

## ویژگی‌های ساختاری توده‌های سرخدار در ذخیره‌گاه جنگلی افراتخته

محدثه جعفری افرایلی<sup>۱</sup>، کیومرث سفیدی<sup>۲</sup>، سعید ورامش<sup>۳</sup> و سید محمد واعظ‌موسوی<sup>۴</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسؤل: mohadese.jafari71@gmail.com)

۲ و ۳- دانشیار و استادیار، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۴- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۵

صفحه: ۱۱ تا ۱۹

### چکیده

گونه سرخدار گونه بومی و باستانی جنگل‌های شمال است که در سال‌های اخیر با توجه به در معرض خطر بودن مورد توجه قرار گرفته است. هدف این پژوهش ارائه ویژگی‌های کمی ساختار توده‌های جنگلی در رویشگاه طبیعی توده‌های سرخدار در جنگل‌های افراتخته است. به این منظور شبکه آماربرداری به ابعاد ۳۰×۳۰ متر پیاده شده و در محل تقاطع اضلاع شبکه تعداد ۱۲ محل نمونه‌برداری انتخاب (در مجموع ۳۶ نقطه) و نزدیک‌ترین درختان سرخدار به مرکز تقاطع به‌عنوان درخت شاهد همراه با سه درخت جانبی که در نزدیک‌ترین فاصله از درخت شاهد قرار داشتند با استفاده از روش فاصله‌ای و بدون پلات اندازه‌گیری شدند. برای بررسی ساختار از شاخص‌های آمیختگی، تمایز قطری و ارتفاعی، فاصله درختان و کلارک و ایوانز استفاده شد. نتایج نشان داد که متوسط مقادیر عددی شاخص زاویه یکنواخت برای سه قطعه مورد بررسی ۰/۶۴ و کلارک ایوانز حدود یک است که تعیین‌کننده چیدمان تصادفی در این جنگل‌ها است. شاخص آمیختگی ۰/۶۱ به‌دست آمد که نشان‌دهنده آمیختگی سرخدار با سایر گونه‌ها است. شاخص فاصله درختان نیز حد متوسطی (دو تا چهار متر) و شاخص تمایز قطری و ارتفاعی نیز اختلاف کمی در قطر و ارتفاع این گونه نشان داد. گونه سرخدار در رویشگاه طبیعی خود تمایل به آمیختگی نسبتاً زیاد با سایر گونه‌ها دارد، از نظر اندازه (قطر درختان) ساختار توده‌های سرخدار همگن و از حیث ساختار ارتفاعی نسبتاً یکدست است. کاهش پایه‌های جوان سرخدار در نتیجه مرگ‌ومیر درختان در طبقه قطری کمتر از ۱۵ سانتی‌متری و رقابت شدید گونه سرخدار با سایر گونه‌های درختی لزوم توجه بیشتر و تلاش در جهت حفظ رویشگاه این گونه با ارزش دارد.

واژه‌های کلیدی: آمیختگی گونه‌ای، تمایز ارتفاعی، شاخص کلارک و ایوانز، سرخدار

### مقدمه

تاکنون شاخص‌های متعددی به‌منظور بررسی ساختار جنگل توسعه‌یافته‌اند؛ اما اخیراً مجموعه‌ای از شاخص‌های تک‌درختی مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه توسعه یافته‌اند که فرض بر این است که فاصله هر درخت تا نزدیک‌ترین درخت به آن به نحوه الگوی پراکنش درختان حساس بوده و بر روابط بوم‌شناختی آن‌ها با یکدیگر تأثیر می‌گذارد (۱۵). کینت و همکاران (۱۳) در بررسی این شاخص‌ها به توانایی زیاد آن‌ها در تشریح دقیق ساختار توده و همچنین بررسی سیر تکامل توده اشاره نموده‌اند (۱۳). پومرینگ (۱۶) نیز توانایی به کار بردن آن‌ها در اندازه‌گیری تفاوت‌های بین توده‌ها در زمان‌ها و مکان‌های مختلف، تعیین اختلاف بین ساختار جنگل مشاهده‌شده و مورد انتظار و همچنین کمی‌سازی تغییرات حاصل از عملیات بهره‌برداری را از دیگر مزایای این شاخص‌ها عنوان می‌کند (۱۶).

سرخدار از خانواده Taxaceae و از جنس Taxus، درخت یا درختچه‌ای همیشه‌سبز و از دسته بازدانگان بدون رزین است (۱۸) سرخدار (*Taxus baccata* L.) یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های درختی است که قدمت آن به دوران دوم زمین‌شناسی می‌رسد. بهره‌برداری غیرقانونی و قطع این درختان با توجه به رشد خیلی کند و بارآوری طولانی و نامنظم، رویشگاه‌های طبیعی آن را به‌شدت تهدید کرده و به همین دلیل در فهرست گونه‌های در معرض خطر انقراض دنیا قرار گرفته است (۲۲، ۲۳). در سال‌های اخیر با توجه به خطر انقراض و همچنین دارا بودن ماده ارزشمند تاکسول در اندام‌های آن مورد توجه قرار گرفته است. رویشگاه سرخدار

مطالعه ساختار جنگل یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای مدیریت بوم‌سازگان‌های جنگلی است. یکی از آشکارترین جنبه‌های ساختاری یک توده جنگلی، الگوی مکانی یا نحوه توزیع درختان در آن است. در طی فرآیند مدیریت جنگل، بررسی ساختار توده‌های جنگلی به‌منظور برآورد وضعیت فعلی و طراحی برنامه‌های آینده اهمیت فراوانی دارد (۱) بنابراین هدف اصلی آماربرداری از جنگل دستیابی به برآوردی دقیق و صحیح از میانگین ویژگی‌های زیست‌سنجی مورد نظر در جنگل است (۲). در بوم‌سازگان‌های جنگلی واژه «ساختار» نحوه آرایش مکانی برخی از ویژگی‌های درختان از جمله سن، ابعاد، گونه و جنس (در مورد درختان دوپایه) را موردتوجه قرار می‌دهد (۱۰). افزون بر تأثیر تخریب بر ساختار جنگل، گونه‌های مختلف درختی با توجه به خصوصیات ذاتی خود و یکنواختی یا عدم یکنواختی شرایط محیطی و بوم‌شناختی رویشگاه، نحوه پراکنش و ساختار مختلفی پیدا می‌کنند. به‌منظور درک بهتر ساختار جنگل، محققان مختلف ساختار را به سه ویژگی تنوع موقعیت مکانی، تنوع آمیختگی و تنوع ابعاد درختان (قطر برابر سینه و ارتفاع) تقسیم کرده‌اند (۱۶). موقعیت مکانی درختان نشان‌دهنده الگوی پراکنش آن‌ها است که از یکی از الگوهای کپه‌ای، تصادفی، منظم و یا حالتی بین آن‌ها پیروی می‌کند. آمیختگی به بررسی نحوه چیدمان گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر می‌پردازد، درحالی‌که تنوع ابعاد درختان نشان‌دهنده چیدمان مکانی مشخصه‌هایی از جمله قطر برابر سینه و ارتفاع است (۱۶، ۳).

توده جنگلی سرخدار با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های ساختار (شاخص آمیختگی گونه‌ای، شاخص زاویه یکنواخت، شاخص فاصله همسایگی، شاخص تمایز قطری و ارتفاعی و شاخص کلارک و ایوانز)، به منظور کمی‌سازی مشخصه‌های ساختاری جنگل‌های سرخدار در شرایط طبیعی است. افزون بر این تحقیق حاضر به منظور دستیابی به نوع پراکنش سرخدار در رویشگاه طبیعی خود و همچنین بررسی امکان آمیختگی این گونه با سایر گونه‌ها انجام شد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته به مساحت ۳۵۲ هکتار در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد کتول استان گلستان، در مختصات جغرافیایی  $48^{\circ} 55' 54''$  تا  $57^{\circ} 12' 57''$  و  $54^{\circ} 24' 36''$  تا  $36^{\circ} 47' 36''$  درجه عرض شمالی و در محدوده ارتفاعی ۱۳۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد (۶). اکثر سنگ‌های تشکیل‌دهنده منطقه از نظر زمانی به دوران اول زمین‌شناسی (پالئوزوئیک) به ترتیب از قدیم به جدید، به دوره‌های کربونیفر فوقانی تا پرمین زیرین مربوط است. خاک منطقه حاوی اسیدیته در محدوده ۶/۵-۷/۵ است. در بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه بر اساس اطلاعات ده‌ساله (۱۳۸۱-۱۳۷۱)، شش ایستگاه باران‌سنجی، شش ایستگاه تبخیرسنجی و گرادیان‌های بارندگی و دما، متوسط بارندگی سالیانه ۹۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۰/۳ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. همچنین، اقلیم به روش دومارتن، بسیار مرطوب نوع الف (۳۵/۲) برآورد شد (۵).

#### روش جمع‌آوری داده‌ها

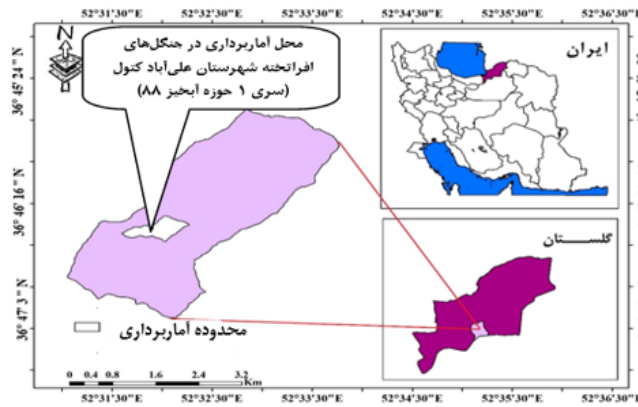
با توجه به اطلاعات قبلی و جنگل‌گردشی‌های اولیه، سه توده جنگلی هر کدام به مساحت یک هکتار با حضور غالب درختان سرخدار به‌عنوان رویشگاه‌های مورد مطالعه انتخاب شد و در هر یک از آنها شبکه آماربرداری  $30 \times 30$  پیاده شده و در ۱۲ محل نمونه‌برداری در هر قطعه (در مجموع ۳۶ نقطه در کل منطقه)، نزدیک‌ترین درختان سرخدار به مرکز به درخت شاهد همراه با سه درخت جانبی در نزدیک‌ترین فاصله از درخت شاهد با استفاده از روش فاصله‌ای و بدون پلات اندازه‌گیری شدند (۱۷، ۱۹). همچنین فاصله بین درختان شاهد و همسایه‌ها و همچنین فاصله درختان همسایه اندازه‌گیری و بر اساس روابط مثلثاتی فیثاغورث زاویه بین درختان شاهد و همسایه‌ها محاسبه شد.

افراتخته از معدود رویشگاه‌های منحصربه‌فرد سرخدار در جنگل‌های شمال است که درختان سرخدار به‌طور انبوه و گاهی به‌صورت توده‌های خالص در آنجا رویش دارند که به‌عنوان ذخیره‌گاه ژنتیکی نیز معرفی شده است (۱۲۶).

گلایبان و همکاران (۹) با بررسی ویژگی‌های ساختاری توده‌های سرخدار در منطقه گزو سوادکوه نشان داد که حجم سرپای توده ۵۹۳ مترمکعب در هکتار است که بیشترین ارتفاع درخت ۳۰ متر و قطورترین درخت دارای قطر ۲۰۰ سانتی‌متری بودند. علی‌قنبری شرفه و همکاران (۸) نیز در جنگل‌های ارسباران به بررسی وضعیت زادآوری در توده‌های سرخدار پرداخته و بیان کردند که هر هکتار حداقل ۵۲۰ اصله نهال دانه‌زاد وجود دارد.

روپرشت و همکاران (۱۹) نیز با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌ها به کمی‌سازی ساختار توده‌های جنگلی سرخدار در سه ذخیره‌گاه جنگلی در کشور اتریش پرداختند. بر اساس یافته‌های این بررسی در هکتار تعداد درختان سرخدار بین ۴۵ تا ۴۹۷ اصله در هکتار، حجم سرپای توده بین ۲۷۶ تا ۴۱۶ مترمکعب در هکتار متغیر بود. در این بررسی شاخص آمیختگی و فاصله از درختان مجاور به‌ترتیب در بیشترین مشاهده در کلاسه یک و در فاصله یک تا دو متری مشاهده می‌شود. شاخص‌های تمایز قطری و ارتفاعی نیز به‌طور متوسط مقدار ۰/۴۵ به‌دست آمد که نشانگر همگنی متوسط ساختار است. دوبروولسکا و همکاران (۵) با مطالعه ساختار توده‌های جنگلی سرخدار در دو ذخیره‌گاه در کشور لهستان نشان دادند که تعداد در هکتار درختان ۴۸۱ اصله بوده و مساحت رویه زمینی ۲۹ مترمربع در هکتار به‌دست آمد. کلیت و همکاران (۴) به کمی‌سازی الگوی مکانی درختان در طی ادوار گذشته و ارزیابی روند مرگ‌ومیر درختان بزرگ و مسن در جنگل‌های خشک سوزنی برگ آمیخته در آمریکا پرداختند. بدین‌منظور از اطلاعات شش قطعه نمونه یک هکتاری واقع در توده‌های جنگلی مورد مطالعه و از تابع همبستگی دوطرفه استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی مکانی کاج در تمامی مقیاس‌ها تصادفی بود در حالی که الگوی مکانی دوگلاس در فواصل تا شش متر کپه‌ای است. همچنین در این تحقیق شواهدی مبنی بر مرگ‌ومیر وابسته به تراکم برای هر دو گونه به صورت گروهی و برای کاج به شکل تک درخت مشاهده شد.

با توجه به این‌که برای مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی اصولی در هر زمینه به‌ویژه جنگل به جمع‌آوری اطلاعات کمی و کیفی مناسب نیاز است، هدف از این مطالعه بررسی ساختار



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گلستان  
Figure 1. Location of study area in the Golestan province

در این رابطه  $r_A$  میانگین فاصله‌های بین درختان تا نزدیک‌ترین همسایه‌های آن‌ها در یک توده جنگلی معین (متر)  $r_E$  میانگین فاصله‌های بین درختان تا نزدیک‌ترین همسایه‌های آن‌ها در یک توده جنگلی کاملاً تصادفی (متر)  $A$  مساحت توده جنگلی و  $N$  تعداد درختان است. در این رابطه متوسط فاصله بین درختان با فاصله درختان در یک پراکنش تصادفی در جنگل مقایسه می‌شود. بر این اساس وقتی که توزیع درختان کاملاً تصادفی باشد، مقدار عددی شاخص یک خواهد بود چنانچه  $CE$  کمتر از یک باشد توزیع خوشه‌ای و بزرگ‌تر از یک نشان از پراکنش منظم در توده می‌دهد. در شاخص کلارک و ایوانز  $r_{observed}$  میانگین فاصله درختان نسبت به نزدیک‌ترین همسایه خود در توده مورد بررسی است؛ در حالی که  $E(r)$  مقدار این فاصله در یک جنگل با توزیع کاملاً تصادفی (توزیع پواسون) و دارای  $N$  درخت در سطحی برابر با  $A$  است (۱۶). افزون بر این میزان شادابی هر یک از درختان نیز در چهار کلاس شادابی یادداشت شدند (۱۴). کلاس یک شامل درختان با تاج کامل و شاخ و برگ با رنگ شفاف و سالم، کلاس دو درختان سالم و عاری از هرگونه شواهد بیماری، کلاس سوم درختانی با علائم بیماری ولی محدود و تاج ناسالم و درنهایت کلاس چهار شامل درختانی با علائم مشخص از بیماری‌ها و تاج کوچک بدون بذردهی کافی است.

### نتایج و بحث

در بررسی سه هکتار از جنگل‌های افراتخته استان گلستان متوسط تعداد درختان ۳۶۲ اصله در هکتار و حجم کل درختان ۶۱۰ مترمکعب در هکتار محاسبه شد. سطح مقطع برابر سینه گونه سرخدار ۲۲/۳ مترمربع در هکتار و سطح مقطع سایر گونه‌ها ۱۴/۶ مترمربع در هکتار به دست آمد. در این رویشگاه متوسط قطر درختان ۳۲/۴۴ سانتی‌متر و متوسط ارتفاع درختان ۱۱/۱۴ متر محاسبه شد (جدول ۱). همچنین حجم متوسط خشکه‌دارها ۵۰/۴۶ مترمکعب در هکتار است و بیشترین حجم خشکه‌دارها در بین گونه‌های درختی مربوط به گونه سرخدار معادل ۳۷/۴۰ مترمکعب در هکتار است که در بیشترین تعداد در طبقات قطری کم رخ می‌دهد.

در این بررسی از مجموعه‌ای از شاخص‌ها برای مطالعه ساختار در این توده‌ها استفاده شد. شاخص آمیختگی برای بررسی آمیختگی (رابطه ۱) گونه با سایر گونه‌ها استفاده شد که رابطه آن به شکل زیر است:

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_j^n 1 V_{ij} ; M_i \in [0.1] \quad (1)$$

که در آن  $V_{ij}$  برابر با یک است چنانچه گونه شاهد (i) و گونه مجاور (j) یکسان و گونه درختی سرخدار باشد، در غیر این صورت مقدار عددی آن صفر خواهد بود. مقدار عددی کم این شاخص (نزدیک به صفر) نشانه خالص بودن و یا حضور بسیار کم سایر گونه‌ها است. شاخص آمیختگی گونه‌ای ( $M_i$ ) هرچه از سمت صفر دور شده و به یک نزدیک می‌شود آمیختگی گونه‌ای افزایش پیدا می‌کند (۱۷). شاخص فاصله همسایگی (رابطه ۲) برای بررسی تراکم توده به کار گرفته شد:

$$D_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n S_{ij} \quad (2)$$

در این رابطه  $S_{ij}$  فاصله بین درخت ith به‌عنوان درخت شاهد و درخت jth به‌عنوان درخت مجاور و در تعداد درختان است. مقدار عددی بالا برای این شاخص ( $D_i$ ) نشان از تراکم در واحد سطح دارد.

بررسی تمایز قطری و ارتفاعی درختان از رابطه ۳ می‌باشد:

$$TD_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (1 - rd_{ij}) ; TD_i \in [0.1] \quad (3)$$

که در آن  $rd_{ij}$  نسبت کوچک‌ترین درخت به بزرگ‌ترین درخت و  $n$  تعداد درختان است. رابطه تمایز ارتفاعی درختان توسط رابطه ۴ به‌دست آمد:

$$HD_i = \frac{1}{n} \sum_j^n (1 - rh_{ij}) ; HD \in [0.1] \quad (4)$$

که در آن  $rh_{ij}$  نسبت بلندترین درخت به کوچک‌ترین درخت و  $n$  تعداد درختان است (۱۶). شاخص کلارک و ایوانز از روابط زیر (رابطه ۵) مشخص شد:

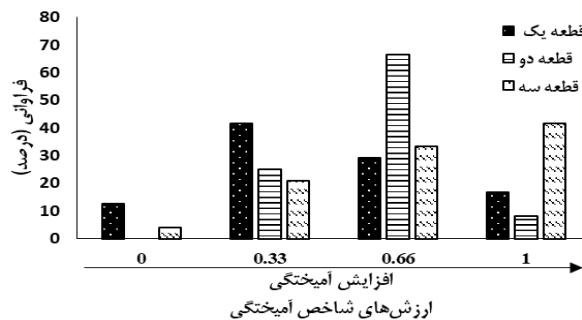
$$CE = \frac{r_A}{r_E} \quad r_E = \frac{1}{2\sqrt{\frac{N}{A}}} \quad \text{یا} \quad E(r) = \frac{1}{2 \times \sqrt{\frac{N}{A}}} \quad (5)$$

جدول ۱- مشخصه‌های ساختاری درختان سرخدار در جنگل‌های افراتخته علی‌آباد  
Table 1. Structural characteristic of yew trees in the forests of Aliabad Afratakhteh

شماره قطعه	قطعه یک	قطعه دو	قطعه سه	متوسط کل
تعداد (اصله در هکتار)	۳۴۱	۲۸۱	۴۶۵	۳۶۲/۳۳
متوسط ارتفاع (متر)	۱۱/۸۴	۱۰/۶۹	۱۰/۸۹	۱۱/۱۴
متوسط قطر (سانتی‌متر)	۳۳/۵	۳۳/۱۸	۳۰/۶۵	۳۲/۶
سطح مقطع برابر سینه (مترمربع در هکتار)	۳۹/۵۴	۳۰/۳۳	۴۰/۶۸	۳۷/۹

افزون بر این در کل سه قطعه در کمتر از ۱۰٪ از محل‌های نمونه‌برداری هر سه درخت مجاور را گونه سرخدار به خود اختصاص می‌داد ( $M_i = 0/00$ ) درعین‌حال در حدود ۲۰٪ از مشاهدات، درخت سرخدار با گونه‌های درختی‌ای غیر از گونه سرخدار احاطه می‌شود ( $M_i = 1$ ). بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گونه سرخدار در این رویشگاه دارای رقابت شدید بین گونه‌های با سایر گونه‌های درختی است و در بیشترین مشاهده سرخدار با دو گونه درختی غیر از سرخدار احاطه می‌شود. کند رشد بودن درخت سرخدار و بردباری آن به سایه تأثیر مهمی در احاطه این گونه با سایر گونه‌ها و حذف آن در پی دخالت‌های انسانی و تغییر شرایط رویشگاهی به نفع سایر گونه‌ها دارد. این در حالی است که متوسط فاصله درختان بین دو تا چهار متر است که فشار رقابتی در این توده را نشان می‌دهد.

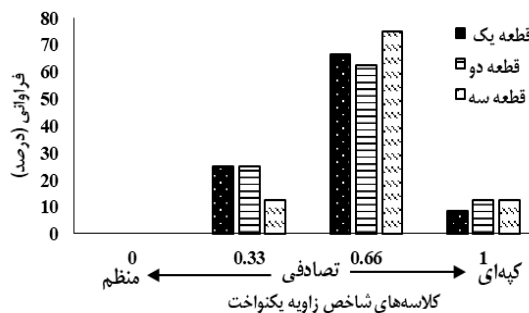
مقدار متوسط شاخص آمیختگی گونه‌ای در سه قطعه ۰/۶۱ به‌دست آمد که نشان‌دهنده تمایل به آمیختگی سرخدار با سایر گونه‌ها است (شکل ۲). توزیع ارزش‌های این شاخص در طبقات مختلف ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین فراوانی مربوط به طبقه سوم (ارزش ۰/۶۶) است. آمیختگی گونه‌ای به بررسی وضعیت درختان همسایه نسبت به یکدیگر می‌پردازد. در این تحقیق متوسط آمیختگی گونه‌ای ۰/۶۱ به‌دست آمد که میزان آمیختگی و همچنین تمایل درخت سرخدار به قرار گرفتن در کنار سایر گونه‌ها را نشان می‌دهد. در این بررسی در قطعات نمونه در بیشترین مشاهده بیش از ۵۰٪ از نقاط نمونه‌برداری درخت سرخدار با یک درخت سرخدار و دو گونه دیگر احاطه می‌شود ( $M_i = 0/66$ ) و پس از آن در بیشترین مشاهده سرخدار با دو گونه درختی مشابه (سرخدار) احاطه می‌شود ( $M_i = 0/33$ ).



شکل ۲- توزیع شاخص آمیختگی گونه‌ای در جنگل‌های سرخدار  
Figure 2. Distribution of mingling (DMi) for English yew stands

اغلب دارای چیدمان تصادفی هستند. این موضوع با مطالعات علی‌جانی و همکاران (۳) و همچنین اخوان و همکاران (۲) مطابقت دارد. همچنین اعتماد و همکاران (۷) در مطالعات خود در کمی‌سازی ساختار توده راش نیز چیدمان گونه راش را کم‌وبیش تصادفی اعلام کردند.

مقدار متوسط شاخص زاویه یکنواخت برای سه قطعه ۰/۶۴ محاسبه شد. همچنین توزیع ارزش‌های این شاخص در شکل ۳ ارائه شده است که ارزش‌های ۰/۶۶ و صفر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین فراوانی را به خود اختصاص می‌دهند. نتایج حاصل از این شاخص نشان می‌دهد که توده مورد مطالعه

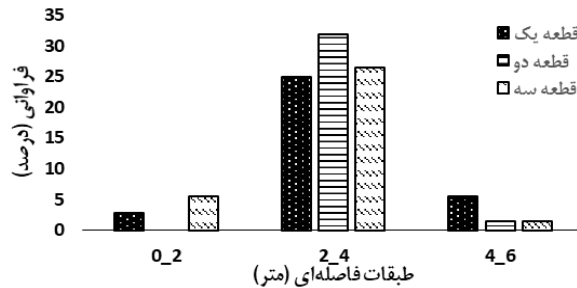


شکل ۳- توزیع شاخص ارزش‌های شاخص زاویه یکنواخت  
Figure 3. Distribution of Uniform angle Index for English yew stands

به‌دست آمد. با توجه به نمودار توزیع ارزش‌های شاخص فاصله همسایگی بیش‌ترین فراوانی مربوط به کلاسه دو تا چهار متر مشاهده می‌شود (شکل ۴).

**شاخص فاصله همسایگی**

بر اساس این شاخص میانگین فاصله هر درخت تا سه همسایه نزدیک به آن محاسبه شد. مقدار شاخص فاصله همسایگی در مجموع سه قطعه به‌طور متوسط ۳/۳۱ متر

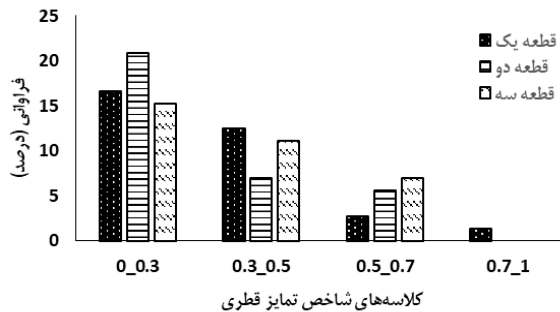


شکل ۴- توزیع شاخص فاصله بین درختان تا درختان مجاور در توده‌های سرخدار  
Figure 4. Distribution of tree-to tree interval index for English yew stands

است که رقابت شدید در منطقه شرایط استقرار و زنده‌مانی گونه سرخدار را در رویشگاه‌های طبیعی این گونه تحت تأثیر قرار داده است.

مقدار میانگین شاخص تمایز قطری برای سه قطعه ۰/۳۳ محاسبه شد که نشان‌دهنده اختلاف کم بین درختان از نظر قطر برابر سینه است. در شکل ۵ فراوانی نسبی ارزش‌های این شاخص نشان داده شده است که در این نمودار بیشترین فراوانی در کلاسه صفر تا ۰/۳۳ است.

شاخص فاصله همسایگی نشان‌دهنده میزان تراکم توده‌های جنگلی یا به عبارتی تعداد پایه‌های درختی در هر واحد بوده و می‌تواند نمایانگر فشار رقابتی بین درختان در توده‌ها باشد (۱۶). چنانچه با افزایش فاصله بین درختان و در نتیجه افزایش شاخص فاصله همسایگی از تراکم توده‌های جنگلی کاسته در نتیجه سبب کاهش رقابت بین درختان توده می‌شود؛ بنابراین سرخدار در این رویشگاه دارای رقابت شدید با گونه‌های راش و ممرز است. مرگ‌ومیر شدید درختان در طبقات قطری کمتر از ۱۵ سانتی‌متر نیز دلیلی بر این ادعا



شکل ۵- توزیع ارزش‌های شاخص تمایز قطری در توده‌های سرخدار  
Figure 5. Distribution of diameter differentiation indices from for English yew stands

۰/۳۳ محاسبه گردید و بیشترین فراوانی در کلاسه صفر تا ۰/۳ بود که این موضوع نشان‌دهنده اختلاف قطری کم در بین درختان توده است. همچنین با محاسبه شاخص تمایز ارتفاعی درختان که نشان‌دهنده اختلاف در ارتفاع درختان نسبت به یکدیگر است، اختلاف ارتفاعی کم درختان توده نسبت به یکدیگر را نشان داده است که این موضوع با مطالعات اعتماد و همکاران (۷) و همچنین سفیدی و همکاران (۲۰) هم‌خوانی دارد. شاخص تمایز ارتفاعی و قطری متوسط نشان می‌دهد گونه سرخدار در مقایسه با سایر گونه اندازه و ارتفاع تقریباً یکسانی دارد و تفکیک چندانی در طبقات ارتفاعی این گونه و سایر گونه‌ها به چشم نمی‌خورد. با توجه به این که تمایز قطری و ارتفاعی مقدار کمی را از خود نشان

مقدار متوسط تمایز ارتفاعی شاخص برای سه قطعه برابر با ۰/۶۳ است که نشان‌دهنده اختلاف کم درختان همسایه از نظر ارتفاعی است. در شکل ۶ فراوانی نسبی گروه‌های ساختاری موجود در هر طبقه ارائه شده است. در مجموع همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار ۰/۳ تا ۰/۵ بیشترین فراوانی را بین مقادیر عددی این شاخص به خود اختصاص می‌دهد. یکی دیگر از ویژگی‌های ساختار جنگل اختلاف در ابعاد درختان نسبت به یکدیگر است. با توجه به اعداد محاسبه‌شده برای شاخص تمایز قطری و ارتفاعی درختان مورد بررسی در این توده از نظر قطر برابر سینه و از نظر ارتفاع دارای اختلاف کمی هستند و ساختار همگنی را نشان می‌دهند. در این بررسی مقدار متوسط شاخص تمایز قطری

شدیدی برای کسب نور نیست. اگر چنین رقابتی وجود داشت انتظار شکل‌گیری طبقات ارتفاعی وجود داشت.

دادند و همچنین یکنواختی و آمیختگی مقدار تقریباً متوسطی دارند می‌توان اعلام کرد که در جنگل مورد مطالعه رقابت



شکل ۶- توزیع ارزش‌های شاخص تمایز ارتفاعی در توده‌های سرخدار  
Figure 6. Distribution of height differentiation indices for English yew stands

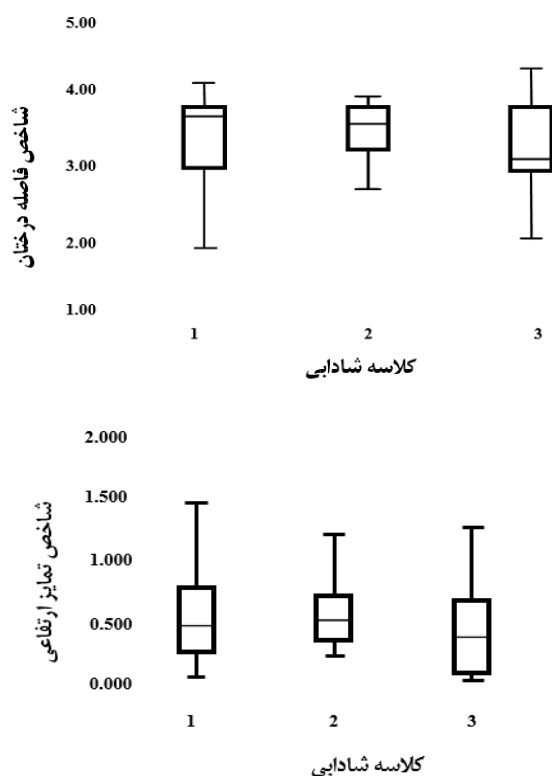


شکل ۷- توزیع ارزش‌های شاخص کلارک و ایوانز در توده‌های سرخدار  
Figure 7. Distribution of Clarke & Evans Index values in the English yew stands

یک به دست آمد. این به این معناست که الگوی پراکنش مکانی درختان در توده‌های طبیعی سرخدار از توزیع مکانی تصادفی پیروی می‌کند (شکل ۷) این موضوع با حضور سایر درختان در همسایگی این گونه و آمیختگی بالای آن با سایر گونه‌ها قابل توجیه است. اگرچه الگوی پراکنش و مشخصه‌های ساختاری توده‌های جنگلی می‌تواند متأثر از مدیریت یا سابقه جنگل نیز باشد (۲۱)

گونه درختی سرخدار از درختانی است که از دوره کواترنری در شمال ایران مانده‌اند و به عبارتی جزء گونه‌های باستانی و درعین‌حال در معرض خطر در جنگل‌های شمال ایران بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از بررسی سه توده، گونه سرخدار در رویشگاه طبیعی خود با آمیختگی نسبتاً زیاد با سایر گونه‌ها (اغلب با ممرز) رشد می‌کند، از نظر اندازه (قطر درختان) ساختار توده‌های سرخدار همگن و از حیث ساختار ارتفاعی نسبتاً یکدست است هرچند که در مواردی ارتفاع درختان سرخدار از سایر گونه‌های مجاور درختان متعلق به این گونه کمتر است. درعین‌حال کاهش پایه‌های جوان سرخدار در نتیجه مرگ‌ومیر درختان در طبقه قطری کمتر از ۱۵ سانتی‌متری و رقابت شدید گونه سرخدار با سایر گونه‌های درختی لزوم توجه بیشتر و تلاش در جهت حفظ رویشگاه این گونه با ارزش دارد. بر این اساس برنامه‌های حفاظتی بایستی در راستای حفظ ویژگی‌های ساختاری توده‌ها سرخدار باشد.

مقایسه شاخص‌های کمی ساختار در کلاس‌های شادابی نشان داد تفاوت‌های اندکی بین درختان از این لحاظ وجود دارد و درختان بلندتر اغلب درختان شاداب بیشتری هستند همچنین کلاس سوم شادابی (درختان با شادابی کم) دارای شاخص تمایز ارتفاعی بالا و فاصله بین درختان کمتری هستند. یا به عبارت دیگر کلاس‌های شاداب در گروه‌های نمونه‌برداری با شاخص فاصله‌ای بیشتر و تمایز ارتفاعی کمتر مشاهده می‌شوند. بر این اساس می‌توان این نتیجه‌گیری را کرد که رقابت مهم‌ترین عامل در کاهش کیفیت درختان در این رویشگاه است و از سوی دیگر با توجه به شاخص آمیختگی و آمیختگی بالای گونه سرخدار با سایر گونه‌ها می‌توان بیان کرد مهم‌ترین عامل در کاهش شادابی درختان در توده‌های انجیلی رقابت بین گونه‌ای است و رقابت کمتری بین درختان سرخدار وجود دارد. همچنین بر اساس نتایج درختان بلندتر در آشکوب پوشش تاجی دارای درجه شادابی بیشتری هستند، بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد در رویشگاه درخت سرخدار با افزایش فاصله بین درختان و کاهش تمایز ارتفاعی کیفیت و شادابی درختان بیشتر می‌شود. در کل می‌توان نتیجه‌گیری کرد شادابی درختان سرخدار در رویشگاه‌های طبیعی به‌شدت تحت تأثیر رقابت با سایر گونه‌های همراه این گونه است. بر اساس شاخص انبوهی کلارک و ایوانز در تمامی قطعات مقدار این شاخص حدود



شکل ۸- تغییرات شاخص فاصله درختان (بالا) و شاخص تمایز ارتفاعی (پایین) در کلاسه‌های مختلف شادابی  
 Figure 8. Variation of tree-to tree interval index (top) and vitality class (x-axis) and height differentiation (bottom) in the English yew stands

#### منابع

- Ahmadiyan, Z., Sh. Gholami, E. Sayad and M. Taseh. 2017. Spatial evaluation of forest structural features in zagros forests (Gahvareh Forests, Kermanshah). *Ecology of Iranian Forests*, 3(6): 55-62 (In Persian).
- Akhavan, R., Kh. Sagheb-Talebi, M. Hassani and P. Parhizkar. 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand over forest development stages in Kelardasht region of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(2): 322-336 (In Persian).
- Alijani, V., J. Fegghi and M.R. Marvi-Mohadjer. 2012. Investigation on the beech and oak spatial structure in a mixed forest (Case study: Gorazbon district, Kheirud forest). *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 3(19): 175-188.
- Clyatt, K.A., J.S. Crotteau, M.S. Schaedel, H.L. Wiggins, H. Kelley, D.J. Churchill and A.J. Larson. 2016. Historical spatial patterns and contemporary tree mortality in dry mixed-conifer forests. *Forest Ecology and Management*, 361(1): 23-37.
- Dobrowolska, D., G. Olszowska and M. Niemczyk. 2012. Stand structure and populations of yew (*Taxus baccata* L.) in the Cisy Rokickie and Bogdanieckie Cisy reserves. *Leśne Prace Badawcze (Forest Research Papers)*, 73(4): 313-322.
- Esmailzadeh, O., S.M. Hosseini and J. Oladi. 2004. A phytosociological study of English yew (*Taxus baccata* L.) in Afratakhteh reserve. *Pajouhesh & Sazandegi*, 8(68): 66-76 (In Persian).
- Etemad, V., M. Moridi and K. Sefidi. 2014. Quantitative analysis of the horizontal structure of the mixed beech masses in the evolutionary phase of the reduction of bases. *Journal of natural source of Iran, Forest and wood products*, 4(69): 647-656 (In Persian).
- Ghanbari Sharafteh, A., M.R. Marvi-Mohajer and M. Zobeiri. 2010. Natural regeneration of Yew in Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 380-389.
- Golabian1, B., M.R. Marvi-Mohajer and M. Zobeiri. 2016. A study of some structural attributes of Yew (*Taxus baccata* L.) in Gazoo forest, Mazandaran Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(4): 594-605.
- Graz, P.F. 2004. The behavior of the species mingling index Msp in relation to species dominance and dispersion. *European Journal of Forest Research*, 123: 87-92.
- Haidari, R.H., M. Gholami and S.M. Masomei. 2017. Study of Distance Sampling Methods Accuracy to Estimation of Mediterranean Stinkbush Species (*Anagyris Foetida* L.) Density (Case Study: Forests of Kasakaran, Gilanegharb). *Ecology of Iranian Forests*, 4(7): 26-34 (In Persian).

12. Jafari Afrapoly, M., K. Sefidi, S.M. Waez-Mousavi and S. Varamesh. 2017. Qualitative and quantitative evaluation of dead trees in English yew (*Taxus baccata*) in Afratakhteh Forests, Golestan Province, and northeastern Hyrcanian forests. *Journal of Forest Research and Development*, 3(4): 305-316 (In Persian).
13. Kint, V., N. Lust, R. Ferris and A.F.M. Olsthoorn. 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. *Agraria: Sistemas Recursos Forestales*, 1: 147-163.
14. Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York, 547 pp.
15. Pilehvar, B., G. Mirazadi, V. Alijani and J. Jafari Sarabi. 2014. Application of indices based on the nearest neighbor in the study of species of hawthorn and *Acer cineracens* in Zagros forests. *Journal of Zagros Forests, Natural Resources Engineering*, 2(1): 1-14 (In Persian).
16. Pommerening, A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. *Forestry*, 75(3): 305-324.
17. Pommerening, A. 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. *Forest Ecology and Management*, 224: 266-277.
18. Price, R.A. 1990. The genera of *Taxaceae* in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*, 71: 69-91.
19. Ruprecht, H., A. Dhar, B. Aigner, G. Oitzinger, K. Raphael and H. Vacik. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. *European Journal of Forest Research*, 129: 189-198.
20. Sefidi, K., C.A. Copenheaver, M. Kakavand and F. Keivan Behjou. 2014. Structural diversity within mature forests in northern Iran: A case study from a relic population of Persian ironwood (*Parrotia Persica* C.A. Meyer). *Forest Science*, 60(8): 1-8.
21. Sefidi, K. and V. Etemad. 2014. The amount and quality of dead trees in a mixed beech forest with different management histories in northern Iran. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 62(2): 162-168.
22. Thomas, P.A. and A. Polwart. 2003. *Taxus baccata* L. *Biological Flora of the British Isles* 229. *Journal of Ecology*, 91: 489-524.
23. Zare, H. 2001. *Introduced and Native Conifers in Iran*. Agricultural Research. Educational and Extension Organization, 448 pp.



## Structural Characteristic of English Yew (*Taxus baccata* L.) Stands in the Afratakhteh Forests Reserve

Mohadese Jafari Afrapoly<sup>1</sup>, Kiomars Sefidi<sup>2</sup>, Saied Varamesh<sup>3</sup> and Seyed Mohammad Waez-Mousavi<sup>4</sup>

---

1- Graduated M.Sc., Faculty of Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, (Corresponding author: mohadese.jafari71@gmail.com)

2 and 3- Associate Professor and Assistant Professor, Faculty of Agriculture Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

4- Assistant Professor, Faculty of Forest Sciences, University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan

Received: March 4, 2018

Accepted: May 5, 2018

---

### Abstract

*Taxus baccata* L. is a native and ancient tree species growing the Hyrcanian forests that have been considered in recent years because of being in the red lists of threated species. The aim of this research was to provide quantitative characteristics of forest stand structure using a set of indicators in the natural habitat of this species. Three one-hectare sampling area were selected to reveal the quantitative characteristics of the yew stands structure. In the study area the 30×30 m gird plot was established. In the intersection point of girds (n=36) the closest beech to the intersection point as reference tree and other three nearest neighbors the to the reference tree was selected and diameter at the breast height, tree height, crown diameter, distance and angle among trees were measured. The set of indices including such mingling, diameter and height differentiation, tree to tree interval distance and Clarke and Evans index were employed to quantification of stand structure. Results showed that the uniform angle index value was 0.64 and Clarke and Evans were around one this means the yew randomly distribute in this forest. The mingling index estimated 0.61 that means English yew tends to mixed with other tree species. According to the diameter and height differentiation, yew stands have slightly heterogeneous diameter distributions, uniform tree height and the stems have an average distance between trees of 2.0-4.0 m. The English yew is a threatened tree species and in its natural habitat tends to be mixed with other species (often with hornbeam), have slightly heterogeneous diameter and height distributions. The reduction of young Yew trees as a result of the mortality of trees in a diameter classes less than 15 cm and the high competition of Yew with other tree species requires more consideration and effort to conservation of this species in the sites.

**Keywords:** Clarck and Evans index, English yew, Mingling, Trees height differentiation