

ساختار و پراکنش مکانی جوامع درختی آردوج (*Juniperus foetidissima* Willd.) در

## منطقه ارسباران

سجاد قنبری<sup>۱\*</sup> و کیومرث سفیدی<sup>۲</sup><sup>۱</sup> ایران، تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، گروه جنگلداری<sup>۲</sup> ایران، اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۵



## چکیده

با توجه به حساسیت حضور گونه‌ی آردوج (*Juniperus foetidissima* Willd.) در رویشگاه جنگلی ارسباران و خاص بودن حضور این گونه در منطقه، بررسی ساختار توده‌های آردوج با استفاده از شاخص‌های مرتبط با ساختار می‌تواند به مدیریت بهتر این گونه کمک نماید. هدف اصلی این تحقیق بررسی ساختار مکانی این گونه به منظور بررسی وضعیت کمی ساختاری گونه‌ی آردوج در منطقه ارسباران می‌باشد. هشت قطعه نمونه یک هکتاری با دو روش صددرصد و روش فاصله‌ای با نزدیکترین همسایه آماربرداری شد. مشخصه‌هایی از قبیل قطر برابر سینه، ارتفاع، فاصله و زاویه درختان از یکدیگر و از درخت شاهد داده‌برداری شدند. شاخص‌های ساختاری از قبیل شاخص زاویه یکنواخت، فاصله همسایگی، تمایز قطری و تمایز ارتفاعی محاسبه شد. نتایج نشان داد که گونه‌ی آردوج به صورت توده خالص ظاهر شده است. میانگین مقادیر شاخص زاویه یکنواخت، ۰/۲۴ و فاصله همسایگی برابر با ۴/۶ متر برآورد شد. همچنین میانگین شاخص تمایز قطری و ارتفاعی به ترتیب برابر با ۰/۰۱ و ۰/۰۷ بدست آمد. در قطعات نمونه مطالعه شده، حدود ۵۳ درصد از درختان میانگین فاصله بین درختان کمتر از چهار متر بود. در دو شاخص تمایز قطری و ارتفاعی، حدود ۹۰ درصد درختان در منطقه مورد مطالعه، اختلاف قطری و ارتفاعی کمتر از ۰/۳ نسبت به درختان همسایه دارند. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که توده‌ی مورد مطالعه یک توده خالص، همگن و نسبتاً جوان می‌باشد. چنین اطلاعاتی به عنوان پیش‌نیازی برای مدیریت بهتر اکوسیستم و انجام اقدامات احیایی و حفاظتی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: آردوج (*Juniperus foetidissima* Willd.)، نزدیکترین همسایه، شاخص زاویه یکنواخت، جنگل‌های ارسباران

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۴۱۴۴۲۳۷۷۱۷، پست الکترونیکی: Ghanbarisajad@gmail.com

## مقدمه

بین تنوع گونه‌ای موجود این منطقه دارد (۱۰). اهمیت مطالعات بیشتر در زمینه ساختار و الگوی مکانی این گونه در توده‌های جنگلی و دخالت دادن آن در مطالعات بوم‌شناختی مرتبط با مناطق جنگلی را بیش از پیش آشکار می‌نماید.

ساختار توده‌های جنگلی در سه قالب شکل، اندازه و توزیع مکانی درختان می‌تواند مورد بررسی قرار بگیرد (۲۳).

گونه‌ی آردوج (*Juniperus foetidissima* Willd.) از جنس ارس بوده که این جنس دارای ۶۷ گونه و ۳۴ واریته می‌باشد. این گونه همیشه سبز بوده و غالباً در نیمکره شمالی پراکنش دارد (۲۵). در سطح جهانی، این گونه در بالکان، آسیای صغیر، سوریه، قفقاز، ارمنستان و ایران انتشار دارد (۲). گونه آردوج به عنوان یکی از گونه‌های منحصر بفرد و بارزش بومی در منطقه ارسباران، جایگاه خاصی در

مطالعه از نظر ساختاری یک توده آمیخته، ناهم‌سال و با تاج پوشش باز می‌باشد. رامین و همکاران (۱۳۹۱) ویژگی‌های کمی و کیفی درختان ارس (*Juniperus excelsa*) را در توده جنگلی ارس امین‌آباد فیروزکوه به وسعت ۶۱۳ هکتار مطالعه کردند. میانگین تعداد در هکتار را برای این گونه ۳۱ پایه برآورد کردند. میانگین ارتفاع درختان ارس نیز ۴/۹ متر برآورد شد. پبله‌ور و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از شاخص‌های نزدیکترین همسایه به بررسی ساختار گونه-های زالزالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس پرداختند. این محققین بیان کردند که گونه کیکم ابعاد بزرگتری از لحاظ تاج پوشش نسبت به زالزالک دارد. همچنین هر دو گونه از شاخص آمیختگی بالایی برخوردار می‌باشند. نوری و همکاران (۱۳۹۴) به مطالعه ساختار توده‌های دست نخورده راش در ناحیه هیرکانی با استفاده از شاخص‌های نزدیکترین همسایه از قبیل شاخص آمیختگی، آمیختگی نسبی و شاخص اختلاف قطر برابر سینه پرداختند. مقدار شاخص آمیختگی (۰/۳۳) نشان داد که آمیختگی پایه‌های درختی کم می‌باشد و مقدار شاخص اختلاف قطر برابر سینه حدود ۰/۴۳ بدست آمد که نشان دهنده اختلاف متوسط درختان از لحاظ قطر برابر سینه است. مقدار شاخص آمیختگی نسبی بزرگتر از صفر بوده که نشان دهنده تفکیک گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه می‌باشد (۱۹). صادقی و همکاران (۱۳۹۵) ویژگی‌های ساختاری گونه ارس (*Juniperus excelsa*) را در دامنه‌های جنوبی البرز با استفاده از شاخص فاصله تا نزدیکترین همسایه، زاویه یکنواخت، اختلاف ابعاد بررسی کردند. این محققین نشان دادند که الگوی مکانی و چیدمان درختان ارس در کنار یکدیگر یکنواخت بوده و از نظر تنوع درختی خالص و فاقد هر نوع آمیختگی است. مهدی کرمی و همکاران (۱۳۹۵) آمیختگی، موقعیت مکانی و ابعاد گونه شن را در جنگل‌های زاگرس مطالعه کردند. بیان کردند که این گونه پراکنش تصادفی، ابعاد متوسط نسبت به درختان همسایه و آمیختگی زیاد در توده دارد. عصری و پرتونیا (۱۳۹۵) به

بررسی الگوی ساختار مکانی در درک بسیاری از مسائل اکولوژیکی و جنگل‌شناسی موثر می‌باشد (۱۷). تشریح ساختار مکانی درختان به اثرپذیری گونه‌های موجود در توده از همدیگر و سایر گونه‌ها کمک می‌کند. البته برای درک بهتر ساختار جنگل، محققین مختلف ساختار را در سه جنبه تنوع موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای و تنوع ابعاد درختان (قطر برابر سینه و ارتفاع) تعریف و مورد بررسی قرار می‌دهند. موقعیت مکانی درختان نشان دهنده یکی از الگوهای منظم، تصادفی، کپه‌ای و یا حالتی ما بین آنها می‌باشد. تنوع گونه‌ای چیدمان گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر را مورد بررسی قرار می‌دهد و تنوع ابعاد درختان، اختلاف ابعاد چیدمان مکانی ویژگی‌هایی از قبیل قطر برابر سینه و ارتفاع را نشان می‌دهد (۱). برای کمی‌سازی شاخص‌های ساختاری توده، روش‌های اندازه‌گیری و محاسباتی متفاوتی وجود دارد. بررسی ساختار توده با استفاده از شاخص‌های نزدیکترین همسایه به عنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌ها ذکر می‌شود (۱۹). این شاخص‌ها ارتباط بین درخت شاهد 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 محققین داخلی و خارجی مورد توجه قرار گرفته است.

علی‌جانی و فقهی (۱۳۹۰) ساختار مکانی ملیج در جنگل آمیخته گرازبن خیردوکنار را با استفاده از شاخص‌های نزدیکترین همسایه بررسی کردند. مقادیر میانگین شاخص زاویه یکنواخت، اختلاط گونه‌ای، ابعاد قطر برابر سینه به ترتیب برابر با ۰/۵۴، ۰/۹، ۰/۳۲ برآورد شد. رستمی‌کیا و زبیری (۱۳۹۱) ساختار توده‌های ارس (*Juniperus excelsa*) را در منطقه کندیرق خلخال با استفاده از روش آماربرداری صددرصد بررسی کردند. میانگین سطح مقطع برابر سینه و تعداد در هکتار را به ترتیب ۴/۶۸ مترمربع و ۵۹۲ اصله در هکتار برآورد کردند. به‌طورکلی، توده مورد

توجه به پویایی جنگل دارند. گونه‌ی راش مجزا از سایر گونه‌ها بوده و یک جنگل خالص تشکیل داده است (۲۴). با توجه به حساسیت حضور گونه آردوج در رویشگاه جنگلی ارسباران و خاص بودن حضور این گونه از جنس ارس (*Juniperus*) در منطقه، بررسی ساختار توده‌های آردوج با استفاده از شاخص‌های موجود می‌تواند به مدیریت بهتر این گونه کمک نماید (۱۰). گونه‌ی آردوج به عنوان یکی از گونه‌های در معرض تهدید در منطقه ارسباران بیان شده است (۱۰). مدیریت توده‌های ارزشمند آردوج به عنوان یک از عناصر حساس این اکوسیستم مطالعه همه جانبه و فراگیر در راستای اهداف حفاظت، احیاء و توسعه این نوع جنگل‌ها را می‌طلبد. اولین قدم موثر برای رسیدن به این اهداف، آگاهی از وضعیت موجود این جنگل‌ها و کسب اطلاعات مناسب برای برنامه‌ریزی آینده می‌باشد. در مورد پراکنش جغرافیایی گونه‌ی آردوج و ویژگی‌های رویشگاهی این گونه مطالعات اندکی صورت گرفته است. ولی بر اساس بررسی‌های موجود، در مورد ساختار مکانی گونه با ارزش آردوج در منطقه ارسباران مطالعاتی وجود ندارد. از این‌رو، هدف اصلی این تحقیق پاسخ به این سوال است که گونه در معرض تهدید آردوج در رویشگاه خاص جنگلی ارسباران با چه وضعیتی پراکنش یافته است. با توجه به حالت دانه‌زاد بودن توده و دارا بودن قطر برابر سینه مشخص برای پایه‌های مورد مطالعه، وضعیت پراکنش قطری و ارتفاعی درختان و سایر خصوصیات کمی درختان آردوج چگونه می‌باشد. با توجه به اطلاعاتی که بدست خواهد آمد سعی بر این خواهد شد تا بتوان راهکار مدیریتی برای حفاظت بهتر این گونه ارائه نمود.

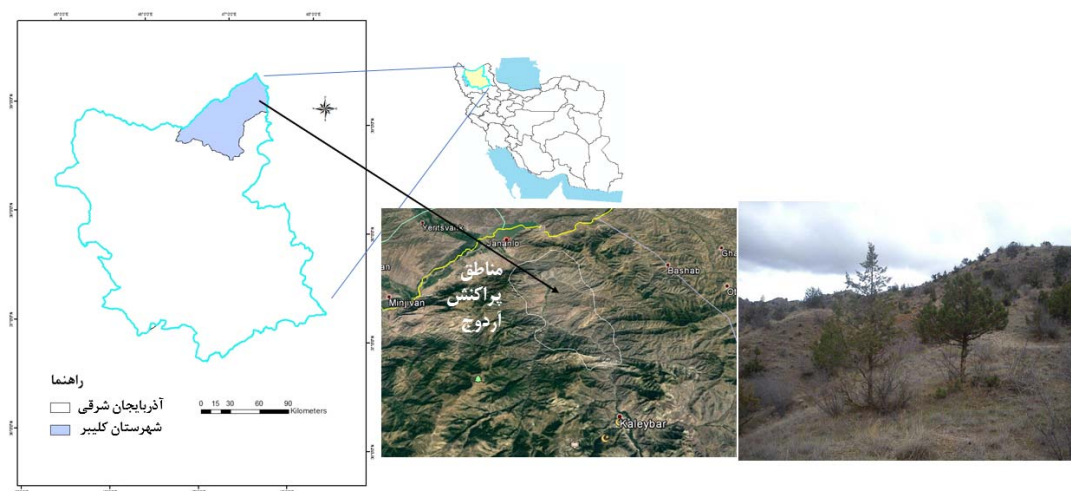
### مواد و روشها

**منطقه مورد مطالعه:** این پژوهش در یکی از رویشگاه‌های خاص و منحصر بفرد گونه آردوج، منطقه ارسباران، صورت گرفته است. این گونه در منطقه ارسباران غالباً در

ویژگی‌های رویشگاهی و جنگل‌شناسی گونه در معرض تهدید آردوج در ارسباران پرداختند. علیرغم خاص بودن این گونه، وضعیت زادآوری این گونه را نامطلوب ارزیابی کردند. فرهادی و همکاران (۱۳۹۶) 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. سفیدی و همکاران (۱۳۹۷) به کمی سازی ساختار ارس در جنگل کندرق خلخال با استفاده از شاخص‌های ساختار نظیر شاخص زاویه یکنواخت، تمایز قطری و ارتفاعی پرداختند. با مقدار شاخص زاویه یکنواخت ۰/۴۵، نوع پراکنش درختان را یکنواخت تشخیص دادند و مقادیر تمایز قطری و ارتفاعی را به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۲۳ برآورد نمودند. در تحقیقات خارجی نیز ساختار مکانی با شاخص‌های مختلف بررسی شده است. Aguirre و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی ساختار مکانی درختان بیان کردند که لزومی به اندازه‌گیری تمام درختان موجود در توده نیست و می‌توان با اندازه‌گیری درختان همسایه و با استفاده از شاخص‌های آمیختگی و تمایز به ساختار توده پی برد. Ruprecht و همکاران (۲۰۱۰) تنوع ساختاری گونه‌ی سرخدار را در رویشگاه‌های مختلف با وضعیت حفاظت ژنتیکی در اتریش بررسی و اعلام کردند که تنوع شرایط رویشگاهی باعث ایجاد تفاوت در شاخص‌های مختلف ساختاری از قبیل تمایز قطری، ارتفاعی و مینگلینگ شده است. Ravanbakhsh و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی جامعه‌شناسی گیاهی گونه‌ی ارس (*Juniperus excelsa*) را در کوهستان‌های البرز مطالعه کردند. وضعیت حضور این گونه در جوامع مختلف گیاهی را بررسی کردند. Ghalandarayeshi و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی الگوی مکانی گونه‌های درختی با استفاده از شاخص زاویه یکنواخت، شاخص مینگلینگ و شاخص تمایز در جنگل‌های راش دانمارک پرداختند. این محققین بیان کردند که تمامی گونه‌ها یک الگوی کپه‌ای با

سالانه ۱۳ درجه سانتی‌گراد و حداقل و حداکثر مطلق دما به ترتیب ۲۰ درجه زیر صفر و ۴۲ درجه بالای صفر می‌باشد (۱۰). اقلیم منطقه به روش آمبرژه، نیمه مرطوب سرد تا نیمه خشک سرد می‌باشد. تنوع آب و هوایی منطقه ناشی از جهت‌گیری کوه‌ها و وزش بادهای بوده که رطوبت دریای خزر، مدیترانه و توده‌های هوای سیبری را به همراه دارد. این منطقه از نظر زمین‌شناسی متعلق به دوران سوم بوده و قسمت عمده سنگ‌شناسی آن را واحدهای آهکی و آذرین تشکیل داده‌اند. خاک منطقه در نقاط جنگلی به طور عمده از نوع قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای آهکی است (۱۳).

مسیر کلیبر به سمت جانانلو و در بین روستاهای هوای تا کورن هوراند پراکنش دارد. این گونه در مختصات جغرافیایی بین ۳۸ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ۴۷ درجه و ۰۱ دقیقه شرقی تا ۳۹ درجه و ۰۵ دقیقه شمالی و ۴۶ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی پراکنش دارد (شکل ۱). این گونه غالباً در ارتفاعات بین ۴۳۰ تا ۱۵۶۰ متری از سطح دریا در جهت‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه پراکنش دارد. غالباً توده‌های آردوج به صورت خالص بوده و تنوع کمی از لحاظ تعداد درختان و درختچه‌های همراه دارد. میانگین بارندگی سالیانه حدود ۳۰۸ میلی‌متر می‌باشد. میانگین دمای



شکل ۱- موقعیت توده آردوج مورد مطالعه در منطقه ارسباران

توده ۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که در مطالعات تحقیقاتی دیگر نیز این حد شمارش استفاده شده است (۶؛ ۱۴؛ ۱۵). در این پایه‌ها، مشخصه‌هایی از قبیل نوع گونه، قطر برابر سینه با خطکش دوبازو و ارتفاع درخت با شیب-سنج سونتو اندازه‌گیری شدند (۲۱؛ ۲۶). 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 از هشت قطعه نمونه برداشت شده، میانگین گیری و به کل منطقه مورد مطالعه تعمیم داده شد. سپس در مرحله دوم، با استفاده از روش فاصله‌ای در

روش جمع‌آوری داده: برای شناسایی مناطق پراکنش گونه آردوج، از اطلاعات شفاهی کارشناسان منابع طبیعی، جنگل‌گردشی و منابع کتابخانه‌ای استفاده شد (۵). از هشت قطعه نمونه یک هکتاری و در مجموع هشت هکتار از منطقه پراکنش این گونه آماربرداری صورت گرفت (۲۱). دو روش صددرصد و روش فاصله‌ای با نزدیکترین همسایه در آماربرداری از قطعات نمونه استفاده شد (۱۹؛ ۲۴). در روش آماربرداری صددرصد، تمامی درختان موجود در قطعه نمونه با قطر در ارتفاع برابر سینه بالای ۷/۵ سانتی-متری اندازه‌گیری شدند (۲۱). حد شمارش درختان در این جنگلها به دلیل قطر نسبتاً پایین درختان و سن پایین

ارتفاع درخت، فاصله و زاویه از درخت شاهد، فاصله و زاویه درختان همسایه از یکدیگر به منظور محاسبه شاخص زاویه یکنواخت اندازه‌گیری و یادداشت شد (۱۲؛ ۱۶؛ ۱۹). با توجه به داده‌های برداشت شده، شاخص زاویه یکنواخت، فاصله همسایگی، تمایز قطری و ارتفاعی محاسبه شد (۱۸، ۱۹؛ ۲۳) (جدول ۱). جهت محاسبه شاخص زاویه یکنواخت، زاویه استاندارد ( $\alpha_0$ ) با توجه به تعداد درختان همسایه (سه درخت)، ۹۰ درجه محاسبه شد (۱۱). زاویه اندازه‌گیری شده ( $\alpha_j$ ) همان زاویه قرائت شده بین درخت شاهد و همسایه می‌باشد. ارزش شاخص زاویه یکنواخت بین صفر تا یک متغیر می‌باشد. مقدار ارزش این شاخص در توده‌های با پراکنش گونه‌ای یکنواخت بین صفر تا ۰/۵، توده‌های با پراکنش گونه‌ای تصادفی بین ۰/۵ تا ۰/۶ و توده‌های با پراکنش گونه‌ای کپه‌ای بین ۰/۶ تا یک است (۸؛ ۱۲). در مورد طبقات تمایز قطری و ارتفاعی از طبقات استفاده شده در تحقیقات دیگر استفاده شد (۱۹؛ ۳۱). با توجه به خالص بودن توده آردوج، شاخص آمیختگی مینگلینگ محاسبه نشد.

هر یک از قطعات نمونه یک هکتاری، به منظور انتخاب تصادفی محل نمونه‌برداری، شبکه آماربرداری با ابعاد ۲۵ متر در ۲۵ متر پیاده شد و نزدیکترین پایه به مرکز تقاطع اضلاع شبکه به عنوان درخت شاهد انتخاب و سه درخت همسایه که در نزدیکترین فاصله از درخت شاهد قرار داشتند، به عنوان درختان همسایه اندازه‌گیری شدند (۸؛ ۱۱؛ ۳۱). با در نظر گرفتن سه درخت همسایه و گروه ساختار چهار درختی، زاویه استاندارد برای محاسبه زاویه یکنواخت ۹۰ درجه می‌باشد که به صورت بصری هم این زاویه قابل تشخیص خواهد بود. بنابراین در یک راه ساده تشخیص کمتر بودن و بیشتر بودن زاویه استاندارد از ۹۰ درجه مشخص می‌گردد (۲۷). البته در این پژوهش، زاویه بین درختان ثبت شد. سپس با استفاده از روش فاصله‌ای و با اندازه‌گیری آزمون و فاصله بین درخت شاهد با درختان همسایه و بدون قطعه نمونه مشخصات درخت اندازه‌گیری شدند. در مورد درختان شاهد، قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، فاصله و زاویه از مرکز تقاطع به منظور محاسبه شاخص زاویه یکنواخت اندازه‌گیری شد. در مورد درختان همسایه نیز مشخصه‌هایی از قبیل قطر برابر سینه،

جدول ۱- شاخص‌های ساختار مکانی مبتنی بر نزدیکترین همسایه (۱۶؛ ۲۳)

نام شاخص	رابطه استفاده شده	توضیح رابطه
زاویه یکنواخت	$W_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij}$	
فاصله تا درختان همسایه	$D_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 s_{ij}$	$s_{ij}$ : فاصله درخت شاهد تا درختان همسایه
تمایز قطری	$TD_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (1 - rd_{ij})$	$rd_{ij}$ : نسبت قطر درخت کم قطر به قطر درخت قطورتر بین درخت همسایه و درخت شاهد
تمایز ارتفاعی	$HD_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (1 - rh_{ij})$	$rh_{ij}$ : نسبت ارتفاع درخت بلندتر به ارتفاع درخت کم ارتفاع بین درخت همسایه و درخت شاهد

## نتایج

منطقه وجود نداشت. حدود ۶۱ پایه در هکتار آردوج وجود دارد. میانگین قطر برابر سینه درختان ۱۳/۷ سانتی-متر بود. سایر خصوصیات کمی درختان آردوج در منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است.

نتایج نشان داد که گونه‌ی آردوج در منطقه مورد مطالعه به صورت توده خالص حضور دارد و در قطعه نمونه‌های برداشت شده، گونه‌ی همراه درختی و درختچه‌ای در

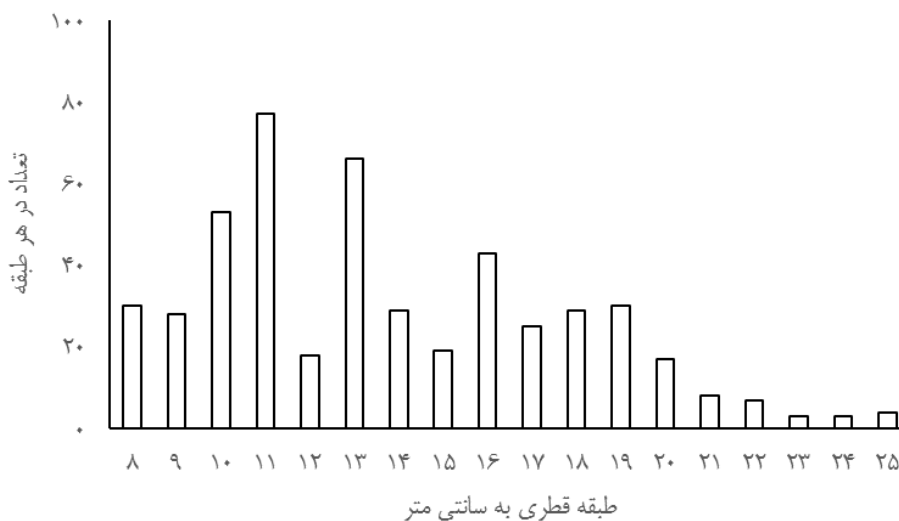
جدول ۲- خصوصیات کمی درختان آردوج در منطقه مورد مطالعه

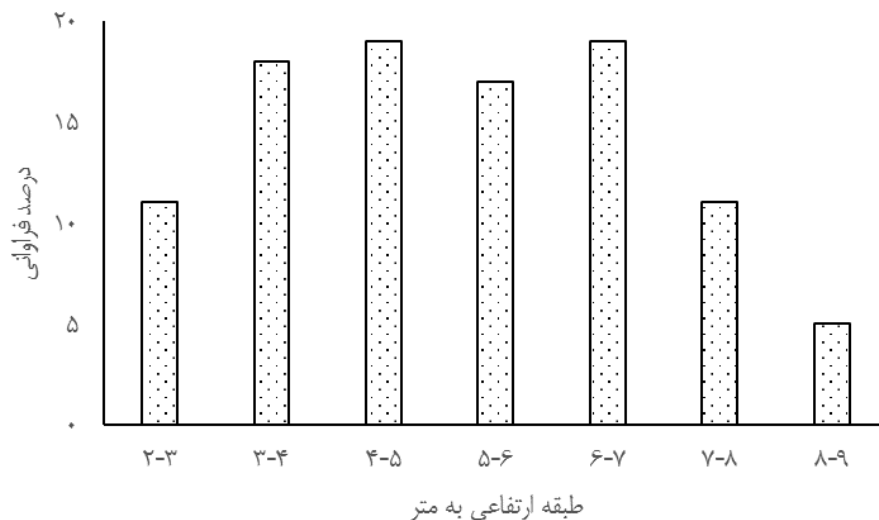
قطعه نمونه	تعداد در هکتار (n/ha)	در میانگین برابر (cm)	قطر میانگین سینه	میانگین ارتفاع درخت (m)	میانگین سطح مقطع در هکتار (m <sup>2</sup> /ha)	میانگین حجم درختان در هکتار (m <sup>3</sup> /ha)	شیب (%)	جهت عمومی	ارتفاع از سطح دریا (m)
۱	۵۲	۱۱/۲۴	۳/۵۶	۰/۰۱۱	۰/۰۴	۱۲	NW	۵۹۲	
۲	۶۳	۹/۷۴	۳/۱۷	۰/۰۰۸	۰/۰۲۵	۴۵	NW	۶۳۷	
۳	۲۸	۱۲/۴۳	۳/۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۳۹	۵۰	N	۱۲۷۸	
۴	۱۴	۱۱/۱۲	۲/۸۹	۰/۰۱۰	۰/۰۲۹	۴۵	SE	۱۳۹۰	
۵	۱۰۴	۱۵/۱	۶/۰۳	۰/۰۱۹	۰/۱۱۵	۲۵	E	۷۴۲	
۶	۶۰	۱۵/۸۷	۵/۷۸	۰/۰۲۱	۰/۱۲۲	۳۰	E	۵۱۶	
۷	۷۱	۱۴/۲۱	۵/۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۸۴	۲۰	SW	۹۲۵	
۸	۹۷	۱۵/۴۲	۵/۵۸	۰/۰۲	۰/۱۱۲	۲۳	E	۶۱۰	
میانگین	۶۱	۱۳/۱۴	۴/۴	۰/۰۱۵	۰/۰۷۱	-	-	-	

نشان داد که درختانی قطورتر از طبقه قطری ۲۷/۵ - ۲۲/۵ سانتی‌متر در توده وجود نداشت.

میانگین شاخص‌های ساختاری برای گونه آردوج محاسبه شد (جدول ۳). نتایج حاصل از بررسی‌های الگوی مکانی درختان (شاخص زاویه یکنواخت) برای گروه‌های ساختاری با درخت شاهد آردوج برابر با ۰/۲۴ بدست آمد.

وضعیت پراکنش قطری و ارتفاعی درختان بر اساس آماربرداری صددرصد در قطعه نمونه‌های برداشت شده در شکل ۲ آمده است. حداقل و حداکثر ارتفاع درختان موجود در توده از بیشتر از دو متر تا کمتر از نه متر متغیر بود. غالب درختان توده در طبقات ارتفاعی بین سه تا هفت متر پراکنش داشتند. وضعیت پراکنش قطری درختان نیز





شکل ۲- وضعیت پراکنش قطری و ارتفاعی درختان آردوج در قطعه نمونه‌های یک هکتاری برداشت شده

مقدار بیانگر وجود همگنی در بین قطر درختان موجود در توده می‌باشد. بررسی ابعاد درختان با تمایز ارتفاعی نیز تفاوت زیادی بین درختان موجود در توده نشان نداد. پایه‌های موجود در توده اختلاف بیشتر از ۰/۵ با درختان همسایه نداشتند.

۸۸ درصد از پایه‌های موجود در توده، اختلاف ارتفاعی کمتر از ۰/۳ نسبت به درختان همسایه داشتند.

ارتفاع درختان آردوج نیز مشابه قطر درختان همگنی بالایی داشت (شکل ۵).

### بحث

انجام پژوهش در مورد گونه آردوج به عنوان یکی از معدود سوزنی برگان بومی کشور، به علت دارا بودن ویژگی‌هایی از قبیل وضعیت پراکنش خاص در رویشگاه‌های منحصر به فردی مانند منطقه ارسباران اهمیت فراوانی دارا می‌باشد.

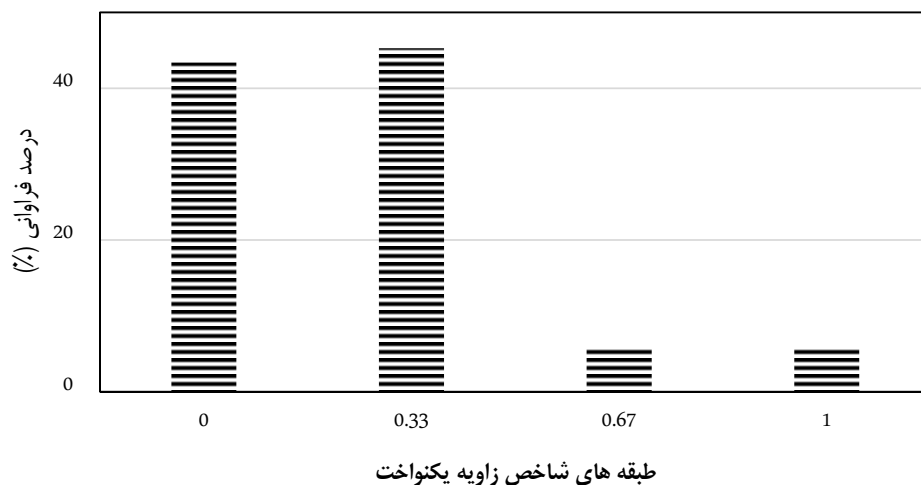
با توجه به دامنه ذکر شده برای پراکنش گونه‌ای یکنواخت بین صفر تا ۰/۵، الگوی پراکنش این گونه یکنواخت می‌باشد. در شکل ۳، طبقات مختلف توزیع ارزش‌های شاخص زاویه یکنواخت آمده است. بیشترین فراوانی مربوط به دو طبقه صفر و ۰/۳۳ می‌باشد.

شاخص فاصله همسایگی، رقابت بین درختان موجود در توده را نشان می‌دهد. مقدار میانگین شاخص فاصله همسایگی برابر با ۴/۶ متر بدست آمد. در شکل ۴، وضعیت توزیع درختان در فواصل مختلف همسایگی آورده شده است. در قطعات نمونه مطالعه شده، حدود ۵۳ درصد از درختان میانگین فاصله بین درختان کمتر از چهار متر بود. در بین قطعات نمونه، میانگین فاصله بین درختان بین یک تا هفت متر متغیر بود.

میانگین مقادیر شاخص‌های تمایز قطری و ارتفاعی به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۷ برآورد شد (جدول ۳). حدود ۹۰ درصد درختان در منطقه مورد مطالعه، اختلاف قطری کمتر از ۰/۳ نسبت به درختان همسایه دارند (شکل ۴). این

جدول ۳- میانگین شاخص‌های ساختاری گونه آردوج

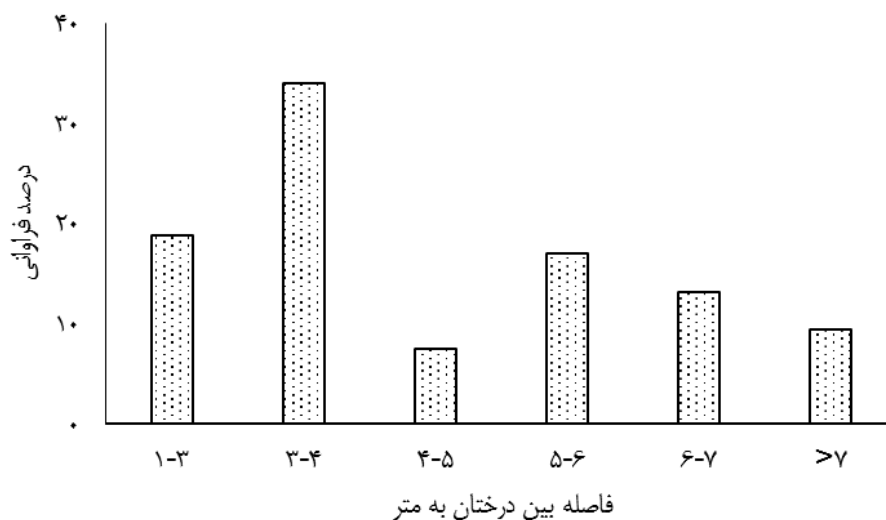
شاخص زاویه یکنواخت (UAI)	فاصله همسایگی (Di)	تمایز قطری (TDi)	تمایز ارتفاعی (HDI)
۰/۲۴	۴/۶	۰/۰۱	۰/۰۷



شکل ۳- شاخص زاویه یکنواخت گونه‌ی آردوج در منطقه مورد مطالعه

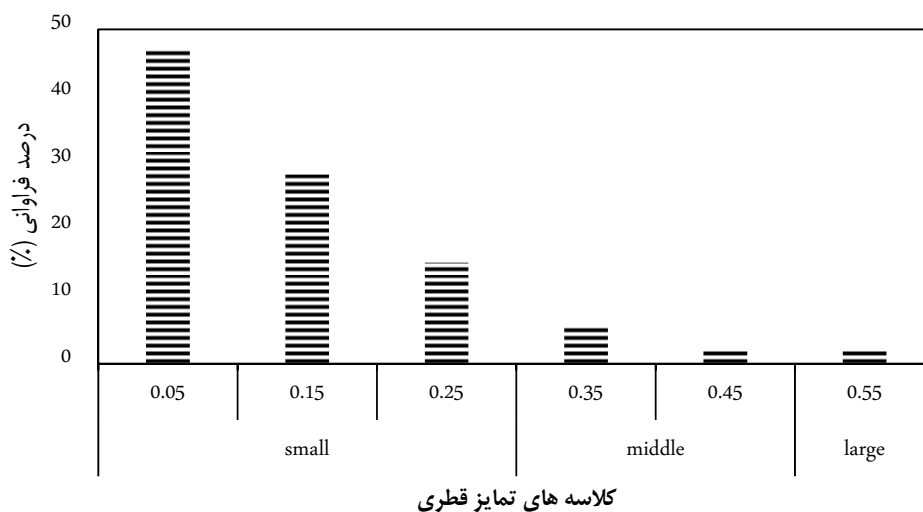
بهبتر ساختار توده و بهبود مدیریت رویشگاه‌ها و اتخاذ برنامه‌های مناسب به منظور احیا رویشگاه شود. بررسی تراکم گونه آردوج در هکتار در منطقه مورد مطالعه، ۶۱ پایه در هکتار برآورد شد که در رویشگاه‌های گونه‌های دیگر جنس سرو کوهی نیز نتایج مشابهی گزارش شده است. در دامنه‌های جنوبی البرز و در آتشفشان کرج، صادقی و همکاران (۱۳۹۵)، ۶۱ پایه در هکتار را برای گونه ارس گزارش کرده‌اند.

آردوج در گذشته درختزارهای انبوهی را در منطقه ارسباران تشکیل داده است، اما با توجه به دخالت‌های مکرر انسانی و استفاده به عنوان تیرهای چوبی در ساخت خانه، توده‌ها به صورت تنک درآمد است (۱۰) و حتی امروزه بر اساس نتایج همین مطالعه کمتر از یک صد اصله در هکتار از این گونه در رویشگاه طبیعی آن وجود دارد. با توجه به وضعیت موجود می‌توان گفت که گونه‌ی آردوج به عنوان یکی از گونه‌های شاخص رویشگاه ارسباران در معرض تهدید است که نتایج این می‌تواند باعث شناخت

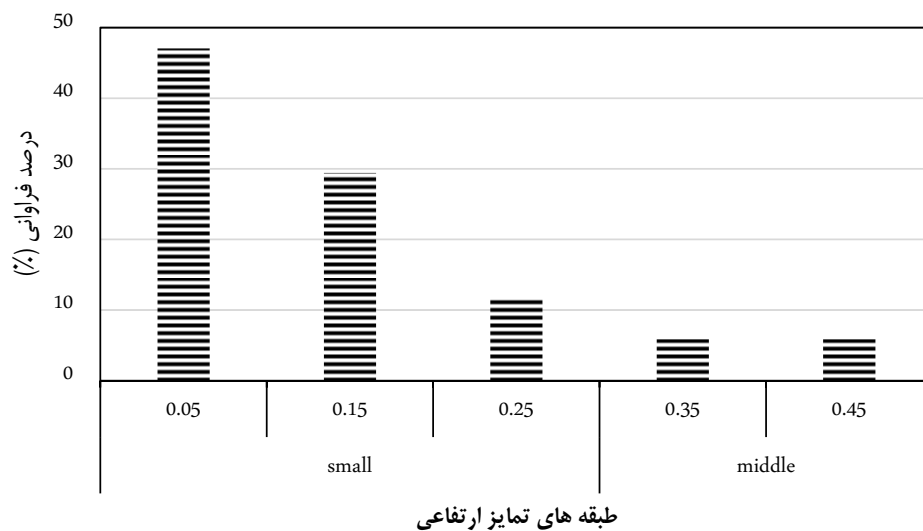


شکل ۴- توزیع مقادیر عددی شاخص فاصله همسایگی در فواصل مختلف





شکل ۵- شاخص تمایز قطری آردوج در قطعات نمونه برداشت شده



شکل ۶- شاخص تمایز ارتفاعی آردوج در قطعات نمونه برداشت شده

بیشتر نیز گزارش شده است. یکی از دلایل اختلاف بین مقادیر گزارش شده می‌تواند روش متفاوت مطالعه باشد به عنوان مثال در کندیرق خلخال، تعداد در هکتار گونه ارس با روش نمونه‌برداری ۳۲۶ پایه برآورد شد (۵) در حالی که در همین منطقه با استفاده نمونه‌برداری فاصله‌ای متوسط درختان در هر هکتار ۱۳۲ اصله برآورد شده است (۷) که مشابه مطالعه حاضر است. علاوه بر این رویشگاه کندرق کاملاً حفاظت شده است و فشار انسانی تا حد قابل قبولی

همچنین در توده‌های ارس امین آباد فیروزکوه، ۳۲ پایه درخت در هکتار گزارش شده است (۴)، اختلافات اندکی بین نتایج وجود دارد و مطالعات نشانگر تشکیل جوامع درختی تنک توسط گونه‌های مختلف جنس ارس در رویشگاه‌های مختلف است. به نظر می‌رسد شرایط سخت رویشگاهی در ارتفاعات به ویژه کمینه پایین دما مهمترین دلیل برای کم بودن پایه‌ها باشد. هر چند که در مواردی در برخی مناطق مانند کندرق خلخال تعداد در هکتار درختان

پراکنش پایه‌های درختی به سمت کپه‌ای یا یکنواخت شدن پیش می‌رود و از الگوهای پراکنش تصادفی فاصله می‌گیرد. عوامل نامساعد محیطی در منطقه باعث شده است که شرایط زیستی برای گونه آردوج سخت شده و الگوی پراکنش به سمت یکنواخت میل نماید. علاوه بر این، در توده‌های بالغ و مسن، همزمان با رشد درختان به دلیل افزایش نیاز به منابع، رقابت بر سر منابع بین پایه‌های درختی افزایش می‌یابد که سبب تنک شدن طبیعی درختان و تغییر الگوی پراکنش مکانی به سوی الگوی پراکنش یکنواخت می‌گردد. خالص بودن توده و کم بودن پایه‌های درختی نیز سبب الگوی پراکنش یکنواخت می‌گردد. از دلایل دیگر برای پراکنش یکنواخت در توده مورد مطالعه حاکم بودن شرایط مشابه رویشگاهی به ویژه از حیث اقلیم و ویژگی‌های خاکشناسی در منطقه می‌باشد. در صورتی که شرایط ذکر شده متفاوت باشد، استقرار درختان به مناطق با شرایط مطلوب محدود می‌گردد و تراکم درختان در این مناطق بالا خواهد رفت و توده سعی در تمایل به پراکنش کپه‌ای خواهد داشت (۸).

عناصر موجود در توده به دلیل رقابت برای کسب نور و مواد غذایی به صورت پیوسته با یکدیگر رقابت می‌کنند. فاصله بین درختان در دسترسی به مواد غذایی اثرگذار می‌باشد. شاخص فاصله همسایگی می‌تواند میزان فاصله بین درختان توده را نشان دهد. گونه آردوج به عنوان یک گونه غالب و خالص در توده مورد مطالعه می‌باشد، بنابراین در این توده با توجه به تعداد کم پایه در هکتار موضوع رقابت خیلی مهم نخواهد بود. علاوه بر این، مقدار شاخص فاصله همسایگی نشان داد که حدود ۵۳ درصد از درختان دارای میانگین فاصله بین درختی کمتر از چهار متر را دارا هستند. فاصله کمتر می‌تواند رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای را در توده افزایش دهد که در تحقیقات دیگر نیز به این موضوع اشاره شده است (۲۲؛ ۲۶؛ ۲۹؛ ۳۰). انتظار می‌رود فاصله درختان با توجه به تعداد کم پایه‌ها بیشتر باشد اما درجه انبوهی کم در این جامعه گیاهی منجر به کنار هم

در آن منطقه کاسته شده است. علیرغم این موضوع شرایط اکولوژیکی حاکم بر کندیرق خلخال به مراتب بهتر از منطقه حضور آردوج در منطقه ارسباران است اما شرایط حاکم بر مناطق امین آباد فیروزکوه و دامنه‌های جنوبی البرز تا حدودی مشابه منطقه ارسباران می‌باشد. دمای کمینه مهم‌ترین عامل محدود کننده رویش درختان در ارتفاعات است. در منطقه ارسباران و به ویژه در مناطق کوهستانی که رویشگاه اصلی این گونه است، زمستان‌های سرد و طولانی حاکم است که فرصت رویش درختان را محدود می‌سازد. علاوه بر این در این مناطق دخالت‌های انسانی به عنوان یک آشفتگی با منشا انسانی می‌تواند کاهش پایه‌ها را به دنبال داشته باشد. وضعیت نامطلوب رویشگاه به لحاظ شرایط اقلیمی و ادا فیکسی می‌تواند بر روی تنوع، ترکیب گونه و انبوهی توده‌ها تاثیرگذار باشد که باعث شکل‌گیری پراکنش مکانی نسبتاً یکنواخت نیز شده است (۴).

شاخص زاویه یکنواخت به عنوان یکی از شاخص‌های توانمند در بیان ساختار توده (۱۵۹۸) است که در این منطقه مقادیر صفر و ۰/۳۳، بیشترین فراوانی را نشان دادند. این مقادیر بیانگر الگوی پراکنش نسبتاً یکنواخت درختان آردوج در منطقه مورد مطالعه است. به نظر می‌رسد نامساعد بودن شرایط برای زادآوری طبیعی این گونه و نیز فشارهای ناشی از دخالت‌های انسانی و قطع درختان برای مصارف مختلف می‌تواند در نوع ساختار پراکنش موثر بوده است (۱). پراکنش یکنواخت درختان ارس در منطقه کندرق نیز توسط سفیدی و همکاران (۱۳۹۷) و در ارتفاعات البرز جنوبی توسط صادقی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش شده است. نبود همبستگی بین موقعیت درختان می‌تواند منجر به الگوی پراکنش یکنواخت گردد و زمانی که قلمرو افراد معین باشد و محدوده‌های پراکنش تقریباً برابر و یکسان باشد این موقعیت پیش خواهد آمد (۸). در شرایطی که فضاها رشد (محدودیت‌های زیستی و رقابت‌ها) برای گونه‌های درختی محدود شوند، تمایل

ارسباران می‌تواند مانع شکل‌گیری تمایز قطری در بین درختان باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که جوامع درختی مورد مطالعه، خالص و دارای ساختاری به نسبت همگن است. برنامه ریزی جهت افزایش ناهمگنی نسبی در ساختار توده می‌تواند شرایط مساعدی را جهت توسعه این جنگل‌ها داشته باشد. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود که به منظور کسب اطلاعات بیشتر از تغییرات ساختار جنگل ساختار این توده‌های جنگلی طی دوره‌های زمانی پایش شود تا بتوان از نتایج این تحقیقات 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 به عنوان 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 بایستی 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.

قرار گرفتن برخی از درختان و در نتیجه کاهش میانگین فاصله شده است.

شاخص‌های تمایز قطری و ارتفاعی درختان موجود در توده به کمی‌سازی اختلاف بین درختان یک توده از نظر قطر و ارتفاع می‌پردازد (۱۹). میانگین مقادیر کم شاخص‌های تمایز قطری (۰/۰۱) و تمایز ارتفاعی (۰/۰۷) نشان می‌دهد که توده مورد مطالعه از همگنی بالایی از لحاظ قطر و ارتفاع برخوردار هستند. در هر دو شاخص حدود ۹۰ درصد درختان در منطقه مورد مطالعه، اختلاف قطری و ارتفاعی کمتر از ۰/۳ نسبت به درختان همسایه دارند. با توجه به همگن بودن پایه‌های موجود در توده مورد مطالعه قابل توجه و نشانگر این واقعیت است که درختان همسایه اختلاف زیادی از لحاظ ارتفاع با درخت شاهد ندارند. در رویشگاه‌های حاصلخیز و در مناطق جنگلی توسعه یافته رقابت بین درختان برای رسیدن به منابع و فضای رشد مساعد منجر به تشکیل ساختار عمودی و چیدمان آنها در لایه‌های ارتفاعی می‌شود. در رویشگاه‌های فقیر آردوج با توجه حاصلخیزی کم و شرایط نامساعد رویشگاهی شکل‌گیری چنین ساختاری دور از انتظار است و همگنی در ساختار عمودی و افقی می‌تواند قابل توجه باشد. علاوه بر این کندی رشد و فصل رویش بسیار محدود در

## منابع

۱. پیلهور، ب.، میرزادی، ز.، علی جانی، و.، جعفری سرابی، ح. ۱۳۹۳. کاربرد شاخص‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه در بررسی ساختار گونه‌های زالزالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس. مجله تحقیقات جنگلهای زاگرس (۲): ۱-۱۳.
۲. ثابتی، ح. ۱۳۸۷. جنگلهای درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، ۸۰۷ ص.
۳. حیدری، م.، کریمی‌کیا، ح.، جعفرزاده، ع.ا.، نادری، م. ۱۳۹۵. بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی شاخص در گروه‌های اکولوژیک (مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده مانشت ایلام). بوم‌شناسی کاربردی ۱۷(۵): ۶۵-۷۶.
۴. رامین، م.، شتایی، ش.، حبشی، ه.، خوشنویس، م. ۱۳۹۱. بررسی برخی ویژگی‌های کمی و کیفی توده ارس (*Juniperus excelsa*) امین‌آباد فیروزکوه. مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل ۱۹(۳): ۲۱-۴۰.
۵. رستمی کیا، ی. و زبیری، م. ۱۳۹۱. بررسی ساختار توده‌های ارس (*Juniperus excelsa* Beib.) در جنگل کندیرق خلخال. مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل ۱۹(۴): ۱۵۱-۱۶۲.
۶. زبیری، م. ۱۳۸۵. بیومتری (زیست‌سنجی) جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ویرایش دوم، ۴۱۶ ص.

۱۴. علیجانپور، الف.، اسحاقی راد، ج.، بانج شفیعی، ع. ۱۳۸۸. بررسی و مقایسه تنوع گونه‌های تجدید حیات توده‌های جنگلی دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی ارسباران. مجله جنگل ایران ۱ (۳): ۲۰۹-۲۱۷.
۱۵. علیجانپور، الف.، اسحاقی راد، ج.، بانج شفیعی، ع. ۱۳۹۰. تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر خصوصیات کمی و کیفی ذغال‌اخته (*Cornus mas L.*) در جنگل‌های ارسباران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۹ (۳): ۳۹۶-۴۰۷.
۱۶. فرهادی، پ.، سوسنی، ج.، عرفانی فرد، س.ی.، اختری، م.ح. ۱۳۹۶. کاربرد شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه در ارزیابی ساختار جامعه راش - ممرزستان در ناحیه ریشی هیرکانی (مطالعه موردی: جنگل‌های ناو اسالم گیلان) مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل ۲۴ (۲): ۱۷-۳۲.
۱۷. کریمی، م.، پورمجیدیان، م.ر.، جلیل وند، ح. و صفری، الف. ۱۳۹۱. بررسی مقدماتی کارایی تابع O-ring در تعیین الگوی مکانی و کنش متقابل گونه‌ها در مقیاس کوچک (مطالعه موردی: جنگل‌های باینگان کرمانشاه). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۲۰ (۴): ۶۰۸-۶۲۱.
۱۸. مهدی کریمی، ش.، بیله ور، ب.، حسین زاده، ر.، ابراری واجاری، ک. ۱۳۹۵. بررسی موقعیت مکانی، آمیختگی و ابعاد گونه شن *(Lonicera nummulariifolia Jaub & Spach)* در جنگلهای زاگرس (مطالعه موردی: منطقه پرک شهرستان خرم آباد)، فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران ۴: ۵۹-۶۸.
۱۹. نوری، ز.، زبیری، م.، فقهی، ج.، مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۹۴. کاربرد شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه در مطالعه ساختار توده‌های دست نخورده راش در جنگل خیرود نوشهر. بوم‌شناسی کاربردی ۴ (۱۲): ۱۱-۲۱.
۲۰. Aguirre, O., Hui, G., von Gadow, K. and Jiménez, J. 2003. An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables. *Forest Ecology and Management* 183(1-3): 137-145.
۲۱. 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. *European Journal of Forest Research* 131(5): 1355-1366.
۲۲. 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.
۲۳. 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.
۲۴. Ghalandarayeshi, S., Nord-Larsen, T., Johannsen, V. K. and Larsen, J. B. 2017. Spatial patterns of tree species in Suserup Skov—a semi-natural forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 406: 391-401.
۲۵. Lesjak, M. M., Beara, I. N., Orčić, D. Z., Ristić, J. D., Anačkov, G. T., Božin, B. N. and Mimica-Dukić, N. M. 2013. Chemical characterization

- and biological effects of *Juniperus foetidissima* Willd. 1806. LWT-Food Science and Technology 53(2): 530-539.
26. 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.
27. Pommerening, A., 2006. Approaches to quantifying forest structures. Forestry 75 (3): 305-324.
28. Ravanbakhsh, H., HamzeH'Ee, B., Etemad, V., Marvie Mohadjer, M., Assadi, M. 2016. Phytosociology of *Juniperus excelsa* M. Bieb. forests in Alborz mountain range in the north of Iran. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology 150:987-1000
29. Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Klumpp, R. and Vacik, H. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. European Journal of Forest Research 129(2): 189-198.
30. Saniga, M. 2000. Structure, production and regeneration processes of English yew in the Plavno State Nature Reserve. Journal of Forest Science 46(2): 76-90.
31. 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.

## Structure and spatial distribution pattern of tree communities of Juniper (*Juniperus foetidissima* Willd) in Arasbaran region

Ghanbari S.<sup>1</sup> and Sefidi K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Tabriz, I.R. of Iran.

<sup>2</sup> Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, I.R. of Iran.

### Abstract

Due to the sensitivity and specialty of the species presence of Juniper (*Juniperus foetidissima* Willd.) in Arasbaran forest site, the study of the structure of Juniper stands using structural indicators can help to better management of this species. The main objective of this research is to investigate the spatial structure of this species in order to investigate the quantitative status of the Arasbaran region. Eight samples of one hectare were inventoried with two methods; full callipering and the nearest neighbors. Some characteristics were computed such as diameter at breast height (dbh), height, distance and angle of trees from each other and reference tree. The Structural indices were computed such as uniform angle index, distance to neighbor (Di), diameter (TDi) and height differentiation (HDi). The results showed that the juniper species has formed a pure stand. The mean values of the uniform angle index and Di were 0.24 and 4.6 meters, respectively. Also, the mean TDi and HDi indices were estimated 0.01 and 0.07, respectively. At the sample plots, about 53% of the trees had an average tree distance of less than four meters. In two indices of TDi and HDi, about 90% of the trees in the study area had a difference of less than 0.3 relative to neighbor trees. It can be concluded that the studied stands are pure, homogeneous and relatively young. Such information can be used as a prerequisite for better ecosystem management and conservation activities.

**Key words:** Juniper (*Juniperus foetidissima* Willd.), nearest neighbor, Uniform angle index, Arasbaran forests.