دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

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

علی رستمی[۱]، محسن جوانمیری‌پور[۲]، علی حسن‌زاده[۳] و سیروس پرویز[۴]

۱- استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران، (نویسنده مسوول: alirostami.mh@gmail.com)
۲- کارشناس و دانش‌آموخته دکترای علوم جنگل، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، کرمانشاه- ایران
۳- دانش‌آموخته دکترای 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 آزیموت درختان نسبت به هم محاسبه و ثبت گردید. نتایج نشان داد گونه‌های قره‌تاج، بلوط، انجیر و زالزالک به‌ترتیب با داشتن ٦٢/١٪، ٢٧/٦٪، ٥/٧٪ و ٤/٨٤٪ فراوانی مهم‌ترین گونه‌های درختی موجود هستند. سطح مقطع برای گونه‌ی قره‌تاج، سایر گونه‌ها و کل توده به‌ترتیب حدود ۰/۲، ۰/۵ و ۰/۷۴ مترمربع در هکتار است. تاج‌پوشش برای گونه‌های موجود در توده مورد بررسی شامل قره‌تاج، بلوط ایرانی و سایر گونه‌ها به‌ترتیب ٦٥/٥٥٪، ٢٦/٢٪ و ٨/٢٥٪ محاسبه گردیده است. بیشتر شاخص‌ها، الگوی پراکنش مکانی را به‌صورت کپه‌ای نشان دادند.**

**واژه‌های کلیدی: پراکنش مکانی، تاج‌پوشش، 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 به کار 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.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

تاکنون در ارتباط با ساختار و الگوی پراکنش گونه‌های جنگلی در زاگرس مطالعات مختلفی انجام شده است. صفری و همکاران (۲۵)، حیدری و همکاران (۹)، عسگری و همکاران (۲)، زارع و همکاران (۳۶)، عرفانی‌فرد 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 گونه‌های جنگلی در زاگرس پرداخته‌اند. تحقیقات کوبوتا (۱۶)، زنر 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 بین‌المللی است.

عسکری و همکاران (۲) در برآورد ویژگی‌های کمی روش‌های نمونه‌برداری نزدیک‌ترین فرد، نزدیک‌ترین همسایه، دومین نزدیک‌ترین همسایه، روش ترکیبی و نقطه مشترک مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت و نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی برآورد تعداد در هکتار نشان داد که اختلاف میانگین‌ها فقط در روش نزدیک‌ترین همسایه با برآورد کننده معنی‌دار نبود و در سایر روش‌ها اختلاف معنی‌دار بوده است.

عرفانی‌فرد و همکاران (۵) پژوهشی با هدف ارزیابی اثر آرایش مکانی درختان بنه بر نتایج اندازه‌گیری تراکم به‌وسیله روش نزدیک‌ترین فرد در درخت‌زارهای زاگرس و کاربرد یک ضریب تصحیح بر پایه‌ی الگوی مکانی درختان انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داده که روش نزدیک‌ترین فرد با برآورد کننده باچلر نتوانست تراکم را در سه توده به درستی محاسبه نماید. این پژوهش نشان داده که آرایش مکانی درختان می‌توانسته نتایج حاصل از روش نزدیک‌ترین فرد با برآورد کننده باچلر را برای اندازه‌گیری تراکم بهبود بخشد.

حیدری و همکاران (۹) به‌منظور مقایسه روش‌های فاصله‌ای اندازه‌گیری تراکم در الگوی پراکنش شبیه‌سازی تصادفی در جنگل‌های شهرکرد پرداختند. آنان نتیجه گرفتند که در برآورد تراکم روش‌های نزدیک‌ترین فرد و نزدیک‌ترین همسایه و زوج تصادفی را به‌عنوان کاراترین روش‌ها دانست.

در مطالعه سلیمی و همکاران (۳۰) میانگین قطر یقه، ارتفاع، سطح تاج و تعداد جست درختچه‌های قره‌تاج را به‌ترتیب، ۵/۱۵ سانتی‌متر، ۲/۳۳۶متر، ۵/۶ متر مربع و ۱۲/۵۹ پایه بود. تراکم درختچه‌های قره‌تاج نیز ۷۳۹ پایه در هکتار بود. برپایه یافته‌ها، درختچه‌های قره‌تاج در فواصل کوتاه به‌صورت کپه‌ای و در فواصل بیشتر از الگوی کاملا تصادفی پیروی می‌کنند.

گونه درختچه‌ای قره‌تاج (*Anagyris foetida* L.) یکی از عناصر مدیترانه‌ای موجود در جنگل‌های زاگرس است. این درختچه فاقد خار بوده و در تابستان خزان می‌کند که به‌عنوان شاخص فصل خشک از آن استفاده می‌شود. این گونه در برخی نقاط رویشگاه به‌ویژه در قسمت‌های کم شیب و دارای خاک نسبتاً مناسب واقع در پایین دامنه‌ها و داخل دره‌ها، به‌صورت خالص و با ابعاد مناسب قابل مشاهده است. اما در بخش عمده رویشگاه به‌ویژه از ارتفاع ۱۱۰۰ متر به بالا که جنگل‌های بلوط با تراکم بیشتری ظاهر می‌شوند، به‌عنوان گونه همراه و زیر آشکوب گونه‌ی بلوط نمود می‌یابد (۱۱).

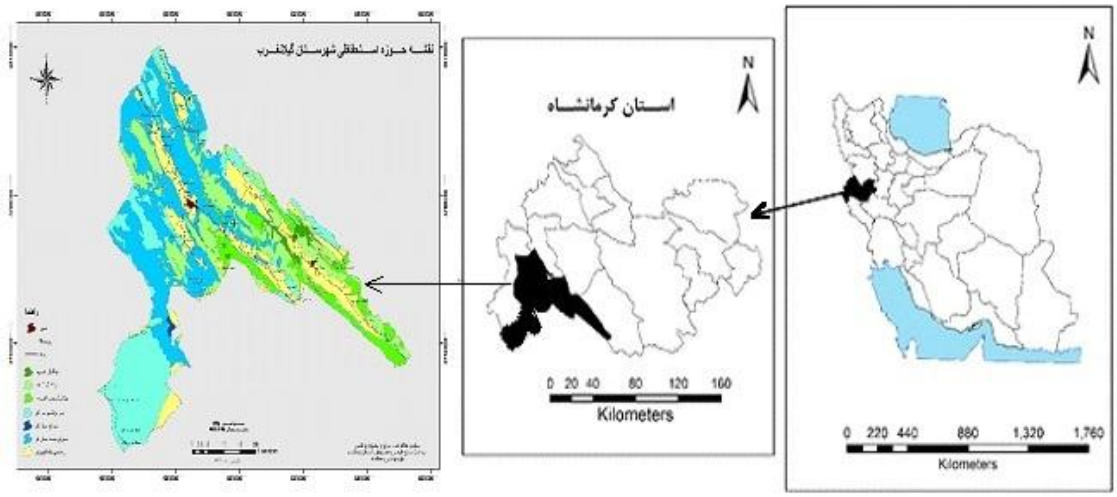
با توجه به روند تخریب فزاینده جنگل‌های زاگرس، این احتمال وجود دارد که توده‌های ویژه و باارزشی نظیر قره‌تاج نیز در آینده‌ای نه‌چندان دور به سرنوشت سایر توده‌ها و گونه‌های تخریب‌شده از قبیل بلوط ایرانی دچار شوند. از این‌رو مطالعه ویژگی‌های ساختاری این گونه منحصر به فرد از اولویت خاصی برخوردار بوده و حفاظت از آن الزامی است. به‌منظور درک درست و تصمیم‌گیری صحیح در عملیات‌های حفاظتی، پرورشی و بهره‌برداری، بررسی ساختار توده‌های جنگلی ضروری است. بنابراین تحقیق جاری در تلاش است تا به بررسی ویژگی‌های ساختاری گونه قره‌تاج بپردازد تا از این طریق به حفاظت بیشتر از این گونه منحصر به‌فرد کمک کند. همچنین، فرضیه‌ای که در اینجا مطرح می‌شود این است که گونه قره‌تاج در منطقه مورد مطالعه در شهرستان گیلانغرب از الگوی مکانی کپه‌ای پیروی می‌کند.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در هفت کیلومتری شرق شهرستان گیلانغرب از استان کرمانشاه واقع شده و یکی از زیرحوزه‌های 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 و۱۷ ثانیه شرقی قرار دارد (۲۷). رویشگاه قره‌تاج با ۹۳۰ هکتار مساحت از شرق به حوزه شیروان چرداول ایلام، از غرب به گیلانغرب، از شمال به حوزه گواور و کل‌کش 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). قره‌تاج به‌صورت جنگلی منحصر به فرد، در حوزه آبخیز دهستان سردسیر چله، از توابع گیلانغرب، از روستای کاسه‌کران تا منطقه تق‌توق، کاسه‌کران رویش دارد (۱۱).

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]




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

**روش انجام پژوهش**

در راستای هدف این تحقیق در اولین گام اقدامات لازم جهت تعیین منطقه و بستن مرز آن صورت گرفت. به‌منظور جمع‌آوری داده‌های لازم، حداکثر همگنی توده و حداقل دست‌خوردگی و تخریب در نظر گرفته شد. بدین منظور ابتدا با جنگل گردشی محدوده موردنظر 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. به‌علت اینکه انجام این روش برای یک محدوده وسیع، عملی سخت بوده و با خطای زیاد همراه است در این مطالعه از روش قطعه‌نمونه استفاده شد. لذا، عملیات شبکه‌بندی با ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر انجام شده و سپس ۲۰ قطعه 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.

به‌منظور نمونه‌برداری جنگل برای بررسی الگوی پراکنش مکانی، روش‌های مختلفی وجود دارد که عمومی‌ترین آن‌ها استفاده از روش قطعهٔ نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله‌ای و داده‌های نقشه‌برداری شده است (۳۰). در روش قطعه‌نمونه 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 به‌منظور تعیین الگوی پراکنش مکانی از روش‌های فاصله‌ای (فاصله-آزیموت) و قطعه نمونه استفاده شد. در روش فاصله-آزیموت چون از قطعات نمونه دایره‌ای شکل در محل تقاطع اضلاع شبکه استفاده شد. بنابراین ابتدا مرکز قطعه 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.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

جدول ۱- معادله شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعه

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

| نام شاخص | معادله | معادله آزمون تصادفی بودن | منبع | نام شاخص | معادله | معادله آزمون تصادفی بودن | منبع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جانسون و زایمر | $I = \left[(n+1)(\sum r^2_{pi})^2\right]$ | $z = \frac{I-2}{\sqrt{\frac{4}{(N-1)}}}$ | (۳۵، ۲۸، ۷) | واریانس به میانگین | $I = \frac{S^2}{\bar{X}}$ | $X^2 = I(n-1)$ | (۷، ۱۴، ۳۳) |
| ابرهارت | $I_e = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right)^2 + 1$ | | (۲۸، ۳۲، ۳۳) | خوشه‌بندی | $I_c = \left(\frac{s^2}{\bar{x}}\right) - 1$ | | (۳۳، ۳۵) |
| C | $C = \frac{\sum\left[X_i^2/X_i^2 + \frac{1}{2}Y_i^2\right]}{N}$ | $z = \frac{C-0/5}{\sqrt{\frac{1}{12N}}}$ | (۲۸، ۳۲) | گرین | $I_G = \frac{\left(\frac{S^2}{\bar{X}}\right) - 1}{(\sqrt{X}) - 1}$ | | (۳۳، ۳۵) |
| هاپکینز | $I_h = \frac{\sum(r_{pi})^2}{\sum(r_{pi})^2 + \sum(r_{ni})^2}$ | $h = \frac{\sum(r_p^2)}{\sum(r_n^2)}$ | (۷، ۳۳، ۳۵) | موری‌سیتا | $I_d = n\left[\frac{\sum(x^2) - \sum x}{\sum(x^2) - \sum x}\right]$ | $x^2 = I_d(\sum x - 1) + n - \sum x$ | (۷، ۱۶) |
| هینز | $h_T = \frac{2n[2\sum(r_{pi}{}^2) + \sum(r_{ni}{}^2)]}{[(\sqrt{2}\ \sum r_{pi}) + \sum r_{ni}]^2}$ | | (۳۳، ۳۵) | استاندارد شده موری‌سیتا | $M_\mu = \frac{x_{0.975}{}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$ | | (۷، ۱۶) |

در شاخص جانسون-زایمر، I: شاخص پراکنش جانسون و زایمر، n: تعداد نقطه نمونه‌برداری، $r^2$ pi فاصله بین فرد اول (نزدیکترین فرد) به نقطه نمونه‌برداری 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 کپه‌ای خواهد بود. برای آزمون تصادفی بودن پراکنش درختان چنانچه مقدار z بین اعداد ۱/۹۶ + و ۱/۹۶- قرار بگیرد الگوی پراکنش درختان به‌صورت تصادفی و در غیر این‌صورت الگوی پراکنش به‌صورت غیرتصادفی خواهد بود (۷).

در شاخص ابرهارت، $I_e$: شاخص پراکنش ابرهارت، s: انحراف معیار فواصل مشاهده شده و x: متوسط فواصل نقطه تا نزدیک‌ترین فرد مقادیر مورد انتظار شاخص پراکنش ابرهارت برای حالت‌های آرایش تصادفی، یکنواخت و کپه‌ای به‌ترتیب برابر با ۱/۲۷ کمتر از ۱/۲۷ و بیشتراز ۱/۲۷ می‌باشد (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 نمونه‌برداری، $r_{ni}$: فاصله نزدیک‌ترین همسایه به نزدیک‌ترین فرد و n: تعداد نقطه نمونه‌برداری است. در حالت پراکنش تصادفی شاخص هینز برابر ۱/۲۷ می‌باشد. مقادیر کمتر از ۱/۲۷ نشان‌دهنده الگوی منظم و مقادیر بیشتر از ۱/۲۷ نشان‌دهنده حالت کپه‌ای خواهند بود (۲۵). به‌منظور آزمون تصادفی بودن الگوی پراکنش توسط این شاخص، مقدار $h_T$ به‌دست‌آمده با مقدار استخراج‌شده از جدول هینز مقایسه می‌شود. اگر مقدار شاخص از مقدار جدول بیشتر باشد الگوی پراکنش کپه‌ای 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 تعداد درخت در قطعات نمونه است. اگر واریانس برابر میانگین باشد، مقدار شاخص برابر یک بوده و الگوی پراکنش توده به‌صورت تصادفی است. اگر این مقدار کمتر از یک باشد، الگوی پراکنش یکنواخت و اگر بیشتر از یک باشد الگوی پراکنش کپه‌ای خواهد بود. اگر $X^2 \leq$ ۰/۰۷۵ $\leq X^2$ ۰/۰۲۵ آن‌گاه الگوی تصادفی مورد پذیرش قرار می‌گیرد و در غیر این‌صورت الگوی تصادفی به‌نفع الگوی غیرتصادفی رد و الگوی غیرتصادفی پذیرفته می‌شود (۷).

در شاخص خوشه‌بندی، $I_C$: 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 کپه‌ای برابر با n-1 می‌باشد (۳۳).

در شاخص گرین X: 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 کپه‌ای دلالت دارد (۳۵).

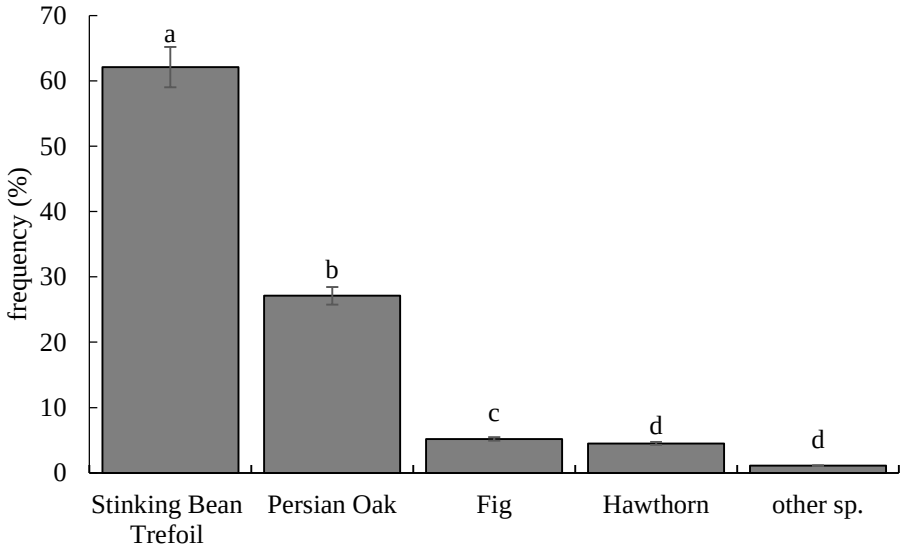
در شاخص موری‌سیتا $I_d$: شاخص پراکنش موری‌سیتا، $\sum x$: مجموع تعداد درختان قطعات نمونه، $\sum x^2$: مجموع مربعات تعداد درختان قطعات نمونه و n: تعداد قطعات نمونه است (۷). مقدار مورد انتظار شاخص برای آرایش تصادفی برابر یک، برای حالت حداکثر یکنواختی برابر $1 - \left[\frac{n-1}{\sum x-1}\right]$ و برای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

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

## نتایج و بحث

### شاخص‌های کمی

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

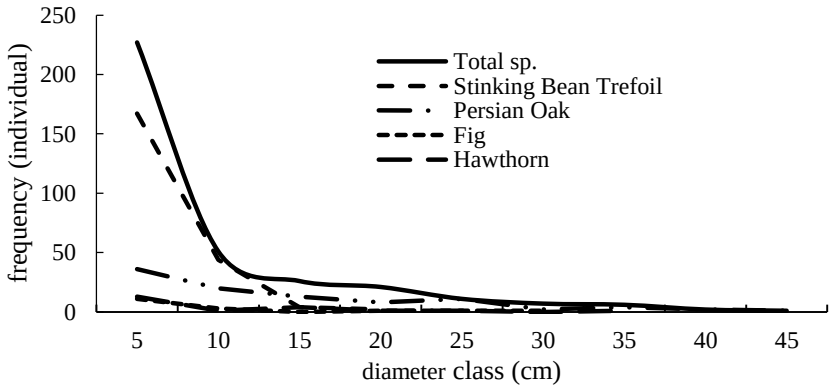



شکل ۲- نمودار درصد فراوانی قره‌تاج، بلوط ایرانی و سایر گونه‌ها در توده مورد مطالعه
Figure 2. The Stinking Bean Trefoil, Persian oak and other species abundance in the studied stand

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).

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).

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




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

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

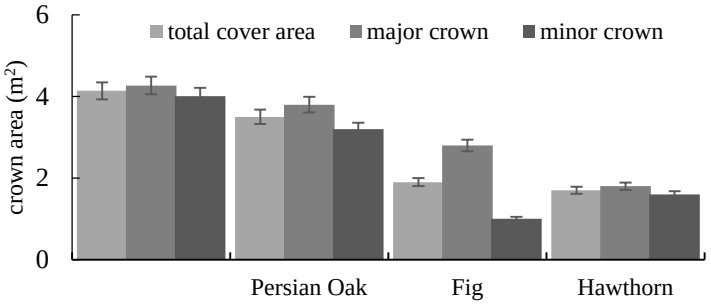
نتایج مربوط به اندازه‌گیری قطر نشان می‌دهد که در طبقات قطری پنج سانتی‌متری، فراوانی درختان در طبقات قطری پایین زیاد بوده اما در طبقات قطری بالا فراوانی آن‌ها کاهش می‌یابد (منحنی J شکل معکوس). مقایسه توزیع گونه‌های مختلف در طبقات قطری نشان می‌دهد منحنی گونه قره‌تاج در طبقات قطری پنج و ۱۰ سانتی‌متر حالت زنگوله‌ای داشته و بعد از آن حالت کاهش‌یابنده دارد. این موضوع نشان‌دهنده کوچک بودن ابعاد و همچنین همسان بودن قطر در این گونه است که با نتایج حسین‌زاده و همکاران (۹) هماهنگ است. به‌طور کلی، مدل به‌دست‌آمده نشان‌دهنده یک پراکنش قطری در یک اکوسیستم جنگلی طبیعی است که با وجود دست‌اندازی‌های بشر در آن تاکنون توانسته است تعادل خود را حفظ نماید.

برآورد سطح مقطع برای گونه‌ی قره‌تاج 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 گونه‌ها حدود ۰/۵ مترمربع و برای کل توده حدود ۰/۷۴ مترمربع در هکتار است (جدول ۲).

جدول ۲- سطح مقطع محاسبه شده برای قره‌تاج، سایر گونه‌ها 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 برابرسینه (متر مربع در هکتار) | حدود اعتماد (در سطح احتمال ۹۵٪) | |
|---|---|---|---|
| | | حد بالا | حد پایین |
| قره‌تاج | ۰/۲۱۳۳ | ۰/۲۱۳۶ | ۰/۲۱۳۱ |
| بلوط ایرانی | ۰/۴۵۱۲ | ۰/۴۵۵ | ۰/۴۴۵ |
| انجیر | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۳۰ | ۰/۰۲۰ |
| زالزالک | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰۳۳ |
| سایر گونه‌ها | ۰/۰۱۴۵ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۳ |
| توده | ۰/۷۴ | ۰/۷۵۳۶ | ۰/۷۲۳۸ |

در بین گونه‌های موجود گونه قره‌تاج بیشترین میزان سطح تاج را به‌خود اختصاص داده است (۴/۱۴ مترمربع). در حالی که کمترین میزان سطح تاج پوشش مربوط به گونه انجیر است (۱/۷ مترمربع)؛ (شکل ۲).




شکل۴- وضعیت سطح تاج در گونه‌های موجود در توده قره‌تاج
Figure 4. Crown area condition among species on Stinking Bean Trefoil stand

برآورد تاج پوشش برای گونه‌های موجود در توده مورد بررسی شامل گونه قره‌تاج ۶۵/۵۵٪، بلوط ایرانی ۲۶/۲٪، گونه انجیر ۲/۷۶٪، گونه زالزالک ۴/۲۷٪ و سایر گونه‌ها ۱/۲٪ محاسبه شده است (جدول ۳).

جدول ۳- سطح تاج‌پوشش و درصد تاج پوشش محاسبه شده برای قره‌تاج، بلوط ایرانی و سایر گونه‌ها
Table 3. Canopy level and canopy percentage calculated for Stinking Bean Trefoil, Persian oak and other species

| گونه | سطح تاج پوشش (متر مربع در هکتار) | حدود اعتماد (در سطح احتمال ۹۵٪) | | تاج پوشش (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| | | حد بالای سطح تاج | حد پایین سطح تاج | |
| قره‌تاج | ۲۲۲۶/۹۳ | ۲۲۶۶/۵۴ | ۲۱۹۲/۸۵ | ۶۵/۵۵ |
| بلوط ایرانی | ۸۹۰/۷۴ | ۹۱۱/۲۹ | ۸۷۰/۱۹ | ۲۶/۲۲ |
| انجیر | ۹۳/۸۱ | ۱۰۵/۰۱ | ۸۲/۶ | ۲/۷۶ |
| زالزالک | ۱۴۵/۰۵ | ۱۶۳/۷ | ۱۲۶/۴ | ۴/۲۷ |
| سایر گونه | ۴۰/۸ | ۴۶/۳ | ۳۵/۳ | ۱/۲ |
| توده | ۳۳۹۳/۳۳ | ۳۵۰۱/۷۱ | ۳۲۹۸/۴۸ | ۱۰۰ |

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

در خصوص سطح تاج نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد در بین گونه‌های موجود گونه قره‌تاج بیشترین میزان سطح تاج را به‌خود اختصاص داده است (۴/۱۴ مترمربع) در حالی‌که 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 به‌صورت 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 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 به‌دست آمده است بنابراین الگوی پراکنش کپه‌ای تایید می‌شود (جدول ۴).

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

جدول۴- مقادیر مربوط به شاخص‌های جانسون-زایمر و ابرهارت و آزمون‌های آن‌ها

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

| جانسون و زایمر | مقدار I | مقدار Z | ابرهارت | مقدار I | مقدار I |
|---|---|---|---|---|---|
| مقادیر | ۲/۳۶ | ۳/۱۲ | مقادیر | ۱/۳۶ | ۱/۴ (جدول هینز) |
| مقادیر تعریف شده | I<۲ یکنواخت<br>I=۲ تصادفی<br>I>۲ کپه‌ای | ۱/۹۶>Z >۱/۹۶- تصادفی<br>Z<-۱/۹۶ غیرتصادفی<br>Z>۱/۹۶ غیرتصادفی | مقادیر تعریف شده | I<۱/۲۷ یکنواخت<br>I=۱/۲۷ تصادفی<br>I>۱/۲۷ کپه‌ای | جدول هینز>Z یکنواخت<br>مقدار جدول هینز=I تصادفی<br>مقدار جدول هینز<I کپه‌ای |
| الگوی پراکنش مکانی | کپه‌ای | غیرتصادفی | الگوی پراکنش مکانی | کپه‌ای | کپه‌ای |

به‌طور کلی، طبق نتایج به‌دست‌آمده از الگوی پراکنش‌مکانی با شاخص‌های پراکنش به‌روش فاصله‌ای نشان‌دهنده الگوی پراکنش مکانی گونه قره‌تاج به‌صورت کپه‌ای می‌باشد. نتیجه به‌دست‌آمده با نتایج، منصوری (۲۱) که پراکنش گونه قره‌تاج را کپه‌ای معرفی کرده است هم‌خوانی دارد. همچنین، نتیجه به‌دست‌آمده با نتایج ذبیح‌الهی و همکاران (۳۵) در جنگل هواره‌خول بانه همسو است. در شاخص‌جانسون و زایمر فقط فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد محاسبه می‌شود. مسعودی سنجری (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 صرفا 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 بر هم‌خوردگی کپه‌ها عنوان کرده است و معتقد است الگوی به‌دست‌آمده از این شاخص الگوی پراکنش داخل کپه‌ها را معرفی می‌کند.

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 اکثرا در داخل یا حواشی کپه‌ها قرار می‌گیرد، می‌توان تعیین الگوی پراکنش به‌صورت کپه‌ای را منطقی دانست. زیرا فرم رویشی جنگل بیشتر به‌صورت شاخه‌زاد بوده و شاخه‌زادها جست‌های زیادی را تولید می‌کنند. این گروه‌ها در کنار هم رشد نموده و توده‌هایی را به‌صورت مجتمع تشکیل می‌دهند که با توجه به تراکم زیاد جست‌ها می‌توان گفت الگوی پراکنش مکانی در داخل گروه‌ها به‌صورت کپه‌ای است.

مقدار شاخص C، عدد ۰/۶۳ را نشان می‌دهد که الگوی پراکنش مکانی به را به‌صورت کپه‌ای معرفی می‌کند اما چون این عدد به ۰/۵ که نشان‌دهنده الگوی پراکنش تصادفی است نزدیک می‌باشد بنابراین الگوی پراکنش مکانی به‌دست‌آمده 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 به‌صورت کپه‌ای محاسبه می‌شود. همچنین به‌منظور آزمون این شاخص مقدار

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

hT استخراج‌شده از جدول هینز مقایسه می‌شود و الگوی پراکنش مکانی به‌صورت کپه‌ای تایید می‌شود.

جدول ۵- مقادیر مربوط به شاخص‌های C و هینز و آزمون آن‌ها

Table 5. The C and Hines indices and their tests

| شاخص C | مقدار C | مقدار Z | شاخص‌هینز | مقدار $h_T$ | مقدار $h_T$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مقادیر | ۰/۶۳ | ۲/۰۲ | مقادیر | ۱/۴۵ | ۱/۱۹ |
| مقادیر تعریف شده | ۰ ≤I<۰/۵ یکنواخت<br>I=۰/۵ تصادفی<br>۰/۵<I≤۱ کپه‌ای | ۱/۹۶ > Z > ۱/۹۶- تصادفی<br>Z<-۱/۹۶ غیرتصادفی<br>Z>۱/۹۶ غیرتصادفی | مقادیر تعریف شده | I<۱/۲۷ یکنواخت<br>I=۱/۲۷ تصادفی<br>I>۱/۲۷ کپه‌ای | مقدار جدول هینز >Zیکنواخت<br>مقدار جدول هینز=I تصادفی<br>مقدار جدول هینز<Iکپه‌ای |
| الگوی پراکنش مکانی | کپه‌ای مایل به تصادفی | غیرتصادفی | الگوی پراکنش مکانی | کپه‌ای مایل به تصادفی | کپه‌ای |

آگوره و همکاران (۱) در مقایسه روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای برای تعیین الگوی پراکنش مکانی کارایی بالای شاخص C را به‌ویژه برای تفکیک کپه‌های کوچک تایید کرده است. عرفانی‌فرد و همکاران (۶) شاخص‌های جانسون و زایمر و شاخص C را با هم مقایسه کرده و نتیجه گرفته‌اند شاخص C نتایج نزدیکتری با واقعیت دارد. صفری و همکاران (۲۸) نیز الگوی پراکنش مکانی درختان بلوط در جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه را با استفاده از شاخص C، کپه‌ای معرفی نمود. برای شاخص هاپکینز در روش مربع‌تی مقدار ۰/۵۱ برای I به‌دست آمده است که نشان می‌دهد الگوی پراکنش به‌صورت کپه‌ای است. همچنین به‌منظور آزمون این شاخص برای h مقدار ۰/۸۵ محاسبه شده الگوی پراکنش را به‌صورت غیرتصادفی تایید می‌کند (جدول ۶).

برای شاخص هاپکینز در روش ترکیبی مقدار ۰/۵۴ به‌دست آمده است که الگوی پراکنش را به‌صورت کپه‌ای معرفی می‌کند. به‌منظور آزمون این شاخص مقدار ۰/۷۸ محاسبه گردیده که الگوی پراکنش را به‌صورت غیرتصادفی تایید می‌کند (جدول ۶).

جدول ۶- مقادیر مربوط به شاخص‌های هاپکینز روش مربع تی و روش ترکیبی و آزمون آن‌ها

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 |
| مقادیرتعریف‌شده | ۰ ≤I<۰/۵ یکنواخت<br>I=۰/۵ تصادفی<br>۰/۵<I≤۱ کپه‌ای | $F_{0.95(2n, 2n)}$=۰/۷۴<br>و ۰/۸۵ >۰/۷۴ | مقادیرتعریف‌شده | ۰ ≤I<۰/۵ یکنواخت<br>I=۰/۵ تصادفی<br>۰/۵<I≤۱ کپه‌ای | $F_{0.95(2n, 2n)}$=۰/۷۴<br>و ۰/۷۸ >۰/۷۴ |
| الگوی پراکنش مکانی | کپه‌ای مایل به تصادفی | غیرتصادفی | الگوی پراکنش مکانی | کپه‌ای مایل به تصادفی | غیرتصادفی |

حیدری و همکاران (۹)، صفری و همکاران (۲۸) و ذبیح‌الهی و همکاران (۳۵) الگوی پراکنش مکانی درختان بلوط ایرانی را با استفاده از شاخص هاپکینز کپه‌ای معرفی نموده‌اند که با نتایج تحقیق حاضر همسو است. همچنین، صفری و همکاران (۲۸) و ذبیح‌الهی و همکاران (۳۵) الگوی پراکنش مکانی درختان مورد مطالعه را با استفاده از شاخص هینز، کپه‌ای معرفی نموده‌اند که در راستای نتایج مطالعه کنونی است.

## الگوی پراکنش‌مکانی با شاخص‌های پراکنش به‌روش قطعه‌نمونه

مقدار I برای شاخص نسبت واریانس به میانگین طبق جدول (۷) مقدار ۲/۷۴ محاسبه شده که نشان‌دهنده الگوی کپه‌ای است. همچنین به‌منظور آزمون این شاخص مقدار $X^2$ محاسبه شده از $X^2$ جدول بیشتر است، بنابراین الگوی غیرتصادفی تایید می‌شود (جدول ۷).

با توجه به جدول (۷) مقدار IG برای شاخص‌گرین ۰/۰۰۰۵+ محاسبه شده و چون عدد بدست آمده مثبت می‌باشد. بنابراین سایر الگوهای پراکنش مکانی به‌نفع الگوی کپه‌ای رد می‌شوند و الگوی کپه‌ای تایید می‌شود.

جدول ۷- مقادیر مربوط به شاخص‌های 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 $X^2$ | | گرین | | مقدار IG |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مقادیر | ۲/۷۴ | ۱/۱۹ | | مقادیر | | ۰/۰۰۰۵ |
| مقادیرتعریف‌شده | I< ۱ یکنواخت<br>I= ۱ تصادفی<br>I> ۱ کپه‌ای | اگر $X^2_{(0.025)} \le X^2 \le X^2_{(0.075)}$<br>و در غیر اینصورت<br>$X^2_{(0.075)}$=<br>$X^2_{(0.025)}$= | تصادفی<br>غیرتصادفی | مقادیرتعریف‌شده | صفر<br>مقادیر منفی<br>مقادیر مثبت | تصادفی<br>یکنواخت<br>کپه‌ای |
| الگوی پراکنش مکانی | کپه‌ای | غیرتصادفی | | الگوی پراکنش مکانی | | کپه‌ای |

مقداری که برای شاخص نسبت واریانس به میانگین محاسبه شده است (۲/۷۴) به‌دلیل بیشتر بودن از عدد ۱ الگوی کپه‌ای تایید می‌شود. این نتیجه با نتایج غلامی (۸) که برای الگوی پراکنش گونه قره‌تاج با استفاده از شاخص نسبت واریانس به میانگین مقدار۳/۹۴ به‌دست آورده است که بیشتر از یک بوده و الگوی کپه‌ای گونه قره‌تاج را تایید می‌نماید،

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

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 کوآدرات‌ها 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 (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 الگوی‌کپه‌ای 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 ۰/۵+ به‌دست آمده‌که سایر، الگوهای پراکنش به‌نفع الگوی کپه‌ای رد شده و الگوی پراکنش‌کپه‌ای تایید می‌شود (جدول ۸).

جدول ۸- مقادیرمربوط به شاخص‌های موری‌سیتا و استاندارد شده موری‌سیتا و آزمون آن

Table 8. Morisita and standardized Morisita's idices and their tests

| موری‌سیتا | | مقدار $I_d$ | مقدار $X^2$ | استاندارد شده موری‌سیتا | | مقدار $I_P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مقادیر | | ۱/۱۵ | ۱۲۸/۷ | مقادیر | | ۰/۵+ |
| مقادیرتعریف‌شده | $\left[\frac{n-1}{\sum x-1}\right]-1$ I=۱ n | یکنواخت<br>تصادفی<br>حداکثر کپه‌ای | مقدار $X^2$ جدول ۷۹ و ۱۲۸/۷>۷۹ | مقادیرتعریف‌شده | صفر<br>۱-<br>۱+ | یکنواخت<br>تصادفی<br>حداکثر کپه‌ای |
| الگوی پراکنش مکانی | | کپه‌ای | غیر تصادفی | الگوی پراکنش مکانی | | کپه‌ای |

شاخص موری‌سیتا نسبتا 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 پراکنش‌کپه‌ای است. لی و همکاران (۱۸) در پژوهشی دریافتند که شاخص استاندارد شده موری‌سیتا یکی از بهینه‌ترین شاخص‌های بررسی الگوی پراکنش است زیرا 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 شاخص‌خوشه‌بندی مقدار IC، ۲/۰۷ محاسبه شده که با توجه به بیشتر بودن این عدد از مقادیر صفر و ۱- الگوهای پراکنش مکانی یکنواخت و تصادفی به‌نفع الگوی کپه‌ای رد می‌شوند و الگوی کپه‌ای تایید می‌شود (جدول ۹).

جدول ۹- مقادیرمربوط به شاخص خوشه‌بندی و آزمون آن

Table 9. Clustering index and its test

| خوشه‌بندی | | مقدار IC |
|---|---|---|
| مقادیر | | ۲/۰۷ |
| مقادیرتعریف‌شده | صفر<br>۱-<br>n-۱ | تصادفی<br>حداکثر یکنواختی<br>حداکثر کپه‌ای |
| الگوی پراکنش مکانی | | کپه‌ای |

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

Table 10. Density estimation in the data, nearest neighbor, combination, square t and sample plot method

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

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

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 ضمنا 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 بذرهای 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 دانه‌زاد زادآوری 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 متاثر 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 به‌صورت 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 به‌شدت عوامل تخریب از قبیل تردد انسان و دام از هرگونه تخریب، تصرف و یا تغییر کاربری آن تا حد امکان شود.

## 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.


[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

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. Spatialpattern 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 oake at the stand level by means of spatial statistics. Journal of Forest Ecology a 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 nummulariifolia* 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 sever 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. Shabanian, 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. Zabiolahi, S., N. Shabanian, 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.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]

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

**Ali Rostami[1], Mohsen Javanmiri Pour[2], Ali Hasanzadeh[3] and Sirus Parviz[4]**

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 $m^3$/ ha, for other species it is 0.5 $m^3$/ha and for total stand about 0.74 $m^3$. $ha^{-1}$. 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

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.17.22.6 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.9.17.207 ]