

## الگوی مکانی و وضعیت رقابت و اجتماع پذیری درختان در توده‌های آمیخته ممرز با استفاده از توابع یک و دو متغیره $K$ رایپلی (مطالعه موردی: قطعه شاهد سری سه حوضه ناو اسالم)

بیت‌اله امانزاده<sup>۱\*</sup>، محمدرضا پورمجیدیان<sup>۲</sup>، خسرو ثاقب‌طالبی<sup>۳</sup> و سیدمحمد حجتی<sup>۴</sup>

\* نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

پست الکترونیک: b.amanzad@yahoo.com

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۷/۱۶

### چکیده

به منظور بررسی الگوی پراکنش و وضعیت رقابت‌پذیری درختان در توده‌های آمیخته ممرز دو قطعه نمونه یک هکتاری در قطعه شاهد سری ناو اسالم انتخاب شد. اضلاع این قطعات به طول ۱۰۰ متر در جهت شمالی- جنوبی بودند. برای بررسی رقابت و اجتماع‌پذیری درون‌گونه‌ای (Intra-specific)، درختان از نظر قطر در چهار گروه کم قطر (<۳۰ سانتی‌متر)، میان قطر (۳۵-۵۰ سانتی‌متر)، قطور (۵۵-۷۰ سانتی‌متر) و خیلی قطور (بزرگتر از ۷۰ سانتی‌متر) طبقه‌بندی شدند. همچنین برای مطالعه تاثیر حضور گونه‌های مختلف بر هم (اثر بین‌گونه‌ای Inter-specific) علاوه بر قطر، گونه‌های درختی نیز برداشت گردیدند. برای تعیین نوع پراکنش درختان و همچنین اجتماع‌پذیری آنها به ترتیب از روش تابع تک و دو متغیره  $K$  رایپلی استفاده شد. نتایج نشان داد که الگوی پراکنش دو توده خوشه‌ای بوده و درختان کم قطر دارای اثر متقابل (Interaction) با درختان با قطر متوسط، قطور و بسیار قطور می‌باشند ( $P > 0.05$ ). گرچه اثر متقابل کلاسه قطری اول با سه کلاسه قطری دیگر از نوع اثر متقابل جذب (Attraction) بوده اما نقطه شروع آنها یکسان نیست به طوری که دو کلاسه قطور و بسیار قطور اثر مثبت خود را در فاصله کم اعمال نموده‌اند، در حالی که در کلاسه متوسط تا حدود ۱۰ متر اول اثر معنی‌داری مشاهده نمی‌شود ( $P > 0.05$ ). بررسی اثر متقابل بین گونه‌ها نیز نشان داد که حضور راش و ممرز وضعیت بی‌تفاوتی را حداقل در فواصل تا ۲۰ متر به نمایش گذاشته است. بعد از آن نیز اثر متقابل از نوع دفع را می‌توان مشاهده کرد. همچنین نتایج نشان داد که گونه راش شدیداً با گونه توسکا در همان فواصل اولیه، اثر متقابل از نوع دفعی دارد. بنابراین به دلیل این که توده‌های طبیعی در طول چرخه حیاتی خود نیازهای متفاوتی دارند، اثر متقابل درون و برون گونه‌ای در آنها نیز متفاوت و در نتیجه پاسخ آنها به فرآیندهای طبیعی یکسان نخواهد بود. به همین دلیل شناخت الگوها، راهنمایی مناسب در استفاده از اثرات مطلوب پدیده‌های رقابت و اجتماع‌پذیری در راستای مدیریت نزدیک به طبیعت توده‌های جنگلی هستند.

واژه‌های کلیدی: اجتماع‌پذیری، اسالم، الگوی مکانی، تابع تک و دو متغیره رایپلی، توده‌های آمیخته، رقابت.

### مقدمه

جزء اصلی اکولوژی بوده است (Szmyt, 2014). به نظر

Evans و Clark (۱۹۵۴) الگوی مکانی یک جمعیت گیاهی

همواره الگوی مکانی و زمانی پدیده‌های اکولوژیکی

ساختار منطقه به دو قسمت متمایز تقسیم کردند. که یک قسمت دارای تراکم بالا و پراکنش J معکوس بود و در تمامی اشکوب‌ها الگوی مکانی کپه‌ای داشت. بخش دیگر دارای پراکنش نامنظم بود و در اشکوب فوقانی الگوی مکانی تصادفی و منظم را نشان داد. Akhavan و همکاران (۲۰۱۰) الگوی مکانی درختان در مراحل تحولی مختلف جنگل‌های کلاردشت را با استفاده از K رایبلی بررسی و نشان دادند که الگوی پراکنش درختان در مراحل اولیه اوج و پوسیدگی به ترتیب خوشه‌ای شدید، تصادفی و خوشه‌ای ضعیف می‌باشد. Karami و همکاران (۲۰۱۲) الگوی مکانی لکه‌های زادآوری طبیعی راش در جنگل خیرودکنار را به صورت کپه‌ای و تصادفی معرفی کردند. Akhavan و همکاران (۲۰۱۲) کارآیی تابع دو متغیره در بررسی رقابت و اجتماع‌پذیری درختان در توده‌های دست نخورده را در حالت درون‌گونه‌ای بررسی و توصیه نموده‌اند که اثرات برون‌گونه‌ای نیز با استفاده از این توابع مورد آزمون قرار گیرد. بنابراین این بررسی نیز به دنبال دستیابی به تعیین نوع الگوی مکانی و همچنین وضعیت اجتماع‌پذیری افراد (درختان) در شرایط درون و برون‌گونه‌ای در توده‌های آمیخته ممرز می‌باشد که برای نخستین بار در کشور انجام می‌شود.

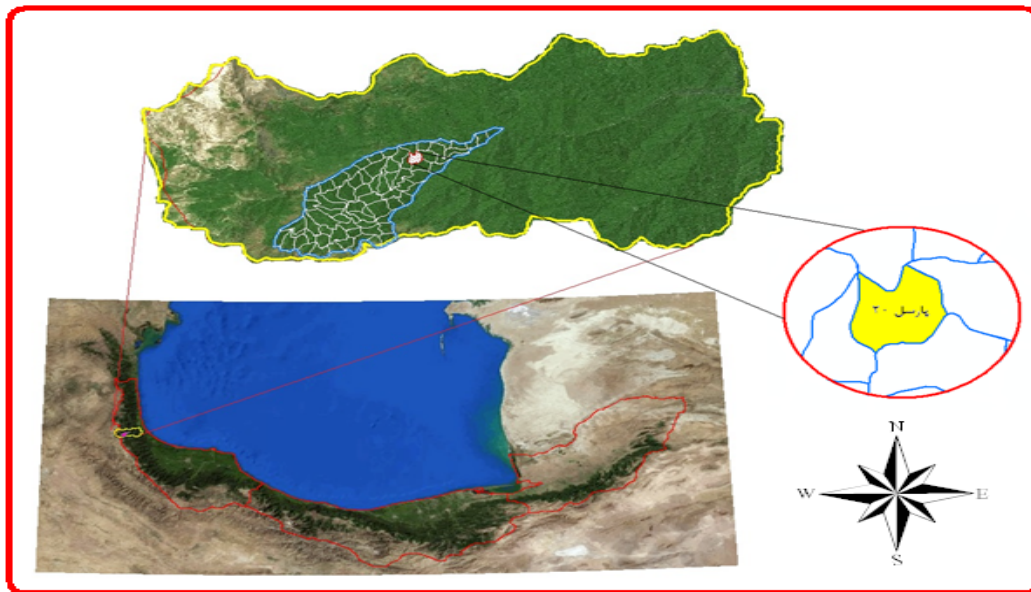
### مواد و روش‌ها

این بررسی در قطعه ۳۲۰ واقع در سری سه حوضه آبخیز ناو اسالم با عرض و طول جغرافیایی به ترتیب ۳۷°۴۱' شمالی و ۴۸°۴۵' شرقی انجام گرفت (شکل ۱). جهت عمومی قطعه شمالی و شیب آن عمدتاً در دامنه ۳۰ تا ۶۰ درصد است. نوع سنگ مادری گرانیت و میکاشیست و تیپ خاک قهوه‌ای جنگلی اسیدی با بافت لومی تا لومی شنی بوده و pH خاک بین ۵ تا ۶/۱ متغیر می‌باشد (Anonymus, 2004). میانگین میزان بارندگی سالانه منطقه ۱۲۸۶/۵ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه ۸/۵ درجه سانتی‌گراد بوده که بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه جزء اقلیم سرد و مرطوب قرار می‌گیرد (Shikholeslami, 1991).

یا جانوری یک ویژگی اساسی آن جمعیت است چرا که زمانی که الگو شناخته شد، بوم‌شناس عوامل موثر را مورد آزمایش قرار خواهد داد. Goreaud و همکاران (۱۹۹۷) اعتقاد دارند ساختار مکانی توده جنگلی که از آن به عنوان سازمان‌دهی درختان در فضا یاد می‌کنند، دارای نقش کلیدی در پویایی توده بوده و در واقع یکی از مؤلفه‌های برتر در ساختار توده‌های جنگلی، الگوی مکانی می‌باشد (Cheng et al., 2014). که پیش‌بینی توسعه آینده توده (Sanchez Meador et al., 2009) و تجزیه و تحلیل ساختار و پویایی جوامع جنگلی (Rozas et al., 2009) از مهمترین کارکردهای آن است. همچنین آگاهی‌هایی را در ارتباط با ساختار جامعه، همزیستی گونه‌ها، زادآوری، رویش، مرگ و میر، پراکنش، استفاده از منابع، ایجاد روشنه و توسعه زیر اشکوب ارائه می‌دهد (Condit et al., 2000; Wiegand et al., 2007).

اهمیت زیاد مطالعه الگوی مکانی در شناخت نیاز گونه‌های گیاهی و بهره‌گیری از شرایط مناسب در راستای نگرش‌های اقتصادی و اکولوژیکی سبب شده تا سهم قابل‌توجه‌ای از مطالعات محققان در جهان را به خود اختصاص دهد. Hanewinkel (۲۰۰۴) در جنگل‌های آلمان نشان داد که توده‌های همسال الگوی منظم داشته ولی توده‌های ناهمسال الگوی خوشه‌ای نشان می‌دهند. Kunstler و همکاران (۲۰۰۴) نیز الگوی پراکنش نهال‌های راش و بلوط را در جنگل‌های کاج فرانسه کپه‌ای معرفی کرد. Salas و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از شاخص رایبلی در جنگل‌های سوزنی‌برگ آمیخته شیپلی به الگوی تصادفی و خوشه‌ای رسیدند. Longuetaud و همکاران (۲۰۰۸) در توده‌های همسال بلوط با استفاده از شاخص‌های کلارک-ایوانز و رایبلی به الگوی پراکنش منظم دست یافتند.

در ایران نیز Alavi و همکاران (۲۰۰۶) الگوی مکانی درختان ملج را در جنگل خیرود کنار نوشهر بینابینی کپه‌ای-تصادفی معرفی کردند. Habashi و همکاران (۲۰۰۷) الگوی مکانی را در جنگل آمیخته راش شصت کلا-گرگان با استفاده از شاخص نزدیکترین همسایه و براساس تراکم و



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

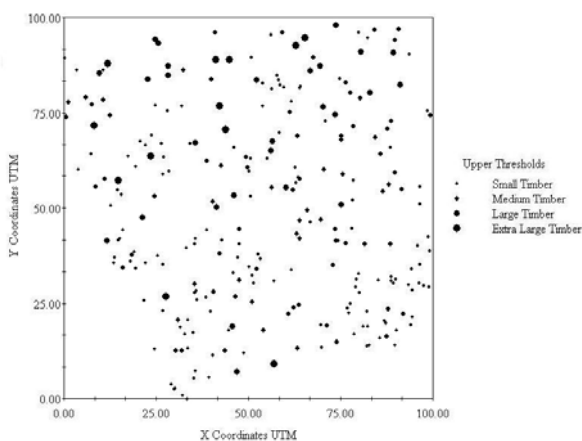
#### روش تحقیق

دو قطعه یک هکتاری در تپ آمیخته مرز انتخاب شد. این قطعات به شکل مربع و اضلاع آنها به طول ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر در جهت شمالی- جنوبی بود. مختصات گوشه جنوب غربی هر کدام از قطعات نمونه برداشت و برای ثبت مختصات درختان از روش فاصله- آزیموت استفاده گردید، که در آن مختصات جنوب غربی به عنوان نقطه مبنا در نظر گرفته شد. سپس آزیموت درخت با قطب‌نما و فاصله افقی با دستگاه Vertex اندازه‌گیری و ثبت گردید. با استفاده از روابط مثلثاتی، داده‌ها به مختصات دکارتی تبدیل و با اضافه کردن این نقاط به نقطه مبنا، موقعیت درختان به صورت UTM بدست آمد (Akhavan *et al.*, 2010). سپس قطر کلیه درختان قطورتر از ۷/۵ سانتی‌متر ثبت شد. به منظور بررسی رقابت و اجتماع‌پذیری درون‌گونه‌ای (Intra-specific)، درختان از نظر قطر در چهار گروه کم قطر (Small Timber) (<۳۰ سانتی‌متر)، میان قطر (Medium Timber) (۳۵-۵۰ سانتی‌متر)، قطور (Large Timber) (۵۵-۷۰ سانتی‌متر) و خیلی قطور (Extra Large Timber)

(بزرگتر از ۷۰ سانتی‌متر)، طبقه‌بندی شدند (Sagheb-Talebi & Schüts, 2002; Eslami & Sagheb-Talebi, 2007). همچنین جهت مطالعه تاثیر حضور گونه‌های مختلف بر هم (اثر بین‌گونه‌ای Inter-specific) علاوه بر قطر، گونه‌های درختی نیز برداشت گردیدند.

برای تعیین نوع پراکنش درختان و همچنین اجتماع‌پذیری آنها به ترتیب از روش تابع تک و دو متغیره K راپیلی استفاده شد (Ripley, 1977). فاصله مورد عمل برای محاسبه تابع L در قطعات برابر با نصف طول ضلع یعنی ۵۰ متر (فاصله‌ای که بیش از آن اثر متقابل درختان به حداقل می‌رسد (Salas *et al.*, 2006) با افزایش پنج متر بود (Akhavan *et al.*, 2010). کلاس‌های قطری که در آن موقعیت مکانی قطر درختان کوچک‌تر به دلیل تاثیرپذیری از درختان بزرگتر به‌عنوان متغیر و موقعیت مکانی درختان بزرگتر ثابت در نظر گرفته شد (Akhavan *et al.*, 2012). همچنین برای بررسی اثر متقابل، مکان گونه غالب ثابت و مکان گونه دوم متغیر در نظر گرفته شد (Hao *et al.*, 2007). در بررسی توابع یک و دو متغیره، حدود مونت کارلو

سانتی‌متر در نوسان بود که ضریب تغییرات در تیپ دوم با ۶۳ درصد از بیشترین میزان تغییرات حکایت می‌کند. شکل ۲ نشان می‌دهد که پراکنش درختان قطور منظم‌تر شده و تجمع در آن نسبت به درختان کم قطر کمتر دیده می‌شود. اما درختان با قطر کم عمدتاً ترجیح می‌دهند به صورت خوشه‌ای ظاهر شوند. البته به‌طور کلی حتی درختان قطور نیز هر چند با شدت کمتر میل به خوشه‌ای بودن دارند. درختان قطور در یک سیکل تحول توده در پله آخر با تعداد کم و درختان کم قطر با تعداد بیشتر در پله اول تحول قرار دارند، که میل به خوشه‌ای بودن در پله اول تحول بیشتر و در پله‌های بالاتر کمتر و به سمت منظم پیش خواهد رفت.

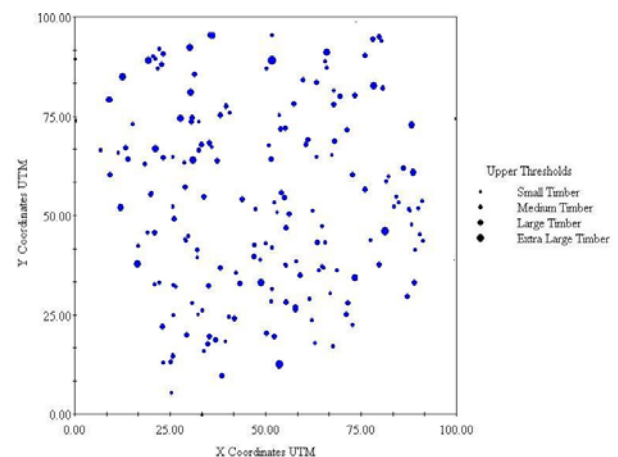


قطعه دوم

در سطح اطمینان ۹۵ درصد با ۹۹ بار شبیه‌سازی محاسبه و ترسیم شد. محاسبات شاخص‌ها و ترسیم آنها با استفاده از نرم افزار Programita انجام شد (Wiegand, 2004).

## نتایج

حداقل و حداکثر تعداد در هکتار به ترتیب ۲۱۹ اصله مربوط به قطعه یک و ۲۸۸ اصله مربوط به قطعه دوم بود. در این تیپ، ممرز به‌عنوان گونه غالب (با بیش از ۵۰ درصد) با حداقل و حداکثر به ترتیب ۵۹/۸ و ۶۸/۲ درصد کمترین و بیشترین مقدار را داشت. گونه راش دومین گونه غالب نیز به ترتیب با ۱۲ و ۱۷/۴ درصد کمترین و بیشترین حضور را دارا بود. میانگین قطر نیز بین ۳۲ تا ۴۱

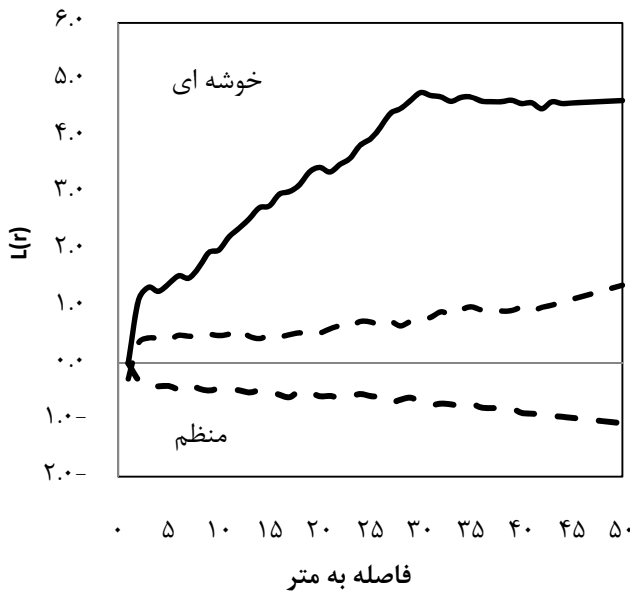


قطعه اول

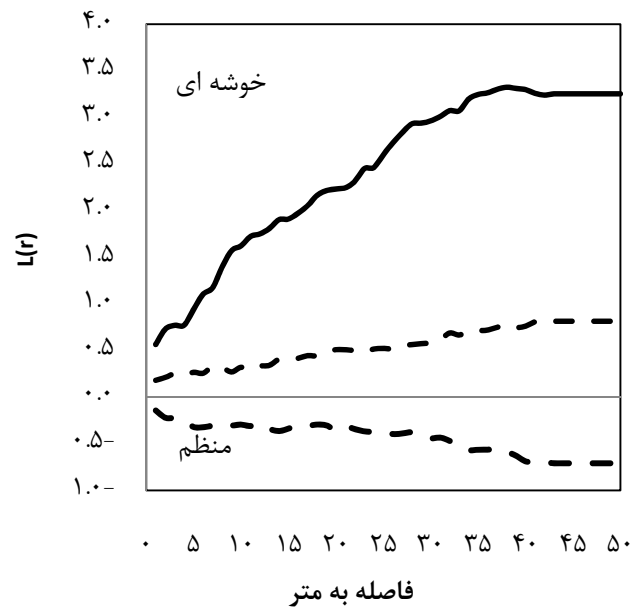
شکل ۲- وضعیت پراکنش قطری درختان در قطعات ممرز-راش

حدود مونت کارلو قرار دارد الگوی پراکنش آن مانند قطعه اول خوشه‌ای است. کل توده و همچنین ممرز در هر دو قطعه پراکنش خوشه‌ای را نشان می‌دهد. گونه راش همانطور که قابل انتظار است در فاصله نسبتاً زیاد رفتار خوشه‌ای را نشان می‌دهد و توسکا هرچند ابتدا پراکنش خوشه‌ای دارد اما در فاصله بیش از ۴۰ متر به صورت تصادفی تا منظم (در قطعه دوم) پراکنش دارد.

شکل ۳ نشان می‌دهد که نمودار تابع  $L$  در هر دو قطعه در دو حالت با در نظر گرفتن کل گونه‌ها و یا فقط ممرز (گونه اصلی) بالاتر از حدود مونت کارلو قرار دارد. بنابراین الگوی پراکنش در توده‌های آمیخته ممرز خوشه‌ای است. البته نمی‌توان انتظار داشت که توده‌های با ترکیب مشابه از الگوی کاملاً مشابه پیروی نمایند. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود قطعه دوم در فاصله کمتر حالت نزدیک به تصادفی را تداعی می‌کند، گرچه چون تابع  $L$  در بالای



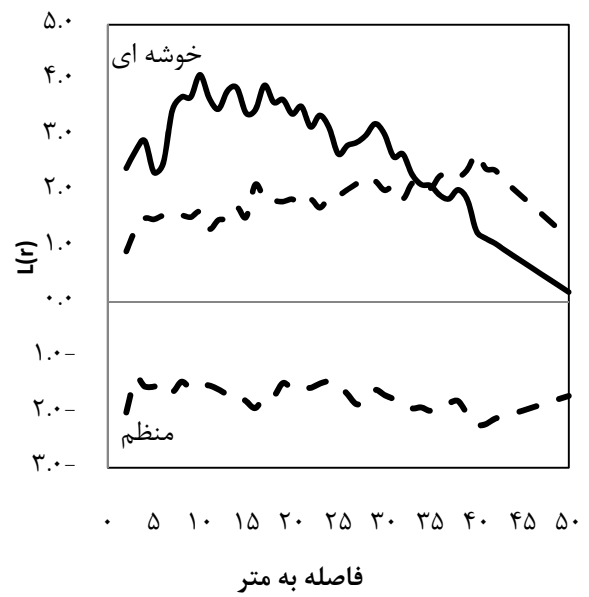
(ب) فقط ممرز



(الف) کل توده

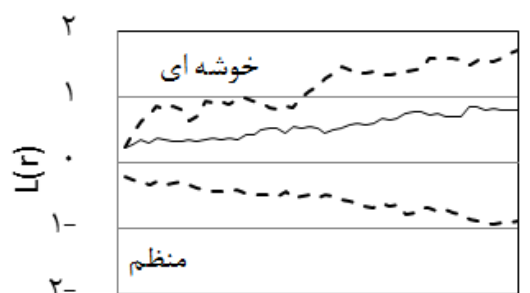


(د) فقط توسکا



(ج) فقط راش

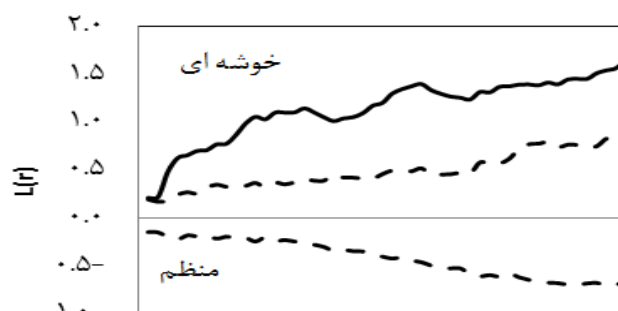
شکل ۳ - تابع  $L$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه اول (الف، ب، ج و د) و در قطعه دوم (ه، و، ز و ح)



۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰

فاصله (متر)

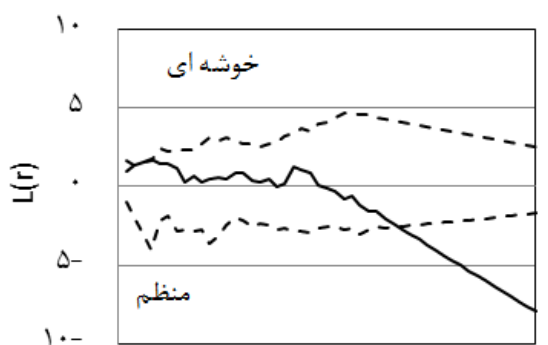
(و) فقط ممرز



۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰

فاصله به متر

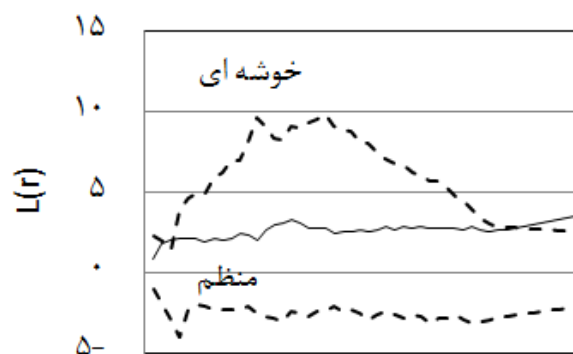
(ه) کل توده



۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰

فاصله (متر)

(ج) فقط توسکا



۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰

فاصله (متر)

(ز) فقط راش

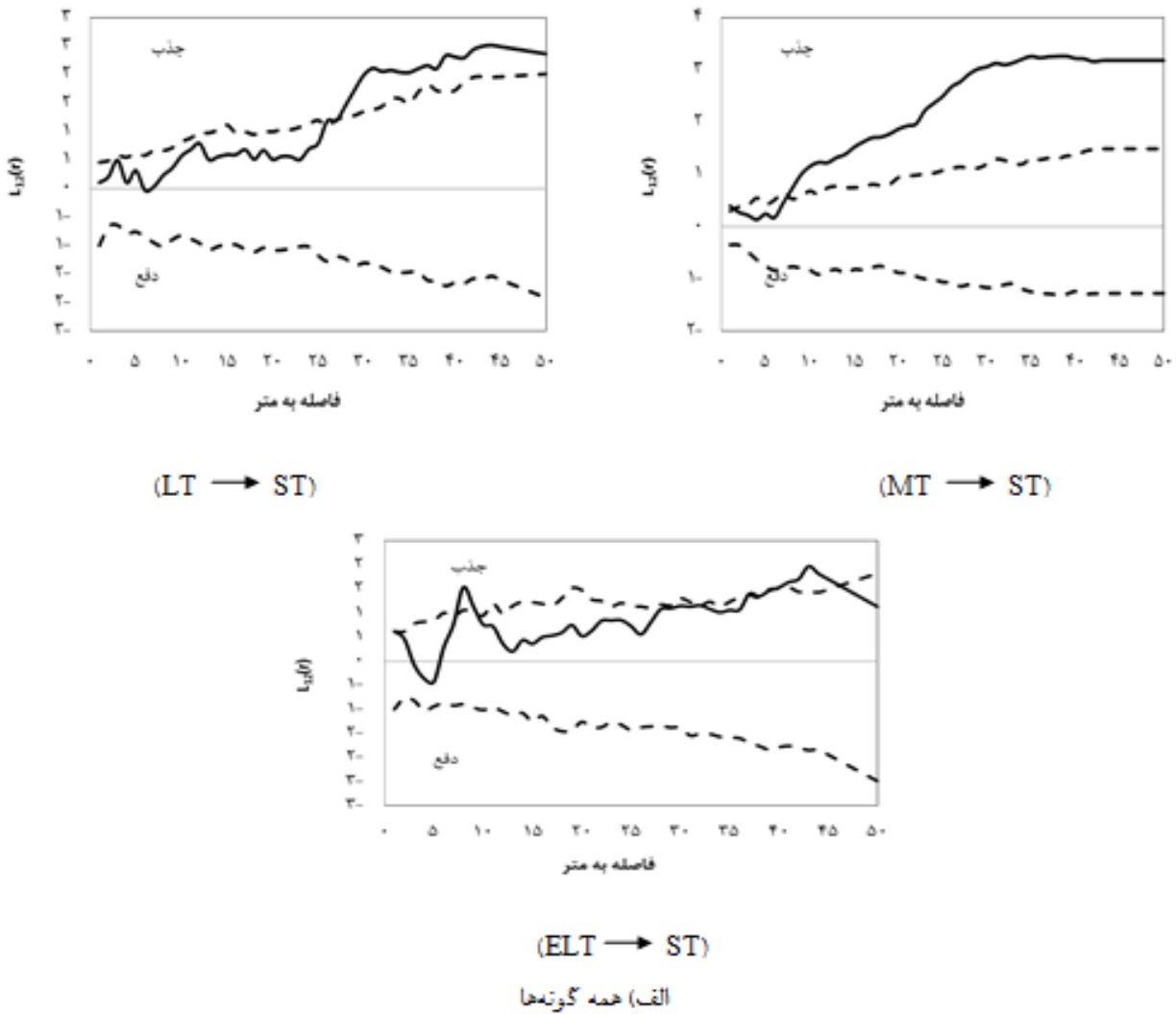
ادامه شکل ۳ - تابع  $L(r)$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه اول (الف، ب، ج و د) و در قطعه دوم (ه، و، ز و ح)

ب نشان می‌دهد که خاصیت جذب درحالتی که تنها گونه ممرز مورد بررسی قرار می‌گیرد افزایش می‌یابد. در قطعه دوم اثر متقابل مثبت بین درختان کلاسه کم قطر و درختان با قطر متوسط بعد از فاصله ۲۵ متر اتفاق افتاده است (شکل ۵ الف)، ضمن آنکه درختان قطر بعد از فاصله ۱۰ متری اثر دفعی (Repulsion) بر درختان کم قطر داشته است. این اتفاق با شدت بیشتری در فاصله بیش از ۳۰ متر در کلاس بسیار قطر مشاهده می‌شود. به عبارتی دیگر درختان قطر و بسیار قطر اثر دفع‌کنندگی بر درختان جوان داشته‌اند

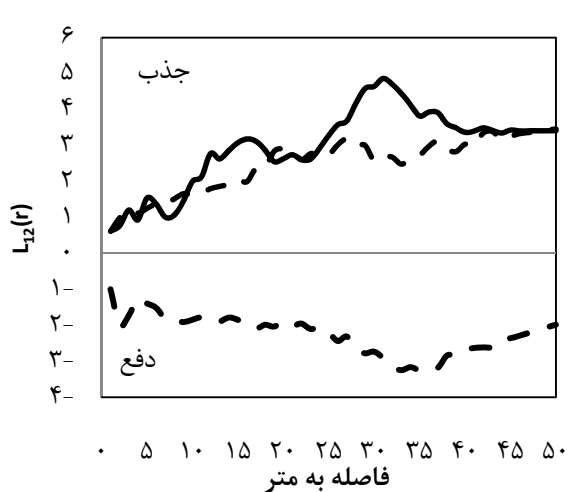
رقابت و اجتماع‌پذیری در حالت درون‌گروهی در قطعه نمونه اول نشان داد که درختان کم قطر با درختان با قطر متوسط، قطر و بسیار قطر اثر متقابل (Interaction) دارد ( $P < 0.05$ ). هرچند اثر متقابل کلاسه قطری اول با سه کلاسه قطری دیگر از نوع اثر متقابل جذب (Attraction) بود، اما نقطه شروع آنها یکسان نبود. دو کلاسه قطر و بسیار قطر اثر مثبت خود را در فاصله کم اعمال نموده‌اند، درحالی‌که در کلاسه متوسط تا حدود ۱۰ متر اول اثر معنی‌داری مشاهده نشد ( $P < 0.05$ ) (شکل ۴ الف). شکل ۴

قطر ممرز بر درختان کم قطر این گونه غالباً معنی دار نبود (شکل ۵ ب).

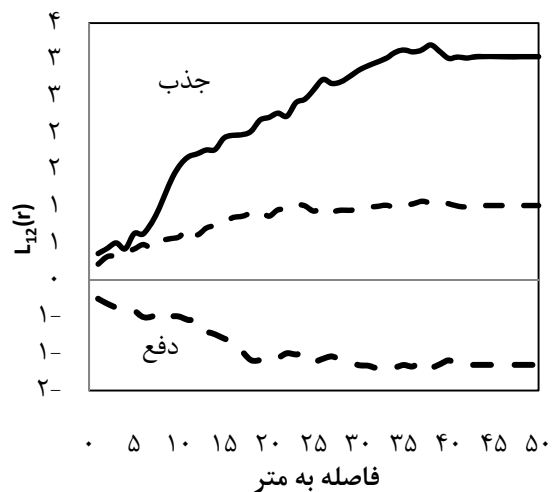
(شکل ۵ الف). در اینجا نیز مانند قطعه اول دو وضعیت در نظر گرفته شده (اثرات متقابل بین کل گونه‌ها و اثرات متقابل فقط بین گونه اصلی) تفاوت نشان می‌دهند. اثرات درختان



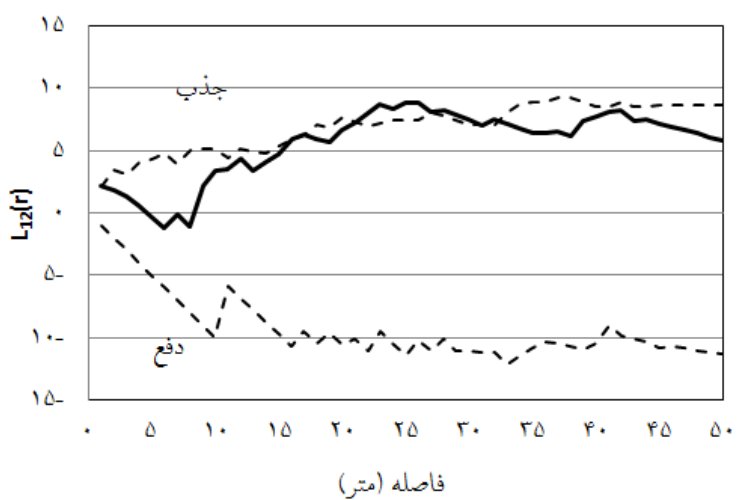
شکل ۴ - توابع  $L_{12}$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه ۱: الف) همه گونه‌ها، ب) فقط ممرز (حروف LT، MT، ST و ELT به ترتیب معرف کلاسه‌های قطری کم قطر، میان قطر، قطور و بسیار قطور می‌باشد).



(LT → ST)



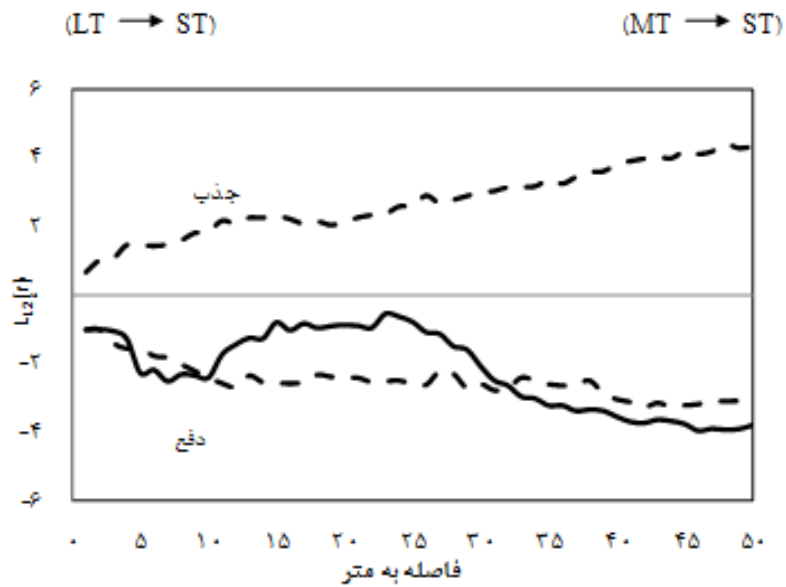
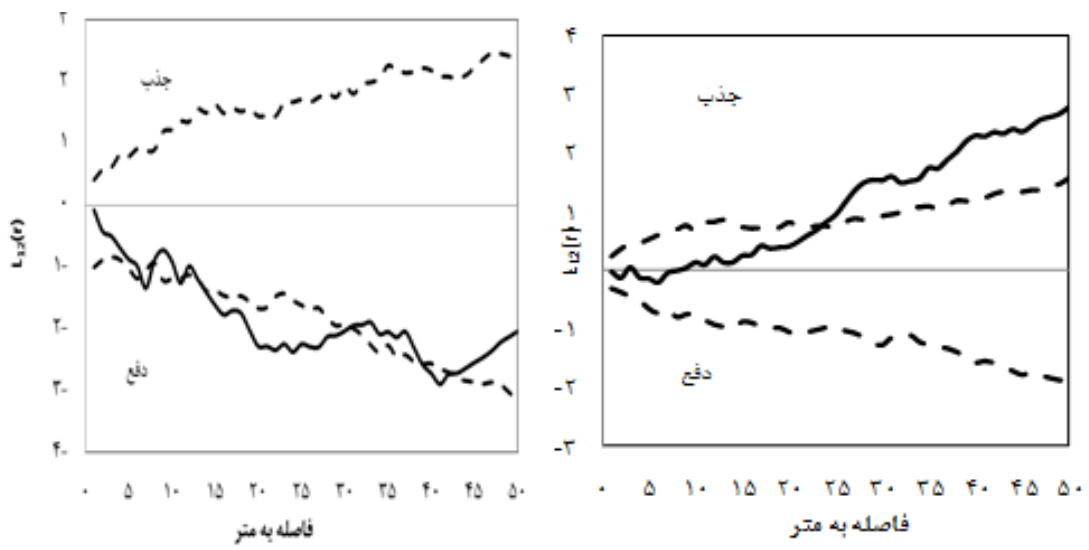
(MT → ST)



(ELT → ST)

ادامه شکل ۴ - توابع  $L_{12}$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه ۱: الف) همه گونه‌ها، ب) فقط ممرز (حروف LT، MT، ST و ELT به ترتیب معرف کلاسه های قطری کم قطر، میان قطر، قطور و بسیار قطور می‌باشد).

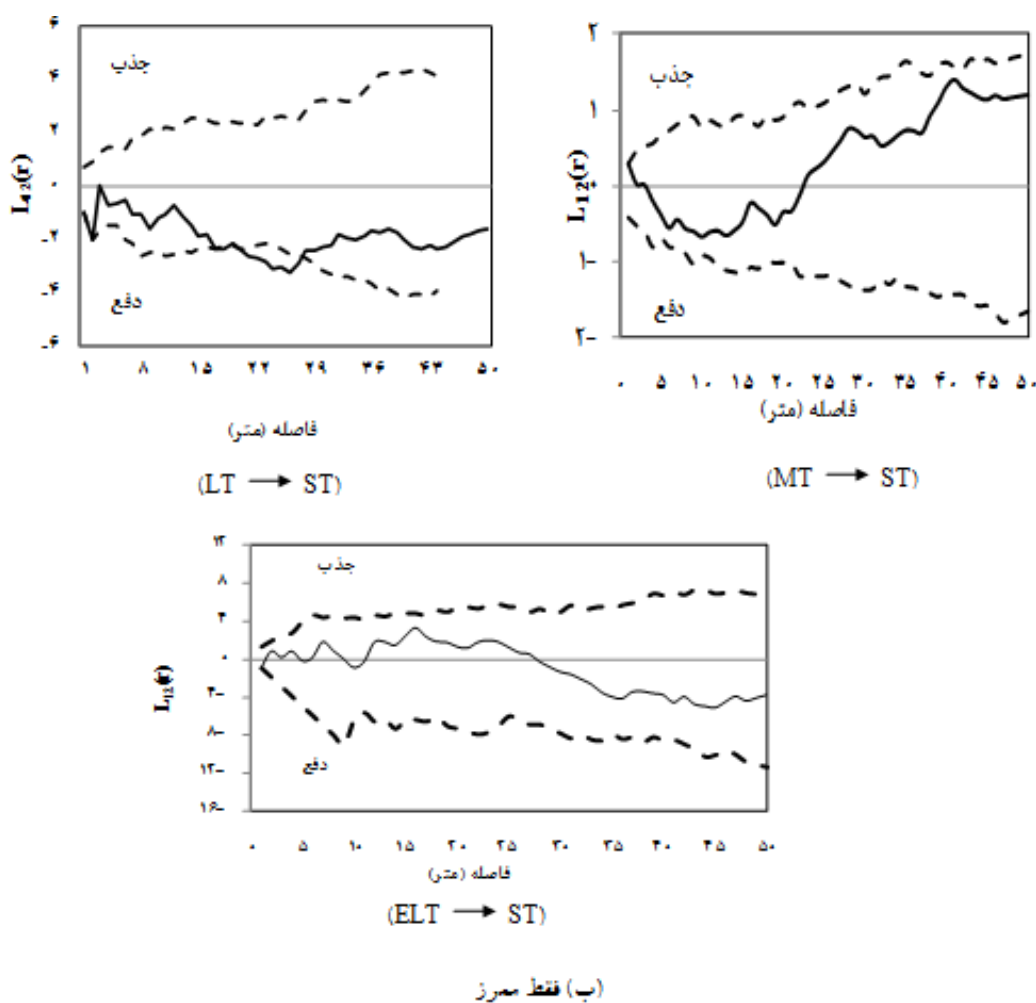




□

(ELT → ST)

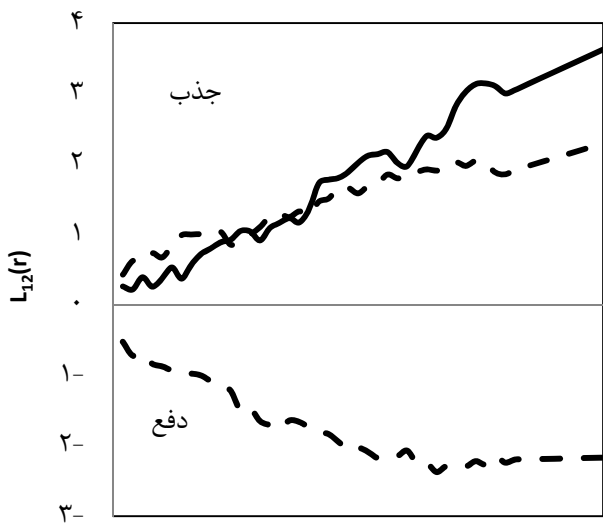
شکل ۵ - توابع  $L_{12}$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه ۲: الف) همه گونه‌ها، ب) فقط ممرز



ادامه شکل ۵ - توابع  $L_{12}$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه ۲: الف) همه گونه‌ها، ب) فقط ممرز

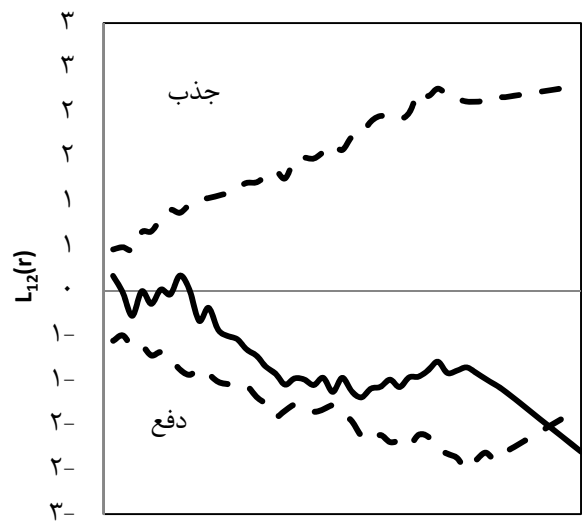
مشاهده کرد. گونه راش که رابطه منفی را در فاصله به نسبت زیاد با ممرز به نمایش گذاشته است، در مقابل شدیداً با گونه توسکا در همان فواصل اولیه اثر متقابل از نوعی دفعی را داشته است. که این امر حکایت از رقابت قابل توجه این دو گونه که اشکوب فوقانی را نیز اشغال کرده‌اند می‌کند. همچنین حضور گونه ممرز تأثیری بر توسعه گونه شیردار نداشته است، به عبارتی پراکنش دوگونه مستقل از هم قلمداد می‌شود (شکل‌های ۶ و ۷).

رقابت (Competition) و اجتماع‌پذیری (Association) بین گونه‌ها (اثر متقابل برون‌گونه‌ای) با توجه به نیازهای مشترک، وضعیت‌های متفاوتی را به نمایش گذاشته است. حضور راش و ممرز وضعیت بی‌تفاوتی را حداقل تا فواصل ۲۰ متر نشان می‌دهد. گرچه بعد از آن اثر متقابل از نوع دفع را می‌توان مشاهده کرد. رابطه ممرز با توسکا برخلاف رابطه آن با راش اثر متقابل مثبتی را نشان می‌دهد، البته اختلاف معنی‌داری تا فاصله حدود ۱۵ متر ندارد ( $P < 0.05$ ), اما اثر معنی‌داری را در هر دو قطعه می‌توان در فواصل بیشتر



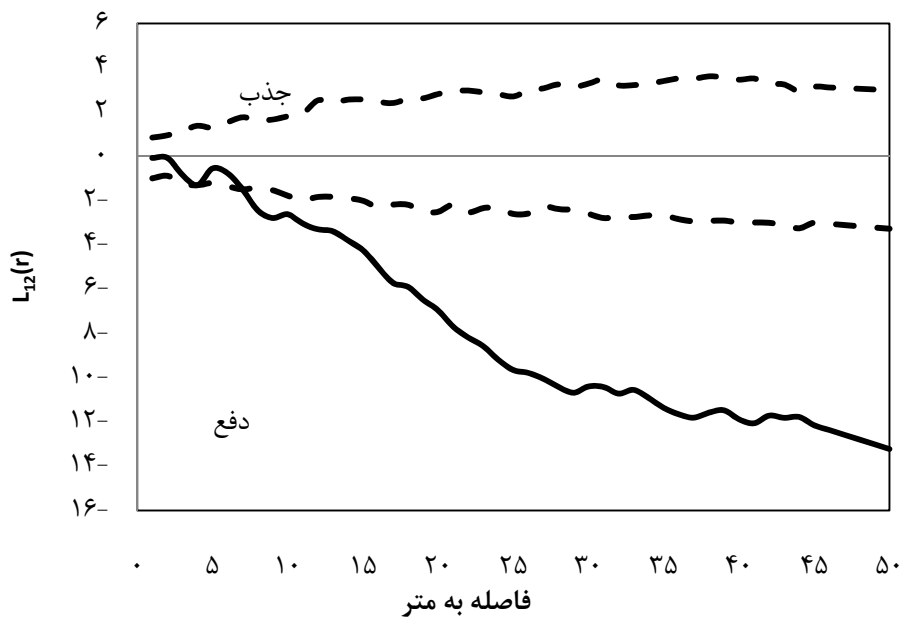
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰  
فاصله به متر

(ممرز-توسکا)



۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰  
فاصله به متر

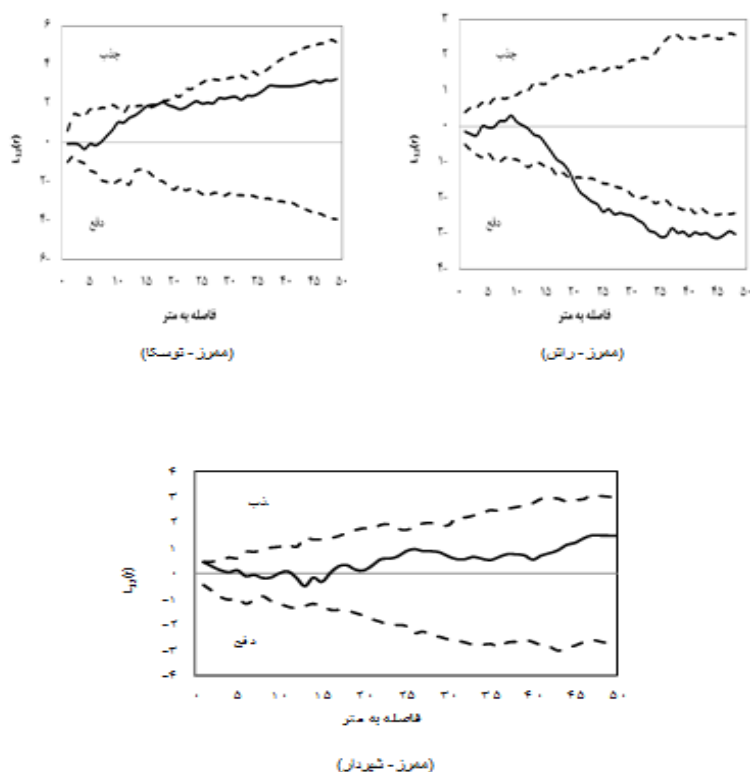
(ممرز-راش)



۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰  
فاصله به متر

(راش-توسکا)

شکل ۶- تابع  $L_{12}$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه اول



شکل ۷ - توابع  $L_{12}$  (خط ممتد) و حدود مونت کارلو (خط چین) در قطعه دوم

## بحث

یکسانی را به نمایش بگذارند (Salas *et al.*, 2006). حتی در دو توده مورد بررسی علی‌رغم اینکه دارای تیپ مشابهی هستند، اما به دلیل ساختار احتمالی متفاوت با وجود تبعیت از الگوی خوشه‌ای وضعیت کاملاً مشابه را نشان نمی‌دهند و به نظر می‌آید شدت خوشه‌ای بودن آن در حالات مختلف دستخوش تغییر شود. به عبارت دیگر تأثیر عوامل مختلف می‌تواند سبب شود تا توده‌های جنگلی به‌طور کامل یا در فواصل مختلف از الگوهای متفاوت پیروی نمایند. چنانکه Akhavan و همکاران (۲۰۱۰) در مراحل مختلف تحولی توده‌های راش از الگوهای مکانی متفاوت در فواصل مختلف یاد می‌کند. همچنین Hao و همکاران (۲۰۰۷) در ارتباط با تأثیر کلاسه‌های ارتفاعی در نوع الگوی ارائه شده بیان می‌کنند که عموماً در جنگل درختان با تاج گسترده و بزرگ (اشکوب فوقانی و میانی) در کل فاصله از الگوی تصادفی یا یکنواخت و درختان با تاج کوچک (اشکوب زیرین و نهال‌ها) در فواصل کوتاه از الگوی خوشه‌ای تبعیت

رویشگاه مورد مطالعه یکی از جنگل‌های با خصوصیات ممتاز از نظر ترکیب گونه‌ای است که تیپ‌های مختلفی در آن مشاهده می‌شود و از نظر مقایسه با شرایط مشابه، بسیار حایز اهمیت می‌باشند. تیپ ممرز- راش از توده‌های مهم این جنگل‌ها بوده که دو توده منتخب آن دارای شرایط متفاوتی از هم بودند. فقدان برنامه‌های مدیریتی در آن (جنگل شاهد) با گونه‌های همراه و ساختار متفاوت آن می‌تواند فرصت‌های لازم را برای مطالعه روند طبیعی این تیپ جنگلی برای اهداف مدیریتی به‌ویژه برنامه‌های متناسب با جنگل‌شناسی همگام با طبیعت فراهم سازد. تعیین الگوی پراکنش یکی از اهداف این بررسی‌ها می‌باشد. مطالعات ما نشان داد که الگوی پراکنش در دو توده مورد بررسی به صورت خوشه‌ای بود. اصولاً الگوی پراکنش در اغلب توده‌های حاصل از زادآوری طبیعی خوشه‌ای است اما همواره نمی‌شود انتظار داشت که توده‌های طبیعی الگوهای

مقابل عوامل محیطی و در نتیجه نیاز به پرستار در برخی از گونه‌ها در اوایل حیات گیاه، مشخصات فیزیکی بذر و نحوه پخش آن و همچنین رقابت برای دسترسی بیشتر به منابع (نور، مواد غذایی و آب) از جمله مصداق‌هایی برای علل وجودی مباحث رقابت و اجتماع‌پذیری افراد در توده‌ها می‌باشد. توزیع درختان بسیار قطور در نتیجه احتمال مرگ و میر اتفاقی آنها و همچنین رقابت قوی بین آنان (درون و برون‌گونه‌ای) برای دسترسی به منابع (آب، غذا و نور) در تمام فواصل تصادفی است (Cheng *et al.*, 2014).

در قطعه نمونه اول درختان با قطر در فواصل طولانی‌تر اثر متقابل را نشان دادند. به طوری که اثر درختان با قطر متوسط بر درختان کوچک در فاصله ۱۰ متر اول و تاثیری‌پذیری آن از درختان بزرگ در فاصله سه برابری نسبت به درختان متوسط حادث شده است. ضمن آنکه درختان بسیار قطور در حداکثر فاصله دارای اثر متقابل می‌باشند. اثر متقابل درختان در این قطعه نمونه از نوع جذب است. به عبارتی درختان کم قطر تاثیرپذیری مثبتی را در فواصل مختلف از درختان سه گروه دیگر داشته‌اند. در قطعه دوم اثر متقابل جذب درختان کم قطر با درختان با قطر متوسط همچنان قابل مشاهده است، گرچه این اتفاق در یک فاصله به نسبت طولانی‌تری بوده است، اما تاثیرپذیری درختان با قطر کم از درختان قطور و بسیار قطور در این توده حتی در فواصل کمتر دارای اثر متقابل دفعی است. این تفاوت در عملکرد را می‌توان تفاوت در مراحل تحولی و ساختار توده‌ها توصیف نمود. Akhavan و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که اثرات متقابل در مراحل مختلف تحولی بین کلاسه‌های قطری یکسان نیست. Cheng و همکاران (۲۰۱۴) نزدیکی قوی و مثبت بین مراحل جوانی و میانسالی در گونه *Quercus liaotungensis* را در نتیجه نیاز آنها به پرستار می‌دانند.

در مقابل افراد جوان و کهنسال این گونه می‌توانند با هم برای استفاده از منابع رقابت شدیدی داشته باشند که با نتایج این بررسی مطابقت دارد. به نظر می‌آید فرآیند رقابت درون‌گونه‌ای به دلیل نیازها و خواص‌های مشترک در آن

می‌کنند، که با بزرگ شدن تاج پوشش از شدت خوشه‌ای توده کاسته خواهد شد. Wang و Liu (۲۰۱۱) و Haase و همکاران (۱۹۹۶) نیز اظهار می‌دارند که الگوی مکانی خوشه‌ای با افزایش اندازه کلاسه قطری کاهش می‌یابد.

در یک قاعده کلی، الگوهای خوشه‌ای و یکنواخت که در آن افراد به صورت غیرتصادفی گسترش پیدا کرده‌اند حکایت از وجود عوامل محدود کننده در اکوسیستم حیاتی دارند. درحالی‌که الگوی تصادفی در جمعیت موجودات زنده به همگنی محیط و یا به الگوهای رفتاری غیرانتخابی اشاره دارد (Ludwig & Reynolds, 1988). از عوامل محدودکننده و در نتیجه تحمیل نوع الگو می‌توان رقابت شدید بین و درون‌گونه‌ای برای دریافت و جذب منابع (نور، آب و مواد معدنی)، عدم یکنواختی رویشگاه و یا محدودیت انتشار بذر را نام برد (Hao *et al.*, 2007). بنابراین از تفاوت بین الگوها در این بررسی می‌توان درک کرد که توده‌های طبیعی در طول چرخه حیاتی خود نیازهای متفاوتی دارند و این اصل در توده‌های آمیخته به دلیل چند لایه بودن، از پیچیدگی زیادی برخوردار است. چنانچه Lan و همکاران (۲۰۱۲) شدت خوشه‌ای را تابعی از عوامل مختلف از جمله گونه، مراحل حیاتی گیاه و محدودیت‌های انتشار بذر می‌دانند.

وجود اثر متقابل بین افراد و عناصر تشکیل‌دهنده اکوسیستم‌های گیاهی به دلیل نقش آن در عملکردهای جوامع گیاهی از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. این همبستگی می‌تواند پدیده‌های رقابت و اجتماع‌پذیری بین و درون‌گونه‌ها که مبتنی بر نیازها و خواص‌های اکولوژیکی آنهاست را به درستی توجیه نماید. کنش‌های منفی افراد در جوامع گیاهی نتیجه رقابت برای به انحصار درآوردن مطلق یا نسبی منابع در مقابل کنش‌های مثبت به دلیل پشتیبانی گونه‌ها از یکدیگر و استفاده هماهنگ از منابع محدود قابل مشاهده است. ضمن آنکه فقدان همبستگی نشان از عدم نیازهای مشابه منابع و یا وفور آن و در نتیجه عکس‌العمل یکسان آنها دارد (Ludwig & Reynolds, 1988). موضوعاتی نظیر وجود درجات مختلفی از حساسیت‌ها در

2007) و این قدرت رقابت در ارتباط با گونه‌هایی نظیر توسکا که دارای منافع مشترک زیادتری هستند به مراتب اثر دفعی قوی‌تری به‌جا خواهد گذاشت. بنابراین هرگونه دخالت و عملیات جنگل‌شناسی نظیر تنظیم آمیختگی و ایجاد روشنه بایستی مبتنی بر شناخت از رویشگاه و خصوصیات جنگل‌شناسی گونه‌ها و کنش‌های متقابل آنها در طول حیات گیاه استوار باشد.

### References

- Akhavan, R., Sagheb-Talebi, Kh., Hassani, M. and Parhizkar, P., 2010. Application of bivariate Ripley's K-function for studying competition and spatial association of trees (Case study: intact Oriental beech stands in Kelerdasht). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 632-643 (In Persian).
  - Akhavan, R. and Sagheb-Talebi, Kh., 2012. 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).
  - Alavi, S.J., Zahedi Amiri, Gh. and Marvi Mohadjer, M.R., 2006. An investigation of spatial pattern in Wych Elm (*Ulmus glabra*) in Hyrcanian forest (Case study: Kheyroudkenar forest, Noshahr). Iranian Journal of Natural Resources, 58: 793-804 (In Persian).
  - Anonymus, 2004. Forestry plan of Asalem booklet. Forest Range and Watershad Management Organization, 450p.
  - Cheng, X., Han, H., Kang, F., Song, Y. and Liu, K., 2014. Point pattern analysis of different life stages of *Quercus liaotungensis* in Lingkong Mountain Shanxi Province, China. Journal of Plant Interactions, 9(1): 233-240.
  - Clark, P. and Evans, E., 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships inopulations. Ecology, 35(4): 445-453.
  - Condit, R., Ashton, PS., Baker, P., Bunyavejchewin, S., Gunatilleke, S., Gunatilleke, N., Hubbell, SP., Foster, RB., Itoh, A. and Lafrankie, JV., 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. Science, 288: 1414-1418.
  - Eslami, A.R. and Sagheb-Talebi Kh., 2007.
- نسبت به شرایط رقابت برون‌گونه‌ای شدیدتر باشد، ولی در هر صورت افراد مختلف گونه‌ها نیز بر اساس سرشت‌شان رفتارهای متفاوتی را نشان می‌دهند. در این بررسی گونه ممرز با توسکا بدون اثر متقابل تا اثر متقابل جذب در فاصله نسبتاً زیاد را نشان می‌دهد. گونه ممرز به‌راحتی اشکوب زیرین را تحمل کرده که برخلاف آن اشکوب فوقانی را گونه نورپسند توسکا اشغال می‌کند. اثر متقابل گونه ممرز با گونه شیردار اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد، در واقع همبستگی بین این دو گونه مشاهده نشد. Ludwig و Reynolds (۱۹۸۸) معتقدند که وجود همبستگی بین گونه‌ای، رابطه علت و معلولی آنها را بیان نمی‌کند، بلکه منجر به تشکیل فرضیه‌هایی درباره عوامل به‌وجودآورنده احتمالی آنها که نیاز به بررسی‌های تکمیلی‌تر دارد، می‌شود. چنانکه به برخی از آنها مبتنی بر تجربه‌ها و دانش موجود پرداخته شد. همچنین Ludwig و Reynolds (۱۹۸۸) به نقل از Schluter (۱۹۸۴) عدم همبستگی را نیز نتیجه تعادل نیروهای مثبت و منفی ارزیابی می‌کنند. گونه ممرز با راش دارای اثر خنثی تا اثر متقابل از نوع دفع را نشان داد. راش اشکوب فوقانی را به خود اختصاص می‌دهد و گونه ممرز به‌دلیل قابلیت بالای تحمل‌پذیری به سایه می‌تواند اشکوب میانی را تشکیل دهد. بنابراین مشاهده رابطه تصادفی بین گونه‌ها می‌تواند به‌دلیل فقدان محدودیت‌های محیطی ارزیابی شود. از سوی دیگر مشاهده اثر متقابل دفع در قطعه نمونه دیگر را می‌توان مربوط به ساختار و مراحل حیات گیاه دانست (Lan et al., 2012; Cheng et al., 2014). رابطه راش و توسکا دو گونه‌ای که مقتدرانه اشکوب فوقانی را اشغال می‌کنند بسیار رقابتی است. توسکا گونه‌ای سریع‌الرشد با قدرت تولید بذر فراوان و نورپسند که قابلیت زیر پوشش بردن روشنه‌های ایجاد شده در روند طبیعی چرخه‌های حیاتی و یا فضاها را باز شده به دلایل مختلف را شدیداً داراست. به‌همین خاطر می‌تواند شرایط را برای گونه اصلی راش فراهم کند. راش با گذر از دوره نهالی و جوانی تحت پوشش گونه پرستار برای دسترسی به حداکثر منابع، رقابت شدیدی را با سایر گونه‌ها آغاز می‌کند (Habashi et al., )

- New York, 406p.
- Ripley, B.D., 1977. Modeling spatial patterns. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 39: 172-212.
  - Rozas, V., Zas, R. and Solla, A., 2009. Spatial structure of deciduous forest stands with contrasting human in Xuence in northwest Spain. *European Journal of Forest Research*, 128: 273-285.
  - Salas, C., Le May, V., Nunez, P., Pacheco, P. and Espinosa, A., 2006. Spatial Patterns In An Old-Growth *Nothofagus Obliqua* Forest In South-Central Chile. *Forest Ecology and Management*, 231: 38-46.
  - Sagheb-Talebi, Kh., Schüts, J.P., 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest in the Caspian region and the application of the group selection system. *Forestry Oxford*, 75(4): 465-472.
  - Sánchez Meador, A.J., Moore, M.M. Bakker, J.D. and Parysow, P.F., 2009. 108 years of change in spatial pattern following selective harvest of a *Pinus ponderosa* stand in northern Arizona, USA. *Journal of Vegetation Science*, 20(1): 79-90.
  - Shikholeslami, H., 1991. Effects of elevation, slope and vegetation in soil genesis in Asalemarea soils. M.Sc. thesis, Department of Soil science, University of Tehran, 143p (In Persian).
  - Szmyt, J., 2014. Spatial statistics in ecological analysis: from indices to functions. *Silva Fennica*, 48(1): 1- 31
  - Wang, G. and Liu, F., 2011. The influence of gap creation on the regeneration of *Pinus tabuliformis* planted forest and its role in the near-natural cultivation strategy for planted forest management. *Forest Ecology and Management*, 262: 413-423.
  - Wiegand, T., 2004. Introduction to Point Pattern Analysis with Ripley's L and the O-ring statistic using the Programita software. Department of Ecological Modelling. UFZ-Centre for Environmental Research. Germany, 166p.
  - Wiegand, T., Gunatilleke, C.V.S., Gunatilleke, I.A.U.N. and Okuda., T., 2007. Analyzing the spatial structure of a Sri Lankan tree species with multiple scales of clustering. *Ecology*, 88: 3088-3102.
  - Structure of pure and mixed beech forests in north of Iran (Neka- Zalemrud region ). *Pajouhesh & Sazandegi*, 77: 39-46 (In Persian).
  - Goreaud, F., Courbaud, B. and Collinet, F., 1997. Spatial structure analysis applied to modeling of forest dynamics: a few examples. IUFRO workshop: Empirical and process-based models for forest tree and stand growth simulation, NovasTecnologias, Oeiras, Portugal. 155-172.
  - Habashi, H., Hosseini, S.M., Mohammadi, J. and Rahmani, R., 2007. Stand structure and spatial pattern of trees in mixed Hyrcanian Beech forests of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(1): 55-64 (In Persian).
  - Hanewinkel, M., 2004. Spatial Patterns in Mixed Coniferous Even-aged, Uneven-aged and Conversion Stands. *European Journal of Forest Research*, 123: 139-155.
  - Hao, Z., Zhang, J., Song, B., Ye, J. and Li, B., 2007. Vertical structure and spatial associations of dominant tree species in an old-growth temperate forest. *Forest Ecology and Management*, 252: 1-11.
  - Haase, P., Pugnaire, FL., Clark, SC. and Incoll, LD., 1996. Spatial patterns in a two-tiered semi-arid shrubland in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science*, 7: 527-534.
  - Karami, A., Fegghi, j., Marvie Mohajer, M.R. and Namiranian, M., 2012. Investigation on the spatial pattern of regeneration patches in natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests (Case study :Gorazbon district, Kheiroud- forest). *Iranian Journal of Forest*. 1(4): 77-87 (In Persian).
  - Kunstler, G., Curt, T. and Lepart, J., 2004. Spatial pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus pubescens* Mill.) seedling in natural pine (*Pinus sylvestris* L.) woodland. *European Journal of Forest Research*. 123: 331-337.
  - Lan, G., Getzin, S., Wiegand, T., Hu, Y., Xie, G., Zhu, H. and Cao , M., 2012. Spatial Distribution and Interspecific Associations of Tree Species in a Tropical Seasonal Rain Forest of China. *PLoS ONE*, 7(9): e46074.
  - Longuetaud, F., Seifert, T., Leban, J.M. and Pretzsch, H., 2008. Analysis of long-term dynamics of crowns of sessile oak at the stand level by means of spatial statistics. *Forest Ecology and Management*, 255: 2007-2019.
  - Ludwig, J., Reynolds, J.F., 1988. *Statistical ecology: primer on methods*. Wiley and Sons,

## Spatial Pattern, competition and spatial association of trees in Mixed Hornbeam Stands using univariate and bivariate Ripley's K-function (case study: Reserve area, district 3 of Asalem forests)

B. Amanzadeh <sup>1\*</sup>, M.R. Pourmajidian <sup>2</sup>, Kh. Sagheb-Talebi <sup>3</sup> and S.M. Hojjati <sup>3</sup>

1\*- Corresponding Author, Ph.D Student, Department of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, Email: b.amanzad@yahoo.com

2- Associate Prof., Department of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Assistant prof., Department of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 07.17.2014

Accepted: 10.08.2014

### Abstract

In order to study the competition and spatial association of trees in mixed Hornbeam stands, two 1-ha sample plots (100m×100m) were selected in the reserve area of Asalem forests in Guilan. In each plot, species and diameter at breast height (DBH) of all trees with a diameter > 7.5 cm were recorded and mapped using slope-corrected distance and azimuth from southwest corner of each plot. Distances and azimuths were later transformed to Cartesian coordinates, and all of the measured trees were assigned to one of four diameter size classes: ST (Small Timber, (DBH ≤ 32.5 cm), MT (Medium Timber, 32.5 < DBH ≤ 52.5 cm), LT (Large Timber, 52.5 < DBH ≤ 72.5 cm) and ELT (Extra-Large Timber, DBH > 72.5). Spatial patterns of the entire trees as well as the spatial associations among tree size classes (Intra-specific) and among species (Inter-specific) were analyzed by univariate and bivariate Ripley's K-function. Results showed that the two stands exhibited a clustered distribution. Furthermore, the interaction between the ST class and other classes was significant (P<0.05). Although we found a positive correlation between the ST and other tree classes, spatial distribution of trees showed different patterns at different spatial scales. The starting point of the attraction in LT and ELT classes was observed at a small scale, whereas it tended towards independent associations in MT class at scale of 10 meter (P>0.05). The inter-specific investigation revealed that *Fagus orientalis* and *Carpinus betulus* trees tend towards an independent association at 1-20 meter scales. At higher scales they showed yet a negative correlation. Moreover, *F. orientalis* was significantly and negatively correlated to *Alnus subcordata* at small scales. However, their mutual intra-specific and inter-specific effects were different due to the fact that different natural stands have variety of demands during their life cycle. Therefore, it may not necessarily conform to their response to natural processes. This study concludes a founded understanding of spatial pattern of stands to be a helpful indicator for managing forests based on the currently operational close- to- nature silvicultural system.

**Keywords:** spatial association, Asalem, spatial pattern, Ripley's K-function, mixed stands, competition.