

اثر دخالت‌های مدیریتی بر ساختار توده‌های طبیعی (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)

محسن جوانمیری پور^{۱*}، محمدرضا مروی مهاجر^۲، محمود زبیری^۲، وحید اعتماد^۳ و مقداد جورغلامی^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. پست الکترونیک: mjavanmiri@ut.ac.ir

۲- استاد، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- دانشیار، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۱۴

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۰۶

چکیده

برای مدیریت صحیح جنگل به شاخص‌هایی نیاز است که بتوانند با صرف کمترین هزینه و زمان اطلاعات کافی را در رابطه با وضعیت ساختار جنگل و تغییرات آن ارائه دهند. در این پژوهش، اثر نشانه‌گذاری بر ساختار توده‌های جنگلی در بخش گرازبن جنگل خیرود توسط شاخص‌های ساختاری مربوط به پراکنش مکانی و پراکنش غیرمکانی مطالعه شد. برای این منظور، ۶۸۲ گروه ساختاری (اصله درخت) در دو قطعه نمونه مستطیلی شکل از مرز پایین پارسل تا مرز بالای آن بررسی شدند. نتایج نشان داد که در اثر نشانه‌گذاری، تغییرات شاخص‌های آمیختگی گونه‌ای، زاویه یکنواخت، چیرگی ابعاد قطر، اختلاف ابعاد، شاخص تفکیک پیلو، شاخص تجمعی کلارک و ایواتز، تعداد در هکتار، رویه زمینی و قطر برابر سینه معنی‌دار نبود. نتایج آزمون t جفتی برای شاخص‌های زاویه یکنواخت و غالبیت ابعاد پیش و پس از نشانه‌گذاری برای هر دو قطعه نمونه مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار نبود، اما برای شاخص‌های آمیختگی گونه‌ای و اختلاف ابعاد، مقدار به دست آمده معنی‌دار بود. بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به علت توانایی شاخص‌های مورد استفاده در نشان دادن تغییرات ساختار یک توده طی زمان‌های مختلف و همچنین امکان مقایسه آن با توده‌های دیگر، می‌توان از این شاخص‌ها به عنوان ابزاری مناسب برای مدیریت جنگل در نظام همگام با طبیعت استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ابعاد قطری، ساختار مکانی، شاخص آمیختگی گونه‌ای، شاخص پیلو، نشانه‌گذاری.

مقدمه

درختان و تأثیر آشفستگی‌هاست. بررسی ساختار از مهم‌ترین نیازها برای مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی است (Motz et al., 2010). اولین گام در مدیریت همگام با طبیعت جنگل‌ها، شناخت ساختار و تغییرات آنهاست (Sagheb-Talebi et al., 2003, 2004; Batobeh et al., 2013; Pourhashemi et al., 2014). به طور کلی، ساختار جنگل، توزیع ویژگی‌های درختان در جنگل را بررسی می‌کند (Gadow et al., 2012). در واقع، ساختار جنگل

مدیریت جنگل با در نظر گرفتن شرایط طبیعی و شناخت کافی در رابطه با ساختار و ویژگی‌های گونه‌های جنگلی به اهداف خود دست می‌یابد. عملیات پرورشی و بهره‌برداری تأثیر مستقیمی بر ساختار و تنوع گونه‌ای جنگل می‌گذارند (Alijani et al., 2012a). توده‌های جنگلی در زمان‌ها و مکان‌های مختلف دچار تغییراتی می‌شوند. در توده‌های جنگلی مدیریت نشده، ساختار کنونی نتیجه تعامل پیچیده بین

Ruprecht و همکاران (۲۰۱۰) کاربرد نتایج به‌دست آمده از این شاخص‌ها را در مدیریت پایدار جنگل و به‌ویژه در رابطه با گونه‌های در معرض انقراض توصیه کردند.

در شرایط کنونی، با توجه به دخالت مدیریتی از قبیل نشانه‌گذاری در توده‌های جنگلی این پرسش مطرح می‌شود که آیا ساختار توده‌های مورد بررسی پیش و پس از آن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند؟ با توجه به اهمیت توده‌های طبیعی جنگل‌های هیرکانی لازم است تا بررسی کاملی در رابطه با تأثیر دخالت‌های مدیریتی بر ساختار توده‌ها انجام شود. در این پژوهش سعی شد به بررسی شاخص‌های نزدیکترین همسایه در نمایش تغییرات ساختار پیش و پس از نشانه‌گذاری پرداخته شود. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه می‌تواند به‌عنوان الگویی برای فعالیت‌های جنگل‌شناسی همگام با طبیعت مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

بخش گرازین با داشتن ۲۷ پارسل و مساحت حدود ۱۰۰۰ هکتار، سومین بخش از جنگل تحت مدیریت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران است که در ۷ کیلومتری شرق نوشهر قرار دارد. این بخش از شمال به یال جنوبی چلندر (حوزه ۴۶) و چلک، از شرق به بخش چلیبر، از جنوب به رودخانه خیرود و از غرب به بخش نم‌خانه محدود است. پارسل ۳۱۰ محل انجام این پژوهش با مساحت ۲۵/۶ هکتار، شامل تیپ ممرز، راش همراه با توسکا، پلت و سایر گونه‌ها بود. تعداد در هکتار در این پارسل حدود ۲۶۲ اصله، حجم سرپا ۴۷۷ سیلو در هکتار، کمترین و بیشترین ارتفاع به ترتیب ۱۰۶۰ و ۱۱۲۰ متر از سطح دریا می‌باشد. شیب متوسط دامنه حدود ۳۰٪ و جهت غالب آن جنوب غربی است (Anonymous, 2010). در اثر نشانه‌گذاری انجام شده در سال ۱۳۹۲، تعداد ۱۴۹ اصله درخت شامل دو اصله پلت، سه اصله توسکا، ۵۹ اصله راش و ۸۴ اصله ممرز نشانه‌گذاری شدند که حجم کل آن‌ها حدود ۸۱۴ سیلو می‌باشد.

نشانه‌گر برآیند کنش‌ها و واکنش‌های بین درختان در توده و محیط اطراف آنهاست (Oliver & Larson, 1996; Kakavand et al., 2015).

ساختار جنگل به تنوع موقعیت مکانی، تنوع آمیختگی و تفاوت ابعاد درختان (قطر و ارتفاع) تقسیم می‌شود (Pommerening, 2002; Gadow, 2003). موقعیت مکانی درختان از الگوهای کپه‌ای، تصادفی، منظم و یا حالتی بین آنها پیروی می‌کند (Fortin & Dale, 2005). آمیختگی چیدمان گونه‌های مختلف را بررسی می‌کند؛ در حالی که تفاوت ابعاد آرایش مکانی قطر و ارتفاع را نشان می‌دهد (Pommerening, 2006). این الگوها بر اثر شرایط اکولوژیک و دخالت‌های مدیریتی تغییر می‌کنند (Wang et al., 2009).

برای پایش ساختار شاخص‌های زیادی معرفی شده‌اند. به‌تازگی برای تسهیل اندازه‌گیری‌ها، شاخص‌هایی توصیه شده‌اند که اندازه‌گیری آنها نسبت به سایر شاخص‌ها بسیار ساده‌تر است (Motz et al., 2010). این شاخص‌ها که برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ توسط بخش مدیریت جنگل دانشگاه گوتینگن آلمان معرفی شدند، با داشتن عملکردی شبیه ساختار مولکول‌های شیمیایی به بررسی همسایه‌های هر درخت می‌پردازند (Pommerening, 2006). در ایران، Alijani و همکاران (۲۰۱۲ a, b)، Fegghi و Alijani (۲۰۱۲)، Erfanifard و همکاران (۲۰۱۳) و Nouri و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از شاخص‌های نزدیکترین همسایه، به بررسی ساختار توده پرداخته‌اند. Kint و همکاران (۲۰۰۰) در کشور بلژیک به توانایی این شاخص‌ها در تشریح دقیق ساختار و سیر تحول توده اشاره کردند. از دیگر مزایای این شاخص‌ها تعیین اختلاف بین ساختار مشاهده شده و مورد انتظار و نیز کمی‌سازی تغییرات ناشی از بهره‌برداری است (Pommerening, 2002). Aguirre و همکاران (۲۰۰۳) در آمریکا از مزایای این شاخص‌ها به عدم نیاز به ثبت موقعیت درختان و اندازه‌گیری فاصله بین آنها اشاره کرده و بیان کردند که ارزیابی ساختار با این شاخص‌ها دقیق‌تر و ساده‌تر است. همچنین Kint (۲۰۰۵) و

روش پژوهش

دو نوار انتخابی در جهت شیب غالب از جاده پایین پارسل تا جاده بالای آن به طول ۴۰۰ متر و به عرض ۲۰ متر در نظر گرفته شدند. دلیل انتخاب این ابعاد رسیدن به سطح مناسب (حدود یک هکتار) برای انجام مطالعات ساختاری بود که در پژوهش‌های پیشین (Kakavand *et al.*, 2014; Alijani *et al.*, 2014) به آن اشاره شده است. در هر دو نوار انتخابی، در مجموع ۳۷ اصله درخت با میانگین قطر ۶۰ سانتی‌متر و با حجم ۳۱۰ سیلو برداشت شد. برای بررسی اثر نشانه‌گذاری‌های انجام شده از پایین‌ترین نقاط ارتفاعی تا بالاترین، همچنین پراکندگی نشانه‌گذاری‌های انجام شده و مقایسه دوره پیش و پس از عملیات نشانه‌گذاری، استفاده از قطعه‌نمونه مستطیلی شکل اولویت دارد. انتخاب پایین‌ترین نقاط ارتفاعی هر پارسل برای استقرار نوارها به دلیل مشخص بودن آنها برای تصحیح هر نوع اشتباه انجام شد. چون در یک نوار امکان دارد به‌خوبی آثار نشانه‌گذاری نشان داده نشود، بنابراین برای کاهش خطا از قطعه‌نمونه دوم استفاده شد. برای ثبت درختان از روش فاصله-آزیموت استفاده شد، به این صورت که فاصله و آزیموت درخت اول نسبت به نقطه مبنا با شیب‌سنج و قطب‌نمای سونو اندازه‌گیری و سپس با روابط مثلثاتی به مختصات دکارتی (x,y) تبدیل شد. این مختصات به مختصات نقطه مبنا اضافه شد و مختصات اولین درخت به دست آمد. به همین ترتیب، محاسبات برای درختان دیگر نیز انجام شد.

در یکی از نوارها ۲۰۸ گروه و در نوار دیگر ۲۵۹ گروه ساختاری (درخت مرجع و همسایگان) مشخص و با نرم‌افزار Crancod ver 1.3 ساختار آنها بررسی شد (Pommerening, 2006). در جدول ۱ شاخص‌های مورد استفاده، فرمول‌ها و ارزش‌های مربوط به آنها ارائه شده است. برای بررسی اثر نشانه‌گذاری بر ساختار، یک درخت مرجع و سه همسایه آن انتخاب شدند (Safari & Sohrabi, 2014). نوارها پس از نشانه‌گذاری و قطع مشخص شدند،

سپس آماربرداری انجام شد. کنده‌های بهره‌برداری در تجزیه و تحلیل مرحله پس از نشانه‌گذاری حذف شدند. در داخل نوارها آماربرداری مشخصه‌های مورد بررسی شامل قطر برابر سینه، ارتفاع درخت و مختصات X و Y درختان به روش صددرصد انجام شد. داده‌ها به روش آزمون t جفتی برای حالت‌های پیش و پس از نشانه‌گذاری تجزیه و تحلیل شدند.

اگر مقدار شاخص آمیختگی (DM_i) به سمت یک میل کند، نشان‌دهنده حضور گونه مورد بررسی در کنار سایر گونه‌هاست و برعکس. در فرمول این شاخص، i درخت مرجع و j درختان همسایه است (Aguirre *et al.*, 2003; Graz, 2004; Ruprecht *et al.*, 2010). ارزش صفر شاخص زاویه یکنواخت (W_i) نشان‌دهنده وضعیت منظم درختان و ارزش یک توزیع کپه‌ای را نمایش می‌دهد. اساس کار این شاخص بر مبنای مقایسه زاویه بین درختان همسایه (α_i) نسبت به زاویه استاندارد (α_0) است (Pommerening, 2002; Corral *et al.*, 2010).

اگر قطر درخت مرجع نسبت به گونه‌های همسایه چیره (TDi) باشد، ارزش این شاخص به سمت یک میل می‌کند و برعکس (Graz, 2004). ارزش‌های شاخص اختلاف قطر (Tij) بین صفر تا یک متغیر است. اگر درختان همسایه دارای اختلاف کمی باشند، این شاخص به سمت صفر میل می‌کند، اما اگر ناهمگنی زیادی میان درختان همسایه دیده شود، این شاخص به سمت یک میل می‌کند. در فرمول شاخص‌های چیرگی و اختلاف قطر، DBH قطر برابر سینه به سانتی‌متر است (Kint *et al.*, 2000).

در شاخص کلارک و ایوانز، میانگین فاصله بین یک درخت و نزدیک‌ترین همسایه آن با میانگین مورد انتظار در صورتی که موقعیت درختان به‌طور تصادفی پراکنده شده باشند، مقایسه می‌شود. در فرمول این شاخص، F_i فاصله بین درخت i و نزدیک‌ترین همسایه به متر، N تعداد کل درختان، A سطح نوار به متر مربع و P محیط نوار به متر است.

جدول ۱- رابطه شاخص‌های مورد استفاده، محدوده ارزش هر کدام و تفسیر مربوط به هر یک از آنها

شاخص	رابطه	اختلاف کم	اختلاف متوسط	اختلاف آشکار	اختلاف زیاد	اختلاف خیلی زیاد	
آمیختگی	$DM_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij}$, $v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow \text{گونه } i \neq \text{گونه } j \\ 0 \rightarrow \text{گونه } i = \text{گونه } j \end{cases}$	۰	۰/۳۳	۰/۶۶	۱	-	
زاویه یکنواخت	$w_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij}$, $v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow \alpha_j < \alpha_0 \\ 0 \rightarrow \alpha_j \geq \alpha_0 \end{cases}$	۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۱	-	
چیرگی ابعاد (قطر برابر سینه)	$TD_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij}$, $v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow DBH_i \geq DBH_j \\ 0 \rightarrow DBH_i < DBH_j \end{cases}$	۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۱	-	
اختلاف ابعاد (قطر برابر سینه)	$T_{ij} = 1 - \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \frac{Min(DBH_i, DBH_j)}{Max(DBH_i, DBH_j)}$	۰-۰/۲	۰/۲-۰/۴	۰/۴-۰/۶	۰/۶-۰/۸	۰/۸-۱	
پایلو	$S = 1 - \frac{\text{تعداد جفتهای آمیخته مشاهده شده}}{\text{تعداد جفتهای آمیخته مورد انتظار}}$	اگر مقدار S کوچکتر، بزرگتر و مساوی صفر باشد، به ترتیب نشان‌دهنده پیوستگی گونه‌ها، تفکیک گونه‌ها و توزیع مستقل گونه‌هاست (Nouri, 2013).					
کلارک و ایوانز	$CE = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_B} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i}{.5 \sqrt{\frac{A}{N} + 0.05114 \times \frac{P}{N} + 0.041 \times \frac{P}{N^{3/2}}}}$, CE $\in [0, 2.1491]$	اگر مقدار CE بزرگتر، مساوی یا کوچکتر از یک باشد الگوی درختان به ترتیب منظم، تصادفی و کپه‌ای است (Nouri, 2013).					

نتایج

داشت.

در جدول ۴ نتایج شاخص‌های پایلو و کلارک و ایوانز، پیش و پس از نشانه‌گذاری در قطعه‌نمونه اول ارائه شده است.

نتایج آزمون t جفتی (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد که در هر دو نوار بین شاخص‌های زاویه یکنواخت و چیرگی ابعاد، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، بین شاخص‌های آمیختگی گونه‌ای و اختلاف ابعاد اختلاف معنی‌دار وجود

جدول ۲- نتایج آزمون t جفتی برای قطعه‌نمونه اول

معنی‌داری	درجه آزادی	مقدار t	اختلافات جفت‌ها					
			حد پایین	حد بالا	اشتباه معیار	انحراف معیار		
۰/۰۰۰	۲۰۶	-۴/۷	۰/۰۹۵۸	-۰/۲۳۴۱	۰/۰۳۵۱	۰/۴۹۳۳	-۰/۱۶۴۹	آمیختگی گونه‌ای
۰/۷۹	۲۰۶	۲۲۶	۰/۰۷۰۸	-۰/۰۵۳۹	۰/۰۳۱۶	۰/۴۴۴۹	۰/۰۰۸۴	زاویه یکنواخت
۰/۰۰۸	۲۰۶	-۲/۷	-۰/۰۱۲۲	-۰/۰۸۰۰	۰/۰۱۷۲	۰/۲۴۱۹	-۰/۰۶۴۱	اختلاف ابعاد
۰/۳۷۵	۲۰۶	-۰/۸۸۹	۰/۴۳۰۴	-۰/۱۱۳۷	۰/۰۳۹۷	۰/۵۵۹۴	-۰/۰۳۵۳	چیرگی ابعاد

جدول ۳- نتایج آزمون t جفتی برای قطعه نمونه دوم

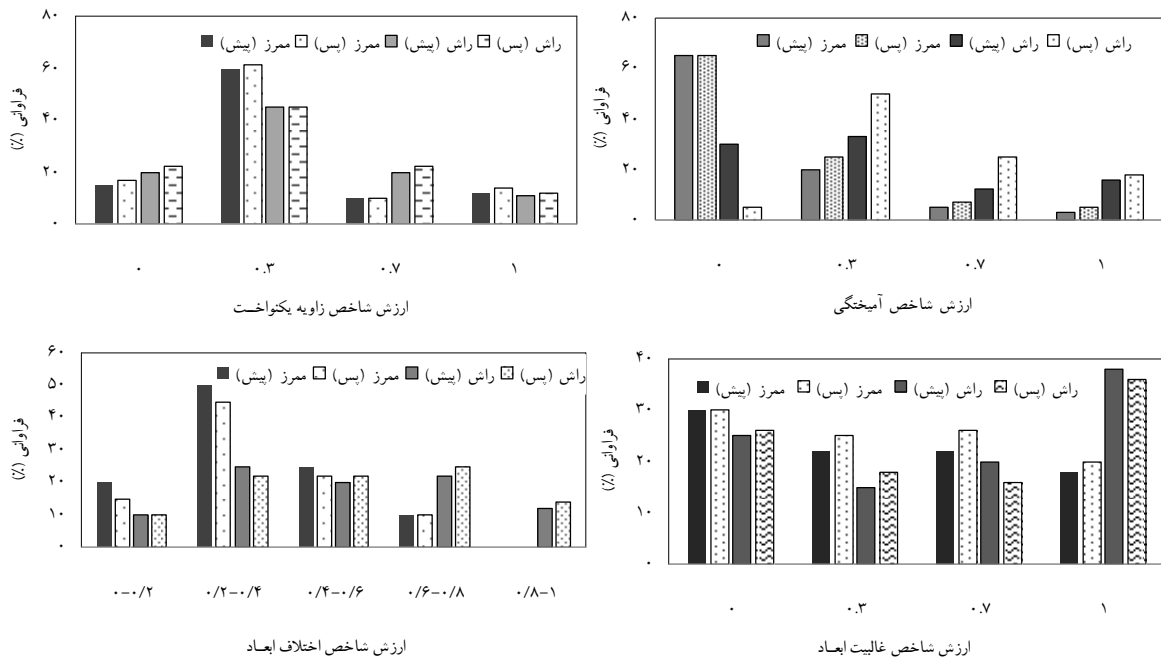
معنی داری	درجه آزادی	مقدار t	اختلافات جفتها					
			حدود اعتماد ۹۵٪					
			حد بالا	حد پایین	اشتباه معیار	انحراف معیار	میانگین	
۰/۰۰۰	۲۵۷	۴/۱۳	۰/۲۲۳۶	۰/۷۹۱	۰/۰۳۶۶	۰/۵۲۷۲	۰/۱۵۱۴	آمیختگی گونه‌ای
۰/۳۷۵	۲۵۷	۰/۸۸۹	۰/۱۰۳۷	-۰/۰۳۹۲	۰/۰۳۶۲	۰/۵۲۱۴	۰/۰۳۲۲	زاویه یکنواخت
۰/۰۰۳	۲۵۷	۳/۰۰۷	۰/۰۹۳۳	۰/۰۱۹۴	۰/۰۱۸۷	۰/۲۶۹۶	۰/۰۵۶۳	اختلاف ابعاد
۰/۵۵۲	۲۵۷	-۰/۵۹۶	۰/۰۴۴۶	-۰/۰۸۳۲	۰/۰۳۲۴	۰/۴۶۶۴	-۰/۱۹۳	چیرگی ابعاد

جدول ۴- شاخص‌های الگوی پراکنش مکانی پیش و پس از نشانه‌گذاری درختان در قطعه نمونه اول

گونه	شاخص تفکیک پیلو (پیش از نشانه‌گذاری)	شاخص تفکیک پیلو (پس از نشانه‌گذاری)	شاخص تجمعی کلارک و ایوانز (پیش از نشانه‌گذاری)	شاخص تجمعی کلارک و ایوانز (پس از نشانه‌گذاری)
راش	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۴۶	۰/۵۸
ممرز	۰/۴۶	۰/۵۶	۰/۶۵	۰/۴۳
کل گونه‌ها	۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۸۷	۰/۸۷

مربوط به طبقات صفر و یک و بیشترین مقدار شاخص اختلاف ابعاد به ترتیب مربوط به طبقات ۰/۴-۰/۲ و ۰/۸-۰/۶ بود (شکل ۱).

بیشترین مقدار شاخص آمیختگی در ممرز و راش در هر دو مرحله پیش و پس از نشانه‌گذاری به ترتیب مربوط به طبقات صفر و ۰/۳، بیشترین مقدار شاخص زاویه یکنواخت مربوط به طبقه ۰/۳، بیشترین مقدار شاخص چیرگی ابعاد



شکل ۱- نمودارهای شاخص‌های مربوط به گونه‌های راش و ممرز پیش و پس از نشانه‌گذاری درختان در قطعه نمونه اول

در جدول ۵ اطلاعات کمی نوار اول مربوط به راش، گونه‌ها، گونه‌های راش و ممرز به ترتیب مقادیر ۰/۳۸، ممرز، سایر و کل گونه‌ها پیش و پس از نشانه‌گذاری آمده است. در قطعه نمونه دوم، نتایج شاخص تفکیک پیلو برای کل گونه‌ها، گونه‌های راش و ممرز به ترتیب مقادیر ۰/۸۳، ۰/۴ و ۰/۶۴ را نشان داد (جدول ۶).

جدول ۵- شاخص‌های پراکنش غیرمکانی پیش و پس از نشانه‌گذاری درختان در قطعه نمونه اول

گونه	تعداد در هکتار (%) (پیش از نشانه‌گذاری)	تعداد در هکتار (%) (پس از نشانه‌گذاری)	رویه زمینی (%) (پیش از نشانه‌گذاری)	رویه زمینی (%) (پس از نشانه‌گذاری)	میانگین دوم قطر (پیش از نشانه‌گذاری)	میانگین دوم قطر (پس از نشانه‌گذاری)
راش	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۵۶	۰/۵۰	۷۰/۸	۶۵/۶
ممرز	۰/۶۹	۰/۷۲	۰/۳۲	۰/۳۵	۲۸/۲	۲۶/۱۵
سایر گونه‌ها	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۶	۳۴	۳۹
کل گونه‌ها	۱	۱	۱	۱	۴۱/۵	۳۷/۴۵

جدول ۶- شاخص‌های الگوی پراکنش مکانی پیش و پس از نشانه‌گذاری درختان در قطعه نمونه دوم

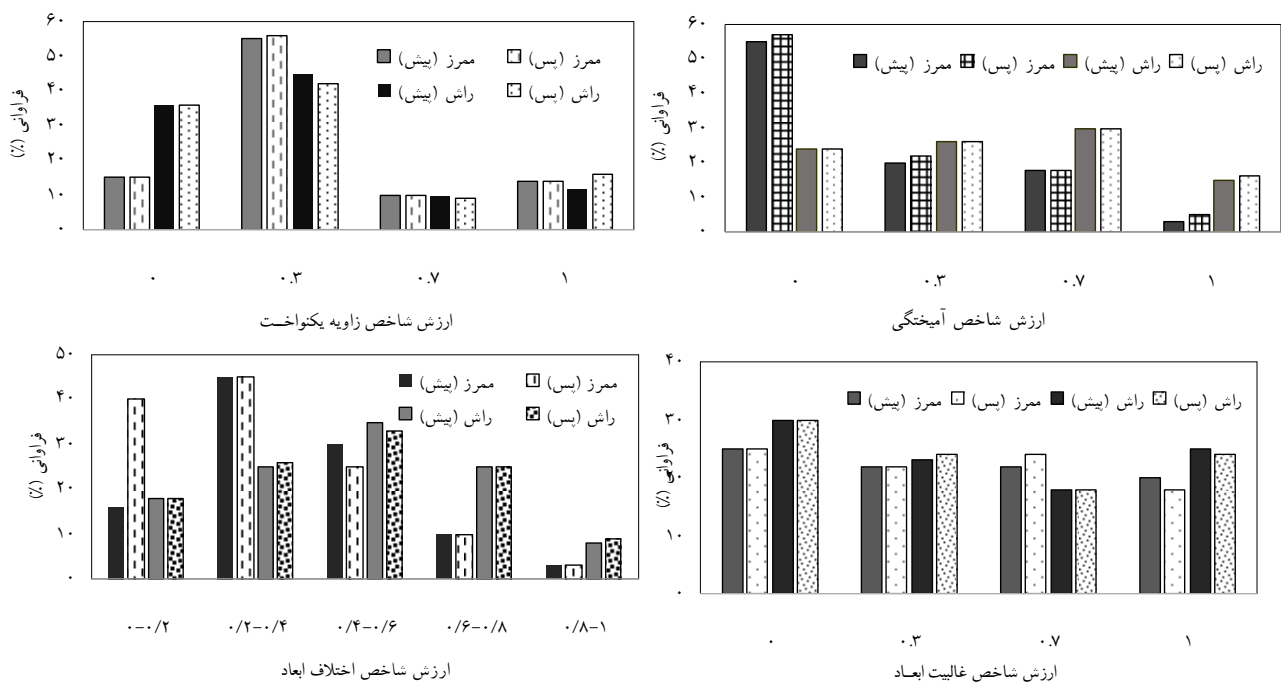
گونه	شاخص تفکیک پیلو (پیش از نشانه‌گذاری)	شاخص تفکیک پیلو (پس از نشانه‌گذاری)	شاخص تجمعی کلارک و ایوانز (پیش از نشانه‌گذاری)	شاخص تجمعی کلارک و ایوانز (پس از نشانه‌گذاری)
راش	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۴	۰/۵۹
ممرز	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۳۹
کل گونه‌ها	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۷۸	۰/۷۸

بیشترین مقدار شاخص آمیختگی در ممرز و راش در مراحل پیش و پس از نشانه‌گذاری به ترتیب مربوط به طبقات صفر و ۰/۷، بیشترین میزان شاخص زاویه یکنواخت مربوط به طبقه ۰/۳، بیشترین میزان شاخص چیرگی ابعاد مربوط به طبقه صفر و بیشترین میزان شاخص اختلاف ابعاد به ترتیب مربوط به طبقات ۰/۲-۰/۴ و ۰/۶-۰/۴ بود (شکل ۲).

اطلاعات کمی نوار دوم مربوط به راش، ممرز، سایر و کل گونه‌ها پیش و پس از نشانه‌گذاری در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- شاخص‌های پراکنش غیرمکانی قبل و بعد از نشانه‌گذاری درختان در قطعه نمونه دوم

گونه	تعداد در هکتار (%) (پیش از نشانه‌گذاری)	تعداد در هکتار (%) (پس از نشانه‌گذاری)	رویه زمینی (%) (پیش از نشانه‌گذاری)	رویه زمینی (%) (پس از نشانه‌گذاری)	میانگین دوم قطر (پیش از نشانه‌گذاری)	میانگین دوم قطر (پس از نشانه‌گذاری)
راش	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۳	۵۱	۵۰/۱
ممرز	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۲۹	۰/۲۳	۳۰/۸	۲۶/۵
سایر گونه‌ها	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۴	۵۲	۵۲/۲۵
کل گونه‌ها	۱	۱	۱	۱	۴۱/۴۵	۳۹/۶



شکل ۲- نمودارهای شاخص‌های مربوط به گونه‌های راش و ممرز پیش و پس از نشانه‌گذاری درختان در قطعه نمونه دوم

حساس‌تر بودن شاخص‌های آمیختگی گونه‌ای و اختلاف ابعاد نسبت به شاخص‌های زاویه یکنواخت و چیرگی ابعاد مربوط است. به عبارت دیگر، اجزای رابطه‌های محاسبه آمیختگی گونه‌ای و اختلاف ابعاد متفاوت بوده و همین تفاوت بر نتایج به دست آمده تأثیرگذار است.

نتایج پژوهش پیش‌رو در مورد شاخص زاویه یکنواخت پیش از نشانه‌گذاری نشان‌دهنده چیدمان تصادفی با تمایل بسیار کم به حالت منظم برای راش (۰/۴) و ممرز (۰/۴) بود (شکل‌های ۱ و ۲). نشانه‌گذاری درختان حالت تصادفی متمایل به منظم راش (۰/۳۵) را به شکل ملایمی به سمت حالت تصادفی (۰/۴۵) هدایت کرده است. نشانه‌گذاری تأثیر عمده‌ای بر چیدمان ممرز نداشته و چیدمان آن پیش (۰/۴) و پس (۰/۴) از نشانه‌گذاری مشابه بود. این عدم تفاوت را می‌توان در مقدار نشانه‌گذاری و حجم برداشت ممرز دانست. نتایج پیش از نشانه‌گذاری نشان‌دهنده تمایل بیشتر راش برای آمیختگی با سایر گونه‌ها بود (۰/۴۳ و ۰/۴۶ برای نوار اول و دوم؛ شکل‌های ۱ و ۲). با نشانه‌گذاری، این تمایل به شکل ملایمی تقویت شد (۰/۵۳ برای هر دو نوار؛

بحث

یکی از مهم‌ترین روش‌های دسترسی به اهداف توسعه پایدار جنگل‌ها در قالب دخالت‌های مدیریتی، نشانه‌گذاری درختان جنگلی است. نشانه‌گذاری انتخاب درختان قابل برداشت با در نظر گرفتن اصول و فنون پرورش جنگل است، بنابراین نیاز به دانش و تجربه کافی داشته و نشانه‌گذار باید علاوه بر داشتن مهارت و تجربه لازم، شناخت دقیق و کاملی از وضعیت توده داشته باشد. از اهداف راهبردی که در عملیات نشانه‌گذاری مطرح می‌شود، تأثیر قطع درختان بر ساختار آینده توده‌های جنگلی است (Javanmiripour et al., 2015). بنابراین در پژوهش پیش‌رو سعی شد با مقایسه حالت‌های پیش و پس از نشانه‌گذاری با کمک شاخص‌های مربوط به الگوی پراکنش مکانی این اثر بررسی شود.

به‌طور کلی آزمون‌های معنی‌داری نتایج جالبی را درباره تغییر ساختار پیش و پس از نشانه‌گذاری نشان داد. در هر دو نوار شاخص‌های آمیختگی گونه‌ای و اختلاف ابعاد معنی‌دار شد، اما شاخص‌های زاویه یکنواخت و چیرگی ابعاد معنی‌دار نشد (جدول‌های ۷ و ۸). دلیل این مسئله به

تلاش نشانه‌گذار برای تغییر الگوی راش از حالت متمایل به کپه‌ای به الگوی متمایل به تصادفی بوده است (جدول‌های ۳ و ۵). در حالی‌که در ممرز منجر به تغییر الگو از حالت کپه‌ای متمایل به تصادفی به حالت کپه‌ای شده بود (جدول‌های ۴ و ۷). نتیجه این مطالعه با پژوهش‌هایی که الگوی پراکنش راش را کپه‌ای گزارش کرده‌اند (Habashi, et al., Nouri et al., 2015; 2006) مطابقت دارد. یکی از عامل‌های پراکنش کپه‌ای یا متمایل به کپه‌ای این گونه وجود بذرهاى سنگین، سایه‌پسندی و داشتن زادآوری لکه‌ای است (Habashi et al., 2006).

همان‌طور که نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد، دخالت‌ها برای انجام نشانه‌گذاری شدید نبوده و بسیار ملایم و با الگوبرداری از طبیعت انجام شده که از اصول اولیه در تفکر جنگل‌شناسی همگام با طبیعت است. در این مدل، خود جنگل اساس دخالت‌ها را شامل می‌شود و در بیشتر موارد تحولات ساختار بسیار کند است. در اثر نشانه‌گذاری انجام شده ساختار ناهمسال توده حفظ شده و صدمه‌ای به توده وارد نشده بود. بنابراین، امید است با پیروی از اصول جنگل‌شناسی همگام با طبیعت در مدیریت و حفاظت از جنگل‌های بارزش هیرکانی بیشتر از پیش کوشا باشیم.

References

- Aguirre, O., Hui, G., Gadow, K.V. and Jimenez, J., 2003. An analysis of forest structure using neighborhood-based variables. *Forest Ecology and Management*, 183(3): 137-145.
- Alijani, V. and Fegghi, J., 2012. Investigation on the elm (*Ulmus glabra* Hudson) spatial structure to applying for sustainable management (Case study: Gorazbon district, Kheiroudkenar forest). *Journal of Environmental Studies*, 37(60): 35-44 (In Persian).
- Alijani, V., Fegghi, J. and Marvie Mohadjer, M.R., 2012a. Investigation on the Beech and oak spatial structure in a mixed forest (Case study: Gorazbon district, Kheiroudkenar forest). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 19(3): 175-188 (In Persian).
- Alijani, V., Fegghi, J., Zobeiri, M. and Marvie Mohadjer, M.R., 2012b. Quantifying the spatial

شکل‌های ۱ و ۲). در ممرز نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که این گونه بیشتر تمایل به حضور در کنار افراد هم‌گونه خود دارد (۰/۱۶ برای نوار اول و ۰/۲۲ برای نوار دوم؛ شکل‌های ۲ و ۳). نشانه‌گذاری نیز تغییر محسوسی در این ویژگی ممرز ایجاد نکرد. از دلایل تمایل بیشتر راش به حضور در کنار سایر گونه‌ها، چیرگی ممرز در کل منطقه مورد مطالعه و وجود تیپ ممرز، راش در کل پارسل است. نتیجه این پژوهش مغایر با نتیجه بررسی Nouri و همکاران (۲۰۱۵) است که مهم‌ترین دلیل آن اختلاف در موقعیت مکانی و رویشگاه است.

برای بررسی ابعاد درختان همسایه نسبت به یکدیگر از شاخص‌های ابعاد و اختلاف قطر استفاده شد. نتایج بررسی شاخص ابعاد قطر نشان داد که در اثر نشانه‌گذاری در هر دو قطعه نمونه به مقدار بسیار کمی چیرگی راش نسبت به ممرز تقویت شده بود (راش از ۰/۴۶ در نوارهای اول و دوم به ۰/۵۷ در نوار اول و ۰/۴۹ در نوار دوم رسیده بود و ممرز در هر دو نوار از ۰/۴۷ به ۰/۴۶ رسیده بود؛ شکل‌های ۱ و ۲). در اثر نشانه‌گذاری، شاخص اختلاف قطر در راش اندکی به سوی تنوع بیشتر در ابعاد قطری (ناهمگنی) سوق داده شده بود (در نوار اول از ۰/۴۷ به ۰/۵۰ و در نوار دوم از ۰/۴۵ به ۰/۴۴ رسیده بود؛ شکل‌های ۲ و ۳). وضعیت ممرز پیش و پس از نشانه‌گذاری ثابت بود و حالت متمایل به همگنی (تنوع کمتر ابعاد قطری) ممرز حفظ شده بود (در نوار اول مقدار ۰/۳۴ تغییری نداشت و در نوار دوم از ۰/۳۶ به ۰/۳۵ رسیده بود؛ شکل‌های ۱ و ۲).

در مورد شاخص تفکیک پایلو نتایج نشان داد که در اثر دخالت‌های مدیریتی، هدایت راش از حالت متمایل به جدایی مکانی به سمت توزیع مستقل بود که به شکل بسیار ملایمی اعمال شده و این شاخص به حد بسیار جزئی تغییر کرده بود (جدول‌های ۳ و ۵). در مورد ممرز شرایط متفاوت بود و دخالت‌ها در جهت هدایت ممرز از حالت توزیع متمایل مستقل به سمت حالت متمایل به جدایی مکانی بود که این دخالت نیز چندان شدید اعمال نشده بود (جدول‌های ۳ و ۵). در مورد شاخص کلارک و ایوانز، نتایج نشان داد که

- Habashi, H., Hoseini, J., Mohammadi, V. and Rahmani, R., 2006. Spatial pattern and structure of mixed beech forest in Shastkalateh. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(1): 55-64 (In Persian).
- Javanmiripour, M., Etemad, V. and Jourgholami, M., 2015. Tree marking principles in close to nature silviculture. Abstracts of the 6th International GIAN Conference. Qazvin, 12-16 Oct. 2015: 37-43.
- Kakavand, M., Marvie Mohadjer, M.R., Sagheb Talebi, Kh. and Sefidi, K., 2014. Structural diversity of mixed beech stands in the middle stage of succession (Case study: Gorazbon district, Kheyroud forest of Nowshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(3): 411-422 (In Persian).
- Kakavand, M., Marvie Mohadjer, M.R., Sagheb Talebi, Kh. and Sefidi, K., 2015. Composition and structure of forest stands in the middle phase succession in beech forests (Case study: Gorazbon district, Kheyroud Forest, Nowshahr). Journal of Forest and Wood Product, 68(1): 31-45 (In Persian).
- Kint, V., 2005. Structural development in ageing temperate Scots Pine stands. Forest Ecology and Management, 214(1-3): 237-250.
- Motz, K., Sterba, H. and Pommerening, A., 2010. Sampling measures of tree diversity. Forest Ecology and Management, 260(4): 1985-1996.
- Nouri, Z., 2013. Multi-purpose inventory methods based on ecological approach for beech forests of Iran (case study: Gorazbon district, Kheyroud forest). Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 143p (In Persian).
- Nouri, Z., Zobeiri, M., Feghhi, J. and Marvie Mohadjer, M.R., 2015. Application criteria nearest neighbor in the study of virgin beech stand structure in Kheyroudkenar forest. Iranian Journal of Applied Ecology, 4(12): 11-21 (In Persian).
- Oliver, C.D. and Larson, B.C., 1996. Forest Stand Dynamics. John Wiley, New York, 520p.
- Pommerening, A., 2002. Approaches to quantifying forest structures. Forestry, 75(3): 305-324.
- Pommerening, A., 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. Forest Ecology and Management, 224(3): 266-277.
- structure in Hyrcanian submountain forest (Case study: Gorazbon district of Kheyroudkenar forest, Nowshahr, Iran). Iranian Journal of Natural Resources, 65(1): 111-125 (In Persian).
- Alijani, V., Sagheb Talebi, Kh. and Akhavan, R., 2014. Quantifying structure of intact beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands at different development stages (Case study: Kelardasht area, Mazandaran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 397-410 (In Persian).
- Anonymous., 2010. Educational and Experimental Forest of Natural Resource Faculty (Kheyroudkenar Forest). University of Tehran Press, Tehran, 597p (In Persian).
- Batobeh, S., Akhavan, R., Pourhashemi, M. and Kiadaliri, H., 2013. Determination of the minimum level of distribution of spatial pattern of oak (*Quercus brantii* Lindl.) in less interference stand by K-Ripely function in Marivan forests. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 66(1): 27-38 (In Persian).
- Corral, J., Wehenkel, C., Castelanos, A., Vargas, B. and Dieguez, U., 2010. A permutation test of spatial randomness: application to nearest neighbor indices in forest. Journal of Forest Research, 15(3): 218-225.
- Erfanfard, Y., Zare, L. and Feghhi, J., 2013. Application criteria nearest neighbor in the Persian oak (*Quercus brantii* var. *persica*) coppice Zagros forests. Iranian Journal of Applied Ecology, 2(5): 15-25 (In Persian).
- Fortin, M.J. and Dale, T., 2005. Spatial Analysis: A Guide for Ecologist. Cambridge University Press, Cambridge, 380p.
- Gadow, K.V., 2003. Waldstruktur und Wachstum. Universitätsdrucke Göttingen Press, Göttingen, 241p.
- Gadow, K.V., Zhang, C.Y., Wehenkel, C., Pommerening, A., Corral-Rivas, J., Korol, M., Myklush, S., Hui, G.Y., Kiviste, A. and Zhao, X.H., 2012. Forest structure and diversity: 29-83. In: Pukkala, T. and von Gadow, K. (Eds.). Continuous Cover Forestry. 2nd Edition, Springer, Dordrecht, 296p.
- Graz, P.F., 2004. The behavior of the species mingling index M_{sp} in relation to species dominance and dispersion. European Journal of Forest Research, 123(1): 87-92.

- orientalis* Lipsky) forest in Iran, Preliminary results: 130-134. In: Hamor, F.D. and Commarmot, B. (Eds.). Natural Forests in the Temperate Zone of Europe, Values and Utilisation. Proceedings of IUFRO International Conference. Mukachevo, Ukraine, 13-17 Oct. 2003: 130-134.
- Sagheb-Talebi, Kh., Mataji, A. and Zahedi Amiri, Gh., 2004. Stand structure in pure and mixed oriental beech stands of Caspian forests. Proceedings of the 7th International Beech Symposium, IUFRO Research Group 1.10.00, Tehran, 10-20 May 2004, Tehran
 - Wang, J., Sharma, B.D., Li, Y. and Miller, G.W., 2009. Modeling and validating spatial patterns of a 3D stand generator for central Appalachian hardwood forests. Computers and Electronics in Agriculture, 68(2): 141-149.
 - Pourhashemi, M., Mansouri, F., Parhizkar, P., Panahi, P. and Hassani, M., 2014. Spatial pattern of sprout-clumps of Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) in utilized forest stands of Marivan. Journal of Plant Researches, 27(4): 534-543 (In Persian).
 - Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Raphael, K. and Vacik, H., 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. European Journal of Forest Research, 129(2): 189-198.
 - Safari, A. and Sohrabi, H., 2014. Implementation of uniform angle index in determination of spatial pattern in a forest reserve of Hyrcanian zone. Journal of Forest Sustainable Development, 1(1): 45-56 (In Persian).
 - Sagheb Talebi, Kh., Delfan Abazari, B. and Namiranian, M., 2003. Description of the decay stage in a natural oriental beech (*Fagus*

Effect of management intervention on structure of natural stands (Case study: Gorazbon district of Kheirud forest)

M. Javanmiri Pour^{1*}, M.R. Marvie Mohadjer², M. Zobeiri², V. Etemad³ and M. Jourgholami³

1*- Corresponding author, Ph.D. Student Silviculture, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
E-mail: mjavanmiri@ut.ac.ir

2- Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Associate Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 05.12.2015

Accepted: 25.04.2016

Abstract

Appropriate management of forest requires indices that can provide adequate information about forest structure condition and its changes with the least cost and time. In this research, the effect of tree marking on natural stand structure was evaluated in Gorazbon district of Kheirud forest using indices of spatial and non-spatial distribution. For this purpose, 682 structural groups (trees) were studied from the lower up to the upper boundary of compartment in two rectangular plots. The results showed that the changes of some indices, including mingling, Uniform Angle Index, DBH dominance, DBH differentiation, Pielou segregation, Clark and Evans aggregation, stem per hectare, basal area and diameter at breast height were not significant. Also, the paired t-test results showed non-significant differences for Uniform Angle Index and DBH dominance, whereas the Mingling and DBH differentiation indices showed significant differences, in the two studied sample plot before and after the tree marking. According to the results of this research, one can conclude that the applied indices are able to show the changes in the stand structure over different time studies and they are suitable for comparison of stands. These indices could be useful tools for forest management in close to nature silviculture.

Keywords: Diameter dimensions, Pielou index, spatial pattern, species mingling index, tree marking.