



## "مقاله پژوهشی"

# بررسی و مقایسه ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط ایرانی و بنه در شرایط رویشگاهی مختلف در زاگرس میانی

احمد حسینی<sup>۱</sup> و رضا اخوان<sup>۲</sup>

۱- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مرتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران، (نویسنده مسوول: ahmad.phd@gmail.com)  
۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران  
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۸ صفحه: ۱۸۳ تا ۱۹۲

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** ضریب قدکشیدگی یکی از شاخص‌های بررسی پایداری درختان جنگلی است و نتایج بررسی آن در مورد درختان کهن‌سال از اهمیت بوم‌شناختی و جنگل‌شناختی زیادی برخوردار می‌باشد. در این پژوهش ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال گونه‌های بلوط ایرانی و بنه در شرایط رویشگاهی مختلف در جنگل‌های استان ایلام مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها:** برای این منظور پس از شناسایی ۲۶ درخت کهن‌سال متعلق به گونه بلوط ایرانی و ۴۷ درخت کهن‌سال متعلق به گونه بنه، مشخصات کمی آنها شامل قطر برابر سینه و ارتفاع اندازه‌گیری شد. همچنین وضعیت محل استقرار آنها در جنگل از نظر شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا بررسی شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که برای هر دو گونه بلوط و بنه رابطه معنی‌داری بین قطر با ضریب قدکشیدگی وجود دارد که در هر دو کم‌شونده بوده و بهترین مدل برای برازش این رابطه در هر دو گونه مدل نمایی به‌دست آمد. میزان ضریب تبیین رگرسیون برای گونه بلوط و بنه به ترتیب ۵۷ و ۳۵ درصد بود. درختان کهن‌سال شناسایی شده بلوط (ضریب قدکشیدگی = ۷/۸۲) و بنه (ضریب قدکشیدگی = ۵/۷۲) از ضریب قدکشیدگی کمی برخوردار بودند، با این وجود، تعداد بیشتری از درختان کهن‌سال بنه نسبت به بلوط از ضریب قدکشیدگی کمتری برخوردار بودند. به‌طوری‌که ۶۲ درصد درختان کهن‌سال بنه ضریب قدکشیدگی بین ۵ تا ۷ داشتند، اما ۶۵ درصد درختان کهن‌سال بلوط ضریب قدکشیدگی بیشتر از ۷ داشتند. ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط با ارتفاع از سطح دریا ارتباط معنی‌دار داشت (معنی‌داری = ۰/۰۴۹) و مقدار آن در ارتفاعات ۱۳۰۰-۹۰۰ متر از سطح دریا (ضریب قدکشیدگی = ۹/۴۵) بیشتر بود. ضریب قدکشیدگی درختان بنه با ارتفاع از سطح دریا (معنی‌داری = ۰/۰۰۰) و جهت جغرافیایی (معنی‌داری = ۰/۰۰۱) ارتباط معنی‌دار داشت و مقدار آن در طبقه ارتفاعی ۱۳۰۰-۹۰۰ متر از سطح دریا (ضریب قدکشیدگی = ۱۰/۱۴) بیشتر بود.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج به‌دست‌آمده نتیجه‌گیری شد که رویشگاه‌های درختان کهن‌سال بلوط واقع در طبقات ارتفاعی ۱۳۰۰-۹۰۰ متر از سطح دریا و نیز رویشگاه‌های درختان کهن‌سال بنه واقع در طبقات ارتفاعی ۱۳۰۰-۹۰۰ متر از سطح دریا و نقاط بدون جهت که حائز بیشترین ضریب قدکشیدگی بودند، از پتانسیل بیشتری برای رشد و استقرار درختان برخوردارند. همچنین، رویشگاه‌های درختان کهن‌سال بلوط واقع در طبقات ارتفاعی ۱۷۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا (ضریب قدکشیدگی = ۷/۵۲) و نیز رویشگاه‌های درختان کهن‌سال بنه واقع در طبقات ارتفاعی ۱۷۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا (ضریب قدکشیدگی = ۵/۲۴) و جهت شرقی (ضریب قدکشیدگی = ۳/۵۲) و شمالی (ضریب قدکشیدگی = ۵/۱۱) که حائز کمترین ضریب قدکشیدگی بودند، از مطلوبیت بیشتری برای پایداری درختان کهن‌سال نامبرده برخوردارند. لذا می‌توان گفت که ضریب قدکشیدگی پایین درختان کهن‌سال بلوط ایرانی و بنه یکی از شاخص‌های نشانگر پایداری و ماندگاری آنها در جنگل‌های مورد مطالعه است.

**واژه‌های کلیدی:** پایداری درخت، توپوگرافی، جنگل‌های بلوط، درختان دیرزیست، قطر برابر سینه، کمی و کیفی

## مقدمه

قطری کماکان ادامه دارد. لذا در سنین بالای درختان جنگلی مشاهده می‌شود که آنها از قطر تنه زیادی برخوردارند و به راحتی در جنگل قابل تفکیک و تمایز نسبت به درختان جوان‌تر هم‌نوع خود هستند (۱۴). این تغییرات تدریجی در رشد قطری و ارتفاعی درختان جنگلی به مرور زمان، در پایداری آنها در رویشگاه تاثیر می‌گذارد (۲۲). یکی از شاخص‌هایی که بر اساس آن می‌توان به ارزیابی پایداری درختان کهن‌سال پرداخت، ضریب قدکشیدگی آنهاست. ضریب قدکشیدگی در واقع رابطه بین قطر و ارتفاع درخت را نشان می‌دهد و کاربرد زیادی در مطالعات جنگل‌شناسی، بوم‌شناختی و حتی مدیریت جنگل داشته و مطالعات زیادی پیرامون آن با اهداف مختلف در جنگل‌های مختلف ایران و درختان جنگلی بر مبنای ضریب قدکشیدگی جیمز (۱۲) و سین و همکاران (۱۸) مطالعاتی انجام داده و ضریب قد کشیدگی بالای ۱۰۰ را نشان دهنده پایداری اندک درخت اعلام کرده‌اند. در برخی مطالعات نیز بیان شده است که

درختان کهن‌سال در امتداد عمر طولانی خود شرایط نامساعد محیطی را به‌طور پایداری تحمل کرده و از این نظر همواره مورد توجه بوده‌اند (۹، ۱۴). در جنگل‌های استان ایلام درختان کهن‌سال زیادی از گونه‌های بلوط ایرانی و بنه وجود دارد که با وجود گذشت سالیان زیاد و بلکه قرن‌های متمادی همچنان به‌صورت پایداری در سطح رویشگاه‌های جنگلی حضور فعال دارند. این درختان اغلب بر روی شیب‌های ملایم قرار داشته و از عمق خاک مناسب‌تری نسبت به محیط اطراف خود برخوردار هستند که قرارگیری درختان کهن‌سال در این شرایط مطلوب رویشگاهی از دلایل پایداری آنها در امتداد عمر طولانی خود معرفی شده است (۱۰).

درختان جنگلی با گذر تدریجی از مرحله جوانی تا میانسالی و سپس ورود به سن کهنسالی وضعیت رشدشان تغییر می‌کند؛ به‌طوری‌که تا سن معینی بسته به نوع گونه و شرایط رویشگاهی رشد ارتفاعی زیادی داشته و پس از رسیدن به حداکثر بلندی خود، رشد ارتفاعی متوقف یا کند شده، اما رشد

ضریب قدکشیدگی در شرایط رویشگاهی مختلف نیز فرق می کند و در رویشگاه های حاصل خیزتر میزان آن بیشتر است (۱۵). از این رو به عنوان شاخص و معیاری برای مقایسه درختان جنگلی در رویشگاه های مختلف استفاده می شود. به عنوان مثال در پژوهشی در جنگل خیرودکنار اخوان و نمیرانیان (۲) مشخص کردند که مقدار ضریب قدکشیدگی در درختان واقع در دره ها و جهت های شمالی بیشتر و در درختان واقع در دولین ها و جهت های جنوبی کمتر است. در پژوهشی در جنگل های لهستان بیجک و اورزل (۴) مشخص کردند که درختان واقع در رویشگاه های الیگوتروف تنه باریکتری نسبت به درختان واقع در رویشگاه های مزوتروف دارند.

با توجه به اهمیت درختان کهن سال در جنگل و عنایت به ویژگی های آنها به عنوان راهنمای مدیریت درختان جوان تر برای کمک به پایداری جنگل، ضرورت دارد که ضریب قدکشیدگی آنها بررسی شود که این مهم تاکنون در خصوص درختان کهن سال در جنگل های کشور و به ویژه زاگرس انجام نشده و درک کاملی از این موضوع در خصوص درختان کهنسال بلوط ایرانی و بنه وجود ندارد. لذا این پژوهش با هدف تعیین و مقایسه ضریب قدکشیدگی درختان کهن سال بلوط ایرانی و بنه در شرایط رویشگاهی مختلف جنگل های استان ایلام انجام شد.

## مواد و روش ها

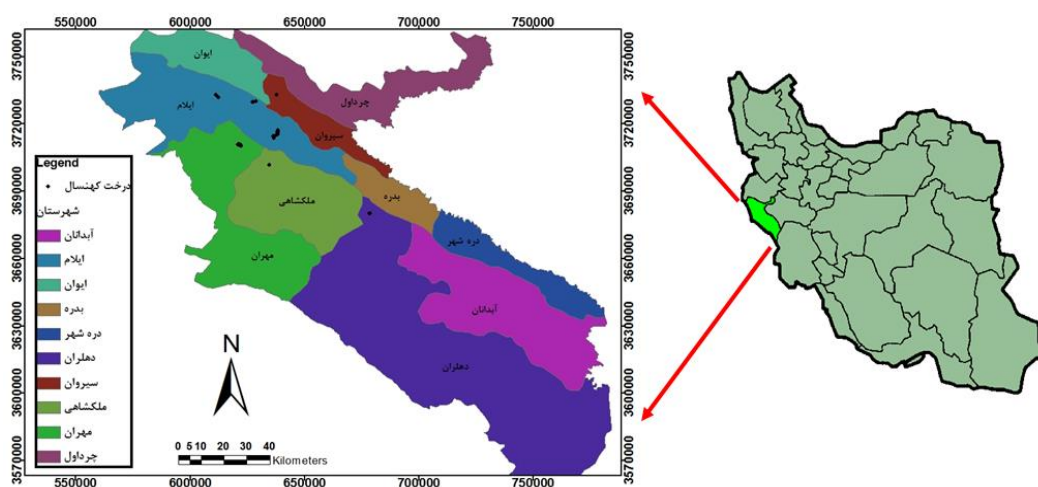
### منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در بخشی از جنگل های استان ایلام در حوزه شهرستان های ایلام، سیروان، چرداول، بدره، ملکشاهی، مهران و دهلران انجام شد (شکل ۱). جنگل های مورد بررسی در محدوده ارتفاعی ۹۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا، شیب دامنه کمتر از ۶۰ درصد و جهت های جغرافیایی مختلف قرار دارند. پوشش جنگلی مناطق مورد مطالعه غالباً از بلوط ایرانی تشکیل شده و گونه های درختی و درختچه ای مانند بنه، کیکم، زالزالک، ارژن، داغداغان، محلب و ... بسته به شرایط آب و هوایی با آن همراه شده اند (۱۰).

ضریب قدکشیدگی زیر ۸۰ پایداری عالی درختان جنگلی را نشان می دهد (۱۳،۲۰).

ضریب قدکشیدگی درختان جنگلی بسته به وضعیت ساختار و انبوهی جنگل ها فرق می کند. به طوری که در توده های جنگلی انبوه که درختان ارتفاع بلندتر و قطر برابر سینه کمتری دارند، معمولاً ضریب قدکشیدگی بیشتر است و به عکس در توده های تنک که درختان با فاصله بیشتری نسبت به یکدیگر قرار گرفته و بلندی کمتر و قطر تنه بیشتری دارند، ضریب قدکشیدگی کمتر است (۱۶،۱۶،۲۱). به عنوان مثال در پژوهشی در جنگل های نیجریه یوسر و اگریبین (۱۱) مشخص کردند که ضریب قدکشیدگی با قطر برابر سینه، سن و صفات تاجی همبستگی منفی و با ارتفاع درخت و تراکم توده همبستگی مثبت دارد. در پژوهش دیگری در جنگل های نیجریه، اولادویه و همکاران (۱۷) نشان دادند که قطر برابر سینه متغیر پیش بینی کننده بهتری برای ضریب قدکشیدگی نسبت به سایر ویژگی های رشد درخت است. در جنگل های زاگرس که معمولاً تنک تا نیمه انبوه هستند، درختان از قطر تنه بیشتر و ارتفاع کمتری برخوردارند که این امر موجب کاهش ضریب قدکشیدگی آنها شده است. در پژوهشی در جنگل های دشت لاله اندیمشک شوهانی و همکاران (۱۹) میانگین ضریب قدکشیدگی درختان بلوط ایرانی را ۲۰/۸۶ گزارش کردند. در پژوهشی دیگر در جنگل های کهگیلویه و بویراحمد فقاhtی و الوانی نژاد (۷) متوسط ضریب قدکشیدگی درختان بلوط ایرانی را برابر با ۲۵/۶۰ گزارش کرده و کم بودن مقدار این ضریب را نشان دهنده پایداری نسبتاً مطلوب توده های بلوط دانسته اند.

مقدار ضریب قدکشیدگی در بین گونه های مختلف و در هر گونه در مراحل سنی مختلف متفاوت است. به طوری که این ضریب در سنین اولیه درخت بیشتر است و با افزایش سن و ابعاد درخت رو به کاهش می گذارد (۲). در پژوهشی در جنگل های ساری بزرگی و شیخ الاسلامی (۵) مشخص کردند که ضریب قدکشیدگی راش در سنین مختلف فرق داشته و با افزایش قطر درختان راش روند کاهشی داشته و نشان از پایداری درختان دارد.



شکل ۱- موقعیت مکانی درختان کهن سال مورد مطالعه بر روی نقشه استان ایلام  
Figure 1. Location of the studied old trees on the map of Ilam province

## روش تحقیق

برای انجام این تحقیق، جنگل‌گردشی‌های زیادی در سطح جنگل‌های استان انجام شد و تعداد ۲۶ اصله درخت کهن‌سال گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var *persica*) و ۴۷ اصله درخت کهن‌سال گونه بنه (*Pistacia atlantica*) شناسایی گردید. معیار شناسایی درختان کهن‌سال قطر برابر سینه بود (۳). پس از جنگل‌گردشی‌های متعدد، کمینه قطر لازم برای کهن‌سال‌شمردن درختان بلوط ایرانی و بنه ۱/۱ متر در نظر گرفته شد (۹). گونه‌های مورد مطالعه عموماً در شرایط خشک تا نیمه‌خشک رویشگاه‌های جنگلی زاگرس رشد کرده و از میزان رشد قطری سالانه خیلی کمی برخوردارند. لذا به‌خاطر انتخاب تعداد کافی درختان کهن‌سال برای مطالعه، کمینه قطرهای مورد اشاره در نظر گرفته شد. بعد از انتخاب هر یک از درختان کهن‌سال، مشخصات مکانی، مشخصات کمی (قطر برابر سینه و ارتفاع کل) و مشخصات رویشگاهی هر درخت (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) تعیین و اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها مقادیر ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط ایرانی و بنه بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (۲). در رابطه ۱،  $H_{total}$  = ارتفاع کل درخت (متر)،  $D_{1.3}$  = قطر برابر سینه درخت (سانتی‌متر) و  $Slc$  = ضریب قدکشیدگی درخت است.

$$Slc = H_{total} \times 100 / dbh \quad \text{رابطه (۱)}$$

به‌منظور بررسی رابطه بین قطر برابر سینه درختان کهن‌سال بلوط و بنه با ضریب قدکشیدگی آنها، ابر نقاط قطر برابر سینه با ضریب قدکشیدگی برای هر یک از گونه‌ها تشکیل شد. سپس بر اساس نحوه پراکنش ابر نقاط، نوع رابطه و مدل مناسب انتخاب شد (۲). به‌منظور تعیین چگونگی توزیع درختان کهن‌سال بلوط و بنه در طبقات مختلف، سه کلاسه ضریب قدکشیدگی: کمتر از ۵، ۵ تا ۷ و بیشتر از ۷ در نظر گرفته شد و فراوانی درختان کهن‌سال در کلاسه‌های مختلف ضریب قدکشیدگی به تفکیک گونه بررسی و نمودار آن ترسیم شد. همچنین به‌منظور تعیین وضعیت ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط ایرانی و بنه در شرایط رویشگاهی مختلف، برای جهت جغرافیایی پنج کلاسه شامل چهار جهت اصلی و بدون جهت و برای شیب سه طبقه: ۰-۱۰، ۱۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ درصد در نظر گرفته شد. در خصوص ارتفاع از سطح دریا با توجه به بازه ارتفاعی استقرار درختان کهن‌سال شناسایی‌شده، دو طبقه ارتفاعی ۹۰۰-۱۳۰۰ و ۱۳۰۰-۱۷۰۰ متر از سطح دریا برای گونه بلوط ایرانی و سه طبقه ارتفاعی ۹۰۰-۱۳۰۰، ۱۳۰۰-۱۷۰۰ و ۱۷۰۰-۲۰۰۰ متر از سطح دریا

برای گونه بنه در نظر گرفته شد. سپس مقادیر ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال در طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی و شیب محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌های ضریب قدکشیدگی در طبقات جهت جغرافیایی برای گونه بلوط ایرانی و در طبقات ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت جغرافیایی برای گونه بنه به‌وسیله تجزیه واریانس یک‌طرفه (One way anova) و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در نرم‌افزار SPSS انجام شد. همچنین تجزیه و تحلیل داده‌های ضریب قدکشیدگی در طبقات ارتفاع از سطح دریا و شیب برای بلوط ایرانی به وسیله آزمون تی مستقل (Independent – Samples t-test) انجام شد.

## نتایج و بحث

## وضعیت ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط و بنه

نتایج این بررسی نشان داد که به‌طور کلی درختان کهن‌سال شناسایی‌شده بلوط ایرانی و بنه از ضریب قدکشیدگی کمی برخوردار هستند. با این حال مقدار این ضریب در درختان کهن‌سال بلوط بیشتر از درختان کهن‌سال بنه بود (جدول ۱). همچنین نگاهی به مقادیر کمینه و بیشینه ضریب قدکشیدگی در جدول ۱ نشان می‌دهد که ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط دامنه نوسانات بیشتری نسبت به بنه داشته است. با توجه به ارتباط مقادیر کمتر ضریب قدکشیدگی با پایداری بیشتر درختان (۱۳، ۲۰)، می‌توان گفت که مقادیر کم ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال شناسایی‌شده نشان‌دهنده پایداری بالای آنها است. چرا که درختان شناسایی‌شده با توجه به بلندی مشخص و محدودی که دارند، قطر بالاتر و بزرگتری نسبت به درختان جوان‌تر هم‌نوع خود دارند و این شانس ماندگاری آنها را در رویشگاه افزایش می‌دهد. مقایسه ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط با مقادیر ضریب قدکشیدگی درختان جوان‌تر بلوط ایرانی در پژوهش‌های شوهانی و همکاران (۱۹) و فقاhtی و الوانی‌نژاد (۷) گواه بر این ادعا است. در پژوهش شوهانی و همکاران (۱۹) در جنگل‌های دشت لاله اندیمشک ضریب قدکشیدگی درختان بلوط ایرانی ۲۰/۸۶ تعیین شد. در پژوهش فقاhtی و الوانی‌نژاد (۷) در جنگل‌های کهگیلویه و بویراحمد نیز متوسط ضریب قدکشیدگی درختان بلوط ایرانی برابر با ۲۵/۶۰ تعیین شد. بر این اساس کم‌بودن متوسط ضریب قدکشیدگی در درختان کهن‌سال بلوط ( $Slc = 7/82$ ) و بنه ( $Slc = 5/72$ ) مبین پایداری نسبتاً مطلوب آنها است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بلوط و بنه در جنگل‌های استان ایلام

گونه درختی	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار
بلوط ایرانی	۷/۸۲	۲/۹۴	۱۲/۳۱	۱/۸۱
بنه	۵/۷۲	۳/۲۹	۱۰/۱۴	۱/۲۸

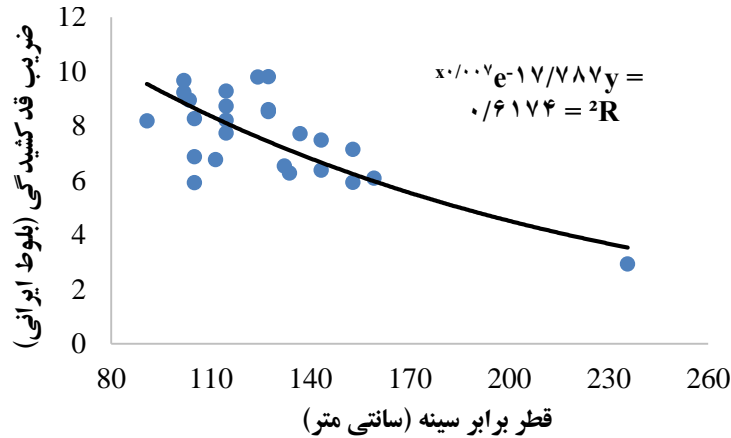
وجود دارد. رابطه به‌دست آمده در هر دو گونه حالت کم‌شونده داشت و بهترین مدل برای ابر نقاط هر دو گونه مدل نمایی به‌دست آمد (شکل ۲ و ۳). میزان ضریب تبیین رگرسیون

## رابطه بین ضریب قدکشیدگی با قطر برابر سینه

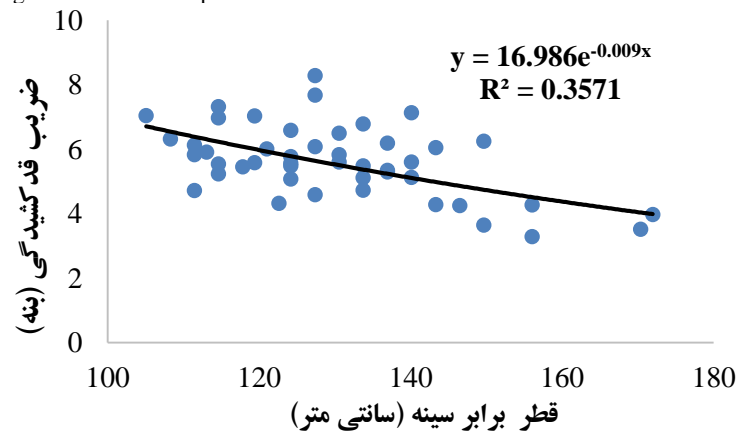
نتایج این بررسی نشان داد که در هر دو گونه بلوط ایرانی و بنه رابطه معنی‌داری بین ضریب قدکشیدگی و قطر برابر سینه

افزایش سن درخت ضریب قد کشیدگی آن کاهش می یابد. پژوهشگران دیگری نیز در نتایج خود به ارتباط منفی ضریب قد کشیدگی درخت با قطر برابر سینه اشاره کرده اند (۲، ۵، ۱۱، ۱۷).

برای گونه بلوط ۵۷ درصد و برای گونه بنه ۳۵ درصد بود. در درختان بلوط ایرانی و بنه تا سن معینی رشد ارتفاعی درخت ادامه دارد و سپس متوقف می شود، اما رشد قطری آنها تا سنین بیشتری ادامه می یابد و به همین خاطر است که با



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین قطر برابر سینه و ضریب قد کشیدگی درختان کهن سال بلوط ایرانی  
Figure 2. Regression relationship between dbh and Slenderness coefficient of Old Persian oak trees

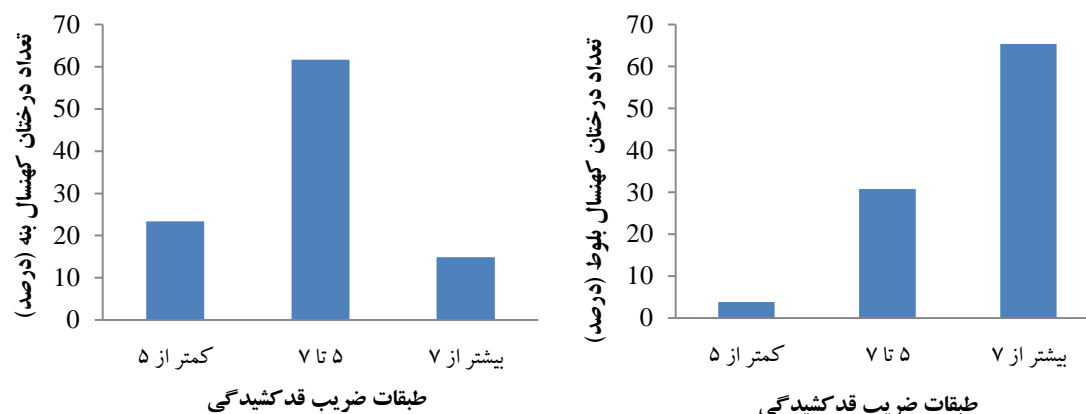


شکل ۳- رابطه رگرسیونی بین قطر برابر سینه و ضریب قد کشیدگی درختان کهن سال بنه  
Figure 3. Regression relationship between dbh and Slenderness coefficient of Old wild pistachio trees

دلایل وجود فراوانی بیشتر درختان کهن سال بنه در جنگل های استان نسبت به بلوط، علی رغم غالبیت گونه ای بلوط ایرانی در جنگل های استان، برخورداری آنها از ضریب قد کشیدگی نسبتاً پایین تر است. در نتایج پژوهش حسینی و اعظمی (۹) نیز مشخص شد که میانگین قطر برابر سینه درختان کهن سال بنه بیشتر از درختان کهن سال بلوط ایرانی و میانگین ارتفاع درختان کهن سال بنه کمتر از درختان کهن سال بلوط است. این نتایج بیانگر تفاوت های بین گونه ها از نظر میزان ضریب قد کشیدگی است و از این نظر با نتایج اخوان و نمیرانیان (۲) همخوانی دارد.

### فراوانی درختان کهن سال بلوط و بنه در طبقات ضریب قد کشیدگی

نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین فراوانی درختان کهن سال شناسایی شده بلوط در کلاسه ضریب قد کشیدگی بیشتر از ۷ قرار داشتند. اما در گونه بنه بیشترین فراوانی درختان کهن سال شناسایی شده در کلاسه ۵ تا ۷ قرار داشت (شکل ۴). مقایسه وضعیت ضریب قد کشیدگی درختان کهن سال هر دو گونه نشان می دهد که تعداد بیشتری از درختان کهن سال بنه نسبت به بلوط در کلاسه های ضریب قد کشیدگی کمتر قرار دارد. این امر همان طوری که قبلاً اشاره شد با پایداری درختان کهن سال ارتباط دارد و شاید یکی از



شکل ۴- فراوانی درختان کهنسال شناسایی شده بلوط و بته در کلاسه‌های مختلف ضریب قدکشی

Figure 4. Frequency of identified old oak and pistachio trees in different classes of Slenderness coefficient

قدکشی‌دگی بیشتری دارند. در نتایج پژوهش حسینی و همکاران (۱۰) نیز مشاهده شد که درختان کهنسال طبقات ارتفاعی ۱۷۰۰-۱۳۰۰ متر و ۹۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا از نظر میزان قطر برابر سینه اختلاف معنی‌داری ندارند و این نشان می‌دهد که میزان رشد ارتفاعی درختان کهنسال بلوط در ارتفاعات ۹۰۰-۱۳۰۰ متری بیشتر بوده است که موجب شده است تا ضریب قدکشی‌دگی بیشتری پیدا کنند. در پژوهش اخوان و نمیرانیان (۲) نیز ضمن تبیین تفاوت معنی‌دار مقادیر ضریب قدکشی‌دگی در شرایط رویشگاهی مختلف، نشان دادند که بیشترین ضریب قدکشی‌دگی متعلق به درختان واقع در دره‌ها بوده است که حاصل‌خیزی بیشتری نسبت به دولین‌ها داشته است.

### بررسی وضعیت ضریب قدکشی‌دگی درختان کهنسال در شرایط رویشگاهی مختلف

نتایج تجزیه‌وارینس ضریب قدکشی‌دگی درختان کهنسال بلوط ایرانی در شرایط توپوگرافی مختلف نشان داد که تغییرات ضریب قدکشی‌دگی این درختان تحت‌تأثیر ارتفاع از سطح دریا معنی‌دار است (جدول ۲). اما اثر جهت جغرافیایی و شیب بر ضریب قدکشی‌دگی این درختان معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درختان کهنسال بلوط واقع در ارتفاعات ۹۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا از ضریب قدکشی‌دگی بیشتری برخوردارند (شکل ۵). در ارتفاعات ۹۰۰-۱۳۰۰ متری مناطق مورد مطالعه معمولاً شرایط رویشگاهی مساعدتر است و درختان از رشد بهتر و میزان ارتفاع نسبتاً بالاتری برخوردار بوده و در نتیجه مقدار ضریب

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ضریب قدکشی‌دگی درختان کهنسال بلوط ایرانی در جهت‌های جغرافیایی مختلف

Table 2. Results of analysis of variance of Slenderness coefficient of old Persian oak trees in different aspects

Sig.	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	صفت
۰/۶۷۷	۰/۵۸۵	۲/۰۵۸	۴	۸/۲۲۲	جهت جغرافیایی
					ضریب قدکشی‌دگی

جدول ۳- نتایج آزمون تی غیرجفتی ضریب قدکشی‌دگی درختان کهنسال بلوط ایرانی در سطح متغیرهای رویشگاهی

Table 3. Results of independent samples t-test of Slenderness coefficient of old Persian oak trees at the level of site variables

Sig.	t	صفت
۰/۰۴۹	۲/۰۷۶	ارتفاع از سطح دریا
۰/۹۹۳	۰/۰۰۸	شیب
		ضریب قدکشی‌دگی
		ضریب قدکشی‌دگی

است و روی میزان رشد ارتفاعی درختان بته تأثیر می‌گذارد. در نتیجه در ارتفاعات بالاتر ضریب قدکشی‌دگی کمتری برای درختان بته شاهد هستیم. در نتایج پژوهش حسینی و همکاران (۱۰) نیز مشخص شد که میانگین قطر برابر سینه درختان کهنسال بته در طبقات ارتفاعی ۹۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا کمتر از طبقات ارتفاعی بالاتر است که این نشان می‌دهد که میزان ارتفاع درختان کهنسال بته در طبقات ارتفاعی ۹۰۰-۱۳۰۰ متری بیشتر بوده است که مقدار ضریب قدکشی‌دگی را افزایش داده است. این نتیجه با یافته‌های تامزاک و همکاران (۲۱)، ماساکا و همکاران (۱۶) و یوسر و اگریبین (۱۱) مبنی بر رابطه مستقیم و مثبت ضریب قدکشی‌دگی با ارتفاع درخت هم‌خوانی دارد. البته مقدار کمتر

نتایج تجزیه‌وارینس ضریب قدکشی‌دگی درختان کهنسال بته در شرایط توپوگرافی مختلف نشان داد که تغییرات ضریب قدکشی‌دگی این درختان تحت‌تأثیر ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی معنی‌دار است (جدول ۴). اما اثر شیب بر ضریب قدکشی‌دگی این درختان معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ضریب قدکشی‌دگی درختان کهنسال بته واقع در طبقه ارتفاعی ۹۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا، بیشتر از طبقات ارتفاعی بالاتر است (شکل ۵). در طبقه ارتفاعی ۹۰۰-۱۳۰۰ متری مناطق مورد مطالعه معمولاً شرایط رویشگاهی مساعدتر است و درختان از رشد بهتر و میزان ارتفاع بالاتر و در نتیجه مقدار ضریب قدکشی‌دگی بیشتری برخوردار هستند. اما در ارتفاعات بالاتر شرایط نسبتاً نامساعدتر

این ضریب در ارتفاعات بالاتر نشان دهنده واکنش درختان بنه به شرایط رویشگاهی است و این واکنش در راستای مقاومت با شرایط نامساعدتر و در عین حال حفظ پایداری آنها است. به استناد نتایج تامژاک و همکاران (۲۲) مبنی بر تاثیر ضریب قدکشیدگی بر خصوصیات چوب مانند چگالی آن، ممکن است درختان کهن سال بنه با ضریب قدکشیدگی کمتر، چوب محکمتری داشته باشند که در پایداری آنها نقش ایفا کند. همچنین مقادیر ضریب قدکشیدگی درختان کهن سال بنه واقع در نقاط بدون جهت، بیشتر از سایر جهت‌های جغرافیایی بود (شکل ۷). نقاط بدون جهت معمولا هموار بوده و از عمق خاک مناسب و شرایط محل استقرار بهتری برای درخت برخوردار هستند. درختان کهن سال این نقاط معمولا از شرایط رشد و تغذیه بهتری برخوردارند و در نتیجه میزان رویش ابعادی به نسبت بیشتری در مقایسه با سایر جهت‌های جغرافیایی دارند. چون در واقع قرار گرفتن در هر جهت جغرافیایی مستلزم قرار گرفتن در شیب دامنه است و در نقاط بدون جهت شیب وجود ندارد و عدم وجود شیب به حفظ خاک محل استقرار درخت کهن سال و خصوصیات بهتر فیزیکی و

شیمیایی خاک کمک می‌کند. در نتایج پژوهش حسینی و همکاران (۱۰) نیز دیده شد که میانگین قطر برابر سینه درختان بنه در نقاط بدون جهت کمتر از سایر جهت‌ها بود. از این نتیجه استنباط می‌شود که در نقاط بدون جهت رشد ارتفاعی درختان کهن سال بنه بیشتر بوده است که در نتیجه از میزان ارتفاع بیشتر و ضریب قدکشیدگی بیشتری برخوردار شده‌اند. البته با توجه به رابطه کاهش شونده ضریب قدکشیدگی درختان کهن سال بنه با قطر برابر سینه آنها (شکل ۳) انتظار می‌رود که در نقاط بدون جهت که درختان کهن سال بنه کمترین میانگین قطر برابر سینه داشته‌اند، ضریب قدکشیدگی بیشتری داشته باشند. در پژوهش اخوان و نمیرانیان (۲) نیز ضریب قدکشیدگی متاثر از جهت جغرافیایی بود و ضریب قدکشیدگی درختان واقع در جهت شمالی بیشتر از جهت جنوبی بود. البته بنه گونه‌ای گرم‌پسند هست و به همین خاطر میزان رشد آن در جهت‌های خنک‌تر مانند جهت شمالی کمتر است و در نتیجه میزان ضریب قدکشیدگی آن در جهت‌های شمالی و شرقی کمتر از سایر جهت‌های جغرافیایی است.

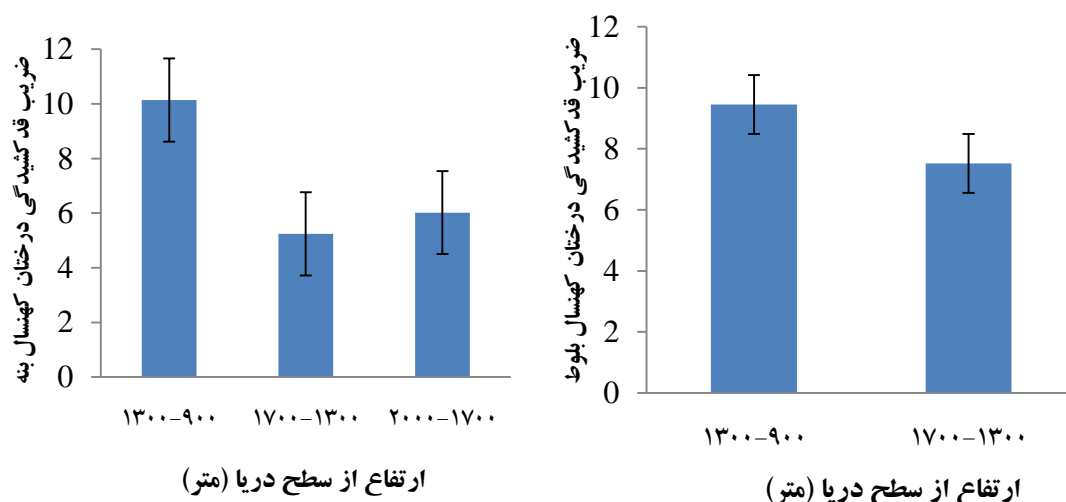
جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس ضریب قدکشیدگی درختان کهن سال بنه در سطح متغیرهای رویشگاهی

Table 4. Results of analysis of variance of Slenderness coefficient of old pistachio trees at the level of site variables

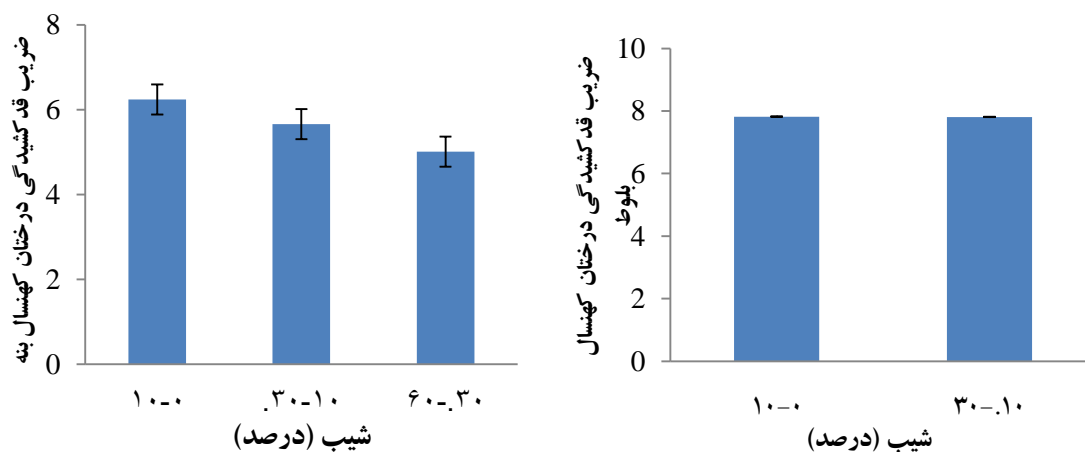
Sig.	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	صفت
۰/۰۰۰	۱۲/۳۳۹	۱۳/۴۹۵	۲	۲۶/۹۹۰	ارتفاع از سطح دریا
۰/۸۸۳	۱/۷۶۸	۲/۷۹۴	۲	۵/۵۸۸	شیب
۰/۰۰۱	۶/۰۹۹	۶/۸۹۹	۴	۲۷/۵۹۸	جهت جغرافیایی

مقایسه وضعیت تغییرات ضریب قدکشیدگی هر دو گونه در شرایط توپوگرافی مختلف نشان می‌دهد که ضریب قدکشیدگی درختان کهن سال بنه تغییرپذیری بیشتری نسبت به بلوط در ارتفاعات و جهت‌های جغرافیایی دارند. البته نحوه تغییرات مشابهی در هر دو گونه در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا دیده شد. چرا که در هر دو گونه بیشترین مقادیر ضریب قدکشیدگی در ارتفاعات ۹۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا یافت شد. همان‌گونه که قبلا نیز اشاره شد، در ارتفاعات ۹۰۰-۱۳۰۰ متری مناطق مورد مطالعه معمولا شرایط رویشگاهی مساعدتر است و درختان از رشد بهتر و میزان ارتفاع بالاتر و در نتیجه مقدار ضریب قدکشیدگی بالاتری برخوردار هستند. همچنین هر دو گونه از نظر عدم واکنش معنی‌دار به شیب وضعیت مشابهی داشتند. در نتایج پژوهش

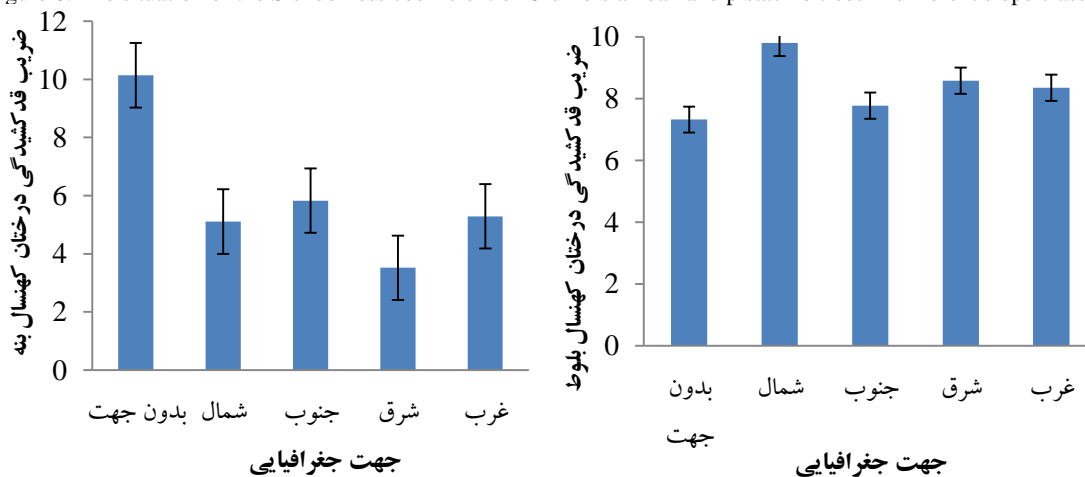
حسینی و همکاران (۱۰) نیز دیده شد که قطر برابر سینه درختان کهن سال بلوط و بنه ارتباط معنی‌داری با شیب نشان ندادند. این نتیجه در واقع به دلیل استقرار و پراکنش اغلب درختان کهن سال بلوط و بنه در شیب‌های ملایم‌تر است که تمایل کمتری به استقرار در شیب‌های بالاتر داشته‌اند. به عبارت بهتر شیب‌های بالاتر محیط مناسبی برای استقرار پایدار و ماندگار درختان کهن سال نیست و این در واقع از دلایل پایداری درختان کهن سال است که غالبا در شیب‌های ملایم‌تر حضور دارند. در نتایج پژوهش حسینی و همکاران (۱۰) نیز مشخص شد که بیشترین فراوانی درختان کهن سال بلوط در شیب‌های کمتر از ۱۰ درصد و بیشترین فراوانی درختان کهن سال بنه در شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد حضور دارند.



شکل ۵- وضعیت ضریب قد کشیدگی درختان کهن‌سال بلوط ایرانی و پسته در طبقات ارتفاعی مختلف  
Figure 5. The situation of the Slenderness coefficient of Old Persian oak and pistachio trees in different altitude classes



شکل ۶- وضعیت ضریب قد کشیدگی درختان کهن‌سال بلوط ایرانی و پسته در طبقات شیب مختلف  
Figure 6. The situation of the Slenderness coefficient of Old Persian oak and pistachio trees in different slope classes



شکل ۷- وضعیت ضریب قد کشیدگی درختان کهن‌سال بلوط ایرانی و پسته در جهت‌های جغرافیایی مختلف  
Figure 7. Status of the Slenderness coefficient of old Persian oak and pistachio trees in different aspects



### نتیجه گیری کلی

برای تقویت آنها و رویشگاههای نامساعدتر را برای احیا شناسایی و مدیریت کرد. بر این اساس می توان گفت که رویشگاههای بلوط واقع در طبقات ارتفاعی ۱۳۰۰-۹۰۰ متر از سطح دریا، و نیز رویشگاههای درختان کهن سال بنه واقع در ارتفاعات ۱۳۰۰-۹۰۰ متر از سطح دریا و نقاط بدون جهت که حائز بیشترین ضریب قدکشیدگی بودند، از پتانسیل بیشتری برای رشد و استقرار درختان برخوردارند. همچنین، رویشگاههای درختان کهن سال بلوط واقع در طبقات ارتفاعی ۱۳۰۰-۱۷۰۰ متر از سطح دریا، و نیز رویشگاههای درختان کهن سال بنه واقع در ارتفاعات ۱۷۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا و جهت شرقی و شمالی که حائز کمترین ضریب قدکشیدگی بودند، از مطلوبیت بهتری برای پایداری درختان کهن سال برخوردارند و لذا می توان گفت که ضریب قدکشیدگی پایین درختان کهن سال بلوط ایرانی و بنه یکی از شاخص های نشانگر پایداری و ماندگاری آنها در جنگل های مورد مطالعه است.

در پژوهش حاضر به طور کلی مشخص شد که درختان کهن سال بلوط ایرانی و بنه از ضریب قدکشیدگی کمی برخوردارند و مقدار این ضریب در مقایسه با درختان جوان تر بلوط ایرانی که در نتایج تحقیقات برخی پژوهشگران (۷، ۱۹) آمده بود، کمتر بود. البته مقدار ضریب قدکشیدگی درختان کهن سال در شرایط رویشگاهی مختلف متفاوت بود که در واقع ضمن اینکه نشان دهنده شرایط بوم شناختی متفاوت رویشگاهها و تاثیر آن بر میزان رویش قطری و ارتفاعی درختان است، همچنین بیانگر مقاومت درختان کهن سال به شرایط محیطی مختلف است، چرا که برخی از آنها با تحمل یا سازگاری با شرایط نامساعدتر توانسته اند به طور پایداری ادامه حیات داده و همچنان در رویشگاه حضور و استقرار داشته باشند. بنابراین مقادیر ضریب قدکشیدگی در این پژوهش به نوعی انعکاسی از شرایط مساعد یا نامساعد رویشگاهی بوده و بر اساس نتایج حاصل از آن می توان رویشگاههای مساعدتر را

### منابع

1. Adeyemi, A.A. and P.O. Adesoye. 2016. Tree Slenderness Coefficient and Percent Canopy Cover in Oban Group Forest, Nigeria. Journal of Natural Sciences Research, 16(4): 9-17.
2. Akhavan, R. and M. Namiranian. 2007. Slenderness coefficient of five major tree species in the Hyrcanian forests of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(2): 165-180 (In Persian).
3. Azaryan, M., M.R. Marvie Mohadjer, V. Etemaad, A. Shirvany and S.M.M. Sadeghi. 2013. Morphological characteristics of long-lived trees in Hyrcanian Forests. Journal of forest and wood products, 68(1):47-59 (In Persian).
4. Bijak, S. and K. Orzoł. 2018. Slenderness of trees in black locust stands. Forest Research Papers, 79(2): 113-117.
5. Bozorgi, K. and A. Sheykholeslami. 2016. Survey Slenderness Coefficient of Beech Mixed Trees in Hajikola Tirankoli Area-Sari. Renewable natural resources research, 7(1): 1-9 (In Persian).
6. Chukwu, O. and I.B. Chenge. 2018. Stability Assessment and Composition of Tree Species in Nigerian University. World Scientific News, 95: 235-245
7. Feghahati, R. and S. Alvaninejad. 2013. Determining the sustainability of less damaged Persian oak forests based on Slenderness coefficient and canopy indices. The First International Conference on Landscape Ecology, 7 pp (In Persian).
8. Heidari, R.H., M. Zobeiri and M. Namiranian. 2009. A study on dimensional characters of beech species in Namkhaneh District, Kheyroudkenar Forest. Journal of Forest and Wood Products, 62(3): 233-244 (In Persian).
9. Hosseini, A. and A. Azami. 2016. Morphological Characteristics of Old Trees in Zagros Forests (A Case Study: Forests of Ilam province). Ecology of Iranian Forests, 4(7): 51-59 (In Persian).
10. Hosseini, A., M.R. Jafari and Sh. Askari. 2020. Investigation and recognition of ecological characteristics of sites of Persian oak and pistachio old trees in forests of Ilam province. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 26(4): 113-128 (In Persian).
11. Iosr, J. and O.A. Egberibin. 2015. Tree Slenderness Coefficient and tree Growth Characteristics for *Pinus caribaea* in Omo Forest Reserve, Nigeria. Environmental Science, DOI: 10.6084/M9.FIGSHARE.1347500.V1. Corpus ID: 130888575
12. James, K.R. 2010. A dynamic structural analysis of trees subject to wind loading. Ph.D. Thesis, Melbourne School of Land and Environments, The University of Melbourne. 278 pp.
13. Kontogiannia, A., T. Tsitsonia and G. Goudelis. 2011. An index based on silvicultural knowledge for tree stability assessment and improved ecological function in urban ecosystems. Ecological Engineering, 37: 914-919.
14. Lindenmayer, D.B., W.F. Laurance and J.F. Franklin. 2012. Global decline in large old trees. Science, 338: 1305-1306.
15. Marvie mohadjer, M.R. 2005. Silviculture. University of Tehran press. Tehran, Iran, 387 pp (In Persian).
16. Masaka, K., H. Sato, H. Torita, H. Kon and M. Fukuchi. 2013. Thinning effect on height and radial growth of *Pinus thunbergii* Parlat. trees with special reference to trunk slenderness in a matured coastal forest in Hokkaido, Japan. Journal of Forest Research, 18(6): 475-481.



17. Oladoye, A.O., P.O. Ige, N. Baurwa, Q.A. Onilude and Z.T. Animashaun. 2020. Slenderness coefficient models for tree species in Omo biosphere reserve, South-western Nigeria. *Tropical Plant Research*, 7(3): 609-618.
18. Seben, V., M. Bosela, B. Konopka and J. Pajtik. 2013. Indices of tree competition in dense spruces stand originated from natural regeneration. *Forestry Journal*, 59(3): 172-179.
19. Shohani, A., M.M. Fallahchai and K. Haghverdi. 2013. The effect of land shape and aspect on quantitative and qualitative characteristics of Persian oak trees in the forests of Dasht-Laleh, Andimeshk. *Journal of science and technology of natural resources*, 8(3): 1-16 (In Persian).
20. Slodicak, M. and J. Novak. 2006. Silvicultural measures to increase the mechanical stability of pure secondary Norway spruce stands before conversion. *Forest Ecology and Management*, 224: 252-257.
21. Tomczak, A., M. Redzimska, T. Jelonek and B. Bułaj. 2015. Allometric relationships between trunk slenderness and crown dimensions in Scots pine. *Forestry Letters*, 108: 20-26.
22. Tomczak, A., T. Jelonek, M. Jakubowski, W. Grzywinski and J. Szaban. 2016. The effect of tree slenderness on wood properties in Scots pine. Part I: Basic density and compression strength parallel to grain. *Forestry and Wood Technology*, 96: 181-187.

## Investigation and Comparison of Slenderness Coefficient of Old Persian Oak and Wild Pistachio Trees in Different Site Conditions in the Middle Zagros

Ahmad Hosseini<sup>1</sup> and Reza Akhavan<sup>2</sup>

1- Associate Professor, Forests, Rangelands and Watershed management Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran,

(Corresponding Author: Ahmad.phd@gmail.com)

2- Associate Professor, Forest Research Department, Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Tehran, Iran

Received: 30 May, 2021

Accepted: 9 November, 2021

### Extended Abstract

**Introduction and Objective:** Slenderness coefficient is one of the indicators for studying the sustainability of forest trees and the results of its study on old trees have great importance in terms of ecology and silviculture. In this research, the Slenderness coefficient of Old Persian oak and wild pistachio trees in different site conditions in the forests of Ilam province was investigated and compared.

**Material and Methods:** For this, after identifying 26 old trees belonging to the Persian oak species and 47 old trees belonging to the Wild pistachio species, the quantitative characteristics of them including dbh and height were measured. Also, the status of their locations in the forest in terms of slope, aspect and altitude were examined.

**Results:** The results showed that for both oak and wild pistachio species there are significant relationships between dbh and slenderness coefficient which were decreasing in both of them and the best model for cloud points of both species was obtained exponential model. The regression explanation coefficient for oak and wild pistachio was 57% and 35%, respectively. The identified old trees of oak ( $Slc = 7.82$ ) and wild pistachio ( $Slc = 5.72$ ) had a low slenderness coefficient; however, more old wild pistachio trees had a lower slenderness coefficient than oak. So that 62% of old wild pistachio trees had a slenderness coefficient between 5 and 7, but 65% of old oak trees had a slenderness coefficient of more than 7. The slenderness coefficient of old oak trees was significantly related to altitude ( $Sig = 0.049$ ) and its value was higher at altitudes of 900-1300 m above sea level ( $Slc = 9.45$ ). The slenderness coefficient of wild pistachio was significantly related to altitude ( $Sig = 0.000$ ) and aspect ( $Sig = 0.001$ ) and its value was higher at altitude class of 900-1300 m above sea level ( $Slc = 10.14$ ) and smoothness areas without aspect ( $Slc = 10.14$ ).

**Conclusion:** Based on the obtained results, it was concluded that the habitats of old oak trees located at altitudes of 900-1300 m above sea level and also the habitats of old wild Pistachio trees located at altitude 900-1300 m above sea level and areas without aspect where had the highest slenderness coefficient, have more potential for the growth and establishment of trees. Also, the habitats of old oak trees located in the altitude classes of 1300-1700 m above sea level ( $Slc = 7.52$ ) and also the habitats of old wild Pistachio trees located in the altitude classes of 1300-1700 m above sea level ( $Slc = 5.24$ ) and in east ( $Slc = 3.52$ ) and north ( $Slc = 5.11$ ) aspects, where had the lowest slenderness coefficient, have a better desirability for the stability of the mentioned old trees. Therefore, it can be said that the low slenderness coefficient of Old Persian oak and wild Pistachio trees is one of the indicators of their stability and durability in the studied forests.

**Keywords:** Diameter at breast height, Long-lived trees, Oak forests, Quantitative and qualitative, Tree stability, Topography