

## تعیین الگوی پراکنش و ساختار در جنگل آمیخته راش شصت کلا گرگان

هاشم حبشی<sup>۱</sup>، سید محسن حسینی<sup>۲</sup>، جهانگرد محمدی<sup>۳</sup> و رامین رحمانی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه تربیت مدرس نور. پست الکترونیک: Habashi@modares.ac.ir

۲- استادیار دانشگاه تربیت مدرس.

۳- دانشیار دانشگاه شهرکرد.

۴- استادیار دانشگاه گرگان.

تاریخ پذیرش: ۸۵/۹/۱۵

تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۱۳

### چکیده

راشستانهای آمیخته مهمترین جنگلهای طبیعی و صنعتی منطقه هیرکانی را تشکیل می‌دهند. در این جنگلها گونه های سایه‌پسند و ساختار ناهمسال نامنظم غالب می‌باشد. هدف از این تحقیق واکاوی ساختار توده و الگوی پراکنش درختان به منظور تعیین الگوهای ساختاری موجود است. داده ها از قطعه نمونه بررسی دائمی ۱۶/۹ هکتاری جمع‌آوری شدند. اطلاعات تمام درختان قطورتر از ۷/۵ سانتیمتر برداشت گردید. ۶ گونه اصلی منطقه بر اساس تراکم و ساختار توده به ۲ گروه تقسیم شدند. گروه اول تراکم بالاتری از گروه دوم داشتند و پراکنش قطری آنها به‌طور تقریبی به شکل J وارونه بود، اما گونه‌های گروه دوم پراکنش نامنظم داشتند. گونه‌های گروه اول در تمامی اشکوبها الگوی توزیع مکانی کپه‌ای از خود نشان دادند درحالی‌که درجه کپه‌ای بودن در زیر اشکوب بیشتر می‌شد. این پدیده برای گروه اول با توجه به الگوی تجدید حیات گونه‌ها که به صورت جست و پاچوش یا لکه‌ای است تفسیر می‌شود. برای گونه‌های گروه دوم در اشکوب فوقانی پراکنش تصادفی و منظم مشاهده شد. الگوی جامعه‌پذیری برای راش با سایر گونه‌ها منفی بدست آمد. نتایج این تحقیق وجود تنوع الگوی پراکنش و ساختار را برای گونه‌های مختلف در راشستان آمیخته تایید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش، ساختار توده، راشستان آمیخته، الگوی جامعه‌پذیری، گرگان.

### مقدمه

باشد (Allen & Starr, 1982; Urban *et al.*, 1987; Pickett *et al.*, 1995). در طبیعت این الگوها به شکل لکه، گرادیان یا انواع ساختارهای مکانی در مقیاس منطقه‌ای تا اکوسیستم رخ می‌دهد (Webster & Oliver, 1992; Trangmar *et al.*, 1987; Robertson *et al.*, 1993; Jackson & Caldwell, 1993; Levin, 1992; Gross *et al.*, 1995; Miller *et al.*, 1995). بنابراین مطالعات زیادی کوشیده‌اند تا الگوهای ناهمگن جوامع گیاهی را کمی نمایند. علوی و همکاران (۱۳۸۴) برای تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه ملج در جنگلهای شمال

راشستانهای آمیخته در حد ارتفاعی میان‌بند جنگلهای هیرکانی غالب‌ترین جامعه درختی را تشکیل می‌دهند. با توجه به وسعت پراکنش این جامعه در مناطق مختلف جنگلهای هیرکانی بررسی تنوع الگوی پراکنش، ساختار و کمی نمودن الگوها موضوع مهمی است. الگوی پراکنش و نتیجه آن بر دینامیک جمعیت و زیست بوم دو موضوع اساسی در بوم‌شناسی می‌باشند (Levin, 1992). الگوها می‌تواند در مقیاس‌های زمانی و مکانی متفاوت متنوع

پارسل ۳۲ واقع در سری یک به مساحت ۱۶/۹ هکتار می‌باشد. میانگین بارندگی در نزدیکترین ایستگاه کلیماتولوژی منطقه ۶۵۰ میلیمتر و میانگین درجه حرارت در گرمترین ماه سال ۲۷/۹ و در سردترین ماه سال ۸/۷ درجه سانتیگراد است (بی‌نام، ۱۳۷۴). توده مورد تحقیق در حد ارتفاعی ۸۲۰ تا ۹۶۰ متر از سطح دریای آزاد قرار گرفته و به دلیل آنکه قطعه شاهد می‌باشد اثرات دخالت انسانی در آن مشاهده نمی‌شود.

**روش تحقیق:** قطعه بررسی دائمی در بهار ۱۳۸۴ به مساحت ۱۶/۹ هکتار (مستطیلی به ابعاد ۴۱۶×۴۰۶ متر) در پارسل ۳۲ مشخص و محاط گردید. تمامی گونه‌های درختی که دارای قطری بیش از ۷/۵ سانتیمتر بودند شمارش و برچسب خوردند. با اندازه‌گیری ارتفاع درختان موقعیت درخت در اشکوب‌های ارتفاعی مشخص شد. بدین ترتیب درختانی با ارتفاع بیش از ۴۰ متر (ارتفاع غالب منطقه که با توجه به ارتفاع ۱۰۰ اصله از قطورترین درختان تعیین گردید) در اشکوب برین یا بالایی، درختانی با ارتفاع ۲۰ تا ۴۰ متر در اشکوب میانی و درختانی با ارتفاع کمتر از ۲۰ متر در اشکوب زیرین طبقه‌بندی شدند. منطقه به قطعات ۵۰×۵۰ متری تقسیم شد و با اندازه‌گیری فاصله و آزیموت درختان نسبت به نقاط مشخص، موقعیت قطبی تمامی درختان تعیین گردید.

**روشهای تحلیل داده‌ها:** الگوی توزیع مکانی درختان به‌وسیله روش فاصله تا نزدیکترین همسایه (First-Order nearest neighbor distance) تعیین گردید. این روش به‌وسیله Clark & Evans (1954) ارائه شده است. آماره کلارک و ایوانز ( $R_{CE}$ ) نسبتی از فاصله نزدیکترین همسایه مشاهده شده ( $r_A$ ) به فاصله نزدیکترین همسایه مورد انتظار ( $r_E$ ) می‌باشد. چنانچه آماره کلارک-ایوانز نزدیک به ۱ باشد، نشان‌دهنده الگوی توزیع مکانی تصادفی است. مقادیر کمتر از ۱ برای این آماره نشان‌دهنده

از روش ارزش میانگین مربعات استفاده کرده و الگوی پراکنش را بینابین تجمعی و تصادفی تعیین نمودند. تحقیقات دیگر همچنین نشان داده که تنوع الگوها می‌تواند بر ویژگیهای خاک از طریق تولید و ترکیب متفاوت لاشبرگ، جذب رطوبت و مواد غذایی خاک و آزادسازی مواد مختلف از سیستم‌های ریشه‌ای درختان اثرگذار باشد (Caldwell & Percy, 1994; Robertson et al., 1993; Jackson & Caldwell, 1993; Halvorson et al., 1997; Ehrenfeld et al., 1994). این تحقیق الگوهای پراکنش راشستانهای آمیخته منطقه شصت کلا گرگان را بررسی می‌نماید.

برای تعیین الگوی پراکنش، الگوی توزیع تصادفی در مرحله نخست آزمون می‌گردد (Diggle, 1983). آزمون الگوی تصادفی برای تعیین الگوی پراکنش گیاهان همچنین در مطالعات بررسی اثرات رقابت بر دینامیک جوامع همگن و همسال (West, 1984; Franklin et al., 1989; Kenkel et al., 1985; Kenkel et al., 1989; Collins & Klahr, 1991; Szwagrzyk & Czerwczak, 1993) توده‌های درختچه‌ای غالب در مناطق نیمه خشک (Welden et al., 1990) و رستنی‌های ساوانا (Skarpe, 1991) بکار گرفته شده است. در این تحقیق با استفاده از فرایندهای نقطه‌ای تصادفی (Stochastic point process) الگوهای پراکنش درختان تعیین می‌گردد. همچنین ساختار ۶ گونه اصلی توده و اشکوب‌بندی آنها تعیین خواهد شد و وضعیت همزیستی راش به‌عنوان گونه اصلی توده با سایر گونه‌های قطعه نمونه بررسی دائمی بیان خواهد شد.

## مواد و روشها

**منطقه تحقیق:** جنگل شصت کلا در حد شرقی جنگلهای هیرکانی در طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۱ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی واقع شده است. قطعه نمونه بررسی دائمی در

آماره  $R_\delta$  بیان کننده درجه الگوی جامعه‌پذیری است و آنگاه که دو گونه یا جامعه تاثیر مثبتی بر هم داشته باشند، مقدار آن مثبت می‌گردد و اگر دو جامعه برهم تاثیر منفی بگذارند مقدار آن منفی می‌شود. چنانچه دو گونه نسبت به هم بی تفاوت باشند مقدار آن برابر صفر خواهد شد.

نرم افزار SPSS 13.0 برای تعیین ساختار توده و ترسیم تعداد درختان در طبقات قطری، نرم افزار WinSurfer 8.0 برای نمایش الگوی پراکنش نقطه‌ای درختان و نرم افزار SpPack برای تحلیل الگوی پراکنش مورد استفاده قرار گرفت.

### نتایج

#### مشخصات کمی درختان منطقه

در قطعه بررسی دائمی ۹ گونه شامل راش، ممرز، پلت، شیردار، توسکای بیلاقی، ملج، آلوچه، خرمندی و انجیلی ثبت شد. ۴۹۰۱ پایه زنده (۲۹۲ اصله در هکتار) و ۳۱۴ خشکه‌دار (۱۸۷ خشکه دار در هکتار) با مجموع رویه زمینی درختان زنده ۵۰۱ متر مکعب در هکتار و حجم خشکه‌دار ۲۴/۳ متر مکعب در هکتار در منطقه وجود داشت. ۶ گونه اصلی که بیش از ۹۵ درصد تراکم پایه‌های زنده را تشکیل می‌دادند انتخاب شدند که مشخصات آنها در جدول ۱ درج شده است.

توزیع کپه‌ای ( $R_{CE} = 0$ ) نشان‌دهنده حداکثر احتمال کپه‌ای بودن است و هنگامی که این آماره بزرگتر از ۱ باشد نشان‌دهنده توزیع منظم می‌باشد. الگوی جامعه‌پذیری برای درختان به وسیله شاخص مورسیتا (Morisita's Index) تعیین شد (Morisita, 1959). برای محاسبه این شاخص ابتدا آماره  $R_{\delta'}$  به وسیله رابطه (۱) تعیین شد.

رابطه (۱)

$$R_{\delta'} = \frac{2(q \sum_{i=1}^q n_{xi} n_{yi} - N_x N_y)}{q(\delta_x \times \delta_y) N_x N_y}$$

که در این رابطه  $\delta_x = \frac{\sum_{i=1}^q n_{xi} (n_{xi} - 1)}{N_x (N_x - 1)}$  و

$\delta_y = \frac{\sum_{i=1}^q n_{yi} (n_{yi} - 1)}{N_y (N_y - 1)}$  می‌باشد. در رابطه ۲ و ۳

$n_{xi}$  تعداد پایه گونه X که در کوادرات i وجود داشته است و  $n_{yi}$  تعداد پایه گونه Y که در کوادرات i وجود داشته است.  $N_x$  و  $N_y$  کل تعداد پایه‌های گونه‌های X و Y است و بالاخره q تعداد کل کوادراتها می‌باشد. اگر  $R_{\delta'} \geq 0$  باشد، آنگاه  $R_{\delta'} = R_\delta$  می‌باشد و اگر  $R_{\delta'} < 0$

باشد آنگاه  $R_\delta = \left( \frac{q \sum_{i=1}^q n_{xi} n_{yi}}{N_x N_y} \right)$  (۴) می‌باشد (Morisita, 1959).

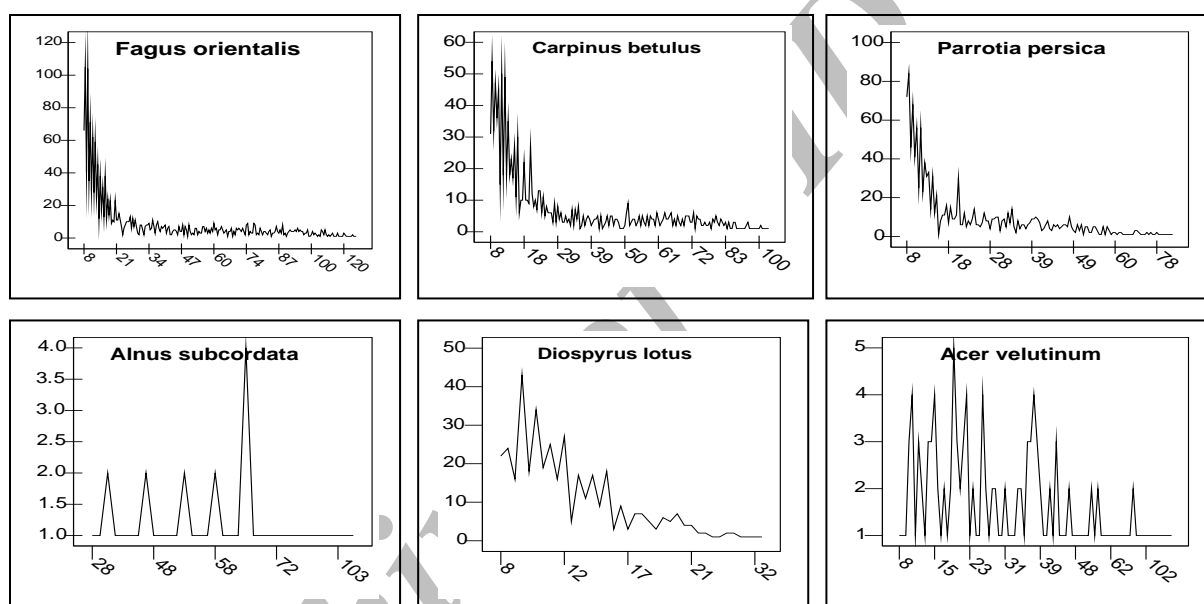
جدول ۱- ویژگیهای کمی درختان توده راش آمیخته در قطعه بررسی دائمی

گونه	تراکم (تعداد در هکتار)	قطر برابر سینه (سانتیمتر)				میانگین ± میانگین	اشتباه معیار	ضریب تغییرات (CV%)	کمین	پیشینه	میانگین ارتفاع (متر)	میانگین رویه زمینی (متر مربع در هکتار)
راش	۱۰۷/۵	۳۳/۸۴±۰/۷۱	۸۸	۸	۱۵۰	۲۹/۲۱	۱۷/۳					
ممرز	۷۱/۵	۲۹/۱۹±۰/۶۹	۸۱	۸	۱۱۲	۲۱/۰۳	۸/۰					
انجیلی	۷۶/۴	۲۲/۴۵±۰/۴۶	۷۲	۸	۹۸	۱۵/۰۳	۴/۶					
توسکای بیلاقی	۲/۶	۶۲/۹۹±۳/۳۴	۳۴	۲۸	۱۱۹	۳۲/۲۵	۰/۸۷					
پلت	۸/۵	۳۸/۶۶±۲/۳۹	۷۴	۸	۱۵۴	۲۴/۲۹	۱/۵۳					
خرمندی	۲۳/۷	۱۲/۴±۰/۲۲	۳۴	۸	۴۰	۱۳/۳۹	۰/۳۲					

## اندازه و ساختار توده

درحالی که راش بالاترین تراکم پایه را در هکتار در منطقه دارد، گونه توسکا متوسط قطر برابر سینه بیشتری دارد. توزیع پراکنش قطری راش، ممرز و انجیلی تقریباً به شکل J وارونه است (شکل ۱) و این گونه‌ها به عنوان گروه اول در نظر گرفته شدند. توزیع پراکنش قطری خرمندی، پلت و توسکا به شکل نامنظم بود (شکل ۱) و گروه دوم را تشکیل دادند. اشکوب‌ها از لحاظ وجود گونه در هر

لایه متنوع بودند. چهار گونه در تمامی اشکوب‌ها وجود داشتند، درحالی که خرمندی در اشکوب برین وجود ندارد و توسکا با پایه‌های بسیار نادر در اشکوب زیرین یافت شد (جدول ۲). حداکثر پایه‌های خرمندی در اشکوب زیرین مستقر شده‌اند و در مورد انجیلی بیشتر پایه‌ها در اشکوب میانی و زیرین دیده می‌شود. راش در وضعیت متعادلی در تمامی اشکوب‌ها وجود دارد.



شکل ۱- ساختار توده و توزیع پراکنش قطری درختان در قطعه بررسی دائمی (محور X قطر برابر سینه به سانتیمتر و محور Y تعداد درختان در قطعه نمونه بررسی دائمی را نشان می‌دهد)

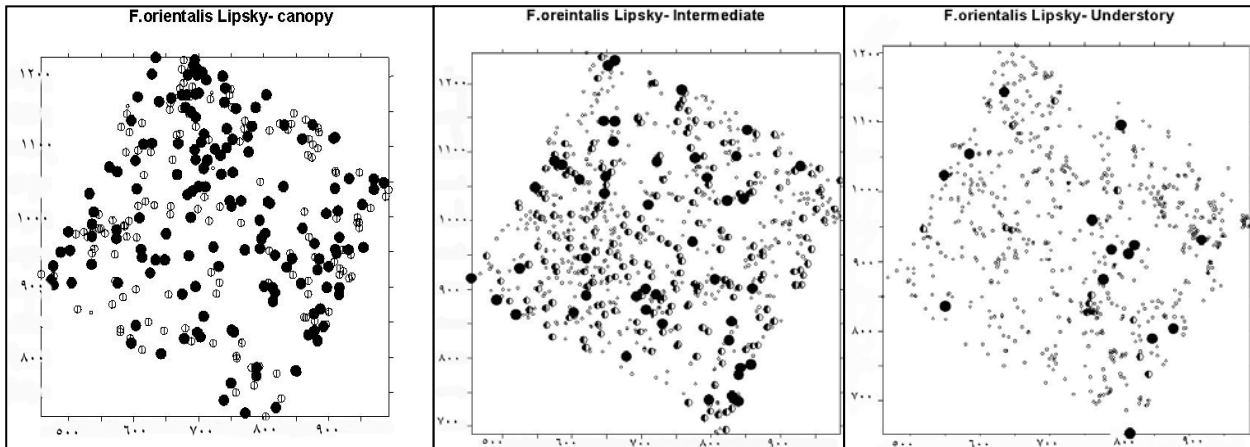
جدول ۲- تراکم درختان در اشکوب‌های مختلف در قطعه بررسی دائمی

گونه	اشکوب					
	زیرین		میانی		برین	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
راش	۱۷/۷	۱۶/۵	۴۷/۲	۴۳/۹	۴۲/۵	۳۹/۶
ممرز	۵/۹	۸/۲	۳۴/۴	۶۰/۷	۲۲/۲	۳۱/۱
انجیلی	۰/۴۸	۰/۶	۳۱/۷	۴۱/۵	۴۴/۲	۵۷/۹
توسکای بیلاقی	۱/۱	۴۵/۲	۱/۳	۵۲/۴	۰/۰۵	۲/۴
پلت	۰/۹۵	۱۱/۲	۶	۷۰/۶	۱/۵	۱۸/۲
خرمندی	۰	۰	۷/۵	۳۱/۷	۱۶/۲	۶۸/۳

## الگوی پراکنش

تمامی لایه‌ها الگوی توزیع مکانی کپه‌ای از خود نشان می‌دهند، حال آنکه الگوی پراکنش مکانی توسکا منظم کپه‌ای و پلت تصادفی و کپه‌ای بدست آمد.

نقشه پراکنش گونه راش در هر اشکوب بر حسب طبقه قطری در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس آماره کلارک و ایوانز ۳ گونه راش، ممرز و انجیلی که دارای توزیع پراکنش قطری مشابه J وارونه بودند، در



شکل ۲- توزیع پایه‌های راش در قطعه بررسی دائمی شصت کلا. دایره‌های بزرگ پایه‌های قطر تر از ۸۰ سانتیمتر، دایره‌های متوسط پایه‌های با قطر ۸۰-۴۰ سانتیمتر و دایره‌های کوچک پایه‌ها با قطر کمتر از ۴۰ سانتیمتر هستند.

راش ۶/۳۹ و انجیلی ۵/۶۸ متر بدست آمد. جدول ۳ نشان‌دهنده تجزیه الگوی پراکنش در اشکوب‌های مختلف می‌باشد. برای توسکا با توجه به تعداد پایه بسیار کم در اشکوب زیرین تجزیه انجام نشد.

متوسط مسافت نزدیکترین همسایه در اشکوب برین برای انجیلی بزرگ (۹۴/۲۶ متر) و برای ممرز و راش کوچک (۲۰ و ۱۰ متر) بدست آمد. در اشکوب زیرین متوسط فاصله نزدیکترین همسایه کوچک تر بود و برای

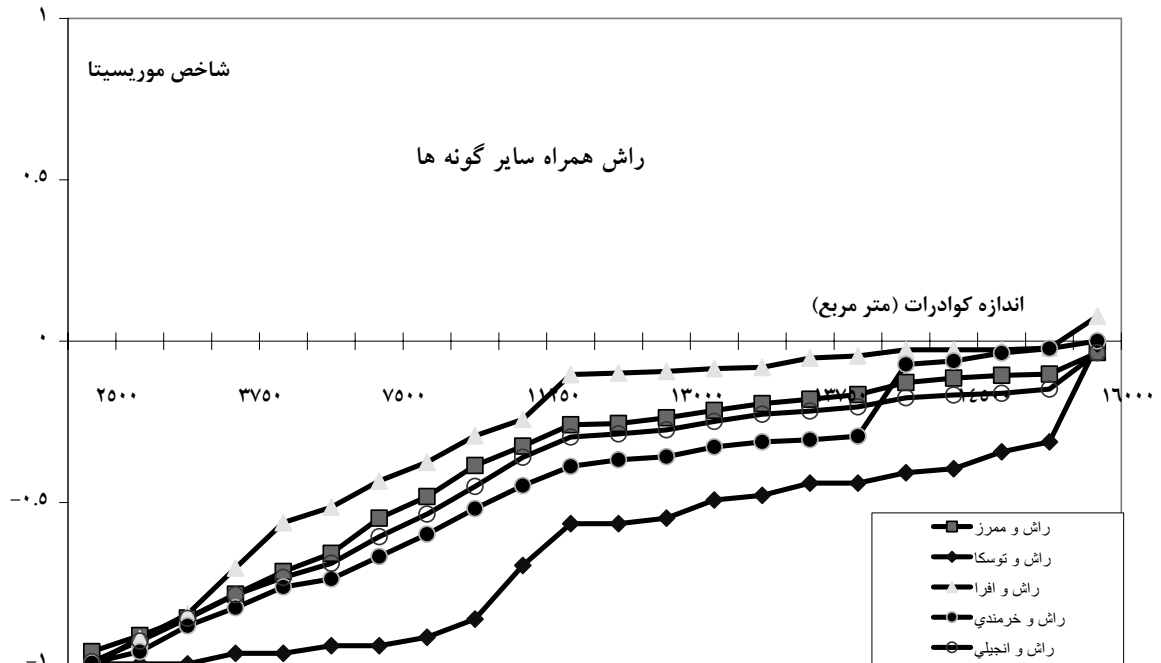
جدول ۳ - مشخصه‌های تجزیه الگوی پراکنش درختان در قطعه بررسی دائمی

گونه	مشخصه	اشکوب برین	اشکوب میانی	اشکوب زیرین
سوسک	تعداد پایه	۲۹۴	۷۸۹	۷۱۸
	متوسط مسافت نزدیکترین همسایه (متر)	۱۰/۰۲	۶/۷۲	۶/۳۹
	آماره کلارک و ایوانز	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۳
سوسک	تعداد پایه	۹۸	۷۲۹	۳۷۲
	متوسط مسافت نزدیکترین همسایه (متر)	۲۰/۰۳	۶/۹۱	۷/۸۵
	آماره کلارک و ایوانز	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۲۷
سوسک	تعداد پایه	۷	۵۲۸	۷۴۰
	متوسط مسافت نزدیکترین همسایه (متر)	۹۴/۲۶	۸/۶۶	۵/۶۸
	آماره کلارک و ایوانز	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۲۸
سوسک	تعداد پایه	۱۹	۲۰	۰
	متوسط مسافت نزدیکترین همسایه (متر)	۲۳/۵	۲۹/۳۶	۰
	آماره کلارک و ایوانز	۲/۳۱	۰/۲۵	۰
سوسک	تعداد پایه	۱۵	۹۹	۲۶
	متوسط مسافت نزدیکترین همسایه (متر)	۶۷/۲۲	۱۷/۰۱	۳۲/۲۲
	آماره کلارک و ایوانز	۰/۹۱	۰/۳۳	۰/۳۲
سوسک	تعداد پایه	۰	۱۲۴	۲۷۱
	متوسط مسافت نزدیکترین همسایه (متر)	۰	۱۳/۳۳	۸/۱۷
	آماره کلارک و ایوانز	۰	۰/۲۷	۰/۲۵

## الگوی جامعه پذیری

در قطعه بررسی دائمی، راش با سایر گونه‌ها الگوی جامعه‌پذیری منفی از خود نشان داد، درحالی‌که حداکثر قرابت را با پلت و ممرز و اثر منفی زیادی بر گسترش

توسکا دارد. شکل ۳ الگوی جامعه‌پذیری بر اساس شاخص مورسیتا را در مورد راش با سایر گونه‌ها نشان می‌دهد. با بزرگ شدن کوادراتها راش با سایر گونه‌ها همزیستی مسالمت‌آمیزتری خواهد داشت.



شکل ۳- الگوی جامعه پذیری راش با سایر گونه ها بر اساس شاخص موربیتا در قطعه بررسی دائمی

خرمندی اغلب در زیر اشکوب یافت می شود (اسدالهی، ۱۳۸۱) و در منطقه تحقیق نیز چنین ساختاری مشاهده گردید.

تنوع الگوهای پراکنش نقطه‌ای (Heterogeneity of a point pattern) غلبه بر پیچیدگی‌های الگوی پراکنش رستنی‌ها را به خصوص هنگامی که ویژگی‌های محیطی همچون خاک بر آن موثر است امکان‌پذیر می‌سازد (Raphaël & François, 2001). الگوی پراکنش بسیاری از گونه‌های در جوامع جنگلی به صورت کپه‌ای مشاهده می‌شود (Denslow, 1980; Taylor & Qin, 1988; Nakashizuka, 1999; Manabe et al., 2000; علوی و همکاران، ۱۳۸۴). در منطقه تحقیق نیز برای بیشتر گونه‌ها چنین الگویی بدست آمد. گونه‌های پلت و توسکا جزو گونه‌های پیشگام توالی هستند و الگوی توزیع مکانی آنها کپه‌ای، تصادفی و منظم بدست آمد. گونه پلت با دارا بودن

## بحث

در راشستانهای آمیخته، راش غالب ترین درخت از لحاظ تراکم می باشد و در اشکوب برین بر سایر درختان غلبه دارد (Saniga & Schütz, 2001; Leibundgut, 1993) که در منطقه تحقیق نیز چنین وضعیتی مشاهده می‌شود. در راشستانهای آمیخته اروپا ۲۶۳ اصله درخت راش در هکتار شمارش گردیده که یک سوم آنها در اشکوب برین قرار داشته‌اند (Oheimb et al., 2005). در منطقه تحقیق ۱۰۷ اصله درخت راش در هکتار وجود داشت که ۱۶/۵ درصد درختان در اشکوب برین و سایر درختان در اشکوبهای میانی و زیرین قرار داشتند. ساختار توده‌های راش آمیخته اغلب به شکل J وارونه است (مهاجر، ۱۳۸۴; Oheimb et al., 2005). در منطقه تحقیق ساختار تقریباً شبیه J وارونه برای گونه راش و گونه‌های گروه اول مشاهده شد. در جوامع کوله خاس- راش گونه

رویشگاه دارای قدرت رقابتی بسیار بالایی است و اجازه استقرار را به سایر گونه‌ها نمی‌دهد. در منطقه تحقیق پلت نسبت به سایر گونه‌ها همزیستی مناسبتری با راش نشان می‌دهد.

#### منابع مورد استفاده

- اسدالهی، ف.، ۱۳۸۱. مطالعه جوامع گیاهی جنگلهای هیرکانی. اولین همایش ملی مدیریت جنگلهای شمال و توسعه پایدار، رامسر. سازمان جنگلها و مراتع کشور، نشر گستره: ۳۴۵-۳۲۳.
- بی‌نام، ۱۳۷۴. طرح جنگلداری سری یک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۵۲ صفحه.
- علوی، س.ج.، زاهدی امیری، ق. و مروی مهاجر، م.ر.، ۱۳۸۴. تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه ملج در جنگلهای شمال ایران (مطالعه موردی در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود کنار، نوشهر). مجله منابع طبیعی ایران. ۵۸ (۴): ۸۰۵-۷۹۳.
- مروی مهاجر، م.، ۱۳۸۴. جنگلشناسی. انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۷۰۹، ۳۸۷ صفحه.
- Allen, T. F. H. and Starr, T. B., 1982. Hierarchy: perspectives for ecological diversity. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA, 273 p.
- Caldwell, M. M. and Percy, P.W., 1994. Causes of soil nutrient heterogeneity at different scales. In: Caldwell, M.M. and Percy, R.W. (Eds.). Exploitation of environmental heterogeneity by plants. Academic Press, Boston, Massachusetts, USA: 255-282.
- Clark, P.J. and Evans, F.C. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35: 445-453.
- Collins, S.L. and Klahr, S.C., 1991. Tree dispersion in oak-dominated forests along an environmental gradient. *Oecologia*, 86(4): 471-477.
- Denslow, J.S., 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica* 12: 47-55.
- Diggle, P.J., 1983. Statistical analysis of spatial point patterns. Academic Press, London. 195 p.
- Ehrenfeld, J. G., Han, X., Parsons, W.F.J. and Zhu, W., 1997. On the nature of environmental gradients: temporal and spatial variability of soils and vegetation in the New Jersey Pinelands. *Journal of Ecology* 85: 785-798.
- Franklin, J., Michaelsen, J. and Strahler, A.H., 1985. Spatial analysis of density dependent pattern in coniferous forest stands. *Vegetation* 64:29-36.

آماره کلارک ۰/۹۱ که نزدیک به ۱ می‌باشد دارای الگوی پراکنش تصادفی در اشکوب برین می‌باشد، حال آنکه توسکا با داشتن آماره کلارک ۲/۳۱ دارای الگوی پراکنش منظم در همین اشکوب می‌باشد. پلت با داشتن بذر سبک و بالدار و قدرت انتقال بذر به نقاط دوردست و توسکا به دلیل وابسته بودن به خاک معدنی برای تجدید حیات از یکطرف و نور پسند بودن از سوی دیگر دارای الگوی پراکنش متفاوتی بوده‌اند. متوسط مسافت نزدیکترین همسایه گونه راش در اشکوب زیرین، میانی و برین تقریباً یکسان است. اما متوسط این فاصله برای گونه انجیلی در اشکوب زیرین بسیار کوچک و در اشکوب برین بزرگ می‌باشد. این الگو نشان می‌دهد که انجیلی در زیر اشکوب و سنین جوانی به دلیل ایجاد جست گروه دارای تراکم کپه‌ای زیاد است، اما در اشکوب برین و سنین بالا مغلوب راش شده و از تراکم کپه کاسته می‌شود. الگوی پراکنش بسیاری از گونه‌ها به وسیله نحوه پراکنش بذر و تغییرات مکانی جوانه‌زنی و زنده‌مانی بذر تعیین می‌شود (Kunstler et al., 2004). راش با داشتن بذره‌های سنگین و مقاوم به سایه اغلب به صورت لکه ای تجدید حیات طبیعی می‌نماید و این نوع الگوی تجدید حیات عامل اصلی پراکنش کپه‌ای در تمامی اشکوبها برای این گونه است. مطالعات انجام شده در جنگلهای طبیعی کاج فرانسه (*Pinus sylvestris*) نشان داده که الگوی پراکنش راش که جایگزین کاج طی مراحل توالی می‌گردد، وابسته به الگوی تجدید حیات این گونه به صورت کپه‌ای می‌باشد (Kunstler et al., 2004). گونه خرمندی در حفرات بوجود آمده راشستان پس از افتادن درختان تجدید حیات می‌نماید و به همین دلیل الگوی توزیع مکانی این گونه نیز کپه‌ای است.

الگوی جامعه‌پذیری راش با سایر گونه‌ها نشان داد که راش تمایل زیادی برای غلبه بر سایر گونه‌ها و اشغال کل رویشگاه دارد. طبق این الگو راش در مساحت‌های کوچک با ایجاد کپه‌های مترکم و اشغال کل فضای



- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L. and Traynor, M.M. 1995. Functional location of forest edges: Gradients of multiple physical factors. *Can.J.For.Res.* 27: 774-782.
- Raphaël, P. and François, G., 2001. A practical approach to the study of spatial structure in simple cases of heterogeneous vegetation. *Journal of Vegetation Science* 12: 99-108.
- Robertson, G. P., Crum, J.R. and Ellis, B.G., 1993. The spatial variability of soil resources following long-term disturbance. *Oecologia* 96: 451-456.
- Saniga, M. and Schutz, J.P., 2001. Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. *J. For. Sci.* 47: 557-565.
- Skarpe, C., 1991. Spatial patterns and dynamics of woody vegetation in an arid savanna. *J. Veg. Sci.* 2: 565-572.
- Szwagrzyk, J. and Czerwczak, M., 1993. Spatial pattern of trees in natural forests of East-Central Europe. *J. Veg. Sci.* 4: 469-476.
- Taylor, A.H. and Qin, Z., 1988. Regeneration patterns in old-growth *Abies-Betula* forests in the Wolong natural reserve, Sichuan, China. *J. Ecol.* 76: 1204-1218.
- Trangmar, B. B., Yost, R.S., Wade, M.K., Uehara, G. and Sudjadi, M., 1987. Spatial variation of soil properties and rice yield on recently cleared land. *Soil Science Society of America Journal*, 51: 668-674.
- Urban, D.L., O'Neill, R. V. and Shugart, H.H., 1987. *Landscape Ecology*. *BioScience* 37:119-127.
- Webster, R and Oliver, M.A., 1992. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science*, 43: 177-192.
- Welden, C., Slauson, W. and Ward, R., 1990. Spatial pattern and interference in Pinon-Juniper woodlands of northwest Colorado. *Great Basin Naturalist* 50(4): 313-319.
- West, P.W., 1984. Inter-tree Competition and small-scale pattern in monoculture of *Eucalyptus obliqua* L'Herit. *Austr. J. Ecol.* 9: 405-411.
- Gross, K. L., Pregitzer, K.S. and Burton, A.J., 1995. Spatial variation in nitrogen availability in three successional plant communities. *Journal of Ecology* 83: 357-367.
- Halvorson, J. J., Bolton, H., Jr., Smith, J. L. and Rossi, R. E. 1994. Geostatistical analysis of resource islands under *Artemisia tridentata* in the shrub-steppe. *Great Basin Naturalist* 54: 313-328.
- Jackson, R. B. and Caldwell, M.M., 1993. Geostatistical patterns of soil heterogeneity around individual plants. *Journal of Ecology* 81: 683-692.
- Kenkel, N.C., 1988. Pattern of self-thinning in jack pine: testing the random mortality hypothesis. *Ecology* 69(4): 1017-1024.
- Kenkel, N.C., Hoskins, J.A. and Hoskins, W.D., 1989. Local competition in naturally established jack pine stand. *Can. J. Bot.* 67: 2630-2635.
- Kunstler, J., Curt, Th. and Lepart, J., 2004. Spatial pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus pubescens* Mill.) seedlings in natural pine (*Pinus sylvestris* L.) woodlands. *Eur. J. Forest Res.* 123: 331-337.
- Leibundgut, H., 1993. *Europäische Urwälder*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart. 253 p.
- Levin, S. A., 1992. The problem of pattern and scale in ecology: The Robert H. MacArthur Award Lecture. *Ecology* 73: 1943-1967.
- Manabe, T., Nishimura, N., Miura, M. and Yamamoto, S., 2000. Population structure and spatial patterns for trees in a temperate old-growth evergreen broad-leaved forest in Japan. *Plant Ecol.* 151: 181-197.
- Miller, R. E., Ver Hoef, J.M. and Fowler, N.L., 1995. Spatial heterogeneity in eight central Texas grasslands. *Journal of Ecology*, 83: 919-928.
- Morisita, M., 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E* 3: 65-80.
- Nakashizuka, T., 1999. Structure, dynamics and disturbance regime of temperate broad-leaved forests in Japan. *J. Veg. Sci.* 10: 805-814.
- Oheimb, G., Westphal, C., Tempel, H. and Haerdtle, W., 2005. Structural pattern of a near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*) (Serrahn, North-east Germany). *For. Ecol. Manage.* 212: 253-263.

## Stand structure and spatial pattern of trees in mixed Hyrcanian Beech forests of Iran

H. Habashi<sup>1</sup>, S.M. Hosseini<sup>2</sup>, J. Mohammadi<sup>3</sup> and R. Rahmani<sup>4</sup>

1- Ph.D. student of, Tarbiat Modarres University, Noor, Iran. E-mail: Habashi@modares.ac.ir

2- Assistant Prof. Tarbiat Modarres University, Iran.

3- Associate Prof. Shahrekord University, Iran.

4- Assistant Prof. Gorgan University, Iran.

### Abstract

Mixed beech forests (*Fagus orientalis*) are the most important forests with the highest degree of naturalness in Hyrcanian forest of Iran. These forests commonly dominate by shade tolerance species with irregular and uneven-aged stand structure. The aim of this study is to analyze the stand structure and spatial pattern in order to identify specific structural patterns. We studied the stand structure and spatial pattern of trees in mixed beech forest in the Shastkolate Educational Forest to examine the coexistence strategies of different species. Data was collected from a 16.9 ha permanent plot on a 406×416m quadrat area. We measured all trees exceeded than 7.5cm in diameter at breast height on permanent plot. The six main species were divided into two groups based on density and stand structure. Group A had higher density than group B, as well as reverse J shaped DBH distribution of live standing trees. Species in group A have clump spatial distribution pattern in all layers. However, clump intensity is more than in understory and size of patch clump was smaller in this group. This situation for group A may explain by having numerous coppice, sucker and patch regeneration in the understory layer. Middlestory and understory stems of the six major tree species were patchily distributed throughout the plot. However, for Alder (*Alnus subcordata*) and Maple (*Acer velutinum*) common pattern in canopy layer was complete spatial randomness. The distributions of beech trees were negatively associated with other species. These results suggest species differences in favorable canopy condition.

**Key words:** spatial distribution pattern, stand structure, mixed beech forest, spatial association, Gorgan.