

کمی‌سازی ساختار مکانی جنگل‌های میان بند شمال ایران (مطالعه موردي: بخش گرازبن جنگل خیرود)

وحید علی‌جانی^{1*}، جهانگیر فقهی²، محمود زیری³ و محمد رضا مروی مهاجر³

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران

² دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران

³ استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: 1389/12/19، تاریخ تصویب: 1390/8/23)

چکیده

کمی‌سازی ساختار مکانی، از مهمترین اجزای تشریح بومسازگان‌های طبیعی و تنوع زیستی آنهاست. در این پژوهش ضمن معرفی مجموعه‌ای از شاخص‌ها و توابع مربوط به ساختار مکانی، با استفاده از 102 قطعه نمونه 1000 متر مربعی ساختار مکانی تیپ مرز-راش بخش گرازبن جنگل خیرود بررسی شد. بدین منظور از شاخص‌های کلارک و اوائز، زاویه یکنواخت، شانون-وینر، آمیختگی، اندازه قطر برابر سینه و ارتفاع و تابع‌های همبستگی جفتی و همبستگی ویژگی‌ها استفاده شد. شاخص‌های مذکور به بررسی تنوع موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای و تنوع ابعاد درختان می‌پردازنند. میانگین شاخص‌های کلارک و اوائز و زاویه یکنواخت به ترتیب 0/86 و 0/53 محاسبه شد که نشان دهنده‌ی توزیعی بین تصادفی و کپه‌ای است. همچنین تابع همبستگی جفتی بیان کرد که تعداد جفت درختان با فاصله بین درختی کمتر از 5/5 متر بیشتر از جنگل دارای توزیع تصادفی است. میانگین شاخص‌های شانون-وینر و آمیختگی به ترتیب 1/17 و 0/36 محاسبه شد. شاخص آمیختگی نشان دهنده‌ی اختلاط کم گونه‌های راش و مرز و اختلاط بالای سایر گونه‌ها است. مقدار میانگین دو شاخص اندازه قطر برابر سینه و ارتفاع 0/51 محاسبه شد که نشان دهنده‌ی غالبية ابعاد گونه‌هایی از جمله نمدار و توسکای بیلاقی و مغلوبیت گونه‌هایی مانند ملح و خرمندی است. تابع همبستگی ویژگی‌ها نشان داد که درختانی که در فاصله کمتر از 7/5 متر نسبت به یکدیگر قرار دارند دارای قطر کمتری نسبت به متوسط تیپ هستند. شاخص و تابع‌های بکار رفته در این تحقیق توانایی بالایی در تشریح ساختار گونه‌های تیپ مرز-راش دارند و نتایج آن جهت مدیریت پایدار جنگل مفید است.

واژه‌های کلیدی: ساختار مکانی، موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای، تنوع ابعاد، جنگل خیرود

مقدمة

در سال‌های اخیر با افزایش علم و پیشرفت علوم طبیعی،
اهمیت تنوع زیستی در زمینه‌های مختلف آشکار شده است (۲۰۰۷، **قع مع گعلاع کغچ**). تنوع زیستی^۱ بالا نه تنها همانند سپری بوم‌سازگان را در مقابل اختلال‌های عمدۀ طبیعی حفظ می‌کند؛ بلکه باعث افزایش حاصلخیزی آنها نیز می‌شود (،**قع مع گففن لافک گغد**) (۲۰۰۷).

ساخтар مکانی جنگل ارتباطی مستقیم با زیستگاه بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری دارد (۲۰۰۰، **قعغم کفچ**)؛ به همین دلیل به عنوان یکی از مهمترین اجزای کلیدی در تشریح اکوسیستم‌های جنگلی و تنوع زیستی به کار می‌رود (۲۰۰۴، **قعغم کفچ**). به طور کلی، موضوع "ساخтар جنگل"^۲ چیدمان فضایی یکسری از ویژگی‌های درختان از جمله سن درخت، ابعاد، گونه، جنسیت (در مورد درختان دو پایه) و مواردی از این دست را مورد توجه قرار می‌دهد (۲۰۰۶، **بع لات**). به منظور تشریح ساختار جنگل نیاز است که ساختار مکانی در سه جنبه تنوع موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای و همچنین تنوع ابعاد درختان مورد بررسی قرار گیرد (۲۰۰۲، **بعک غلایع گگخ** - ۲۰۰۳، **قعغم کفچ** - ۲۰۰۶، **کفک غلایع گگخ** - ۲۰۰۷، **قعغم کفچ**). تنوع موقعیت مکانی درختان معکس کننده‌ی الگوی پراکنش آنها می‌باشد که ممکن است از یکی از الگوهای کپه‌ای، تصادفی، منظم و یا حالتی مابین آنها پیروی کند. تنوع گونه‌ای به بررسی چیدمان مکانی گونه‌های مختلف در ارتباط با یکدیگر می‌پردازد؛ در حالی که تنوع ابعاد درختان در برگیرنده چیدمان مکانی مشخصه‌هایی از جمله قطر برابر سینه و ارتفاع است (کفک غلایع گگخ (۲۰۰۶).

در ایران تاکنون مطالعه خاصی که در برگیرنده هر سه جنبه ساختار مکانی باشد، انجام نگرفته است و پژوهش‌های انجام شده در این زمینه تنها به بررسی موقعیت مکانی درختان پرداخته‌اند. از جمله این تحقیقات

مَفْلَاغْ فَعَّالْبُ

علام معلم ذمّة الحکم

گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیروود صورت گرفت، سعی شد که با ترکیبی از شاخص و تابع‌ها به بررسی جنبه‌های مختلف ساختار مکانی گونه‌های درختی موجود در این تیپ پرداخته شود. همچنین در این تحقیق سعی خواهد شد فرضیه مناسب بودن این شاخص و تابع‌ها در کمی‌سازی ساختار مکانی گونه‌های درختی مورد بررسی قرار گیرد.

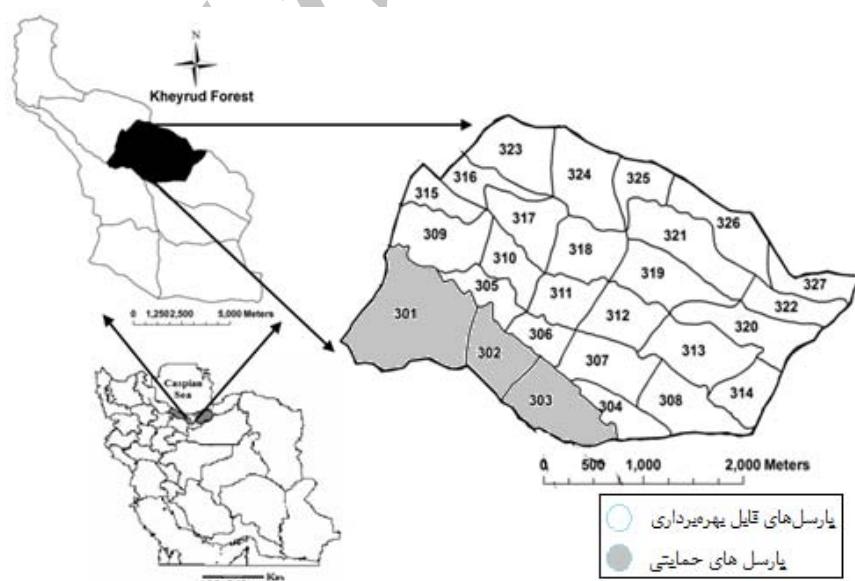
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این بررسی در تیپ ممرز-راش بخش گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیروود انجام شد. این بخش به عنوان سومین بخش از جنگل خیروود، دارای مساحتی در حدود 1001 هکتار و از 27 پارسل تشکیل شده، که دارای مساحتی بین 15/56 تا 83/37 هکتار می‌باشند (شکل 1).

تأثیر درختان نزدیک به مرز قطعات نمونه در هنگام محاسبه شاخص‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه بیان کردند که روش تصحیح حاشیه حج دارای توانایی بالایی در برطرف نمودن این مشکل است.

جنگل‌های شمال ایران از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های کشور و منبع تولید چوب محسوب می‌شود، که در برگیرنده‌ی 15 درصد مساحت کل جنگلهای ایران و 1/1 درصد از مساحت کل کشور است (۲۰۰۹، قاعم‌فه‌لاگ). این جنگل‌ها با داشتن حدوداً 50 گونه درختی و ۵۰ گونه‌ی درختچه‌ای جزء جنگل‌های غنی دنیا بوده و شباهت‌های زیادی با جنگل‌های پهنه‌برگ مخلوط اروپای مرکزی دارد؛ ولی از نظر تعداد و تنوع گونه‌ای بسیار غنی‌تر است (لاع فرع عگ‌چن لاع ۲۰۰۵). بنابراین، به دلیل اهمیت این جنگل‌ها و به منظور مدیریت صحیح آن نیاز است که اطلاعات کافی در رابطه با ساختار مکانی تیپ‌های جنگلی و گونه‌های موجود در آن جمع‌آوری و در اختیار مدیران جنگل قرار گیرد. به این منظور در این پژوهش که در تیپ ممرز-راش بخش



شکل 1- موقعیت بخش گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیروود نوشهر

بخش آهکی و به دوران ژوراسیک علیا تعلق دارد و از نظر خاکشناسی دارای خاک‌های قهقهه‌ای جنگلی است (۲۰۱۰، کع‌قگم کع‌خفع‌گ مل‌غلات).

میزان بارندگی در این بخش در حدود 1600-1300 میلی‌متر در سال است که حداقل و حداکثر آن به ترتیب در تیر و مهر ماه ریزش می‌کند. همچنین سنگ مادر این

دارد، استفاده می‌شود. در این شاخص، با استفاده از رابطه ۱ میانگین فاصله بین یک درخت و نزدیکترین همسایه آن (۴) با میانگین مورد انتظار در صورتی که موقعیت درختان به طور تصادفی پراکنده شده باشند (۵) مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

$$\text{فلاطف} = \frac{\sum_{i=1}^N y_A - \bar{y}_E}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_A - \bar{y}_E)^2}}$$

در رابطه فوق **لا** عبارت است از فاصله بین درخت **و** نزدیکترین همسایه آن به متر؛ **ح** نشان دهنده تعداد کل درختان در داخل قطعه نمونه؛ **ا** سطح قطعه نمونه به متر مربع؛ **خ** محیط قطعه نمونه به متر است. زمانی که توزیع درختان در توده مورد مطالعه از الگوی تصادفی پیروی کند، مقدار **پ** برابر با **1** می‌شود. در حالی که **پ** کمتر از **1** نشان دهنده حالت کپهای؛ و **پ** بیشتر از **1** بیان کننده موقعیت منظم درختان است (۰...۲۰٪ قع مغ فکق).

شاخص زاویه بکنواخت (W_j)

این شاخص بر اساس روش‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه به بررسی درجه منظم بودن موقعیت مکانی درختان در گروههای ساختاری می‌پردازد. هر گروه ساختاری شامل یک درخت مرجع و چندین همسایه آن است. اساس کار این شاخص بر مبنای مقایسه‌ی زاویه‌ی بین درختان همسایه (α) نسبت به زاویه استاندارد (α_0) است. مقدار زاویه‌ی استاندارد (α_0) و شاخص زاویه پکنواخت (پس) به ترتیب از روایط 2 و 3 قابل

$$\alpha_* = \frac{36}{+ 1 \text{ تعداد همسائے}} : 2$$

ابطه ۳

شاخص و تابع‌های مورد بررسی

در این پژوهش از اطلاعات 102 قطعه نمونه ثابت 1000 متر مربعی برداشت شده در تیپ ممرز-راش بخش گرازین استفاده شد. در داخل هر قطعه نمونه مشخصه‌هایی از جمله نوع گونه، قطر برابر سینه، فاصله و آزیمود هر درخت تا مرکز قطعه نمونه و همچنین ارتفاع قطورترین و نزدیکترین درخت به مرکز قطعه نمونه برداشت شد. به منظور کمی‌سازی ساختار مکانی درختان موجود در این تیپ، از نرمافزار ۱.۳ عگ عکعاب^۱ موجود ۲۰۰۶ کف کغ لاعب کگخ^۲ استفاده شد. این نرمافزار که به منظور آنالیز و بررسی شاخص‌های ساختاری طراحی شده، قادر است که با استفاده از اطلاعات آماربرداری صد درصد و همچنین قطعات نمونه دایره‌ای و مستطیلی به بررسی ساختار مکانی بپردازد. به منظور بررسی تنوع موقعیت مکانی از شاخص‌های کلارک و اوائز^۱، زاویه یکنواخت^۲ و تابع همبستگی جفتی^۳ و برای کمی‌سازی تنوع گونه‌های درختی از شاخص‌های شانون-وینر^۴ و آمیختگی^۵ استفاده شد. همچنین به منظور کمی‌سازی تنوع ابعاد درختان از شاخص‌های اندازه قطر برابر سینه^۶، اندازه ارتفاع^۷ و تابع همبستگی ویزگی‌ها^۸ استفاده شد. در این قسمت برای تشریح بهتر روش کار، شاخص و تابع‌های مورد استفاده معرفی می‌شوند.

شاخص و تابع‌های مربوط به تنوع موقعیت مکانی

(CE) اوان و کلاه شاخص

از این شاخص برای تعیین میزان انحرافی که یک توده جنگلی از جنگل پوآسون⁹ (جنگلی با توزیع تصادفی)

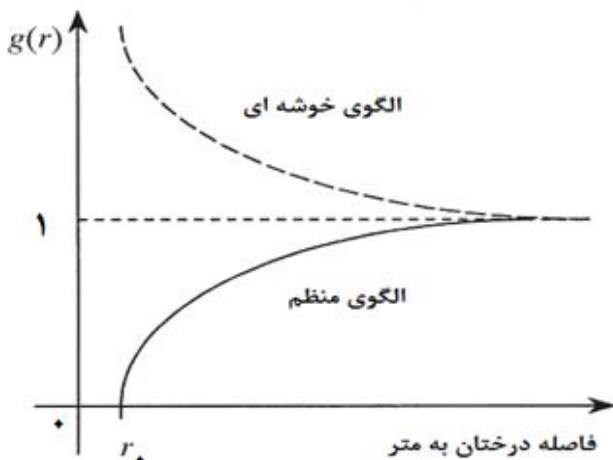
١. لَكُونْ بِيْنَ لَاعْ قِدْ
٢. وَنْ كَفْعَقْعَعْ كَلَكْعَفْ كَزْ
٣. كَكْمَعْ كَمَعْ كَلَقْعَعْ لَالاَعْلَافْ خْ
٤. وَعَفْ لَاتْعَقْسْ كَكْ دَعْ غَذْ
٥. وَغْ عَفْ هَكَّهَفْ خَفْ
٦. عَمَعْ كَكْ كَثَبْ بْ
٧. غْ دَعْ كَفَكَفْ عَفْعَقْعَثْ
٨. كَكْ فَمْ عَمَعْ كَأَفَمْ خَعْ لَالاَعْلَاقْ لَا عَجْ
٩. كَكَلَاقْ خْ

کپهای سی \rightarrow تصادفی سی \rightarrow منظم سی . (« قاع مغ قلاع لگ » ۲۰۱۰)

تابع همبستگی جفتی ($g(r)$) میزان این تابع به فاصله بین درختان بستگی دارد و برخلاف بعضی از شاخص‌های مربوط به بررسی ساختار مکانی از جمله شاخص کلارک و اوائز، نتیجه این تابع به شکل یک عدد نیست، بلکه به شکل یک نمودار ارائه می‌گردد. شکل 2 نشان دهنده حالت‌های مختلف این تابع در هنگام بررسی موقعیت مکانی درختان است.

$$\begin{cases} \alpha_0 & \text{اگر } \sum_{i=1}^4 \frac{d_i}{d} \geq \alpha_0 \\ \alpha_1 & \text{اگر } \sum_{i=1}^4 \frac{d_i}{d} < \alpha_0 \end{cases}$$

با توجه به رابطه 3، مقدار شاخص زاویه یکنواخت در هنگام استفاده از چهار درخت همسایه، یکی از پنج ارزش صفر، $0/25$ ، $0/5$ و یا ۱ است. با میانگین‌گیری از این ارزش‌ها مقدار متوسط تجمع \bar{d} برای کل توده قابل محاسبه است. ارزش پایین‌تر \bar{d} نشان دهنده الگوی منظم و ارزش بالای آن نشان دهنده الگوی کپهای درختان است. بنابراین می‌توان بیان نمود که:



شکل 2- حالت‌های مختلف نمودار تابع همبستگی جفتی (منبع: Pommerening, 2002)

موقعیت مکانی یک توده‌ی دارای الگوی کپهای مورد بررسی قرار گیرد مقدار این تابع در فواصل کم بین درختان بیش از یک می‌باشد (۲۰۰۲ کف کلاغ کفخ).

شاخص‌های مربوط به تنوع گونه‌های درختی شاخص شانون-وینر (θ)

این شاخص که از رابطه ۵ قابل محاسبه است، نمونه‌ای از یک شاخص مستقل از فاصله بوده که در این پژوهش بطور مکمل با شاخص آمیختگی بکار رفته است.

رابطه ۵: $\theta = \frac{\sum k_i \ln k_i}{\ln N}$

میزان این تابع از رابطه ۴ قابل محاسبه است.

$$\text{رابطه ۴: } \lambda = \frac{N \times \theta}{\ln N}$$

که در آن (λ) احتمال پیدا کردن یک درخت در دو دایره فرضی 1×1 با مساحت‌های بسیار کوچک Δ و Δ ؛ λ عبارت است از تراکم جنگل مورد بررسی و (λ) عبارت است از تابع همبستگی جفتی. در هنگام بررسی یک جنگل با موقعیت درختان تصادفی، نمودار تابع همبستگی جفتی، موازی محور افقی (فاصله درختان به متر) و برابر با ۱ قرار می‌گیرد. در مواقعی که موقعیت درختان دارای تمایل به منظم شدن باشد (برای مثال: توده‌های خیلی پیر با فواصل بین درختی زیاد)، ارزش‌های (λ) در فواصل کم بین درختان برابر با صفر و اگر

استفاده از چهار درخت همسایه، همانند دو شاخص زاویه یکنواخت و آمیختگی یکی از پنج مقدار صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ است. زمانی که درختان مرجع از نظر قطر برابر سینه نسبت به سایر گونه‌های مجاور خود چیره باشند، ارزش این شاخص به سمت ۱ میل می‌کند و بالعکس (۲۰۰۶، پیغ‌لا^۳)

شاخص اندازه ارتفاع (TH_i)
اساس کار این شاخص (رابطه ۸) کاملاً شبیه به شاخص اندازه قطر برابر سینه است؛ و تنها تفاوت موجود در مشخصه مورد بررسی است. (۶۰، پیغ‌لا^۴).
رابطه ۸:

$$\text{فُثْ كَبْث} \rightarrow \frac{1}{4} \sum_{\mathbf{فَن}}^{\mathbf{فَنْ}} \text{فُثْ كَبْث}$$

تابع همبستگی ویژگی‌ها (K(r))
اساس کار این تابع همانند "تابع همبستگی جفتی" است، و تنها تفاوت این است که این تابع علاوه بر در نظر گرفتن موقعیت درختان به بررسی ویژگی ک (قطر برابر سینه) نیز می‌پردازد. یک جزء اساسی این تابع، تابع غیر منفی (آکب) است، که به شکل ک. آک(آکب) است تعریف می‌شود. در این تابع (آکب) یک عدد متغیر است که در صورتی که در هر یک از دو دایره فرضی با مساحت بسیار کم خ^۵ و خ^۶ یک مرکز نقاط یافت شود دارای ارزش (آکب) است بوده و در غیر اینصورت دارای ارزش صفر می‌شود. در رابطه ۹، نحوه محاسبه ارزش مورد انتظار برای (آکب) (آکب) نشان داده شده است.

$$\text{رابطه ۹: } \lambda \times \mu \times \kappa = (\lambda \times \mu) + (\mu \times \kappa) + (\lambda \times \kappa)$$

در رابطه فوق (آکب) مقدار تابع همبستگی ویژگی‌ها، (آکب) تابع همبستگی جفتی، ک محدود میانگین حسابی همه ویژگی‌ها ک و λ تراکم جنگل مورد بررسی است. در هنگام استفاده از این تابع در بررسی قطر برابر سینه درختانی که در فاصله کمی از یکدیگر قرار

در رابطه فوق، ک تعداد گونه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه خ نسبت فراوانی افراد یک گونه نسبت به کل درختان و θ مقدار شاخص شانون-وینر است که می‌تواند بین صفر تا ۵ متغیر باشد (۲۰۰۴ هق‌ع^۷).

شاخص آمیختگی گونه‌ای (DM_i)
این شاخص همانند شاخص زاویه یکنواخت به بررسی وضعیت درختان در یک گروه ساختاری می‌پردازد. مقدار این شاخص از رابطه ۶ قابل محاسبه است:
رابطه ۶:

$$\text{گونه}_1 \neq \text{گونه}_2 \rightarrow 1 \quad \sum_{\mathbf{فَن}}^{\mathbf{فَنْ}} \text{فُثْ كَبْث} \quad \text{گونه}_1 = \text{گونه}_2 \rightarrow 0$$

در رابطه فوق ف درخت مرجع و ف درختان همسایه است. با توجه به فراوانی نسبی و موقعیت قرارگیری گونه‌ها نسبت به یکدیگر این شاخص دارای ارزشی بین ۰-۱ است. در هنگام استفاده از چهار همسایه در یک گروه ساختاری، یکی از مقادیر صفر (همه همسایه‌ها مشابه گونه مرجع)، ۰/۲۵ (یک همسایه متفاوت با درخت مرجع)، ۰/۵۰ (دو همسایه متفاوت با درخت مرجع)، ۰/۷۵ (سه همسایه متفاوت با درخت مرجع) و یا ۱ (هیچ‌کدام از همسایه‌ها مشابه گونه مرجع نمی‌باشند) بدست خواهد آمد (۲۰۰۴، هق‌ع^۷).

شاخص و تابع‌های مربوط به تنوع اندازه درختان
شاخص اندازه قطر برابر سینه (TD_i)
این شاخص بر اساس روش‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه به بررسی نسبت ابعاد قطر برابر سینه درختان مجاور یکدیگر می‌پردازد (رابطه ۷).
رابطه ۷:

$$\text{فُثْ كَبْث} \rightarrow 1 \quad \sum_{\mathbf{فَن}}^{\mathbf{فَنْ}} \text{فُثْ كَبْث} \rightarrow 0$$

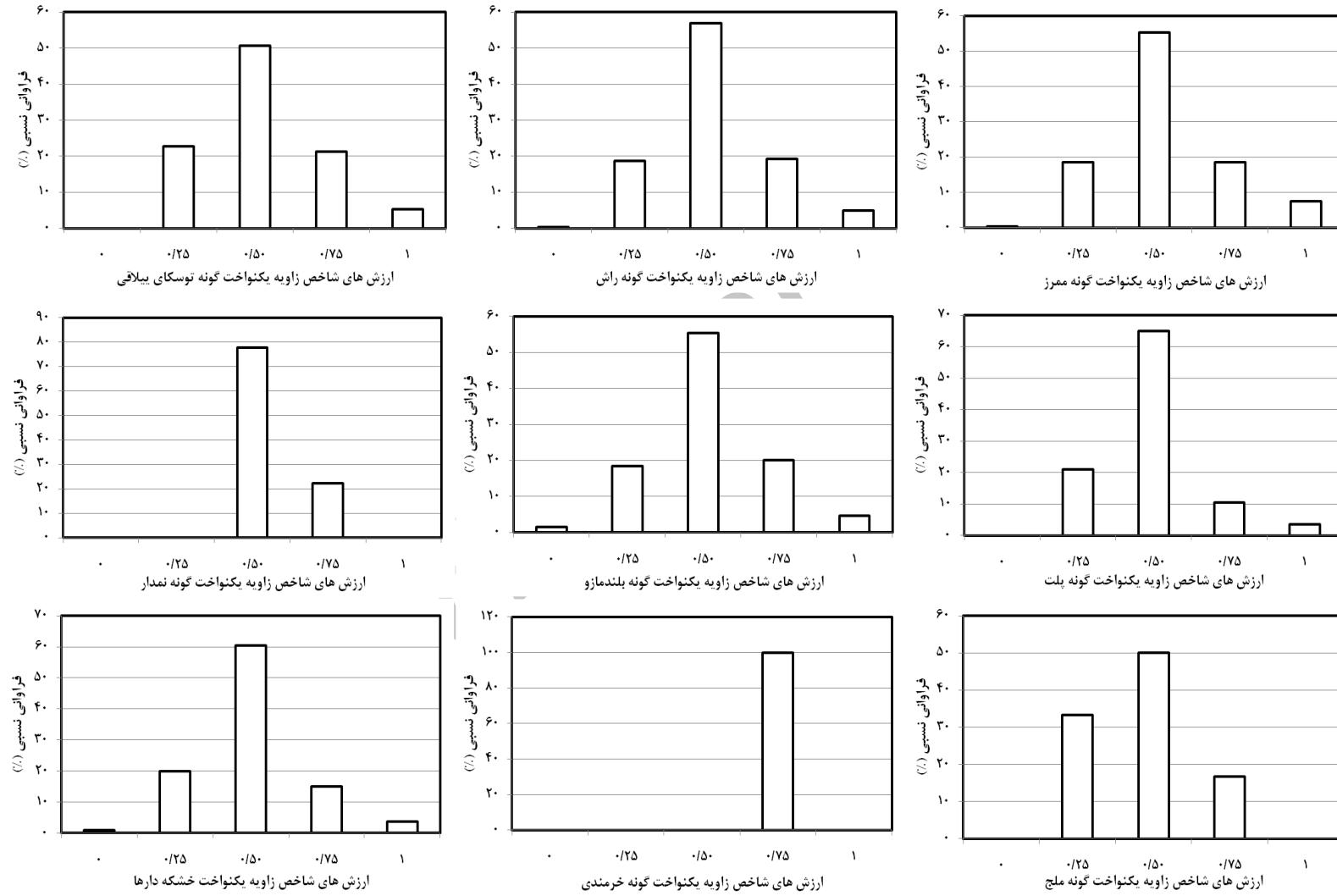
در رابطه فوق، آ درخت مرجع و ز درختان همسایه می‌باشد. ارزش‌های بدست آمده از این شاخص در هنگام

منظور تفسیر بهتر موقعیت مکانی از نمودار توزیع ارزش-های این شاخص در طبقه‌های مختلف استفاده شد (شکل 3). نتایج حاصل از این شاخص برای تمامی درختان حالت مشابهی را نشان می‌دهد به جز گونه خرمندی که به دلیل تعداد کم پایه‌های مشاهده شده نتیجه حاصل قابل استناد نیست. بر خلاف دو شاخص دیگر، تابع همبستگی جفتی با ایجاد یک نمودار به بررسی موقعیت مکانی درختان می‌پردازد (شکل 4). میزان این تابع تا فاصله بین درختی $5/5$ متر بیش از 1 است؛ که به این معنی است که تعداد جفت درختانی که فاصله بین آنها کمتر از $5/5$ متر است از حالت مورد انتظار در توزیع تصادفی بیشتر است و بیان کننده‌ی الگوی کپه‌ای درختان می‌باشد. میانگین شاخص‌های شانون-وینر و آمیختگی برای کل تیپ به ترتیب برابر با $1/17$ و $0/36$ محاسبه شد. همچنین در جدول 1 و شکل 5 مقدار میانگین و نمودارهای توزیع ارزش‌های شاخص آمیختگی برای هر گونه آورده شده است. نتایج حاصل از این شاخص به خوبی نشان دهنده‌ی اختلاط کم گونه‌های ممرز و راش و اختلاط بالای سایر گونه‌های مورد بررسی می‌باشد. همچنین مقدار میانگین دو شاخص اندازه قطر برای سینه و اندازه ارتفاعی برای کل درختان برابر با $0/51$ و $0/53$ محاسبه شد. میانگین ارزش‌های این دو شاخص برای هر گونه درختی به طور جداگانه محاسبه (جدول 1) و نمودار توزیع ارزش‌های آن‌ها ترسیم شده است (شکل 6). نتایج حاصل از این دو شاخص بیان کننده‌ی چیرگی نسبی گونه‌های نمدار، توسکای ییلاقی، پلت و بلندمازو و مغلوب بودن گونه‌های ملچ و خرمندی است. همچنین گونه‌های ممرز و راش دارای الگوی توزیع کم و بیش یکسانی هستند. تابع همبستگی ویژگی‌ها همانند تابع همبستگی جفتی با ایجاد یک نمودار وضعیت اختلاف ابعاد قطری گونه‌های درختی را تشریح می‌کند (شکل 7). این نمودار نشان دهنده‌ی بهایی است که درختان به علت نزدیک بودن به یکدیگر می‌پردازند؛ به گونه‌ای که درختان با فاصله کمتر از $7/5$ متر از یکدیگر دارای قطری کمتر نسبت به متوسط تیپ مورد مطالعه هستند.

گرفته‌اند، مقدار این تابع کمتر از 1 برآورد می‌شود. مقدادر کمتر از 1 برای این تابع نشان دهنده کمتر بودن قطر برابر سینه جفت درخت مورد مطالعه نسبت به قطر متوسط توده می‌باشد **۱۹۹۸ لاع غلغوغ س لقب**. یکی از مشکلاتی موجود در محاسبه شاخص‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه، تاثیر درختان نزدیک به مرز قطعات نمونه است. به گونه‌ای که بعضی از همسایگان این درختان در خارج از قطعه نمونه قرار دارند و به علت عدم اندازه‌گیری آن‌ها، انحرافی در محاسبه شاخص‌ها ایجاد می‌شود. در این پژوهش به منظور برطرف نمودن این مشکل از روش تصحیح حاشیه **ح** استفاده شد. در هنگام استفاده از این روش، درختان مرجعی که فاصله آن‌ها تا مرز قطعه نمونه کمتر از فاصله آن‌ها تا همسایگان خود است در محاسبه‌های مربوط به ساختار مکانی به عنوان درخت مرجع در نظر گرفته نمی‌شوند **۶، ۲۰۰، ۴۵۷ مکف کغ لاع گخ**

نتایج

به منظور بررسی تراکم درختان موجود در تیپ ممرز-راش از میانگین فاصله هر درخت تا نزدیکترین همسایه خود استفاده شد که برابر با $2/67$ متر به دست آمد. با استفاده از این میانگین، به راحتی می‌توان تراکم تیپ‌های مختلف را با یکدیگر مورد مقایسه قرار داد. میانگین شاخص کلارک و اوائز برای کل درختان برابر با $0/86$ محاسبه شد که نشان دهنده حالتی مابین الگوی تصادفی و کپه‌ای است. همچنین مقدار میانگین شاخص زاویه یکنواخت برای کل درختان و صرف نظر از نوع گونه درخت مرجع برابر با $0/53$ محاسبه شد که نشان دهنده‌ی تجمع تصادفی درختان همسایه در اطراف درخت یکنواخت، موقعیت مکانی گونه‌های درختی به طور مجزا از یکدیگر مورد بررسی قرار گرفت. میانگین این شاخص برای هر گونه در جدول 1 نشان داده شده است. اگرچه مقدار میانگین شاخص زاویه یکنواخت برای بررسی ساختار یک توده کاملاً مفید است، اما با این وجود به

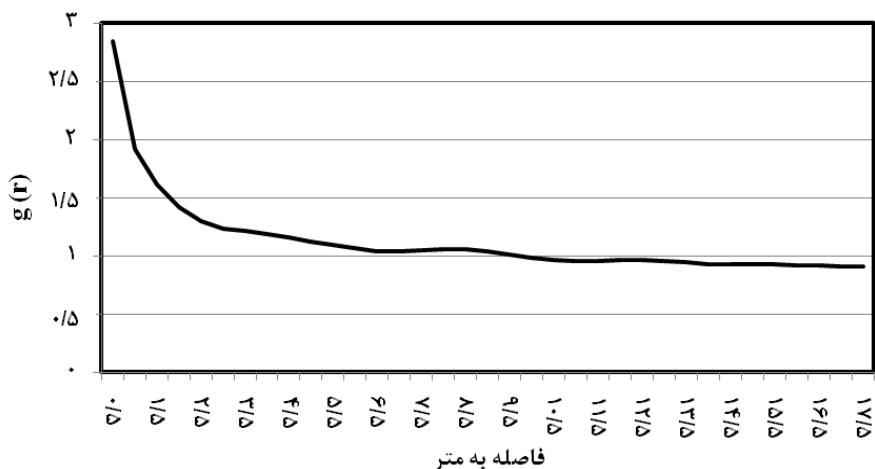


شکل 3- توزیع ارزش‌های شاخص زاویه یکنواخت برای گونه‌های موجود در تیپ مرمز-راش

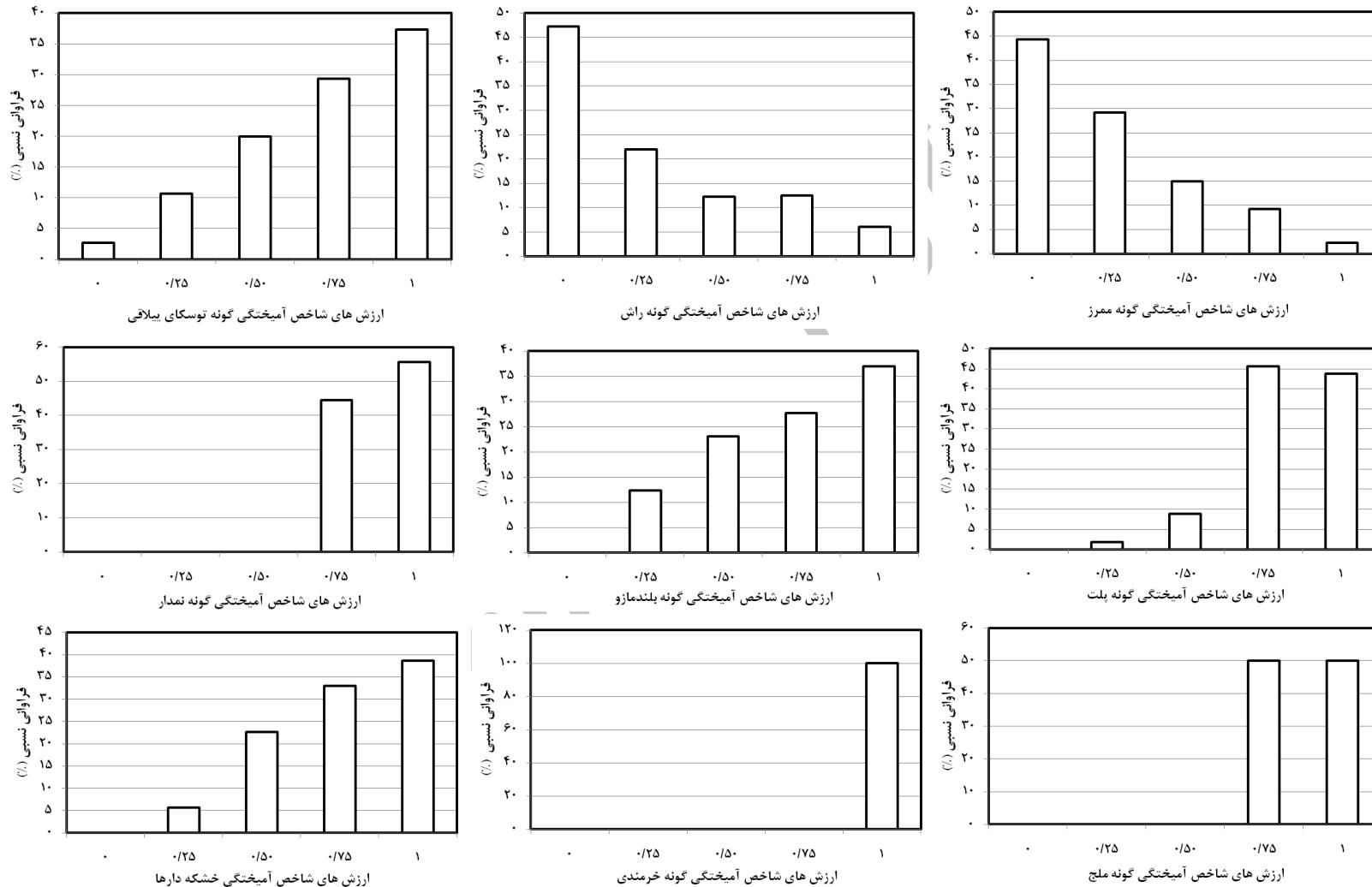
جدول 1- میانگین شاخص‌های زاویه یکنواخت، آمیختگی، اندازه قطر برابر سینه و اندازه ارتفاع گونه‌های موجود در تیپ ممرز- راش (بدون واحد)

گونه	قبل از تصحیح حاشیه	تعداد گروه ساختاری بعد از تصحیح حاشیه	فپ	فپچ	فپر	فثر
راش	783	321	0/52	0/26	0/52	0/50
ممرز	1470	761	0/49	0/24	0/54	0/49
بلندمازو	116	65	0/61	0/72	0/52	0/61
توسکای ییلاقی	151	70	0/77	0/74	0/52	0/77
پلت	131	57	0/73	0/83	0/49	0/64
نمدار	16	9	0/72	0/89	0/56	0/69
خرمندی	2	1	0	0/75	0/25	0/25
ملج	14	6	0/17	0/88	0/46	0/08
خشکه‌دار	161	105	0/26	0/76	0/50	0/26

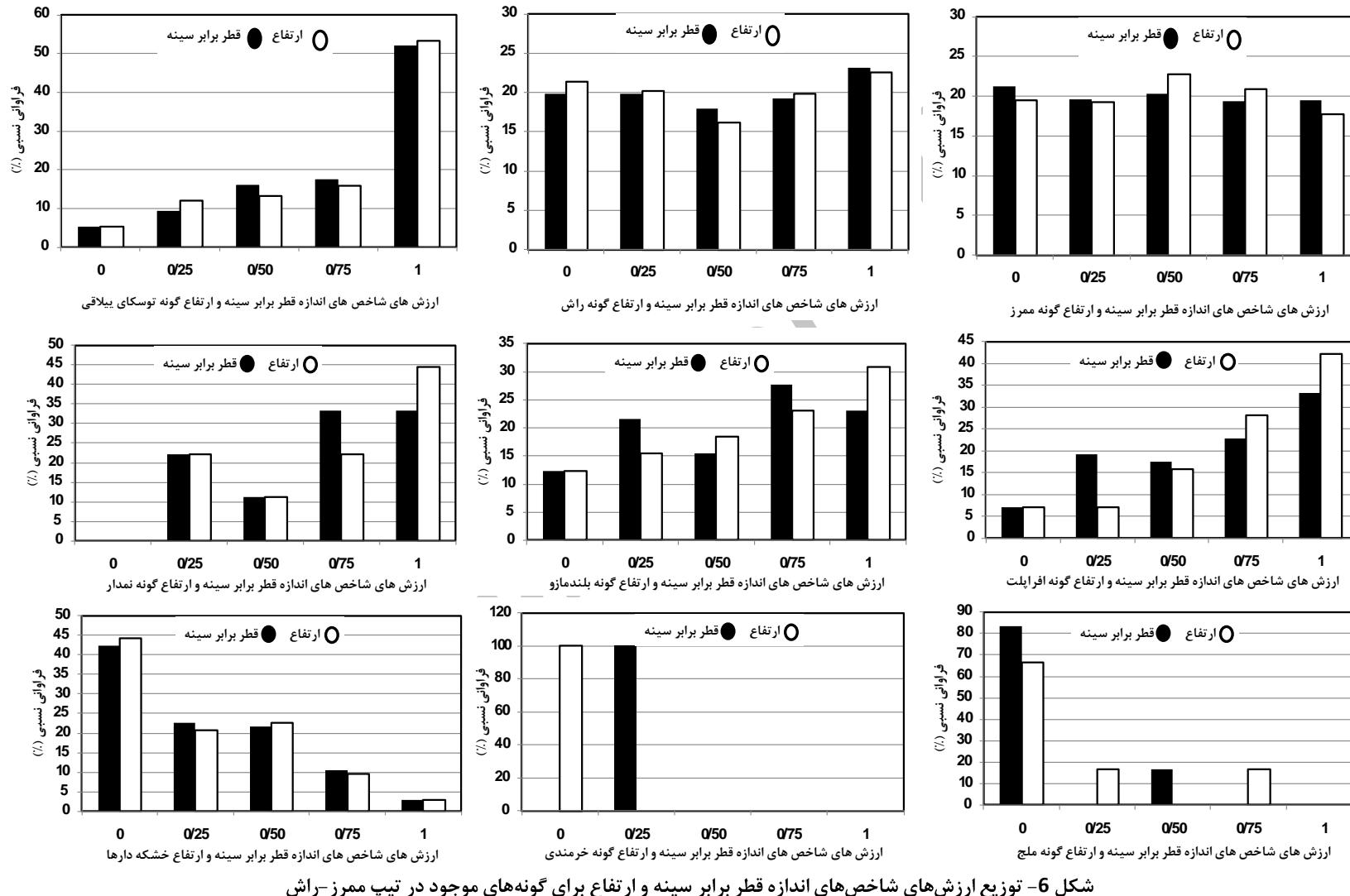
فپ = میانگین شاخص زاویه یکنواخت، فپچ = میانگین شاخص آمیختگی، فپر = میانگین شاخص اندازه ارتفاعی، فپر = میانگین شاخص اندازه قطر برابر سینه، فثر = میانگین شاخص اندازه



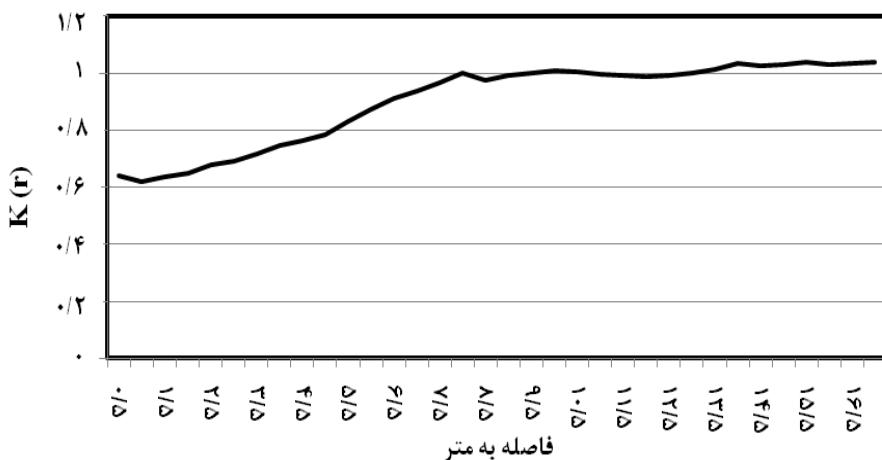
شکل 4- نمودار تابع همبستگی جفتی کل گونه‌های درختی تیپ ممرز- راش



شکل ۵- توزیع ارزش‌های شاخص آمیختگی برای گونه‌های موجود در تیپ ممرز-راش



شکل 6- توزیع ارزش‌های شاخص‌های اندازه قطر برابر سینه و ارتفاع برای گونه‌های موجود در تیپ ممرز-راش



شکل 7- نمودار تابع همبستگی ویژگی‌های کل گونه‌های درختی تیپ مرز-راش

استفاده از شاخص‌های پراکنش گرین^۱ و موریسیتا^۲ الگوی گونه‌های مرز، راش، انجیلی، پلت و شیردار را کپه‌ای معرفی می‌کند، همخوانی دارد. («قمع غافل‌فقط» ۲۰۰۷) یکی از مهمترین دلایل کپه‌ای بودن پراکنش درختان را الگوی تجدید حیات آنها بیان کردند. همچنین («قمع غافل‌فقط» ۲۰۰۴) در بررسی خود بر تاثیر نحوه زادآوری درختان بر الگوی مکانی آنها تاکید کرد. شاخص زاویه یکنواخت، الگوی تجمع تصادفی را برای گونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش نشان داد که به دلیل طبیعی بودن جنگل‌های منطقه مورد مطالعه است. («قمع غافل‌فقط» ۲۰۰۰) بیان کردند که الگوی مکانی توده‌ها تحت تاثیر مدیریت جنگل قرار دارد، به گونه‌ای که در توده‌های مدیریت شده خوشها به نفع درختان مرغوب تنک می‌شوند و در نتیجه پراکنش درختان به سمت منظم شدن تمایل پیدا می‌کند. همچنین در پژوهشی که («قمع غافل‌فقط» ۲۰۰۷) انجام دادند بیان کردند که شاخص زاویه یکنواخت نسبت به سایر شاخص‌های مربوط به تنوع موقعیت مکانی دارای توانایی بالاتری می‌باشد. تابع همبستگی جفتی به طور مکمل با دو شاخص قبلی، اطلاعات مفیدی را در رابطه با پراکنش درختان ارائه می‌دهد، این تابع بیان می‌کند که تعداد جفت درختانی که در فواصل کمتر از ۵/۵

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از اهداف مهم جنگلداری نوین، حفظ ساختار و تنوع زیستی اکوسیستم‌هاست. به این منظور، برای مدیریت جنگل به ابزارهایی نیاز است که بتوان با صرف کمترین هزینه و زمان به بررسی وضعیت فعلی و همچنین تغییرات ایجاد شده بر اثر فعالیت‌های مدیریتی و تکامل طبیعی جنگل پرداخت. شاخص و تابع‌هایی به کار رفته در این پژوهش دارای مزایایی هستند که کاربرد آنها را نسبت به اندازه‌گیری‌های مستقیم تنوع زیستی ارجحیت می‌بخشد. زیرا علاوه بر بررسی تنوع گونه‌ای به بررسی موقعیت مکانی و همچنین اختلاف اندازه درختان می‌پردازند.

نتایج حاصل از شاخص کلارک و اوائز نشان دهنده الگویی بین تصادفی تا کپه‌ای برای درختان موجود در تیپ مرز-راش بود. از مزایای این شاخص می‌توان به سادگی محاسبه و محدود بودن ارزش میانگین آن (۲/۱۹۹۱) - (۰) اشاره کرد؛ و بنابراین کاربرد این شاخص را در هنگام مقایسه توده‌های مختلف به سادگی امکان پذیر می‌سازد. نکته قابل توجه در رابطه با این شاخص، پایین بودن اعتمادپذیری آن در هنگام بررسی توده‌های با توزیع کپه‌ای است («قمع غافل‌فقط» ۲۰۰۰). نتایج حاصل از این شاخص با نتایج («قمع غافل‌فقط» ۲۰۱۰) که با

^۱ «قمع غافل‌فقط»
^۲ «قمع غافل‌فقط»

نمدار، توسکای بیلاقی، پلت و بلندمازو دارای چیرگی بالایی نسبت به درختان مجاور خود هستند، در حالی که خرمندی و ملح غالباً به صورت مغلوب در توده ظاهر شده‌اند. نمودارهای توزیع ارزش‌های شاخص‌های اندازه قطر برابر سینه و ارتفاع ممرز و راش نشان دهنده شباهت نسبی وضعیت چیرگی این دو گونه است، اما نکته قابل توجه کم بودن فراوانی نسبی طبقه 1 در گونه ممرز نسبت به راش است که به این علت است که گونه ممرز دارای چیرگی کمتری نسبت به راش است. تابع همبستگی ویژگی‌ها که به بررسی اختلاف قطری جفت درختان در فواصل مختلف پرداخت، بر این اصل که هر چه درختان به یکدیگر نزدیکتر باشند قطر برابر سینه آنها نسبت به متوسط توده کمتر است، تایید کرد. از دلایل کم بودن قطر درختان نزدیک به یکدیگر می‌توان به رقابت بوجود آمده در بین درختان اشاره کرد. (۲۰۰۲) کف‌کلاغ-کلخ) بیان کرده است که ارزش‌های کم این شاخص می‌تواند نتیجه وجود خوش‌هایی با درختان جوان و باریک باشد.

بر اساس نتایج حاصل مشاهده شد که شاخص و تابع‌های بکار رفته دارای توانایی بالایی در تشریح وضعیت فعلی ساختار مکانی و تنوع زیستی تیپ‌های جنگلی می‌باشند. از مزایای این شاخص‌ها و توابع می‌توان به صحت بالا، ارزان بودن و انعطاف پذیری بالا در انتخاب تعداد درختان همسایه اشاره کرد. از دیگر مزایای این شاخص‌ها این است که با استفاده از قطعات نمونه ثابت می‌توان سیر تکاملی جنگل و همچنین تاثیر مدیریت بر ساختار مکانی جنگل را مورد ارزیابی قرار داد؛ و از نتایج آن جهت مدیریت پایدار جنگل استفاده کرد.

متر نسبت به یکدیگر قرار دارند، دارای فراوانی بیشتری نسبت به حالت تصادفی هستند. نتایج حاصل از این شاخص با توجه به جوان بودن منطقه مورد بررسی و قرارگیری درختان در فواصل کم از یکدیگر قابل توجیه است. تنوع گونه‌ای، دومین جنبه از ساختار مکانی است که با استفاده از دو شاخص شانون و آمیختگی مورد بررسی قرار گرفت. یکی از معایب شاخص شانون-وینر این است که با یک میانگین به بررسی تنوع گونه‌ای می‌پردازد و در تشريح روابط بین گونه‌ها ناتوان است. این عیب توسط توانایی شاخص آمیختگی در بررسی روابط بین درختان جبران شده است. شاخص آمیختگی به خوبی نشان دهنده اختلاف ساختار گونه‌های مختلف بوده؛ به گونه‌ای که نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که گونه‌های ممرز و راش دارای تمایل زیادی به حضور در کنار پایه‌های همجنس خود هستند در حالی که گونه‌هایی از قبیل توسکای بیلاقی، پلت، بلندمازو، نمدار، ملچ و خرمندی غالباً با پایه‌هایی از گونه‌هایی دیگر اختلاط دارند. نتایج حاصل از بکارگیری این شاخص در رابطه با آمیختگی راش با نتایج (۲۰۷ .**مقدار غلائی**) که با بررسی جامعه‌پذیری راش بیان کردند که راش دارای جامعه‌پذیری منفی است، همخوانی دارد. همچنین (۲۰۲ .**کفتگی**) بیان کرد که آمیختگی گونه‌ای تحت تاثیر موقعیت مکانی درختان قرار دارد و گونه‌هایی که دارای الگوی کپه‌ای هستند دارای آمیختگی کمی می‌باشند. سومین جنبه ساختار مکانی مورد بررسی تنوع ابعاد درختان بود. نتایج حاصل از دو شاخص اندازه قطر برابر سینه و ارتفاع به خوبی اختلاف گونه‌های مختلف را نشان داد، بر اساس این دو شاخص گونه‌هایی از جمله

References

٢١٨- قع فم ع گام لغم کفسم ع گام لاغ ۲۰۱۰. ز بهیغ فپ ب، لاع فلاع ز. اث گل کع قغم لع. و قع قع غغ س ح ج. قعل اگ ب- ۲۲۵. غولاع غ لغدم احلاخ گ قع کلک ج. لکع ملم لع کلک خ کف لخ کفلاگ عیش غ کم لاغ لاع ع گفبم ع ف کر کع، لاغ کنکه کع لا

لاغ لاغم گلاغم مع عَقْم مَعَ لاغم گلگ فَهِفْم لاغن کذ . ۲۰۸ . هَبَكْمَع لافکع ح فَلَپَعْ حَمَعْ شَدْ حَفَدْ غَمَعْت شَنْ عَلَاعْ خَفَعْ خَلَادْ - ۱۳۱۹ ، ۴ . عَلَافَلَعْ دَقَلَامَمْ حَكَفْ كَلَأَشَعْمَكْ قَعْ كَلَكْ حَلَمْ لَمْ لَمَكْ قَلَلَغْرَمْ شَلَفْ

٢٩٧. كع لاغنخ گهم فاليف كز .٢٠١. لاغن خلاف ملطف لام فكمع بع لاك تج كع قكم كع قم كع بع كع دم لاعلات -
كافاغ فع گه كغ كم فالاغنگ فب .٢٠٧. بـ. ثـ. فـ. هـ. فـ. عـ. دـ. بـ. فـ. كـ. غـ. لـ. اـ. كـ. ثـ. بـ. فـ. فـ. فـ. كـ. غـ.

٢٠٦- ٢٠٣. كففقب بـ غـ قـعـ الـكـمـ حـجـفـ كـعـ لـافـ لـهـجـ فـعـ كـلـالـعـ مـ كـعـ قـكـ لـهـجـ لـفـكـ لـعـخـ غـ فـ

گهیغ ف قدکار غلام علام ا عکس کم را علیه گهیغ عکس فم کع مذ . ۲۰۰۰ ، جت. ا لکگ غم لقد . ف للاعات . ح . م لمج . ذم . کف . ج - ۱۴۷-۱۶۳ . اقعوم لامعند . لکنکم لاعلاعا . غا نهضم لاغن کد . لم لاعلات (چ . Pinus Sylvestris) عف غم گ عذ

قوع لام عملا ظاهرًا كجتمع كم لغة يفهمونه كلغة ملائكة في كل مكان معهم مقعنون .

٣٨٥. للاعْلَمْ كُوْنْ عَنْجَنْ كِمْ فِي الْأَخْرَفْ كِزْ كِزْ لِهِمْ كِفْ قَفْ ذ٠٥٠٢٠٠.

٤٢- اتفع مذق عکس که گفلان بگوییم که این عکس را با عکسی که در میان این دو نوشته شده است مطابقت ندارد.

غَيْمَفِ الْأَغْفَرْتُ لِغَيْعَ كَلَغْ لَامَغْ كَفَهَقْبَعَ كَعَ مَلَامَغْ كَكَكَخَفَمَلَغْنَ كَذَ ٢٠٠٩، حَذَفَنَعَقاَجَ فَغَغَغَتَ، شَفَلَأَجَ - (مَلَغَتَ هَكَلَغَ فَجَعَفَ لَاهَلَكَعَ بَاعَ لَأَجَذَ، عَمَمَلَغَعَ كَعَ كَعَ فَكَمَعَ كَعَ مَلَغَعَ كَعَ فَكَمَكَعَ كَعَ فَكَعَ كَعَ لَكَكَعَ) ٩١٩، ٩٠٩.

٣٤٠-٣٥. معلم العادات. لعلام علام ام العلائق فهم كع ملجم لغ غمع لا دأ ٢٠٢.١ . ا فكك ع لاعب كجخ-

ع لام عالم مکتشف فیلم عکس و لفظ که از همین دلایل میگذرد.

خ كم ف الاغ في بقعه هلام ذ .٢٠٠.. شق ف مع عز .. ج دفع ع غعد .. تخلع هام ف د بـ(اعـكـفـاـ) .. اـلـاعـعـبـ (شمـغـعـ لـاـكـمـ) -
١٢٩، ١٨٩-٩٨. غلـاعـ لـغـ دـعـ لـاـكـتـ كـجـ قـعـ كـلـاـجـ كـعـ كـلـاـجـ كـعـ كـلـاـجـ فـمـعـ قـكـكـ (Taxus bacata L.) ذـعـ غـلـافـ قـهـ كـهـ

ج گلکسی اگر خیلی ہے، اس کا سامان بھی ہے۔ ۱۸۵-۱۷۷، گلکسی اگر خیلی ہے۔

Quantifying the Spatial Structure in Hyrcanian Submountain Forest (Case Study: Gorazbon District of Kheirud Forest-Noushahr-Iran)

V. Alijani^{1*}, J. Feghhi², M. Zobeiri³ and M.R. Marvi Mohadjer³

كع لاذ . د. ذ. كع لاغع گم فلاح ف كز بغلام گ لاغ دقل اعم خ گهم قمعع ت م كغ عم م لاعذ . ج^١
 كع لاذ . د. ذ. كع لاغع خ گم طاغن ف كز بغلام گ لاغ قلام خ گم قمعلائگ لاغ خ گم طاغ مع ف وگ الـ^٢
 كع لاذ . د. ذ. كع لاغع خ گم طاغن ف كز بغلام گ لاغ دفع لاغع گم قمعلائگ طاغ خ گم لاخ^٣
 () ٢٠١١ / ٢٠١١ ، بع م كغ ععا ، ٩/٣ / ٢٠١١ . ععن غ عن د)

Abstract