



دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و ششم، شماره دوم، ۱۳۹۸

۳۱-۴۹

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2019.16496.1804

تحلیل کمی ترکیب و ساختار توده‌های جنگلی سرخدار (*Taxus baccata* L.)

در وضعیت‌های حفاظتی متفاوت جنگل‌های ارسباران

*سجاد قنبری^۱، کیومرث سفیدی^۲ و امید فتحی‌زاده^۱

^۱استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، اهر، ایران،

^۲دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: تشریح کمی ساختار جنگل به‌عنوان مهمترین مولفه در مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی ضرورت دارد. سرخدار (*Taxus baccata* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گونه‌های درختی رویشگاه جنگلی ارسباران در شمال‌غرب ایران است. هدف این بررسی، تعیین ویژگی‌های ساختاری و ترکیب جوامع جنگلی سرخدار در رویشگاه‌های طبیعی در جنگل‌های ارسباران با استفاده از روش‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه و نتایج آماربرداری صد در صد در رویشگاه‌های با وضعیت حفاظتی متفاوت بیان کند.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش سه رویشگاه کلاله، وایقان و کورن انتخاب و به دو روش صد درصد و نزدیک‌ترین فاصله آماربرداری شدند. در هر رویشگاه یک شبکه آماربرداری به ابعاد ۲۵×۲۵ متر پیاده شده و در محل تقاطع اضلاع شبکه تعداد ۵۶ نقطه نمونه‌برداری انتخاب 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، شاخص فاصله درختان و شاخص کلارک و ایوانز استفاده شد.

یافته‌ها: میانگین ارتفاع درختان سرخدار در دو رویشگاه کلاله (۴/۸۳ متر) و وایقان (۵/۱ متر) بود و در اشکوب زیرین قرار داشتند. ولی در رویشگاه کورن ارتفاع درختان سرخدار (۴/۰۴ متر) با بقیه درختان توده (۴/۳ متر) اندازه مشابهی داشت. نتایج نشان داد که چهار گونه ممرز (۶۸ درصد)، افرا (هشت درصد)، سرخدار (هفت درصد) و بلوط سیاه (۵/۲ درصد) حدود ۸۸ درصد از تراکم درختان موجود در توده‌ها را تشکیل می‌داد. در هر سه رویشگاه، سرخدار در پایین‌ترین طبقه قطری (۱۲/۵-۷/۵ سانتی‌متر)، بیش‌ترین فراوانی را داشت. میانگین شاخص فاصله بین درختان در رویشگاه‌های با سابقه حفاظت طولانی مدت و کوتاه‌مدت به ترتیب برابر با ۳/۸ و ۵/۱۴ متر بود. میانگین شاخص تمایز قطری در رویشگاه‌های با سابقه حفاظت طولانی مدت و کوتاه‌مدت به ترتیب برابر با ۰/۵۹ و ۰/۰۶ برآورد شد. نتایج محاسبات نشان داد که ارزش مینگ لینگ یک در منطقه وایقان ۱۰۰ درصد بود. البته ارزش یک برای منطقه کلاله حدود ۸۵ درصد را نشان داد. اما در رویشگاه کورن شاخص مینگ لینگ با ارزش صفر حدود ۲۵ درصد فراوانی داشت. ارزش شاخص کلارک ایوانز نشان داد که در رویشگاه وایقان (۱/۲۹) و در دو رویشگاه کلاله (۱/۰۷) و کورن (۰/۸۲)، این شاخص نزدیک به یک بود.

*نویسنده مسئول: ghanbarisajad@gmail.com

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که پایه‌های سرخدار تعداد در هکتار و سطح مقطع پایینی نسبت به سایر گونه‌ها در توده‌های مورد مطالعه دارند. انجام عملیات‌های جنگل‌شناسی برای کاهش تعداد در هکتار و سطح مقطع سایر گونه‌ها به تقویت پایه‌های سرخدار منجر می‌شود. با توجه به اینکه سرخدار نور ملایم را می‌طلبد، کاهش بیش از اندازه تراکم درختان در توده می‌تواند به سرخدار آسیب بزند. بر اساس نتایج، اعمال حفاظت و جلوگیری از آشفته‌گی‌های با منشا انسانی می‌تواند باعث تسریع بازگشت اکوسیستم به وضعیت مطلوب گردد.

واژه‌های کلیدی: تمایز قطری، حفاظت جنگل، سرخدار، شاخص‌های ساختار

مقدمه

جنگل‌های ارسباران به عنوان یک رویشگاه با منشا اروپ سیبری در شمال‌غرب ایران دارای ارزش‌های حفاظتی برجسته‌ای می‌باشد (۲۹). خصوصیات اقلیمی خاص، تنوع زیستی بالا، حضور گونه‌های کمیاب گیاهی و جانوری و عناصر پوشش گیاهی مرتبط با اقلیم متفاوت این ناحیه را از سایر نواحی متمایز می‌سازد. علی‌رغم سطح محدود (حدود ۱۵۳ هزار هکتار)، ۱۳۳۴ گونه گیاهی در این منطقه شناسایی شده است (۲۹). حدود ۵۶ درصد از این ناحیه به‌عنوان یکی از نه ذخیره‌گاه زیست کره یونسکو شناسایی شده و از سال ۱۹۷۶ تحت حفاظت قرار گرفته است. جنگل‌های ارسباران به عنوان جنگل‌های طبیعی و پهن‌برگ خزان‌کننده محسوب شده که گونه‌های گیاهی بومی مانند ممرز (*Carpinus betulus L.*)، بلوط سیاه (*Quercus L.*)، پر (*Cotinus coggygria Scop.*)، آردوج (*Juniperus foetidissima Willd.*)، قره قات (*Ribes biebersteinii*) و غیره و گونه‌های شاخص جانوری و در معرض خطر انقراض مانند سیاه خروس قفقازی (*Lyrurus mlokosiewiczii*) را در خود جای داده است (۲۹).

سرخدار (*Taxus baccata L.*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های درختی منطقه ارسباران، پرشاخه و سایه‌پسند، به ارتفاع ۵-۱۵ متر، متعلق به خانواده

سرخدار (*Taxaceae*) است (۲۸). این گونه بومی اروپا، غرب آسیا و شمال آفریقا می‌باشد (۲۸). درختی کندرشد، دیرزیست و در معرض انقراض بوده (۳۸) که حتی درختانی با سن ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ ساله نیز از طبیعت گزارش شده است که در اغلب خاک‌ها رشد می‌کند، ولی در خاک‌های رسوبی بهتر رشد می‌کند. گیاه در مرحله رویش نهال و شل، تحمل کم‌تری به نور مستقیم داشته ولی نور غیرمستقیم و پخش را بخوبی مورد استفاده قرار می‌دهد (۲۸)، به همین دلیل اشکوب زیرین جنگل‌های مرطوب و مه‌گرفته را ترجیح می‌دهد (۳۸).

یکی از اهداف اصلی تمامی طرح‌های مدیریت جنگل حفظ ساختار طبیعی است که می‌تواند در نتیجه فعالیت‌های مدیریتی و حفاظتی تحت تأثیر قرار گیرد. اغلب افزایش ناهمگنی در ساختار افقی و عمودی توده با تعداد بالای گونه‌های موجود در توده و پایداری اکولوژیکی توده مرتبط است (۲۵). ساختار مکانی توده می‌تواند در اثر فعالیت‌های مدیریتی اثرپذیر باشد، به همین دلیل همواره مورد توجه اکولوژیست‌ها می‌باشد. ساختار توده‌های جنگلی در سه قالب شکل، اندازه و توزیع مکانی درختان می‌تواند مورد بررسی قرار بگیرد (۳۲). بررسی الگوی ساختار مکانی به درک بسیاری از مسائل اکولوژیکی و جنگل‌شناسی کمک می‌نماید (۵). تشریح ساختار مکانی درختان به اثرپذیری گونه‌های موجود در توده از همدیگر و سایر گونه‌ها کمک می‌کند. علاوه بر

بسیار زیادی قرار گرفته است. میزان زادآوری سرخدار را ۵۲۰ پایه در هر هکتار با منشأ دانه‌زاد برآورد کردند. علاوه بر این، سلامت و شادابی نهال‌ها را در طبقه خیلی خوب ارزیابی کردند. این پژوهشگران نیز به بحث حفاظت منطقه تاکید کردند (۱۴). پبلهور و همکاران (۲۰۱۵) نیز با استفاده از شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه به بررسی ساختار توده‌های زالزالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس پرداختند. این پژوهشگران بیان کردند که گونه کیکم از نظر ابعاد وضعیت بهتری نسبت به زالزالک دارد. همچنین دو گونه کیکم (۰/۷۳۳) و زالزالک (۰/۷۴۴) از ارزش شاخص آمیختگی بالایی برخوردار می‌باشند (۲۳). فرهادی و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه به بررسی توزیع مکانی و تنوع گونه‌ای درختان در جوامع راش ممرزستان در جنگل‌های هیرکانی پرداختند. میانگین شاخص‌ها نشان دادند که توزیعی بین تصادفی و کپه‌ای دارند (۱۲). اگویره و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی ساختار مکانی درختان نشان دادند لزومی به اندازه‌گیری تمام درختان موجود در توده نیست و با اندازه‌گیری درختان همسایه و با استفاده از شاخص‌های آمیختگی و تمایز می‌توان به ساختار توده پی‌برد (۱). دار و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی ساختار توده سرخدار در Stiwollgraben اثریش نشان دادند که بیش از ۷۹ درصد درختان سرخدار در طبقه شادابی یک و دو قرار دارند (۹). روپرشت و همکاران (۲۰۱۰) تنوع ساختاری گونه سرخدار را در رویشگاه‌های مختلف بررسی کردند. تنوع شرایط رویشگاهی باعث ایجاد تفاوت در شاخص‌های مختلف ساختاری مانند تمایز قطری، ارتفاعی، آمیختگی یا مینگ لینگ، شادابی شده بود (۲۷). تأثیر حفاظت بر ویژگی‌های کمی ساختار

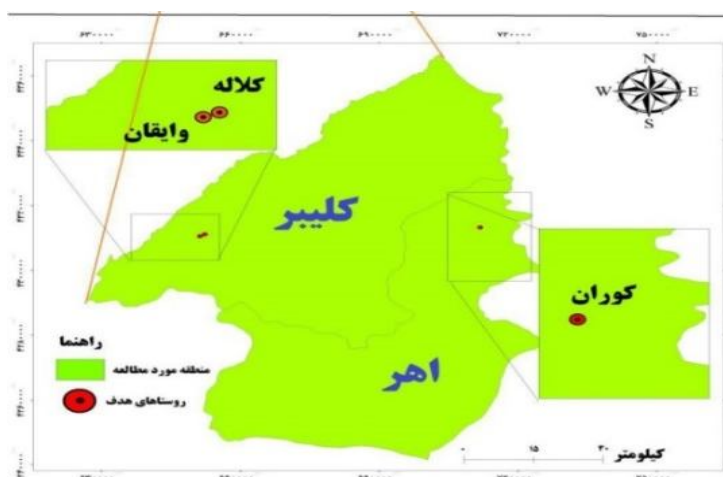
این، عملیات‌های جنگل‌شناسی می‌تواند در اصلاح ساختار توده، حفظ پایداری و تنوع گونه‌ای موجود در توده کمک نماید (۲۵). برای کمی‌سازی شاخص‌های ساختاری توده، روش‌های اندازه‌گیری و محاسباتی متفاوتی وجود دارد. بررسی ساختار توده با استفاده از شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌ها ذکر می‌شود (۲۱ و ۲۵). این شاخص‌ها ارتباط بین درخت مرجع یا گونه مورد مطالعه را با سایر گونه‌ها یا پایه‌های همسایه به دقت مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد. این مجموعه از شاخص‌ها به دلیل دقت بالای اندازه‌گیری، ارزان بودن، آسانی اندازه‌گیری و توانایی کافی در تشریح توده‌های جنگلی توسط پژوهشگران داخلی و خارجی مورد توجه قرار گرفته است. امیرقاسمی و همکاران (۲۰۰۱) در منطقه ارسباران، ساختار غالب توده‌های جوان (تجدید حیات) در جنگل‌های ارسباران را دانه و شاخه‌زاد با فراوانی شاخه‌زادها ذکر کرده‌اند. چندین تیپ عمده در منطقه تشخیص داده شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان تیپ‌های بلوط، ممرز و بلوط - ممرز را برشمرد (۵). علیجانپور و همکاران (۲۰۰۹) وضعیت تنوع زیستی را در دو منطقه حفاظتی و غیرحفاظتی بررسی کردند. نتایج نشان داد که شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای در توده‌های جنگلی منطقه حفاظت شده در مقایسه با منطقه غیرحفاظتی اختلاف معنی‌داری دارند. در این مورد مدیریت مبتنی بر حفاظت باعث افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی در توده‌های جنگلی منطقه ارسباران شده است (۴). قنبری شرفه و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که گونه سرخدار در جنگل‌های ارسباران به‌صورت آمیخته با پهن‌برگانی همچون ممرز، بلوط و افرا ظاهر شده و در گذشته مورد تخریب

بیان شود. همچنین برجسته‌سازی تفاوت‌ها و شباهت‌های ساختاری در رویشگاه‌های با سابقه حفاظتی متفاوت از مهم‌ترین اهداف این بررسی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: به منظور بررسی وضعیت کمی و کیفی و ساختار و ترکیب جوامع درختی سرخدار در جنگل‌های ارسباران، رویشگاه‌های این گونه با در نظر گرفتن مطالعه‌های پیشین مورد بازبینی قرار گرفت و سه منطقه با وضعیت حفاظتی یا سابقه مدیریتی متفاوت انتخاب شد (۱۳ و ۳۵). این مناطق شامل سه منطقه کلاله، ایقان و کوران به عنوان رویشگاه‌های سرخدار بودند (جدول ۱). هر چند که هر سه منطقه تحت حفاظت بوده‌اند ولی وضعیت دسترسی و حفاظتی متفاوتی بر این سه منطقه حاکم است. در منطقه کلاله تحت حفاظت از حدود ۴۰ سال قبل با امکان دسترسی زیاد به دلیل نزدیکی به روستا، منطقه ایقان تحت حفاظت ولی با امکان دسترسی کم‌تر به دلیل نبود جاده و دوری از روستا و منطقه سوم نیز در کورن هوراند با وضعیت حفاظتی از حدود هشت سال قبل و با امکان دسترسی راحت به دلیل نزدیکی به روستا قرار داشت.

در مطالعات متعددی تایید شده است. در یک مطالعه در توده‌های سرخدار جنوب و غرب ایرلند در مورد وضعیت تجدید حیات درختان و اثرات درختان همسایه بر این گونه بیان شد که در عملیات‌های مدیریتی باید بر تجدید حیات و حفاظت گونه‌های موجود سرخدار تمرکز شود (۸). در مطالعه اثرات ساختار توده در روی جمعیت توده سرخدار در سه ذخیره‌گاه سرخدار اروپایی در لهستان، وضعیت ترکیب گونه‌ای سرخدار با سایر گونه‌ها، وضعیت قطری و تنوع زیستی توده نیز بررسی شد. در این توده‌ها سرخدار در جنگل چند اشکوبه یافت می‌شود. این پژوهشگران نیز حفاظت را بهترین راهبرد حفظ این گونه به‌خاطر توانایی رقابت ضعیف این گونه بیان نمودند. حتی در مواردی عملیات جنگل‌شناسی مانند برداشتن درختان اشکوب بالایی نیز توصیه شده است (۱۱). در این بررسی تلاش می‌شود تا ویژگی‌های ساختاری و ترکیب جوامع جنگلی سرخدار در رویشگاه‌های طبیعی در جنگل‌های ارسباران با استفاده از روش‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه و نتایج آماربرداری صد درصد به شکل کمی



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه.
Figure 1. Position of Study areas.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و خصوصیات فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه.

Table 1. Geographic position and characteristics of studied sites in Arasbaran forests.

منشا جنگل Forest origin	گونه‌های غالب Main species	مساحت توده Stand area (ha)	جهت غالب Aspect	میانگین درصد شیب Slope	میانگین ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation	سابقه مدیریتی و فاصله از روستا Conservation history and distance from village	موقعیت جغرافیایی Geographic position	رویشگاه Site
Cop with standard شاخه و دانه‌زاد	ممرز (hornbeam) بلوط (oak) سرخدار (yew)	8	N	35	1492	42 years < 1 km	N 38° 56' 14 " E 46° 45' 30 "	کالاله Kalale
Coppice شاخه زاد	ممرز (hornbeam) بلوط (oak) سرخدار (yew)	4	N	30	1509	8 years < 1 km	N 38° 56' 41 " E 47° 26' 19 "	کورن Kuran
Cop with standard شاخه و دانه‌زاد	ممرز (hornbeam) سرخدار (yew)	5	S	22	1034	42 years > 1 km	N 38° 55' 22 " E 46° 44' 57 "	وایقان Vaygan

آماربرداری از قطعات نمونه استفاده شد (۱۹ و ۲۴). در روش آماربرداری صد درصد، تمامی درختان موجود در قطعه نمونه با قطر در ارتفاع برابر سینه بالای ۷/۵ سانتی‌متری اندازه‌گیری شدند (۲ و ۱۵). حد شمارش درختان در این جنگل‌ها به دلیل قطر نسبتاً پایین درختان و سن پایین توده ۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که در مطالعات تحقیقاتی دیگر نیز این حد شمارش استفاده شده است (۴). در این پایه‌ها، مشخصه‌هایی مانند نوع گونه، قطر برابر سینه با خط‌کش دوبازو و ارتفاع درخت با شیب‌سنج سونتو اندازه‌گیری شدند. با توجه به داده‌های برداشت شده، میانگین تعداد در هکتار، قطر برابر سینه، ارتفاع، سطح مقطع برابر سینه و حجم در هکتار محاسبه شد. با توجه به این‌که سطح هر قطعه نمونه یک هکتار بود، به همین دلیل نه قطعه نمونه برداشت شده، میانگین‌گیری و به کل منطقه مورد مطالعه تعمیم داده شد. سپس در مرحله دوم، در روش فاصله‌ای در هر یک از قطعات نمونه یک‌هکتاری، به‌منظور انتخاب تصادفی محل نمونه‌برداری، شبکه آماربرداری با ابعاد ۲۵ در ۲۵ متر پیاده شد و نزدیک‌ترین درخت

ایلگنه‌چای یکی از مهم‌ترین مناطق جنگلی ارسباران بوده که سرخدار در منطقه شمال‌شرقی این حوزه به مساحت تقریبی ۴۰ هکتار پراکنش دارد. حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا در منطقه جنگلی بین ۸۱۶ تا ۱۶۰۰ متر متغیر است. در رویشگاه هوراند و در اطراف روستای کورن، سرخدار با مساحت تقریبی ۴۶ هکتار و در فاصله ۳۵ کیلومتری از شهر هوراند پراکنش دارد که منطقه جنگلی بین ۸۲۰ تا ۱۶۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد (۳۵). در این رویشگاه، سرخدار در اشکوب بالا قرار دارد. میانگین بارندگی در این منطقه از ۳۰۰ تا ۵۰۰ متغیر است. میانگین درجه حرارت از پنبج تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد در ارتفاعات مختلف متغیر می‌باشد (۳۰).
روش نمونه‌برداری و تحلیل داده‌ها: بعد از تعیین محدوده پراکنش این گونه در هر سه رویشگاه، سه قطعه یک هکتاری و در مجموع نه هکتار انتخاب و آماربرداری شد (۲). آماربرداری در هر قطعه نمونه به دو روش آماربرداری صد درصد و روش فاصله‌ای با نزدیک‌ترین همسایه انجام شد (۲۶). دو روش صد درصد و روش فاصله‌ای با نزدیک‌ترین همسایه در

اشکوب‌بندی، وضعیت شادابی، قطر تاج و فاصله و زاویه درختان همسایه از یکدیگر اندازه‌گیری و یادداشت شد (۸ و ۹). وضعیت شادابی درختان سرخدار در چهار طبقه شامل طبقه اول درختان با تاج کامل و با شاخ و برگ شفاف و سالم، طبقه دو درختان سالم و عاری از هر گونه شواهد بیماری، طبقه سوم درختانی با علائم بیماری ولی محدود و تاج ناسالم و طبقه چهارم شامل درختانی با علائم مشخص از بیماری و تاج کوچک بدون بذردهی کافی بررسی شدند (۳۲). در جدول ۲، شاخص‌های محاسبه ساختار توده مورد بررسی به‌منظور کمی‌سازی ویژگی ساختاری جنگل ارائه شده است.

سرخدار به مرکز تقاطع اضلاع شبکه به‌عنوان درخت شاهد انتخاب و سه درخت جانبی که در نزدیک‌ترین فاصله از درخت شاهد قرار داشتند، به‌عنوان درختان همسایه اندازه‌گیری شدند. سپس با استفاده از روش فاصله‌ای و با اندازه‌گیری آزیموت و فاصله بین درخت شاهد با درختان همسایه و بدون قطعه نمونه مشخصات درخت اندازه‌گیری شد. در مورد درختان شاهد، قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، فاصله و زاویه از مرکز تقاطع، وضعیت قرارگیری درخت در اشکوب‌بندی، وضعیت شادابی و قطر تاج اندازه‌گیری شد. در مورد درختان همسایه نیز مشخصه‌هایی مانند قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، فاصله و زاویه از درخت شاهد، وضعیت قرارگیری درخت در

جدول ۲- شاخص‌های مورد استفاده به‌منظور کمی‌سازی ویژگی‌های ساختاری جنگل.

Table 2. The indices of the stand structure to quantify the structural characteristics of forest.

منبع Reference	تشریح Explanation	معادله Equation	نام شاخص Index name	ویژگی مورد بررسی Characteristic
(25)	$r_A =$ میانگین فاصله یک درخت و نزدیک‌ترین همسایه آن $r_E =$ میانگین مورد انتظار	$CE = \frac{r_A}{r_E}$	کلارک و ایوانز Clark Evans	موقعیت مکانی Spatial position
(27)	S_{ij} = فاصله درخت مرجع تا همسایه‌ها	$D_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 S_{ij}$	فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها Distance to neighbors	تراکم درختان Tree density
(7, 34)	$v_{ij} = \begin{cases} 1 \rightarrow \alpha_j < \alpha_0 \\ 0 \rightarrow \alpha_j \geq \alpha_0 \end{cases}$	$W_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_{ij}$	زاویه یکنواخت Uniform angle index (UAI)	موقعیت مکانی Spatial position
(28)	$v_{ij} = \begin{cases} \text{گونه } i \neq \text{گونه } j \rightarrow 1 \\ \text{گونه } i = \text{گونه } j \rightarrow 0 \end{cases}$	$M_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 V_{ij}$	مینگ لینگ Mingling	آمیختگی تنوع Mixing
(27, 34)	$r_{ij} = \frac{\min(X_i, X_j)}{\max(X_i, X_j)}$	$T_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 (1 - r_{ij})$	تمایز قطر برابر سینه و تمایز ارتفاعی Diameter differentiation and height differentiation	ابعاد درختان Tree dimensions
(11, 22, 33)	T_i = شاخص اختلاف ابعاد M_i = شاخص مینگ لینگ W_i = شاخص زاویه یکنواخت	$SI = (T_i \times w_1) + (M_i \times w_2) + (W_i \times w_3)$	تنوع ساختاری ترکیبی (SI)	سطح تنوع درختی Tree diversity

S_{ij} فاصله درخت مرجع تا همسایه‌ها؛ T_i درخت شاهد، Z_j درخت همسایه، توزیع شاخص‌های آمیختگی، ابعاد درختان و شاخص زاویه یکنواخت بین صفر تا ۱ و بدون واحد است. شاخص فاصله همسایگی بر حسب متر است.

نتایج و بحث

وضعیت حفاظتی مختلف، متفاوت بود. هشت درصد از درختان توده را در رویشگاه کلاله پایه‌های سرخدار تشکیل می‌داد. در رویشگاه کورن ۳۳ درصد و در رویشگاه وایقان حدود پنج درصد از درختان، گونه سرخدار بودند. خصوصیات کمی هر سه رویشگاه مورد مطالعه در جدول ۳ آمده است. تفاوت بین تراکم درختان در رویشگاه‌های با سابقه حفاظتی مختلف می‌تواند متأثر از مولفه خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل رویشگاهی از اعمال حفاظت باشد، در رویشگاه‌های حفاظت شده بازگشت عناصر به خاک سرعت بیشتری دارد و باعث افزایش عناصر تغذیه‌ای خواهد شد. حاصلخیزی خاک از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فراوانی گونه‌ها در جنگل‌ها است.

میانگین ارتفاع درختان سرخدار در دو رویشگاه کلاله (۴/۸۳ متر) و وایقان (۵/۱ متر) بود و مطابق انتظار در اشکوب زیرین قرار داشتند. اگرچه در رویشگاه کورن که سابقه حفاظتی کم‌تری دارد، ارتفاع درختان سرخدار (۴/۰۴ متر) با سایر گونه‌های درختی توده (۴/۳ متر) شباهت داشت. میانگین قطر برابر سینه نیز وضعیت مشابه با شاخص میانگین ارتفاع در هر سه رویشگاه مشاهده شد. این گونه به‌عنوان یک گونه دیرزی اما با سرعت رشد پایین می‌باشد، بر این اساس، متوسط قطر این گونه کم‌تر از قطر سایر گونه‌های درختی است. گونه سرخدار یک گونه بردبار به سایه است و می‌تواند شدت نور پایین را در اشکوب پایین تحمل کند. درصد پایه‌های سرخدار در

جدول ۳- خصوصیات کمی سه منطقه مورد مطالعه جنگلی بر اساس آماربرداری صد درصد.

Table 3. Characteristics of three study area based on full calipering.

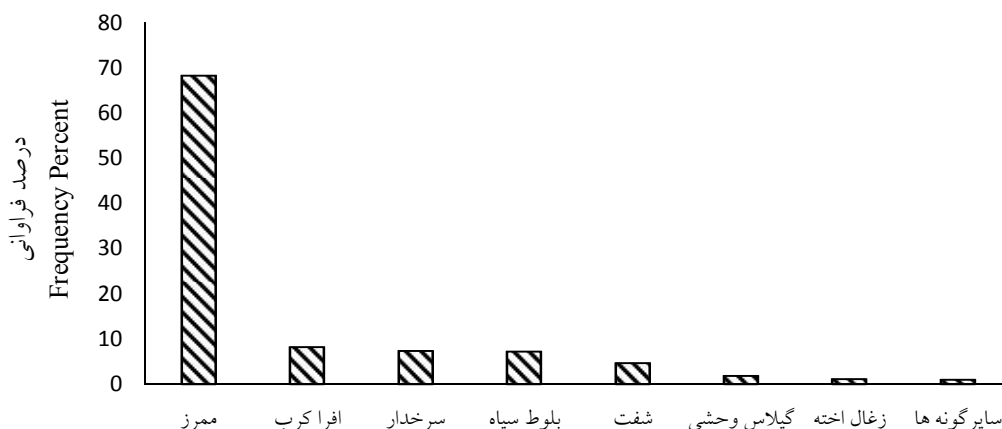
رویشگاه Site	نام گونه Species name	تعداد درختان با قطر بالای ۷/۵ سانتی‌متر (تعداد در هکتار) Num. of trees DBH ≥ 7.5 cm (n*ha ⁻¹)	میانگین ارتفاع درختان (متر) Ave. tree height (m)	میانگین قطر برابر سینه (سانتی‌متر) Ave. DBH (cm)	سطح مقطع برابر سینه (مترمربع در هکتار) Basal area (m ² *ha ⁻¹)
کلاله SKA	سرخدار Yew trees	47	4.83	9.7	0.72
	سایرگونه‌ها Other tree species	522	9.56	18.6	34.53
کورن SKU	سرخدار Yew trees	6	4.04	9.5	0.078
	سایر گونه‌ها Other tree species	12	4.3	10	0.189
وایقان SVA	سرخدار Yew trees	15	5.1	11.16	0.316
	سایرگونه‌ها Other tree species	303	9.68	23.5	28.86

آلوجه (*Prunus sp.*)، داغداغان (*Celtis caucasica L.*)، زغال اخته (*Cornus mas L.*) و شفت (*Cornus sanguinea L.*) در سه منطقه مورد مطالعه مشاهده گردیدند. در مجموع ۱۸۰۸ پایه از تمام گونه‌های درختی در سه رویشگاه مورد مطالعه آماربرداری شد.

ترکیب گونه‌ای: گونه‌های درختی اصلی در منطقه شامل گونه‌های ممرز (*Carpinus betulus L.*)، بلوط سیاه (*Quercus macranthera C.A.Mey.*)، بلوط سفید (*Q. petraea Liebl.*) افرا کرب (*Acer campestre L.*)، سرخدار (*Taxus baccata L.*)

بلوط و سرخدار باشد. حضور هفت درصدی سرخدار می‌تواند به شدت متأثر از سرشت این گونه باشد. اگرچه کاهش یا افزایش فراوانی گونه‌ها در مسیر تحول توده‌های جنگلی می‌تواند متأثر از دخالت انسانی و به‌ویژه اعمال حفاظت باشد (۳۲).

چهار گونه ممرز (۶۸ درصد)، افرا (هشت درصد) سرخدار (هفت درصد) و بلوط سیاه (۵/۲ درصد)، حدود ۸۸ درصد از تراکم درختان موجود در توده‌ها را تشکیل می‌داد (شکل ۲). بر اساس شواهد موجود گونه ممرز گونه اصلی این جنگل‌ها است و تحول توده‌های جنگلی به سمت افزایش گونه‌هایی مانند



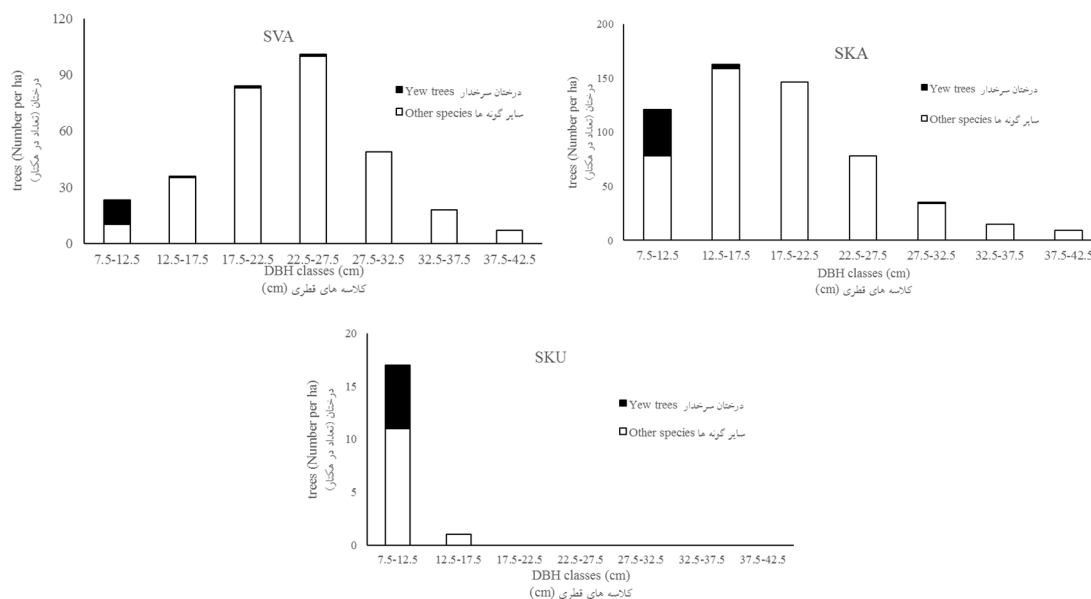
شکل ۲- درصد فراوانی گونه‌ها در سه رویشگاه مورد مطالعه.

Figure 2. Frequency percent of species at three study sites.

به شدت متأثر از شرایط حفاظتی توده‌ها است. مطالعه توده‌های سرخدار در وضعیت حفاظتی متفاوت توسط دار و همکاران (۲۰۰۷) در جنگل‌های کشور اتریش نشان از تأثیر معنی‌دار حفاظت توده بر برخی مشخصه‌های ساختاری مانند قطر برابر سینه درختان دارد.

بررسی توزیع طبقات ارتفاعی در سه رویشگاه مورد مطالعه نشان داد که رویشگاه کورن تفاوت معنی‌داری با دو رویشگاه دیگر دارد. در این رویشگاه تنها دو طبقه ارتفاعی مشاهده شد. ارتفاع درختان در رویشگاه کلالة دامنه وسیعی از ارتفاع را نسبت به بقیه مناطق مورد مطالعه داشت (جدول ۴).

ساختار توده: شکل سه توزیع طبقات قطری در سه منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. رویشگاه کلالة و ایقان دامنه وسیعی از طبقات قطری را در مقایسه با رویشگاه کورن در خود جای داشت. در رویشگاه ایقان، توزیع طبقات قطری تقریباً توزیع نرمالی داشت. در هر سه رویشگاه، سرخدار در پایین‌ترین طبقه قطری پراکنش داشته و کم‌تر از ۱۲/۵ سانتی‌متری قطر برابر سینه داشت. البته در رویشگاه ایقان سرخدارهای با قطر نسبتاً بالا نیز مشاهده شد. با توجه به این‌که در رویشگاه کورن، سن توده پایین بود و تعداد درختان بالای ۷/۵ سانتی‌متر نسبت به بقیه رویشگاه‌ها خیلی کم‌تر بود، درختان موجود تنها در دو طبقه قطری پراکنش داشتند (شکل ۳). ساختار توده‌های جنگلی



شکل ۳- توزیع طبقه‌های قطری برای همه گونه‌ها در سه منطقه مختلف.

Figure 3. Diameter classes distribution for all tree species at the three different management systems.

جدول ۴- توزیع طبقات ارتفاعی برای همه گونه‌های درختی در سه منطقه مختلف.

Table 4. Tree height classes distribution for all tree species at the three different management systems.

طبقات ارتفاعی به متر Height classes (m)						نوع گونه Species name	رویشگاه Site
17-20	14-17	11-14	8-11	5-8	2-5		
2	8.4	30.6	37.5	20.8	0.38	سایر گونه‌ها Other species	رویشگاه کاله Site KA
0	0	0	0	39	59.6	درختان سرخدار Yew trees	Site KA
0	0	0	0	30.76	69	سایر گونه‌ها Other species	رویشگاه کورن Site KU
0	0	0	0	0	100	درختان سرخدار Yew trees	Site KU
0	0.66	35.3	49.2	11.86	3.46	سایر گونه‌ها Other species	رویشگاه ایقان Site VA
0	0	0	10	30	56.66	درختان سرخدار Yew trees	Site VA

رویشگاه‌های واقع در حفاظت طولانی‌مدت، مقادیر بالایی نسبت به رویشگاه حفاظت کوتاه‌مدت از لحاظ شاخص‌های ذکر شده دارد. عامل مهم تفاوت در مقادیر کمی این شاخص‌ها می‌تواند به سابقه حفاظتی این رویشگاه‌ها مرتبط باشد. حفاظت از توده‌ها باعث کاهش چشمگیر دخالت‌های انسانی و به ویژه حضور دام شده و نیز کاهش اثرات مخرب انسان بر سایر عوامل رویشگاهی شده و از این طریق شرایط مساعدی برای رشد درختان فراهم می‌آورد. در مطالعات دیگر نیز به اثر حفاظت در بهبود

بر اساس مطالعه پیش رو در مناطقی از جنگل‌های ارسباران که این گونه انتشار دارد انجام شد، در منطقه انتشار این گونه ۱۴ گونه پهن‌برگ نیز وجود داشت که گونه سرخدار به عنوان تنها گونه سوزنی‌برگ توده بود. این موضوع در کنار تهدید این گونه در نتیجه دخالت‌ها و آشفته‌گی‌های انسانی موجود، باعث تهدید گونه و مرگ و میر آن (۱۶) و نیز کاهش زادآوری طبیعی گونه (۱۴)، اهمیت توجه به حفاظت و اقدامات حفاظتی را نشان می‌دهد. بررسی شاخص‌های کمی ساختار نشان می‌دهد که

شاخص‌های کمی توده اشاره شده است (۶، ۸، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۶). همچنین نزدیکی به روستا به میزان دسترسی افراد به پایه‌های درختی بین دو رویشگاه تأثیر می‌گذارد. آشفته‌گی‌های با منشاء انسانی همواره باعث تغییر در ساختار و ترکیب توده‌های جنگلی شده و اغلب تجدید حیات طبیعی را با مشکل مواجه می‌سازند (۲۰). اقدامات حفاظتی می‌تواند با کاستن از شدت آشفته‌گی‌های با منشا انسانی مسیر تحول توده را در جهت تکامل قرار دهد و باعث بازگشت اکوسیستم گردد. در حقیقت فشارهای ناشی از دخالت‌های انسانی می‌تواند منجر به کاهش توان اکولوژیکی رویشگاه گردد و از این طریق و با اثر بر فیزیولوژی درختان توانمندی آن‌ها را در رشد و تکثیر متأثر سازد. دو رویشگاه واقع در منطقه حفاظتی، کلاله و وایقان، وضعیت دسترسی متفاوتی به روستا دارند. میانگین قطر و ارتفاع در رویشگاه کلاله کوچک‌تر از رویشگاه وایقان بود. به نظر می‌رسد حفاظت از جنگل و دسترسی کم‌تر روستاییان باعث ایجاد فرصت رشد قطری در مناطق با وضعیت حفاظتی بهتر باشد. بررسی توزیع طبقات قطری نشان داد که غالب درختان در طبقه زیر ۱۲/۵ سانتی‌متری قرار داشتند که مشابه نتایج مطالعات جعفری افرآپلی و همکاران (۲۰۱۸) است که به علت دیرزیستی و کند رشدی گونه تا حدودی قابل توجیه است. هر چند که میانگین قطر درختان می‌تواند کاملاً تحت تأثیر شرایط رویشگاهی باشد. در سایر مطالعات نیز به قرار گرفتن تعداد بالایی از درختان در قطر ۱۲/۵ سانتی‌متری اشاره شده است (۹، ۱۰ و ۲۴). البته پیوسان و همکاران (۲۰۰۹) در دو رویشگاه از سه منطقه، تعداد زیادی از پایه‌ها، قطر برابر سینه بالای ۱۲/۵ سانتی‌متری نیز داشتند. میانگین ارتفاع درختان در منطقه مورد مطالعه نشان داد که در رویشگاه‌های حفاظتی طولانی‌مدت، گونه سرخدار (با ارتفاع حدود

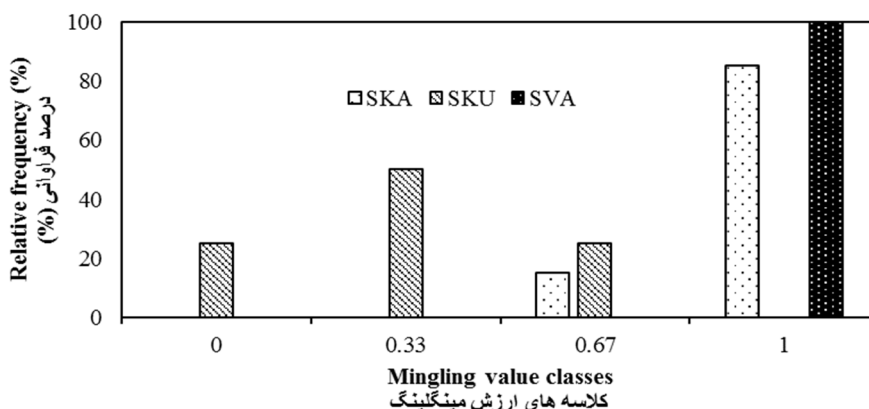
پنج متر) در زیر اشکوب قرار گرفته و ارتفاع کم‌تری از سایر درختان توده (حدود ۹/۵ متر) دارد. گونه سرخدار یک گونه سایه‌پسند بوده و می‌تواند به راحتی در زیر اشکوب رشد کند (۱۰). اما در رویشگاه حفاظتی کوتاه‌مدت، سرخدار در اشکوب بالا و با ارتفاع مشابه بقیه درختان می‌باشد. قرار گرفتن پایه‌های سرخدار در اشکوب بالا می‌تواند به دلیل جوانتر بودن سایر درختان رویشگاه و یا فشار تخریب انسانی بر گونه‌هایی غیر از سرخدار باشد.

بررسی شاخص آمیختگی با استفاده از ارزش مینگلینگ برای گونه سرخدار در سه منطقه مورد مطالعه نتایج متفاوتی نشان داد (شکل ۴). ارزش مینگلینگ یک در منطقه وایقان ۱۰۰ درصد بود. البته ارزش یک برای منطقه کلاله حدود ۸۵ درصد را نشان داد. اما در رویشگاه کورن شاخص آمیختگی با ارزش صفر حدود ۲۵ درصد فراوانی داشت. مقادیر عددی شاخص مینگلینگ نشان داد که رویشگاه‌های حفاظتی بالاترین میزان آمیختگی را داشتند. یعنی درصد بالایی از درختان شاهد با سایر گونه‌ها آمیخته هستند. این در حالی است که در رویشگاه حفاظتی کوتاه‌مدت، کورن، درختان شاهد غالباً با گونه سرخدار احاطه شده‌اند. ارزش این شاخص نشان می‌دهد که گونه سرخدار با گونه‌های مشابه خود آمیخته بود و رقابت بین پایه‌های درختی سرخدار وجود دارد. در رویشگاه کورن، حدود ۵۰ درصد از پایه‌های سرخدار با دو گونه سرخدار و یک گونه متفاوت دیگر احاطه می‌شود. تضعیف پایه‌های مادری و مشکلات موجود برای زادآوری پایه‌های سرخدار (۲۳) و نیز مرگ و میر بالای درختان سرخدار در قطره‌های پایین (۱۶) توان رقابتی این گونه را نسبت به سایر گونه‌ها کاسته است تا حدی که امروزه در رویشگاه‌های سرخدار سایر گونه‌ها غلبه بیش‌تری دارند و به نظر می‌رسد چنان‌چه اقدامات حفاظتی

افزایش دهد که در پژوهش‌های دیگر نیز به این موضوع اشاره شده است. هر چند دسترسی به نور می‌تواند رشد درختان را افزایش دهد (۸، ۲۷، ۲۴ و ۳۱).

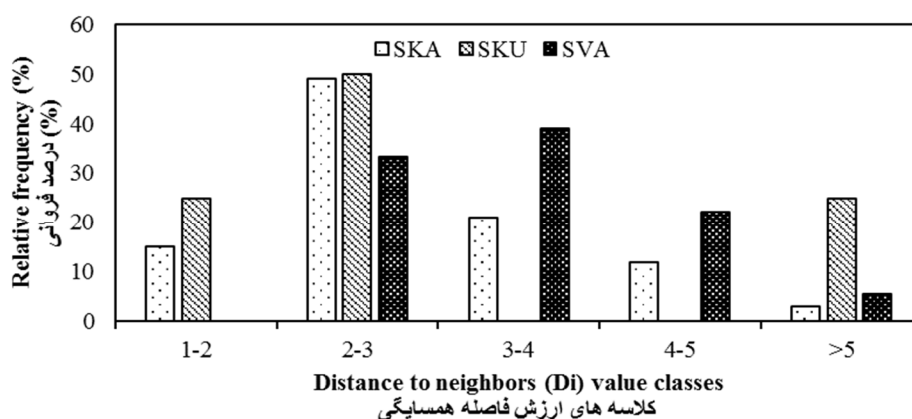
با استفاده از شاخص Di ، فاصله بین درختان شاهد با درختان همسایه بررسی شد. میانگین فاصله بین درختان نشان داد که در بین رویشگاه‌های مورد مطالعه، درختان فواصل متفاوتی از هم‌دیگر داشتند (شکل ۵). بیش‌ترین درصد درختان در رویشگاه‌های کورن (۵۰ درصد) و کلاله (۴۹ درصد)، میانگین فاصله‌ای بین ۲ تا ۳ متر داشتند. اما در رویشگاه وایقان، غالب درختان (۳۹ درصد) میانگین فاصله ۳ تا ۴ متری داشتند. در رویشگاه کورن با کم بودن تراکم درختان سایر گونه‌ها، درختان شاهد میانگین فاصله کم‌تری داشتند و ۲۵ درصد از درختان شاهد میانگین فاصله بیش‌تر از پنج متری داشتند. غالب درختان شاهد در رویشگاه‌ها، میانگین فاصله بین درختان کم‌تری داشتند (شکل ۵). با توجه به تراکم بالای درختان در رویشگاه با سابقه حفاظت طولانی‌مدت، درصد کم‌تری از درختان شاهد، میانگین فاصله بیش‌تر از پنج متر داشتند.

مناسبی اتخاذ نگردد با تخریب بیش‌تر این گونه در معرض تهدید قرار گیرد. در رویشگاه حفاظت طولانی‌مدت، غالباً رقابت بین گونه‌ای سرخدار و سایر گونه‌ها وجود دارد که منجر به کاهش شادابی درختان شده است. در بررسی ساختار درختان سرخدار و سایر گونه‌ها توسط پژوهشگران مختلف به وضعیت آمیختگی و وجود رقابت بین گونه‌ای و درون‌گونه‌ای بسته به نوع رویشگاه اشاره شده است (۱ و ۲۷). ارزش شاخص مینگ لینگ نشان می‌دهد که سرخدار با گونه‌های دیگر آمیخته شده است. کم بودن زادآوری طبیعی در منطقه می‌تواند دلیل دیگری بر احاطه شدن سرخدار توسط سایر گونه‌ها باشد (۲۳). علاوه بر این، پومرئینینگ (۲۰۰۲) بیان کرد که آمیختگی بالای توده بین درخت مرجع با سایر گونه‌ها در الگوی پراکنش تصادفی مشاهده می‌گردد که با نتایج مطالعه ما همخوانی دارد. شاخص فاصله بین درختان شاهد با درختان همسایه نشان داد که در هر سه رویشگاه، فاصله کم‌تری بین درختان شاهد با بقیه درختان وجود دارد. غالب درختان در هر سه رویشگاه میانگین فاصله‌ای بین ۲ تا ۳ متر داشتند. فاصله کم‌تر می‌تواند رقابت بین گونه‌ای و درون‌گونه‌ای را در توده



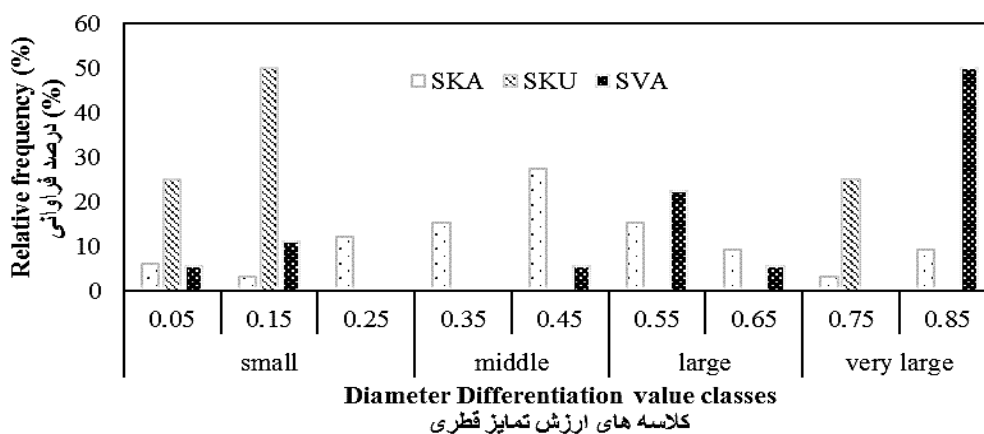
شکل ۴- ارزش آمیختگی سرخدار در سه منطقه مختلف.

Figure 4. The mingling value (DMi) of yew at the three different management systems.



شکل ۵- فاصله همسایگی درختان سرخدار در سه منطقه مختلف.

Figure 5. Distance to neighbours (Di) index for yew trees at the three different management system.



شکل ۶- شاخص تمایز قطری درختان سرخدار در سه منطقه مختلف.

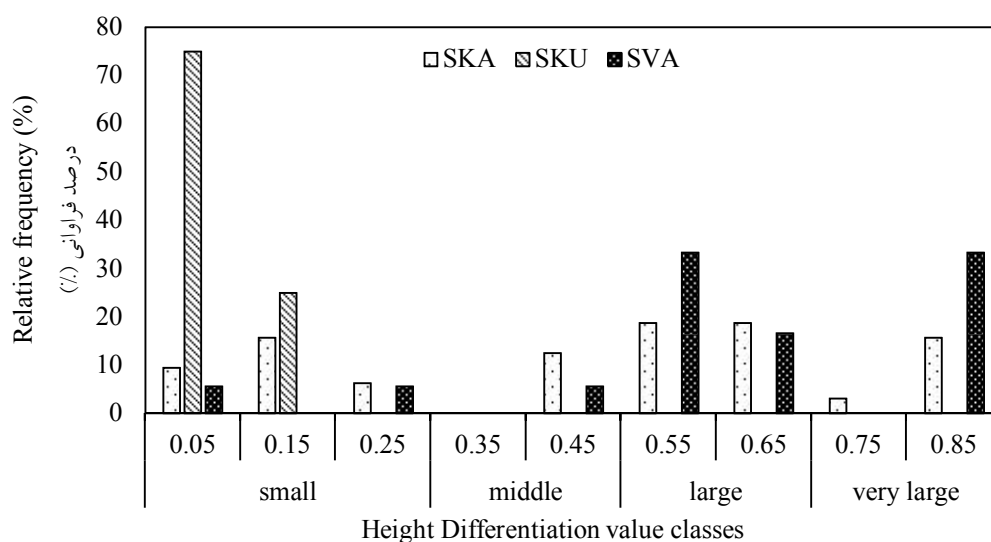
Figure 6. Diameter differentiation (TDi) index for yew trees at the three different management systems.

نشد (شکل ۷). در این رویشگاه، گونه سرخدار هم ارتفاع سایر درختان بوده ولی در دو رویشگاه دیگر با سابقه حفاظتی طولانی مدت، سرخدار در طبقه ارتفاعی پایین تر از بقیه درختان توده قرار دارد. میانگین شاخص تمایز قطری در سه رویشگاه کلاله، کورن و وایقان به ترتیب برابر با ۰/۴۳، ۰/۰۶ و ۰/۷۵ برآورد شد. این اعداد نشان دهنده همگنی نسبی در شاخص قطر در رویشگاه کلاله و کورن و ناهمگنی نسبتاً بالا در رویشگاه وایقان می باشد. شاخص تمایز ارتفاعی در هر سه منطقه نشان داد که وضعیت این شاخص در هر سه منطقه متفاوت می باشد. رویشگاه

میانگین شاخص تمایز قطری در سه رویشگاه کلاله، کورن و وایقان به ترتیب برابر با ۰/۴۳، ۰/۰۶ و ۰/۷۵ برآورد شد. در بین رویشگاه‌های مورد مطالعه با وضعیت حفاظتی متفاوت، رویشگاه کلاله دارای یک توزیع متناسبی در بین طبقه‌های مختلف تمایز قطری بود (شکل ۶). شاخص تمایز ارتفاعی در هر سه منطقه نشان داد که وضعیت این شاخص در هر سه منطقه متفاوت می باشد. نتیجه این شاخص برای رویشگاه با سابقه حفاظتی کوتاه مدت کورن، تنها در طبقه‌های پایین تمایز ارتفاعی مشاهده شد و در طبقه‌های تمایز ارتفاعی متوسط و بالا درختی مشاهده

ارتفاعی بزرگ و خیلی بزرگ قرار دارند. این موضوع نشانگر تمایز ارتفاعی زیاد درختان در منطقه است که می‌تواند نتیجه شرایط رویشگاهی مساعد برای گونه‌های متسعد رشد ارتفاعی باشد.

کلاله توزیع متناسب در طبقات مختلف را داشته و تقریباً از ناهمگنی متوسطی برخوردار می‌باشد. این امر نشان از همگنی ارتفاعی بالای این رویشگاه می‌باشد. اما رویشگاه وایقان تقریباً ناهمگنی ارتفاعی بالایی داشته و درصد بالایی از درختان در طبقه تمایز



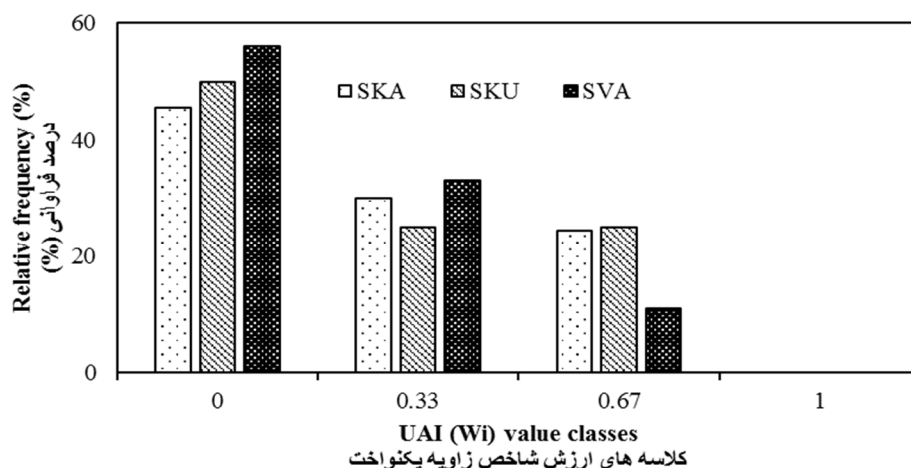
کلاس‌های ارزش تمایز ارتفاعی

شکل ۷- شاخص تمایز ارتفاعی درختان سرخدار در سه منطقه مختلف.

Figure 7. Height differentiation (HDi) index for yew trees at the three different management systems.

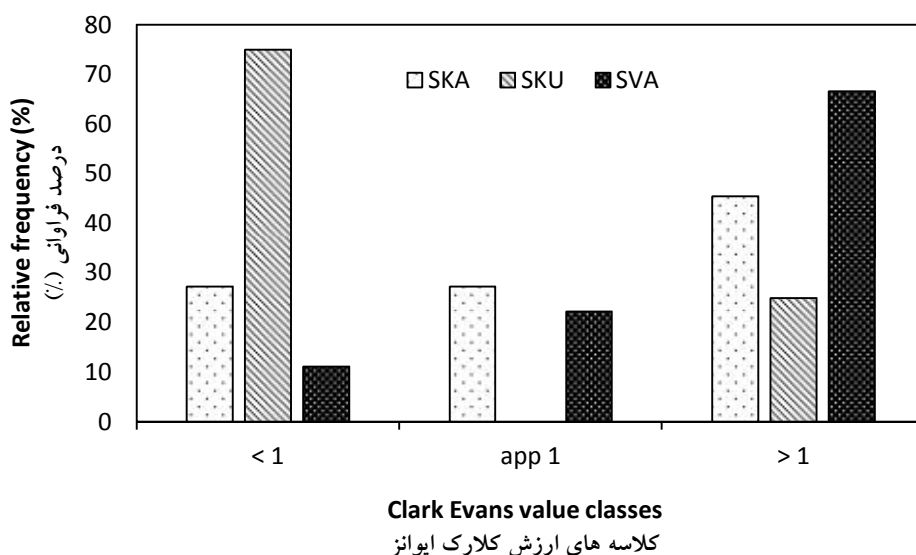
یک بود (شکل ۹). مقدار عددی بیش از یک نشان از کپه‌ای بودن پراکنش درختان دارد که در رویشگاه‌های دارای سابقه حفاظتی بلندمدت به چشم می‌خورد در حالی که در منطقه با سابقه کوتاه‌مدت حفاظت مقدار این شاخص کم‌تر بوده است و از وضعیت که این دور شده است. به نظر می‌رسد توزیع مکانی پایه‌های سرخدار در رویشگاه طبیعی حالت کپه‌ای دارد که می‌تواند متأثر از رفتار شناسی تکثیر گونه سرخدار، داشتن بذرهایی به نسبت سنگین و وابستگی آن به حضور پایه‌های با جنسیت مختلف کنار هم باشد.

نتایج محاسبه شاخص ارزش زاویه یکنواخت نشان داد که در هیچ کدام از مناطق ارزش یک وجود ندارد. ارزش زاویه یکنواخت در رویشگاه کلاله، کورن و وایقان، بیش‌ترین فراوانی به ترتیب ۴۵، ۵۰ و ۵۶ درصد مربوط به طبقه صفر بود (شکل ۸). بر اساس شاخص کلارک ایوانز، الگوی مکانی پراکنش گونه سرخدار در سه رویشگاه بررسی شد (شکل ۹). در رویشگاه وایقان (۱/۲۹) این شاخص عددی بیش‌تر از یک را نشان داد. در حالی که در دو رویشگاه کلاله (۱/۰۷) و کورن (۰/۸۲)، این شاخص نزدیک به



شکل ۸- شاخص زاویه یکنواخت درختان سرخدار در سه منطقه مختلف.

Figure 8. Universe angle index (Wi) for yew trees at the three different management system.



شکل ۹- شاخص کلارک ایوانز برای درختان مرجع در سه منطقه مختلف مدیریتی.

Figure 9. Clark-Evans index for references trees at the three different management system.

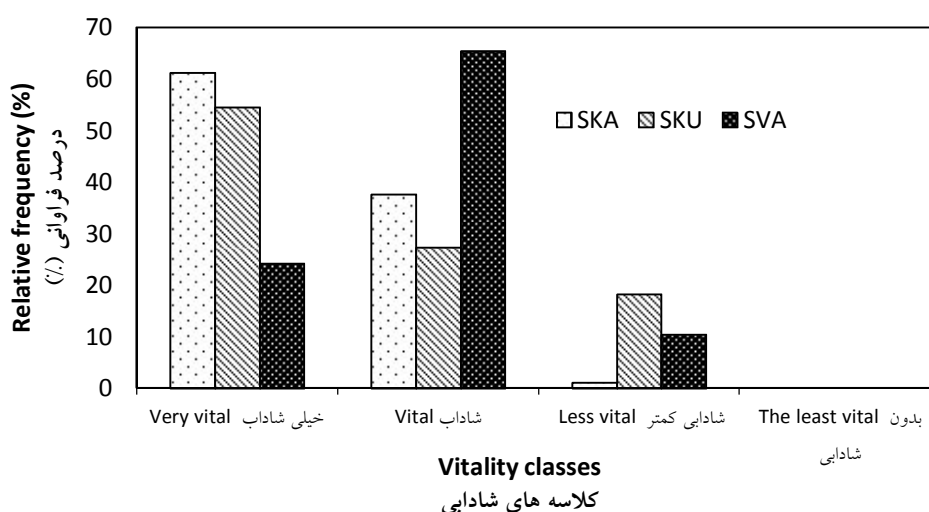
میدانی نیست و در اختلاف با شاخص زاویه یکنواخت گادو قرار دارد. به نظر می‌رسد شاخص کلارک و ایوانز در شرایط چنین مناطقی کارایی لازم را نداشته است و باید همراه با سایر شاخص‌ها تفسیر گردد. الگوی پراکنش جمعیت یک گونه می‌تواند تحت تأثیر شرایط رویشگاهی، ویژگی‌های گیاهشناسی گونه، تنوع گونه‌ای و دخالت‌های انسانی باشد (۳۷). الگوی منظم به دلیل رقابت شدید در توده برای منابع محدود و الگوی تصادفی به دلیل مرگ و میر ناشی از تراکم رویشگاه، همگنی رویشگاه و یا در حال تغییر

میانگین شاخص ارزش زاویه یکنواخت نشان داد درختان دارای الگوی کپه‌ای هستند. اگرچه توزیع مقادیر عددی شاخص در طبقه‌های موجود نشان می‌دهد که در مناطقی پراکنش از کپه‌ای خارج می‌شود. با توجه به ارزش این شاخص، دارای پراکنش تصادفی و منظم در منطقه مورد مطالعه هستند. الگوی پراکنش مکانی درختان با استفاده از شاخص کلارک ایوانز نیز نشان داد که پراکنش تصادفی در رویشگاه کلاله و کورن و پراکنش منظم در رویشگاه ایقان وجود دارد که منطبق بر مشاهدات

در هر سه رویشگاه، بیش تر از ۵۰ درصد درختان در طبقه شادابی یک و دو قرار دارند. دخالت‌های انسانی همراه با وقوع تنش‌هایی مانند خشکی منجر به تحمیل ضعف فیزیولوژیک در درختان می‌شود که نتیجه آن کاهش توان رشد و شادابی درختان است. علاوه بر این شدت رقابت در مناطق انتشار طبیعی این گونه با توجه به احاطه آن با سایر گونه‌ها، وجود رقابت شدید می‌تواند باعث تشدید رقابت و تحمیل ضعف به درختان گردد. دار و همکاران (۲۰۰۶)، در ارزیابی وضعیت شادابی درختان سرخدار در Stiwollgraben اثریش نشان داد که بیش‌تر از ۷۹ درصد درختان سرخدار در طبقه شادابی یک و دو قرار دارند (۹). در مطالعه دیگر نیز وضعیت شادابی درختان سرخدار بالا ارزیابی شده است (۱۸). در حالی که در مطالعه وسیک و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که بیش از ۵۰ درصد درختان سرخدار در طبقه شادابی کم‌تر و خیلی کم‌تر قرار داشتند (۳۵). بالا بودن شادابی در توده بیانگر آن است که سایر درختان موجود در توده شرایط بهینه‌ای برای رشد پایه‌های سرخدار فراهم نموده است (۱۸). همچنین بالا بودن شادابی درختان می‌تواند آینده توده را از لحاظ تجدید حیات تضمین نماید.

الگو از کپه‌ای به منظم مشاهده می‌شود (۱۷). با توجه به همگن بودن رویشگاه‌های مورد مطالعه برای سرخدار، دلیل الگوی تصادفی می‌تواند به همگنی رویشگاه مرتبط باشد. لو و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند گونه‌های با الگوی پراکنش تصادفی، فراوانی کم‌تری در منطقه مورد مطالعه دارند (۱۹) که با نتیجه به‌دست آمده در مطالعه ما همخوانی دارد. هر چند که کارایی این شیوه و شاخص در برآورد الگوی مکانی درختان در رویشگاه‌های مشابه مورد توجه قرار گرفته است.

شاخص شادابی یکی از مهم‌ترین مولفه‌های مهم در ارزیابی وضعیت سلامت توده است. بررسی وضعیت شادابی درختان سرخدار نشان داد در رویشگاه کلاله غالب درختان از شادابی خیلی بالا (۶۱ درصد) و بالا (۳۷ درصد) برخوردار هستند (شکل ۱۰). در رویشگاه کورن غالب درختان (۵۲٪) در طبقه خیلی شاداب قرار داشتند. اما رویشگاه ایقان شادابی به نسبت کم‌تری در مقایسه با دو رویشگاه کلاله و کورن داشت. حدود ۶۵ درصد درختان در طبقه دو شادابی در این رویشگاه قرار داشتند. هیچ‌یک از پایه‌های سرخدار در طبقه شادابی خیلی کم در سه رویشگاه مورد مطالعه قرار نداشت. بررسی وضعیت شادابی درختان سرخدار نشان داد که



شکل ۱۰- طبقه‌های شادابی درختان مرجع در سه منطقه مختلف.

Figure 10. Vitality classes of references trees at the three different management systems.

نتیجه‌گیری کلی

می‌شود که به‌منظور کسب اطلاعات بیش‌تر از تغییرات ساختار جنگل ساختار این توده‌های جنگلی طی دوره‌های زمانی پایش شود تا بتوان از نتایج این پژوهش‌ها برای ارائه الگویی برای حفظ، احیا و توسعه این جنگل‌ها با اکوسیستم حساس و شکننده استفاده نمود. همچنین لازم است که کاربرد نتایج حاصل از این شاخص‌ها در اقدامات احیای جنگل مورد استفاده قرار بگیرد. چنین مطالعاتی به‌عنوان پیش‌نیازی برای مدیریت بهتر اکوسیستم و انجام اقدامات احیایی و حفاظتی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. اتخاذ هر تصمیم و سیاست‌گذاری در منطقه و نیز در جنگل‌های مشابه باید با در نظر گرفتن شرایط شکننده حاکم بر ساختار جوامع درختی این چنین باشد. علاوه بر این در مقیاس خرد نیز اقدامات حفاظتی و بازسازی اکوسیستم بایستی بر پایه مطالعات ساختار جوامع درختی پایه‌گذاری شود.

به‌منظور مدیریت بهینه منابع جنگلی به‌دست آوردن اطلاعات صحیح از وضعیت ساختار توده‌های جنگلی ضروری می‌باشد. آگاهی از ساختار توده‌های جنگلی و بررسی تغییرات شاخص‌های مختلف در بین توده‌های متفاوت برای ارائه راهکارهای نوین در مدیریت جنگل اهمیت بالایی دارد. برنامه‌ریزی به‌منظور احیای و توسعه ساختار و وضعیت تنوع زیستی جوامع تخریب یافته سرخدار استفاده کرد. انجام عملیات‌های جنگل‌شناسی برای کاهش تعداد در هکتار و سطح مقطع سایر گونه‌ها به تقویت پایه‌های سرخدار منجر می‌شود. با توجه به این‌که سرخدار نور ملایم را می‌طلبد، کاهش بیش از اندازه تراکم درختان در توده می‌تواند به سرخدار آسیب بزند. بر اساس نتایج، اعمال حفاظت و جلوگیری از آشفته‌گی‌های با منشأ انسانی می‌تواند باعث تسریع بازگشت اکوسیستم به وضعیت مطلوب گردد. علاوه بر این پیشنهاد

منابع

1. Aguirre, O., Hui, G., von Gadow, K., and Jiménez, J. 2003. An analysis of spatial forest structure using neighborhood-based variables. *Forest Ecology and Management*. 183: 1-3. 137-145.
2. Akhavan, R., Sagheb-Talebi, K., Zenner, E., and Safavimanesh, F. 2012. Spatial patterns in different forest development stages of an intact old-growth Oriental beech forest in the Caspian region of Iran. *Europ. J. For. Res.* 131: 5. 1355-1366.
3. Alijani, V., Sagheb-Talebi, K., and Akhavan, R. 2013. Quantifying structure of intact beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands at different development stages (Case study: Kelardasht area, Mazandaran). *Iran. J. For. Pop. Res.* 21: 3. 396-410. (In Persian)
4. Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J., and Banej Shafiei, A. 2009. Comparison of woody plants diversity in protected and non-protected areas of Arasbaran forests. *Iran. J. For. Pop. Res.* 17: 1. 133-125. (In Persian)
5. Amirghasemi, F., Sagheb-talebi, K., and Dargahi, D. 2001. The study of natural regeneration structure in Arasbaran forest (Sotanchi region). *Iran. J. For. Pop. Res.* 6: 1. 1-62. (In Persian)
6. Casals, P., Camprodon, J., Caritat, A., Rios, A.I., Guixé, D., Garcia Martí, X., Martín Alcón, S., and Coll, L. 2015. Forest structure of Mediterranean yew (*Taxus baccata* L.) populations and neighbor effects on juvenile yew performance in the NE Iberian Peninsula. *Forest Systems*. 24(3). 1-9.
7. Corral-Rivas, J.J., Wehenkel, C., Castellanos-Bocaz, H.A., Vargas-Larreta, B., and Diéguez-Aranda, U. 2010. A permutation test of spatial randomness: application to nearest neighbour indices in forest stands. *J. For. Res.* 15: 4. 218-225.
8. Devaney, J.L., Jansen, M.A., and Whelan, P.M. 2014. Spatial patterns of

- natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.); Negative neighborhood effects. *Forest ecology and management*. 321: 52-60.
9. Dhar, A., Ruprecht, H., Klumpp, R., and Vacik, H. 2006. Stand structure and natural regeneration of *Taxus baccata* at "Stiwollgraben" in Austria. *Dendrobiology*. 56: 19-26.
 10. Dhar, A., Ruprecht, H., Klumpp, R., and Vacik, H. 2007. Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. *J. For. Res.* 18: 3. 181-186.
 11. Dobrowolska, D., Niemczyk, M., and Olszowska, G. 2017. The influence of stand structure on European yew *Taxus baccata* populations in its natural habitats in central Poland. *Polish J. Ecol.* 65: 3. 369-384.
 12. Farhadi, P., Soosani, J., Erfanifard, S., and Akhtari, M. 2017. Efficiency of nearest neighbor indices to assess structure of Fageto-Carpinetum in Hyrcanian vegetation zone (Case study: Nave Asalem-Guilan Forests-Iran). *J. Wood For. Sci. Technol.* 24: 2. 17-32. (In Persian)
 13. Ghanbari Sharafteh, A., Mohajer, M., and Zobeiri, M. 2010. Natural regeneration of Yew in Arasbaran forests. *Iran. J. For. Pop. Res.* 18: 3. 380-389. (In Persian)
 14. Ghanbari, S., Mahmoud, Z., Mahdi, H.V.S., and Taghi, S. 2010. Estimation of fruit production of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) and Hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Arasbaran forests. *Iran. J. For. Pop. Res.* 18: 4. 609-620. (In Persian)
 15. Herrero-Jáuregui, C., Sist, P., and Casado, M.A. 2012. Population structure of two low-density neotropical tree species under different management systems. *Forest ecology and management*. 280: 31-39.
 16. Jafari Afrapoli, M., Sefidi, K., Waez-Mousavi, S.M., and Varamesh, S. 2018. Qualitative and quantitative evaluation of dead trees in English yew (*Taxus baccata*) in Afratakhteh Forests, Golestan Province and northeastern Hyrcanian forests. *J. For. Res. Dev.* 3: 4. 305-316. (In Persian)
 17. Karimi, M., Pormajidian, M., Jalilvand, H., and Safari, A. 2012. Preliminary study for application of O-ring function in determination of small-scale spatial pattern and interaction species (Case study: Bayangan forests, Kermanshah). *Iran. J. For. Pop. Res.* 20: 4. 608-621. (In Persian)
 18. Katsavou, I., and Ganatsas, P. 2012. Ecology and conservation status of *Taxus baccata* population in NE Chalkidiki, northern Greece. *Dendrobiology*. 68: 55-62.
 19. Luo, Z., Ding, B., Mi, X., Yu, J., and Wu, Y. 2009. Distribution patterns of tree species in an evergreen broadleaved forest in eastern China. *Frontiers of Biology in China*. 4: 4. 531-538.
 20. Mishra, B., Tripathi, O., Tripathi, R., and Pandey, H. 2004. Effects of anthropogenic disturbance on plant diversity and community structure of a sacred grove in Meghalaya, northeast India. *Biodiversity & Conservation*. 13: 2. 421-436.
 21. Nouri, Z., Zobeiri, M., Fegghi, J., and Marvie Mohadjer, M.R. 2015. Application of nearest neighbor indices in studying structure of the unlogged beech (*Fagus Orientalis* Lipsky) forests in Kheyroud, Nowshahr. *Iran. J. Appl. Ecol.* 4: 12. 11-21. (In Persian)
 22. Pastorella, F., and Paletto, A. 2013. Stand structure indices as tools to support forest management: an application in Trentino forests (Italy). *J. For. Sci.* 59: 4. 159-168.
 23. Pilehvar, B., Mirazadi, Z., Alijani, V., and Jafari Sarabi, H. 2015. Investigation of Hawthorn and Maple's stands structures of Zagros forest using nearest neighbors indices. *J. Zagros For. Res.* 1: 2. 1-13. (In Persian)
 24. Piovesan, G., Saba, E.P., Biondi, F., Alessandrini, A., Di Filippo, A., and Schirone, B. 2009. Population ecology of yew (*Taxus baccata* L.) in the Central Apennines: spatial patterns and their relevance for conservation strategies. *Plant Ecology*. 205: 1. 23-46.

25. Pommerening, A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. *For. Inter. J. For. Res.* 75: 3. 305-324.
26. Pommerening, A. 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. *Forest Ecology and Management.* 224: 3. 266-277.
27. Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Klumpp, R., and Vacik, H. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. *Europ. J. For. Res.* 129: 2. 189-198.
28. Sabeti, H. 1994. Forests, trees, and shrubs of Iran. Yazd university press. 807p. (In Persian)
29. Sagheb-Talebi, K., Sajedi, T. and Pourhashemi, M. 2014. Forests of Iran: A treasure from the Past, a hope for the Future. Springer. Netherlands. 161p.
30. Sagheb-Talebi, K., Sajedi, T., and Yazdian, F. 2004. Forests of Iran. Research Institute of forests and Rangelands. 56p. (In persion)
31. Saniga, M. 2000. Structure, production and regeneration processes of English yew in the Plavno State Nature Reserve. *J. For. Sci.* 46: 2. 76-90.
32. Sefidi, K., Copenheaver, C.A., Kakavand, M., and Behjou, F.K. 2015. Structural diversity within mature forests in northern Iran: a case study from a relic population of Persian ironwood (*Parrotia persica* CA Meyer). *Forest Science.* 61: 2. 258-265.
33. Szmyt, J., and Dobrowolska, D. 2016. Spatial diversity of forest regeneration after catastrophic wind in northeastern Poland. *iForest-Biogeosciences and Forestry.* 9: 3. 414.
34. Szmyt, J. and Korzeniewicz, R. 2014. Do natural processes at the juvenile stage of stand development differentiate the spatial structure of trees in artificially established forest stands? *Forest Research Papers.* 75: 2. 171-179.
35. Vacik, H., Oitzingerauthor, G., and Georgauthor, F. 2015. Evaluation of in situ conservation strategies for English yew (*Taxus baccata* L.) in Bad Bleiberg by the use of population viability risk management (PVRM). *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 120:6. 390-405.
36. Vessella, F., Salis, A., Scirè, M., Piovesan, G., and Schirone, B. 2015. Natural regeneration and gender-specific spatial pattern of *Taxus baccata* in an old-growth population in Foresta Umbra (Italy). *Dendrobiology.* 73p.
37. Wei-dong, H., Xiu-mei, G., Lin-feng, L., and Chang-yi, L. 2001. Spatial pattern of dominant tree species of the secondary monsoon rain forest in Lianjiang, Guangdong Province. *J. For. Res.* 12: 2. 101-104.
38. Yazdani, D., Shahnazi, S., Rezazadeh, S., and Pirali Hamedani, M. 2005. A review on Yew (*Taxus baccata* L.). *J. Med. Plants.* 3: 15. 1-8.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 26 (2), 2019

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2019.16496.1804

Composition and structure of english yew forest stands (*Taxus baccata* L.) in different conservation systems of Arasbaran forests, Iran

*S. Ghanbari¹, K. Sefidi² and O. Fathizadeh¹

¹Assistant Prof., Dept. of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, Iran,

²Associate Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran

Received: 04.10.2019; Accepted: 07.16.2019

Abstract

Background and Objectives: One of the most important conservation actions that can be taken in disturbed forests is the development of enclosed areas that can substantially impact the structure and composition of vegetation. The main goal of forest management plans is to maintain the natural structure of stands. Yew is one of the most important and threatened tree species in the Arasbaran region in northwestern Iran.

Materials and Methods: In this research, we assessed the structural characteristics and composition of yew forest communities using the nearest neighbor and full callipering methods at three sites with different management histories. Within a one-hectare sampling area, tree species identity, diameter, height and crown diameter were measured. In each of these sampling areas, 56 sample points were surveyed in a 25 m × 25 m grid for trees species identity, diameter, height and distance from reference to neighbor trees. To quantify the structural characteristics in areas of different conservation status, some indices calculated including mingling, distance to neighbor, diameter and height differentiation, uniform angle and Clark Evans.

Results: The average height of yew trees at the long-term sites SKA and SVA was 5.1 and 4.8 m respectively. These trees were located in the lower layer. In the short-term site (SKU), however, yew trees (4.04 m) had approximately the same height as other trees (4.3 m). Results revealed that four species – hornbeam (68%), maple (8%), yew (7%) and oak (5.2%) composed 88% of tree species. The majority of trees had a low distance (2-3 m) between neighbors. Due to the high density of trees in the sites with a long-term conservation period (SKA and SVA), a low percentage of trees had mean distance more than 5 meters. Mean of distance to neighbor (Di) index for long-term and short-term sites were 3.8 and 5.14, respectively. The mean TDi for long-term and short-term conservation areas was 0.59 and 0.06, respectively. The uniform angle index showed that there was no class value 1 at all three sites. In the long-term enclosed area, Clark Evans index was 1.18. In short term-enclosed areas, it was less than 1 (0.82). At all sites, yew trees were in the least vital class.

Conclusion: Reducing tree density and basal area of other species will lend strength to yew trees in the studied sites. However, because yew trees need moderate light conditions, excessive decreases in the tree density can be detrimental. In order to optimize the management of forest resources, it is essential to get the correct information about the structure of forest stands. It is important to obtain enough information about the forest stand structure and changes in various indicators of stand to offer new approaches to forest management. The results of this research can show the conservation effects on yew stands in long-term and short-term conservation periods. It helps provide effective and useful conservation solutions.

Keywords: Diameter differentiation, Forest conservation, Structure indices, Yew

*Corresponding author; ghanbarisajad@gmail.com

