

ارزیابی روند تغییرات شاخص‌های رقابت به‌منظور برآورد اثر نشانه‌گذاری در جنگل راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky) منطقه لایویج - نور

اسداله متاجی^۱، رضا شیدایی^{۲*} و هادی کیادلیری^۳

۱- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲* - نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

پست الکترونیک: sheydac5@gmail.com

۳- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۷

چکیده

تغییرات بین پایه‌ای رویش متأثر از ترکیب، ساختار و رقابت بین پایه‌ها است. بر این اساس، آگاهی از الگوی ساختار و درک مناسب از چگونگی پاسخ پایه‌ها به تعاملات رقابتی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. پژوهش پیش‌رو با هدف ارزیابی روند تغییرات شاخص‌های رقابت در اثر اقدامات مدیریتی در جنگل راش (*Fagus orientalis* Lipsky) خالص (پارسل مدیریت شده به مساحت ۳۶ هکتار) در منطقه لایویج شهرستان نور، استان مازندران، انجام شد. کلیه پایه‌های نشانه‌گذاری شده (۵۸ پایه) پیش از قطع مکان‌یابی شده و به‌عنوان پایه هدف در نظر گرفته شدند. به مرکزیت پایه هدف و به شعاع ۳/۵ برابر شعاع تاج پایه هدف، قطعه‌نمونه دایره‌ای پیاده شد و فاصله، آزیموت، قطر برابر سینه، ارتفاع، ارتفاع شروع تاج و شعاع تاج در جهت‌های مختلف کلیه پایه‌ها با قطر بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی رقابت، از شاخص‌های وابسته به فاصله نظیر جرارد، بلا، هگی و برات استفاده شد. نتایج نشان داد که توده‌های مورد بررسی میانسال و بیشتر دخالت‌ها در طبقه میان‌قطر انجام شده بود. همچنین، پس از نشانه‌گذاری، در مقدار شاخص‌های رقابت تغییر معنی‌داری ایجاد نشده بود. بر این اساس، نشانه‌گذاری در سطح توده هدفمند نبوده و به روند تغییرات رقابت پایه‌ای توجه نشده است. بنابراین، با توجه به اهمیت عامل رقابت و ارتباط آن با پارامترهای اندازه‌ای توده، باید در اقدامات مدیریتی به روند تغییرات آن توجه شود.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های هیرکانی، ساختار توده، شاخص‌های فاصله‌ای.

مقدمه

درختی تحت عنوان اثرات منفی درختان همسایه بر درخت هدف در دست‌یابی به منابع محدود نظیر نور، آب و عناصر غذایی تعریف می‌شود (Keddy, 1989) که در درک پویایی جنگل از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در واقع، رقابت به‌عنوان انرژی بیولوژیک بوده که مدل‌های پویایی جنگل را

رقابت یکی از عوامل مؤثر بر رشد درخت، ساختار توده و پویایی آن است که از مرحله نونهالی شروع و تا مرگ درخت ادامه یافته و در اثر عامل‌های محیطی از قبیل نور، سرما و خشکی دچار تغییر می‌شود. رقابت بین پایه‌های

خاصی از شاخص‌ها را پیشنهاد نمی‌کند، چرا که شاخص‌ها بر اساس گونه، شرایط توده جنگل و رویشگاه، متفاوت عمل می‌کنند (Daniels *et al.*, 1986; Biging & Dobbertin, 1995). میزان رقابت وابسته به الگوی تغییرات تحولی توده و نوع گونه بوده و علاوه بر بررسی پارامترهای یاد شده باید سن پایه‌ها نیز در نظر گرفته شود (Aakala *et al.*, 2013).

نتایج بررسی Biging و Dobbertin (۱۹۹۵) در جنگل‌های آمیخته حاکی از آن است که شاخص‌های وابسته به فاصله بهتر از شاخص‌های مستقل از فاصله عمل می‌کنند. Rivas و همکاران (۲۰۰۵) و Ledermann (۲۰۱۰) در ارزیابی شاخص‌های مختلف رقابت دریافتند که هر دو نوع شاخص‌های رقابت می‌توانند به نحو مشابهی تغییرات رویه زمینی را تشریح کنند. بیشتر پژوهش‌ها در زمینه رقابت و رویش در جنگل‌کاری‌ها، جنگل‌های طبیعی مدیریت شده، همسال و به نسبت جوان انجام شده است (Kubota & Hara, 1995; Woodall *et al.*, 2003; Hartmann *et al.*, 2009; Contreras & Chung, 2011). در جنگل‌های طبیعی، تغییرات رویش از یک پایه به پایه دیگر قابل توجه بوده که ناشی از ترکیب و ساختار ناممکن این جنگل‌ها است (Parish & Antos, 2004; Coomes & Allen, 2007).

با تمرکز روزافزون بر شیوه‌های مدیریتی پایدار جنگل، درک دقیق از چگونگی پاسخ درختان به تعاملات رقابتی به‌ویژه در تاج‌پوشش فوقانی از اهمیت زیادی برخوردار است و این مهم در پی انجام نشانه‌گذاری (یکی از ابزارهای اعمال مدیریت) دچار تغییر می‌شود. در واقع، نشانه‌گذاری دقیق، مناسب و مطابق با برنامه از جمله عامل‌های مؤثر در دستیابی به اهداف طرح‌های جنگل‌داری و برنامه‌های جنگل‌شناسی است، چرا که باقی گذاشتن و برداشتن هر درخت تأثیر زیادی در شرایط رویشگاهی و خصوصیات توده جنگلی دارد و شرایط توده آینده را تعیین خواهد کرد (Marvi Mohajer, 2005).

بر این اساس، پژوهش پیش‌رو در نظر دارد تا روند تغییرات رقابت بین‌پایه‌ای را در پی اقدام‌های مدیریتی

به حرکت در می‌آورد (Pacala *et al.*, 1996; Bugmann, 2001). رقابت بین پایه‌ای به دو صورت درون‌گونه‌ای و بین گونه‌ای است که بسته به گونه، ارتفاع، قطر، اندازه تاج و نیز فاصله پایه‌ها از یکدیگر متفاوت است. فرضیه‌ای که در رقابت پایه‌ای وجود دارد آن است که قدرت رقابت با فاصله و قطر درخت رقیب به صورت خطی تغییر می‌کند. نتایج بررسی Contreras و Chung (۲۰۱۱) نشان داد که رقابت عامل مهمی در رویش پایه‌ها بوده که با تغییر تراکم پایه‌ها و مقدار ناهمگنی ساختاری توده در مقیاس محلی دچار تغییر می‌شود.

در تحقیقات مختلف برای کمی کردن سطح رقابت پایه‌ای شاخص‌های متنوعی استفاده شده که در عمده آن‌ها به ارزیابی اثرات رقابت بر رویش پرداخته شده است (Bella, 1971; Moore *et al.*, 1973; Holmes & Reed, 1991). اغلب شاخص‌های رقابتی در پژوهش‌های مختلف را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد که شامل شاخص‌های مستقل از فاصله و وابسته به فاصله می‌باشند. در شاخص‌های مستقل از فاصله، فقط از اطلاعات غیرمکانی پایه‌ها و تعداد آن‌ها استفاده می‌شود. در شاخص‌های وابسته به فاصله، موقعیت یا فاصله درخت هدف نسبت به درختان همسایه اندازه‌گیری می‌شود. البته، به‌تازگی یک طبقه دیگر برای اندازه‌گیری رقابت معرفی شده است که «شبه‌مستقل از فاصله» نام دارد. در این روش، محاسبات مستقل از فاصله استفاده می‌شود، اما از نظر مکانی تعدادی از درختان جانبی درخت هدف را بر اساس محل قطعات نمونه مورد توجه قرار می‌دهد (Stage & Ledermann, 2008; Ledermann, 2010).

استفاده از شاخص رقابت به بخش مهمی از مدیریت جنگل در سراسر جهان تبدیل شده است (Pedersen *et al.*, 2013). در مدل‌های مختلف نظیر مرگ و میر (Eid & Tuhus, 2001)، زادآوری (Lexer, 2005) و رویش سطح مقطع (Bollandsas & Naeset, 2009) رقابت به‌عنوان یک پارامتر مورد توجه قرار می‌گیرد. شایان ذکر است که نتایج پژوهش‌های مختلف یک شاخص رقابت یا یک گروه

(Anonymous, 2011).

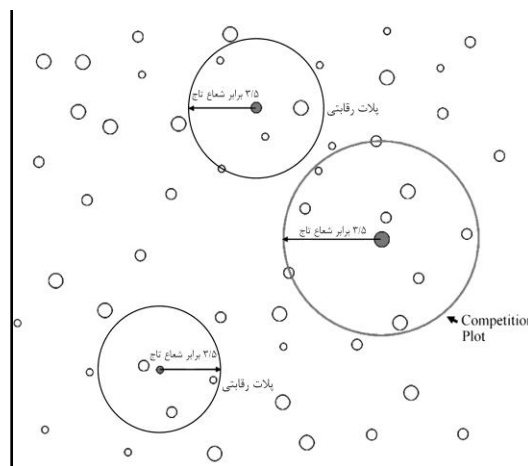
روش بررسی

با عنایت به اهداف یاد شده در پژوهش، کلیه پایه‌های نشانه‌گذاری شده در سال ۱۳۹۲ در پارسل مورد بررسی (۵۸ اصله) مکان‌یابی شدند. هر یک از پایه‌های نشانه‌گذاری شده به‌عنوان پایه هدف در نظر گرفته شد و به مرکزیت آن‌ها به شعاع ۳/۵ برابر متوسط شعاع تاج پایه هدف (پایه نشانه‌گذاری شده پیش از قطع) (Lorimer, 1983)، قطعات نمونه دایره‌ای پیاده شدند (شکل ۱). سپس، فاصله و آزیموت، قطر برابر سینه، ارتفاع، ارتفاع شروع تاج و شعاع تاج در جهت‌های مختلف برای کلیه پایه‌های با قطر بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند.

(نشانه‌گذاری) مورد ارزیابی قرار دهد، چرا که آگاهی از عامل‌های مؤثر در بروز این تغییرات به‌منظور دستیابی به یک راهبرد بر اساس پویایی توده‌های طبیعی ضروری است (Robert & Harington, 2008).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قطعه ۱۰ از سری دو طرح جنگل‌داری لاویج در حوضه آبخیز ۴۹ انجام شد. این قطعه با عنوان جنگل اشکارسرا دارای ۳۶ هکتار مساحت است. حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۱۵۸۰ و ۱۷۸۰ متر، متوسط دمای سالانه ۱۰/۳ درجه سانتیگراد، متوسط بارش سالانه منطقه ۱۳۷۲ میلی‌متر و جهت عمومی دامنه شمالی می‌باشد. تیپ غالب در منطقه مورد بررسی، راش خالص و در برخی بخش‌ها نیز راش به همراه ممرز است



شکل ۱- شمایی از موقعیت مکانی پایه‌های مختلف و نحوه پیاده کردن قطعه نمونه رقابت به مرکزیت پایه نشانه‌گذاری شده

روی صفحه افقی) بالای تاج درختان که برای منابع رقابت می‌کنند، به صورت دایره‌ای است. شعاع این مناطق دایره‌ای به‌طور معمول تابعی از اندازه درخت بوده و با فضای رویشی مورد انتظار درختان در فضای باز تنظیم می‌شود. هرچه میزان هم‌پوشانی (با توجه به فاصله و سطح تاج پایه‌ها) بیشتر باشد، درخت هدف تحت تأثیر رقابت بیشتری خواهد

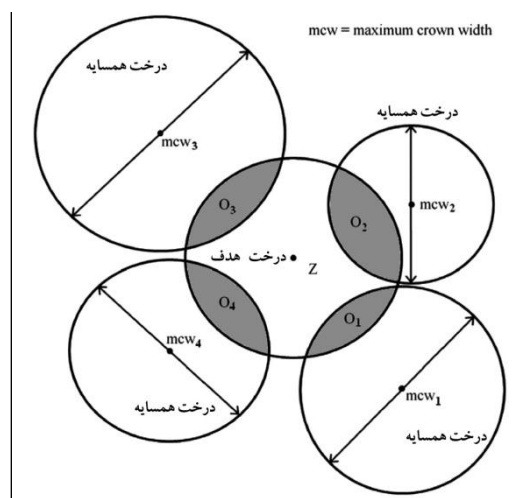
شاخص‌های رقابت

به‌منظور بررسی رقابت بین پایه‌ها در سطح قطعه‌نمونه از شاخص‌های وابسته به فاصله به‌شرح زیر استفاده شد:
 (۱) شاخص Gerrard (۱۹۶۹) و Bella (۱۹۷۱) تحت عنوان شاخص‌های میزان هم‌پوشانی مؤثر هستند. در این شاخص‌ها فرض بر این است که فضای (ترسیم شده بر

بود (Contreras & Chung, 2011). شاخص Gerrard (۱۹۶۹) مربوط به رقابت تاجی درختان همسایه با درخت هدف بوده که این سطح هم‌پوشانی از برآورد هم‌پوشانی تاج (حداکثر شعاع تاج به صورت دایره‌ای) درختان هم‌جوار با سطح مقطع تاج درخت هدف به دست می‌آید (رابطه ۱)، به طوری که هر چه مقدار این شاخص (جرارد) افزایش یابد، درخت هدف تحت تأثیر رقابت بیشتری است (Contreras & Chung, 2011) (شکل ۲).

$$\sum_{i=1}^n O_i / Z \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: O_i سطح هم‌پوشانی مؤثر بین درخت همسایه i ام و درخت مرکزی به متر مربع و Z سطح مؤثر درخت مرکزی به متر مربع است.



شکل ۲- منطقه مؤثر یک درخت مرکزی (Z) و سطوح هم‌پوشانی منطقه مؤثر اطراف درخت مرکزی و چهار درخت همسایه (O_i) (بیشینه پهنای تاج) (mcw)

هم‌پوشانی، با افزایش قطر برابر سینه درختان همسایه، مقدار شاخص رقابت افزایش می‌یابد (Contreras & Chung, 2011).

در شاخص Bella، علاوه بر تاج‌پوشش درختان هم‌جوار و مقدار هم‌پوشانی آن با درخت هدف، قطر برابر سینه درخت هدف و درختان همسایه در برآورد شاخص رقابت استفاده می‌شود (رابطه ۲). در این شاخص، علاوه بر مقدار

$$\sum_{i=1}^n (O_i \times d_i) / (Z \times d) \quad \text{رابطه (۲)}$$

(۲) شاخص‌های Hegyi (۱۹۷۴) و Braathe (۱۹۸۰) شاخص‌های نسبت اندازه (Size-ratio)، حاصل از این فرضیه هستند که اثر رقابتی یک درخت مجاور با افزایش اندازه افزایش می‌یابد (Tomé & Burkhart, 1989). در این دو شاخص از قطر برابر سینه و ارتفاع

که در آن: O_i سطح هم‌پوشانی مؤثر بین درخت همسایه i ام و درخت مرکزی به متر مربع؛ Z سطح مؤثر درخت مرکزی به متر مربع؛ d_i قطر برابر سینه درخت همسایه i ام به سانتی‌متر و d قطر برابر سینه درخت مرکزی به سانتی‌متر است.

درختان بزرگتر و فاصله آنها نزدیکتر یا کمتر باشد، فشار رقابتی بر درخت هدف بیشتر می شود (Contreras & Chung, 2011).

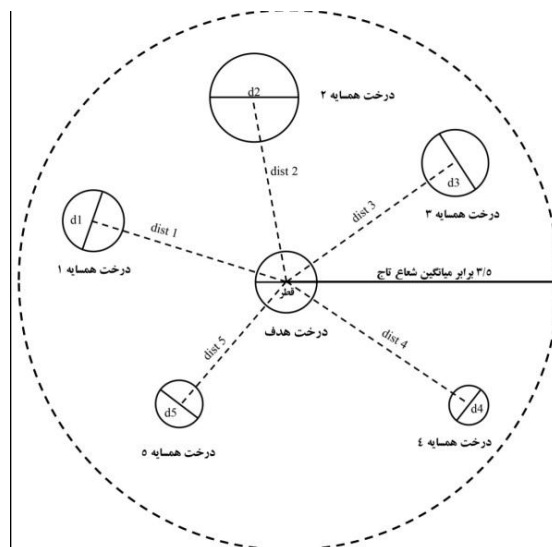
به عنوان پارامترهای اندازه‌ای استفاده شده و ابعاد درختان (قطر و ارتفاع) و فاصله آنها از درخت هدف مورد توجه قرار می‌گیرد (رابطه‌های ۳ و ۴). همان‌طور که در شکل‌های ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، هر چه ابعاد

$$\sum_{i=1}^n d_i / (d \times \text{dist}_i) \quad \text{رابطه (۳) شاخص هگی}$$

$$\sum_{i=1}^n h_i / (h \times \text{dist}_i) \quad \text{رابطه (۴) شاخص براث}$$

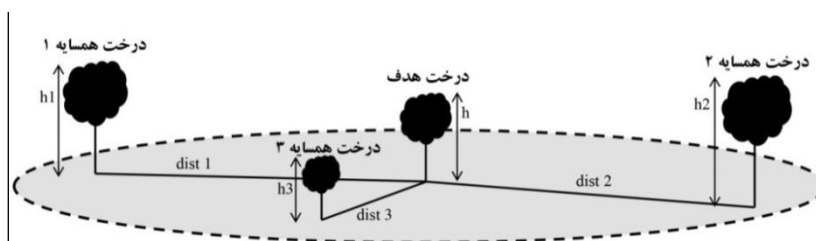
مرکزی به متر، h_i ارتفاع درخت همسایه i ام به متر و h ارتفاع درخت مرکزی به متر است.

که در آنها: d_i قطر برابر سینه درخت همسایه i ام به سانتی‌متر؛ d قطر برابر سینه درخت مرکزی به سانتی‌متر، dist_i فاصله افقی درخت همسایه i ام نسبت به درخت



شکل ۳- شمایی از موقعیت مکانی پایه‌های مختلف در قطعه نمونه رقابت به مرکزیت پایه نشانه گذاری شده

و برآورد فاصله و قطر در شاخص Hegyi

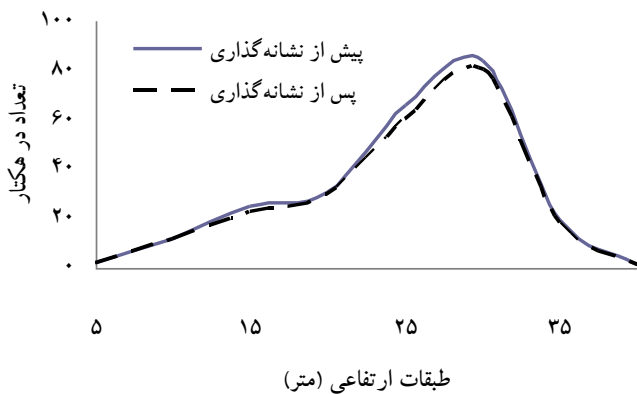


شکل ۴- شمایی از موقعیت مکانی پایه‌های مختلف در قطعه نمونه رقابت به مرکزیت پایه نشانه گذاری شده

و برآورد فاصله و ارتفاع در شاخص Braathe

شده بود (شکل ۵). در مورد پراکنش تعداد در طبقات ارتفاعی در سطح قطعات نمونه رقابتی نیز مشخص شد که بیشترین فراوانی در طبقه‌های ارتفاعی ۲۵-۳۰ متر بود. نتایج پیش و پس از نشانه‌گذاری حاکی از آن بود که بیشترین نشانه‌گذاری‌ها در طبقه‌های ارتفاعی ۲۵-۳۰ متر انجام شده بود (شکل ۵).

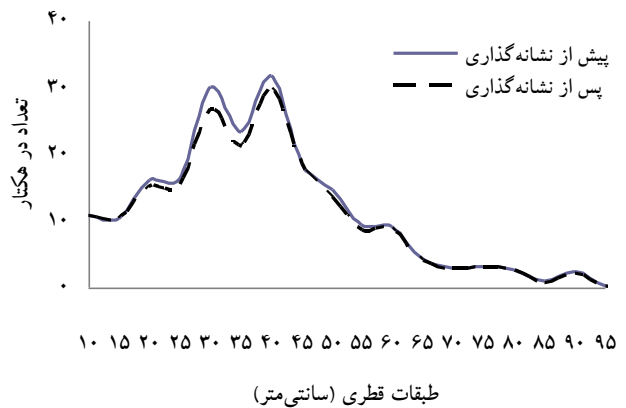
میانگین متغیرهای سطح مقطع ($t = 9/18$; $df = 57$);
 $(p = 0/000)$ و حجم ($t = 7/7$; $df = 57$; $p = 0/000$)
 پیش و پس از نشانه‌گذاری دارای تفاوت معنی‌دار بودند، اما
 تفاوت میانگین قطر برابر سینه معنی‌دار نبود ($t = -0/135$;
 $df = 57$; $p = 0/893$).



با توجه به فرآیند محاسبه شاخص‌های جرارد و بلا و توان محاسبه تغییرات رقابتی این شاخص‌ها پیش و پس از نشانه‌گذاری، از آزمون t جفتی برای برآورد تغییرات رقابتی این دو شاخص با استفاده از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

پس از ترسیم نمودار پراکنش تعداد در طبقات قطری در سطح قطعات نمونه رقابتی مشخص شد که بیشترین فراوانی مربوط به طبقات قطری ۲۵-۴۵ سانتی‌متر بود. نتایج پیش و پس از نشانه‌گذاری حاکی از آن بود که بیشترین نشانه‌گذاری در طبقه‌های قطری ۳۰-۴۰ سانتی‌متر انجام



شکل ۵- پراکنش تعداد در طبقات قطری (راست) و طبقات ارتفاعی (چپ)

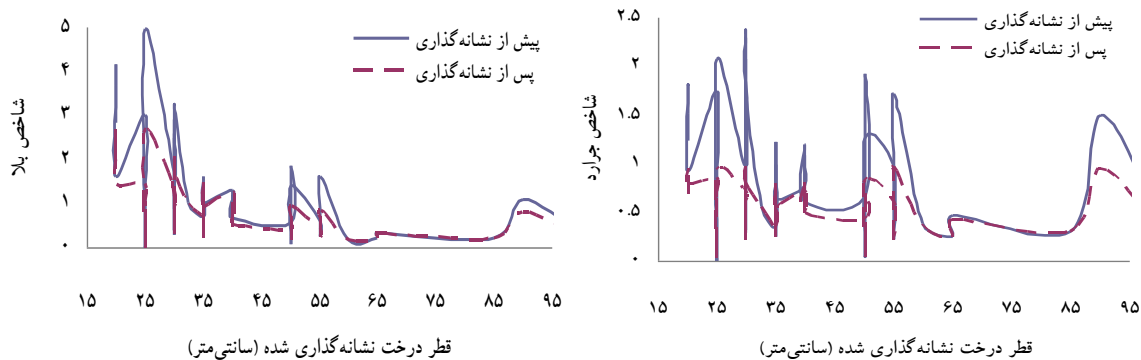
(۲۰-۳۰ سانتی‌متر) مشاهده شد و به این دلیل بود که در این طبقات قطری، سطح رقابت بین پایه‌ها به‌علت نزدیک بودن به یکدیگر و اثرگذاری بیشتر، شدیدتر بود.

ابر نقاط متغیر قطر درختان نشانه‌گذاری شده و مقدار شاخص هگی (شکل ۷) نشان داد که با افزایش قطر پایه‌های نشانه‌گذاری شده، مقدار این شاخص کاهش می‌یافت (با استفاده از مدل توانی به‌عنوان بهترین مدل برازش داده‌شده)، در نتیجه بیشترین مقدار این شاخص در پایه‌های با قطر برابر سینه کمتر مشاهده شد. به عبارت دیگر، درصد قابل توجهی از نشانه‌گذاری در مورد پایه‌هایی بوده که درختان اطراف یا

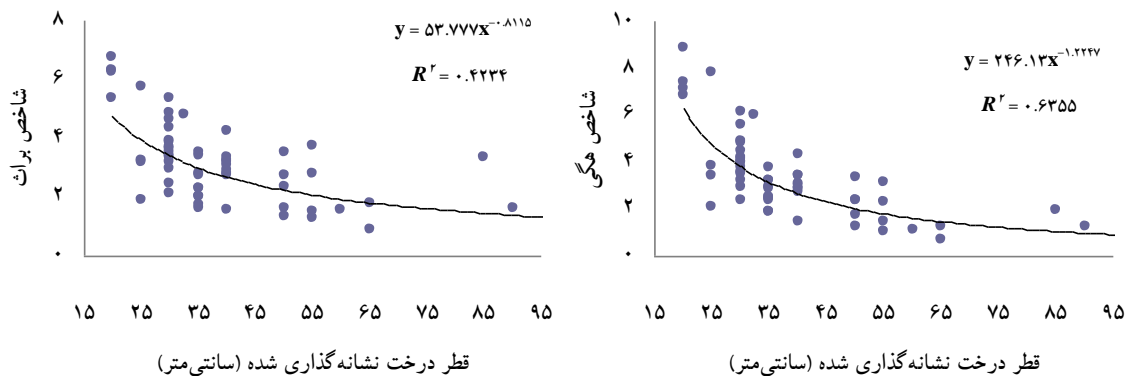
مقایسه قطر درختان نشانه‌گذاری شده با مقدار شاخص‌ها مقدار شاخص جرارد روند کاهشی معینی را نشان نداد و در برخی موارد با افزایش قطر پایه‌های هدف مقدار آن افزایش یافت (شکل ۶). با این توضیح، در شکل چندین پیشینه قابل مشاهده است که به علت حضور درختان همسایه با تاج‌های انبوه‌تر بوده، در نتیجه فشار رقابت تاجی این درختان بر درختان نشانه‌گذاری شده باعث تغییرات نامتعارف در شکل شده است. با افزایش قطر پایه‌های نشانه‌گذاری شده، مقدار شاخص بلا کاهش یافت (شکل ۶). بیشترین مقدار این شاخص در طبقات کم‌قطر و میان‌قطر

زیاد شاخص برات در قطرهای کم حاکی از وجود درختان با ارتفاع بیشتر و در فاصله‌های کمتر نسبت به درخت هدف (درخت نشانه‌گذاری شده) بود. مقدار کم شاخص نیز به‌طور عمده مربوط به پایه‌های میان‌قطر و قطور بود که نشانگر ارتفاع کم و فاصله زیاد پایه‌ها یا درختان همسایه نسبت به پایه‌های نشانه‌گذاری شده بود.

همسایه قطورتر از درخت هدف بوده‌اند. ابر نقاط قطر درختان نشانه‌گذاری شده و مقدار شاخص برات نیز از یک الگوی کم‌شونده (با استفاده از مدل توانی به‌عنوان بهترین مدل برازش داده‌شده) پیروی می‌کرد (شکل ۷)، به طوری که با افزایش قطر مقدار این شاخص کاهش می‌یافت و بیشترین تراکم ابر نقاط در قطرهای کمتر از ۴۰ سانتی‌متر بود. مقادیر



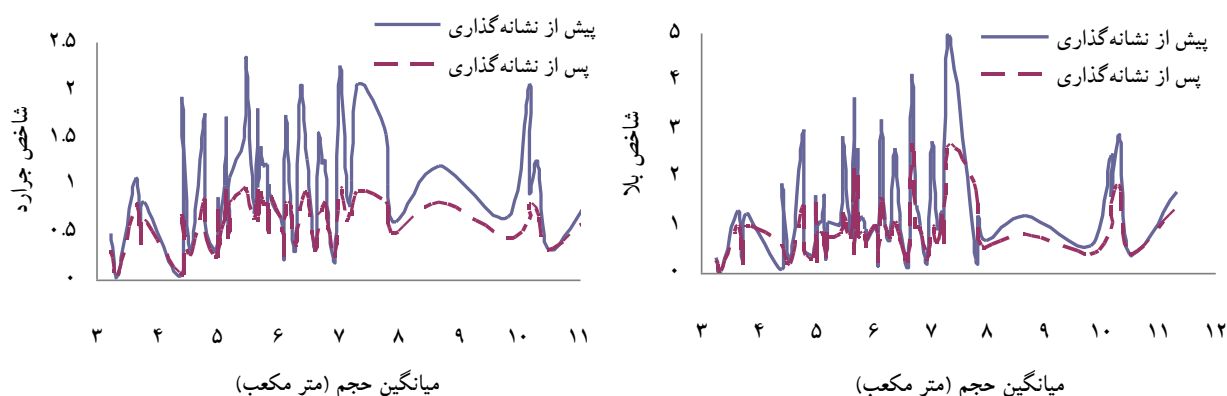
شکل ۶- روند تغییرات شاخص‌های جرارد (راست) و بلا (چپ) پیش و پس از نشانه‌گذاری با قطر



شکل ۷- روند تغییرات شاخص‌های هگی (راست) و برات (چپ) با قطر

قابل مشاهده است). مقدار شاخص بلا نیز با افزایش حجم پایه‌های نشانه‌گذاری شده روند معینی را نشان نداد. البته شایان ذکر است که بیشترین مقدار این شاخص در حجم‌های میانی مشاهده شد (شکل ۸).

مقایسه میانگین حجم با مقدار شاخص‌ها مقدار شاخص جرارد روند کاهشی یا افزایشی مشخصی را نشان نداد (شکل ۸)، چرا که در برخی موارد با افزایش حجم پایه‌های هدف، مقدار این شاخص افزایش یافت (همچنان‌که در شکل چندین بیشینه و کمینه

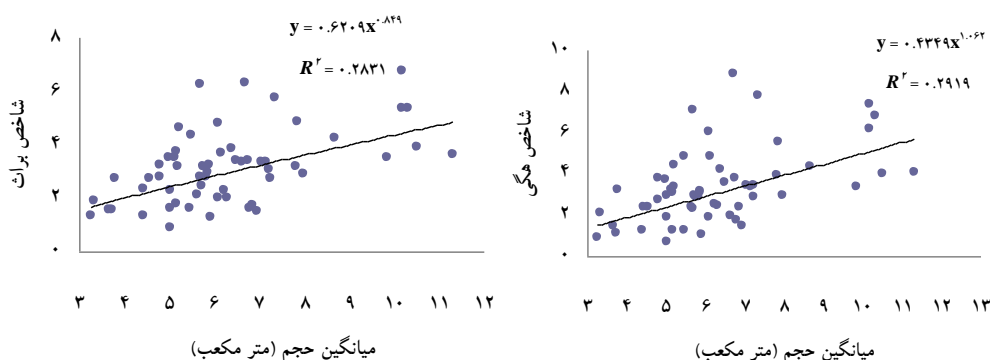


شکل ۸- روند تغییرات شاخص‌های جرارد (راست) و بلا (چپ) با میانگین حجم

نشانگر ارتفاع کم و فاصله زیاد پایه‌ها یا درختان همسایه پایه‌های نشانه‌گذاری شده بود.

با توجه به نتایج، همبستگی بین تمام شاخص‌های مورد مطالعه در این پژوهش معنی‌دار بود، اما بین سطح مقطع و شاخص‌های رقابتی همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). نتیجه آزمون t جفتی برای شاخص‌های جرارد ($t = 7/05$; $df = 57$; $p = 0/000$), بلا ($t = 4/9$; $df = 57$; $p = 0/000$) و متغیر سطح مقطع ($t = 9/2$; $df = 57$; $p = 0/000$), پیش و پس از نشانه‌گذاری یا حذف پایه‌های هدف حاکی از تفاوت معنی‌دار هر کدام از آن‌ها داشت.

مقدار شاخص هگی با افزایش حجم افزایش یافت (با استفاده از مدل خطی به‌عنوان بهترین مدل برازش داده‌شده). بیشترین مقدار این شاخص در پایه‌های با حجم بیشتر (۰۸-۴ متر مکعب) مشاهده شد (شکل ۹). مقدار شاخص برات نیز با افزایش حجم افزایش یافت (با استفاده از مدل خطی به‌عنوان بهترین مدل برازش داده‌شده) و بیشترین تراکم ابر نقاط در قطرهای کمتر از ۸ و بیشتر از ۴ متر مکعب بود (شکل ۹). مقادیر زیاد شاخص در حجم‌های بالا حاکی از وجود درختان با ارتفاع بیشتر و در فاصله‌های کمتر نسبت به درخت هدف (درخت نشانه‌گذاری شده) بود. تعداد کم شاخص نیز به‌طور عمده مربوط به پایه‌های با حجم کمتر بود که



شکل ۹- روند تغییرات شاخص‌های هگی (راست) و برات (چپ) با میانگین حجم

جدول ۱- مقدار همبستگی بین شاخص‌ها و سطح مقطع

شاخص		شاخص				
سطح مقطع	براث	هگی	بلا	جرارد	همبستگی پیرسون	
-۰/۲۳۰	۰/۴۹۰**	۰/۵۱۰**	۰/۸۰۵**	۱	همبستگی پیرسون	
۰/۰۸۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	---	سطح معنی داری (دودامنه)	جرارد
۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	تعداد	
-۰/۲۰۹	۰/۶۳۳**	۰/۷۳۱**	۱	۰/۸۰۵**	همبستگی پیرسون	
۰/۱۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	---	۰/۰۰۰	سطح معنی داری (دودامنه)	بلا
۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	تعداد	
-۰/۱۰۹	۰/۹۵۹**	۱	۰/۷۳۱**	۰/۵۱۰**	همبستگی پیرسون	
۰/۴۱۶	۰/۰۰۰	---	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	سطح معنی داری (دودامنه)	هگی
۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	تعداد	
-۰/۱۲	۱	۰/۹۵۹**	۰/۶۳۳**	۰/۴۹۰**	همبستگی پیرسون	
۰/۹۲۶	---	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	سطح معنی داری (دودامنه)	براث
۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	تعداد	
۱	-۰/۰۱۲	-۰/۱۰۹	-۰/۲۰۹	-۰/۲۳۰	همبستگی پیرسون	
---	۰/۹۲۶	۰/۴۱۶	۰/۱۱۵	۰/۰۸۲	سطح معنی داری (دودامنه)	سطح مقطع
۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	۵۸	تعداد	

**معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از شاخص‌های رقابتی نظیر هگی و براث که هر کدام با توجه به فاصله، قطر و ارتفاع درختان مورد بررسی قرار می‌گیرند، مشخص شد که رقابت روندی کاهشی داشته، اما پراکنش ابر نقاط در قطرهای میانی بیشتر بود که نتیجه فوق را بیان می‌دارد. در خصوص شاخص جرارد، هماهنگی و ارتباط مطلوبی دیده نشد، چرا که در این شاخص از میانگین شعاع تاج درختان و تعداد آن‌ها در قطعه نمونه رقابتی استفاده شده و قطر در آن نقشی ندارد (توده جنگلی ناهمسال بوده)، بنابراین روند مطلوبی دیده نشد و در قسمت‌هایی به دلیل انبوهی، شدت رقابت زیاد بود و در قسمت‌هایی این شدت کاهش می‌یافت. بهترین شاخص در این پژوهش، شاخص رقابت بلا بود، به این علت که روند تغییرات رقابت را با توجه به قطر و تاج

با توجه به نتایج Biging و Dobbertin (۱۹۹۵) شاخص‌های وابسته به فاصله استفاده شده در این پژوهش به‌طور مطلوبی روند تغییرات رقابت را به‌ویژه در ارزیابی با قطر درختان نشانه‌گذاری شده نشان دادند. با توجه به نتایج، جنگل مورد مطالعه در مرحله میان‌سال و در حال مسن شدن بوده و نشانه‌گذاری‌ها بیشتر در قطرهای میانی در اکثر توده‌ها انجام شده بود. از آنجایی که نشانه‌گذاری‌ها با اهداف تعیین شده در طرح جنگل‌داری در سطح توده‌های مورد بررسی انجام شده و این اهداف متأثر از محدودیت‌های مقدار حجم و شرایط فیزیوگرافی توده‌ها بوده‌اند، پایه‌های انتخاب شده بیشتر در قطرهای میانی نشانه‌گذاری شده بودند.

- Braathe, P., 1980. Height increment of young single trees in relation to height and distance of neighboring trees. *Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*, 130(3): 43-48.
- Bugmann, H., 2001. A review of forest gap models. *Climatic Change*, 51(3-4): 259-305.
- Contreras, M.A. and Chung, W., 2011. A modeling approach to estimating skidding costs for individual trees for thinning operations. *Western Journal of Applied Forestry*, 26(3): 133-146.
- Coomes, D.A. and Allen, R.B., 2007. Mortality and tree-size distributions in natural mixed-age forests. *Journal of Ecology*, 95(1): 27-40.
- Daniels, R.F., Burkhart, H.E. and Clason, T.R., 1986. A comparison of competition measures for predicting growth of loblolly Pine trees. *Canadian Journal Forest Research*, 16(1): 1230-1237.
- Eid, T. and Tuhus, E., 2001. Models for individual tree mortality in Norway. *Forest Ecology and Management*, 154: 69-84.
- Gerrard, D.I., 1969. Competition quotient: A new measure for the competition affecting individual forest trees, Michigan State University. *Agriculture Research Station Research Bulletin*, 20(6): 1-32.
- Hartmann, H., Beaudet, M., Mazerolle, M.J. and Messier, C., 2009. Sugar maple (*Acer saccharum* Marsh) growth is influenced by close conspecifics and skid trail proximity following selection harvest. *Forest Ecology and Management*, 258(1): 823-831.
- Hegyi, F., 1974. A simulation model for managing Jack pine stands. *Proceedings of IUFRO meeting S4.01.04 on Growth models for tree and stand simulation*, Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden, 1974: 74-90.
- Holmes, M.J. and Reed, D.D., 1991. Competition indices for mixed species northern hardwoods. *Forest Science*, 37(5): 1338-1349.
- Keddy, P.A., 1989. *Competition*. Chapman and Hall, London, 224p.
- Kubota, Y. and Hara, T., 1995. Tree competition and species coexistence in a sub-boreal forest, northern Japan. *Annals of Botany*, 76(5): 503-512.
- Ledermann, T., 2010. Evaluating the performance of semi-distance-independent competition indices in predicting the basal area growth of individual trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 40(4): 796-805.
- Lexer, C., 2005. Barrier to gene flow between two ecologically divergent *Populus* species, *P. alba* (white poplar) and *P. tremula* (European aspen): The role of ecology and life history in gene introgression.

درختان (درخت نشانه‌گذاری شده و درختان هم‌جوار آن) نشان داد. در نتیجه، علاوه بر رقابت تاجی بین درختان، قطر آن‌ها نیز در برآورد شاخص مورد ارزیابی قرار گرفت و تأثیر قطر و تاج هر دو باهم، نتایج مطلوب‌تری نسبت به بقیه شاخص‌ها داشت. نکته دیگر اینکه تنها در برآورد شاخص‌های هگی، برات، جرارد و بلا در مشخصه قطر، روند تغییرات کاهش‌ی یکنواخت بود. با توجه به نتایج Aakala و همکاران (۲۰۱۳)، حضور عامل‌های دیگری همچون فازه‌ها و مراحل تحولی در توده‌ها می‌تواند بر روند تغییرات شاخص‌های رقابت تأثیرگذار باشد، به طوری‌که در برخی موارد افزایش‌ها و کاهش‌هایی در مقدار شاخص‌ها وجود دارد که روند تغییرات یکنواخت شاخص‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آنجایی‌که یکی از اهداف بهره‌برداری (نشانه‌گذاری و برداشت پایه‌ها) ایجاد رقابت مطلوب و مثبت بین پایه‌های درختان غالب در توده جنگل است، باید در مورد برداشت و حذف درختان و هدایت رقابت بین پایه‌ها به سمت اهداف مورد نظر که پایداری و تولید مستمر با توجه به حفظ اکوسیستم است، دقت بیشتری در نشانه‌گذاری‌ها در نظر گرفته شود.

References

- Aakala, T., Fraver, S., D'Amato, A.W. and Palik, B.J., 2013. Influence of competition and age on tree growth in structurally complex old-growth forests in northern Minnesota, USA. *Forest Ecology and Management*, 308: 128-135.
- Anonymous, 2011. *Forest management plan of Lavij, district No. 2. Forests, Range and Watershed Management Organization, Tehran, 240p* (In Persian).
- Bella, I.E., 1971. A new competition model for individual trees. *Forest Science*, 17(3): 364-372.
- Biging, G.S. and Dobbertin, M., 1995. Evaluation of competition indices in individual tree growth models. *Forest Science*, 41(5): 360-377.
- Bollandsas, O.M. and Naeset, E., 2009. Weibull models for single-tree increment of Norway Spruce, Scots Pine, Birch and other broadleaves in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24(1): 54-54.

- Rivas, J.J.C., González, J.G., Aguirre, O. and Hernández, F.G., 2005. The effect of competition on individual tree basal area growth in mature stands of *Pinus cooperi* Blanco in Durango (Mexico). *European Journal of Forest Research*, 124(1): 133-142.
- Robert, S.D. and Harington, C.A., 2008. Individual tree growth response to variable-density thinning in coastal Pacific Northwest forests. *Forest Ecology and Management*, 255: 2771-2781.
- Stage, A.R. and Ledermann, T., 2008. Effects of competitor spacing in a new class of individual-tree indices of competition: semi-distance-independent indices computed for Bitterlich versus fixed-area plots. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(4): 890-898.
- Tomé, M. and Burkhart, H.E., 1989. Distance-dependent competition measures for predicting growth of individual trees. *Forest Science*, 35(3): 816-831.
- Woodall, C.W., Fiedler, C.E. and Milner, K.S., 2003. Inter tree competition in uneven-aged ponderosa pine stands. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(9): 1719-1726.
- Molecular Ecology, 14(4): 1045-1057.
- Lorimer, C.G., 1983. Tests of age-independent competition indices for individual trees in natural hardwood stands. *Forest Ecology and Management*, 6(1): 343-360.
- Marvi Mohajer, M.R., 2005. *Silviculture*. University of Tehran Press, Tehran, 387p (In Persian).
- Moore, J.A., Budelsky, C.A. and Schlesinger, R.C., 1973. A new index representing individual tree competitive status. *Canadian Journal of Forest Research*, 3(3): 495-505.
- Pacala, S.W., Canham, C.D., Saponara, J., Silander, J.A., Kobe, R.K. and Ribbens, E., 1996. Forest models defined by field measurements: Estimation, error analysis and dynamics. *Ecological Monographs*, 66(1): 1-43.
- Parish, R. and Antos, J.A., 2004. Structure and dynamics of an ancient montane forest in coastal British Columbia. *Oecologia*, 141(4): 562-576.
- Pedersen, R., Nessel, E., Gobakken, T. and Bollandas, O.M., 2013. On the evaluation of competition indices -The problem of overlapping samples. *Forest Ecology and Management*, 310: 120-133.

Evaluation of competition indices to assess the effect of management interventions on oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest of Lavij- Noor region, Mazandaran province

A. Mataji¹, R. Sheydaei^{2*} and H. Kiadaliri³

1- Prof., Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2*- Corresponding author, Ph.D. Student Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: sheydac5@gmail.com

3- Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 12.09.2017

Accepted: 28.12.2017

Abstract

Tree to tree variation in growth results from compositional complexity, stand structure and competition. Therefore, it is essential to know how trees respond to competitive interactions. This study aims to evaluate of competition indices in order to assessment of management interventions effects in pure beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands (with 36 hectares) in Lavij-Noor region of Mazandaran province. For this purpose, the positions of all 58 marked trees were recorded as cored trees. Competition plots centered on the cored tree with radius of $3.5 \times$ the cored tree crowns were established. The following attributes were measured for each tree (≥ 7.5 cm diameter at breast height (DBH)) within the plots: X and Y coordinates (m), total height, DBH, crown diameter at the base of the living crown in different directions and crown length. In order to quantify the competition level by each of the cored trees, 4 different distance-independent indices including Gerrard, Bella, Hegyi and Braathe were used. The results showed that the studied stands were middle-aged, the major interventions were in the middle DBH classes, and there was no significant change in the amount of competition indices following the interventions. Accordingly, the marking were not targeted and the process of individual tree competition changes was not measured. Therefore, the process of competition changes is necessary to be considered in stand management due to the high importance of the competition factor and its relation to the stand parameters.

Keywords: Distance-independent indices, Hyrcanian forests, stand structure.