



دانشگاه گورگان، دانشکده منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و پنجم، شماره دوم، ۱۳۹۷

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2018.14852.1739

## الگوی پراکنش مکانی و نقشه ارزش اقتصادی محصولات فرعی در منطقه حفاظت شده ارسباران

\*سجاد قنبری<sup>۱</sup>، احمد عباس‌نژادالچین<sup>۲</sup>، غلامحسین مرادی<sup>۳</sup> و باقر خالقی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز،

<sup>۲</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،

<sup>۳</sup>استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کوبرشناسی، دانشگاه یزد،

<sup>۴</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۰۳

### چکیده

**سابقه و هدف:** الگوی پراکنش مکانی درختان، از مهم‌ترین ویژگی‌های اکولوژیکی جوامع جنگلی بوده که ناشی از ناهمگنی محیطی، آشفتگی طبیعی و انسانی، رقابت درون گونه‌ای یا بین گونه‌ای و عملکرد پیشینه حیات بوده و می‌تواند در تعدیل یا کاهش هزینه‌های برداشت بهره‌برداران، تمرکز برداشت آن‌ها، نحوه دخالت‌های جنگل‌شناسی در توده، طراحی طرح‌های مدیریتی مناسب، تشریح پایداری اکوسیستم و اقدامات احیایی مورد استفاده قرار گیرد. تحقیقاتی که بتواند وضعیت پراکنش مکانی و ارزش اقتصادی این پراکنش را نشان دهد، در منطقه ارسباران انجام نشده است. از این‌رو، هدف از این تحقیق، بررسی الگوی پراکنش مکانی و تهیه نقشه ارزش اقتصادی پنج گونه مهم گردوی جنگلی (*Juglans regia*)، آلوچه جنگلی (*Prunus sp.*)، زغال‌اخته (*Cornus mas*)، زالزالک (*Crataegus sp.*) و ازگیل (*Mespilus germanica*) در منطقه حفاظت شده ارسباران می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** جمع‌آوری داده با استفاده از آماربرداری صددرصد در ۱۴۰ هکتار صورت گرفت. در این پیمایش موقعیت مکانی تمامی درختان میوه‌ده جنگلی ثبت شد. از آن جا که تعداد درختان زیاد است و این امر خطای برداشت موقعیت هر درخت با موقعیت یاب جهانی را پایین می‌آورد، به همین دلیل از روش فاصله و آزیموت استفاده شد و فاصله و آزیموت تمام درختان جنگلی میوه‌دار موجود در منطقه نسبت به درخت قبلی میوه‌دار یادداشت گردید. در مرحله بعد، با استفاده از نقشه تیپ‌بندی پوشش جنگلی منطقه، موقعیت پراکنش درختان در منطقه و تعداد پایه هر گونه در تیپ‌های مختلف به‌منظور مشخص شدن تیپ غالب ظهور هر گونه بررسی شد. علاوه بر این، الگوی پراکنش مکانی درختان با بهره‌گیری از تابع L در محیط نرم‌افزار ProgramitaJulio 2006 بررسی شد. تابع L، فاصله میان گونه‌های مختلف درختی یا فاصله‌ای بین درختان یک گونه با ابعاد مختلف را در یک نقشه توزیع مکانی درختان در نظر گرفته و با آزمون مونت کارلو محاسبه و ترسیم می‌نماید. نقشه پراکنش ارزش اقتصادی در هکتار، از حاصلضرب قیمت هر کیلوگرم میوه خام در عملکرد هر گونه در هکتار تهیه شد.

\*مسئول مکاتبه: ghanbarisajad@gmail.com

**یافته‌ها:** نتایج آماربرداری نشان داد که ۱۰ گونه تولیدکننده محصول فرعی در منطقه مورد مطالعه وجود داشت. مهمترین محصول فرعی مورد استفاده آن‌ها، میوه بود. زغال‌اخته (۸۲۷ پایه) و آلوچه جنگلی (۴۲۱ پایه) بیشترین فراوانی را داشتند. در حالی‌که انار جنگلی (۳۲ پایه) و زرشک (۱۶ پایه) کمترین فراوانی را در منطقه به خود اختصاص دادند. گونه‌های گردو، گلابی، آلوچه، زالزالک، سیب‌وحشی و انار در تیپ بلوط- زبان گنجشک- افراستان و زغال‌اخته، زرشک، فندق، ازگیل در تیپ ممرز بلوطستان مشاهده شدند. در مجموع الگوی پراکنش مکانی سه گونه آلوچه، گردو و زغال‌اخته تقریباً کپه‌ای می‌باشد. گونه‌های ازگیل و زالزالک در بیشتر حالات کپه‌ای بوده، ولی در فواصل خیلی بیشتر، پراکنش تصادفی و یکنواخت نیز دارند. نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین ارزش اقتصادی در هکتار به ترتیب مربوط به ازگیل با ۹۰۰ ریال در هکتار و گردوی جنگلی با ۱۰۳۴۳ هزار ریال در هکتار بود. ارزش اقتصادی در هکتار گونه گردو به‌عنوان با ارزشترین گونه از ۸۰۹ تا ۱۰۳۴۳ هزار ریال در نوسان بود.

**نتیجه‌گیری:** بررسی الگوی پراکنش مکانی درختان نشان داد که غالباً از الگوی کپه‌ای پیروی می‌کنند. این امر ارزش اقتصادی در واحد سطح گونه‌ها را افزایش می‌دهد. بالا بودن این ارزش مقدار برداشت افراد در زمان کوتاه را ممکن ساخته و هزینه‌های برداشت را کاهش می‌دهد. همچنین تمرکز مدیریت جهت تهیه طرح‌های بهره‌برداری را افزایش داده و تصمیم‌گیری‌های اصلی را برای تنظیم قوانین و بحث‌های حفاظتی در این مناطق انجام دهد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزش اقتصادی، الگوی پراکنش مکانی، عملکرد، محصولات فرعی، منطقه حفاظت شده ارسباران

## مقدمه

می‌تواند الگوهای یکسانی ایجاد کنند، به‌عنوان مثال رقابت برای غذا یا نور، مرگ و میر وابسته به تراکم یا وجود بعضی از آفات یا بیماری‌ها می‌توانند الگوی مکانی پراکنده را پدید آورند (۴). در حالی‌که الگوی مکانی کپه‌ای به دلیل وجود عوامل تجدید حیات مانند توان رویشی، محدودیت در پراکنش بذر، ناهمگنی‌های شکل زمین، شکاف در تاج پوشش و عوامل طبیعی و انسانی بهم زنده حاصل می‌گردد (۷ و ۱۰). نوع الگوی پراکنش درختان در عملیات‌های جنگل‌شناسی به‌عنوان راهنما می‌باشد، آگاهی از پراکنش مکانی کمیت و ارزش اقتصادی گونه‌های تولیدکننده محصولات غیرچوبی، دیدگاه و اطلاعات جدیدی در مورد مقدار سودهای برداشت شده توسط جوامع محلی از جنگل در اختیار برنامه‌ریزان و تصمیم‌سازان قرار می‌دهد. این افراد با تهیه اطلاعات مرتبط می‌توانند به راحتی در مورد نواحی جنگلی که

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اکولوژیکی جوامع جنگلی، الگوی پراکنش مکانی درختان است که می‌تواند ناشی از ناهمگنی محیطی، آشفتگی طبیعی و انسانی، رقابت درون گونه‌ای یا بین گونه‌ای و عملکرد پیشینه حیات باشد. الگوی پراکنش مکانی می‌تواند در بررسی همزیستی گونه‌ها، روابط سطح-گونه، بررسی تأثیر دخالت‌های جنگل‌شناسی بر روی توده، تعیین روابط بیولوژیکی بین درختان مختلف، تولید چوب (۸)، انتخاب طرح مناسب آماربرداری، طراحی طرح‌های مدیریتی مناسب، تشریح پایداری بوم‌سازگاران و اقدامات احیایی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، الگوی پراکنش مکانی، ابزار مهمی در برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی و حفاظتی می‌باشد (۱۳) که هدف اصلی آن ارائه فرضیه‌هایی در رابطه با ساختار جوامع است. گاهی فرایندهای مختلفی

درختان آلوده پراکنش تصادفی داشته ولی درختان سالم دارای الگوی پراکنش کپه‌ای هستند (۱۸). با توجه به اهمیت موضوع در تحقیقات خارجی به موضوع الگوی پراکنش مکانی و تهیه نقشه ارزش گونه‌های تولیدکننده محصولات غیرچوبی پرداخته شده است. زنر و پک (۲۰۰۹) الگوی پراکنش مکانی درختان را در جنگل‌های ملی چیپوا مینه‌سوتا آمریکا را نزدیک به یکنواخت بیان کردند (۲۴). ودل سورنسن (۲۰۱۳) در جنوب غربی آمریکا به بررسی الگوی مکانی ۱۰ گونه جنگلی اقتصادی با استفاده از مدلسازی با متغیرهای اقلیمی و اکولوژیکی پرداختند. این محققین بیان کردند اگرچه الگوی پراکنش آن‌ها کپه‌ای بود ولی پتانسیل بالایی از لحاظ اکولوژیکی برای توسعه داشتند (۲۲). شافسما و همکاران (۲۰۱۴) به اهمیت تهیه نقشه ارزش اقتصادی محصولات جنگلی اشاره کردند. این محققین نقشه ارزش اقتصادی این محصولات را با استفاده از کسب داده از ۲۰۰۰ خانوار در کشور تانزانیا در محیط نرم‌افزار GIS تهیه کردند. ارزش محصولات از صفر تا ۲۵ هزار شیلینگ تانزانیا متغیر بود (۱۷). سوارز فیلهو (۲۰۱۷) نیز به بررسی عملکرد در هکتار و تهیه نقشه ارزش اقتصادی دو گونه آجیل برزیلی و رزین در مناطق جنگلی آمازون پرداخته است (۱۹).

در مطالعات داخلی الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مختلف بررسی شده است. در مطالعات خارجی نیز علاوه بر الگوی پراکنش، تهیه نقشه ارزش اقتصادی برای برخی از گونه‌های با قابلیت تولید محصولات غیرچوبی مورد مطالعه قرار گرفته است ولی تعداد مطالعات اندک می‌باشد. در داخل کشور نیز بر اساس اطلاعات موجود از مطالعات صورت گرفته، نقشه ارزش اقتصادی این محصولات و اهمیت پراکنش گونه‌ها در ارزش اقتصادی بررسی نشده است و بیشتر به اهمیت ارزش اقتصادی محصولات

مستعد حفاظت یا بهره‌برداری هستند، تصمیم‌گیری نمایند (۱۷). تهیه نقشه ارزش اقتصادی در تهیه طرح‌های بهره‌برداری از محصولات غیرچوبی نیز مفید است. همچنین مردم محلی و مدیران طرح در نقاطی از جنگل که تراکم گونه‌های با ارزش بالا می‌باشد، تمرکز می‌نمایند. علاوه بر این، تهیه نقشه ارزش در تجزیه و تحلیل هزینه فایده مدیریت محصولات غیرچوبی برای برنامه‌ریزان حفاظتی کمک می‌نماید (۱۲).

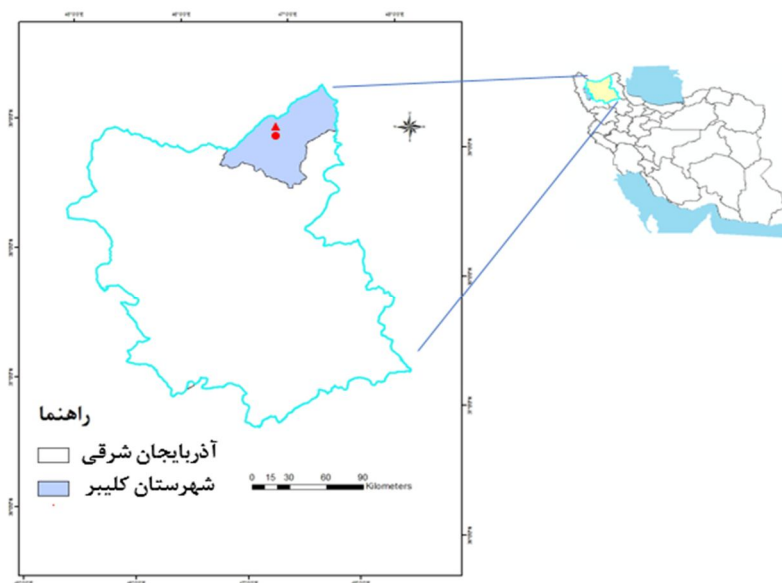
مطالعات متعددی در رابطه با الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی صورت گرفته است. علی‌جانی و فقهی (۲۰۱۱) در بررسی ساختار مکانی گونه ملج در جنگل خیرود نوشهر بیان کردند که این گونه دارای الگوی مکانی تصادفی متمایل به کپه‌ای است (۳). علوی و همکاران (۲۰۱۳)، کاربرد تابع K ریپلی در تعیین الگوی مکانی گونه ملج در جنگل‌های خیرود نوشهر را بررسی کرده‌اند. این محققین نشان دادند که طبقات کم قطر دارای الگوی تجمعی بوده و با افزایش طبقه قطری الگوی مکانی تمایل به تصادفی شدن دارد (۲). سهرابی (۲۰۱۵) الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق اردل را با تابع K ریپلی بررسی کرده است. در این ذخیره‌گاه الگوی مکانی گونه‌های چوبی، غالباً کپه‌ای است و کپه‌ای بودن در گونه‌های درختی بیشتر از درختچه‌ای است (۲۰). مدبری و همکاران (۲۰۱۷) الگوی پراکنش مکانی، وضعیت آمیختگی و تنوع گونه‌های چوبی جنگلی را در ناحیه زاگرس میانی بررسی کرده‌اند. الگوی پراکنش مکانی درختان این منطقه حالت کپه‌ای دارد که ناشی از فاصله بین پایه‌ها است (۱۱). شریعتی نجف‌آبادی و همکاران (۲۰۱۶) وضعیت آلودگی درختان ولیک به بیماری لیسه را با استفاده از بررسی الگوی پراکنش مکانی آن‌ها با تابع K ریپلی مطالعه نمودند. به این نتیجه رسیدند که

می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه بین ۵۳۰ تا ۱۳۵۰ متر از سطح دریا متغیر بود. اقلیم منطقه به روش آمبرژه، نیمه‌مرطوب سرد تا نیمه‌خشک سرد می‌باشد. تنوع آب و هوایی منطقه ناشی از جهت گیری کوه‌ها و وزش بادهای بوده که رطوبت دریای خزر، مدیترانه و توده‌های هوای سیبری را به همراه دارد. این منطقه از نظر زمین‌شناسی متعلق به دوران سوم بوده و قسمت عمده سنگ‌شناسی آن را واحدهای آهکی و آذرین تشکیل داده‌اند. خاک منطقه در نقاط جنگلی به‌طور عمده از نوع قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای آهکی است (۶). علت انتخاب منطقه، تنوع گونه‌ای بالا در منطقه و برداشت مردم از محصولات با قابلیت تولید محصولات غیرچوبی می‌باشد. ۲۵ نوع تیپ در منطقه ارسباران شناسایی شده است که ممرزستان (*Carpinetum*) به‌عنوان تیپ اصلی منطقه می‌باشد. گونه‌هایی مانند بلوط سیاه (*Quercus macranthera*)، افرای کرکو (*Acer campestre*)، زغال‌اخته (*Cornus mas*) و فندق (*Corylus avellana*) در این تیپ وجود دارد.

غیرچوبی و میزان برداشت توسط خانوارها پرداخته شده است. اما با توجه به اهمیت اقتصادی و اکولوژیکی جنگل‌های ارسباران و وابستگی جوامع محلی به این جنگل‌ها لازم است مطالعاتی در رابطه با الگوی پراکنش مکانی گونه‌های تولیدکننده محصولات غیرچوبی در منطقه صورت گیرد. از این‌رو، هدف این پژوهش، تعیین الگوی پراکنش مکانی پنج گونه از گونه‌های تولیدکننده محصولات غیرچوبی با عملکرد بالاتر نسبت به بقیه گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه پراکنش ارزش اقتصادی این گونه‌ها می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** منطقه مورد مطالعه در بخشی از جنگل‌های ارسباران با مساحت ۱۴۰ هکتار در شمال شرقی استان آذربایجان شرقی با طول و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه و ۵۱ ثانیه شرقی و ۳۸ درجه و ۵۲ دقیقه و ۰۶ ثانیه شمالی واقع شده است (شکل ۱). میانگین بارندگی سالیانه در منطقه ۴۰۰ میلی‌متر است (۶). میانگین درجه حرارت از ۵ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد در ارتفاعات مختلف متغیر



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های ارسباران، استان آذربایجان شرقی، ایران.

Figure 1. Location of study area in Arasbaran forests, East Azerbaijan Province, Iran.

## روش پژوهش

جمع‌آوری داده با استفاده از آماربرداری صددرصد در ۱۴۰ هکتار از جنگل‌های ارسباران و در داخل منطقه حفاظت شده ارسباران صورت گرفت. در این پیمایش موقعیت مکانی تمامی درختان میوه‌ده جنگلی ثبت شد. از آن جا که تعداد درختان زیاد است و برداشت موقعیت هر درخت با موقعیت‌یاب جهانی سبب افزایش خطا می‌گردد، بنابراین از روش فاصله و آزیموت استفاده شد. ابتدا موقعیت نقطه شروع در منطقه مورد آماربرداری با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد، سپس فاصله و آزیموت درخت بعدی از این نقطه ثبت شد. در نهایت فاصله و آزیموت تمام درختان جنگلی میوه‌دار موجود در منطقه نسبت به درخت قبلی میوه‌دار یادداشت گردیدند. سپس با استفاده از روابط مثلثاتی مقادیر برداشت شده به مختصات دکارتی (X,Y) تبدیل گردید (روابط ۱ و ۲) (۱).

$$\text{رابطه ۱} \quad X_n = d \times (\text{Sin(Radian)}) + X_{n-1}$$

$$\text{رابطه ۲} \quad Y_n = d \times (\text{Cos(Radian)}) + Y_{n-1}$$

در روابط فوق d: فاصله تا نقطه شاخص یا درخت قبلی، Radian از رابطه  $(\text{Azimuth} \times 3.14) / 180$  محاسبه گردید،  $X_{n-1}$ : مختصات طولی درخت قبلی و  $Y_{n-1}$ : مختصات عرضی درخت قبلی می‌باشد.

بدین ترتیب مختصات تمامی درختان جنگلی میوه‌دار موجود در منطقه برداشت شدند، از این طریق تعداد کل درختان میوه موجود از هر گونه با استفاده از سرشماری صددرصد تعیین موقعیت شدند. موقعیت درختان موجود در منطقه در محیط Arc GIS 9.3 پلی‌گن‌بندی شدند تا محدوده پراکنش این محصولات مشخص شود. با توجه به سطح اشغال شده توسط پایه‌های مختلف، تعداد در هکتار گونه‌های موجود در منطقه مشخص، اولویت‌بندی و سپس با توجه به کم

بودن تعداد در هکتار برخی از گونه‌ها، پنج گونه از بین گونه‌های موجود انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

همچنین در این تحقیق نقشه تیپ‌بندی پوشش جنگلی منطقه از سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهیه و با استفاده از نقشه تیپ‌بندی پوشش جنگلی منطقه، موقعیت پراکنش درختان در منطقه و تعداد پایه هرگونه در تیپ‌های مختلف به‌منظور مشخص شدن تیپ غالب ظهور هر گونه بررسی شد.

در مرحله بعد، ارزش کل اقتصادی سالانه از محل تولید میوه این‌گونه‌ها برآورد شد. میزان میوه تولیدی گونه‌های مورد مطالعه توسط قنبری (۲۰۱۵) برآورد شده است (۶). در برآورد میزان میوه تولیدی، ۴۰ پایه از هرگونه در توده‌های مورد مطالعه به‌صورت تصادفی منظم در روی خط نمونه‌ها اندازه‌گیری میوه صورت گرفته است (۶). به‌همین دلیل میزان میوه تولیدی، مجدداً اندازه‌گیری نشد. ارزش اقتصادی هر گونه با توجه به تعداد هر پایه و میزان میوه تولیدی هر پایه در روی نقشه در هر هکتار مشخص شد. ارزش هرگونه از حاصلضرب قیمت هر کیلوگرم میوه خام در سال ۱۳۹۶ در عملکرد محصول در هکتار به‌دست آمد و در روی نقشه نشان داده شد (۱۷). پس از کسر هزینه‌های جمع‌آوری، حمل و نقل میوه و غیره از قیمت بازاری میوه جای‌گذاری شد. قیمت محصول در بازار محلی روستا در سال ۱۳۹۶ به‌عنوان مبنای قیمت گذاری استفاده شد.

$$\text{رابطه ۳} \quad TEC_i = Y_{iha} \times P_i$$

که در آن  $TEC_i$ : ارزش خالص در هکتار هر گونه از محل تولید میوه،  $P_i$ : قیمت هر کیلوگرم،  $Y_{iha}$ : عملکرد در هکتار گونه  $i$  از محل تولید میوه می‌باشد.

با توجه به این‌که برای گونه‌های زالزالک و ازگیل، قیمت بازاری در دسترس نبود، قیمت محصول با استفاده از روش هزینه فرصت محاسبه شد. به‌این

محدوده باشد، به ترتیب نشان‌دهنده الگوی منظم (یکنواخت) و کپه‌ای است (۱۴). در این تحقیق محاسبات مربوط به تابع  $L$  و حدود مونت کارلو با استفاده از نرم‌افزار ProgramitaJulio 2006 صورت پذیرفت.

### نتایج

نتایج آماربرداری نشان داد که ۱۰ گونه تولیدکننده میوه در منطقه مورد مطالعه وجود داشت. زغال‌اخته و آلوچه جنگلی بیشترین فراوانی را در منطقه داشتند. در حالی که انار جنگلی و زرشک کمترین فراوانی را در منطقه به خود اختصاص دادند. در بین ۱۰ گونه چوبی موجود در منطقه مورد مطالعه، گردوی جنگلی (*Juglans regia*)، آلوچه جنگلی (*Prunus sp.*)، زغال‌اخته (*Cornus mas*)، زالزالک (*Cratagus sp.*) و ازگیل (*Mespilus germanica*) بیشترین فراوانی را در منطقه داشتند، به‌عنوان پنج گونه اصلی منطقه انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل زیستی و اقتصادی قرار گرفتند (جدول ۱).

منظور، قیمت هر کیلوگرم میوه، به‌طور کلی از تقسیم دستمزد روزانه تعداد افراد اکسپ در روز بر مقدار برداشت روزانه این افراد به‌دست آمد (۶).

به‌منظور تعیین الگوی پراکنش درختان از تابع اصلاح شده  $K$  ریپلی استفاده شد. به‌دلیل دشواری تفسیر تابع  $K$  ریپلی بر روی این تابع اصلاحاتی صورت گرفته است که شکل اصلاح شده آن تابع  $L$  نامیده شده است. تابع  $L$  نسبت به تابع  $K$  ریپلی از نظر نمایش و تفسیر ساده‌تر است. رابطه تابع  $L$  به‌صورت زیر است (۷).

$$L(r) = \sqrt{\frac{k(r)}{\pi - r}} \quad \text{رابطه ۴}$$

تابع  $L$  فاصله میان گونه‌های مختلف درختی یا فاصله‌های بین درختان یک گونه با ابعاد مختلف را در یک نقشه توزیع مکانی درختان در نظر می‌گیرد (۲). در این تابع، معیار تعیین الگوی پراکنش مکانی مقایسه الگوی مشاهده شده با الگوی تصادفی (فرض صفر) است که از آزمون مونت کارلو محاسبه و ترسیم می‌گردد، به‌طوری‌که اگر تابع  $L$  در داخل این محدوده قرار گیرد، الگوی پراکنش مشاهده شده تصادفی خواهد بود. اما اگر تابع  $L$  پایین‌تر یا بالاتر از این

جدول ۱- تعداد کل و تعداد در هکتار گونه‌های چوبی در منطقه مورد مطالعه.

Table 1. Total number and number per hectare of woody species in the studied area

نام گونه Species name	زغال‌اخته Cornelian cherry	آلوچه جنگلی Plum	ازگیل Medlar	گردوی جنگلی Walnut	زالزالک Hawthorn	شندق Hazelnut	سیب جنگلی Wild apple	گلابی Pear	انار جنگلی Pomegranate	زرشک Barberry
تعداد کل Total number	827	421	346	181	154	84	69	59	32	19
تعداد در هکتار Number per hectare	5.91	3	2.47	1.29	1.1	0.6	0.49	0.42	0.23	0.14

آلوچه جنگلی (*Prunus sp.*)، زالزالک (*Cratagus sp.*) و گلابی (*Pyrus communis*)، سیب وحشی (*Malus sieversii*) و انار جنگلی (*Punica*)

بررسی فراوانی گونه‌های مشاهده شده در تپ‌های جنگلی موجود در منطقه مورد مطالعه نشان داد که گونه‌های گردوی جنگلی (*Juglans regia*)،

شدند. میزان میوه تولیدی هر پایه، قیمت و ارزش اقتصادی در هکتار گونه‌ها در جدول ۲ آورده شد. با توجه به میزان تولید و تراکم هر پایه و قیمت هر کیلوگرم، ارزش اقتصادی گردوی جنگلی و ازگیل به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقدار را داشتند.

در تیپ بلوط- زبان‌گنجشک- افراستان و گونه‌های زغال‌اخته (*Cornus mas*)، زرشک (*Berberis vulgaris*)، فندق (*Corylus avellana*) و ازگیل (*Mespilus germanica*) در تیپ ممرز- بلوطستان مشاهده شدند. نقشه ارزش اقتصادی: بر اساس نتایج آماربرداری، پنج گونه اصلی برای تعیین ارزش اقتصادی انتخاب

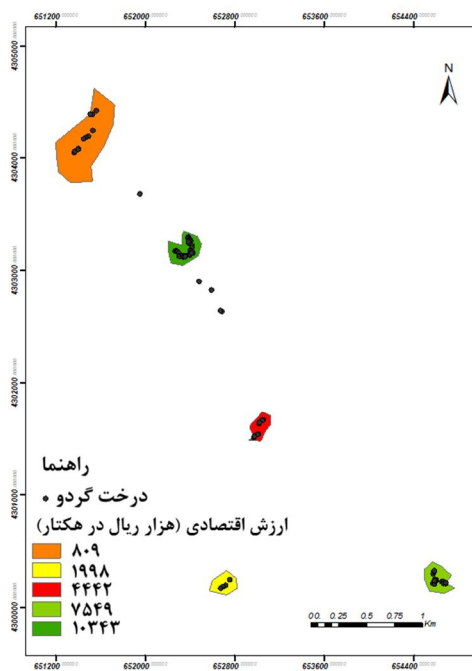
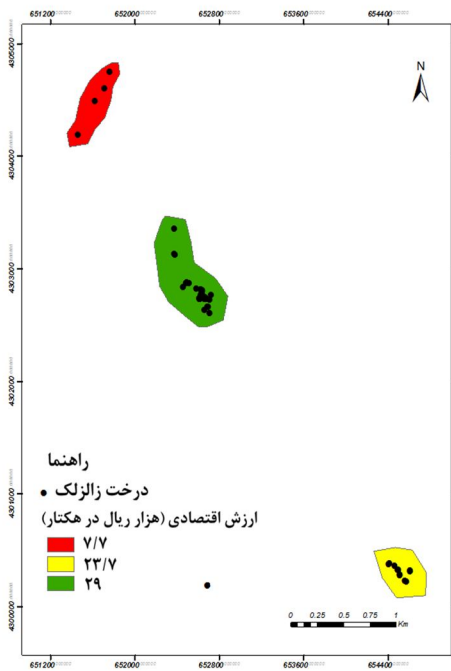
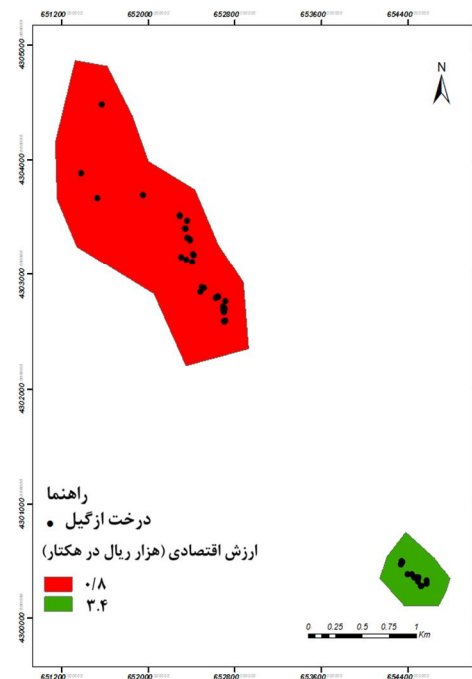
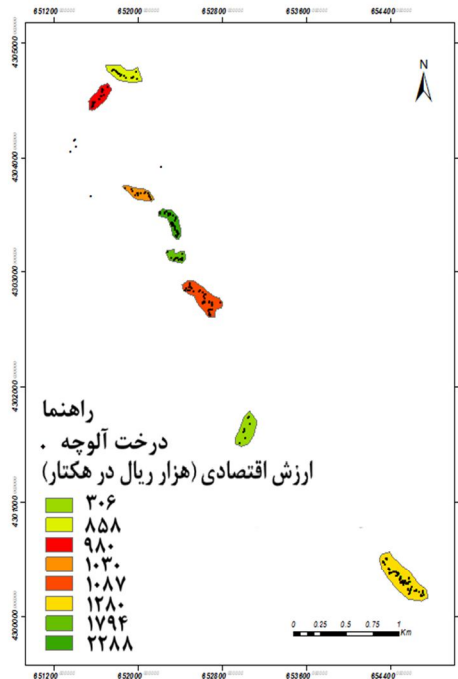
جدول ۲- میزان میوه تولیدی هر پایه، قیمت و ارزش اقتصادی در هکتار گونه‌ها.

Table 2. The amount of fruit produced per tree, the price and economic value per hectare of species

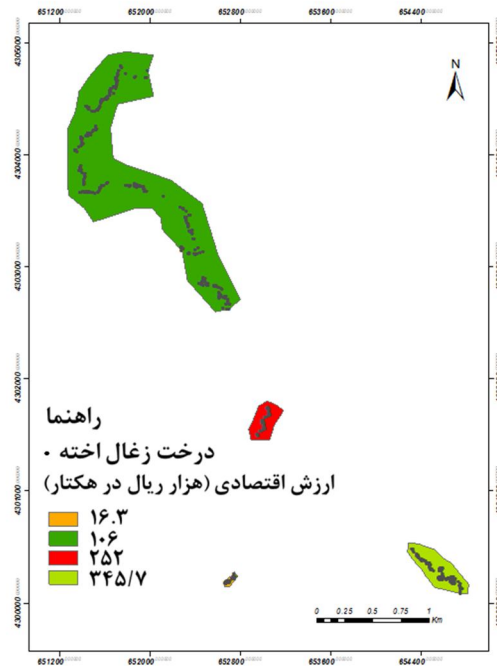
ازگیل Medlar	زالزالک Hawthorn	زغال‌اخته Cornelian cherry	آلوچه جنگلی Plum	گردوی جنگلی Walnut	متغیر Variable
2.47	1.1	5.91	3	1.29	تعداد در هکتار Number per hectare
0.414	0.822	1.366	5.666	49.8	میزان میوه تولیدی پایه به کیلوگرم fruit produced by the tree (kg)
12375	42000	24300	25000	35000	قیمت میوه خام (ریال در کیلوگرم) Raw fruit prices (Rials per kg)
12564	37965	196175	424950	2249192	ارزش اقتصادی میوه به ریال The economic value of the fruit (Rials)

ریال در هکتار بود. بیشترین تعداد لکه‌های پراکنش مربوط به گونه آلوچه بوده و ارزش اقتصادی در هکتار از ۳۰۶ تا ۲۲۸۸ هزار ریال متغیر بود. ارزش اقتصادی در هکتار گونه گردو به‌عنوان با ارزش‌ترین گونه از ۸۰۹ تا ۱۰۳۴۳ هزار ریال در نوسان بود.

نقشه پراکنش ارزش اقتصادی پنج گونه‌ی اصلی مورد مطالعه، در شکل ۲ آمده است. نتایج محاسبه ارزش اقتصادی در هکتار گونه‌ها نشان داد که کمترین ارزش اقتصادی در هکتار مربوط به ازگیل با ۹۰۰ ریال در هکتار بوده و بیشترین ارزش اقتصادی در هکتار مربوط به گونه گردوی جنگلی با ۱۰۳۴۳ هزار



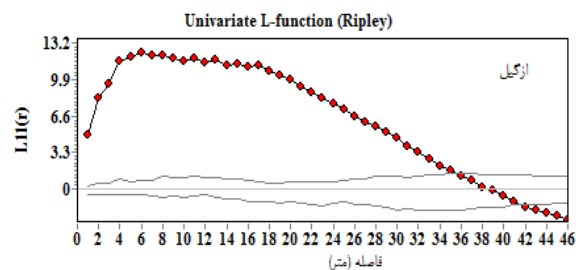
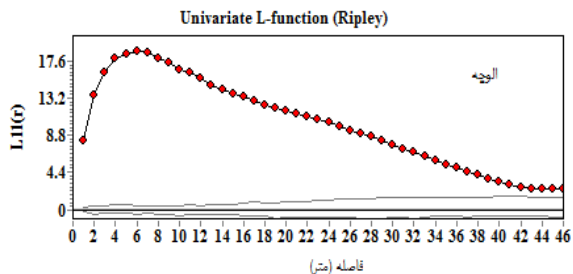


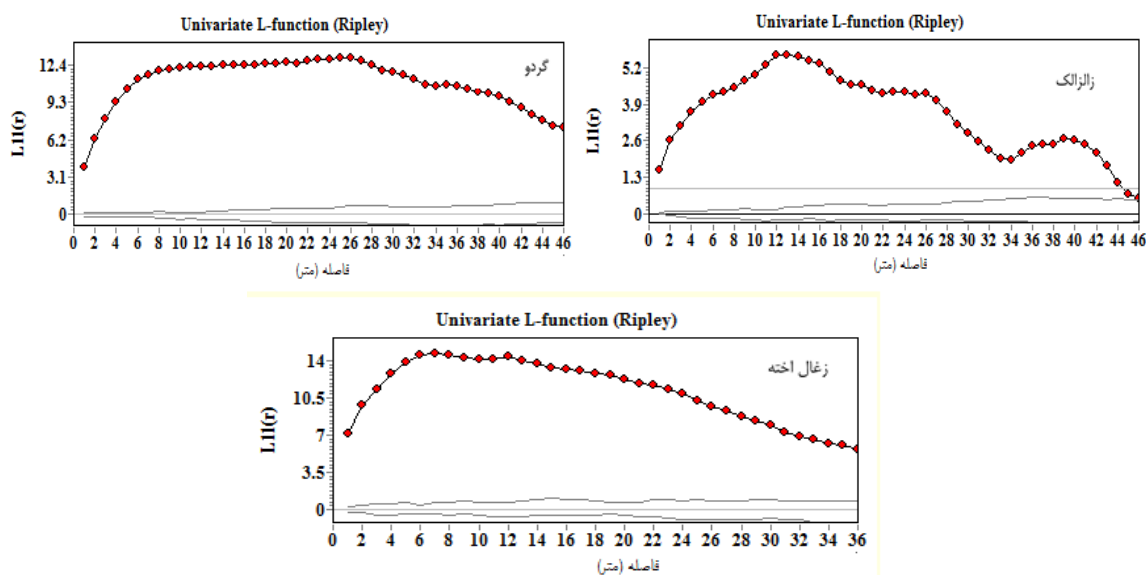


شکل ۲- نقشه پراکنش ارزش اقتصادی گونه‌های مهم تولیدکننده میوه جنگلی.  
Figure 2. Distribution map of economic value of important forest fruit-providing species.

مونت کارلو قرار دارد و پراکنش تصادفی دارد. بعد از فاصله ۴۲ متری با همان روند ادامه پیدا کرده و نهایتاً ازگیل در فاصله زیادتر الگوی پراکنش یکنواخت یا منظم دارد. گونه آلوچه در تمام فواصل پراکنش کپهای دارد. بیشترین مقدار کپهای شدن نیز در فاصله شش متری می‌باشد.

نتایج بررسی الگوی پراکنش مکانی درختان در شکل ۳ نشان داده شده است. تحلیل الگوی پراکنش مکانی ازگیل نشانگر آن است که تا فاصله ۳۶ متری، الگوی پراکنش کپهای بود. در فواصل شش تا ۱۸ متری بیشترین حالت کپهای شدن را دارند. اما در فواصل بیشتر به سمت الگوی پراکنش تصادفی میل پیدا می‌کنند، در فاصله ۳۶ تا ۴۲ متری در محدوده





شکل ۳- نمودار تابع L و حدود مونت کارلو برای تعیین الگوی پراکنش پنج گونه اقتصادی مورد مطالعه.

Figure 4. Diagram of the function L and the Monte-Carlo approximation to determine the distribution pattern of the five studied economic species.

بیاورند، افزایش دهد و همچنین برای تنظیم مقررات حفاظت و استفاده بهتر از این محصولات کمک نماید (۱۷). در این تحقیق برای پنج گونه با تراکم نسبی بالا در بین گونه‌های تولیدکننده محصولات غیرچوبی در منطقه مورد مطالعه، نقشه ارزش اقتصادی تهیه شد. گونه گردو بالاترین ارزش را در لکه‌های پراکنش دارد. کمترین و بیشترین ارزش اقتصادی در هکتار را گونه‌ای از گیاه با ۹۰۰ ریال در هکتار و گونه گردوی جنگلی با ۱۰۳۴۳ هزار ریال در هکتار داشتند. در حالی که در مطالعه شافسما و همکاران (۲۰۱۲) جهت تهیه نقشه پراکنش ارزش اقتصادی محصولات غیرالواری جنگل مقدار ارزش به‌دست آمده خیلی بیشتر از مقدار برآورد شده در تحقیق حاضر می‌باشد. حتی در برخی از مناطق به ۲۵۰۰۰ شیلینگ تانزانیا در هکتار در سال نیز می‌رسید (۱۷). دلیل این امر به‌دلیل تمرکز مطالعه حاضر به گونه‌های میوه‌ده بوده در حالی که در مطالعه شافسما و همکاران (۲۰۱۲) به‌دلیل تمرکز روی تنوع زیادی از محصولات غیرالواری از قبیل میوه، زغال، هیزم و غیره، ارزش محاسبه شده

زالزالک در فاصله ۱۲ متری، بیشترین مقدار کپه‌ای شدن را دارد و این مقدار با زیاد شدن فاصله، دارای تغییراتی می‌باشد و نهایتاً در فاصله ۴۴ متری پراکنش تصادفی پیدا می‌کند. گونه گردو نیز وضعیت مشابه با زالزالک دارد. در تمام فواصل دارای پراکنش کپه‌ای بود. در فاصله ۲۶ متری، بیشترین مقدار کپه‌ای شدن را دارد. زغال‌اخته در تمام فاصله‌ها، دارای پراکنش کپه‌ای بوده و با افزایش فاصله از شدت کپه‌ای شدن کمتر می‌شود. ولی در هیچ یک از حالات الگوی پراکنش دیگری ندارد. در مجموع الگوی پراکنش سه گونه آلوچه، گردو و زغال‌اخته با اندکی تغییرات کپه‌ای می‌باشد و گونه ازگیل و زالزالک در بیشتر حالات کپه‌ای بوده و در فواصل خیلی کمتری پراکنش تصادفی و یکنواخت دارد.

### بحث

اطلاع از توزیع مکانی گونه‌ها و ارزش اقتصادی محصولات غیرچوبی جنگل، می‌تواند آگاهی جوامع محلی را از منافع که می‌توانند از جنگل به‌دست

خودشان برداشت نمایند (۱۷). در کنار این، الگوی کپه‌ای، باعث بالا رفتن ارزش اقتصادی در واحد سطح این محصولات و پایین آمدن هزینه برداشت می‌شود که درآمد خانوارها از محل برداشت این محصولات را افزایش می‌دهد. نایدو و ریکتس (۲۰۰۶) نیز به اهمیت آنالیز هزینه فایده و تهیه توزیع مکانی سودها و هزینه‌ها در مقایسه با حفاظت تنوع زیستی اشاره کرده است. همچنین، آگاهی از توزیع مکانی سودهای حفاظت اکوسیستم نسبت به هزینه‌ها، مشخص می‌کند که چه بخشی از نواحی حفاظت شده دارای اهمیت اقتصادی بالایی هستند. این امر برنامه‌ریزان را در تهیه طرح‌های مدیریتی کمک می‌کند (۱۲).

در بخشی از این مطالعه، الگوی پراکنش مکانی گونه‌های تولیدکننده میوه با استفاده از تابع K ریلی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج تحقیق، الگوی غالب در این منطقه پراکنش کپه‌ای می‌باشد. در مطالعات مختلفی به موضوع الگوی پراکنش مکانی درختان پرداخته شده است. علوی و همکاران (۲۰۱۳) در تعیین الگوی مکانی گونه ملج با تابع K ریلی در جنگل‌های خیرودکنار نوشهر بیان کردند که طبقات کم‌قطر دارای الگوی تجمعی بوده و با افزایش طبقه قطری الگوی مکانی تمایل به تصادفی شدن دارند (۲). در تحقیق مشابهی که سهرابی (۲۰۱۵) برای بررسی الگوی پراکنش مکانی ۱۲ گونه چوبی انجام داد، ایشان نیز الگوی عمومی پراکنش درختان را کپه‌ای بیان نمود. از بین درختان مورد بررسی، بلوط ایرانی و کیکم بیشتر از سایر گونه‌ها پراکنش کپه‌ای داشت (۲۰). ودل سورنسن (۲۰۱۳) نیز در جنوب غربی آمریکا به بررسی الگوی مکانی ۱۰ گونه جنگلی اقتصادی پرداختند. این محققین الگوی پراکنش این گونه‌ها را کپه‌ای برآورد کردند. نتایج تحقیقات ذکر شده با مطالعه حاضر مطابقت دارد. می‌توان بیان کرد که پراکنش کپه‌ای نسبت به بقیه الگوهای پراکنش، در

مقدار زیادی داشت (۱۷). نایدو و ریکتس (۲۰۰۶) با محاسبه ارزش خدمات اکوسیستم از قبیل تولید الوار، گوشت شکار و سایر خدمات جنگلی در پاراگوئه، مقدار ارزش را بین دو تا ۱۰۴۵ دلار در هکتار برآورد نمودند (۱۲). سوارز فیلهو (۲۰۱۷) در مناطق جنگلی آمازون، عملکرد آجیل برزیلی را از یک تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد را هشت کیلوگرم در هکتار برآورد نمودند. میانگین ارزش اقتصادی آجیل برزیلی را پنج دلار در هکتار در سال برآورد نمودند. همچنین میانگین عملکرد تولیدی رزین را نیز سه کیلوگرم در هکتار برآورد نمودند. بر طبق محاسبات مربوط به تهیه نقشه ارزش اقتصادی، ارزش رزین در هکتار در سال را ۰/۵۶ دلار برآورد نمودند. مقایسه ارزش محاسبه شده برای تک محصول آجیل برزیلی نشان داد که ارزش آجیل برزیلی از ارزش اقتصادی گونه‌های گردو، زغال اخته و آلوچه کمتر بوده و از ارزش گونه‌های زالزالک و ازگیل بیشتر می‌باشد. مقایسه ارزش رزین در هکتار و در سال نشان داد که به جز ازگیل، نسبت به سایر گونه‌ها ارزش کمتری دارد (۱۹). همان‌طور که سایر محققین نیز بیان کردند این تفاوت ارزش مربوط به قیمت محصولات در محل، تراکم پایه‌ها و شرایط اکولوژیکی منطقه می‌باشد (۲۱). ساحا و ساندریال (۲۰۱۲) بیان کردند که فراوانی بالای یک گونه بر میزان دسترسی و برداشت آن مؤثر است، به طوری که ۴۱ درصد از خانوارها در مناطق مرطوب گرمسیری هندوستان یک گونه را به دلیل فراوانی بالای آن برداشت می‌کنند (۱۴). فشار برداشت در نواحی که تراکم گونه‌ای این محصولات بالا هست، زیاد می‌باشد. وابستگی مردم به این مناطق نسبتاً زیادتر است. در مناطق با الگوی پراکنش تجمعی یا کپه‌ای، هزینه فرصت برداشت پایین است و مردم می‌توانند محصولات موردنظر را در فاصله نسبتاً کمتری از خانه

معمولی پراکنش می‌باشد، مگر این‌که توده تحت تأثیر دخالت‌های انسانی و آشفتگی‌های طبیعی و مصنوعی قرار بگیرد (۸).

با مشخص شدن نقشه ارزش اقتصادی پراکنش گونه‌های میوه‌ده جنگلی می‌توان هزینه‌های برداشت این محصولات در طرح‌های بهره‌برداری را کاهش داد و همچنین تمرکز مدیریت جهت تهیه طرح‌های بهره‌برداری از محصولات غیرچوبی در این مناطق باشد و تصمیم‌گیری‌های اصلی را برای تنظیم قوانین و بحث‌های حفاظتی در این مناطق انجام دهد. افزایش دانش و آگاهی روی تنوع، الگوهای مصرف، سهم برای درآمد روستایی و درآمد جنگل ممکن است برنامه‌ریزان را برای برنامه‌ریزی دقیق روی مدیریت پایدار محصولات غیرچوبی و توسعه جوامع در آینده نزدیک قادر سازد.

جوامع مطالعه شده جنگلی بیشتر مشاهده می‌گردد (۲۲). سهرابی (۲۰۱۵) نیز به نقل از لو و همکاران (۲۰۰۹) بیان می‌کند که الگوی کپه‌ای، عمومی‌ترین الگوی پراکنش در جوامع گیاهی می‌باشد (۲۰). الگوی مشخص شده در این تحقیق با نتایج تحقیقات ذکر شده و تحقیق کینت و همکاران (۲۰۰۴) که بیان کردند توزیع تصادفی در جنگل بندرت اتفاق می‌افتد، مطابقت دارد (۹). نحوه پراکنش بذر و نوع زادآوری مهم‌ترین عامل در ایجاد الگوی کپه‌ای می‌باشد (۲۳). با توجه به سنگین بودن بذر گونه‌های مورد مطالعه و ریزش بذرها در کنار و زیر درختان در اثر وزن و زادآوری آن‌ها از طریق غیرجنسی، این گونه‌ها داری الگوی کپه‌ای می‌باشد. ژانگ و همکاران (۲۰۱۲)، سنگینی بذر پیسه‌آ را دلیل الگوی پراکنش کپه‌ای بیان کردند (۲۳). همان‌طور که سایر محققین بیان کردند الگوی کپه‌ای و منظم در جوامع گیاهی یک حالت

#### منابع

1. Akhavan, R., Sagheb Talebi, Kh., Hosseini, M., and Parhizagar, P. 2009. Investigation of spatial pattern of trees during forest development stages in intact *Fagus orientalis* masses in Kelardasht. Iranian J. Forest and Poplar Research, 18: 332-336. (In Persian)
2. Alavi, J., Zahedi Amiri, Gh., Noori, Z., and Marvi Mohajer, M.R. 2013. Application of Ripley's K-Function in Detecting Spatial Pattern of Wych Elm Species in Khayroud Forests, North of Iran. Journal of Forest and Wood Science and Technology Research, 20(4): 21-39. (In Persian)
3. Alijani, V., and Fegghi, J. 2011. Investigation on the Elm (*Ulmus glabra* Hudson) Spatial Structure to Apply for Sustainable Management (Case Study: Gorazbon district, Kheirud Forest). Journal of Environmental Studies, 60: 35-44. (In Persian)
4. Erfanifard, S.Y., and Mahdian, F. 2013. Comparative investigation on the methods of true spatial pattern analysis of trees in forests, Case study: Wild pistachio research forest, Fars province, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20: 62-73. (In Persian)
5. Erfanifard, S.Y., Fegghi, J., Zobeiri, M., and Namiranian, M. 2009. Investigation of spatial pattern of trees in Zagros forests. Iranian J. Natural Resources., 60: 1319-1328. (In Persian)
6. Ghanbari, S. 2015. Values, Capabilities and Socio-economic Constraints of Non-Wood Forest Products in Arasbaran Forests, PhD Thesis. Faculty of Natural Resources, University of Tehran. P330. (In Persian)
7. Hou, J.H., Mi, X.C., Liu, C.R., and Ma, K.P. 2004. Spatial patterns and associations in a Quercus- Betula forest in northern China. J. Vegetation Sci., 15: 407-414.
8. Karimi, M., Pormajidian, M.R., Jalilvand, H., and Safari, A. 2012. Preliminary study for application of O-ring function in determination of small-scale spatial pattern and interaction species (Case study: Bayangan forests, Kermanshah). Iranian J. Forest and Poplar Res., 20: 608-621. (In Persian)

9. Kint, V., Robert, D.W., and Noel, L. 2004. Evaluation of sampling methods for estimation of structural indices in forest stands. *Ecological Modeling*, 180: 461-476.
10. Linares-Palomino, R. 2005. Spatial distribution patterns of trees in a seasonally dry forest in the Cerros de Amotape National Park, northwestern Peru. *Peruvian J. Biol.*, 12(2): 317-326.
11. Modabberi, A., Susani, J., Abrari Vajari, K., Khosravi, Sh., and Farhadi, P. 2017. Investigation of the structure of middle Zagros forests. *Quarterly Journal of Forest Strategy*, 1(3): 34-45. (In Persian)
12. Naidoo, R., and Ricketts, T.H. 2006. Mapping the economic costs and benefits of conservation. *PLoS biology*, 4(11): e360.
13. Pommerening, A., and Stoyan, D. 2008. Reconstructing spatial tree points from nearest neighbor summary statistics measured in small subwindows. *Can. J. Forest Res.*, 38: 1110-1122.
14. Saha, D., and Sundriyal, R. 2011. Utilization of non-timber forest products in humid tropics: Implications for management and livelihood. *Forest Policy and Economics*, 14(1): 28-40.
15. Salas, C., Le May, V., Nunez, P., Pacheco, P., and Espinosa, A. 2006. Spatial patterns in an old-growth *Nothofagus obliqua* forest in south-central Chile. *Forest Ecology and Management*, 231: 38-46.
16. Schaafsma, M., Morse-Jones, S., Posen, P., Swetnam, R., Balmford, A., Bateman, I., Burgess, N.D., Chamshama, S., Fisher, B., and Green, R. 2012. Towards transferable functions for extraction of Non-timber Forest Products: A case study on charcoal production in Tanzania. *Ecological Economics*, 80: 48-62.
17. Schaafsma, M., Morse-Jones, S., Posen, P., Swetnam, R., Balmford, A., Bateman, I., Burgess, N.D., Chamshama, S., Fisher, B., and Freeman, T. 2014. The importance of local forest benefits: Economic valuation of Non-Timber Forest Products in the Eastern Arc Mountains in Tanzania. *Global Environmental Change*, 24: 295-305.
18. Shariati Najaf Abadi, H., Soltani, E., Saeidi, Z., and Gorjestani Zade, Sh. 2016. Study of Spatial Distribution of the Hawthorn (*Crataegus monogyna*) Trees Attacked by Orchard Ermine (*Yponomeuta padella*) in Bazoft Forests of Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Applied Ecology*, 14: 39-48. (In Persian)
19. Soares Filho, B.S., Sônia Maria, C.R., William Leles, S.C., Amanda Ribeiro, D.O., Isabella D.S., Lorenzini, T., Elaine, L., Frank, M., Welisson Wendel, E.G., Danilo D.S.F., and Hermann, O.R. 2017. Economic Valuation of Changes in the Amazon Forest Area Value maps for Non Timber Forest Products (NTFPs). Centro de Sensoriamento Remoto/UFMG: 83.
20. Sohrabi, H. 2015. Spatial pattern of woody species in Chartagh forest reserve, Ardal. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 22: 27-38. (In Persian)
21. Srivastava, V., and Anitha, D. 2010. Mapping of non-timber forest products using remote sensing and GIS. *Tropical Ecology*, 51(1): 107.
22. Vedel-Sørensen, M., Tovaranton, J., Bøcher, P.K., Balslev, H., and Barfod, A.S. 2013. Spatial distribution and environmental preferences of 10 economically important forest palms in western South America. *Forest Ecology and Management*, 307: 284-292.
23. Zhang, Y.T., Li, J.M., Chang, Sh.L., Li, X., and Lu, J.J. 2012. Spatial distribution pattern of *Picea schrenkiana* population in the Middle Tianshan Mountains and the relationship with topographic attributes. *Journal of Arid Land*, 4(4): 457-468.
24. Zenner, E.K., and Peck, J.E. 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.



## Spatial distribution pattern and economic value map of secondary products in Arasbaran protected area

\*S. Ghanbari<sup>1</sup>, A. Abbasnezhad Alchin<sup>2</sup>, Gh.H. Moradi<sup>3</sup> and B. Khaleghi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept., of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, Iran, <sup>2</sup>M.Sc. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept., of Environment, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran, <sup>4</sup>M.Sc. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

Received: 03/10/2018; Accepted: 07/25/2018

### Abstract

**Background and objectives:** The spatial distribution pattern of trees is one of the most important ecological features of forest communities that results from environmental heterogeneity, natural or human disturbance, interspecific and intraspecific competition, and impact of previous life. It reduces and adopts harvest costs and focuses on special distribution areas. It can be used to investigate the effect silvicultural interactions on stand, designing appropriate management plans, describing ecosystem sustainability, and reforestation activities. Low researches have been done about the spatial distribution pattern and economic value map of these products. Therefore, the purpose of this research is to investigate the spatial distribution pattern and map the economic value of five important species of forest trees; walnut (*Juglans regia*), plum (*Prunus* sp.), cornelian cherry (*Cornus mas*), hawthorn (*Crataegus* sp.), medlar (*Mespilus germanica*) in the Arasbaran protected area.

**Materials and methods:** Data were collected using full caliper inventory method at 140 hectares. In this method, spatial position of all fruit providing species was recorded. Because of the high number of trees, recoding data by GPS for each tree decreases the data accuracy. Therefore, we used the distance and azimuth method. Then, we converted to the Cartesian system. All of these trees had a geographic position. Using forest type map of forest area, the distributions of trees throughout the region and number of each species in different types were investigated in order to determine the dominant type of presence of each species. In addition, the spatial distribution pattern of trees was investigated by L function in ProgramitaJulio 2006. L function considers distance between trees of different species or the same species, and it computes with Monte Carlo test. In order to provide a map of the distribution of economic value per hectare, the value of each species per ha was estimated by multiplying of the price per kilogram in yield per hectare and its map was depicted.

**Results:** The results showed that 10 species of fruit providing species were at the study area. Cornelian cherry (827 trees) and plum (421 trees) had highest frequency and pomegranate (32 trees) and barberry (16 trees) had the lowest frequency at the study area. Walnut, pear, plum, hawthorn, apple and pomegranate species were found in the Acer-Fraxino-Quercetum forest type. Cornelian cherry, barberry, hazelnut, and medlar were found at the Carpino- Quercetum. In general, the spatial distribution pattern of three species of plum, walnut and cornelian cherry was clumped. Medlar and hawthorn species had clumped distribution and at shorter distances, they had random and uniform distribution. The results showed that the lowest and the highest economic value per hectare were belonged to medlar with 900 rials per hectare and walnut with

---

\*Corresponding author: ghanbarisajad@gmail.com

10343 thousand rials per hectare. The economic value per hectare of walnut species varied from 809 to 10343 thousand rials.

**Conclusion:** The clumped distribution patterns of trees increase the economic value per ha. High economic value of trees increases the amount of fruit harvests at a short time and decreases the harvest costs. The economic value map of species can reduce harvest costs and also increase the management focus for management plans. Furthermore, it makes key decisions for regulating conservation laws and discussions in these areas.

**Keywords:** Arasbaran protected area, Economic value, Spatial distribution pattern, Secondary products, Yield

