فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۵ شمارهٔ ۲ ، صفحهٔ ۱۸۰-۱۶۵ ، (۱۳۸۶)

بررسي ضريب فدكشيدگي پنج گونه مهم درختي در جنگلهاي خزري ايران

رضا اخوان[۱] و منوچهر نميرانيان[۲]

۱- استادیار، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. پست الکترونیک: akhavan@rifr-ac.ir
۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۸۶/۳/۳

چکیده

ضریب قدکشیدگی که از نسبت بین ارتفاع کل به قطر برابر سینه درخت بدست می‌آید، یکی از شاخص‌های مهم پایداری درخت در برابر بادافتادگی و بیانگر محیط رشد پیرامون درخت است که می‌تواند راهنمای بسیار خوبی برای اجرای عملیات پرورشی در جنگل باشد. در این مطالعه ضریب قدکشیدگی ۵ گونه درختی شامل راش، ممرز، پلت، توسکای ییلاقی و بلندمازو در جنگل خیرودکنار نوشهر با اندازه‌گیری قطر برابرسینه و ارتفاع کل ۱۳۷۹ درخت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که بین قطر برابرسینه و ضریب قدکشیدگی درختان این جنگل یک رابطه کاهشی از نوع نمایی وجود دارد. ضریب قدکشیدگی درختان مورد بررسی بین ۲۰ تا ۱۷۳ متغیر بوده و حدود ۷۵ درصد درختان در وضعیت پایدار قرار داشتند. بیشترین تفاوت در ضریب قدکشیدگی درختان، در مرحله جوانی و در طبقات قطری کمتر از ۳۰ سانتیمتر مشاهده شد. بیشترین ضریب قدکشیدگی در درختان واقع در دره‌ها و در جهت‌های شمالی و کمترین در دولین‌ها و در جهت‌های جنوبی دیده شد. در این بررسی رابطه معنی داری بین ضریب قدکشیدگی با تراکم توده بدست نیامد.

واژه‌های کلیدی: ضریب قدکشیدگی، جهت جغرافیایی، شکل زمین، تراکم توده، جنگلهای خزری.

مقدمه

پایداری توده جنگلی در برابر باد و طوفان و خطرات ناشی از آن یکی از مهمترین مسائلی است که لازم است در برنامه‌ریزی‌های پرورشی طرح‌های جنگل‌داری مورد توجه قرار گیرد. یکی از این عوامل پایداری به نسبت بین ارتفاع کل به قطر برابر سینه درخت برمی‌گردد که ضریب لاغری یا قدکشیدگی (Slenderness coefficient) نامیده می‌شود. این نسبت به میزان تراکم (تعداد در هکتار) و رقابت نوری در توده جنگلی بستگی دارد، به‌طوری‌که هرچه توده متراکم‌تر و رقابت نوری بیشتر باشد، مقدار این ضریب نیز افزایش یافته و در اصطلاح درختان ترکه‌ای می‌شوند. در ارتفاع ثابت هرچه قطر درخت بیشتر باشد ضریب قدکشیدگی کمتر و در نتیجه پایداری درخت بیشتر خواهد بود.

ضریب قدکشیدگی درخت برای گونه‌های مختلف متفاوت است. به‌طورکلی این ضریب در سنین اولیه درخت و برای گونه‌های سریع‌الرشد بیشتر است ولی با افزایش سن و ابعاد درخت رو به کاهش می‌گذارد.

از ضریب قدکشیدگی درخت به‌عنوان شاخص مقاومت در برابر بادافتادگی و برف (Wang *et al.*, 1998) و همچنین به‌عنوان شاخص رقابت (Nikinmaa *et al.*, 2003) استفاده زیادی می‌شود.

ضریب قدکشیدگی می‌تواند معرف درجه حاصلخیزی رویشگاه نیز باشد و با آن رابطه مستقیم دارد (Marvie- Mohadjer, 1975). اغلب در رویشگاههای مناسب مقدار این ضریب زیاد است. در این رویشگاهها در مقایسه با رویشگاههای فقیرتر، معمولاً حداکثر ضریب قدکشیدگی زودتر اتفاق می‌افتد (Oliverira, 1987).

Burschel & Huss (1987) پایداری درختان را بر اساس ضریب قدکشیدگی‌شان طبقه بندی کردند (جدول ۱).

جدول ۱- رابطه بین پایداری با ضریب قدکشیدگی درخت

میزان پایداری	ضریب قدکشیدگی (Slc)
خيلي ناپايدار	>۱۰۰
ناپایدار	۸۰-۱۰۰
پایدار	<۸۰
رويش در فضاي باز	<۴۵

تاکنون تحقیقات چندی در مورد ضریب قدکشیدگی گونه راش و ون در داخل کشور انجام شده است. اما در مورد سایر گونه‌های مهم جنگلی چنین بررسی به تفکیک انجام نشده است.

امانی و حسنی (۱۳۷٦) در بررسی خود در جنگلهای سنگده مازندران، مقدار ضریب قدکشیدگی گونه راش را در دو توده همسال و ناهمسال در ٤ طبقه قطری (کم قطر: ۲۷/٤-۷/۵، میان قطر:٤۷/٤-۲۷/۵، قطور: ٦۷/٤-٤۷/۵ و خیلی قطور: بیشتر از ٦۷/۵ سانتیمتر) محاسبه کردند و به این نتیجه رسیدند که این ضریب در این ۲ توده در طبقات قطری یاد شده تقریباً برابرند (به‌ترتیب: ۱۰۱، ۸۲، ٦۲ و ٤۷).

متاجی و همکاران (۱۳۷۸) ضریب قدکشیدگی درختان بخش گرازبن جنگل خیرودکنار نوشهر را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این ضریب برای گونه راش نسبت به سایر گونه‌ها بیشتر است که بیانگر مناسب بودن رویشگاه برای این گونه می‌باشد.

نمیرانیان (۱۳۷۹ و ۱۳۸۳) ضریب قدکشیدگی درختان راش و ون را در یک توده ناهمسال در بخش گرازبن جنگل خیرودکنار مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که رابطه بین ضریب قدکشیدگی با قطر برابر سینه این درختان کاهشی بوده و درختان راش توده مورد نظر از طبقه قطری ۳۵ سانتیمتری به ضریب قدکشیدگی مناسبی (Slc<۸۰) می‌رسند.

در جنگلهای آمیخته بورآل کانادا میزان ضریب قدکشیدگی در ۳ گونه سوزنی‌برگ (*Picea mariana*, *Pinus contorta* و *Picea glauca*) و ۲ گونه پهن‌برگ (*Populus Tremuoloides* و *Populus balsamifera*) بررسی و رابطه آن با قطر برابر سینه و سایر مشخصه‌های درخت تعیین شده است (Wang *et al.*, 1998). نتایج این بررسی نشان داد که در ۲ گونه پهن‌برگ با افزایش حجم و ارتفاع توده، میزان ضریب قدکشیدگی کاهش می‌یابد. اما برای ۳ گونه سوزنی‌برگ دیگر این نتیجه معکوس بوده است. علت این تفاوت را باید در سرشت سایه‌پسندی یا نورپسندی گونه‌ها و نیز تفاوت در الگوی رشد ارتفاعی پهن‌برگان با سوزنی‌برگان جستجو کرد. به‌علاوه درختان پهن‌برگ تاج گسترده‌تر و شاخه‌های قطورتری دارند که همگی در ضریب قدکشیدگی مؤثرند.

در یک توده کاج در آلبرتای کانادا مشخص شد که تنک کردن سبب افزایش قطر و کاهش ضریب قدکشیدگی درختان در توده دخالت شده در مقایسه با توده شاهد شده است (Liu *et al.*, 2003).

در بررسی دیگر در یک توده کاج در آلبرتای کانادا نتیجه‌گیری شد که ضریب قدکشیدگی با میزان بسته بودن تاج رابطه عکس دارد (Rudnicki *et al.*, 2004).

هدف از این مطالعه مقایسه و بررسی ضریب قدکشیدگی و پایداری ۵ گونه مهم درختی موجود در جنگلهای شمال کشور شامل راش، ممرز، بلوط (بلندمازو)، افرا (پلت) و توسکا (ییلاقی) و تعیین مدلی برای برآورد این ضریب با اندازه‌گیری قطر برابر سینه درخت است. آگاهی از مقدار ضریب قدکشیدگی درختان توده جنگلی می‌تواند راهنمای بسیار خوبی برای جنگل‌شناسان باشد تا با اجرای عملیات پرورشی (تنک کردن) در زمان و مکان مناسب و تنظیم میزان نور در جنگل، تراکم توده را به‌گونه‌ای تنظیم نمایند تا پایداری درختان جنگل به مخاطره نیفتد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

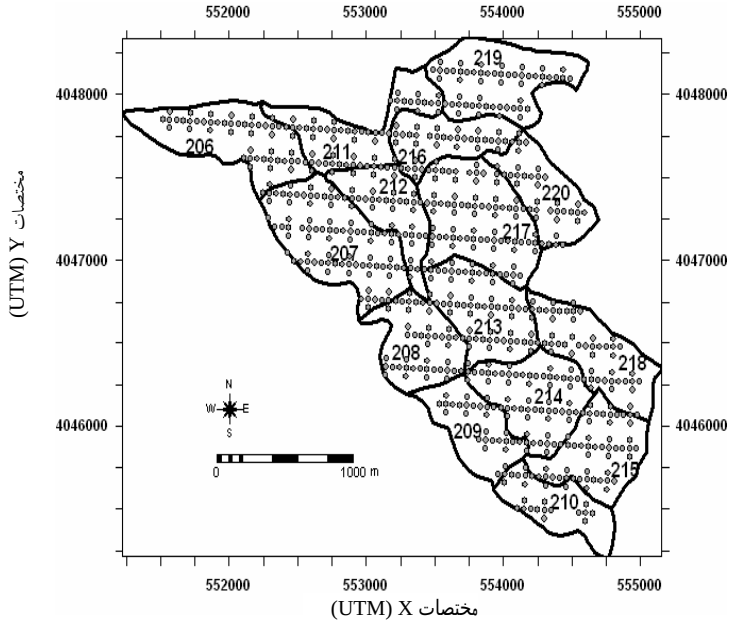
این تحقیق در قسمتی از بخش دوم جنگل آموزشی- پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (نم‌خانه) واقع در خیرودکنار نوشهر و در مساحت ۵۰۲ هکتار (پارسل‌های ۲۰۶ تا ۲۲۰) انجام شده است. این محدوده در دامنه ارتفاعی ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ متر از سطح دریا قرار داشته و به شیوه تک‌گزینی اداره می‌شود.

گونه‌های اصلی تشکیل دهنده این جنگل ناهمسال عبارتند از: راش، ممرز، پلت، توسکای ییلاقی و بلندمازو که جوامع جنگلی بلوط- ممرزستان، راش- ممرزستان و راشستان را تشکیل می‌دهند. تیپ‌های عمده خاک در این بخش عبارتند از: قهوه‌ای کالسیک، قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای شسته شده (بی‌نام، ۱۳۷٤). رویش سالیانه این جنگل حدود ۸ متر مکعب در هکتار و میانگین موجودی حجمی آن ٤٦۰ متر مکعب در هکتار است (زاهدی امیری، ۱۳۷۰).

روش تحقیق

نمونه‌برداری

برای انجام این تحقیق از داده‌های آماری طرح تحقیقاتی دیگری که در این جنگل اجرا شده بود (اخوان، ۱۳۸۳) استفاده شد. نمونه‌برداری به روش منظم با نقطه شروع تصادفی و بر اساس شبکه معمول آماربرداری در جنگلهای شمال کشور به ابعاد ۱۵۰ متر (شرقی- غربی و در جهت شیب غالب منطقه) در ۲۰۰ متر (شمالی- جنوبی) انجام شد. در محل تقاطع ضلع‌های شبکه فوق یک قطعه نمونه ۷ آری (۷۰۰ مترمربع) پیاده شد. از هر محل تقاطع ضلع‌های شبکه فوق، ٤ قطعه نمونه ۷ آری دیگر نیز به فاصله ۵۰ متر در چهار جهت اصلی (به شکل خوشه) نسبت به قطعه نمونه‌های مرکزی برداشت شدند (شکل ۱). سپس در هر قطعه نمونه ۲ درخت، یکی نزدیکترین به مرکز قطعه نمونه و دیگری قطورترین درخت در قطعه نمونه مورد اندازه‌گیری قطر (حد شمارش۷/۵ سانتیمتر در ارتفاع برابر



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه (به همراه شماره پارسل‌ها) و وضعیت آرایش قطعات نمونه (●)

سینه در طبقات قطری یک سانتیمتری) و ارتفاع کل با تعیین نوع گونه درختی قرار گرفتند. سایر اطلاعات قطعات نمونه از قبیل جهت و محل قرار گرفتن نیز در فرمهای آماربرداری ثبت گردید.

محاسبه ضریب قدکشیدگی

برای محاسبه ضریب قدکشیدگی درخت لازم است تا نسبت بین ارتفاع کل به قطر برابر سینه درخت محاسبه شود. البته باید توجه داشت که هنگام محاسبه این نسبت، واحد اندازه‌گیری ارتفاع و قطر برابر سینه یکسان باشد. برای سهولت محاسبه می‌توان از رابطه (۱) استفاده کرد:

$$Slc = H \times 100/dbh \qquad (1)$$

Slc: ضریب قدکشیدگی؛ H: ارتفاع کل درخت به متر؛ dbh: قطر برابر سینه درخت به سانتیمتر

برای مقایسه بهتر ضریب قدکشیدگی گونه‌های مختلف، درختان نمونه در ٤ طبقه قطری؛ کمتر از ۳۰ ، ۳۱–۵۵، ۵۶–۸۰ و بیشتر از ۸۱ سانتیمتر (Sagheb-Talebi & Schuetz, 2002) بررسی شدند.

تعیین رابطه بین قطر برابر سینه درخت با ضریب قدکشیدگی

برای این منظور ابتدا ابر نقاط قطر برابر سینه درخت با ضریب قدکشیدگی برای گونه‌های مورد بررسی تشکیل و سپس با توجه به شکل پراکنش ابر نقاط، نوع رابطه و مدل مناسب انتخاب شد. انتخاب مدل براساس مقدار ضریب تبیین تطبیق شده ($Adjusted\ R^2$) و اشتباه معیار برآورد رگرسیون (Standard Error of Estimate; SEE) انجام شد.

اعتبارسنجی مدلها

برای اعتبارسنجی مدلها از روش Cross-validation استفاده شد. برای هرگونه درختی تعداد ۳ نمونه به‌صورت تصادفی انتخاب و از محاسبات حذف و پس از تعیین مدل برای بررسی اختلاف بین مقادیر واقعی و برآورد شده بکار گرفته شدند.

نتایج

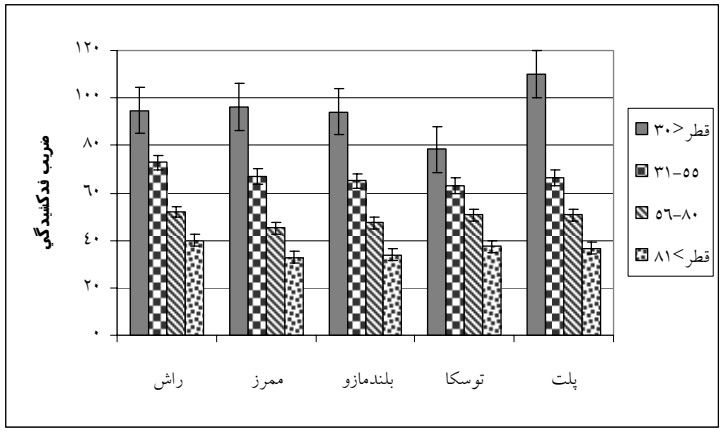
پس از انجام نمونه‌برداری، در مجموع ۱۳۷۹ درخت شامل۷۳۳ درخت راش، ٤٤١ درخت ممرز، ۱۱۲ درخت افرا (پلت)، ٦٥ درخت توسکا (ییلاقی) و ۲۸ درخت بلوط (بلندمازو) مورد اندازه‌گیری قطر و ارتفاع قرار گرفتند. جدول ۲ مشخصات کمی درختان اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد.

شکل ۲ به مقایسه ضریب قدکشیدگی گونه‌های مورد بررسی به تفکیک طبقات قطری تعریف شده می‌پردازد.

جدول ۲- مشخصات کمی درختان اندازه‌گیری شده

گونه	تعداد	قطر برابر سینه (سانتیمتر)		ارتفاع کل (متر)		ضریب قدکشیدگی	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
راش	۷۳۳	۶۶/۷ (۸-۱۵۶)*	۳۳/۸	۳۲/۷ (۵/۰-۵۲/۴)	۱۰/۱	۵۹/۵ (۲۴/۱-۱۷۳/۱)	۲۴/۵
ممرز	۴۴۱	۵۷/۱ (۸-۱۴۵)	۳۱/۴	۲۷/۰ (۵/۶-۴۴/۶)	۷/۷	۶۰/۷ (۱۹/۹-۱۹۵/۰)	۲۹/۴
پلت	۱۱۲	۷۴/۴ (۸-۱۸۰)	۳۸/۱	۳۴/۰ (۷/۶-۵۰/۴)	۸/۹	۵۶/۲ (۲۵/۶-۱۳۰/۰)	۲۵/۱
توسکاي ییلاقي	۶۵	۵۶/۴ (۸-۱۴۸)	۳۷/۳	۲۷/۱ (۵/۰-۵۲/۳)	۱۱/۴	۵۹/۳ (۲۷/۰-۱۲۰/۱)	۲۰/۵
بلندمازو	۲۸	۵۶/۷ (۸-۱۸۸)	۴۹/۴	۲۵/۹ (۶/۹-۴۴/۳)	۱۲/۴	۶۶/۲ (۲۳/۶-۱۳۶/۷)	۳۱/۰

* اعداد داخل پرانتز مقادیر حداقل و حداکثر را نشان می‌دهند.

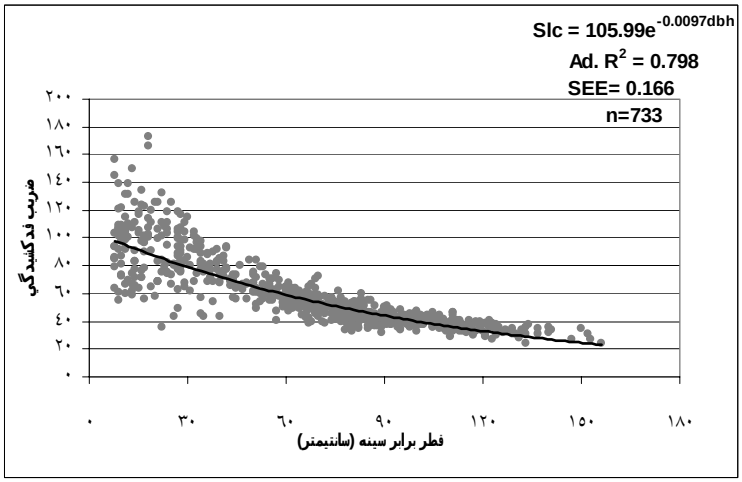


شکل ۲- مقایسه ضریب قدکشیدگی و حدود اعتماد گونه‌های مختلف بر اساس طبقات قطری

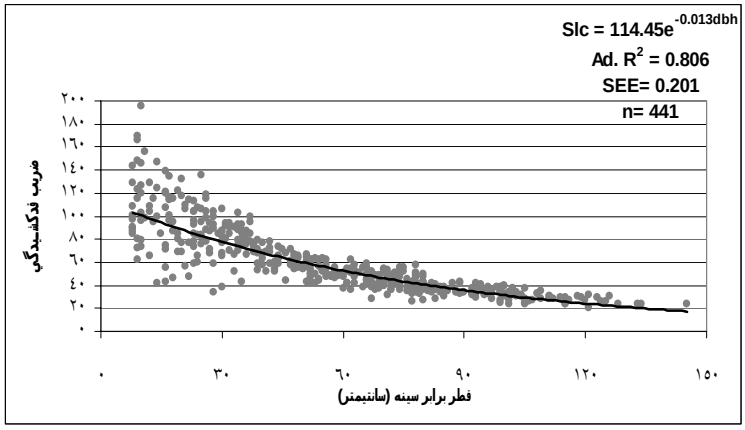
با توجه به شکل ۲ مشاهده می‌شود که در طبقات قطری پایین به‌دلیل تراکم بیشتر و درنتیجه وجود رقابت نوری شدید، ضریب قدکشیدگی تمام گونه‌ها زیاد بوده و درختان حالت پایداری ندارند. ولی در طبقات قطری بیشتر، درختان به پایداری رسیده (Slc< ۸۰) و این ضریب اصلاح می‌شود. تفاوت ضریب قدکشیدگی فقط در مرحله جوانی و در طبقات قطری کمتر از ۳۰ سانتیمتر دیده می‌شود، به‌طوری‌که برای پلت که گونه‌ای نورپسند و سریع‌الرشد است، این ضریب در مرحله جوانی به ۱۱۰ می‌رسد. به‌عبارت دیگر گونه پلت در این مرحله نسبت به سایر گونه‌ها رویش ارتفاعی بیشتری دارد.

مدل برآورد ضریب قدکشیدگی

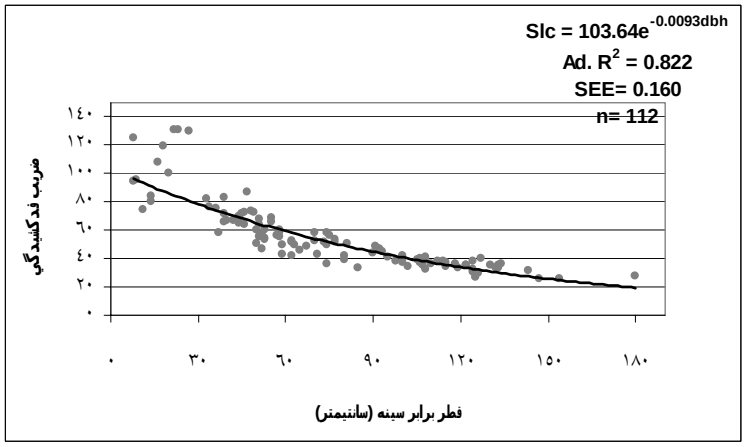
شکلهای ۳ تا ۷ روابط رگرسیونی و مدلهای برآورد ضریب قدکشیدگی را براساس قطر برابر سینه برای گونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهند. به‌طوری‌که مشاهده می‌شود در همه گونه‌ها مدل نمایی(exponential) بهترین برازش را داشته و بکار رفته است. در این اشکال؛ Slc: ضریب قدکشیدگی، dbh: قطر برابر سینه به سانتیمتر، $Ad.\ R^2$: ضریب تبیین تطبیق شده، SEE: اشتباه معیار برآورد رگرسیونی و n: تعداد درختان اندازه‌گیری شده است.



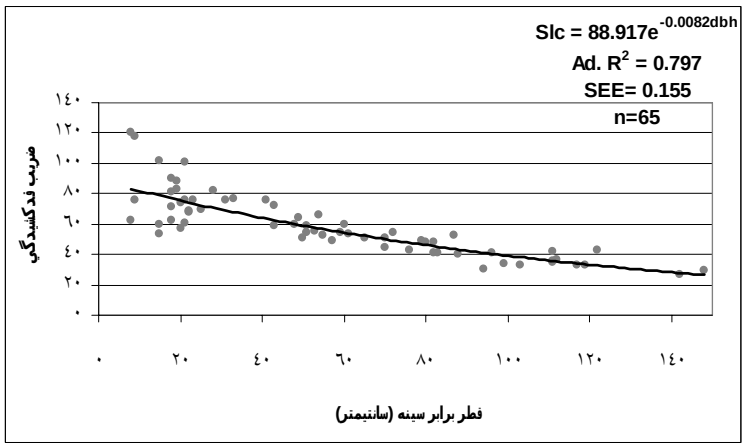
شکل ۳- رابطه رگرسیونی و مدل برآورد ضریب قدکشیدگی برای گونه راش



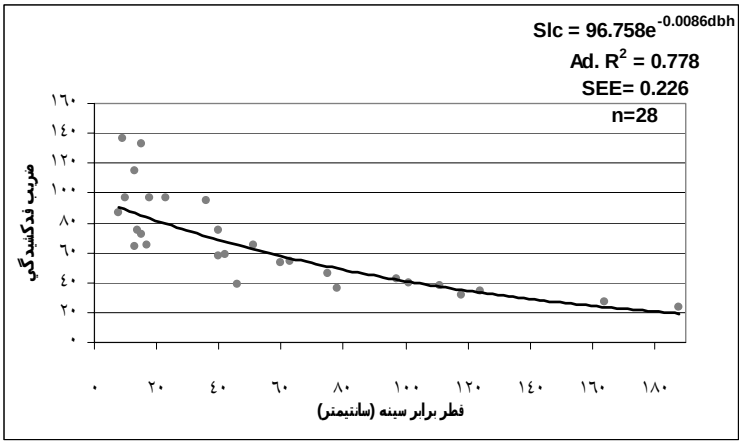
شکل ٤- رابطه رگرسیونی و مدل برآورد ضریب قدکشیدگی برای گونه ممرز



شکل ٥- رابطه رگرسیونی و مدل برآورد ضریب قدکشیدگی برای گونه پلت



شکل ٦- رابطه رگرسیونی و مدل برآورد ضریب قدکشیدگی برای گونه توسکای ییلاقی



شکل ۷- رابطه رگرسیونی و مدل برآورد ضریب قدکشیدگی برای گونه بلندمازو

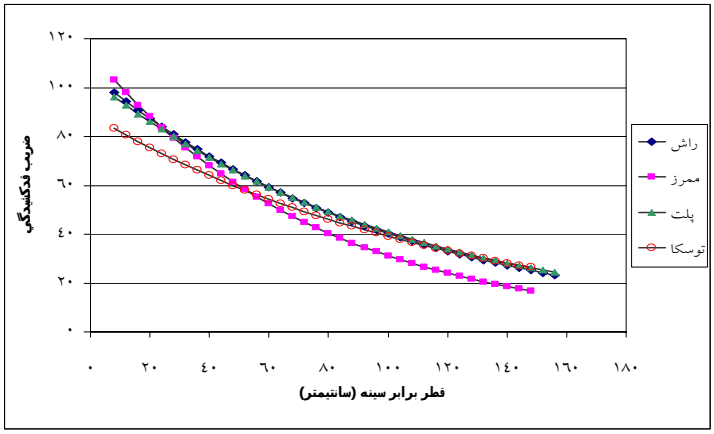
بررسی معنی‌داری مقادیر ضریب همبستگی (r) برای روابط رگرسیونی ارائه شده نشان داد که کلیه مقادیرr بدست آمده برای ۵ گونه مورد بررسی به احتمال ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشند.

اعتبارسنجی مدلها

پس از انجام اعتبارسنجی مدلها مشخص شد که برای تمام گونه‌ها بجز بلندمازو، مدلهای برآورد شده از اعتبار کافی برخوردار می‌باشند. به‌عبارت دیگر مقادیر برآوردی با ۳ نمونه کنارگذاشته شده برای هر گونه (بجز بلندمازو) به احتمال ۹۵٪ در دامنه حدود اعتماد مقادیر واقعی قرار گرفتند. در مورد گونه بلندمازو علت عدم اعتبار مدل را باید در دامنه پراکنش قطری وسیع و کافی نبودن تعداد نمونه‌ها (n=۲۸) نسبت به سایر گونه‌ها جستجو کرد. به‌علاوه گونه بلندمازو در منطقه مورد بررسی به‌صورت انفرادی و پراکنده ظاهر می‌شود که می‌تواند دلیل مضاعفی برای عدم اعتبار مدل مربوط به آن باشد.

مقایسه روابط رگرسیونی گونه‌های مختلف

شکل ۸ رگرسیون ضریب قدکشیدگی گونه‌های مختلف را با هم مقایسه می‌کند.



شکل ۸- مقایسه رگرسیون ضریب قدکشیدگی گونه‌های مختلف
(رگرسیون بلندمازو به‌علت عدم اعتبار لازم حذف شد)

از آنجایی‌که معمولاً در قطر یکسان، ارتفاع ممرز کمتر از راش است؛ رگرسیون ضریب قدکشیدگی ممرز با شیب تندتری (۰/۰۱۳ در مقابل ۰/۰۰۹۷؛ شکلهای ۳ و ٤) به سمت قطرهای بیشتر کاهش می‌یابد. به‌عبارت دیگر، ضریب قدکشیدگی ممرز سریعتر اصلاح می‌شود. برای گونه‌های راش و پلت این ضریب و رگرسیون مربوطه تقریباً برابرند. توسکا در مرحله جوانی و قطرهای کم، ضریب قدکشیدگی کمتری دارد ولی در قطرهای بیشتر به سایر گونه‌ها می‌رسد (شکل ۸).

ضریب قدکشیدگی گونه‌ها در شکلهای مختلف زمین (فیزیوگرافی)

به‌منظور بررسی تأثیر شکل زمین در ضریب قدکشیدگی گونه‌ها، این بررسی در ۵ شکل مختلف زمین انجام شد. جدول ۳ به مقایسه ضریب قدکشیدگی درختان در شکلهای مختلف زمین می‌پردازد.

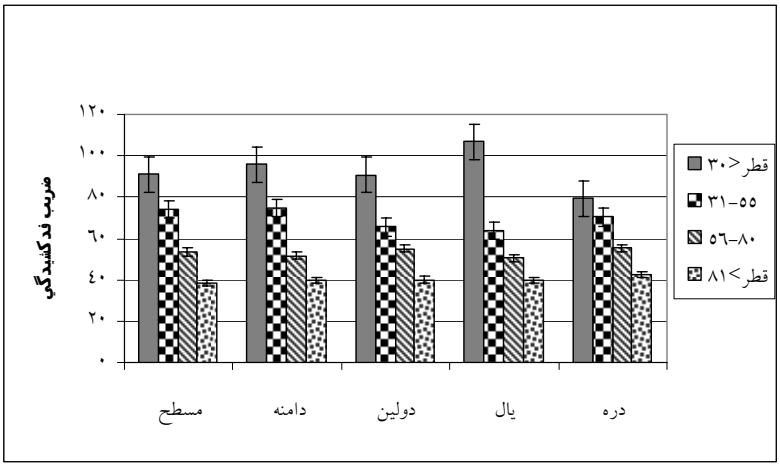
جدول ۳- مقایسه ضریب قدکشیدگی در شکلهای مختلف زمین برای همه گونه‌ها

شکل زمین	دامنه	دره	یال	دولین*	مسطح
میانگین Slc	۵۹/۹	۶۲/۶	۶۰/۶	۵۳/۵	۵۷/۸

*پدیده کارستیك به شکل قیف

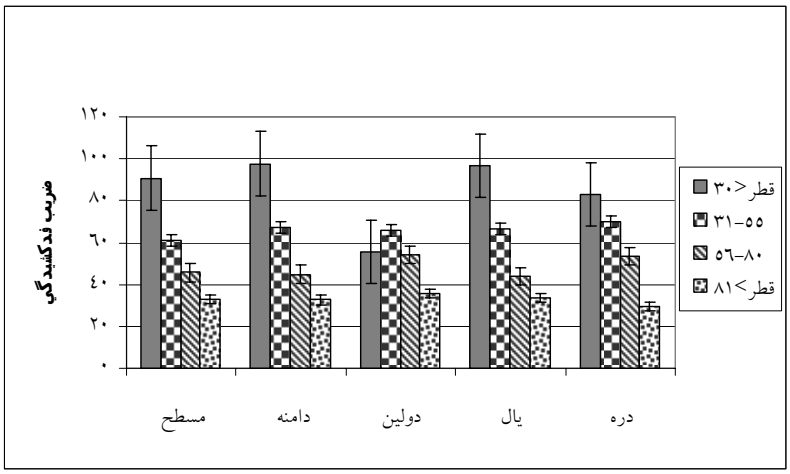
با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار ضریب قدکشیدگی در درختان واقع در دره‌ها دیده می‌شود که با توجه به رقابت نوری شدیدتر درختان در این مناطق توجیه پذیر است. کمترین مقدار ضریب قدکشیدگی نیز در درختان واقع در دولین‌ها (به‌دلیل بیشتر بودن قطر درختان) و سپس در مناطق مسطح (به‌دلیل رقابت نوری کمتر) دیده می‌شود.

شکلهاي ۹ تا ۱۱ به مقايسه ضريب قدكشيدگي گونه‌ها در شكلهاي مختلف زمين و به تفكيك طبقات قطري تعريف شده مي‌پردازد (براي گونه هاي توسكاي ييلاقي و بلندمازو تعداد نمونه كافي براي مقايسه در شكلهاي مختلف زمين وجود نداشت).



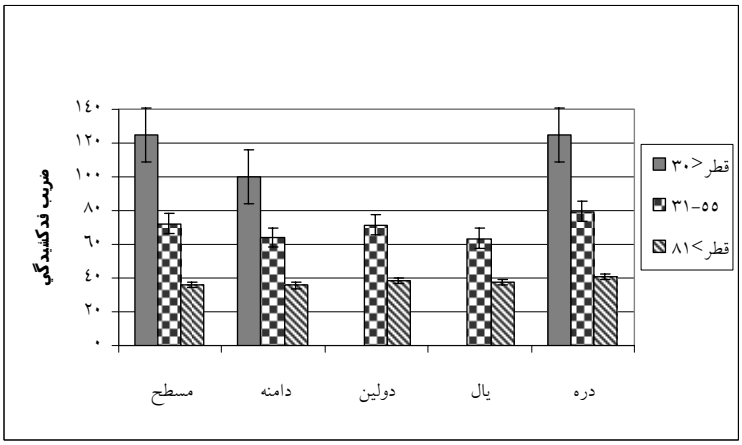
شکل ۹- ضریب قدکشیدگی و حدود اعتماد گونه راش در شکلهای مختلف زمین و به تفکیک طبقات قطری

در شکل ۹ مشاهده می‌شود که گونه راش در مرحله جوانی بر روی یال‌ها به‌دلیل انبوهی زادآوری و وجود توده‌های همسال کشیده‌تر می‌شود. اما در طبقات قطری بیشتر تفاوت معنی‌داری در شکلهای مختلف زمین دیده نمی‌شود. به‌عبارت دیگر ضرایب قدکشیدگی در سنین بیشتر در اثر ساختار ناهمسالی توده خودبه‌خود اصلاح می‌شوند.



شکل ۱۰- ضریب قدکشیدگی و حدود اعتماد گونه ممرز در شکلهای مختلف زمین و به تفکیک طبقات قطری

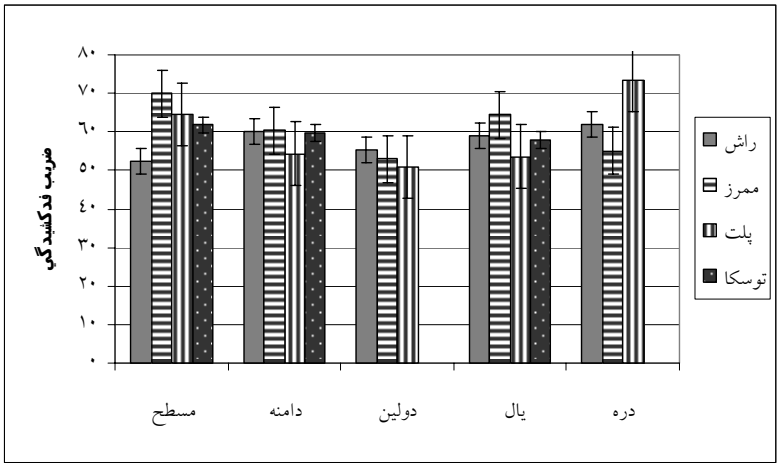
در شکل ۱۰ ملاحظه می‌شود که گونه ممرز در مرحله جوانی در دولین‌ها از ضریب قدکشیدگی کمی برخوردار است.



شکل ۱۱- ضریب قدکشیدگی و حدود اعتماد گونه پلت در شکلهای مختلف زمین و به تفکیک طبقات قطری (برای طبقه قطری ۸۰-۵۶ سانتیمتر تعداد نمونه کافی وجود نداشت)

در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود که برای ضریب قدکشیدگی گونه پلت در طبقات قطری مختلف (بجز در مرحله جوانی) تفاوت چندانی در شکلهای مختلف زمین وجود ندارد.

شکل ۱۲ به مقایسه ضریب قدکشیدگی ٤ گونه درختی در شکلهای مختلف زمین می پردازد.



شکل ۱۲- مقایسه ضریب قدکشیدگی و حدود اعتماد گونه‌های مختلف در شکلهای مختلف زمین

از آن‌جایی‌که توسکا گونه‌ای آبدوست است، در مناطق مسطح که آب متوقف می‌شود نسبت به دامنه و یال که تغذیه آبی در آنها ضعیف‌تر است، رویش طولی و ضریب قدکشیدگی بیشتری پیدا می‌کند.

همچنین ضریب قدکشیدگی گونه پلت در دولین‌ها به‌علت افزایش قطر و در یالها به‌دلیل تأمین نور کافی نسبت به سایر مناطق کمتر شده است.

ممرز به‌دلیل نیمه‌نورپسند بودن در دره‌ها و دولین‌ها رشد ارتفاعی زیادی نداشته است.

ضریب قدکشیدگی گونه‌ها در جهت‌های جغرافیایی مختلف

جدول ٤ به مقایسه ضریب قدکشیدگی درختان در جهت‌های مختلف زمین می‌پردازد.

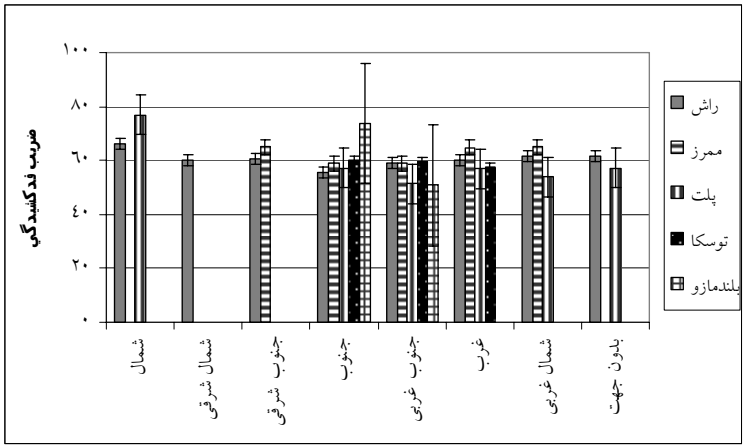
جدول ٤- مقایسه ضریب قدکشیدگی درختان نمونه با جهت‌های مختلف

جهت جغرافیایی*	شمالی	شمال شرقی	جنوب شرقی	جنوبی	جنوب غربی	غربی	شمال غربی	بدون جهت
میانگین Slc	۶۷	۵۹/۳	۵۹/۴	۵۸/۱	۵۸/۴	۶۰/۸	۶۱/۹	۶۰/۹

* در جهت شرقي تعداد نمونه كافي قرار نگرفت.

با توجه به جدول ٤ ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار ضریب قدکشیدگی در درختان واقع در قطعات نمونه با جهت شمالی دیده می‌شود و کمترین مقدار در جهت‌های جنوبی و جنوب غربی است. این نتیجه با بیشتر بودن حرارت و ساعات تابش نور در جهت‌های جنوبی و جنوب غربی و نیز کمتر بودن رقابت نوری در آنها نسبت به جهت شمالی، مطابقت دارد.

شکل ۱۳ به مقایسه ضریب قدکشیدگی درختان در جهت‌های مختلف جغرافیایی به تفکیک گونه‌ها می‌پردازد.

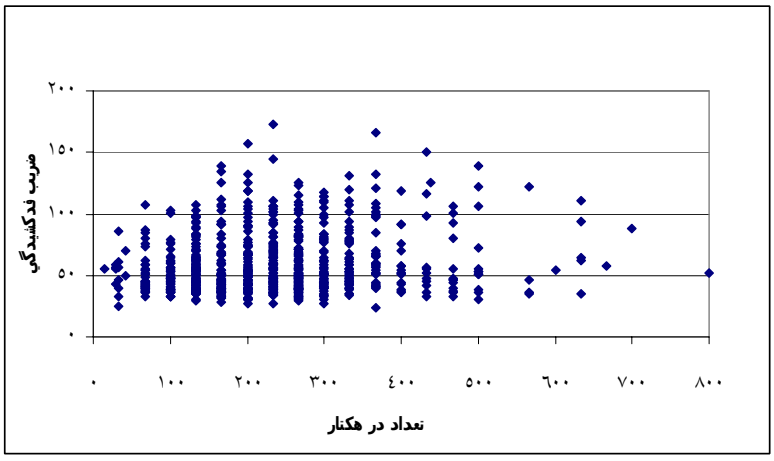


شکل ۱۳- مقایسه ضریب قدکشیدگی و حدود اعتماد گونه‌های مختلف در جهت‌های مختلف جغرافیایی (برای گونه‌های توسکای ییلاقی و بلندمازو نمونه کافی برای مقایسه در همه جهت‌های جغرافیایی وجود نداشت)

همان‌طور که از شکل ۱۳ پیداست گونه‌های راش و پلت در جهت شمالی بیشترین ضریب قدکشیدگی را دارند. ممرز که گونه‌ای نیمه نورپسند است در جهت‌های جنوب و جنوب‌غربی که نور به اندازه کافی وجود دارد، زیاد کشیده نمی‌شود.

رابطه ضریب قدکشیدگی با تراکم توده

شکل ۱٤ ابر نقاط رابطه بین ضریب قدکشیدگی را با تراکم توده برای گونه راش نشان می‌دهد.

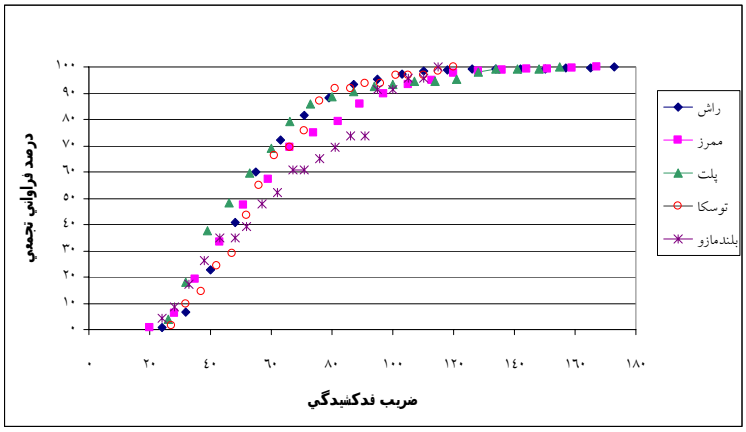


شکل ۱٤- رابطه بین ضریب قدکشیدگی راش با تراکم توده

با توجه به وضعیت ابر نقاط در شکل ۱٤ مشاهده می‌شود که رابطه معنی‌داری بین ضریب قدکشیدگی راش با تراکم توده وجود ندارد. همین وضعیت برای ٤ گونه دیگر مورد بررسی نیز مشاهده شد.

فراوانی تجمعی

شکل ۱۵ فراوانی تجمعی ضریب قدکشیدگی را برای گونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد.



شکل۱۵- درصد فراوانی تجمعی ضریب قدکشیدگی

با بررسی شکل ۱۵ مشخص می‌شود که در منطقه مورد مطالعه، ضریب قدکشیدگی درختان بین ۲۰ تا ۱۷۳ متغیر است که از این مقدار حدود ۱۰ درصد درختان دارای ضریب قدکشیدگی بیشتر از ۱۰۰ بوده و در وضعیت *خیلی ناپایدار* قرار دارند (مراجعه به جدول ۱)، حدود ۱۵ درصد در وضعیت *ناپایدار* (۱۰۰-۸۰) و حدود ۷۵ درصد درختان در وضعیت *پایدار* (Slc< ۸۰) قرار دارند.

بحث

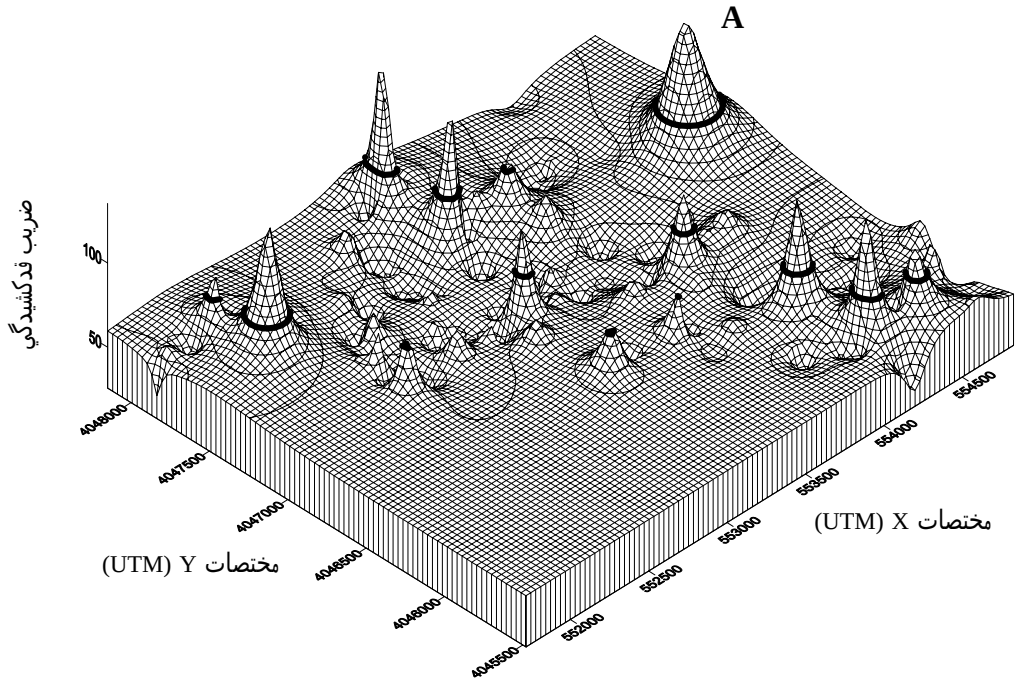
در این مطالعه ضریب قدکشیدگی ۵ گونه مهم جنگلی در یک جنگل ناهمسال در شمال ایران بررسی شد. به‌طورکلی میزان ضریب قدکشیدگی درخت به سرشت گونه (نورپسندی یا سایه‌پسندی)، میزان نور، رقابت، حاصلخیزی رویشگاه و تراکم توده بستگی دارد. اصولاً با افزایش تراکم و رقابت در توده، ضریب قدکشیدگی افزایش می‌یابد. اما با افزایش سن و قطر درخت این ضریب رو به کاهش می‌گذارد. به‌عبارت دیگر ضریب قدکشیدگی با سن درخت رابطه عکس دارد (Wang *et al.*, 1998). درحالی‌که در مطالعه حاضر، بررسی رابطه بین ضریب قدکشیدگی درختان با تراکم توده نشان داد که رابطه معنی‌داری بین این دو مشخصه دیده نمی‌شود (شکل ١٤). علت این موضوع را باید در ناهمسالی و یکنواختی توده (جامعه آماری) مورد بررسی جستجو کرد. در بررسی به‌عمل آمده مشاهده شد که تعداد در هکتار در قطعات نمونه مورد بررسی از تغییرات شدیدی برخودار نیست. درنتیجه ضریب قدکشیدگی درختان رابطه معنی‌داری با تراکم توده نداشته است. درحالی‌که در توده های همسال قطعاً این ضریب با تراکم توده رابطه خواهد داشت.

وجود درختان مختلف با ضریب قدکشیدگی متفاوت سبب پایداری توده می‌شود. در توده مورد بررسی ضریب قدکشیدگی بیشتر درختان (بجز قطرهای کمتر از ۳۰ سانتیمتر) در محدوده ٤٠ تا ۸۰ قرار دارند (شکل ۲) که نشان‌دهنده پایداری درختان در این جنگل ناهمسال است. به‌طوری‌که ضریب قدکشیدگی ۷۵ درصد درختان کمتر از ۸۰ می‌باشد. نمودار فراوانی تجمعی ضریب قدکشیدگی درختان (شکل ۱۵) نشان می‌دهد که تنها حدود ۲۵ درصد درختان در وضعیت *ناپایدار* قرار دارند که سهم زیادی از این مقدار مربوط به درختان جوان است. بنابراین در توده‌های ناهمسال همچون جنگل مورد بررسی، ضریب قدکشیدگی درختان به‌تدریج اصلاح می‌شود و اگر تراکم و آمیختگی توده به نحو مطلوب حفظ شود، نسبت ارتفاع به قطر درخت در حد پایدار باقی خواهد ماند.

در این مطالعه ضریب قدکشیدگی درختان در شکلهای مختلف زمین بررسی و مشاهده شد که کشیده‌ترین درختان به‌دلیل رقابت نوری در دره‌ها و کوتاه‌ترین درختان در دولین‌ها و سپس در مناطق مسطح یافت می‌شوند (جدول ۳). با بررسی انجام شده مشخص شد که علت کاهش ضریب قدکشیدگی درختان در دولین‌ها به‌رغم ارتفاع زیاد، بیشتر بودن میانگین قطر درختان در این مناطق است که به حاصلخیزی بیشتر رویشگاه در محل دولین‌ها برمی‌گردد. در مناطق مسطح نیز علت کاهش ضریب قدکشیدگی، رقابت نوری کمتر درختان در این نواحی است.

این مطالعه نشان داد که ضریب قدکشیدگی درختان به جهت جغرافیایی نیز بستگی دارد. به‌طوری‌که درختان در جهت شمالی کشیده‌تر و در جهت‌های جنوبی و جنوب‌غربی کوتاه‌تر بودند که با میزان نور بیشتر در جهت‌های جنوبی و جنوب‌غربی مطابقت دارد (جدول ٤ و شکل ۱۳).

از آنجایی‌که ضریب قدکشیدگی با حاصلخیزی رویشگاه رابطه مستقیم دارد (Marvie- Mohadjer, 1975)، می‌توان نتیجه گرفت که در هر منطقه‌ای که این ضریب بیشتر باشد، رویشگاه مستعدتری برای آن گونه وجود دارد. همچنین با تهیه نقشه حد آستانه ضریب قدکشیدگی می‌توان برای گونه‌های مختلف، نقاط بحرانی را از نقطه‌نظر پایداری مشخص نمود که می‌تواند در اجرای عملیات پرورشی کاربرد زیادی داشته باشد. شکل ۱٦ نمونه‌ای از این گونه نقشه‌ها را برای گونه پلت نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال، منطقه A در این نقشه درحد فاصل پارسل‌های ۲۱۹ و ۲۲۰ با ارتفاع حدود ۱۰۰۰ متر از سطح دریا (با مختصات مشخص در شکل) و در دره‌ای با جهت شمالی واقع شده‌است که ضریب قدکشیدگی درختان پلت آن متجاوز از ۱۰۰ می‌باشد.



شکل ۱٦- پراکنش ضریب قدکشیدگی گونه پلت در منطقه مورد مطالعه
(دایره‌های تیره آستانه ضریب قدکشیدگی ۸۰ را نشان می‌دهند)

مدلهای نمایی (Exponential) برازش شده برای رابطه بین قطر برابر سینه با ضریب قدکشیدگی با نتایج تحقیق نمیرانیان (۱۳۸۳) و Wang *et al.* (1998) مطابقت دارد. به‌طور کلی این رابطه یک همبستگی کاهشی است. با توجه به رگرسیون‌های بدست آمده، گونه‌های راش، ممرز و پلت از طبقه قطری ۳۰ سانتیمتری به ضریب قدکشیدگی مناسبی (Slc< ۸۰) می‌رسند، در حالی‌که برای گونه‌های توسکای ییلاقی و بلندمازو پایداری از طبقه قطری ۲۰ سانتیمتری اتفاق می‌افتد (شکلهای ۳ تا ۷). بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در این جنگل، برای سه گونه راش، ممرز و پلت، تنک کردن توده باید از طبقه قطری ۳۰ و برای دو گونه توسکای ییلاقی و بلندمازو از طبقه قطری ۲۰ سانتیمتر به پایین انجام شود.

به‌طورکلی میزان ارتفاع و رویش طولی گونه پلت بویژه در مرحله جوانی نسبت به راش بیشتر بوده است که این نتیجه با نتایج مطالعه ثاقب‌طالبی (۱۳۷۸) مطابقت دارد، ولی در مراحل بعدی رویش، گونه راش به‌دلیل تحمل سایه از پلت پیشی گرفته و یا با آن هم ارتفاع می‌شود (شکل ۲).

در این تحقیق کشیده‌ترین درختان پلت در دره‌ها و سپس در دامنه‌ها و دولین‌ها مشاهده شد، در حالی‌که در تحقیق ثاقب‌طالبی (۱۳۷۸) بلندترین درختان پلت به ترتیب در نزدیکی دولین‌ها و سپس در دامنه‌ها و دره‌ها مشاهده شده است. بیشترین ضریب قدکشیدگی برای گونه پلت در دره ها و کمترین در یال‌ها (به‌علت خشکی شدید) و دولین‌ها مشاهده شد که با نتایج مطالعه ثاقب‌طالبی (۱۳۷۸) مطابقت دارد.

با توجه به اینکه در جنگل مورد مطالعه، در توده‌های جوان بادافتادگی و در توده‌های مسن شکستگی تنه در اثر فشار برف فراوان دیده می‌شود، آگاهی از میزان ضریب قدکشیدگی گونه‌ها می‌تواند برای مدیران جنگل بسیار مفید باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که با اندازه‌گیری درختان بادافتاده و شکسته، مشخص شود که برای هرگونه ناپایداری در چه طبقه قطری و یا ضریب قدکشیدگی اتفاق می‌افتد تا این موضوع در برنامه‌ریزی‌های پرورشی آینده مورد توجه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

اخوان، ر.، ۱۳۸۳. بررسی استفاده از روش زمین‌آمار در برآورد موجودی جنگل در مقایسه با روش کلاسیک در جنگلهای خزری شمال ایران. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ٦٥ صفحه.

امانی، م. و حسنی، م.، ۱۳۷٦. بررسی تیپولوژی توده مادری راش در طرحهای آزمایشات دانه زاد ناهمسال و دانه زاد همسال جنگلهای سنگده (شرق پل سفید). پژوهش و سازندگی، شماره ۳۷: ۲۷-٤.

بی‌نام، ۱۳۷٤. دومین طرح تجدید نظر بخش نم‌خانه، جنگل خیرودکنار نوشهر. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۲۰٦ صفحه.

ثاقب‌طالبی، خ.، ۱۳۷۸. نیاز رویشگاهی و نحوه زیست گونه افرا پلت در منطقه خیرودکنار نوشهر. تحقیقات جنگل و صنوبر، جلد۲: ۱۵۰-۷۹.

زاهدی امیری، ق.، ۱۳۷۰. تعیین رویش جنگل به تفکیک گونه ها در بخش نم‌خانه جنگل خیرودکنار. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۱۲۰ صفحه.

متاجی، ا.، نمیرانیان، م. و مروی مهاجر، م. ر.، ۱۳۷۸. بررسی پراکنش تعداد در طبقات ارتفاعی در جنگلهای طبیعی (بخش گرازبن از جنگل خیرودکنار نوشهر). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۹۰ صفحه.

نمیرانیان، م.، ۱۳۷۹. مطالعه شاخص‌های مهم اندازه‌ای گونه راش در بخش گرازبن از جنگل خیرودکنار. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۳ (۱): ۹۵-۸۷.

نمیرانیان، م.، ۱۳۸۳. مطالعه اندازه‌ای گونه ون در بخش گرازبن از جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷ (٤): ۷۰۲-٦٨٩.

- Burschel, P. and Huss, J., 1987. Grundriss des Waldbaus. Verlag Paul Parey, Humburg und Berlin. 352p.
- Liu, X., Silinus, U., Lieffers, V.J. and Man, R., 2003. Stem hydraulic properties and growth in lodgepole pine stands following thinning and sway treatment. Can. J. For. Res. 33(7): 1295-1303.
- Marvie- Mohadjer, M.R., 1975. Ueber Qualitaets merkmale der Buche. Doctoral dissertation Nr. 5306. Aku- Fotodruck, ETH, Zuerich. 106p.
- Nikinmaa, E., Ilomaki, S. and Makela, A., 2003. Crown rise due to competition drives biomass allocation in silver birch. Can. J. For. Res. 33(12): 2395-2404.
- Oliveria, A.M., 1987. The H/D ratio in maritime pine (*Pinus pinaster*) stands. 881-888. In: Ek, A.R., Shifley, S.R. and Burk, T.E., (eds.). Proceedings of the IUFRO conference, Vol 2: Forest growth modeling and prediction. 23-27 Aug. 1987. Minneapolis, Minn. International Union of Forest Research Organizations, Vienna.
- Rudnicki, M., Silinus, U. and Lieffers, V.J. 2004. Crown cover is correlated with relative density, tree slenderness and tree height in lodgepole pine. Forest science 50(3): 356-363.
- Sagheb-Talebi, Kh. and Schuetz, J. Ph., 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) forests in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system. Forestry, 75(4): 465- 472.
- Wang, Y., Titus, S.J. and LeMay, V.M., 1998. Relationships between tree slenderness
coefficients and tree or stand characteristics for major species in boreal mixed wood forests. Can. J. For. Res. 28: 1171-1183.

Slenderness coefficient of five major tree species in the Hyrcanian forests of Iran

R. Akhavan[1] and M. Namiranian[2]

1- Assistant professor. Research Institute of Forests and Rangelands. E-mail: akhavan@rifr-ac.ir
2- Associate professor. Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

Abstract

Slenderness coefficient of trees, defined as the ratio of total height to diameter at breast height (DBH), is frequently used as resistance index of trees to wind throw. By measuring DBH and total height of 1379 trees, the relationships between slenderness coefficients and trees DBH were investigated for five major tree species in a broadleaved Hyrcanian forests of Iran, Kheyroudkenar-Noshahr, including beech (*Fagus orientalis* Lipsky), hornbeam (*Carpinus betulus* L.), maple (*Acer velutinum* Boiss.), alder (*Alnus subcordata* C.A.M.) and oak (*Qercus castaneifolia* C.A.M.). Tree slenderness coefficients were found to be negatively correlated with DBH. The graphical results indicated that about 75% of the sampled trees had a slenderness coefficient lower than 80 and the range of variation is between 20 to 173. The most of difference among the slenderness coefficients of tree species were found in diameter class below 30 cm. Maximum slenderness coefficients observed in the valleys and northern aspects, while minimum in karstic phenomenons and southern aspects. No correlation was found between tree slenderness coefficients and stand density.

Key words: slenderness coefficient, aspect, density, physiography, Hyrcanian forests.