 4717-4728.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 359p.
- He, F., Legendre, P. and LaFrankie, J.V. 1997. Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest. Journal of Vegetation Science, 8: 105-114.
- Heidari, R.H., Zobeiri, M., Namiranian, M. and Sobhani, H. 2007. Application of T-square sampling method in Zagross Forests (Case study:

- Safari, A., Shabanian, N., Heidari, R.H., Erfanifard, S.Y. and Pourreza, M. 2010a. Spatial pattern of Manna oak trees (*Quercus brantii* Lindl.) in Bayangan forests of Kermanshah. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(4): 596-608 (In Persian).
- Safari, A., Shabanian, N., Heidari, R.H., Erfanifard, S.Y. and Pourreza M. 2010b. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) (Case study: Bayangan Forests, Kermanshah). Iranian Journal of Forest, 2(2): 177-185 (In Persian).
- Seidler, T.G. and Plotkin, J.B. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. Plos Biology, 4(11): 2132-2137.
- Skarpe, C. 1991. Spatial patterns and dynamics of woody vegetation in an arid savanna. Journal of Vegetation Science, 2(4): 565-572.
- Sterner, R.W., Ribic, C.A. and Schatz, G.E. 1986. Testing for life historical changes in spatial Ppatterns of four tropical tree species. Journal of Ecology, 74(3): 621-633.
- Strand, E.K., Robinson, A.P. and Bunting, S.C. 2007. Spatial patterns on the sagebrush steppe/Western juniper ecotone. Plant Ecology, 190:159-173.
- Townsend, P.A., Lookingbill, T.R., Kingdon, C.C. and Gardner, R.H. 2009. Spatial pattern analysis for monitoring protected areas. Remote Sensing of Environment, 113(7): 1410-1420.
- Wang, X., Ye, J., Li, B., Zhang, J., Lin, F. and Hao, Zh. 2010. Spatial distributions of species in an old-growth temperate forest, northeastern China. Canadian Journal of Forest Research, 40(6): 1011-1019.
- Wiegand, T. 2004. Introduction to point pattern analysis with Ripley's L and O-ring statistics using the Programmita software 9Second draft version). A user manual for PROGRAMMITA, 160p.

Kermanshah province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(1): 32-42 (In Persian).
- Hou, J.H., Mi, X.C., Liu, C.R. and Ma, K.P. 2004. Spatial patterns and associations in a *Quercus-Betula* forest in northern China. Journal of Vegetation Science, 15:407-414.
- Hubbell, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. Science, 203: 1299-1309.
- Jahanbazi, H., Ali Ahmad Koroori, S., Talebi, M. and Khoshnevis, M., 1999. The study of ecophysiology of *Juniperus polycarpus* in Chaharmahal and Bakhtiari Province. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, 78p (In Persian).
- Jahanbazi, H., Talebi, M., Ebrahimi, A. and Imani, S.N. 2000. The study of the effect of 20 year reserve on plant coverage development, soil reformation, and regeneration of forest woody species in Chartagh Ardal, Chaharmahal and Bakhtiari Province. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, 57p (In Persian).
- Liu, D., Kelly, M., Gong, P. and Guo, Q. 2007. Characterizing spatial–temporal tree mortality patterns associated with a new forest disease. Forest Ecology and Management, 253(1-3): 220-231.
- Lou, Zh., Ding, B., Mi, X., Yu, J. and Wu, Y. 2009. Distribution patterns of tree species in an evergreen broadleaved forest in eastern china. Frontiers of Biology in China, 4(1):531-538.
- Mataji, A., Babaie-Kafaki, S., Safaee, H. and Kiadaliri, H. 2008. Spatial pattern of regeneration gaps in managed and unmanaged stands in natural Beech (*Fagus orientalis*) forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(1): 149-157 (In Persian).
- Ripley, B.D. 1977. Modeling spatial patterns. Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological), 39(2): 172-212.

Spatial pattern of woody species in Chartagh forest reserve, Ardal

H. Sohrabi[1*]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran. E-mail: hsohrabi@modares.ac.ir

Received: 02.13.2012 Accepted: 09.21.2013

Abstract

Spatial distribution pattern of species plays an important role for understanding forest ecosystem dynamics due to its effect on ecological factors such as establishment, growth, competition, regeneration, mortality, resource allocation, gap dynamic and understory development. In this study, the spatial pattern of twelve tree and shrub species (including Oak, Pistachio, Hawthorn, Juniper, Mahleb, Montpellier Maple, Ash, Almond, Honeysuckle, Cotoneaster, Wild Cherry and Daphne) was explored in Chahartagh forest reserve in Chaharmahal-o-Bakhtiari Province in Iran. Attributes recorded in field included species type and geographic position for individual trees with DBH > 5 cm as well as for shrubs with crown width > 0.5 m within a 52 ha rectangular area. We used Ripley's *K* function for determination of species-specific spatial distribution pattern as well as the spatial pattern of total woody species across the study. Despite of existing differences in the intensity of aggregation, the results showed that all woody species are distributed in aggregated pattern. The Oak and Montpellier Maple showed the most aggregated distribution amongst the tree species. Furthermore, the trees were shown to follow a aggregated distribution than the shrubs. Compared with other similar studies, the distribution pattern of woody species seems to be aggregated form everywhere across the Zagros region of Iran. The results of this study are concluded to provide useful guidelines for conducting reforestation and afforestation projects for similar test sites. In addition, the study suggests a more cautious choice of sampling strategy for such areas, since the use of common methods such distance sampling can presumably lead to a biased estimation of forest parameters across similar regions.

Keywords: Spatial distribution pattern, Ripley's *K* function, forest reserve, Chahartagh.