تنوع ساختار مؤلفه تنوع زیستی در اکوسیستم‌های جنگلی، مطالعه موردی از جوامع درختی انجیلی (*Parrotia persica* C.A. Meyer)

کیومرث سفیدی

اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه اکولوژی جنگل

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۵

چکیده

داشتن اطلاعات کمی مناسب از ساختار توده‌های جنگلی در شرایط طبیعی اولین گام در حفاظت و احیاء رویشگاه‌های گونه‌های در معرض انقراض است. به‌منظور کمی‌سازی ویژگی‌های ساختاری توده‌های انجیلی، این پژوهش در جنگل‌های بخش پاتم خیرود نوشهر انجام شد. سه توده یک هکتاری انتخاب و در هر توده، شبکه آماربرداری ۳۰×۳۰ متر پیاده و نزدیک ترین درخت (درخت شاهد) به محل تقاطع اضلاع شبکه و همچنین سه درخت همسایه در نزدیک‌ترین فاصله نسبت به درخت شاهد تعیین شد. قطر برابرسینه، ارتفاع ، قطر تاج، فاصله بین درختان و زاویه بین آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد گونه انجیلی در رویشگاه طبیعی خود به شکل نسبتاً خالص و با آمیختگی کم (اغلب با ممرز) رشد می‌کند، به لحاظ اندازه (قطر درختان) ساختار توده‌های انجیلی ناهمگن و از نظر ساختار ارتفاعی نسبتاً یکدست است. همچنین متوسط فاصله بین پایه‌های مادری در این بررسی ۶ متر برآورد گردید. بر اساس نتایج درختان انجیلی در اشکوب فوقانی دارای درجه شادابی بیشتری هستند و با افزایش فاصله بین درختان و کاهش مقدار عددی شاخص تمایز ارتفاعی مقادیر کمی کیفیت و شادابی درختان بیشتر می‌شود. در یک نتیجه‌گیری کلی بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد این گونه در شرایط رویشگاهی موجود در رقابت بین گونه‌ای موفق بوده است.

واژه‌های کلیدی: شاخص تمایز قطری درختان، آمیختگی، شاخص کلارک-ایوانز، انجیلی

نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۷۲۶۴۰۶۶ ، پست الکترونیکی: Kiomarssefidi@gmail.com

مقدمه

ساختار توده‌های جنگلی یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های توده‌های جنگلی است که کارکرد اصلی توده‌ها را تعیین می‌کند. ساختار توده‌های جنگلی به شکل ترکیب، اندازه و توزیع مکانی درختان تعریف می‌شود (۱۶). علاوه بر این ساختار توده بر اساس ترکیب درختان تشکیل‌دهنده آن می‌تواند بازتابی از فرایندهای اکوسیستمی و فعل‌وانفعالات بین بخش‌های زنده و غیرزنده اکوسیستم‌های جنگلی باشد (۲۷). ساختار توده به نحوه استقرار و روابط درونی درختان زنده و خشکه‌دارها در داخل توده اشاره دارد، که از اجزاء مهم توده‌های جنگلی به شمار می‌رود (۹ و ۲۷). علاوه بر آن ساختار توده پراکنش و حضور گونه‌های مختلف حیات‌وحش در جنگل را تحت تأثیر قرار داده و نقش کلیدی در روند تحول توده‌های جنگلی دارد (۱۰،۲۰ و ۲۱). همچنین ساختار توده در فرایند ترسیب کربن و تنظیم رشد و تکامل توده (۱۷) و نیز در فرایند زادآوری توده‌ها نقش دارد (۴۱). علاوه بر این ساختار توده‌های جنگلی می‌توانند به عنوان شاخصی از مطلوبیت رویشگاه‌های جنگلی برای ارزش‌گذاری‌های متفاوت نظیر کیفیت چوب تولیدی، ارزش‌های زیست‌محیطی، زیستگاه حیات وحش و حتی گردشگری در نظر گرفته شود.

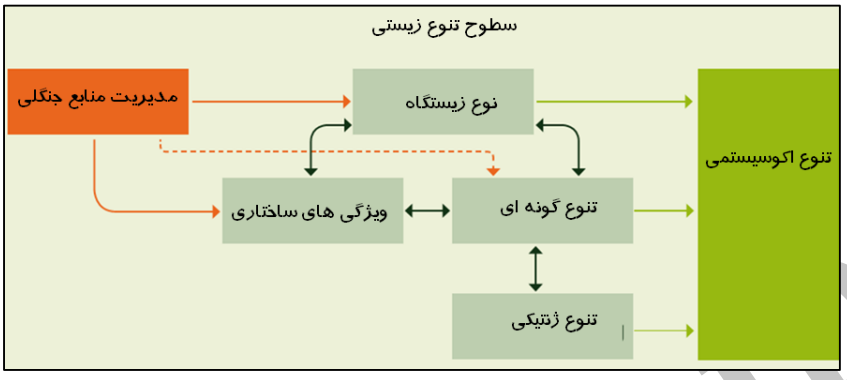
Archive of SID
www.SID.ir

همچنین ساختار توده می‌تواند اطلاعات مناسبی در ارتباط با آسیب‌های آتش‌سوزی و آفات و بیماری‌ها ارائه دهد (۱۶). ساختار توده‌های جنگلی، با توجه به مرحله تحولی توده و ترکیب آن می‌تواند متفاوت باشد. در مرحله تحولی اولیه اغلب جنگل، دارای ساختاری چندلایه است. فرایندهای زیستی و بوم‌شناختی نظیر رقابت و همزیستی بین گونه‌ها و نیز آشوب‌ها (Disturbances) می‌توانند، ساختار توده‌های جنگلی را متأثر سازند (۱۳). تغییر در ساختار توده‌های جنگلی منجر به شکل‌گیری مراحل و فازهای تحولی می‌شود (۳۷) ساختار توده‌های جنگلی با گذشت زمان و تحت تأثیر آشوب‌های محلی دچار دگرگونی می‌شوند که از این تغییرات تحت عنوان پویایی توده‌های جنگلی یاد می‌شود (۴۱ و ۳۵) .آشوب‌های هر منطقه به صورت مشخص تحت تأثیر آب‌وهوا، خاک، پوشش گیاهی، حیوانات و سایر عوامل شکل می‌گیرند (۳۱). الگوهای رشد و چرخه‌های زادآوری گونه‌های گیاهی اغلب نسبت به زمان و نحوه وقوع آشوب‌های محیطی سازگار هستند. الگوهای رشد منجر به شکل‌گیری مکانیسم تجدید حیات و نرخ مرگ‌ومیر متفاوت برای هر یک گونه‌های جنگلی شده و درنهایت باعث تغییر در فراوانی و تعداد گونه و درنهایت مسیر تحول و توسعه توده‌های گیاهی می‌شود.

ارائه مشخصه‌های ساختاری توده‌های جنگلی به شکل مقادیر کمی در حفاظت و توسعه چشم‌اندازها، زیست‌گاه-های منحصربه‌فرد جنگلی و ظهور دوباره گونه‌های جانوری نادر کاربرد دارند (۳۰). ساختار مکانی از سه جنبه‌ی مختلف شامل تنوع موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای و همچنین تنوع ابعاد درختان موردبررسی قرار می‌گیرد (۳۰، ۶، ۲۹ و ۱۸) نخست تنوع موقعیت مکانی درختان به الگوی پراکنش آن‌ها مربوط می‌شود و به حالات، کپه‌ای، تصادفی، منظم و یا حالتی بینابینی دیده می‌شود، دوم تنوع گونه‌ای به بررسی موقعیت مکانی گونه‌های مختلف در ارتباط با همسایه‌های مجاور می‌پردازد و درنهایت تنوع ابعاد درختان که شامل آرایش مکانی مشخصه‌هایی نظیر قطر برابرسینه و ارتفاع است (۳۰). در چند دهه گذشته تعداد قابل‌توجهی از شاخص‌های ساختاری متفاوت معرفی‌شده‌اند و به‌منظور کمی سازی ساختار جنگل و همچنین به‌منظور اندازه‌گیری‌های جایگزین باهدف کمی سازی تنوع زیستی به‌کاربرده شده‌اند (۲۹) تنوع در ساختار اکوسیستم‌های جنگلی، امروزه در کنار سایر مؤلفه‌های تنوع در اکوسیستم‌های جنگلی به عنوان حامی تنوع گونه‌های مختلف به شمار می‌رود (شکل ۱). یکی از باارزش‌ترین تیپ‌های جنگلی در مناطق میان‌بند و جلگه‌ای در شمال ایران جنگل‌های انجیلی است. کمی سازی ساختار این جنگل‌ها اطلاعات کمی مناسبی را در جهت مدیریت و احیاء جنگل‌های مخروبه در اختیار مدیران این بخش قرار می‌دهد. گونه درختی انجیلی *Parrotia persica* C.A. Meyer یکی از درختان بومی جنگل‌های شمال ایران است که به شکل طبیعی در ارتفاعات نیمرخ شمالی کوه‌های البرز پراکنش دارد. از دیدگاه حفاظتی انقراض تاریخی این گونه که به خانواده *Hammamelidaceae* تعلق دارد در بسیاری از مناطق رویشی در دنیا گزارش‌شده است (۸، ۲۳ و ۴۲). هر چند که این گونه به لحاظ پراکنش در شرایط مساعدی به سر می‌برد و جزء گونه‌های تهدید شده به شمار نمی‌رود، اما برخی از مشخصه‌های ساختاری توده‌های انجیلی می‌تواند آن را حتی در بین گونه‌های در معرض انقراض قرار دهد (۳۹). این گونه در جنگل‌های واقع در حاشیه دریای خزر و در جنوب و جنوب غربی آن به شکل طبیعی انتشار دارد. به لحاظ جغرافیایی این گونه در غرب اغلب در مناطق میان بند و جلگه‌ای و در مواردی تا ارتفاعات تالش و در شرق تا استان گلستان ادامه می‌یابد. همچنین لکه کوچکی از این گونه در جنوب شرق قفقاز انتشار دارد (۲۳ و ۲۶). از لحاظ ارتفاعی این گونه در ایران محدود به دامنه ارتفاعی بین ۱۵۰ تا ۱۴۰۰ متر از سطح دریا است (۲۲). برخورداری از تنه منشعب، پوست ریزان و تغییر در رنگ برگ‌ها در فصول مختلف

www.SID.ir

باعث شده تا این گونه در شمال امریکا و نیز در اروپا به عنوان گونه زینتی در فضای سبز شهری مورد استفاده قرار گیرد (۲۶).



شکل ۱- مؤلفه‌های تنوع زیستی در یک اکوسیستم جنگلی (برگرفته از Kraus and Krumm , 2013)(۱۷)

همچنین توانایی این گونه در تثبیت دامنه‌ها با توجه به مقاومت کششی در ریشه این گونه درختی در مناطق حساس به لغزش گزارش‌شده است (۷). مطالعات صورت گرفته در جنگل‌های شمال نشان می‌دهد این گونه در رویشگاه‌های اصلی خود۱۰۰٪-۴۱٪ فراوانی نسبی را به خود اختصاص می‌دهد و در بیشترین حالت با گونه‌های درختی مانند ممرز و راش تشکیل توده آمیخته می‌دهد (۳۵). Khosro pour و همکاران (۱۹) نشان دادند که بیشترین زادآوری غیر جنسی گونه انجیلی در ارتفاعات کمتر از ۴۰۰ متر اتفاق می‌افتد و ارتفاع از سطح دریا عامل اثرگذاری بر استقرار زادآوری غیر جنسی گونه انجیلی است.

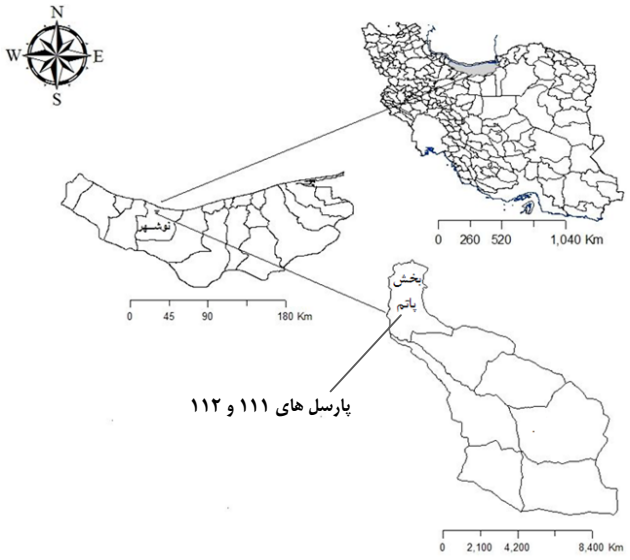
جمع آوری اطلاعات پایه‌ای و بوم شناختی از وضعیت فعلی این گونه در شمال ایران می‌تواند درک بهتری از شرایط این گونه قبل از ایجاد شرایط خطر برای انقراض یا تهدید این گونه در جنگل‌های شمال باشد. تا به امروز اطلاعات کمی از ویژگی‌های ساختاری توده‌های انجیلی نسبت به سایر گونه‌های درختی در جنگل‌های شمال گزارش‌شده است. با توجه به این واقعیت این پژوهش با هدف کمی سازی (Quantification) ساختار توده‌های آمیخته انجیلی به مفهوم ارائه ویژگیهای ساختاری در قالب مقادیر و اعداد کمی انجام شد. شناخت کافی از ساختار توده‌های انجیلی در رویشگاه‌های طبیعی می‌تواند اطلاعات مناسبی را در جهت حفاظت از این گونه و احیاء رویشگاه‌های نسبتاً محدود انجیلی را در اختیار مدیران بخش جنگل قرار دهد.

مواد و روشها

این پژوهش در جنگل خیرود نوشهر و در بخش پاتم انجام شد. رویشگاه‌های مورد مطالعه در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر در استان مازندران واقع شده‌اند (شکل۲). این جنگل از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و از جنوب به ییلاقات و روستای کلیک محدود می‌شود. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است.

رویشگاه‌های مورد مطالعه با توجه به تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی به شکل تصادفی از دو بخش (از مجموع ۷ بخش) متعلق به این جنگل انتخاب شدند که شامل پارسل ۱۱۲ به مساحت ۵۴/۴ هکتار و پارسل ۱۱۱ به مساحت ۳۸ هکتار واقع در بخش پاتم است.

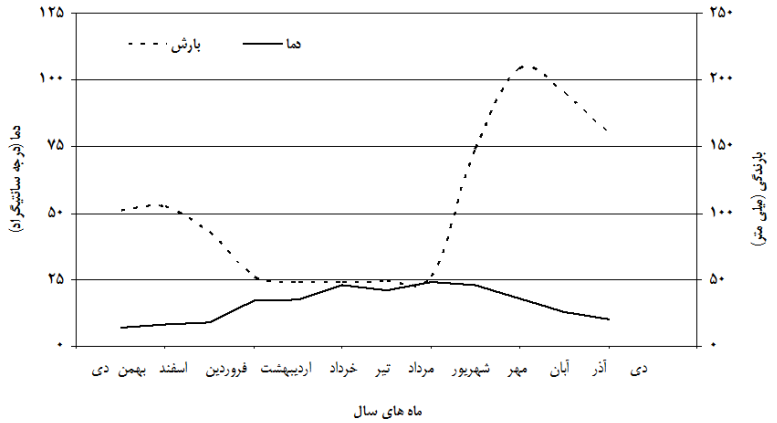
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲- منطقه مورد مطالعه بخش پاتم جنگل خیرود

بخش پاتم اولین بخش از طرح جنگلداری خیرود نوشهر است که سابقه مدیریت طولانی‌تری نیز دارد. در منطقه خیرود کنار تشکیلات مختلف از دوره‌های مختلف زمین‌شناسی دیده می‌شود. بر اساس گزارش نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه یعنی ایستگاه کلیماتولوژی نوشهر، میزان بارندگی سالیانه در منطقه خیرودکنار ۱۳۰۰ میلی متر بوده که حداقل آن در تیر و حداکثر آن در مهرماه است. تیر و مرداد گرم‌ترین ماه سال با متوسط دمای ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد و بهمن با میانگین دمای ۲/۶ سانتی‌گراد سردترین ماه سال گزارش‌شده‌اند (شکل۳).

عمده خاک‌های تشکیل‌دهنده در این منطقه از هوا دیدگی سنگ آهکی به وجود آمده‌اند که از تیپ منطقه‌ای بوده و درنتیجه در اثر فرایند هوا دیدگی سنگ‌آهکی به وجود آمده‌اند که تأثیر پوشش گیاهی در تکامل آن‌ها نقش بسزایی دارند (۱۳ و۵).



شکل ۳- نمودار بارندگی و دمای ماهیانه پنجاه سال اخیر (۱۳۸۹– ۱۳۴۰) منطقه نوشهر

روش جمع‌آوری داده‌ها: با توجه اطلاعات قبلی و جنگل گردشی در بخش پاتم سه توده یک هکتاری با ترکیب غالب گونه انجیلی انتخاب قطر و ارتفاع تمام درختان با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. میزان شادابی هر یک از درختان نیز در چهار کلاسه شادابی یادداشت گردیدند (۲۵). کلاسه یک شامل درختان با تاج کامل و

www.SID.ir

شاخ و برگ با رنگ شفاف و سالم، کلاسه دو درختان سالم و عاری از هرگونه شواهد بیماری، کلاسه سوم درختانی با علائم بیماری ولی محدود و تاج ناسالم و درنهایت کلاسه چهار شامل درختانی با علائم مشخص از بیماری‌ها و تاج کوچک بدون بذر دهی کافی است. در هر یک قطعات یک هکتاری به‌منظور انتخاب تصادفی محل نمونه‌برداری، شبکه آماربرداری با ابعاد ۳۰ متر×۳۰ متر پیاده شده (۲۴) و نزدیک‌ترین درخت انجیلی به مرکز تقاطع اضلاع شبکه به عنوان درخت شاهد و سه درخت جانبی که در نزدیک‌ترین فاصله از درخت شاهد قرار داشتند به عنوان درختان همسایه انتخاب و با استفاده از روش فاصله‌ای و بدون پلات اندازه‌گیری شدند (۲۸ و ۳۲). در این حالت در مجموع در هر قطعه تعداد سی و سه محل نمونه برداری انتخاب و اندازه گیری از درختان انجام گردید.

آنالیز داده‌ها: چندین شاخص مختلف آنالیز کمی ساختار توده برای به دست آوردن ویژگی‌های کمی توده‌های جنگلی معرفی‌شده‌اند که در این بررسی برخی این شاخص‌ها مورداستفاده قرار گرفت (۲۹). نخستین شاخص، شاخص آمیختگی است که میزان آمیختگی گونه انجیلی و سایر گونه‌ها و نوع رقابت در ساختار توده را از طریق رابطه زیر نشان می‌دهد :

$$M_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} v_{ij}, \quad M_i \in [0,1] \qquad (۱)$$

که در این رابطه n تعداد درختان مجاور است و چنانچه گونه شاهد (i) و گونه‌های درختی مجاور (j) از یک‌گونه مشابه (گونه درختی انجیلی) باشد، مقدار عددی v_{ij} برابر با یک خواهد بود و در غیر این صورت مقدار عددی آن صفر در نظر گرفته خواهد شد. دامنه تغییرات این شاخص بین صفر و یک خواهد بود و چنانچه مقدار عددی این شاخص نزدیک به صفر باشد، نشانه خالص بودن (آمیختگی کم) و یا حضور بسیار کم سایر گونه‌ها است. شاخص دوم شاخص فاصله همسایگی (D_i) است که در آن به بررسی تراکم و انبوهی درختان در واحد سطح پرداخته می‌شود (۲۹).

$$Di = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} sj \qquad (۲)$$

در این رابطه s_{ij} فاصله بین درخت i^{th} به عنوان درخت شاهد و درخت j^{th} به عنوان درخت مجاور و n تعداد درختان است. مقدار عددی بیشتر (اغلب بیش از دو متر) برای این شاخص (D_i) نشان از تراکم کم در واحد سطح دارد (۳۲).

در شاخص سوم مورداستفاده در این بررسی شاخص تمایز قطری (Tree diameter differentiation) است، در این شاخص اختلافات قطر درختان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این بررسی تنوع در اندازه و ابعاد درختان (شامل قطر و ارتفاع درختان) انجیلی در ارتباط با درختان مجاور بررسی شد.

$$TD_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(1 - rd_{ij}), \quad TD_i \in [0,1] \qquad (۳)$$

که در آن TD_i شاخص تمایز قطری بین گونه شاهد (i) و گونه‌های درختی مجاور (j) است. rd_{ij} نسبت قطر کوچک‌ترین درخت به قطر قطورترین درخت در بین درختان اندازه‌گیری شده در محل تقاطع اضلاع شبکه و n تعداد درختان اندازه‌گیری شده در محل تقاطع اضلاع شبکه است. همچنین رابطه مشابهی برای برآورد تمایز ارتفاعی درختان (Tree height differentiation) استفاده شد.

$$HD_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(1 - rh_{ij}), \quad HD_i \in [0,1] \qquad (۴)$$

که در آن HD_i شاخص تمایز ارتفاعی بین گونه شاهد (i) و گونه‌های درختی مجاور (j) است. rh_{ij} نسبت ارتفاع بلندترین درخت به کوچک‌ترین درخت و n تعداد درختان اندازه‌گیری شده در محل تقاطع اضلاع شبکه است. دامنه تغییرات مقدار عددی شاخص‌های تمایز قطری

Archive of SID

www.SID.ir

و ارتفاعی در ساختار توده بین صفر و یک قرار دارد. توده با مقدار عددی تمایز پایین (نزدیک به صفر) دارای توده‌ای با قطر و یا ارتفاع مشابه و مقدار عددی نزدیک به یک ناهمگنی در ابعاد را نشان می‌دهد. این شاخص اغلب در چهار کلاسه مشخص موردبررسی قرار می‌گیرد (۳۲ و ۳۸) . بر اساس مطالعات و تفسیر ارائه‌شده توسط Pommerening (۳۰) چنانچه مقداری این شاخص بین صفرتا ۰/۳ باشد تمایز کم، تمایز متوسط بین ۰/۳ تا ۰/۵ ، تمایز بالا بین ۰/۵ تا ۰/۷ و تمایز بسیار زیاد بین ۰/۷ تا یک است.

الگوی توزیع مکانی درختان نیز در این بررسی بر اساس شاخص انبوهی کلارک و ایوانز محاسبه شد در این رابطه که به شکل زیر برآورد می‌شود :

$$CE = \frac{r_A}{r_E} \qquad r_E = \frac{1}{2\sqrt{\frac{N}{A}}} \qquad (۵)$$

در این رابطه A مساحت توده جنگلی وN تعداد درختان در واحد سطح مذکور است. در این رابطه متوسط فاصله بین درختان(r_A) با فاصله درختان در یک پراکنش تصادفی (r_E) در جنگل مقایسه می‌شود. در این رابطه r_A متوسط فاصله بین درختان است که به شکل محاسبه میانگین فاصله‌های بین انجیلی و درختان مجاور به دست می‌آید و r_E مقدار این فاصله در یک جنگل با پراکنش کاملاً تصادفی است. در این روش پراکنش درختان با توزیع پوآسون مقایسه می‌شود. بر این اساس وقتی‌که توزیع درختان کاملاً تصادفی باشد مقدار عددی شاخص یک خواهد بود چنانچه کمتر از یک باشد توزیع خوشه‌ای (کپه‌ای) و بزرگ‌تر از یک نشان از پراکنش منظم در توده می‌دهد (۱۸). در این مطالعه برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف بین مقادیر عددی شاخص‌های فاصله همسایگی بین درختان در کلاسه‌های یک متری (۲۹) در سه قطعه‌نمونه از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه داده‌ها پس از احراز نرمال بودن دادهها با آزمون کولموگراف-اسمیرنوف استفاده شد و برای مقایسه شادابی در سه قطعه انتخابی و شاخص تمایز قطری در کلاسه‌های شادابی مختلف از آزمون کروسکال والیس (Kruskal wallis test) با توجه به رتبه‌ای بودن داده‌ها در محیط نرم‌افزاری SPSSاستفاده شد.

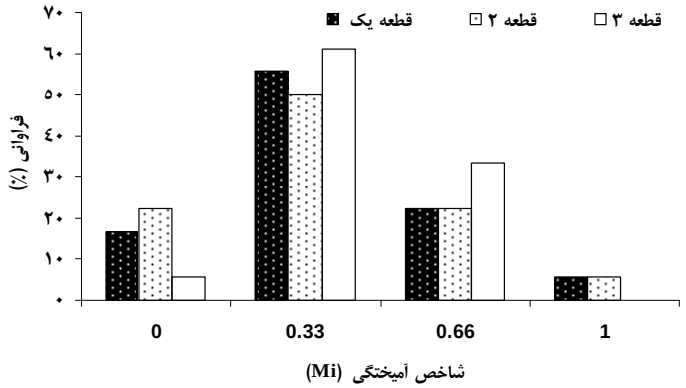
نتایج

بر اساس شاخص آمیختگی که میزان اختلاط گونه انجیلی با سایر گونه‌های درختی را نشان می‌دهد، در این بررسی در هر سه قطعه‌نمونه در بیشترین مشاهده بیش از ۵۰٪ از نقاط نمونه‌برداری درخت انجیلی با دو گونه درختی مشابه (انجیلی) احاطه می‌شود (M_i = ۰/۳۳). پس‌ازآن بیشترین مشاهده درختان انجیلی با یک درخت انجیلی و دو گونه دیگر شامل راش و ممرز احاطه می‌شود (M_i = ۰/۶۶)، علاوه بر این در کل سه قطعه در ۱۵ ٪ از محل‌های نمونه‌برداری هر سه درخت مجاور را گونه انجیلی به خود اختصاص می‌داد (شکل۴، Mi = ۰/۰۰) درعین‌حال تنها در دو مشاهده (حدود ۲٪ از کل) درخت انجیلی با گونه‌های درختی‌ای غیر از گونه انجیلی احاطه می‌شود (M_i = ۱). همچنین در قطعه‌نمونه سوم تمام درختان مجاور مشابه و از گونه درختی انجیلی ثبت بودند و یا به‌عبارت‌دیگر درختان همسایه شامل گونه‌ای به‌غیراز انجیلی مشاهده نبود. در این مطالعه برای بررسی رقابت بین درختان شاخص فاصله همسایگی بین درختان (Di) نیز مورداستفاده قرار گرفت. شکل ۵ پراکنش مقادیر عددی شاخص فاصله بین درختان را در کلاسه‌های فاصله یک متری نشان می‌دهد.

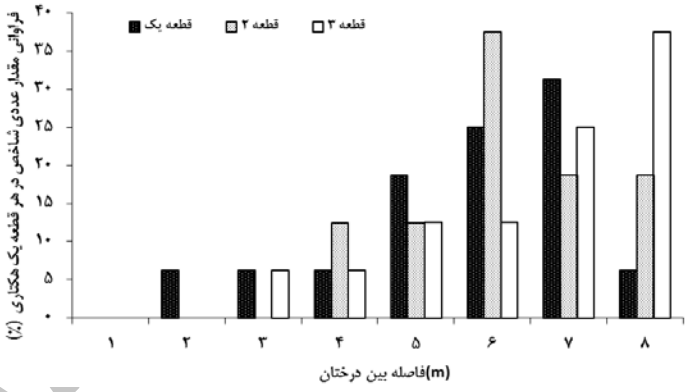
در قطعه شماره سه میانگین فاصله بین درختان بیش از ۶ متر ثبت شد این در حالی است که در قطعات دیگر تنها در ۳۸ ٪ از مشاهدات در نقاط اندازه‌گیری این مقدار به بیش از ۶ متر رسید (شکل ۵). در بین تمامی مشاهدات در قطعه شماره یک میانگین فاصله بین درختان در کم‌ترین مقدار خود قرار داشت (۵/۳ متر) و بیشترین فاصله بین درختان در قطعه سه (۶/۴ متر) ثبت گردید. هرچند که بر اساس

www.SID.ir

آزمون‌های صورت گرفته ازلحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین نقاط اندازه‌گیری (محل برخورد اضلاع شبکه) وجود ندارد (جدول ۱) .



شکل۴- فراوانی مقادیر عددی شاخص آمیختگی در کلاسه‌های مختلف و در هر یک از قطعات نمونه



شکل۵- فراوانی مقادیر عددی شاخص فاصله همسایگی بین درختان در هر قطعه‌نمونه

جدول۱- نتایج مقایسه میانگین شاخص های تنوع ساختاری در بین سه قطعه مورد بررسی

منبع تغییرات	تیمار (شاخص ها)				
	آمیختگی	فاصله همسایگی	انبوهی کلارک و ایوانز	تمایز قطری	تمایز ارتفاعی
میانگین مربعات	۷/۳۲	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۲۵ **	۰/۰۴
درجه آزادی	۲	۲	۲	۲	۲
آماره F	۲/۱۳۹	۰/۲۳۷	۱/۷۰۰	۱۶/۳۸۹	۱/۶۰۹
معنی داری	۰/۱۳	۰/۷۹	۰/۱۹	< ۰/۰۰۱	۰/۲۱

** معنی داری در حدود اطمینان ۹۹٪ را نشان می دهد.

www.SID.ir

شکل ۶ توزیع درختان در طبقات قطری را در قطعات یک هکتاری نشان می‌دهد، الگوی مشابهی برای پراکنش درختان مشاهده می‌شود و در درختان با قطر کم و متوسط بیشترین فراوانی و درختان قطور کم‌ترین فراوانی را در توده‌های طبیعی انجیلی نشان می‌دهند. میانگین قطر برابرسینه درختان در توده یک ۳۱/۲ سانتی‌متر محاسبه شد درحالی‌که در توده‌های دو و سه این مقدار به ترتیب ۴۰/۱ و ۴۰/۲ سانتی‌متر برآورد شد. قطعه یک علاوه برداشتن کوچک‌ترین مقادیر متوسط قطر کوچک‌ترین درختان را با متوسط بلندی ۱۱/۱متر را به خود اختصاص داد. در این قطعه هیچ درختی با ارتفاع بیش از ۱۵ متر ثبت نگردید. در قطعه دو متوسط ارتفاع درختان ۱۲/۸ متر و در قطعه سه این مقدار ۱۴/۳ متر محاسبه شد.

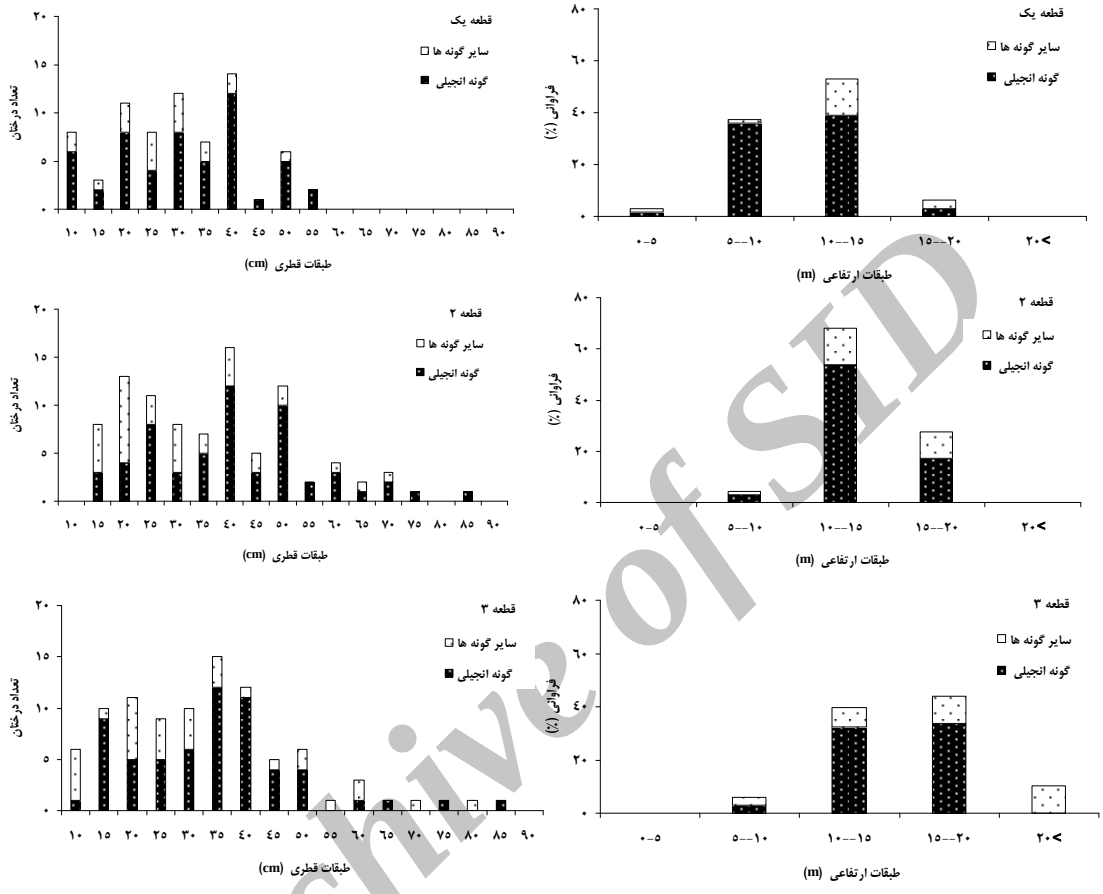
برای بررسی تنوع در ابعاد درختان، شاخص‌های تمایز قطری (TDi) و تمایز ارتفاعی (HDi) درختان اندازه‌گیری شد. میانگین شاخص تمایز قطری در سه توده به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۳۸ و ۰/۵۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده توزیع قطری نسبتاً همگن است. در سه قطعه موردبررسی بر اساس نتایج ۳۰ –۷۰٪ از **درختان** مجاور کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از درختان انجیلی بودند (شکل ۷)، که در مقایسه بین سه قطعه اختلاف معنی داری بین قطعات از نظر تمایز قطری وجود دارد (جدول یک). در بین قطعات (توده‌ها) در قطعه شماره سه حدود ۲۰٪ از درختان در کلاسه چهار قرار دارد که نشانگر تنوع در ابعاد درختان در این قطعه دارد. بر اساس شاخص تمایز ارتفاعی همگنی متوسطی نیز در بین درختان از لحاظ ارتفاع درختان مشاهده می‌شود. در قطعات یک، دو و سه این شاخص به ترتیب مقدار ۰/۲۷، ۰/۲۶ و ۰/۳۲ را نشان می‌دهد. در کل حدود ۳۰ ٪ از درختان در این بررسی ارتفاعی برابر با درختان شاهد داشتند. در قطعه شماره یک و دو هیچ درختی در کلاسه تمایز ارتفاعی چهار مشاهده نشد که نشان‌گر همگنی و توزیع مشابه قطر درختان و یا تمایز قطری پایین در این قطعه است. بر اساس شاخص انبوهی کلارک–ایوانز در قطعات شماره یک و سه این مقدار نزدیک به یک و به ترتیب برابر با ۱/۰۱ و۰/۹۸ به دست آمد و در قطعه دو بیش از یک و برابر با ۱/۱۵ به دست آمد. این بدان معنی است که الگوی پراکنش مکانی درختان در توده‌های طبیعی انجیلی تا حدودی از توزیع کاملاً تصادفی پیروی می‌کند. درحالی‌که در قطعه دو پراکنش منظم درختان نیز مشاهده می‌شود. اختلاف معنی‌داری بین کلاسه‌های شادابی درختان در بین سه قطعه مشاهده نشد ($P>0.05, \chi = 2/21$) . شاداب‌ترین درختان در قطعه شماره سه (۸۸٪) و در کلاسه‌های شاداب و خیلی شاداب مشاهده گردید. بیشترین تعداد درختان در کلاسه‌های با شادابی کم در قطعه شماره یک (۲۴٪) مشاهده شد. مقایسه شاخص‌های کمی ساختار در کلاسه‌های شادابی نشان داد از این لحاظ هیچ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۸). با این حال تفاوت‌های اندکی بین درختان نیز وجود دارد و درختان بلندتر اغلب درختان شاداب بیشتری هستند همچنین کلاسه سوم شادابی (درختان با شادابی کم) دارای شاخص تمایز ارتفاعی بالا و فاصله بین درختان کمتری هستند. یا به عبارت دیگر کلاسه‌های شاداب در گروه‌های نمونه برداری با شاخص فاصله‌ای بیشتر و تمایز ارتفاعی کمتر مشاهده می‌شوند (شکل ۶).

بحث

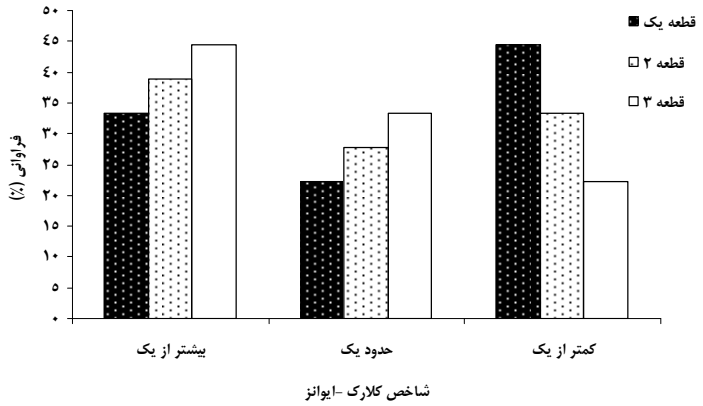
گونه درختی انجیلی از درختانی است که کم و بیش از دوره کواترنری در شمال ایران مانده‌اند و به عبارتی جزء گونه‌های باستانی و در عین حال در معرض خطر در جنگل‌های شمال ایران است (۳۱ و ۳۵). این گونه درختی بومی جنگل‌های شمال بوده تنها در کشور ایران و بخش های محدودی از جنگل‌های هیرکانی در کشور آذربایجان به شکل طبیعی انتشار دارد (۳۴). بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی سه توده، گونه انجیلی در رویشگاه طبیعی خود به شکل نسبتاً خالص و با آمیختگی کم (اغلب با ممرز) رشد می‌کند، از نظر اندازه (قطر درختان) ساختار

www.SID.ir
Archive of SID

توده‌های انجیلی ناهمگن و از حیث ساختار ارتفاعی نسبتاً یکدست می‌باشد هر چند که در مواردی ارتفاع درختان انجیلی از سایر گونه‌های مجاور درختان متعلق به این گونه کمتر است.



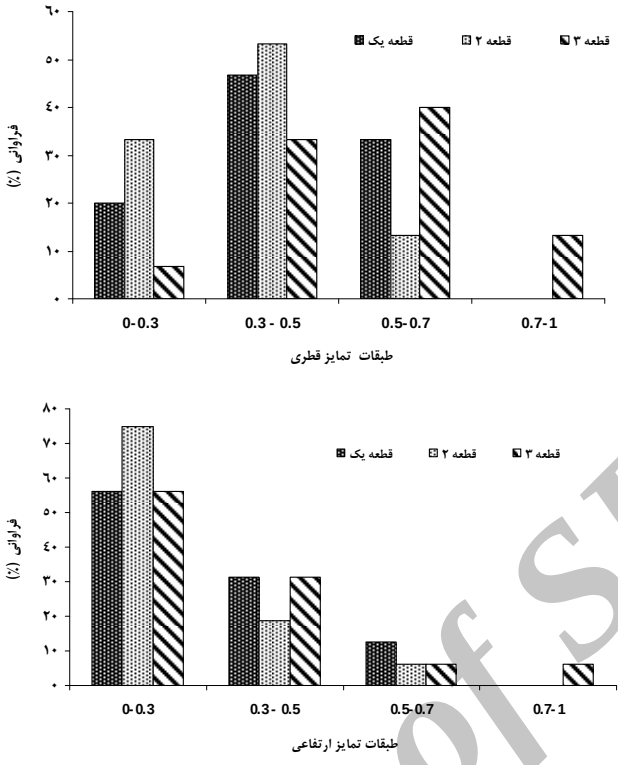
شکل۶- فراوانی گونه درختی انجیلی و سایر گونه‌ها در کلاسه‌های قطری و ارتفاعی در هر سه قطعه



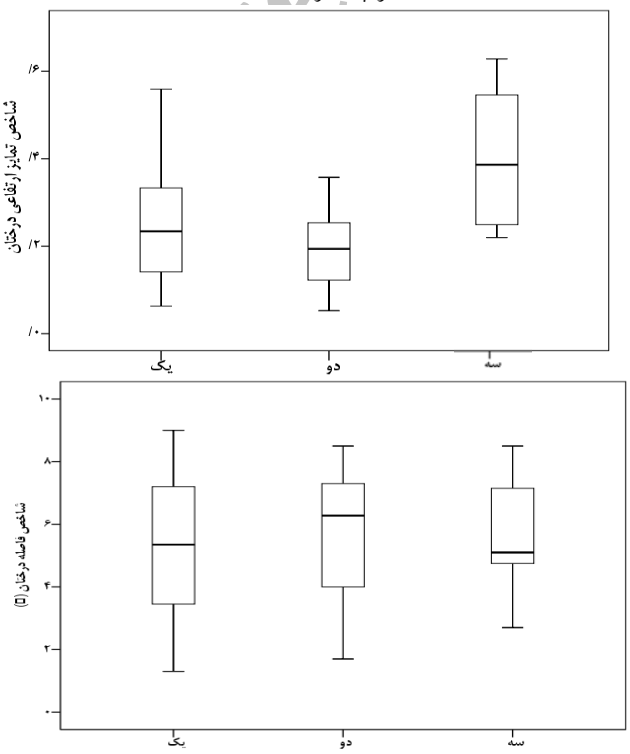
شکل۸- فراوانی کلاسه‌های شاخص کلارک- ایوانز

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۷- فراوانی شاخص‌های تمایز قطری و ارتفاعی در کلاسه‌های مختلف، مقدار عددی بالای شاخص (کلاسه چهارم) نشانگر تمایز و ناهمگنی بالا در ابعاد درختان است.



شکل۹- تغییرات شاخص فاصله درختان (D_i) و شاخص تمایز ارتفاعی (HD_i) در کلاسه‌های مختلف شادابی

www.SID.ir

همچنین متوسط فاصله بین پایه‌های مادری در این بررسی ۶ متر برآورد گردید. چنین ویژگی‌های ساختاری در مقایسه با سایر مطالعات (۳ و ۲) ساختار ویژه توده‌های انجیلی را نشان می‌دهد. در توده‌های جنگلی راش آمیخته اغلب تنوع گونه‌ای بیشتری مشاهده می‌شود و فاصله متوسط بین درختان ۷/۹ برآورد شده است (۱، ۳۶). چنین ساختار منحصر به فردی در اقدامات احیایی در رویشگاه‌های این گونه بایستی مد نظر قرار گیرد هرچند که حضور کافی بذر درختان انجیلی در بانک بذر خاک نشان از استمرار حضور این گونه در جنگل‌های شمال ایران دارد (۱۱)، اگرچه زادآوری این گونه در رویشگاه‌های طبیعی به شکل تکثیر غیر جنسی و از طریق جست دهی نیز صورت می‌گیرد (۲۲ و ۳۵) .

در این بررسی شاخص‌های مختلفی جهت کمی سازی ساختار توده به کار گرفته شد. شاخص آمیختگی توده در این بررسی نشان داد که گونه درختی انجیلی توسط سایر گونه‌های درختی احاطه نمی‌شود و اغلب در رویشگاه‌های طبیعی این گونه در رقابت درون گونه‌ای با سایر درختان انجیلی می‌باشد. جست دهی فراوان این درخت باعث افزایش تعداد پایه‌ها در واحد سطح می‌شود و از سوی دیگر شرایط رویشگاهی با توجه به عمق کم خاک و سنگلاخی بودن امکان رشد سایر گونه‌ها در این ناحیه محدود می‌سازد (۲۲). علاوه بر این شرایط نامساعد باعث غلبه این گونه در رقابت بین گونه‌ای و استمرار حضور آن در ساختار توده‌های جنگلی و به شکل توده‌های جنگلی نسبتاً خالص از حیث ترکیب گونه‌ای می‌شود. در سایر مطالعات نیز اهمیت نسبی گونه انجیلی در رویشگاه‌های این گونه بین ۶۰ تا ۷۵ ٪ است (۳۵) که نشان دهنده چیرگی این گونه در این رویشگاه‌ها است. از سوی دیگر شاخص فاصله بین درختان نیز نشانگر رقابت نسبی بین درختان در توده‌های جنگلی برای کسب فضای رشد است. علاوه بر این تفسیر رابطه بین درختان شاهد انجیلی با درختان مجاور می‌تواند بر اساس تنوع در رشد قطری و ارتفاعی درختان و یا به عبارت دیگر تنوع در ابعاد درختان باشد. بر اساس شاخص تمایز ارتفاعی که نشانگر تنوع در ساختار ارتفاعی توده‌های جنگلی است، بسیاری از درختان مجاور گونه انجیلی بزرگ‌تر از این گونه درختی هستند، در رویشگاه پاتم این گونه درختی اغلب با درختان دانه زادی مانند راش شرقی و ممرز احاطه می‌شود که اغلب در شرایط طبیعی دارای رشد طولی بیشتری در مقایسه با گونه انجیلی هستند. اما در بررسی تمایز قطری نشان دهنده تمایز مثبت برای درختان انجیلی است به این معنی که در این رویشگاه گونه انجیلی دارای قطری بیشتر از درختان مجاور در بیشترین نقاط داشته است که نشان از غلبه نسبی گونه در رویشگاه دارد. هرچند که بر اساس شاخص تمایز، یک همگنی متوسطی بین درختان از لحاظ اندازه و قطر وجود دارد بر این اساس ۳۰ تا ۷۰ درصد درختان قطری کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از درختان شاهد را داشته‌اند. این مقدار درگونه های درختی دیگر نظیر ملج ۳۲٪ (۳) و برای راش ۵۳ ٪ در مطالعات دیگر به دست آمده است می‌گیرد (۴). به نظر می رسد شاخص تمایز در بین گونه‌های درختی مختلف تفاوت هایی را به لحاظ سرشت گیاهان و توان رشد متفاوت آنها در رویشگاه های مختلف نشان می‌دهد. بر اساس مطالعه شادابی درختان و ارتباط آن با شاخص فاصله بین درختان و کاهش شادابی درختان در فاصله کم بین پایه‌های درختی می‌توان این نتیجه گیری را کرد که رقابت مهم‌ترین عامل در کاهش کیفیت درختان است و از سوی دیگر با توجه به شاخص آمیختگی و آمیختگی کم انجیلی با سایر گونه‌ها می‌توان بیان کرد مهم‌ترین عامل در کاهش شادابی درختان در توده‌های انجیلی رقابت درون گونه‌ای است. همچنین بر اساس نتایج درختان بلندتر در اشکوب پوشش تاجی دارای درجه شادابی بیشتری هستند، بر این اساس می‌توان نتیجه گیری کرد در توده‌های انجیلی با افزایش فاصله بین درختان و کاهش تمایز ارتفاعی کیفیت و شادابی درختان بیشتر می‌شود. در کل می‌توان نتیجه گیری کرد شادابی درختان

www.SID.ir
Archive of SID

انجیلی در رویشگاه‌های طبیعی به شدت تحت تأثیر رقابت درون گونه‌ای است. مدیریت رقابت درون گونه‌ای با توجه به انتشار محدود این گونه در بخش‌هایی از کشور ایران و آذربایجان از الزامات حفاظت و احیاء رویشگاه‌های این گونه است. تغییر در ترکیب گونه‌ای در رویشگاه توسط فرایندهای انسانی یا طبیعی می‌تواند منجر به تغییر در رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای گردد. بر اساس نتایج این پژوهش و با توجه به گسترش گاه محدود این گونه در جنگل‌های خزری توصیه می‌شود رویشگاه این گونه در شمال برای حفاظت از این گونه و تلاش در جهت استمرار و بقای آن حفاظت شود. مقایسه نتایج حاصل از شاخص‌های ساختاری، شادابی و رقابت در توده‌های انجیلی می‌تواند منجر به تدوین استراتژی‌های مناسب در جهت حفاظت از این گونه در جنگل‌های شمال گردد.

منابع

1. Akhavan, R., Sagheb-Talebi, K., Zenner, E., 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.
2. Alavi, S.J, Amiri, Z.Gh, Marvie Mohadjer, M.R, Nouri, Z. (2008) Spatial distribution of Ulmus glabra in relation to physiographical parameters, Journal of Environment 43: 93-100 (In Persian).
3. Alijani, V., Feghhi, J. and Marvi Mohadjer, M.R.(2012) Investigation on the beech and oak spatial structure in a mixed forest. Journal of Wood & Forest Science and Technology 19(3): 175-188. (In Persian).
4. Alijani, V., Feghhi, J., Zobeiri, M. and Marvi Mohadjer, M.R. (2013) Investigation on structure of forest stand with nearest neighbor indicate. Journal of Applied Ecology 3(1): 13-23. (In Persian).
5. Anonymous (2001) Patom district forest management plan, 348 pp. (In Persian).
6. Aguirre, O., Hui, G., Gadow, K.V. and Jimenez, J. (2003) An analysis of forest structure using neighborhood based variables. Forest Ecology and Management 183: 137-145.
7. Bibalani, G.H., Majnounian, B. (2008) The role of forest and nonforest species on slope stability in the north of Iran. J. Agric. Sci. Technol. 10: 371–381.
8. Benedict, J.C., Pigg, K.B., DeVore, M.L. (2008) Hamawilsonia bogleigen. et sp. nov. (*Hamamelidaceae*) from the Late Paleocene Almont flora of central North Dakota. Int. J. Plant Sci. 169: 687–700.
9. Chen, H. Y. H., and Popadiouk, R. V. (2002) Dynamics of North American boreal mixed woods. Environ. Rev. 10: 137–166.
10. Ecke, F., Löfgren, O., Sörlin, D. (2002) Population dynamics of small mammals in relation to forest age and structural habitat factors in northern Sweden. J. Appl. Ecol. 39: 781–792.
11. Esmailzadeh, O., S.M. Hosseini, M. Tabari, C.C. Baskin, and H. Asadi. (2011) Persistent soil seed banks and floristic diversity in Fagusorientalis forest communities in the Hyrcanian vegetation region of Iran. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants 206:365-372.
12. Frelich. L.E. (2002) Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests. Cambridge University Press, Cambridge.
13. Habibi , H. (1984) Investigation on the soil of different forest type of *Fagetum* .Journal of Iranian Natural resources 32 : 47-62. (In Persian).
14. Harmon, M. E., and Hua, C.(1991) Coarse woody debris dynamics in two old growth ecosystems comparing a deciduous forest in China and a conifer forest in Oregon. Bioscience 41: 604–610
15. Hui,G.Y. and Gadow, K.v. (2002) Das Winkelmaß. Herleitung des optimalen Standardwinkels. [The uniform angle index. Derivation of the optimal standard angle] Allg. Forst- u. J. -Zeitung ,173: 173–177
16. Husch, B., Beers, T.W., Kershaw, J.A. (2003) Forest Mensuration. John Wiley & Sons, Hoboke
17. Kraus D., Krumm F. (eds) 2013. Integrative approaches as an opportunity for the

Archive of SID
www.SID.ir

conservation of forest biodiversity. European Forest Institute. 284 pp.

18. Kint, V., Wulf Robert, D. and Noel, L. (2004) Evaluation of sampling methods for the estimation of structuralindices in forest stands. Ecological Modeling 180: 461-476.
19. Khosro pour, A., Heidari. M., Etemad .V., Marvie Mohadjer, M.R. (2011) Effect of physiography on asexual reproduction of Iron woods. Case study: Kheiroud forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 19 (1): 154-162. (In Persian).
20. Kolström, M. (1998) Ecological simulation model for studying diversity of stand structure in boreal forests. Ecol. Modell. 111: 17–36.
21. Lee, E.-J., Lee, W.-S., Rhim, S.-J. (2008) Characteristics of small rodent populations in post-fire silviculturalmanagement stands within pine forest. Forest Ecol.Manag. 255: 1418–1422.
22. Mahjoob, C. (2006) Investigation on the spatial distribution of Persian parrotia (*Parrotia persica*) in relation to landform and edaphic factors in Patom District of Kheyroudkenar forest. Department of Forestry. University of Tehran, p. 70. (In Persian).
23. Maslova, N. (2003) Extinct and extant Plantanaceae and Hamamelidaceae: morphology, systematics, and phylogeny. Paleontol. J. 37, S467–S590.
24. Moridi, M., Sefidi.K., Etemad. V. (2015) Stand characteristics of mixed oriental beech (*Fagus orientalis* .Lipsky) stands in the stem exclusion phase, northern Iran. European Journal of Forest Research :134(4):693-703.
25. Müler -Dombis, D., and H. Ellenberg. (1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 547 p
26. Nicholson, R.G. (1989) *Parrotia persica*: an ancient tree for modern landscapes. Arnoldia 49, 34–39.
27. Oliver, C.D. and Larson, B. C. (1996) Forest Stand Dynamics. John Wiley, New York, 520 p.
28. Pommerening, A. (1997) Eine Analyse neuer Ansätze zur Bestandesinventur in strukturreichen Waldern [An analysis of new approaches towards stand inventory in structure-rich forests]. Ph.D. thesis, Faculty of Forestry and Forest Ecology, University of Gottingen, Cuvillier Verlag Gottingen, 187 p
29. Pommerening, A. (2002) Approaches to quantifying forest structures. Forestry 75(3): 305-324.
30. Pommerening, A.(2006) Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. Forest Ecology and Management 224(3): 266-277.
31. Ramezani,.R., Marvie Mohadjer.M., Knapp., H., Ahmadi.,H., and H. Joosten.(2008) The late-Holocene vegetation history of the Central Caspian (Hyrcanian) forests of northern Iran, The Holocene 18(2) : 307–321.
32. Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Raphael, K. and Vacik, H. (2010) Structural diversity of English yew (*Taxus bacata* L.) populations. European Journal of Forest Research 129(2): 189-198.
33. Safarov, I.S. (1977) The new habitat of the Persian ironwood,*Parrotia persica* (DC.) C. A. Mey. (family *Hamamelidaceae* Lindl.) on the Greater Caucasus. Bot. Zhurn. 2, 248–250.
34. Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T., Pourhashemi, M. (2013) Forest of Iran, A Treasure from the Past, a Hope for the Future, Springer verlage, 145p.
35. Sefidi, .K ., Mohadjer .,M .M , Etemad,V., Coppenheaver.,C.(2011) Stand characteristics and distribution of a relict population of Persian ironwood (*Parrotia persica* C.A. Meyer) in northern Iran, Flora 206:418-422.
36. Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M. R, Mosandl, R., Copenheaver , C. A. (2013) Coarse and Fine Woody Debris in Mature Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forests of Northern Iran, Natural Areas Journal 33(3):248-255.
37. Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M R., Etemad.V. and R. Mosandl, . (2014) Late successional stage Dynamics in Natural Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stands, Northern Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 22(2): 280-287 (In Persian).
38. Sefidi, K., Copenheaver, C.A, Kakavand, M, Keivan behjou, F. (2014) Structural diversity within mature forests in northern Iran: A case study from a relic population of Persian ironwood (*Parrotia persica* C.A. Meyer). For Sci 60. doi:10.5849/forsci.13-096
39. Shariatnegad, S.(2005). Global Forest Resources Assessment Country Reports: Islamic Republic of Iran. In: Nations, F.D.F.a.A.O.o.t.U.s (Ed.), Rome, p. 41.

Archive of SID

www.SID.ir

40. Siitonen, J., Martikainen, P., Punttila, P., Rauh, J. (2000) Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. For Ecol Manage 128: 211–225.

41. Schultz, J., 2002.The Ecozones of the world. 3st ed. Springer, 252p.

42. Zhang, Z., Lu, A. (1995) Hamamelidaceae: geographic distribution, fossil history, and origin. Acta Phytotaxon. Sinica 33, 313–339.

Archive of SID

Structural diversity as component of biodiversity in forest ecosystems, case study from population of Persian ironwood (*Parrotia persica* C.A. Meyer) in the north Iran

Sefidi K.

Forest Ecology Dept., Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. of Iran

Abstract

Knowledge appropriate quantity information from forest stand structure in the natural conditions is the first step in protecting and restoration the endangered species habitats. The objectives of this study were to contrast the structural diversity of three, native stands of Persian ironwood using common structural indices and measure the range of interspecies and interspecies competition. For this purpose three one hectare study sites in the Patom district from Kheyroud forests, were selected and within sites 30×30 m gird plot established and in the intersection point of girds diameter at the breast height, tree height, crown diameter, distance and angle among trees were measured for the closest beech to the intersection point as reference tree and other three nearest neighbors the to the reference tree. Our results showed that Persian ironwood tends to be fairly pure in species composition, have slightly heterogeneous diameter distributions, uniform tree height, and the stems have an average distance between trees of 6.0 m. The results indicated that trees in the canopy layer were more vital and decrease of height differentiation and a raise of tree–tree distance caused better vitality classes. It can be assumed that the vitality of the Persian iron wood is better related to inter-specific competition. We conclude that Persian ironwood is successes in the interspecies competition and the interspecies competition was the most important variable influencing on the trees vitality.

Key words: trees diameter differentiation, mingling, Clarck and Evans index, Persian ironwood

www.SID.ir