

بررسی الگوی مکانی لکه‌های زادآوری در جنگل‌های طبیعی راش (*Fagus orientalis* Lipsky) (مطالعه موردی: بخش گرازبن، جنگل خیرود)

آرش کرمی^{۱*}، جهانگیر فقهی^۲، محمدرضا مروی مهاجر^۳ و منوچهر نمیرانیان^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۲ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۳ استادگروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۴، تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۵)

چکیده

فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های انسان، به‌طور مداوم سبب دگرگونی سیمای جنگل‌ها می‌شوند. لکه‌های زادآوری، از عوامل تغییر و تحولات در سیمای جنگل‌ها هستند. آگاهی از الگوی مکانی و تحلیل ساختاری لکه‌های زادآوری در مدیریت پایدار جنگل‌ها ضروری است. با این هدف، بخش گرازبن از جنگل خیرود برای بررسی انتخاب و نقشه کلیه لکه‌های زادآوری موجود در آن تهیه شد. در این تحقیق از آنالیز سنج‌های سیمای سرزمین در ترکیب با روش آنالیز گرادیان در محیط Fragstats استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که الگوی پراکنش لکه‌ها در پارسل‌های مختلف بیشتر به‌صورت کپه‌ای و تصادفی است. بیشترین درصد لکه‌ها در پارسل ۳۱۵ و کمترین درصد در پارسل ۳۲۱ مشاهده شد. نتایج نشان داد که بزرگ‌ترین اندازه لکه (LPI)، با مقدار ۰/۹ هکتار در پارسل ۳۱۰ و حداقل و حداکثر فاصله بین لکه‌ها در پارسل‌های بخش گرازبن بین ۴۰ و ۱۳۹/۵ متر متغیر است. همچنین سنج‌های تنوع، بیشترین تنوع و آرایش مناسب مکانی لکه‌ها را در پارسل‌های ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۱۱، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۲، ۳۲۵ و ۳۲۶ نشان می‌دهند. این نتایج مؤید این است که در مدیریت توده‌های طبیعی باید طوری اقدام کرد که الگوی پراکنش لکه‌های زادآوری در سطح توده یکنواخت باشد، ولی در بین توده‌ها و پارسل‌های مختلف به لحاظ ساختار مکانی می‌توان از الگوی تصادفی پیروی کرد، چرا که با دستیابی به این الگوی مکانی می‌توان ساختار مناسبی را در توده‌ها پدید آورد.

واژه‌های کلیدی: یکنواختی، سنج، Fragstats، جنگل خیرود، الگوی مکانی، لکه زادآوری.

مقدمه و هدف

برنامه‌ریزی جنگل‌شناسی تنها با تشریح رویشگاه و وضعیت جنگل امکان‌پذیر است. بر همین اساس، آگاهی از نحوهٔ پراکنش و ساختار لکه‌های زادآوری در هر یک از واحدهای برنامه‌ریزی برای عملیات نشانه‌گذاری، تنظیم و ترکیب گونه‌ها و هدایت توده‌ها به سمت شرایط طبیعی، در درک بهتر فرایندهای طبیعی جنگل کاربرد دارد و از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌منظور برنامه‌ریزی جنگل‌شناسی و در نتیجه اجرای طرحی دقیق، بهتر است کلیهٔ توده‌های جنگلی همراه با وضعیت زادآوری و رویشگاه‌هایشان بررسی شود. بر اساس تحقیقاتی که در ایران و دیگر کشورها انجام گرفته است، استقرار تجدیدحیات عاملی محدودکننده در فرایند احیای جنگل و تعیین‌کننده در پراکنش مکانی اجتماعات گیاهی است (Rey & Alcantara, 2000)، چرا که موزائیک‌های توالی (لکه‌های زادآوری) در جنگل که به‌صورت لکه‌های پراکنده مشاهده می‌شوند، نقش اساسی در پراکنش مکانی و ساختار توده‌های آیندهٔ جنگل یا به‌عبارت دیگر سازماندهی درختان ایفا می‌کنند. در واقع این مسئله نوع و مقدار تجدیدحیات و امکان استقرار توده را در آینده مشخص می‌سازد. با بررسی مراحل تحولی و روند پویایی در جنگل‌های طبیعی می‌توان با توجه به توانایی رویشگاه و با کاربرد روش جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، روش مناسبی را اتخاذ کرد تا اصل استمرار تولید و پایداری جنگل حفظ شود، چرا که به‌کارگیری روش‌های همگام با طبیعت، وظایف چندگانهٔ جنگل را در قالب مدیریت چندمنظورهٔ جنگل‌ها از قبیل تعادل اکولوژیک و تأمین نیازهای اقتصادی-اجتماعی تضمین می‌کند (Korpel, 1982). تحقیقات داخلی و خارجی زیادی در زمینهٔ پویایی و زادآوری جنگل انجام گرفته است. از تحقیقات داخلی در زمینهٔ بررسی الگوی مکانی لکه‌های زادآوری می‌توان به پژوهش متاجی و همکاران (۱۳۸۷) اشاره کرد که با استفاده از شاخص رایبلی الگوی مکانی حفره‌های زادآوری را در توده‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشدهٔ جنگل خیرود بررسی کردند و به الگوی تصادفی و یکنواخت رسیدند. در تحقیقی دیگر، علوی و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از روش میانگین مربعات، الگوی مکانی درختان ملج را الگوی بینابینی کپه‌ای-تصادفی معرفی کردند. حبشی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از شاخص‌های

کلارک-یوانز در تودهٔ آمیختهٔ راش در جنگل شصت کلاتهٔ گرگان به الگوهای متفاوتی دست یافتند. در همین راستا، تحقیقات خارجی زیادی نیز انجام گرفته است که در اینجا تنها به مهم‌ترین آنها اشاره خواهد شد.

Catovsky & Bazzaz (2002) در تحقیقی بر روی جنگل‌های آمیختهٔ شرق ایالات متحده نتیجه گرفتند که فرایند باز شدن تاج پوشش جنگل و استقرار زادآوری در ساختار و پویایی این جنگل‌ها تاثیر دارد و به پایداری ساختار جنگل در طول چندین نسل کمک می‌کند. در تحقیقی دیگر (Barbeito et al., 2007)، در بررسی خود با عنوان ارتباط ساختار جنگل و پویایی زادآوری، اذعان داشتند که ساختار نهال‌های موجود در لکه‌های زادآوری با تاج پوشش ارتباط مستقیم دارد و پراکنش مکانی و فاصلهٔ نهال‌ها در لکه‌های زادآوری به تناسب سن آنها فرق می‌کند، بدین معنی که هرچه سطح لکه‌های با تاج پوشش باز بزرگ‌تر باشد، از تعداد نهال‌ها در مرکز حفره کاسته و بر تعداد آنها در حاشیهٔ لکه افزوده می‌شود همچنین گونه‌های نورپسند در مرکز لکه از فراوانی بیشتری برخوردار خواهند بود. Arevalo & Fernandez-Palacios (2003) در جزایر قناری اسپانیا، الگوی مکانی درختان و لکه‌های زادآوری را با استفاده از شاخص رایبلی بررسی کردند و به الگوی یکنواخت رسیدند.

Hanewinkel (2004) با استفاده از روش کوادرات در جنگل‌های سیاه آلمان نشان داد که تودهٔ همسال الگوی منظم دارد، اما الگوی توده‌های ناهمسال خوشه‌ای است. (۲۰۰۹) Zhang et al., الگوی پراکنش درختان سوزنی برگ را در جنگل‌های تبت بر اساس شاخص رایبلی بررسی کردند و به الگوی تصادفی-خوشه‌ای رسیدند. (Zenner & Peck, 2009) در توده‌های کاج در آمریکا با استفاده از شاخص رایبلی به الگوی یکنواخت-تجمعی دست یافتند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود هر اجتماعی در بطن اکوسیستم خود دارای الگو و نظم خاصی است و پراکنش‌های کپه‌ای، منظم-تصادفی از جمله انواع توزیع‌های مکانی لکه‌ها به‌شمار می‌آیند. چنین الگویی نشانهٔ پویایی توده و استقرار درختان جوان به جای مرگ‌ومیر درختان مسن است (Pacala & Tilman, 1994). می‌توان فرض کرد که بسیاری از خصوصیات آنالیزهای

یعنی پارسل و در هر یک از پارسل‌های تولیدی بخش‌گرازین انجام گرفت. از این‌رو، این تحقیق مقدمه‌ای برای شناخت ساختار و کمی‌کردن سنجه‌های پراکنش مکانی کانون‌های تحولی (لکه‌های زادآوری) و بقای جنگل‌ها و همچنین چگونگی مدیریت آنها در راستای استمرار و حرکت به سمت مدیریت پایدار جنگل است.

مواد و روش‌ها

- منطقه تحقیق

منطقه تحقیق جنگل آموزشی- پژوهشی دانشگاه تهران (جنگل خیرود) واقع در شهرستان نوشهر است. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است و رودخانه خیرود، زهکش اصلی این حوضه به حساب می‌آید. این جنگل شامل ۸ بخش است و بخش‌گرازین بستر این پژوهش را تشکیل می‌دهد. طرح جنگلداری برای این بخش در دست تهیه است و بهره‌برداری بر اساس کتابچه طرح هنوز آغاز نشده است. گرازین، سومین بخش از جنگل آموزشی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران می‌باشد، که با مساحتی حدود ۱۰۰۰ هکتار در ۱۸ کیلومتری نوشهر، و در طول جغرافیایی $51^{\circ} 32' 30''$ تا $51^{\circ} 35' 29''$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 37' 25''$ تا $36^{\circ} 34' 30''$ واقع شده است. این بخش دارای پارسل‌های تولیدی و غیرتولیدی است که پارسل‌های تولیدی بستر تحقیق حاضر را تشکیل می‌دهند. بخش‌گرازین با داشتن ضریب خشکی $82/6$ ، دارای اقلیم "مرطوب نوع ب سرد" است. تشکیلات زمین‌شناسی در این بخش، از سنگ‌های آهکی و مارن‌های آهکی متعلق به دوره میوسن و پلیئوسن از دوران سوم و سنگ‌های آهکی متعلق به کرتاسه فوقانی از دوران دوم است. با توجه به تحقیقات انجام گرفته (مروی مهاجر، ۱۳۹۰) بخش‌گرازین از جوامع گیاهی مختلفی تشکیل شده است که عبارتند از: الف- جامعه بلوط ممرزستان (*Querceto-Carpinetum*) که بیشتر در دامنه‌های جنوبی واقع شده‌اند، ب- جامعه راش- ممرزستان (*fageto-Carpinetum*)، که در بیشتر قسمت‌های بخش مشاهده می‌شوند، ج- راشستان‌های مخلوط (*Fagetum - hyrcanm*) که در این نوع جوامع، راش به‌عنوان گونه غالب ظاهر می‌شود، و بیشتر در

مکانی لکه‌های زادآوری، منعکس‌کننده روند تغییرات و پویایی آنهاست و برخی از این مشخصه‌ها ممکن است معرف تغییر و تحول توده‌ها در آینده باشد تا بتوان بر اساس آن یک جنگل آرمانی و مد نظر را با انتخاب مناسب درختان در برنامه‌های نشانه‌گذاری و عملیات جنگلداری پیش‌بینی و تنظیم کرد. همان‌طور که در پیشینه تحقیق اشاره شد، تاکنون از روش‌های یکسان و شاخص‌های محدودی برای بررسی لکه‌های زادآوری استفاده شده است و نیاز به روشی جامع با مجموعه‌ای از شاخص‌های کمی‌ساز کاملاً احساس می‌شود. به همین منظور روش آنالیز سنجه‌های سیمای سرزمین در ترکیب با آنالیز گرادیان در مقایسه با دیگر روش‌ها برای تفسیر ساختار مکانی لکه‌ها در مقیاس‌ها و زمان‌های مختلف، از اهمیت زیادی برخوردار است (McDonnell & Pickett, 1990).

موضوع کمی‌کردن الگوی پراکنش لکه‌ها و آنالیزهای مکانی مربوط به آن در توده‌های جنگلی، در درک بهتر پویایی توده و موزاییک‌های تحولی جنگل در برنامه‌ریزی‌های جنگل‌شناسی و جنگلداری در آینده بسیار راهگشا خواهد بود. بدیهی است که برای مدیریت بهتر اکوسیستم‌های طبیعی، به‌ویژه جنگل، باید آنها را به قطعات فرضی کوچک‌تر تقسیم کرد. تحقیقات نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی باید در سطوح کوچک و در عین حال با در نظر گرفتن کل اکوسیستم اعمال شود. این موضوع در زمینه نشانه‌گذاری جنگل در سطح توده نیز صادق است (مروی مهاجر، ۱۳۹۰). نقشه تهیه‌شده از وضعیت مکانی لکه‌های زادآوری جنگل به‌طور معمول حالت موزاییکی خواهد داشت که تمام لکه‌های کوچک و بزرگ آن مربوط به وضعیت زادآوری توده‌های جنگلی موجود است. اجرای این کار در عمل برای سطوح بزرگ پرهزینه است، از این رو در برنامه‌ریزی‌های مدیریت جنگل، اغلب، سطوح کوچک و در حد پارسل در نظر گرفته می‌شود و اطلاعات به‌دست‌آمده از تشریح توده‌ها و لکه‌های موزاییکی داخل هر پارسل، به برنامه‌ریزی در داخل همان پارسل می‌انجامد. بنابراین در اینجا پارسل را می‌توان واحد استاندارد برای برنامه‌ریزی‌های جنگلداری و جنگل‌شناسی دانست. تحقیق حاضر به‌منظور دستیابی به الگوی پراکنش و آنالیز شاخص‌های مکانی لکه‌های زادآوری در سطح واحد برنامه‌ریزی جنگل‌شناسی،

گرفت. در این تحقیق از هر دو دسته سنجه‌ها، سنجه‌های ترکیب و توزیع مکانی در دو سطح طبقه و سیمای سرزمین استفاده شد، که عبارتند از: سنجه‌های تعداد لکه‌ها، تراکم لکه، تراکم حاشیه لکه، تنوع شانون و سیمسون، بزرگترین اندازه لکه، شکل متداول لکه، مساحت کل حاشیه لکه‌ها، شاخص یکنواختی شانون و سیمپسون، مساحت هر طبقه از لکه‌ها، غنای لکه، میانگین اندازه لکه‌ها و آماره‌های فاصله بین لکه‌ها. در این تحقیق لکه‌های زادآوری به دو طبقه شامل لکه‌های دارای نهال‌های بلندتر از ۵۰ سانتی‌متر و لکه‌های دارای نهال‌های کوتاه‌تر از ۵۰ سانتی‌متر کدگذاری شده و در نرم‌افزار Fragstats، سنجه‌های هر طبقه کمی شد. در مرحله نهایی با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده از خروجی نرم‌افزار Fragstats، برای آنالیز، رسم نمودارها و تهیه جدول‌ها، از نرم‌افزارهای Spss و Excel استفاده شد.

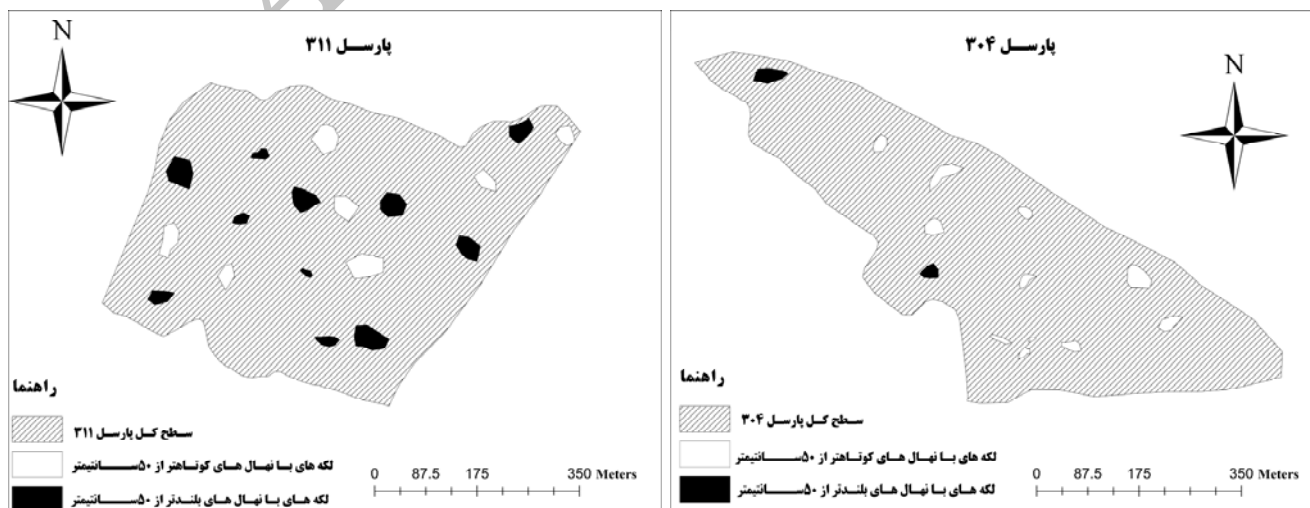
نتایج

با توجه به نقشه‌های پراکنش لکه‌های زادآوری در پارسل‌های مختلف بخش گرازین (برای نمونه پارسل‌های ۳۰۴ و ۳۱۱ در شکل ۱) ملاحظه می‌شود که فراوانی و پراکنش طبقه‌های مختلف لکه‌ها در هر یک از پارسل‌ها متفاوت است، برای مثال در پارسل ۳۱۱ پراکنش لکه‌ها بیشتر کپه‌ای و تصادفی است، در حالی‌که در پارسل ۳۰۴ پراکنش یکنواختی وجود دارد.

دامنه‌های تند شمالی و مرطوب به چشم می‌خورد. عمده‌ترین درختان بخش گرازین، راش شرقی، ممرز، افرا پلت، آلوکک، افرا شیردار، گردو، بلندمازو، نمدار، توسکای ییلاقی، خرمندی، زبان گنجشک، انجیلی، بارانک، سرخدار و مهم‌ترین درختچه‌ها و گیاهان خشبی این بخش سیاه اربه، ازگیل، گوجه وحشی، ولیک، کوله‌خاص، تمشک، متامتی و داردوست است.

- روش تحقیق

توانایی تشریح کمی و پراکنش لکه‌ها در ساختار و سیمای جنگل، پیش‌شرط بررسی عملکرد و توزیع پراکنش لکه‌های زادآوری جنگل است. سنجه‌های مختلفی برای رسیدن به این هدف، در علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین تعریف شده است. برای بررسی مسئله، ابتدا به منظور اندازه‌گیری سطح لکه‌های زادآوری با استفاده از GPS و جنگل گردشی، کلیه لکه‌های زادآوری در عرصه جنگل شناسایی و محدوده فضاهای خالی برداشت و سپس با استفاده از نرم‌افزار Arc Map به فرمت مناسب برای آنالیز در نرم‌افزار Fragstats تبدیل شدند. به ازای هر ورودی در این نرم‌افزار، ۳ فایل خروجی ایجاد می‌شود که عبارتند از Class, Patch و Land و تمامی آنها فایل متنی هستند و می‌توان آنها را مشاهده کرد. در این تحقیق از سنجه‌های سیمای سرزمین به‌عنوان اجزای الگوی ارزیابی آثار محیط زیستی وضعیت لکه‌های زادآوری جنگل در دو سطح طبقه و سیمای سرزمین استفاده شد. شایان ذکر است که انتخاب سنجه‌های مناسب در این تحقیق بر اساس مرور منابع و تحقیقات قبلی انجام



شکل ۱- نقشه‌های توزیع و پراکنش مکانی طبقه‌های مختلف لکه‌های زادآوری در پارسل‌های ۳۰۴ و ۳۱۱

بررسی سنجه‌ها در سطح طبقه

نتایج محاسبه‌های آماری سنجه‌های مختلف در هر طبقه، در جدول ۲ درج شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، درصد اراضی پوشیده‌شده طبقه لکه‌های با نهال‌های بلندتر از ۵۰ سانتی‌متر در اکثر پارسل‌ها بیشتر از طبقه لکه‌های با نهال‌های کوتاه‌تر از ۵۰ سانتی‌متر است. همچنین این درصد در پارسل‌های ۳۱۵، ۳۱۳، ۳۱۲، ۳۱۱، ۳۱۰، ۳۲۰، ۳۱۷ و ۳۱۶ بیشتر از دیگر پارسل‌هاست. جدول ۲ نشان

می‌دهد که تراکم لکه (PD) در طبقه لکه‌های دارای نهال‌های بلندتر از ۵۰ سانتی‌متر بیشتر از بقیه طبقه‌هاست. این ارقام در پارسل ۳۱۵ دارای بیشترین مقدار است. نتایج سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه (LPI) در طبقه لکه‌های با نهال‌های بلندتر از ۵۰ سانتی‌متر و لکه‌های با تاج بسته بیشتر از طبقه‌های دیگر است. نتایج سنجه شکل لکه (LSI) بیشترین بی‌نظمی شکل لکه را در پارسل‌های ۳۱۰، ۳۱۳، ۳۲۰، ۳۲۳ و ۳۲۴ نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج آنالیز سنجه‌ها در سطح طبقه برای هریک از پارسل‌های بخش گرازین (بر حسب سانتی‌متر)

LSI*		LPI*		PD*		NP*		PLAND*		CA*		سنجه‌ها پارسل‌ها
۵۰ <	۵۰ >	۵۰ <	۵۰ >	۵۰ <	۵۰ >	۵۰ <	۵۰ >	۵۰ <	۵۰ >	۵۰ <	۵۰ >	
۱/۷۷	۴/۱۵	۰/۴۴	۰/۵۱	۸/۲۸	۴۵/۵۹	۲	۱۱	۰/۶۷	۲/۴۱	۰/۱۶	۰/۵۸	۳۰۴
۳/۲۰	۱/۳۸	۰/۲۱	۰/۲۵	۲۷/۲۹	۴/۵۴	۶	۱	۰/۹۴	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۰۵	۳۰۵
۲/۱۴	۳/۸۶	۰/۴۱	۰/۳۷	۱۵/۶۲	۴۶/۷۸	۳	۹	۰/۹۶	۲/۱۳	۰/۱۸	۰/۴۰	۳۰۶
۴/۵۲	۳/۹۸	۰/۲۳	۰/۲۷	۳۱/۶۳	۲۴/۳۳	۱۳	۱۰	۱/۶۶	۱/۴۱	۰/۵۸	۰/۶۸	۳۰۷
۴/۳۵	۳/۲۱	۰/۳۵	۰/۱۶	۳۱/۳۳	۱۶/۸۷	۱۳	۷	۱/۸۶	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۲۳	۳۰۸
۴/۹۴	۳/۳۷	۰/۲۸	۰/۱۲	۳۱/۶۶	۱۴/۷۷	۱۵	۷	۱/۹۹	۰/۵۹	۰/۹۴	۰/۲۸	۳۰۹
۵/۰۲	۲/۵۷	۰/۹۰	۰/۳۱	۷۰/۳۷	۳۱/۲۷	۱۸	۸	۶/۴۳	۰/۹۶	۱/۶۴	۰/۲۴	۳۱۰
۳/۹۳	۳/۲۷	۰/۶۵	۰/۷۳	۳۹/۵۵	۲۵/۱۷	۱۱	۷	۳/۹۴	۳/۰۲	۱/۰۹	۰/۸۴	۳۱۱
۴/۹۷	۲/۷۶	۰/۸۸	۰/۷۳	۴۷/۱۶	۱۷/۶۸	۱۶	۶	۶/۵۵	۱/۴۸	۲/۲۲	۰/۵۰	۳۱۲
۵/۵۶	۳/۴۵	۰/۵۸	۰/۳۳	۳۷/۷۰	۱۴/۶۶	۱۸	۷	۴/۵۷	۱/۳۵	۲/۱۸	۰/۶۴	۳۱۳
۳/۶۰	۲/۶۳	۰/۸۱	۰/۳۵	۳۳/۶۵	۱۴/۹۵	۹	۴	۲/۸۰	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۱۹	۳۱۴
۶/۰۱	۳/۲۰	۰/۷۶	۰/۲۸	۱۲۴/۸۶	۳۴/۹۶	۲۵	۷	۶/۷۴	۰/۹۶	۱/۳۴	۰/۱۹	۳۱۵
۴/۷۳	۲/۲۲	۰/۵۶	۰/۱۵	۶۵/۶۰	۱۴/۰۵	۱۴	۳	۴/۳۲	۰/۳۶	۰/۹۲	۰/۰۷	۳۱۶
۵/۱۱	۲/۴۴	۰/۵۳	۰/۳۰	۴۵/۲۹	۱۱/۳۲	۱۶	۴	۴/۲۴	۰/۸۵	۱/۵	۰/۳۰	۳۱۷
۳/۹۳	۴/۵۸	۰/۴۹	۰/۳۲	۲۹/۸۳	۴۰/۶۷	۱۱	۱۵	۲/۲۲	۱/۹۱	۰/۷۰	۰/۸۱	۳۱۸
۳/۴۵	۳/۹۹	۰/۵۳	۰/۳۶	۱۶/۳۷	۲۳/۳۸	۷	۱۰	۲/۵۴	۲/۷۴	۱/۱۷	۰/۰۸	۳۱۹
۶/۰۳	۴/۰۰	۰/۲۹	۰/۲۷	۵۲/۱۱	۲۶/۰۵	۲۲	۱۱	۳/۷۴	۱/۳۲	۱/۵۷	۰/۵۵	۳۲۰
۳/۹۴	۲/۷۰	۰/۵۴	۰/۲۰	۱۸/۹۷	۹/۴۸	۱۰	۵	۲/۶۳	۰/۷۲	۱/۱۳	۰/۳۸	۳۲۱
۲/۱۱	۲/۸۴	۰/۵۴	۰/۴۰	۱۱/۸۹	۱۹/۸۲	۳	۵	۱/۲۳	۱/۲۷	۰/۳۱	۰/۳۲	۳۲۲
۶/۱۹	۲/۷۹	۰/۲۴	۰/۱۵	۵۹/۰۵	۱۱/۳۵	۲۶	۵	۰/۴۰	۳/۰۳	۱/۳۲	۰/۱۷	۳۲۳
۵/۳۲	۲/۷۹	۰/۴۵	۰/۱۳	۳۶/۰۴	۱۰/۰۱	۱۸	۵	۲/۶۱	۰/۳۸	۱/۳۰	۰/۱۹	۳۲۴
۲/۱۲	۳/۲۱	۰/۳۳	۰/۵۵	۱۳/۴۰	۲۶/۸۰	۳	۶	۰/۸۶	۲/۳۸	۰/۱۹	۰/۵۳	۳۲۵
۲/۹۱	۳/۸۱	۰/۴۰	۰/۳۱	۱۴/۶۷	۲۲/۰۰	۶	۹	۱/۴۹	۱/۱۰	۰/۴۵	۰/۶۱	۳۲۶
۴/۰۸	۲/۴۸	۰/۵۵	۰/۳۴	۴۳/۹۱	۱۷/۵۶	۱۰	۴	۳/۱۶	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۱۵	۳۲۷
۹۹/۹۳	۷۵/۶۸	۱۱/۹۵	۷/۸۹	۹۰۶/۲۳	۵۲۴/۰۶	۲۹۵	۱۶۶	۶۸/۲۶	۳۰/۰۵	۲۳/۳۳	۸/۹۸	جمع

* CA مساحت هر طبقه از لکه‌ها، PLAND درصد سطح پوشش هر طبقه، NP تعداد لکه‌های موجود در سطح هر طبقه، PD تراکم هر طبقه از لکه‌ها، LPI شاخص بزرگ‌ترین لکه در سطح هر طبقه، LSI شاخص شکل متداول لکه‌ها در سطح هر طبقه

بررسی سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین

در این تحقیق، سطح هر پارسل به‌عنوان یک سیمای سرزمین مجزا در نظر گرفته شده است، جدول ۳ نتایج

سنجه‌های مختلف سطح سیمای سرزمین را نشان می‌دهد که بر اساس نتایج سنجه مساحت کل هر پارسل، پارسل ۳۲۱ دارای بیشترین سطح است.

جدول ۳- نتایج آنالیز سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین برای هر یک از پارسل‌های بخش گرازین

SIDI*	SHDI*	PRD*	Area_MN*	LSI*	LPI*	PD*	NP*	TA*	پارسل‌ها / سنجه‌ها
۰/۴۶	۰/۶۵	۸/۲۹	۰/۰۵	۲/۴۹	۰/۵۱	۵۳/۸۸	۱۳	۲۴/۱۲	۳۰۴
۰/۴۳	۰/۶۲	۹/۰۹	۰/۰۳	۲/۲۶	۰/۲۵	۳۶/۳۹	۸	۲۱/۹۸	۳۰۵
۰/۴۹	۰/۶۹	۱۰/۴۱	۰/۰۴	۲/۲۴	۰/۴۱	۶۲/۴۹	۱۲	۱۹/۲۰	۳۰۶
۰/۴۹	۰/۶۸	۴/۸۶	۰/۰۵	۲/۵۲	۰/۲۷	۵۵/۹۶	۲۳	۴۱/۰۹	۳۰۷
۰/۴۹	۰/۶۹	۴/۸۲	۰/۰۵	۲/۳۹	۰/۳۵	۴۸/۲۰	۲۰	۴۱/۴۸	۳۰۸
۰/۴۰	۰/۵۹	۴/۲۲	۰/۰۵	۲/۴۰	۰/۲۸	۴۶/۴۴	۲۲	۴۷/۳۶	۳۰۹
۰/۲۲	۰/۳۸	۷/۸۱	۰/۰۷	۳/۱۰	۰/۹۰	۱۰۱/۶۵	۲۶	۲۵/۵۷	۳۱۰
۰/۴۹	۰/۶۸	۷/۱۹	۰/۱۰	۲/۷۶	۰/۷۳	۶۴/۷۲	۱۸	۲۷/۸۰	۳۱۱
۰/۳۴	۰/۵۳	۵/۸۹	۰/۱۲	۳/۰۲	۰/۸۸	۶۴/۸۴	۲۲	۳۳/۹۲	۳۱۲
۰/۳۵	۰/۵۳	۴/۱۸	۰/۱۱	۳/۱۶	۰/۵۸	۵۲/۳۶	۲۵	۴۷/۷۴	۳۱۳
۰/۳۲	۰/۵۰	۷/۴۷	۰/۰۷	۲/۲۲	۰/۸۱	۴۸/۶۱	۱۳	۲۶/۷۴	۳۱۴
۰/۳۴	۰/۵۲	۹/۹۸	۰/۰۴	۳/۵۵	۰/۷۶	۱۵۹/۸۲	۳۲	۲۰/۰۲	۳۱۵
۰/۲۰	۰/۳۵	۹/۳۷	۰/۰۵	۲/۰۵	۰/۵۶	۷۴/۹۷	۱۶	۲۱/۳۴	۳۱۶
۰/۴۲	۰/۶۱	۵/۶۶	۰/۰۹	۲/۷۴	۰/۵۳	۵۶/۶۱	۲۰	۳۵/۳۲	۳۱۷
۰/۴۸	۰/۶۷	۵/۴۲	۰/۰۵	۲/۵۳	۰/۴۹	۷۰/۵۰	۲۶	۳۶/۸۷	۳۱۸
۰/۴۹	۰/۶۹	۴/۶۷	۰/۱۳	۲/۸۳	۰/۵۷	۳۹/۷۵	۱۷	۴۲/۷۵	۳۱۹
۰/۴۰	۰/۵۹	۴/۷۳	۰/۰۶	۳/۴۸	۰/۲۹	۷۸/۱۶	۳۳	۴۲/۲۱	۳۲۰
۰/۴۲	۰/۶۱	۳/۷۹	۰/۱۱	۲/۴۶	۰/۵۴	۲۸/۴۵	۱۵	۵۲/۷۱	۳۲۱
۰/۴۵	۰/۶۵	۷/۹۳	۰/۰۷	۲/۱۶	۰/۵۴	۳۱/۷۲	۸	۲۵/۲۱	۳۲۲
۰/۲۴	۰/۴۱	۴/۵۴	۰/۰۴	۲/۵۴	۰/۲۴	۷۰/۴۰	۳۱	۴۴/۰۲	۳۲۳
۰/۲۲	۰/۳۵	۴/۰۰	۰/۰۶	۲/۳۴	۰/۴۵	۴۶/۰۵	۲۳	۴۹/۹۴	۳۲۴
۰/۳۹	۰/۵۸	۸/۹۳	۰/۰۸	۲/۲۲	۰/۵۵	۴۰/۲۱	۹	۲۲/۳۸	۳۲۵
۰/۳۹	۰/۵۸	۴/۸۹	۰/۰۷	۲/۴۸	۰/۴۰	۳۶/۶۷	۱۵	۴۰/۸۹	۳۲۶
۰/۴۱	۰/۶۰	۸/۷۸	۰/۰۶	۲/۶۵	۰/۵۵	۶۱/۴۷	۱۴	۲۲/۷۷	۳۲۷

* TA مساحت هر پارسل، NP تعداد کل لکه‌های موجود در هر پارسل، PD تراکم لکه در سطح پارسل، LPI شاخص بزرگ‌ترین لکه در سطح پارسل، LSI شاخص شکل سطح پارسل، Area_MN شاخص میانگین اندازه لکه در سطح پارسل، PRD شاخص غنای لکه، SHDI سنجه تنوع شانون، SIDI سنجه تنوع سیمپسون

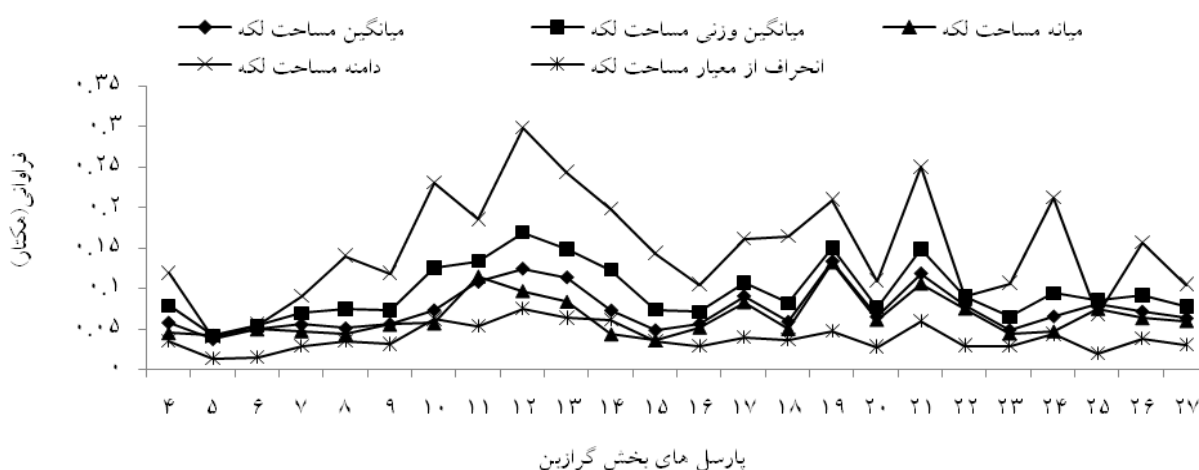
مربع (نزدیک به ۱ هکتار) در پارسل ۳۱۰ قرار دارد. این سنجه (LPI) نشان می‌دهد که بزرگ‌ترین لکه‌ها در پارسل‌های ۳۱۰، ۳۱۲ و ۳۱۴ و کوچک‌ترین لکه‌ها در پارسل ۳۰۵ قرار دارند. سنجه مساحت کل (سیمای سرزمین) پارسل ۳۲۱ را بزرگ‌ترین پارسل سطح بخش گرازین نشان می‌دهد. سنجه‌های سیمپسون و شانون از مهم‌ترین سنجه‌های تنوع برای بررسی لکه‌های زادآوری هستند. هرچه مقدار سنجه‌های تنوع به یک نزدیک شود،

با توجه به جدول ۳ و سنجه شکل سیمای سرزمین، بیشترین پیچیدگی شکل لکه به ترتیب در پارسل‌های ۳۱۵، ۳۲۰، ۳۱۳، ۳۱۰، ۳۱۶ و ۳۱۲ است. سنجه میانگین اندازه لکه (Area_MN) بیشترین و کمترین میانگین لکه‌ها را به ترتیب در پارسل‌های ۳۰۵ و ۳۱۹ نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، تراکم لکه (PD) در پارسل‌های ۳۱۵ و ۳۱۰ دارای بیشترین مقدار است. سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه با مساحت ۹۰۰۱ متر

پارسل را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، بیشترین میانگین و میانگین وزنی مساحت لکه‌ها در پارسل‌های ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۷، ۳۱۹ و ۳۲۱ و بیشترین دامنه در پارسل ۳۱۲ قرار دارد. بیشترین شاخص انحراف از معیار مساحت بیشتر در پارسل‌های ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷ و ۳۲۵ مشاهده می‌شود.

تنوع افزایش می‌یابد. هرچه این مقدار به صفر نزدیک شود، از تنوع کاسته می‌شود. با توجه به جدول ۳، بخش اعظم پارسل‌ها در دو طبقه تنوع متوسط و تنوع زیاد قرار دارند. و درصد کمی از پارسل‌ها، تنوع کم دارند. بنابراین بیشترین تنوع و آرایش مکانی مناسب لکه‌ها در پارسل‌های ۳۰۷، ۳۱۱، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۲ و ۳۲۶ مشاهده می‌شود.

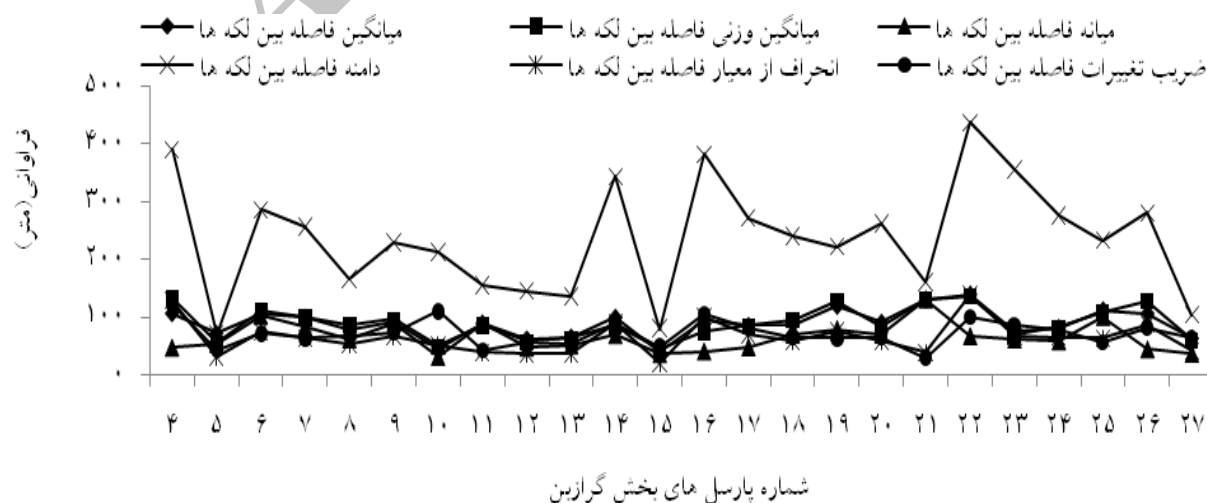
شکل ۲ مشخصه‌های آماری (شاخص‌های متمایل به مرکز و شاخص‌های پراکندگی) سنجه مساحت لکه‌ها در سطح



شکل ۲- مقایسه مشخصه‌های آماری سنجه مساحت لکه‌ها در سطح پارسل

وجود دارد. با توجه به شاخص دامنه تغییرات مشخص شد که بیشترین فاصله از میانگین برای دو طبقه مذکور در پارسل‌های ۳۰۴ و ۳۲۲ و کمترین فاصله در پارسل‌های ۳۰۵ و ۳۱۵ قرار دارد.

با توجه به شکل ۳، بررسی آماره‌های سنجه فاصله بین لکه‌ها، برای لکه‌های دارای نهال‌های بلندتر از ۵۰ سانتی‌متر و لکه‌های دارای نهال‌های کوتاه‌تر از ۵۰ سانتی‌متر در سطح پارسل نشان می‌دهد که کمترین میانگین و میانگین وزنی فاصله برای دو طبقه مذکور در پارسل‌های ۳۱۵ و ۳۱۰



شکل ۳- مقایسه مشخصه‌های آماری فاصله بین لکه‌ها در سطح پارسل

بحث

حاشیه لکه به‌عنوان مرز بین محیط جنگل و میکروکلیمای داخل لکه‌ها دارای ریزاقليم خاصی بوده و با محیط جنگل قدری متفاوت است همچنین مرز لکه‌ها مانند فیلتر عمل می‌کند و سبب کاهش نفوذ تاثیرات اطراف از طریق لکه‌ها به درون جنگل می‌شود. بیشتر حاشیه‌هایی که به‌شکل طبیعی ایجاد شده باشد به‌صورت خط منحنی، پیچیده و نرم هستند، در حالی که لکه‌هایی که در اثر دخالت‌های انسان پدید آمده باشند، بیشتر مستقیم، ساده و سخت هستند. هرچه پیچیدگی حاشیه یعنی فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌ها در لکه‌ها بیشتر باشد، تنوع زیستگاهی بیشتری نسبت به حاشیه‌های مستقیم ایجاد می‌کند که عامل مهمی در افزایش تنوع زیستی است. همچنین این موضوع نشانه طبیعی بودن پدیده تشکیل لکه‌هاست.

نتایج آنالیز سنجه‌های میانگین اندازه لکه، و اندازه بزرگ‌ترین لکه در سطح پارسل‌های بخش‌گرازين (که از جمله جنگل‌های راشستان شمال ایران است) نشان داد که در اکثر پارسل‌ها، میانگین مساحت لکه‌ها بین ۳ آر تا ۱۳ آر متغیر است، البته مساحت بیشتر لکه‌ها در حدود ۶-۵ آر است. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش (Emborg et al., 2000) که با تحقیقات مشابهی در راشستان‌های دانمارک نشان دادند که حداقل مساحت لکه ۳۸۴ و حداکثر ۱۴۶۷ مترمربع است، همسویی دارد. سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه (LPI)، با مقدار ۰/۹ هکتار در پارسل ۳۱۰، بزرگ‌ترین شکل لکه در سطح پارسل‌هاست. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این نتایج با نتایج تحقیق موسوی و ثاقب‌طالبی (۱۳۸۲) مشابه است و نشان می‌دهد که لکه‌ها به‌طور تقریبی از لحاظ مساحت در وضعیت مطلوبی قرار دارند. فراوانی و تعداد لکه‌ها یکی از سنجه‌های مهم برآورد وضعیت زادآوری در پارسل‌هاست و بیشترین مقدار آن در پارسل ۳۱۵ مشاهده می‌شود، درحالی‌که بیشترین تعداد لکه‌ها در پارسل ۳۲۰ قرار دارد و در محاسبه تعداد لکه نسبت به سطح پارسل مشاهده می‌شود که تراکم در ۳۱۵ بیشتر از ۳۲۰ است. زادآوری خوب در پارسل ۳۱۵ امنیت و بقای جنگل را در آینده تضمین می‌کند. یکی از دلایل زادآوری خوب در پارسل ۳۱۵ را می‌توان وجود پایه‌های مادری مناسب در منطقه و فاصله از گاوسراها دانست. پراکنش مناسب در پارسل ۳۱۵ الگوی

نتایجی که در این تحقیق با تجزیه و تحلیل سنجه‌های به‌کار رفته به‌دست آمد، کاربرد آمار مکانی را برای کمی‌کردن ساختار و الگوی مکانی لکه‌های زادآوری نشان می‌دهد. بر اساس نتایج سنجه شکل متداول لکه‌ها که هرچه مقدار آن از یک بزرگ‌تر باشد، شکل لکه پیچیده‌تر است. بیشتر لکه‌ها در بخش مورد بررسی از ساختار بی‌نظم و چندوجهی پیروی کرده‌اند و اشکال ثابتی ندارند. برای نمونه این سنجه در پارسل‌های ۳۱۵ و ۳۲۳ دارای بیشترین مقدار خود است. بر اساس یک تحلیل جنگل‌شناسی، بر روی دامنه‌های بادگیر و به‌ویژه بر روی یال‌ها به‌علت بادگیر بودن، ناپایداری و آشفته‌گی‌های بیشتر، احتمال تشکیل لکه‌هایی با شکل پیچیده‌تر (به‌دلیل شرایط حاکم بر شکل‌گیری حفره) و سطوح بزرگ‌تر بیشتر است. بر این اساس با بررسی شرایط پارسل‌های منطقه تحقیق مشاهده می‌شود که بیشتر سطح پارسل‌های مذکور (۳۱۵ و ۳۲۳) بر روی دامنه‌های بادگیر و یال‌ها واقع شده‌اند. البته باید توجه داشت که دیگر شرایط محیطی و فعالیت‌های انسانی نیز بر شکل‌گیری فرایند تشکیل لکه‌های زادآوری اثرگذارند که توضیح و تفسیر آن از حوصله این تحقیق خارج است و باید تک‌تک عوامل بر اساس داده‌های موجود و تحقیقات آتی، بررسی شوند. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش حجتی (۱۳۷۸) و (Gagnon et al., 2004) همخوانی دارد. آنها در تحقیقات خود در راشستان‌های بخش‌گرازين شمال ایران و جنگل‌های راش آلمان به این نتیجه رسیدند که لکه‌ها از شکل هندسی منظمی پیروی نمی‌کنند و اشکال آنها، بیشتر نامنظم است و کمتر حالت دایره‌ای دارند. همچنین در این بررسی مشخص شد که سنجه‌های حاشیه کل و تراکم حاشیه بیشترین مقدار حاشیه را در پارسل ۳۱۵ و برای لکه‌های دارای نهال‌های بلندتر از ۵۰ سانتی‌متر نشان می‌دهند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، این سنجه ارتباط مستقیمی با سنجه تعداد و شکل لکه‌ها دارد، یعنی هرچه تعداد لکه‌ها بیشتر و اشکال نامنظم‌تر باشند، مقدار آن بیشتر است. شکل، موقعیت و اندازه لکه‌ها ممکن است برای کشف فعل و انفعالات پیچیده میان پوشش زیراشکوب و اشکوب بالا ضروری باشد (Gagnon et al., 2004). این موضوع به این مفهوم است که

نشانه یکنواختی لکه‌ها یا توزیع نامناسب آنها از نظر مکانی است. بر این اساس، بیشترین تنوع و آرایش مکانی مناسب لکه‌ها در پارسل‌های ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۱۱، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۲، ۳۲۵ و ۳۲۶ مشاهده شد. رطوبت، شرایط اکولوژیکی و عمق مناسب خاک از جمله عوامل مؤثر در تنوع و توزیع مناسب لکه‌های زادآوری جنگل به‌شمار می‌آیند از این نظر پارسل‌های مذکور، شرایط مناسب و یکنواخت برای استقرار انواع زادآوری در سرتاسر پارسل دارند. از دلایل دیگر تنوع و توزیع مناسب لکه‌ها دوری و نزدیکی به گاوسراها و تأثیر آن بر پدیده زادآوری و فرایند استقرار نهال‌هاست. از این نظر پارسل‌های مذکور نسبت به پارسل‌های دیگر در محدوده امن‌تری (دورتر از گاوسراها) واقع شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ترکیب و ساختار توده در پارسل‌های مختلف، متفاوت است و در بیشتر پارسل‌ها با در نظر گرفتن هر پارسل به‌عنوان یک واحد مدیریتی و جدا از پارسل‌های دیگر، نظم و یکنواختی دیده می‌شود، در حالی که با در نظر گرفتن کل لکه‌ها در سطح تمام پارسل‌ها، پراکنش یکنواختی مشاهده نمی‌شود و بیشتر تصادفی هستند. چنین موضوعی دقت زیادی را برای دخالت در توده‌های طبیعی می‌طلبد و اهمیت و حساسیت برنامه‌ریزی جنگل‌شناسی و نشانه‌گذاری را نشان می‌دهد. این موضوع همچنین مؤید این است که در مدیریت توده‌های طبیعی، باید به‌گونه‌ای اقدام شود که الگوی پراکنش لکه‌های زادآوری در سطح توده، یکنواخت باشد، ولی در بین توده‌ها و پارسل‌های مختلف به لحاظ ساختار مکانی می‌توان از الگوی تصادفی پیروی کرد، چرا که با دستیابی به این‌گونه الگوی مکانی، می‌توان ساختار مناسبی را در توده‌ها ایجاد کرد. البته این موضوع نباید فراموش شود که در برخی از پارسل‌ها، درصد سطح لکه‌های زادآوری نسبت به سطح پارسل کمتر از حد معمول است و باید ابتدا با عملیات پرورشی، جنگل‌شناسی و عدم چرای دام (تضمین زادآوری انجام گرفته) تدابیر مناسب اتخاذ شده و متناسب با شرایط همان پارسل نشانه‌گذاری اجرا شود.

منابع

حبشی، هاشم، سیدمحسن حسینی، جهانگرد محمدی و رامین رحمانی، ۱۳۸۶. تعیین الگوی پراکنش و ساختار در

خوبی برای نشانه‌گذاری و تنظیم جنگل است که باید به فاصله بین لکه‌ها توجه ویژه شود. فاصله لکه‌ها از یکدیگر و نحوه پراکنش آنها از سنج‌های مهمی است که برنامه‌ریزی و نشانه‌گذاری وابستگی زیادی به شناخت آن دارد. در این تحقیق برای آگاهی از این مهم، از سنج‌های فاصله بین لکه‌ها یا نزدیکی لکه‌ها برای بیان ارتباط و توزیع آنها استفاده شد. نتایج حاصل از سنج‌های فاصله بین لکه‌ها در سطح هر پارسل نشان می‌دهد که کمترین فاصله بین لکه‌ها حدود ۴۰ متر و در پارسل ۳۱۵ است. باید توجه داشت که در این پارسل به‌طور متوسط هر ۴۰ متر یک لکه زادآوری وجود دارد. این مقدار برای تک‌تک پارسل‌ها محاسبه شد که اعداد متفاوتی را نشان می‌دهد. همچنین بیشترین فاصله بین لکه‌ها در حدود ۱۳۹/۵ متر اندازه‌گیری شد که مربوط به پارسل ۳۲۲ است، بنابراین می‌توان بیان داشت که در مجموع فاصله بین لکه‌ها در پارسل‌های بخش‌گرازی بین ۴۰ و ۱۳۹/۵ متر متغیر است. به‌عبارت دیگر، فاصله درختان مادری در حداقل فاصله ۴۰ و در حداکثر فاصله ۱۳۹/۵ متر خواهد بود. فاصله مؤثر بین لکه‌ها عامل مهمی در تعیین موفقیت زادآوری است، این فاصله در برخی پارسل‌ها بیش از حد میانگین است که باید تدابیر لازم برای استقرار زادآوری با فواصل کم و پراکنش مناسب در نشانه‌گذاری‌ها و تقویت پایه‌های مادری اتخاذ شود. در این ارتباط و از لحاظ تنوع زیستی، لکه‌ها را می‌توان به‌عنوان "جاپاهایی" در نظر گرفت که جانوران مفید و مؤثر در جنگل از آنها به‌عنوان محل‌های استراحت و لانه‌سازی استفاده می‌کنند. بنابراین هرچه تعداد و فاصله بین این لکه‌ها بیشتر باشد، زندگی این موجودات بیشتر با خطر مواجه می‌شود. از منظر دیگر، این لکه‌ها محل گردآمدن انواع گونه‌های گیاهی با نیازهای نوری و اکولوژیکی متفاوت است که نقش مؤثری در تنوع گیاهی و بیوماس جنگل در آینده دارد. در مورد سنج‌های تنوع لکه‌های زادآوری در پارسل‌های مختلف، نتایج این تحقیق نشان داد که روند تغییرات در سطح پارسل‌ها متفاوت است و تابع نظم خاصی نیست. بخش اعظم پارسل‌ها در دو طبقه تنوع متوسط و تنوع زیاد قرار دارند و درصد کمی از پارسل‌ها تنوع کم دارند. تنوع زیاد در منطقه، نشان‌دهنده گوناگونی لکه‌ها و توزیع متناسب آنها در فضا است، در حالی که تنوع کم

- Denmark. *Forest Ecology and Management*, 126: 173-189
- Gagnon, J.L., E.J. Jokela, W.K. Moser & D.A. Huber, 2004. Characteristic of gaps and natural regeneration in mature longleaf pine flatwood ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 187: 373-380.
- Hanewinkel, M., 2004. Spatial patterns in mixed coniferous even-aged, uneven-aged and conversion stands. *European journal of forest research*, 123: 139-155.
- Korpel, S., 1995. Die Urwaelder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 310pp
- Lertzman, K.P., C.J. Krebs, 1991. Gap-phase structure of a subalpine old growth forest. *Journal Forest Research*, 21:1730-1741.
- McDonnell, M.J., S.T.A. Pickett, 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology, *Ecology*, 71(4): 1232-1237.
- Pacala, S.W. & D. Tilman, 1994. Limiting similarity mechanistic and spatial models of plant competition in heterogeneous environments. *The American Naturalist*.143: 222-257.
- Rey, P.J. & J.M. Alcantara, 2000. Recruitment dynamics of e fleshy- fruited plant (*Olea europea*): connecting pattern of seed dispersal to seedling establishment, *Journal Ecology*, 88: 622-633.
- Zenner, E.K. & J.E. Peck, 2009. Characterizing structural conditions in mature managed red pine: spatial dependency of metrics and adequacy of plot size. *Forest ecology and management*, 257: 311-320.
- Zhang, Q., Y. Zhang, S. Peng, E. Yirdaw & N. Wu, 2009. Spatial structure of Alpine trees in mountain Baima Xueshan on the southeast Tibetan plateau. *Silva Fennica*, 43(2): 197-208.
- جنگل آمیخته راش شصت کلاته گرگان، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۱): ۶۴-۵۵.
- حجتی، سیدمهدی، ۱۳۷۸. بررسی نحوه پراکنش و ساختار سنی تجدید حیات طبیعی گونه راش در رانشستان‌های بخش گرازین جنگل خیرود کنار-نوشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۶۷ ص.
- علوی، سیدجلیل، قوام‌الدین زاهدی امیری و محمدرضا مروی مهاجر، ۱۳۸۴. تعیین الگوی مکانی گونه ملج در جنگل‌های شمال ایران. *مجله منابع طبیعی*، ۵۸(۴): ۷۹۳-۸۰۴.
- متاجی، اسداله، ساسان بابایی کفایی، حسین صفایی و هادی کیادلیری، ۱۳۸۷. الگوی مکانی حفره‌های تجدیدحیات در توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده در جنگل‌های طبیعی راش شرقی. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶(۱): ۱۵۷-۱۴۹.
- مروی مهاجر، محمدرضا، ۱۳۹۰. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل، دانشگاه تهران، ۴۲۰ ص.
- موسوی، سیدرضا و خسرو ثاقب‌طالبی، ۱۳۸۲. تعیین اندازه سطح حفره تاج‌پوشش برای بهبود زادآوری طبیعی راش. *مجله منابع طبیعی*، ۵۹ (۱ و ۲).
- Arevalo, J.R., J.M. Fernandez-Palacios, 2003. Spatial patterns of trees and juveniles in a Laurel forest of Tenerife, Canary Islands. *Plant ecology*, 165: 1-10.
- Barbeito, I., P. Marta, C. Rafael & C. Isabel, 2007. Effect of stand structure on Stone pine (*Pinus pinea* L.) regeneration dynamics. *Forestry*, 81 (5): 617-629.
- Catovsky, S., F.A. Bazzaz, 2002. Feedbacks between canopy composition and seedling regeneration in mixed conifer broad-leaved forests. *Oikos*, 98: 403-420.
- Emborg, J., M. Christensen & J. Helmann-Clausen, 1990. The structural dynamics of Sesurup Skov, anear natural temperate decidous forest in

**Investigation on the spatial pattern of regeneration patches in natural beech
(*Fagus orientalis* Lipsky) forests (Case study: Gorazbon District, Kheyroud forest)**

A. Karami^{*1}, J. Fegghi², M.R. Marvie Mohajer³ and M. Namirani³

¹M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

²Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

³ Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

(Received: 14 March 2011, Accepted: 25 November 2011)

Abstract

Natural processes and human activities continually change forest landscapes. Regeneration patches are one of the factors changing the forest landscapes. Knowledge of spatial patterns and structural analysis of patches are essential in sustainable forest management. For this purpose, the current study was done in Gorazbon district, Kheyroud Forests. All regeneration patches were located in the study area and landscape analysis in combination with the environmental gradient analysis was applied using Fragstats software. The results of this study showed that the distribution patterns of patches in different compartments are randomly clumped. Highest and lowest patch percentage was observed in compartment 315 and 321, respectively. This study showed that the largest patch size was 0.9001 hectare in compartment 310 and the minimum and maximum distances between patches varied from 40 to 139.5 m. Compartments 307, 308, 311, 318, 319, 322, 325 and 326 had the highest diversity indices and suitable spatial pattern of patches. This result confirms the fact that the in management of natural stands, distribution patterns of patches in stands level is to be regular, but among the stands and different compartments they can follow random pattern. Because of with achieving such a model, appropriate spatial structure can be created in the stands.

Key words: Uniformity, Metrics, Fragstats, Kheyroud forest, Spatial pattern, Regeneration patch.