



"مقاله پژوهشی"

کمی‌سازی ساختار گونه قره‌تاج (*Anagyris foetida*) در جنگل‌های زاگرس  
(مطالعه موردی: جنگل کاسه‌کران گیلانغرب)

علی رستمی<sup>۱</sup>، محسن جوانمیری پور<sup>۲</sup>، علی حسن‌زاده<sup>۳</sup> و سیروس پرویزی<sup>۴</sup>

۱- استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران، (نویسنده مسوول: alirostami.mh@gmail.com)

۲- کارشناس و دانش‌آموخته دکتری علوم جنگل، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، کرمانشاه- ایران

۳- دانش‌آموخته دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات نجف‌آباد، اصفهان- ایران

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران

تاریخ ارسال: ۹۹/۰۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۲۸

صفحه: ۲۰۷ تا ۲۱۸

چکیده

تشریح ساختار می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها در مدیریت جنگل مورد استفاده قرار گیرد. مطالعه ویژگی‌های ساختاری گونه‌هایی از قبیل قره‌تاج (*Anagyris foetida* L.) در جنگل‌های زاگرس از اولویت خاصی برخوردار بوده و حفاظت از آن الزامی است. تحقیق حاضر در تلاش است تا به بررسی ویژگی‌های ساختاری این گونه بپردازد. منطقه مورد مطالعه با مساحت ۹۳۰ هکتار در هفت کیلومتری شرق شهرستان گیلانغرب در استان کرمانشاه واقع شده است. به‌منظور انجام این مطالعه، ابتدا محدوده موردنظر تعیین و سپس با استفاده از GPS مرز آن بسته شد. سپس با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی-سیستماتیک اقدام به آماربرداری توده مورد بررسی گردید. نوع گونه، قطر، ارتفاع، تاج پوشش شامل تاج اصلی و تاج فرعی برداشت گردید. همچنین، فاصله و آزمون درختان نسبت به هم محاسبه و ثبت گردید. نتایج نشان داد گونه‌های قره‌تاج، بلوط، انجیر و زالزالک به‌ترتیب با داشتن ۶۲/۱٪، ۲۷/۶٪، ۵/۷٪ و ۴/۸۴٪ فراوانی مهم‌ترین گونه‌های درختی موجود هستند. سطح مقطع برای گونه‌ی قره‌تاج، سایر گونه‌ها و کل توده به‌ترتیب حدود ۲/۰، ۵/۰ و ۷۴/۰ مترمربع در هکتار است. تاج پوشش برای گونه‌های موجود در توده مورد بررسی شامل قره‌تاج، بلوط ایرانی و سایر گونه‌ها به‌ترتیب ۶۵/۵۵٪، ۲۶/۲٪ و ۸/۲۵٪ محاسبه گردیده است. بیشتر شاخص‌ها، الگوی پراکنش مکانی را به‌صورت کپه‌ای نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پراکنش مکانی، تاج پوشش، ساختار، سطح مقطع، قره‌تاج

مقدمه

شناخت نیازهای اکولوژیک گونه‌ها و به‌کار بردن آن‌ها در عمل می‌تواند در توسعه گونه‌هایی که در رویشگاه‌های خاص رشد می‌کنند، کمک شایانی نماید (۲۳). ترکیب و ساختار هر جامعه تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد و در حقیقت این عوامل موجب استقرار گونه‌های گیاهی در رویشگاه‌های مختلف می‌گردند (۳۰). شناخت روابط موجود بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی، به‌دلیل نقش مهم گیاهان در تعادل اکوسیستم و استفاده‌های مختلفی که بشر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از آن‌ها می‌کند، اجتناب‌ناپذیر است (۱۲). بدون شک عوامل متعددی در شکل‌گیری جوامع گیاهی در یک منطقه مؤثرند، اما به‌طور کلی می‌توان آن‌ها را به دو دسته عوامل طبیعی یا خارجی از قبیل خاک، اقلیم، توپوگرافی و عوامل درونی شامل ویژگی‌های ساختاری، متابولیسمی، تولید مثل و غیره تقسیم کرد (۱۱).

ساختار جنگل نیز از این قاعده مستثنی نبوده و چگونگی توزیع ویژگی‌های مختلف درختان در اکوسیستم‌های جنگلی را مورد بررسی قرار می‌دهد و دارای ارتباط مستقیمی با زیستگاه بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری است. به‌همین دلیل ساختار جنگل به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مولفه‌ها در تشریح اکوسیستم‌های جنگلی و تنوع زیستی به‌کار می‌رود.

تشریح کمی ساختار می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها در مدیریت جنگل مورد استفاده قرار گیرد. در واقع، با مطالعه ساختار جنگل‌های طبیعی می‌توان روش رسیدن به یک ساختار مطلوب را مشخص کرد (۱۳).

الگوی پراکنش گیاهان به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم ساختاری و از ضروریات بررسی پوشش گیاهی در هر منطقه می‌باشد (۴،۲۶) الگوی پراکنش به‌معنای فضایی است که افراد یک گونه یا گونه‌های مختلف نسبت به هم در آن استقرار می‌یابند (۱۳). به‌دلیل بررسی الگوی پراکنش گیاهان می‌توان اطلاعات زیادی در مورد یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولید مثل و انتشار گیاهان، رقابت و الگوهای رفتاری آن‌ها به‌دست آورد. سه نوع الگو پایه پراکنش تصادفی، یکنواخت و کپه‌ای (تجمعی) در جوامع گیاهی قابل تشخیص است. روش‌های تعیین الگوی پراکنش در علوم مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند که دارای هم‌پوشانی زیادی هستند (۴). به‌منظور تعیین الگوی پراکنش با توجه به نوع واحد نمونه‌برداری (نقطه یا کوادرات) شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی مختلفی ارائه شده است. برای بررسی موارد ذکر شده روش‌های متعددی مطرح شده است که می‌توان به شاخص‌های مکانی و غیرمکانی و روش‌های آماری اشاره کرد.

درختچه فاقد خار بوده و در تابستان خزان می کند که به عنوان شاخص فصل خشک از آن استفاده می شود. این گونه در برخی نقاط رویشگاه به ویژه در قسمت های کم شیب و دارای خاک نسبتاً مناسب واقع در پایین دامنه ها و داخل دره ها، به صورت خالص و با ابعاد مناسب قابل مشاهده است. اما در بخش عمده رویشگاه به ویژه از ارتفاع ۱۱۰۰ متر به بالا که جنگل های بلوط با تراکم بیشتری ظاهر می شوند، به عنوان گونه همراه و زیر آشکوب گونه ی بلوط نمود می یابد (۱۱).

با توجه به روند تخریب فزاینده جنگل های زاگرس، این احتمال وجود دارد که توده های ویژه و بارز نشی نظیر قره تاج نیز در آینده ای نه چندان دور به سر نوشت سایر توده ها و گونه های تخریب شده از قبیل بلوط ایرانی دچار شوند. از این رو مطالعه ویژگی های ساختاری این گونه منحصر به فرد از اولویت خاصی برخوردار بوده و حفاظت از آن الزامی است. به منظور درک درست و تصمیم گیری صحیح در عملیات های حفاظتی، پرورشی و بهره برداری، بررسی ساختار توده های جنگلی ضروری است. بنابراین تحقیق جاری در تلاش است تا به بررسی ویژگی های ساختاری گونه قره تاج بپردازد تا از این طریق به حفاظت بیشتر از این گونه منحصر به فرد کمک کند. همچنین، فرضیه ای که در اینجا مطرح می شود این است که گونه قره تاج در منطقه مورد مطالعه در شهرستان گیلانغرب از الگوی مکانی کپه ای پیروی می کند.

### مواد و روش ها

#### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در هفت کیلومتری شرق شهرستان گیلانغرب از استان کرمانشاه واقع شده و یکی از زیرحوزه های رودخانه گیلانغرب با مساحت ۲۱۴۰۳ هکتار است. این حوزه کوهستانی جزء زاگرس چین خورده است. حوزه فوق بین عرض ۳۴ درجه، هشت دقیقه و ۴۲ ثانیه تا ۳۴ درجه، ۱۰ دقیقه و هفت ثانیه شمالی و طول ۴۵ درجه، نه دقیقه و هشت ثانیه تا ۴۶ درجه، دو دقیقه و ۱۷ ثانیه شرقی قرار دارد (۲۷). رویشگاه قره تاج با ۹۳۰ هکتار مساحت از شرق به حوزه شیروان چرداول ایلام، از غرب به گیلانغرب، از شمال به حوزه گاوور و کل کش و از جنوب به زرنه و قوروتک از توابع شهرستان ایوانغرب واقع شده است (شکل ۱). کمترین ارتفاع این رویشگاه از سطح دریا ۹۷۰ متر و بیشترین آن ۱۴۲۰ متر است (۲۷). قره تاج به صورت جنگلی منحصر به فرد، در حوزه آبخیز دهستان سردسیر چله، از توابع گیلانغرب، از روستای کاسه کران تا منطقه تق توق، کاسه کران رویش دارد (۱۱).

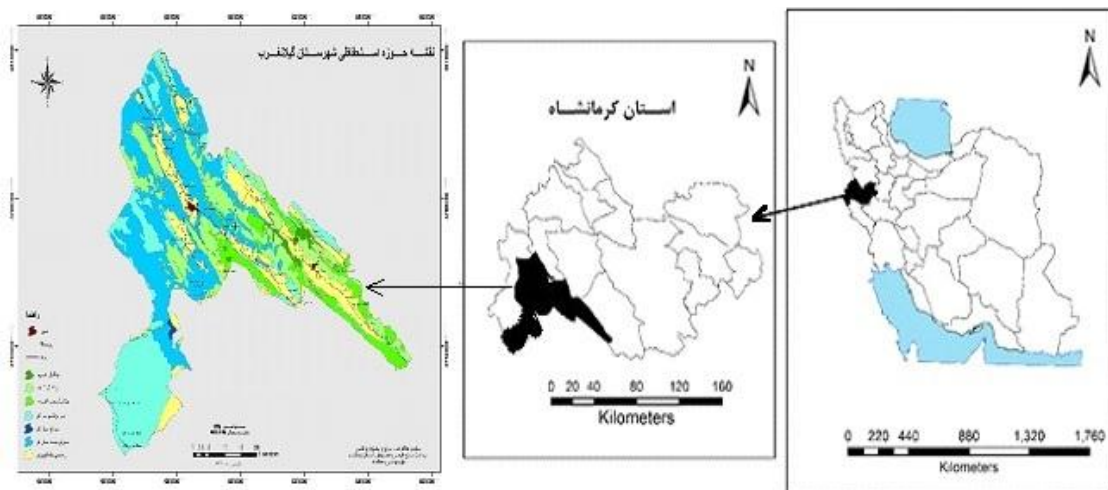
تاکنون در ارتباط با ساختار و الگوی پراکنش گونه های جنگلی در زاگرس مطالعات مختلفی انجام شده است. صفری و همکاران (۲۵)، حیدری و همکاران (۹)، عسگری و همکاران (۲)، زارع و همکاران (۳۶)، عرفانی فرد و همکاران (۵)، منصوری و همکاران (۲۱)، شیخ و همکاران (۳۲)، سلیمی و همکاران (۳۰) و کریمی و فلاح (۱۴) از جمله پژوهشگرانی هستند که به بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه های جنگلی در زاگرس پرداخته اند. تحقیقات کوبوتا (۱۶)، زرنه و همکاران (۳۷)، لی و همکاران (۱۹)، پترسون (۲۵)، سون و همکاران (۳۴) و ریتر و همکاران (۲۴) از جمله جدیدترین مطالعات انجام شده مربوط به ساختار در سطح بین المللی است.

عسگری و همکاران (۲) در برآورد ویژگی های کمی روش های نمونه برداری نزدیک ترین فرد، نزدیک ترین همسایه، دومین نزدیک ترین همسایه، روش ترکیبی و نقطه مشترک مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت و نتایج به دست آمده از ارزیابی برآورد تعداد در هکتار نشان داد که اختلاف میانگین ها فقط در روش نزدیک ترین همسایه با برآورد کننده معنی دار نبود و در سایر روش ها اختلاف معنی دار بوده است.

عرفانی فرد و همکاران (۵) پژوهشی با هدف ارزیابی اثر آرایش مکانی درختان بنه بر نتایج اندازه گیری تراکم به وسیله روش نزدیک ترین فرد در درخت زارهای زاگرس و کاربرد یک ضریب تصحیح بر پایه ی الگوی مکانی درختان انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داده که روش نزدیک ترین فرد با برآورد کننده با چلر نتوانست تراکم را در سه توده به درستی محاسبه نماید. این پژوهش نشان داده که آرایش مکانی درختان می توانسته نتایج حاصل از روش نزدیک ترین فرد با برآورد کننده با چلر را برای اندازه گیری تراکم بهبود بخشد.

حیدری و همکاران (۹) به منظور مقایسه روش های فاصله ای اندازه گیری تراکم در الگوی پراکنش شبیه سازی تصادفی در جنگل های شهرکرد پرداختند. آنان نتیجه گرفتند که در برآورد تراکم روش های نزدیک ترین فرد و نزدیک ترین همسایه و زوج تصادفی را به عنوان کاراترین روش ها دانست. در مطالعه سلیمی و همکاران (۳۰) میانگین قطر یقه، ارتفاع، سطح تاج و تعداد جست درختچه های قره تاج را به ترتیب، ۵/۱۵ سانتی متر، ۲/۳۳۶ متر، ۵/۶ متر مربع و ۱۲/۵۹ پایه بود. تراکم درختچه های قره تاج نیز ۷۳۹ پایه در هکتار بود. برپایه یافته ها، درختچه های قره تاج در فواصل کوتاه به صورت کپه ای و در فواصل بیشتر از الگوی کاملاً تصادفی پیروی می کنند.

گونه درختچه ای قره تاج (*Anagyris foetida* L.) یکی از عناصر مدیترانه ای موجود در جنگل های زاگرس است. این



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در شهرستان گیلانغرب، استان کرمانشاه  
Figure 1. Location of the study area in Gilan-e Gharb city, Kermanshah province

عمومی‌ترین آن‌ها استفاده از روش قطعۀ نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله‌ای و داده‌های نقشه‌برداری شده است (۳۰). در روش قطعۀ نمونه قطعات نمونه با مساحت ثابت پیاده شده و تعداد درختان در آن شمارش می‌شوند. در روش فاصله‌ای، فاصله میان درختان و نزدیک‌ترین همسایه اندازه‌گیری می‌شود. در روش سوم موقعیت هر درخت ثبت شده و برای نشان دادن موقعیت مکانی استفاده می‌شود (۳۵). در این تحقیق به منظور تعیین الگوی پراکنش مکانی از روش‌های فاصله‌ای (فاصله-آزیموت) و قطعۀ نمونه استفاده شد. در روش فاصله-آزیموت چون از قطعات نمونه دایره‌ای شکل در محل تقاطع اضلاع شبکه استفاده شد. بنابراین ابتدا مرکز قطعۀ نمونه مشخص و سپس با استفاده از متر لیزری فاصله هر کدام از درختان نسبت به مرکز اندازه‌گیری شد. آزیموت درختان نسبت به مرکز نیز با استفاده از قطب نما تعیین شد.

در این بررسی جهت بررسی‌های آماری از نرم‌افزارهای Excel و SPSS 22 و برای محاسبه شاخص‌های الگوی پراکنش مکانی مورد نظر از نرم‌افزارهای Ecological Methodology و Past استفاده شد.

### روش انجام پژوهش

در راستای هدف این تحقیق در اولین گام اقدامات لازم جهت تعیین منطقه و بستن مرز آن صورت گرفت. به منظور جمع‌آوری داده‌های لازم، حداکثر همگنی توده و حداقل دست‌خوردگی و تخریب در نظر گرفته شد. بدین منظور ابتدا با جنگل‌گردشی محدوده مورد نظر تعیین و سپس با استفاده از GPS مرز منطقه با مساحت ۲۰ هکتار بسته شد. سپس با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی-منظم اقدام به آماربرداری توده مورد بررسی شد. به علت اینکه انجام این روش برای یک محدوده وسیع، عملی سخت بوده و با خطای زیاد همراه است در این مطالعه از روش قطعۀ نمونه استفاده شد. لذا، عملیات شبکه‌بندی با ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر انجام شده و سپس ۲۰ قطعۀ نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع استقرار یافت. در این قطعات نمونه نوع گونه، قطر پایه‌ها، ارتفاع پایه‌ها، تاج پوشش شامل تاج اصلی و تاج فرعی برداشت شد. همچنین، فاصله و آزیموت تک‌تک درختان نسبت به هم محاسبه و در فرم‌های آماربرداری ثبت شد.

به منظور نمونه‌برداری جنگل برای بررسی الگوی پراکنش مکانی، روش‌های مختلفی وجود دارد که

جدول ۱- معادله شاخص های مورد استفاده در این مطالعه

Table 1. Mathematical relationships of the indicators used in this study

نام شاخص	معادله	معادله آمون تصادفی بودن	نام شاخص	معادله	معادله آمون تصادفی بودن
جانسون و زایمر	$I = \left[ (n+1) \left( \sum_{pi} r_{pi}^2 \right) \right]$	$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$	واریانس به میانگین	$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$	$X^2 = I(n-1)$
ابرهارت	$I_e = \left( \frac{S}{\bar{X}} \right)^2 + 1$	$I_c = \left( \frac{S^2}{\bar{X}} \right) - 1$	خوشه بندی	$I_c = \left( \frac{S^2}{\bar{X}} \right) - 1$	
C	$C = \frac{\sum [X_i^2 / X_i^2 + \frac{1}{2} Y_i^2]}{N}$	$I_g = \frac{\left( \frac{S^2}{\bar{X}} \right) - 1}{(\sqrt{\bar{X}}) - 1}$	گرین	$I_g = \frac{\left( \frac{S^2}{\bar{X}} \right) - 1}{(\sqrt{\bar{X}}) - 1}$	
هاپکینز	$I_h = \frac{\sum (r_{pi})^2}{\sum (r_{pi}^2) + \sum (r_{ni}^2)}$	$I_d = n \left[ \frac{\sum (x^2) - \sum x}{\sum (x^2) - \sum x_i} \right]$	موری سیتا	$I_d = n \left[ \frac{\sum (x^2) - \sum x}{\sum (x^2) - \sum x_i} \right]$	$x^2 = I_d \left( \frac{\sum x - 1}{\sum x} \right)$
هینز	$h_T = \frac{2n[2\sum (r_{pi}^2) + \sum (r_{ni}^2)]}{[(\sqrt{2} \sum r_{pi}) + \sum r_{ni}]^2}$	استاندارد شده موری سیتا	استاندارد شده موری سیتا	$M_\mu = \frac{x_{0.975}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$	

تعداد درخت در قطعات نمونه است. اگر واریانس برابر میانگین باشد، مقدار شاخص برابر یک بوده و الگوی پراکنش توده به صورت تصادفی است. اگر این مقدار کمتر از یک باشد، الگوی پراکنش یکنواخت و اگر بیشتر از یک باشد الگوی پراکنش کپه ای خواهد بود. اگر  $0.075 \leq X^2 \leq 0.25$  آن گاه الگوی تصادفی مورد پذیرش قرار می گیرد و در غیر این صورت الگوی تصادفی به نفع الگوی غیر تصادفی رد و الگوی غیر تصادفی پذیرفته می شود (۷).

در شاخص خوشه بندی،  $I_c$ : شاخص پراکنش،  $S^2$ : واریانس تعداد درختان در قطعات نمونه و  $\bar{X}$ : میانگین تعداد درخت در قطعات نمونه است. مقدار این شاخص برای الگوی تصادفی برابر یک است، برای حداکثر یکنواختی برابر ۱- و برای حداکثر کپه ای برابر با  $n-1$  می باشد (۳۳).

در شاخص گرین  $I_g$ : تعداد درخت در هر قطعه نمونه،  $S^2$ : واریانس تعداد درختان در قطعات نمونه و  $\bar{X}$ : میانگین تعداد درخت در قطعات نمونه است. مقادیر منفی ضریب بر آرایش یکنواخت و مقادیر مثبت آن بر آرایش کپه ای دلالت دارد (۳۵).

در شاخص موری سیتا  $I_d$ : شاخص پراکنش موری سیتا،  $\sum x$ : مجموع تعداد درختان قطعات نمونه،  $\sum x^2$ : مجموع مربعات تعداد درختان قطعات نمونه و  $n$ : تعداد قطعات نمونه است (۷). مقدار مورد انتظار شاخص برای آرایش تصادفی برابر یک، برای حالت حداکثر یکنواختی برابر  $1 - \left[ \frac{n-1}{\sum x - 1} \right]$  و برای حداکثر کپه ای برابر  $n$  است. برای آزمون تصادفی بودن پراکنش درختان،  $X^2$  محاسبه شده با  $X^2$  جدول با توجه به مقدار شاخص مقایسه می شود. اگر  $X^2$  محاسبه شده کمتر از  $X^2$  جدول باشد، تصادفی بودن پراکنش درختان پذیرفته می شود و اگر  $X^2$  محاسبه شده بیشتر از  $X^2$  جدول باشد تصادفی بودن پراکنش درختان رد می شود (۷).

در شاخص جانسون-زایمر،  $I$ : شاخص پراکنش جانسون و زایمر،  $n$ : تعداد نقطه نمونه برداری،  $r_{pi}^2$  فاصله بین فرد اول (نزدیکترین فرد) به نقطه نمونه برداری است. اگر مقدار شاخص ( $I$ ) برابر دو باشد، پراکنش مکانی درختان تصادفی، اگر کمتر از دو باشد، پراکنش یکنواخت و اگر بیشتر از ۲ باشد پراکنش درختان کپه ای خواهد بود. برای آزمون تصادفی بودن پراکنش درختان چنانچه مقدار  $Z$  بین اعداد  $1/96 +$  و  $1/96 -$  قرار بگیرد الگوی پراکنش درختان به صورت تصادفی و در غیر این صورت الگوی پراکنش به صورت غیر تصادفی خواهد بود (۷).

در شاخص ابرهارت،  $I_e$ : شاخص پراکنش ابرهارت،  $S$ : انحراف معیار فواصل مشاهده شده و  $\bar{X}$ : متوسط فواصل نقطه تا نزدیکترین فرد مقادیر مورد انتظار شاخص پراکنش ابرهارت برای حالت های آرایش تصادفی، یکنواخت و کپه ای به ترتیب برابر با  $1/27$  کمتر از  $1/27$  و بیشتر از  $1/27$  می باشد (۳۳).

در شاخص  $C$ ،  $C$ : شاخص پراکنش مکانی،  $X_i$ : فاصله نقطه تصادفی تا فرد و  $Y_i$ : فاصله فرد تا نزدیکترین همسایه است (۳۱).

در شاخص هینز،  $h_T$ : آزمون هینز برای تصادفی بودن،  $r_{pi}^2$ : فاصله نزدیکترین فرد به نقطه نمونه برداری،  $r_{ni}$ : فاصله نزدیکترین همسایه به نزدیکترین فرد و  $n$ : تعداد نقطه نمونه برداری است. در حالت پراکنش تصادفی شاخص هینز برابر  $1/27$  می باشد. مقادیر کمتر از  $1/27$  نشان دهنده الگوی منظم و مقادیر بیشتر از  $1/27$  نشان دهنده حالت کپه ای خواهند بود (۲۵). به منظور آزمون تصادفی بودن الگوی پراکنش توسط این شاخص، مقدار  $h_T$  به دست آمده با مقدار استخراج شده از جدول هینز مقایسه می شود. اگر مقدار شاخص از مقدار جدول بیشتر باشد الگوی پراکنش کپه ای و اگر از مقدار جدول کمتر باشد الگوی پراکنش یکنواخت خواهد بود (۳۳).

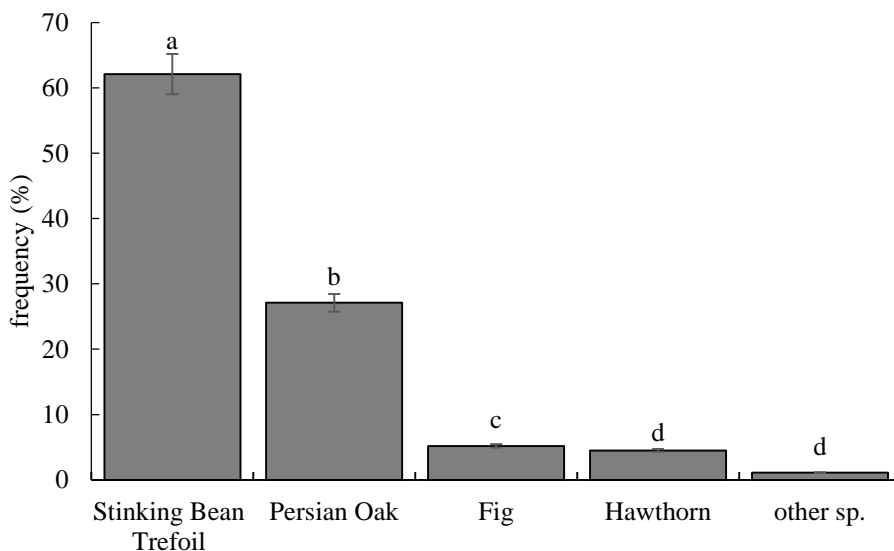
در شاخص نسبت واریانس به میانگین،  $I$ : شاخص پراکنش،  $S^2$ : واریانس تعداد درختان در قطعات نمونه و  $\bar{X}$ : میانگین

### نتایج و بحث

#### شاخص‌های کمی

گونه‌های قره‌تاج، بلوط، انجیر و زالزالک به ترتیب با داشتن ۶۲/۱٪، ۲۷/۱٪، ۵/۲٪ و ۴/۵٪ فراوانی مهم‌ترین گونه‌های درختی موجود در توده قره‌تاج مورد بررسی هستند (شکل ۲).

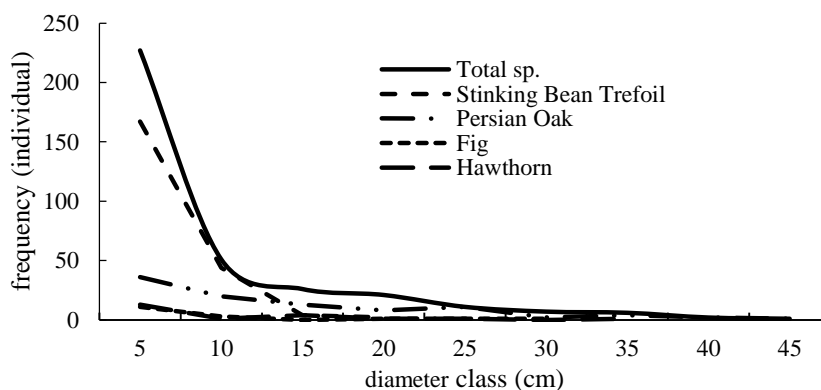
سایر گونه‌ها ۱/۱٪ فراوانی گونه‌های موجود در منطقه مورد بررسی را شامل می‌شوند.



شکل ۲- نمودار درصد فراوانی قره‌تاج، بلوط ایرانی و سایر گونه‌ها در توده مورد مطالعه  
Figure 2. The Stinking Bean Trefoil, Persian oak and other species abundance in the studied stand

از نظر پراکنش تعداد در طبقات قطری ۵ سانتی‌متری، در طبقات قطری پایین‌تر فراوانی کل بیشتر بوده اما در طبقات قطری بالا فراوانی کاهش می‌یابد. همچنین برای گونه قره‌تاج، در طبقات قطری پایین فراوانی بیشتر از سایر گونه‌ها بوده اما در طبقات قطری بالا فراوانی کاهش می‌یابد با این تفاوت که ابعاد قره‌تاج از سایر گونه‌های موجود در توده کمتر است طوری که بیشترین قطر آن به ۲۰ سانتی‌متر نمی‌رسد (شکل ۳).

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی گونه‌های موجود متعلق به گونه قره‌تاج با ۶۲/۱ درصد می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج غلامی (۸) و حیدری و همکاران (۱۰) همسو است. گونه قره‌تاج یکی از عناصر مدیترانه‌ای موجود در جنگل‌های زاگرس می‌باشد و به‌صورت موضعی در حوضه آبخیز دهستان چله از توابع شهرستان گیلانغرب استان کرمانشاه رویش دارد. طبق بررسی‌های به‌عمل آمده مهم‌ترین رویشگاه آن در کشور ایران، همین منطقه می‌باشد (هشت).



شکل ۳- فراوانی کل و سایر گونه‌های موجود در طبقات قطری در توده قره‌تاج  
Figure 3. Total abundance of other species in the diameter classes in the Stinking Bean Trefoil stand

هماهنگ است. به طور کلی، مدل به دست آمده نشان دهنده یک پراکنش قطری در یک اکوسیستم جنگلی طبیعی است که با وجود دست اندازی های بشر در آن تاکنون توانسته است تعادل خود را حفظ نماید.

برآورد سطح مقطع برای گونه ی قره تاج حدود ۰/۲ متر مربع در هکتار، برای گونه بلوط ایرانی ۰/۴۵، برای گونه انجیر ۰/۰۲۵، برای گونه زالزالک ۰/۰۳۶، برای سایر گونه ها حدود ۰/۵ مترمربع و برای کل توده حدود ۰/۷۴ مترمربع در هکتار است (جدول ۲).

نتایج مربوط به اندازه گیری قطر نشان می دهد که در طبقات قطری پنج سانتی متری، فراوانی درختان در طبقات قطری پایین زیاد بوده اما در طبقات قطری بالا فراوانی آنها کاهش می یابد (منحنی J شکل معکوس). مقایسه توزیع گونه های مختلف در طبقات قطری نشان می دهد منحنی گونه قره تاج در طبقات قطری پنج و ۱۰ سانتی متر حالت زنگوله ای داشته و بعد از آن حالت کاهش یابنده دارد. این موضوع نشان دهنده کوچک بودن ابعاد و همچنین همسان بودن قطر در این گونه است که با نتایج حسین زاده و همکاران (۹)

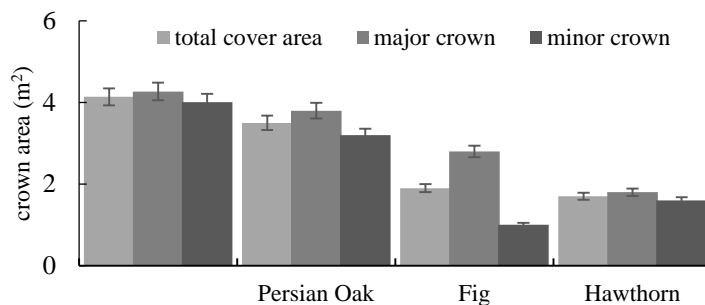
جدول ۲- سطح مقطع محاسبه شده برای قره تاج، سایر گونه ها و توده در روش قطعه نمونه

Table 2. Calculated cross-sectional area for Stinking Bean Trefoil, other species and stand in sample plot method

گونه	سطح مقطع برابر سینه (متر مربع در هکتار)	حدود اعتماد (در سطح احتمال ۹۵٪)
قره تاج	۰/۲۱۳۳	حد بالا ۰/۲۱۳۶ حد پایین ۰/۲۱۳۱
بلوط ایرانی	۰/۴۵۱۲	حد بالا ۰/۴۵۵ حد پایین ۰/۴۴۵
انجیر	۰/۰۲۵	حد بالا ۰/۰۳۰ حد پایین ۰/۰۲۰
زالزالک	۰/۰۳۶	حد بالا ۰/۰۳۹ حد پایین ۰/۰۳۳
سایر گونه ها	۰/۱۴۵	حد بالا ۰/۰۱۶ حد پایین ۰/۰۱۳
توده	۰/۷۴	حد بالا ۰/۷۵۳۶ حد پایین ۰/۷۲۳۸

که کمترین میزان سطح تاج پوشش مربوط به گونه انجیر است (۱/۷ مترمربع)؛ (شکل ۲).

در بین گونه های موجود گونه قره تاج بیشترین میزان سطح تاج را به خود اختصاص داده است (۴/۱۴ مترمربع). در حالی



شکل ۴- وضعیت سطح تاج در گونه های موجود در توده قره تاج  
Figure 4. Crown area condition among species on Stinking Bean Trefoil stand

برآورد تاج پوشش برای گونه های موجود در توده مورد بررسی شامل گونه قره تاج ۶۵/۵۵٪، بلوط ایرانی ۲۶/۲٪، گونه زالزالک ۴/۲۷٪ و سایر گونه ها ۱/۲٪ محاسبه شده است (جدول ۳).

مورد بررسی شامل گونه قره تاج ۶۵/۵۵٪، بلوط ایرانی ۲۶/۲٪، گونه

جدول ۳- سطح تاج پوشش و درصد تاج پوشش محاسبه شده برای قره تاج، بلوط ایرانی و سایر گونه ها

Table 3. Canopy level and canopy percentage calculated for Stinking Bean Trefoil, Persian oak and other species

گونه	حدود اعتماد (در سطح احتمال ۹۵٪)		سطح تاج پوشش (متر مربع در هکتار)
	حد پایین سطح تاج (درصد)	حد بالای سطح تاج (درصد)	
قره تاج	۲۱۹۲/۸۵	۲۲۶۶/۵۴	۲۲۲۶/۹۳
بلوط ایرانی	۸۷۰/۱۹	۹۱۱/۲۹	۸۹۰/۷۴
انجیر	۸۲/۶	۱۰۵/۰۱	۹۳/۸۱
زالزالک	۱۲۶/۴	۱۶۳/۷	۱۴۵/۰۵
سایر گونه	۳۵/۳	۴۶/۳	۴۰/۸
توده	۳۲۹۸/۴۸	۳۵۰۱/۷۱	۳۳۹۳/۳۳

موجود به بهترین شکل ممکن استفاده کرده و باعث حفاظت بهتر این اکوسیستم در برابر تهدیدات موجود شده است.

### الگوی پراکنش مکانی با شاخص‌های پراکنش به روش فاصله‌ای

برای شاخص جانسون و زایمر مقدار I برابر ۲/۳۶ محاسبه شده است که نشان‌دهنده الگوی کپه‌ای است. برای شاخص ابرهارت نیز مقدار I برابر با ۱/۳۶ به دست آمده است بنابراین الگوی پراکنش کپه‌ای تایید می‌شود (جدول ۴).

به منظور آزمون شاخص جانسون و زایمر عدد ۳/۱۲ برای Z محاسبه شده که به دلیل بزرگتر بودن عدد محاسبه شده از مقدار ۱/۹۶ الگوی پراکنش غیرتصادفی تایید می‌شود. به منظور آزمون شاخص ابرهارت مقدار استخراج شده از جدول هینز برابر با ۱/۴ می‌باشد که الگوی پراکنش کپه‌ای را تایید می‌کند (جدول ۴).

در خصوص سطح تاج نتایج به دست آمده نشان می‌دهد در بین گونه‌های موجود گونه قره‌تاج بیشترین میزان سطح تاج را به خود اختصاص داده است (۴/۱۴ مترمربع) در حالی که کمترین میزان آن مربوط به گونه انجیر است (۱/۷ مترمربع). حسین‌زاده و همکاران (۱۱) قطر تاج گونه قره‌تاج را بین ۱ تا ۴ متر اعلام کردند با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. سلیمی و همکاران (۳۰) سطح تاج را ۵/۶ مترمربع اعلام کردند که با نتیجه این مطالعه مغایرت دارد. از آنجا که پوشش گیاهی موجود در این رویشگاه قادر به تولید چوب قابل استفاده به صورت تجاری نیستند بنابراین مسئله تاج پوشش و سطحی که تاج پوشش احاطه می‌کند حایز اهمیت است. بیشتر بودن سطح تاج پوشش گونه قره‌تاج در این رویشگاه خاص نشان‌دهنده این مسئله است که این گونه در طی زمان با مولفه‌های موجود در اکوسیستم مذکور سازگار شده و از منابع

جدول ۴- مقادیر مربوط به شاخص‌های جانسون-زایمر و ابرهارت و آزمون‌های آن‌ها

Table 4. Johnson-Zaimer and Eberhart's indices and their tests

مقدار I	مقدار I	ابرهارت	مقدار Z	مقدار I	جانسون و زایمر
۱/۴ (جدول هینز)	۱/۳۶	مقادیر	۳/۱۲	۲/۳۶	مقادیر
جدول هینز: $Z < I$ یکنواخت	$I < 1/27$ یکنواخت	مقادیر تعریف شده	$1/96 < Z < 1/96 - 1/96$ تصادفی	$I < 2$ یکنواخت	مقادیر تعریف شده
مقدار جدول هینز: $I = تصادفی$	$I = 1/27$ تصادفی	الگوی پراکنش مکانی	$Z < -1/96$ غیرتصادفی	$I = 2$ تصادفی	الگوی پراکنش مکانی
مقدار جدول هینز: $I > 1/4$ کپه‌ای	$I > 1/27$ کپه‌ای		$Z > 1/96$ غیرتصادفی	$I > 2$ کپه‌ای	
	کپه‌ای		غیرتصادفی	کپه‌ای	

در شاخص ابرهارت نیز فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد محاسبه می‌شود. کربس (۱۴) اعتقاد دارد که این شاخص به تراکم

جمعیت بستگی نداشته و با توجه به اینکه فقط بر اساس یک فاصله تعیین می‌شود می‌توان آن را مشابه شاخص جانسون و زایمر دانست. با توجه به اینکه در این دو شاخص فقط فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد مورد بررسی قرار می‌گیرد و این فاصله با توجه به نتایج تحقیقات صورت گرفته اکثراً در داخل یا حواشی کپه‌ها قرار می‌گیرد، می‌توان تعیین الگوی پراکنش به صورت کپه‌ای را منطقی دانست. زیرا فرم رویشی جنگل بیشتر به صورت شاخه‌زاد بوده و شاخه‌زادها جست‌های زیادی را تولید می‌کنند. این گروه‌ها در کنار هم رشد نموده و توده‌هایی را به صورت مجتمع تشکیل می‌دهند که با توجه به تراکم زیاد جست‌ها می‌توان گفت الگوی پراکنش مکانی در داخل گروه‌ها به صورت کپه‌ای است.

مقدار شاخص C، عدد ۰/۶۳ را نشان می‌دهد که الگوی پراکنش مکانی به را به صورت کپه‌ای معرفی می‌کند اما چون این عدد به ۰/۵ که نشان‌دهنده الگوی پراکنش تصادفی است نزدیک می‌باشد بنابراین الگوی پراکنش مکانی به دست آمده کپه‌ای متمایل به تصادفی است. همچنین آزمون این شاخص عدد ۲/۰۲ را برای آزمون Z محاسبه نموده که الگوی پراکنش غیرتصادفی تایید می‌شود (جدول ۵).

برای شاخص هینز مقدار hT مقدار ۱/۴۵ محاسبه شده که الگوی پراکنش مکانی با این شاخص نیز به صورت کپه‌ای محاسبه می‌شود. همچنین به منظور آزمون این شاخص مقدار

به‌طور کلی، طبق نتایج به دست آمده از الگوی پراکنش مکانی با شاخص‌های پراکنش به روش فاصله‌ای نشان‌دهنده الگوی پراکنش مکانی گونه قره‌تاج به صورت کپه‌ای می‌باشد. نتیجه به دست آمده با نتایج، منصور (۲۱) که پراکنش گونه قره‌تاج را کپه‌ای معرفی کرده است هم‌خوانی دارد. همچنین، نتیجه به دست آمده با نتایج ذبیح‌الهی و همکاران (۳۵) در جنگل هواره‌خول بانه همسو است. در شاخص جانسون و زایمر فقط فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد محاسبه می‌شود. مسعودی سنجر (۲۲) اظهار داشته است که از بین شاخص‌های فاصله‌ای که تنها بر اساس اندازه‌گیری نقطه تا فرد است، شاخص جانسون-زایمر الگوی پراکنش خود کپه‌های کوچک و تک‌بوته را نشان می‌دهد. ایشان علت را این‌طور عنوان می‌کند که در این شاخص بیشتر فواصل اندازه‌گیری شده فواصل بین نقطه تا نزدیک‌ترین گیاه که در حاشیه کپه‌های متراکم قرار دارد می‌باشد نه فواصل گیاهان در داخل کپه‌ها که می‌توانند الگوی پراکنش واقعی جنگل را نشان دهند. همچنین، صفری و همکاران (۲۸) نیز بیان کرده است که با توجه به اینکه شاخص جانسون-زایمر صرفاً یک فاصله را اندازه‌گیری می‌کند، ممکن است بیشتر این فاصله‌ها در داخل یا کناره کپه‌ها قرار گرفته باشند که علت آن را به احتمال زیاد بزرگ بودن کپه‌ها و وجود تعداد افراد تصادفی زیاد در بین کپه‌ها به دلیل قطع درختان و برهم‌خوردگی کپه‌ها عنوان کرده است و معتقد است الگوی به دست آمده از این شاخص الگوی پراکنش داخل کپه‌ها را معرفی می‌کند.

hT استخراج شده از جدول هینز مقایسه می شود و الگوی پراکنش مکانی به صورت کپه ای تایید می شود.

جدول ۵- مقادیر مربوط به شاخص های C و هینز و آزمون آن ها

Table 5. The C and Hines indices and their tests

شاخص C	مقدار C	مقدار Z	شاخص هینز	مقدار h <sub>T</sub>	مقدار h <sub>T</sub>
مقادیر	۰/۶۳	۲/۰۲	مقادیر	۱/۴۵	۱/۱۹
مقادیر تعریف شده	۰/۵ < I < ۰/۵	۱/۹۶ < Z < ۱/۹۶ - تصادفی	مقادیر تعریف شده	۱/۲۷ < I < ۱/۲۷	مقدار جدول هینز < I < یکنواخت
الگوی پراکنش مکانی	کپه ای مایل به تصادفی	غیر تصادفی	الگوی پراکنش مکانی	کپه ای مایل به تصادفی	کپه ای

برای I به دست آمده است که نشان می دهد الگوی پراکنش به صورت کپه ای است. همچنین به منظور آزمون این شاخص برای h مقدار ۰/۸۵ محاسبه شده الگوی پراکنش را به صورت غیر تصادفی تایید می کند (جدول ۶).  
 برای شاخص هاپکینز در روش ترکیبی مقدار ۰/۵۴ به دست آمده است که الگوی پراکنش را به صورت کپه ای معرفی می کند. به منظور آزمون این شاخص مقدار ۰/۷۸ محاسبه گردیده که الگوی پراکنش را به صورت غیر تصادفی تایید می کند (جدول ۶).

آگوره و همکاران (۱) در مقایسه روش های نمونه برداری فاصله ای برای تعیین الگوی پراکنش مکانی کارایی بالای شاخص C را به ویژه برای تفکیک کپه های کوچک تایید کرده است. عرفانی فرد و همکاران (۶) شاخص های جانسون و زایمر و شاخص C را با هم مقایسه کرده و نتیجه گرفته اند شاخص C نتایج نزدیکتری با واقعیت دارد. صفری و همکاران (۲۸) نیز الگوی پراکنش مکانی درختان بلوط در جنگل های باینگان استان کرمانشاه را با استفاده از شاخص C، کپه ای معرفی نمود. برای شاخص هاپکینز در روش مربع تی مقدار ۰/۵۱

جدول ۶- مقادیر مربوط به شاخص های هاپکینز روش مربع تی و روش ترکیبی و آزمون آن ها  
 Table 6. Hopkins's in the square t method and Hopkins in the combined method and their tests

هاپکینز (مربع تی)	مقدار I	مقدار h	هاپکینز (ترکیبی)	مقدار I	مقدار h
مقادیر	۰/۵۱	۰/۸۵	مقادیر	۰/۵۴	۰/۷۸
مقادیر تعریف شده	۰/۵ < I < ۰/۵	F <sub>0.95(2n, 2n) = ۰/۷۴</sub>	مقادیر تعریف شده	۰/۵ < I < ۰/۵	F <sub>0.95(2n, 2n) = ۰/۷۴</sub>
الگوی پراکنش مکانی	کپه ای مایل به تصادفی	غیر تصادفی	الگوی پراکنش مکانی	کپه ای مایل به تصادفی	غیر تصادفی

مقدار I برای شاخص نسبت واریانس به میانگین طبق جدول (۷) مقدار ۲/۷۴ محاسبه شده که نشان دهنده الگوی کپه ای است. همچنین به منظور آزمون این شاخص مقدار X<sup>2</sup> محاسبه شده از X<sup>2</sup> جدول بیشتر است، بنابراین الگوی غیر تصادفی تایید می شود (جدول ۷).  
 با توجه به جدول (۷) مقدار IG برای شاخص گرین +۰/۰۰۰۵ محاسبه شده و چون عدد به دست آمده مثبت می باشد. بنابراین سایر الگوهای پراکنش مکانی به نفع الگوی کپه ای رد می شوند و الگوی کپه ای تایید می شود.

حیدری و همکاران (۹)، صفری و همکاران (۲۸) و ذبیح الهی و همکاران (۳۵) الگوی پراکنش مکانی درختان بلوط ایرانی را با استفاده از شاخص هاپکینز کپه ای معرفی نموده اند که با نتایج تحقیق حاضر همسو است. همچنین، صفری و همکاران (۲۸) و ذبیح الهی و همکاران (۳۵) الگوی پراکنش مکانی درختان مورد مطالعه را با استفاده از شاخص هینز، کپه ای معرفی نموده اند که در راستای نتایج مطالعه کنونی است.  
**الگوی پراکنش مکانی با شاخص های پراکنش به روش قطعه نمونه**

جدول ۷- مقادیر مربوط به شاخص های نسبت واریانس به میانگین و گرین و آزمون آن

Table 7. Variance to mean ratio and Green indices and their tests

نسبت واریانس به میانگین	مقدار I	مقدار X <sup>2</sup>	گرین	مقدار IG
مقادیر	۲/۷۴	۱/۱۹	مقادیر	۰/۰۰۰۵
مقادیر تعریف شده	I < ۱ یکنواخت	اگر X <sup>2</sup> <sub>(0.075) ≤ X<sup>2</sup> ≤ X<sup>2</sup><sub>(0.025)</sub></sub>	مقادیر تعریف شده	تصادفی
الگوی پراکنش مکانی	I > ۱ تصادفی	و در غیر این صورت X <sup>2</sup> <sub>(0.075) = X<sup>2</sup><sub>(0.025) =</sub></sub>	الگوی پراکنش مکانی	کپه ای

مقداری که برای شاخص نسبت واریانس به میانگین محاسبه شده است (۲/۷۴) به دلیل بیشتر بودن از عدد ۱ الگوی کپه ای تایید می شود. این نتیجه با نتایج غلامی (۸) که

برای الگوی پراکنش گونه قره تاج با استفاده از شاخص نسبت واریانس به میانگین مقدار ۳/۹۴ به دست آورده است که بیشتر از یک بوده و الگوی کپه ای گونه قره تاج را تایید می نماید،



(۲۵) نیز الگوی پراکنش مکانی درختان بلوط را کپه‌ای معرفی نموده‌اند.

برای شاخص موری‌سیتا مقدار ۱/۱۵ محاسبه شده که با توجه به مقادیر تعریف شده الگوی کپه‌ای تایید می‌گردد. همچنین به‌منظور آزمون این شاخص مقدار  $X^2$  محاسبه شده از  $X^2$  جدول بیشتر است بنابراین آزمون الگوی تصادفی را به‌نفع الگوی غیرتصادفی رد می‌کند.

برای شاخص استاندارد شده موری‌سیتا  $+0/5$  به‌دست آمده که سایر، الگوهای پراکنش به‌نفع الگوی کپه‌ای رد شده و الگوی پراکنش کپه‌ای تایید می‌شود (جدول ۸).

مطابقت دارد. کربس (۱۴) اعتقاد دارد شاخص مناسب برای روش قطعه نمونه نباید تحت تاثیر تعداد قطعات نمونه، تراکم جمعیت، یا تغییر در اندازه و شکل کوادرات‌ها قرار گیرد. همچنین، وی عنوان می‌کند که شاخص نسبت واریانس به میانگین شاخص مناسبی برای تعیین الگوی پراکنش مکانی است اما برای جمعیت‌های کپه‌ای تابعی از تعداد قطعات نمونه است و نسبت به پراکنش کپه‌ای حساسیت کمتری دارد. همچنین، نادری و همکاران (۲۳) معتقدند که این شاخص‌ها تا حدود زیادی از تعداد پایه‌ها در قطعات نمونه تاثیر می‌پذیرند. بصیری و همکاران (۳) الگوی پراکنش مکانی درختان در جنگل‌های مریوان را کپه‌ای و صفری و همکاران

جدول ۸- مقادیر مربوط به شاخص‌های موری‌سیتا و استاندارد شده موری‌سیتا و آزمون آن

مقدار $I_p$	استاندارد شده موری‌سیتا	مقدار $X^2$	مقدار $I_h$	موری‌سیتا
$+0/5$	مقادیر	۱۲۸/۷	۱/۱۵	مقادیر
یکنواخت	صفر	مقدار $X^2$ جدول ۷۹	یکنواخت	$1 - \frac{n-1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$
تصادفی	-۱	و $79 < 128/7$	تصادفی	n
حداکثر کپه‌ای	+۱	غیر تصادفی	حداکثر کپه‌ای	الگوی پراکنش مکانی
کپه‌ای	الگوی پراکنش مکانی		کپه‌ای	

مستقل از تراکم جمعیت و تعداد نمونه است. صفری و همکاران (۲۸) و ذبیح‌الهی و همکاران (۳۵) در تحقیقات خود الگوی پراکنش مکانی درختان را با استفاده از شاخص استاندارد شده موری‌سیتا به‌صورت کپه‌ای معرفی کردند.

برای شاخص خوشه‌بندی مقدار  $IC$ ،  $2/07$  محاسبه شده که با توجه به بیشتر بودن این عدد از مقادیر صفر و  $-1$  الگوهای پراکنش مکانی یکنواخت و تصادفی به‌نفع الگوی کپه‌ای رد می‌شوند و الگوی کپه‌ای تایید می‌شود (جدول ۹).

شاخص موری‌سیتا نسبتاً مستقل از جمعیت است، اما تحت تاثیر تعداد قرار می‌گیرد و به‌همین دلیل به‌خوبی شاخص گرین نیست. همچنین این شاخص دارای توزیع آماری مناسب از نظر داشتن توزیع نمونه‌ای معلوم است (۱۴).

مقدار شاخص استاندارد شده موری‌سیتا، تایید کننده الگوی پراکنش کپه‌ای است. لی و همکاران (۱۸) در پژوهشی دریافته‌اند که شاخص استاندارد شده موری‌سیتا یکی از بهترین شاخص‌های بررسی الگوی پراکنش است زیرا

جدول ۹- مقادیر مربوط به شاخص خوشه‌بندی و آزمون آن

مقدار $IC$	خوشه‌بندی
$2/07$	مقادیر
تصادفی	صفر
حداکثر یکنواختی	-۱
حداکثر کپه‌ای	$n-1$
کپه‌ای	الگوی پراکنش مکانی

طبق جدول (۱۰) تراکم جنگل در روش نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، فاصله‌ای ترکیبی، مربع تی و قطعه‌نمونه

۱۸۸، ۱۶۵، ۱۹۸، ۱۸۱ و ۱۷۶ درخت در هکتار برآورد شده است.

جدول ۱۰- مقادیر مربوط به برآورد تراکم در روش نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، ترکیبی، مربع تی و قطعه‌نمونه

حدود اعتماد (در سطح ۹۵٪)		تراکم	روش
حد پایین تراکم	حد بالای تراکم		
۱۷۶	۱۹۹	۱۸۸	نزدیک‌ترین فرد
۱۵۲	۱۷۹	۱۶۵	نزدیک‌ترین همسایه
۱۸۶	۲۱۵	۱۹۸	فاصله‌ای ترکیبی
۱۷۶	۱۸۸	۱۸۱	مربع تی
۱۶۷	۱۸۵	۱۷۶	قطعه نمونه

می‌کنند در ارتباط با الگوی پراکنش بذر است (۳۱). که با توجه به سنگینی بذر گونه‌ی مورد مطالعه و ریزش بذور به زیر درختچه در اثر وزن آن‌ها انتظار ایجاد الگوی کپه‌ای وجود دارد. با توجه به شرایط حاکم در جنگل‌های زاگرس و منطقه مورد مطالعه و تغییر فرم جنگل از دانه‌زاد به شاخه‌زاد انتظار می‌رود که با وجود این مساله الگوی پراکنش درختان تا حدود زیادی متأثر از الگوی ابتدایی ایجاد شده (در اثر پراکنش بذر) باشد (۳). از سایر عوامل موثر بر الگوی پراکنش می‌توان از قطع و تخریب رویشگاه، آتش‌سوزی، چرای دام، شیب، ارتفاع از سطح دریا، رقابت، خاک، جهت جغرافیایی و... نام برد. نتایج این مطالعه نشان داد الگوی پراکنش بیشتر به صورت کپه‌ای است که نشان‌دهنده مطلوب بودن مشخصه‌های کمی این گونه در حال حاضر است. رویشگاه مورد مطالعه جزو رویشگاه‌های جنگلی منحصر به فرد بوده و در حال حاضر از سوی سازمان جنگل‌ها و مراتع، ذخیره‌گاه جنگلی اعلام شده است تا با توجه به شدت عوامل تخریب از قبیل تردد انسان و دام از هرگونه تخریب، تصرف و یا تغییر کاربری آن تا حد امکان شود.

لانگوتاد (۲۰) اظهار می‌کند که الگوی کپه‌ای درجات مختلفی دارد و عوامل ایجادکننده الگوی کپه‌ای ممکن است با تغییر مقیاس تغییر کند. گونه‌هایی که الگوی پراکنش کپه‌ای دارند در مقایسه با گونه‌هایی که الگوی پراکنش تصادفی دارند در رویشگاه‌های کوچک قدرت رقابتی بیشتری دارند و ضمناً شاید ترکیب و آمیختگی کم گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه دلیل دیگری برای ایجاد الگوی کپه‌ای برای گونه‌های مورد مطالعه باشد (۲۹). با نتایج سلیمی و همکاران (۳۰) که پراکنش گونه قره‌تاج را در قطعه نمونه یک هکتاری با استفاده از تابع‌های فاصله نزدیک‌ترین همسایه را در فاصله ۵ متری کپه‌ای اعلام کرد، همخوانی دارد. در رابطه با الگوی پراکنش گونه قره‌تاج، نوع پراکنش بذرها مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر الگوی مکانی درختان است (۱۸). با توجه به سنگین بودن بذرها قره‌تاج و ریزش آن‌ها به زیر درخت انتظار می‌رود الگوی این گونه‌ها به شکل کپه‌ای باشد. داتا و راوات (۵) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که اندازه بذر رابطه‌ی مثبتی با سطوح بالاتری از تجمع مکانی دارند. الگوی پراکنش مکانی گونه‌هایی که به‌روش دانه‌زادآوری

## منابع

1. Aguorre, O., G. Hui, K.V. Gadow and J. Jimenes. 2003. An analysis of forest structure using neighborhood-based variables. *Forest Ecology and Management*, 183: 137-145.
2. Askari, Y., M. Zobeiri and H. Sohrabi. 2013. Comparison of five distance-sampling methods for estimating quantitative characteristics of Zagros Forests. *Iranian journal of Forests and Poplar Research*, 21(2): 316-328 (In Persian).
3. Basiri, R., H. Sohrabi and M. Mozayan. 2006. Statistical analysis of spatial distribution pattern of tree species in Marivan. *Iranian Journal of Natural Resource*, 59(3): 579-588 (In Persian).
4. Dale, M. 2002. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. *Echography*, 25 p.
5. Datta, A. and G.S. Rawat. 2008. Dispersal modes and spatial patterns of tree species in a tropical forest in Arunachal Pradesh, northeast India. *Journal-Tropical Conservation Science*, 1(3): 163-185.
6. Erfanifard, A., N. Sheik and L. Zarei. 2014. The effect of tree distribution pattern on density estimation by nearest sampling method: Case studies in Zagros mangrove trees and simulated stands. *Applied Ecology Journal*, 7: 83-93 (In Persian).
7. FallahChai, M. and S. Khoshmanzar. 2019. Determination of Spatial Distribution Pattern Analysis of Acer Velutinum Species in two Elevation Classes using Distance Sampling Methods (Case Study: Asalem Nav Forests, Series No. 2). *Ecology of Iranian Forests*, 7(13): 83-90 (In Persian).
8. Gholami, M. 2017. Evaluation of different sampling methods for estimation of quantitative characteristics of *Anagyris foetida* and identification of plant species associated with Zagros forests (Case Study: Caseh-Caran Forest of Gilane Gharb). M.Sc thesis, Razi University of Kermanshah, 115 p.
9. Heidari, R.H., M. Zobeiri, M. Namiranian, H. Sobhani and A. Safari. 2011. Study of accuracy of nearest individual sampling method in Zagros forests. *Iranian Journal of Forest*, 2(4): 323-330 (In Persian).
10. Heidari, R.H., M. Gholami and M. Masoumi. 2017. Accuracy of distance sampling methods in estimation of *Anagyris foetida* L. density (Case study: Gilan-e Gharb forests). *Journal of Ecology of Iranian Forests*, 4(7): 26-34 (In Persian).
11. Hosseinzadeh, J., M. Tahmasebi and M. Mohammadpour. 2015. Vegetative and site characteristics of *Anagyris foetida* L. in Zagros forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(3): 393-401 (In Persian).
12. Jafarian, Z., A. Karimzadeh, J. Ghorbani and M. Akberzadeh. 2011. Determination of Ecological Species Groups and Effective Environmental Factors on Them. *Journal of Environmental studies*, 37(59): 77-88 (In Persian).
13. Javanmiri pour, M., M.R. Marvi Mohadjer, V. Etemad and M. Jourgholami. 2019. The structural variation in managed mixed stands the old growth forest, northern Iran. *Journal of forestry research*, 30: 1859-1871.

14. Karimi, M. and A. Fallah. 2017. Spatial Pattern and Interaction Analysis of *Quercus Brantii* Lindl. and *Pistacia Atlantica* Desf. In Qalajeh Forests of Kermanshah using K Function. Ecology of Iranian Forests, 5(9): 9-16 (In Persian).
15. Krebs, Ch.J. 1989. Ecological methodology. 2nd ed., Addison-Wesley Educational Pub. Inc: Menlo Park, California.
16. Kubota, Y. 2007. Spatial pattern regeneration dynamics in a temperate Abies-Tsuga forest in southwestern Japan. Journal of Forest Research, 11(3): 191-201.
17. Lei, W., Z. Chunyu and Z. Xiuhai. 2009. Spatial pattern of Korean pine broadleaved forest in Changbai Mountains. Scientia Silvae Sinicae, 5: 54-59.
18. Li, L., Zh. Hung, W. Ye, H. Cao, Sh. Wei, Zh. Wang, J. Lian, L. Sun, K. Ma and F. Hem. 2009. Spatial distributions of tree species in a subtropical forest of china. Oikos, 118: 495-502.
19. Li, Y., J. He, S. Yu, D. Zhu, H. Wang and S. Ye. 2019. Spatial structure of the vertical layers in a subtropical secondary forest 57 years after clear-cutting. iForest-Biogeosciences and Forestry, 12(5): 442-450.
20. Longuetaud, F., S. Thomas, J.M. Leban and H. Pretzch. 2008. Analysis of long-term dynamics of crowns of sessile oaks at the stand level by means of spatial statistics. Journal of Forest Ecology and Management, 255: 2007-2019.
21. Mansouri, Z. 2015. Quantification of structural diversity of Stinking Bean Trefoil (*Anagyris foetida* L.) in Zagros forests (Case study: Guilane Gharb forests). MSc thesis, University of Tehran, Faculty of Natural Resources, 120 pp.
22. Moussai Sanjarei, M. and M. Basiri. 2007. Comparison of Distribution Pattern determinants in Yazd provinces, Journal of Agricultural Science and Technology, 40(B): 483-492 (In Persian).
23. Naderi, M., J. Mirzaei, A. Mosleh Arani, M. Heidari and A.A. Jafarzadeh. 2017. Investigation of some factors affecting the distribution of *Lonicera nummularifolia* Jaub. and Spach in Zagros forests. Applied Ecology, 6(4): 1-15 (In Persian).
24. Ritter, S., C. Hoffman, M. Battaglia, C. Stevens-rumann and W. Mell. 2020. Fine-scale fire patterns mediate forest structure in frequent-fire ecosystems. Ecosphere, 11(7): 1-17.
25. Peterson, C.J. 2020. Change in tree spatial pattern after severe wind disturbance in four Northern American Northern hardwood and sub-boreal forests. Front. For. Glob. Change, 3: 57. Doi:10.3389/ffgc.2020.00057.
26. Pukkala, T. and K. Von Gadow. 2012. Continuous Cover Forestry. Second edition. Springer, 305 pp.
27. Sabzi, Sh., H. Joneidi Jafari and P. Karami. 2018. The most important ecological factors affecting the extinction of *Anagyris foetida* L. species in Gilan Gharb. Natural Environment, Natural Resources of Iran, 71(3): 359-369 (In Persian).
28. Safari, A., N. Shabaniyan, R.H. Heidari, S.Y. Erfanifard and M. Pourreza. 2010. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) (Case study: Bayangan forests, Kirmanshah). Iranian Journal of Forest, 2(2): 177-189 (In Persian).
29. Salama, F., M. Ghani, M. Gadallah, M. Elnaggar and A. Amro. 2014. Variations in Vegetation Structure, Species Dominance and Plant Communities in South of the Eastern Desert-Egypt. Notulae Scientia Biologicae, 6(1): 41-58.
30. Salimi, A., F. Ghasemi Aghbash and M. Pourreza. 2019. Spatial pattern of *Anagyris foetida* L. shrubs in the Zagros forests. Iranian Journal of Forest, 11(1): 135-150 (In Persian).
31. Sapkota, I.P., M. Tigabu and P.C. Oden. 2009. Spatial distribution, advanced regeneration and stand structure of Nepal Sal (*Shorea robusta*) forest subject to disturbances of different intensities. Forest Ecology and Management, (257): 1966-1975.
32. Sheikh, N., Y. Erfanifard, R. FalahShamsi, M. Masoudi and E. Khosravi. 2017. Effect of spatial pattern of trees on efficiency of distance and plot sampling methods in Zagros woodlands. Iranian Journal of Forest, 9(1): 101-117 (In Persian).
33. Stamatellos, G. and G. Panourgias. 2005. Simulating spatial distributions of forest trees by using data from fixed area plots. Forestry, 78(3): 305-312.
34. Sun, L., M. Wang and X. Fan. 2020. Spatial pattern and driving factors of biomass carbon density for natural and planted coniferous forests in mountainous terrain, eastern Loess Plateau of China. Forest ecosystems, 7: 9. doi.org/10.1186/s40663-0200218-7.
35. Zabiollahi, S., N. Shabaniyan, M. Namiranian and M. Heidari. 2015. Spatial distribution of wooden species in Northern Zagros forests (Case study: Havare-khol forests). Forest Research and Development, 1(1): 17-29 (In Persian).
36. Zare, L., S.Y. Erfani Fard, M. Taghavi and N. Kariminejad. 2017. Efficiency of distance sampling methods in estimation of biometric characteristics of wild pistachio (*Pistachio atlantica* subsp. mutica) open stands in Zagros. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 23(3): 126-144 (In Persian).
37. Zenner, E.K. and J.E. Peck. 2009. Characterizing structural conditions in mature managed red pine: spatial dependency of metrics and adequacy of plot size. Forest ecology and management, 257: 311-320.

## The Stinking Bean Trefoil (*Anagyris foetida* L.) Structure in Zagros (Case Study of Gilan-e Gharb Forests)

Ali Rostami<sup>1</sup>, Mohsen Javanmiri Pour<sup>2</sup>, Ali Hasanzadeh<sup>3</sup> and Sirius Parviz<sup>4</sup>

---

1- Assistant Professor, Department of Natural Resources, Ilam branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran,  
(Corresponding author: alirostami.mh@gmail.com)

2- Expert and Graduated Ph.D., Forest, Rangelands and Watershed organization, Kermanshah, Iran

3- Graduated Ph.D., Climatology, Islamic Azad University, Najafabad Science and Research Branch, Isfahan-Iran

4- M.Sc. Student, Department of Natural Resources, Ilam branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran

Received: April 11, 2020

Accepted: November 18, 2020

---

### Abstract

Quantitative structure description can be used as one of the most important tools in forest management. The study of the structural characteristics of unique species such as Stinking Bean Trefoil (*Anagyris foetida* L.) has a high priority and its conservation is essential. Therefore, Current research is attempting to scrutinize the structural properties of this species. The study area with 930 hectares located on 7 kilometers east of Gilan-e Gharb city from Kermanshah province. For this study, the target range was first determined and then bounded using GPS. Subsequently, sampling was prepared by systematic-random sampling. Species type, diameter, height, canopy including main canopy and minor canopy were sampled. Furthermore, the distance and azimuth of each tree were calculated and recorded. The results showed that the most important tree species were Stinking Bean Trefoil, Oak, Fig and Hawthorn with 62.1%, 27.6%, 5.7% and 4.84% respectively. The cross section for Stinking Bean Trefoil is about 0.2 m<sup>3</sup>/ha, for other species it is 0.5 m<sup>3</sup>/ha and for total stand about 0.74 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>. Stinking Bean Trefoil, Persian oak and other species is 65.55%, 26.2% and 8.25%, respectively. Most of the indices showed clustered spatial pattern.

**Keywords:** Canopy Cover, Cross Section, Spatial Distribution, Stinking Bean Trefoil, Structure