دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی "

# پراکنش ساختاری توده‌های آمیخته تحت تأثیر عامل‌های شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه در جنگل ارسباران به روش رج‌بندی (مطالعه موردی: حوزه کلیبرچای وسطی)

**میلاد صفری[۱]، کیومرث سفیدی[۲]، احمد علیجانپور[۳] و محمدرضی الهیان[۴]**

۱- کارشناس ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
(نویسنده مسوول: safarimilad72@gmail.com)
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۴- کارشناس‌ارشد منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان شرقی، تبریز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۸
صفحه: ۸۱ تا ۸۹

**چکیده**

**ساختار و ترکیب جنگل متأثر از عوامل متعدد بوم‌شناسی ازجمله فیزیوگرافی منطقه است زیرا این عوامل نقش مهمی در کنترل شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط شامل دسترسی به نور، رطوبت و مواد مغذی خاک دارند. در این مطالعه ارتباط ویژگی‌های شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه با ویژگی‌های ساختاری توده شامل، تراکم، سطح مقطع، تاج پوشش و شاخص ارزش گونه با استفاده از آنالیز تطبیقی قوس‌گیر و تجزیه افزونگی در جنگل‌های ارسباران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ارتفاع ۱۶۰۰ تا ۱۸۵۰ متر دارای بیشترین مقدار شاخص‌های فیزیوگرافی بود. آنالیز تجزیه افزونگی نشان داد که شاخص شکل دامنه با محور اول رابطه مثبت و شاخص‌های شکل زمین و جهت دامنه با محور اول رابطه منفی داشتند. همچنین گونه اوری از نظر شاخص ارزش اهمیت، مهم‌ترین گونه منطقه شناخته شد و آنالیز تطبیقی قوس‌گیر بین قطعه نمونه‌ها و گونه‌ها نشان داد که اوری دارای کمترین فاصله با قطعه‌نمونه‌ها و بعد از آن گونه ممرز بود. همچنین بررسی همبستگی شاخص‌های ساختاری با فیزیوگرافی نشان داد که تراکم توده در هیچ کدام از دامنه‌های ارتفاعی رابطه معنی‌داری با عوامل فیزیوگرافی نداشت ($p\leq$ ۰/۰۵) اما همبستگی تاج پوشش با جهت دامنه در ارتفاع اول و دوم و سطح مقطع با شکل زمین در ارتفاع سوم معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). این پژوهش نشان داد که پراکنش ساختاری درختان در منطقه مورد مطالعه بسیار تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیوگرافی است از این رو پیشنهاد می‌شود که اثر سایر عوامل محیطی به‌ویژه عوامل خاکی و اقلیمی نیز بر ساختار جنگل مورد بررسی قرار گیرند تا از مجموعه این عوامل در برنامه‌ریزی‌های احیای منطقه استفاده شود.**

**واژه‌های کلیدی: آنالیز تجزیه افزونگی، آنالیز تطبیقی قوس‌گیر، جنگل ارسباران، ساختار توده، فیزیوگرافی**

## مقدمه

یک رویشگاه برآیندی از عوامل متعدد بوم‌شناسی و محیطی است که تعیین‌کننده انتشار و گستره حضور گونه‌های درختی مختلف است، یکی از این عوامل فیزیوگرافی است که به‌مفهوم ویژگی‌های شیب، جهت و موقعیت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و شکل زمین بوده و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گونه‌ها در بوم‌سامانه‌های جنگلی است. فیزیوگرافی به‌عنوان ثابت‌ترین بخش از اجزای یک بوم‌سامانه است که تأثیر به‌سزایی در شکل‌گیری ساختار و ترکیب بوم‌سامانه‌های جنگلی دارد و در عین حال کمترین تأثیرپذیری را از تخریب‌های کوتاه مدت و بلند مدت طبیعی و انسانی می‌پذیرد (۲۰). فیزیوگرافی به‌معنی شکل سطحی زمین یک منطقه است و تأثیر زیاد هریک از فاکتورهای فیزیوگرافی به‌صورت مجزا یا توأم بر تنوع گیاهان و پراکنش آنها موضوعی اثبات شده است (۲۱).

عوامل فیزیوگرافی و مؤلفه‌های وابسته به آن شامل شکل زمین (شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی) بر چگونگی و میزان رویش گیاهان و در نهایت شکل ظاهری زیستگاه تأثیر می‌گذارد. به‌طوری که تغییر در هر یک از این عوامل با تأثیر بر متغیرهای اقلیمی همچون درجه حرارت و رطوبت می‌تواند سبب ایجاد میکروکلیمای خاص شوند. بنابراین با مطالعه بر روی فیزیوگرافی می‌توان به پایداری جوامع گیاهی و همبستگی این عوامل با پوشش گیاهی پی‌برد و این موضوع برای توسعه و احیای جوامع جنگلی بسیار مهم وکاربردی خواهد بود (۱). بنابراین هر نوع برنامه‌ریزی برای اصلاح، احیا و یا بهره‌برداری از یک بوم‌سامانه نیازمند شناخت همه جانبه از روابط بین پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی آن بوم‌سامانه است (۱۴).

تحلیل گرادیان مستقیم از جمله تحلیل‌های جامعه گیاهی و بررسی‌کننده روابط بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی است. به‌طوری که گونه‌ها به‌طور مستقیم با عوامل محیطی اندازه‌گیری‌شده، همراه می‌شود. آنالیز تطبیقی قوس‌گیر (DCA) و تجزیه افزونگی (RDA) دو تحلیل مهم در این بخش هستند. تجزیه افزونگی یک روش خطی است که گونه‌ها و عوامل محیطی توسط پیکان‌هایی نشان داده می‌شوند. در این تحلیل، گونه‌ها در فضای رسته‌بندی عوامل محیطی قرار می‌گیرند و به این وسیله می‌توان ارتباط عوامل محیطی را با گونه‌ها تفسیر کرد (۸). تجزیه افزونگی یک روش نظارتی است. مشکل اصلی در روش‌های غیرنظارتی انتخاب مناسب و بهینه تعداد گروه‌ها برای دسته‌بندی است بنابراین آنالیز افزونگی به‌منظور پیدا کردن رتبه هر عامل از استراتژی جستجوی پیشرو و پسرو استفاده می‌کند و سپس با استفاده از رتبه‌های به‌دست آمده عاملی که رتبه بالاتری دارد را انتخاب و به‌عنوان عامل بهینه معرفی می‌کند (۷).

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]

مطالعات تأثیر عوامل محیطی بر نوع پراکنش گیاهان همواره مورد توجه بوم‌شناسان بوده است و بوم‌سامانه‌های مختلف جنگلی در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

پیله‌ور و همکاران (۱۴) تغییرات تیپ‌های جنگل‌های زاگرس را در منطقه لرستان نسبت به تغییرات خاک و فیزیوگرافی بررسی کرده و نشان‌دادند که بین عوامل فیزیوگرافی مورد مطالعه، عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت بر پراکنش گروه‌های بوم‌شناسی و پراکنش گونه‌ها تأثیر معنی‌داری داشتند. همچنین نمایش مکان گونه‌ها و واحدهای نمونه‌برداری از نظر ویژگی‌های بوم‌شناسی و تشابه گونه‌ای در محورهای اول و دوم آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده با بیشترین مقدار ارزش ویژه (۰/۸۲۲ و ۰/۴۸۵)، بیشترین میزان تغییرات موجود در ساختار پوشش گیاهی را توجیه کرد. میرزایی موسی‌وند و همکاران (۱۱) ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه را مهم‌ترین عوامل فیزیوگرافی در پراکنش گونه *Prangos pabularia* در منطقه نیر و اردبیل معرفی کردند. نتایج آنها نشان داد که این گونه در مکان‌های با ارتفاع ۱۸۴۷ متر و شیب ۹۰ درصد و همچنین جهت‌های جنوبی و غربی بیشترین تراکم (۰/۱۶۵ پایه در مترمربع) را داشت. امیراحمدی و همکاران (۲) تأثیر عوامل فیزیوگرافی شکل زمین در ارتفاعات، شیب‌ها، جهت‌های جغرافیایی و فرم‌های متفاوت زمین بر خصوصیات جنگلشناسی درختان بلوط ایرانی و میزان ارتباط با خشکیدگی آنها را بررسی کردند و به ارتباط معنی‌داری بین عوامل فیزیوگرافی و خشکیدگی دست یافتند. به‌طوری‌که نتایج آنها نشان داد شیب‌های زیاد و جهت‌های جنوبی درصد خشکیدگی بیشتری داشت و بیشترین خشکیدگی را در درختان با قطرهای کم و متوسط و مساحت‌های تاج پوشش بیشتر و دارای ارتفاع کمتر گزارش کردند. آنها در نهایت بیان کردند که شرایط توپوگرافی بر چگونگی پراکنش درختان بلوط ایرانی و به‌ویژه بر درختان کوچک و شاخه‌زاد تأثیر دارد. مقیمیان و کوچ (۱۲) تأثیر عوامل فیزیوگرافی را در خاک رویشگاه جنگلی ممرز در جنگل‌های نوشهر و تفاوت در شیب‌ها و جهت‌های جغرافیایی مختلف را بررسی کرده و نشان دادند که مقادیر اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، رطوبت اشباع و بافت خاک دارای تفاوت‌های معنی‌داری در بین کلاسه‌های شیب و جهت‌های جغرافیایی بودند. مقادیر نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن تفاوت‌های معنی‌داری را در بین جهت‌های جغرافیایی و کلاسه‌های شیب نشان داد. اسماعیل‌زاده و همکاران (۴) در بررسی رابطه تنوع زیستی و عوامل فیزیوگرافی در ذخیره‌گاه گونه سرخدار، نشان دادند که متغیر محیطی شیب بیشترین تأثیر را بر شاخص‌های تنوع داشت اما ارتفاع از سطح دریا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. Gerhardt و Foster (۶) تنوع زیستی را با عوامل فیزیوگرافی شکل زمین، ارتفاع از سطح دریا و بافت خاک بررسی کرده و نتیجه‌گیری کردند که عوامل فیزیوگرافی نقش مهمی در شکل‌گیری جوامع گیاهی و پراکنش گیاهان دارند. Corney و همکاران (۳) اثر ویژگی‌های محیطی شامل فیزیوگرافی، اقلیم و تخریب خاک را بر سطح تاج در بریتانیا بر اساس روش‌های رسته‌بندی CCA و DCA بررسی و بیان کردند که ساختار و ترکیب جنگل به‌وسیله عوامل متعدد فیزیوگرافی کنترل می‌شود زیرا عوامل فیزیوگرافی نقش مهمی در کنترل شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط شامل دسترسی به نور، رطوبت و مواد مغذی خاک دارد. همچنین عامل فیزیوگرافی موضوع اصلی مطالعات محرابی (۱۰) به‌منظور استعدادیابی رویشگاه‌های طبیعی غرب بجنورد، رستمی و همکاران (۱۵) در ارتباط با آنالیز پوشش گیاهی و ارتباط آن با شرایط فیزیوگرافی جنگل‌های استان ایلام و سلیمانی و همکاران (۲۱) در بررسی تنوع گونه‌های چوبی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در استان کرمانشاه، بوده است.

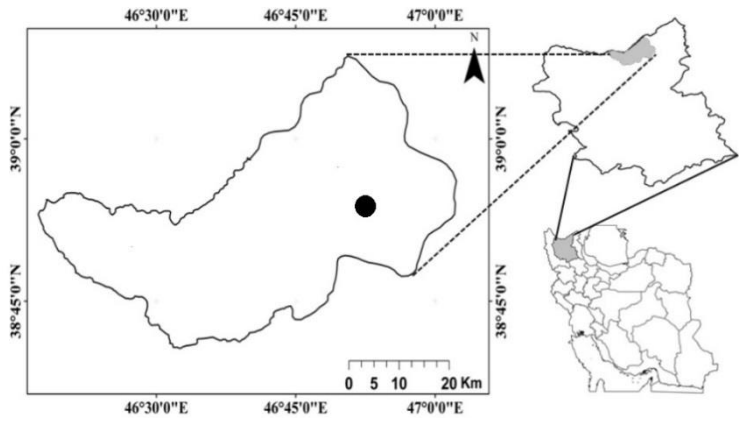
با توجه به اهمیت عامل فیزیوگرافی بر پراکنش گیاهان، هدف از این تحقیق بررسی اثر فیزیوگرافی بر پراکنش درختان با استفاده از تحلیل‌های تجزیه افزونگی و آنالیز تطبیقی قوس‌گیر در جنگل‌های ارسباران بود.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

جنگل‌های ارسباران به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور با مساحت ۱۷۴۸۳۸ هکتار جزء محدودترین مناطق رویشی کشور محسوب می‌شوند. این منطقه جنگلی در شمال غرب کشور و در ارتفاعات جنوبی حوضه رودخانه ارس قرار گرفته است (شکل ۱). پژوهش حاضر در رویشگاه‌های حوزه کلیبرچای وسطی در شهرستان کلیبر در استان آذربایجان شرقی انجام شد. آمار ۱۲ ساله (۱۳۷۹-۱۳۹۰) ایستگاه هواشناسی کلیبر نشان می‌دهد که متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۴۰۵/۱ میلی‌متر در سال است. بالاترین میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد و پایین‌ترین میانگین ۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد است. متوسط دمای سالیانه ۱۲/۲۲ درجه سانتی‌گراد است (۱۷). منطقه بر اساس معیار دومارتن دارای اقلیم مدیترانه‌ای است. از نظر زمین‌شناسی متعلق بـه دوران سوم بوده و قسمت عمده سنگ‌شناسی آن را واحدهای آهکی و آذرین تشکیل می‌دهند. به‌طورکلی خاک در نقاط جنگلی عمدتاً از نوع خاک قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای آهکی است. مقدار اسیدیته خاک برابر با ۶/۵ و مقدار رس ۳۱/۷۷ درصد و شن ۴۰ درصد است (۱۸).

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]




شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (۱۸)
Figure 1. The location of the study area

**روش پژوهش**

در این مطالعه سه قطعه نمونه یک هکتاری در سه دامنه ارتفاعی از ۱۲۰۰ متر بالاتر از سطح دریا تا ۱۸۵۰ متر در نظر گرفته شدند و به‌منظور پراکنش مناسب و در عین حال تعداد کافی نقاط نمونه‌برداری، در هر هکتار شبکه‌بندی منظم تصادفی به ابعاد ۲۵ متر ×۲۵ متر اعمال شد و به این ترتیب در ۸۱ نقطه نمونه‌برداری (شامل ۹ نقطه نمونه‌برداری در هر یک از ۹ قطعه نمونه یک هکتاری)، ویژگی‌های شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که به‌منظور محاسبه شکل زمین از مرکز نقطه نمونه‌برداری، شیب زمین در جهت‌های اصلی به‌وسیله قطب‌نما سونتو قرائت شد. شاخص شکل دامنه با قرائت شیب در جهت‌های اصلی و فرعی و میانگین‌گیری به‌دست آمد و شاخص جهت دامنه نیز با اندازه‌گیری آزیموت در راستای شیب کلی دامنه در مرکز نقطه نمونه‌برداری و تعیین شاخص‌های کمّی فیزیوگرافی شامل: شاخص شکل زمین (LI)، شاخص شکل دامنه (TSI) و جهت دامنه (AS) از رابطه‌های زیر استفاده شد (۲۰،۱۱):
همانطور که شرح داده شد، برای تعیین شاخص شکل زمین در مرکز هر قطعه‌نمونه در هر جهت جغرافیایی معین، شیب خط افق خوانده شد و بعد از خواندن شیب‌ها، شاخص شکل زمین از رابطه ۱ به دست می‌آید (۲۰):

$$LI = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n \times 100}$$ (رابطه ۱)

LI شاخص شکل زمین، SI شیب‌خط افق، n تعداد جهت‌های خوانده‌شده

برای تعیین شاخص شکل دامنه در مرکز هر قطعه‌نمونه شیب زمین در هر جهت جغرافیایی معین، اندازه‌گیری و سپس شاخص شکل دامنه از رابطه ۲ محاسبه شد (۲۰):

$$TSI = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n \times 100}$$ (رابطه ۲)

TSI شاخص شکل شیب، Si شیب زمین، n تعداد جهت‌های خوانده‌شده برای تعیین جهت دامنه، در مرکز هر قطعه‌نمونه آزیموت اندازه‌گیری شده و سپس از طریق رابطه ۳ اعداد زاویه در محدوده ۰ تا ۲ تبدیل شد (۲۰،۱۱):

$$AS=\cos(A-45)+1$$ (رابطه ۳)

AS زاویه تبدیل شده در محدوده‌ی صفر تا ۲، A آزیموت خوانده شده در این مطالعه برای بررسی وجود ارتباط معنی‌دار بین مهم‌ترین متغیرهای ساختاری توده شامل تراکم، سطح مقطع و سطح تاج پوشش درختان، فراوانی و اهمیت نسبی گونه‌ها و متغیرهای محیطی کمّی شده شامل شاخص‌های LI، AS، TSI از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. پیش از آن آزمون کولموگراف- اسمیرنوف برای آزمون نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. مقایسه میانگین‌های پارامترهای کمّی به روش آزمون t مستقل انجام شد (۱۱) و تمامی آزمون‌های آماری صورت گرفته در سطح معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) در محیط نرم افزار SPSS 16 انجام شد.

آزمون تطبیقی قوس‌گیر و آنالیز رسته‌بندی مستقیم تجزیه افزونگی) برای تحلیل چند متغیره داده‌ها استفاده شد و با توجه به نتایج آزمون آنالیز تطبیقی قوس‌گیر و وجود رابطه خطی کوتاه بین متغیرها، تجزیه افزونگی به‌طور جداگانه برای شاخص اهمیت نسبی (RIV) گونه‌های درختان مورد استفاده قرار گرفت (۵). این آزمون برای تحلیل مستقیم رابطه بین متغیرهای محیطی و پوشش گیاهی به‌کار می‌رود. تحلیل تجزیه افزونگی برای شاخص اهمیت نسبی در ارتباط با هر یک از شاخص‌های شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه در محیط نرم‌افزار CANOCO version 4.5 تحت ویندوز و نمایش گرافیکی نتایج با استفاده از CancoDrow انجام شد (۲۰).

به‌منظور محاسبه شاخص ارزش نسبی گونه، فراوانی نسبی و سطح پوشش تاجی هر جست گروه اندازه‌گیری و بر اساس رابطه ۴ برای هرگونه درختی محاسبه شد (۱۶).

(رابطه ۴)

$$\text{ارزش نسبی گونه} = \frac{\text{چیرگی نسبی گونه} + \text{فراوانی نسبی گونه}}{۲}$$

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]

## نتایج و بحث

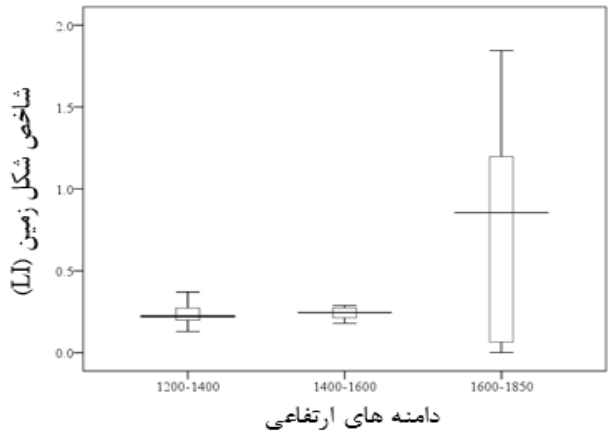
محاسبه شاخص‌های فیزیوگرافی شامل شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه در نقاط نمونه‌برداری نشان‌داد که دامنه ارتفاعی اول (۱۲۰۰–۱۴۰۰ متر) به‌عنوان کم ارتفاع‌ترین دامنه مورد مطالعه، از نظر شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه، به‌ترتیب دارای مقادیر ۲۳/۶۷ درصد، ۲۴/۱۹ درصد و ۷۳/۱۷ درصد بود. دامنه ارتفاعی دوم (۱۴۰۰–۱۶۰۰ متر) از نظر این شاخص‌ها به ترتیب دارای مقادیر ۲۴/۲۱ درصد، ۲۲/۸۸ درصد و ۷۹/۱۸ درصد بوده در حالی‌که دامنه ارتفاعی سوم (۱۶۰۰–۱۸۵۰ متر) به‌عنوان مرتفع‌ترین منطقه به‌ترتیب با ۲۶/۷۵ درصد، ۲۵/۳۲ درصد و ۱۱۳/۶۳ درصد دارای بیشترین مقدار این شاخص‌ها بود. میانگین مقدار این شاخص‌ها در دامنه‌های ارتفاعی مختلف به‌همراه مقدار اشتباه معیار هریک، در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نشان‌داده شده‌است. در مطالعه سفیدی و همکاران (۲۰) در راشستان‌های شمال در نوشهر، برای شاخص‌های شکل زمین مقدار متوسط ۱۱/۸ و شکل دامنه ۱۹/۵ درصد به‌دست آمده بود. با این‌حال، آنالیز واریانس شاخص‌های فیزیوگرافی نشان‌داد که سه دامنه ارتفاعی علیرغم مقادیر مختلف شاخص‌ها، دارای اختلاف معنی‌داری نبودند. اما بنابر نتایج پژوهش حاضر منطقه مورد مطالعه براساس این شاخص‌ها پرشیب بوده که با افزایش ارتفاع از سطح دریا بر میزان تغییرات فیزیوگرافی زمین نیز افزوده می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱– آنالیز واریانس شاخص‌های فیزیوگرافی در دامنه‌های ارتفاعی مختلف

Table 1. Analysis of variance of physiographic indices in different altitude ranges

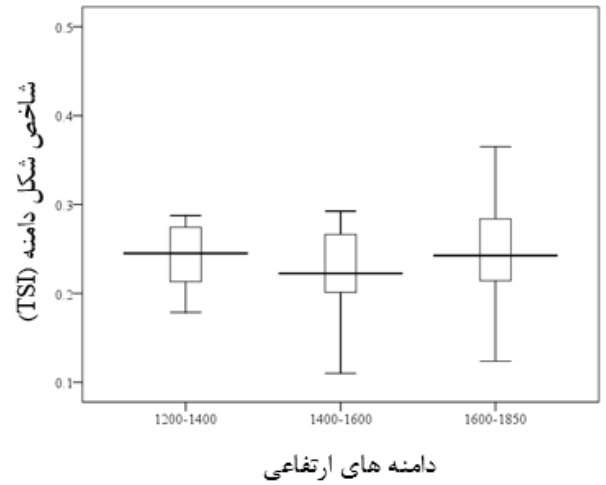
| متغیر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| شاخص شکل زمین | ۰/۰۱۵ | ۲ | ۰/۰۰۷ | ۱/۶۶۰ | ۰/۱۹۷$^{ns}$ |
| شاخص شکل دامنه | ۰/۰۰۸ | ۲ | ۰/۰۰۴ | ۱/۲۲۷ | ۰/۲۹۹$^{ns}$ |
| شاخص جهت دامنه | ۲/۵۷۴ | ۲ | ۱/۲۸۷ | ۲/۸۵۵ | ۰/۰۶۴$^{ns}$ |

$^{ns}$ غیر معنی‌دار




شکل ۲– نمودار جعبه‌ای شاخص شکل زمین در دامنه‌های ارتفاعی مختلف

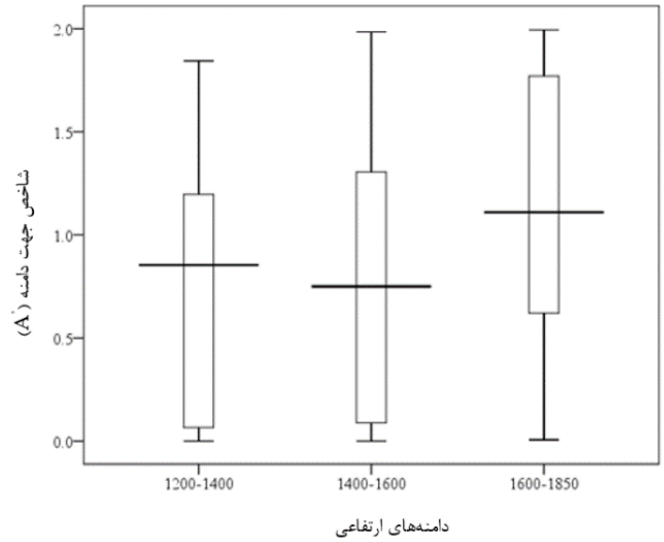
Figure 2. Box diagrams of land form index (LI) in different altitude ranges




شکل ۳– نمودار جعبه‌ای شاخص شکل دامنه در دامنه‌های ارتفاعی مختلف

Figure 3. Box diagrams of terrain shape index (TSI) in different altitude ranges

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]




شکل ۴- نمودار جعبه‌ای شاخص جهت دامنه در دامنه‌های ارتفاعی مختلف
Figure 4. Box diagrams of aspect slope index in different altitude ranges

شیب و جهت همواره به‌عنوان مهم‌ترین پارامترهای فیزیوگرافی مطرح بوده‌اند و به‌عنوان نسبت اختلاف ارتفاع منطقه نسبت به سطح افق محاسبه شده و به شکل درصد گزارش می‌شود بنابراین مقادیر بالای محاسبه شده برای شاخص‌های فیزیوگرافی نشان از پرشیب بودن زمین است و شکل‌های زمین مسطح و هموار اعداد کمتری از این شاخص‌ها را خواهد داشت. بنابر مطالعات سفیدی و همکاران (۲۰) و ولی‌پور و همکاران (۲۲) و Sefidi و همکاران (۱۹) گزارش کردند که این عوامل بر بسیاری از ویژگی‌های بوم‌شناسی شامل مواد مادری تشکیل‌دهنده خاک، دریافت تابش خورشید، زهکشی و به‌تبع آن میزان آب و عناصر تغذیه‌ای خاک و در نهایت بر ویژگی‌های جنگلشناسی شامل پراکنش گیاهانی و شاخص‌های کمی و کیفی توده‌ها اثر خواهند داشت. بنابراین عوامل فیزیوگرافی از منابع مهم ایجاد تغییر در بوم‌سامانه جنگلی است.

براساس محاسبه شاخص اهمیت نسبی، گونه بلوط اوری با ۴۶/۶۳ درصد بیشترین اهمیت را در منطقه مورد مطالعه و بعد از آن گونه‌های کرب با ۲۹/۱۵ درصد و ممرز با ۱۹/۳۲ درصد بیشترین اهمیت را داشتند و سایر گونه سهم کمی از این شاخص را نشان دادند (جدول۲). این ترکیب اختلاط گونه‌ای شامل بلوط اوری، ممرز و کرب با درصد آمیختگی ۹۳/۳ در مطالعه مرادی دیرماندریک و همکاران (۱۳) در منطقه ارسباران نیز گزارش شده است.

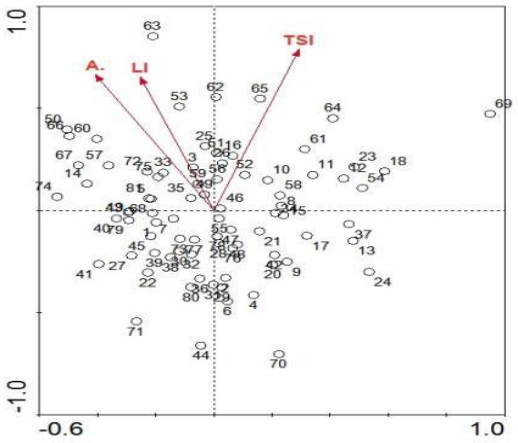
جدول ۲- شاخص RIV به تفکیک گونه‌ها

Table 2. RIV index of different species

| | بلوط اوری | کرب | ممرز | سایر گونه‌ها |
|---|---|---|---|---|
| سطح مقطع نسبی | ۴۷/۸۹ | ۳۰/۶۸ | ۱۷/۳۴ | ۴/۰۹ |
| تراکم نسبی | ۴۵/۳۷ | ۲۷/۶۲ | ۲۱/۳۰ | ۵/۷۱ |
| ارزش اهمیت گونه | ۴۶/۶۳ | ۲۹/۱۵ | ۱۹/۳۲ | ۴/۹۰ |

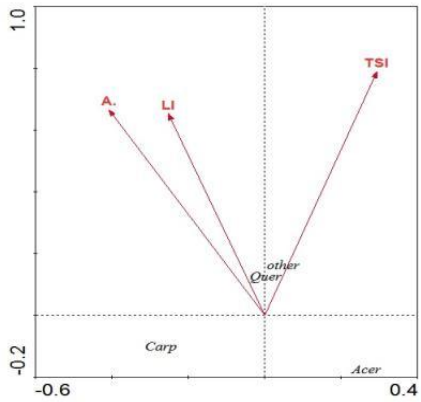
نتایج آنالیز افزونگی بین قطعات نمونه و شاخص‌های فیزیوگرافی نشان داد که شاخص شکل دامنه دارای رابطه مثبت با محور اول و شاخص‌های شکل زمین و جهت دامنه رابطه مثبت با محور اول و منفی با محور دوم داشتند (شکل ۵).

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]




شکل ۵- موقعیت قطعات نمونه نسبت به عوامل فیزیوگرافی شکل زمین در محورهای اول و دوم آنالیز تجزیه افزونگی
Figure 5. Position of sampling units in relation to the physiographic factors in the first and second axis of RDA analysis

همچنین آنالیز بین گونه‌ها و متغیرهای محیطی نشان داد که گونه بلوط اوری و سایر گونه‌های موجود در منطقه رابطه نزدیکتر با شاخص‌های محیطی و گونه‌های ممرز و کرب کمترین رابطه را نشان دادند (شکل ۶) که نشان از مناسب‌تر بودن شرایط محیطی برای حضور گونه اوری نسبت به گونه‌های همراه دیگر در منطقه است. بنابراین می‌توان منطقه مورد مطالعه را رویشگاه گونه اوری معرفی کرد که نتایج شاخص ارزش اهمیت گونه نیز تأکیدی بر این نتیجه است. همچنین نتایج آزمون مونت کارلو در جدول ۳ ارائه شده است.




شکل ۶- موقعیت گونه‌ها نسبت به عوامل فیزیوگرافی شکل زمین در محورهای اول و دوم تجزیه افزونگی
Figure 6. Position of species in relation to the physiographic factors in the first and second axis of RDA analysis

جدول ۳- نتایج آزمون مونت کارلو تجزیه افزونگی بین گونه‌ها و مشخصه‌های فیزیوگرافی
Table 3. Monte Carlo test results in RDA analysis between species and physiographic characteristics.

| | مقدار ویژه | F | P-value |
|---|---|---|---|
| محور ۱ | ۰/۰۲۸ | ۲/۲۴۸ | ۰/۳۹۰ |
| همه محورها | ۰/۰۴۴ | ۱/۱۸۰ | ۰/۲۸۰ |

بررسی رابطه همبستگی بین تراکم، تاج پوشش و سطح مقطع در شرایط مختلف فیزیوگرافی، نشان‌داد که از نظر تراکم ارتباط معنی‌دار بین تراکم با شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه در سه دامنه ارتفاعی مورد بررسی وجود نداشت. تاج پوشش دارای رابطه همبستگی معنی‌دار با جهت دامنه در دامنه‌های ارتفاعی اول و دوم بود و سطح مقطع درختان فقط در دامنه ارتفاعی سوم دارای رابطه همبستگی معنی‌دار با شکل زمین بود (جدول ۴). ولی‌پور و همکاران (۲۲) تأثیر جهت‌های جغرافیایی بر ابعاد درختان شامل قطر، ارتفاع، سطح مقطع و میانگین مساحت تاج را نشان دادند. آنها گزارش کردند که بزرگ‌ترین تاج در شیب‌های ۰ تا ۲۰ درصد و در دامنه‌های شرقی بوده و مساحت تاج با افزایش ارتفاع از سطح دریا افزایش می‌یابد. همچنین آنها نتیجه گرفتند که شیب و ارتفاع به‌طور توأم بر سطح مقطع درختان اثر می‌گذارند و بیان کردند که با افزایش شیب زمین و کاهش دسترسی انسان‌ها به درختان، ابعاد قطری درختان بیشتر شده و به تبع آن سطح

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]

مقطع درختان بیشتر خواهد شد اما بیشترین سطح مقطع در شیب‌های میانی بوده و کمترین مقدار آن در شیب‌های خیلی کم و خیلی زیاد مشاهده شد. اسماعیل‌زاده و همکاران (۴) نیز بیان‌کرده‌اند که جهت‌های جغرافیایی مختلف در بوم‌سامانه‌های جنگلی از نظر میزان جذب نور خورشید متفاوت هستند و بر ویژگی‌های توده اثر دارند. از این‌رو گونه‌های مختلف دارای دامنه پراکنش مختلفی هستند و به‌طبع بر اساس نوع و شکل تاج پوشش متفاوت خواهند بود از این رو از بین ویژگی‌های ساختاری مورد مطالعه در این پژوهش، مساحت متوسط تاج در ارتفاع‌های اول و دوم تفاوت معنی‌داری را در جهت‌های مختلف نشان‌داد، چرا که توده‌های مورد مطالعه دارای اختلاط گونه‌ای بوده و این موضوع بر نوع پراکنش آنها در جهت‌های مختلف جغرافیایی اثر خواهد داشت. همچنین مرادی دیرماندریک و همکاران (۱۳) نیز نشان دادند که ویژگی‌های متوسط قطر برابر سینه و سطح مقطع درختان در شیب‌های ۵۰-۳۶ درصد در منطقه ارسباران دارای بیشترین مقدار بودند.

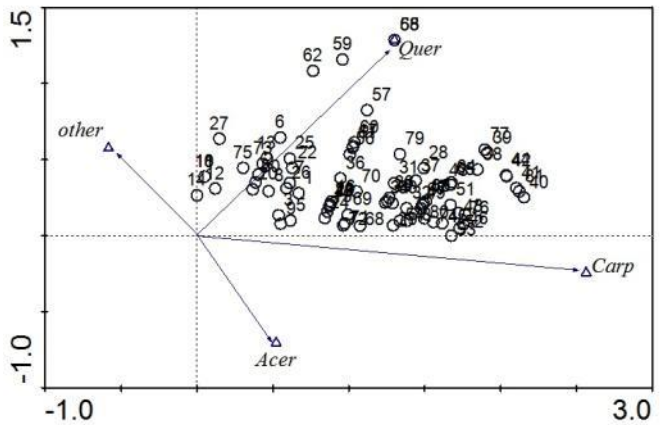
جدول ۴- رابطه همبستگی پیرسون و آزمون همبستگی بین ویژگی‌های کمی ساختاری و فیزیوگرافی

Table 4. Pearson correlation and correlation test between structural quantitative and physiographic characteristics

| | | شاخص شکل زمین (LI) | | شاخص شکل دامنه (TSL) | | شاخص جهت دامنه (AS) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | دامنه ارتفاعی | همبستگی ضریب | Sig. | ضریب همبستگی | Sig. | ضریب همبستگی | Sig. |
| تراکم (N/ha) | اول | ۰/۱۱۴ | ۰/۵۷۰ | ۰/۰۱۴ | ۰/۹۴۴ | ۰/۱۱۱ | ۰/۵۸۴ |
| | دوم | -۰/۰۹۵ | ۰/۶۳۷ | -۰/۰۷۰ | ۰/۷۳۰ | ۰/۰۷۴ | ۰/۷۱۳ |
| | سوم | -۱/۲۸ | ۰/۵۲۴ | ۰/۵۲۰ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۷ | ۰/۹۷۰ |
| سطح تاج پوشش ($cm^2$) | اول | -۰/۲۴۹ | ۰/۲۱۱ | ۰/۰۲۷ | ۰/۸۹۴ | -۰/۵۷۸ | ۰/۰۰۲* |
| | دوم | ۰/۲۵۹ | ۰/۱۹۲ | -۰/۳۸ | ۰/۸۵۱ | -۰/۵۷۵ | ۰/۰۰۲* |
| | سوم | ۰/۲۴۸ | ۰/۲۱۲ | -۰/۲۳۵ | ۰/۲۳۷ | -۰/۱۴۷ | ۰/۴۶۵ |
| سطح مقطع ($cm^2$/ha) | اول | -۰/۳۴۰ | ۰/۰۸۲ | -۰/۹۲ | ۰/۶۴۷ | ۰/۱۰۳ | ۰/۶۰۸ |
| | دوم | ۰/۰۱۹ | ۰/۹۲۶ | ۰/۰۲۴ | ۰/۹۰۶ | -۰/۱۶۱ | ۰/۴۲۲ |
| | سوم | -۰/۴۴۶ | ۰/۰۰۲* | -۰/۳۱۷ | ۰/۱۰۷ | -۰/۱۵۶ | ۰/۴۳۷ |

* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

نتایج آنالیز تطبیقی قوس‌گیر بین قطعات نمونه و گونه‌ها بر اساس شاخص ارزش اهمیت گونه نشان‌داد که بلوط اوری کمترین فاصله با قطعات نمونه را داشت و بعد از آن ممرز و کرب به‌ترتیب بیشترین رابطه مثبت را با محور اول نشان دادند (شکل ۷). که این نتیجه به‌خوبی با نتایج حاصل از شاخص ارزش اهمیت، که گونه بلوط اوری را دارای غالبیت بیشتر در منطقه بود، تأیید کرد. جعفری و همکاران (۹) روش آنالیز افزونگی و جعفریان جلودار و همکاران (۸) روش آنالیز تطبیقی قوس‌گیر را دارای دقت زیادی برای بررسی رابطه گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی مؤثر بر آنها معرفی کردند.




شکل ۷- موقعیت گونه‌ها نسبت به قطعات نمونه در محورهای اول و دوم آنالیز تجزیه افزونگی

Figure 7. Species position relative to sample units in the first and second axis of RDA analysis

تحقیق در زمینه عوامل فیزیوگرافی و وجود اثرات متقابل بین جوامع گیاهی و عوامل محیطی دارای کاربردهای مدیریتی است. این پژوهش نشان داد که پراکنش ساختاری درختان در منطقه مورد مطالعه بسیار تحت تأثیر ویژگی های فیزیوگرافی است. از این رو پیشنهاد می‌شود که اثر سایر عوامل محیطی به‌ویژه عوامل خاکی و اقلیمی نیز بر ساختار جنگل مورد بررسی قرار گیرند و از مجموعه این عوامل در کنار هم به‌منظور برنامه‌ریزی‌های احیای جنگل‌های بومی منطقه، تقلیل اثرات تخریب و کمک به بهبود شرایط طبیعی این جنگل‌ها استفاده شوند زیرا شناخت شرایط محیطی مناسب برای حضور گونه‌های بومی و تسریع روند احیا ضروری خواهد بود.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]

## منابع


1. Alizadeh Banouti, R., T. Rostami Shahraji and M. Mohebi Bijarpas. 2017. An investigation on the *Fraxinus excelsior* plantation under different situations of physiography (Case Study: Dooleychal, Masouleh, Guilan province). Forest and Wood Products, 70(3): 421-430.
2. Amir Ahmadi, B., R. Zolfaghari, M.R. Mirzaei. 2015. Relation between Dieback of *Quercus brantii* Lindl. Trees with Ecological and Sylvicultural Factors, (Study Area: Dena Protected Area). Ecology of Iranian Forests, 3(6): 19-27 (In Persian).
3. Corney, P.M., M.G. Le Duc, S.M. Smart, K.J. Kirby, R.G.H. Bunce and R.H. Marrs. 2006. Relationships between the species composition of forest field-layer vegetation and environmental drivers, assessed using a national scale survey. Journal of Ecology, 94: 383-401.
4. Esmailzadeh, O., S.M. Hosseini, H. Asadi, P. Ghadiripour and A. Ahmadi. 2012. Plant biodiversity in relation to physiographical factors in Afratakhteh yew (*Taxus baccata* L.) habitat, NE Iran. Iranian Journal of Plant Biology, 4(12): 1-12 (In Persian).
5. Fortin, M.J. and M.R.T. Dale. 2005. Spatial analysis a guide for Ecologists. Cambridge University Press. UK. 285 pp.
6. Gerhardt, F. and D.R. Foster. 2002. Physiographical and historical effects on forest vegetation in central New England, USA. Journal of Biogeography, 29: 1421-1437.
7. Hemmatpour, S. and H. Hashemi. 2010 Using PCA and RDA feature reduction techniques for ranking seismic attributes. Journal of the Earth and Space Physics, 37(4): 217-227 (In Persian).
8. Jafarian Jeloudar, Z., H. Arzani, M. Jafari, Gh.A.D. Zahedi Amiri and H. Azarnivand. 2008. Analysing the relationship between distribution of plant communities and climatic and physiographic factors using classification and ordination methods in Rineh rangelands. Rangeland, 2(2): 125-140 (In Persian).
9. Jafari, M., M. Rostampour, A. Tavili, M.A. Zare Chahouki and J. Farzadmehr. 2009. Direct gradient analysis of plant species and environmental factors in ecological groups, case study: Zirkouh rangelands of Qaen. Rangland, 2(4): 329-343 (In Persian).
10. Mehrabi, H.R. 2012. The investigation of physiographic properties for lands talent preliminary in west of Borujerd region. Plant and Ecosystem, 8(31-1): 3-13 (In Persian).
11. Mirzaei Mousavand, A., A. Ghorbani, M.A. Zare Chahoki, F. Keivan Behjou and K. Sefidi. 2016. Effective environmental factors on *Prangos pabularia* site distribution in Nir and Kousar rangelands of Ardabil province. Journal of Plant Ecosystem Conservation, 4(8): 159-174 (In Persian).
12. Moghimian, N. and Y. Kooch. 2013. The Effect Some of Physiographic Factors and Soil Physico-Chemical Features of Hornbeam Forest Ecosystem on Earthworms Biomass. Journal of Wood and Science and Technology, 20(2): 1-21 (In Persian).
13. Moradi Dirmandrik, Sh., E. Ramezani Kakroudi, A. Alijanpour and A. Banj Shafiei. 2015. Quantitative and qualitative characteristics of Arasbaran Forest protected area in slope gradient classes. Forest Research and Development, 1(1): 1-15 (In Persian).
14. Pilehvar, B., H. Jafari Sarabi and Gh.H. Veiskarami. 2016. Plant communities change under different physiographic conditions and soil properties in the central Zagros forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 24(3): 402-414 (In Persian).
15. Rostami, A., A.A. Mataji and S. Babaei Kafaki. 2007. Analysis of relations between plant cover and physiographic conditions in Ilam province forests. Journal of Agricultural Sciences, 13(3): 571-582 (In Persian).
16. Rubino, D.L. and B.C. McCarthy. 2003. Evaluation of coarse woody debris and forest vegetation across topographic gradients in a southern Ohio forest. Forest Ecology and Management, 183: 221-238.
17. Safari, M., K. Sefidi, A. Alijanpour and M. Elahian. 2018. Study of natural regeneration in *Quercus macranthera* stands in different physiographic conditions in Arasbaran forests. Ecology of Iranian Forests, 6(12): 1-8 (In Persian).
18. Sasanifar, S., A. Alijanpour, A. Banj Shafiei, J. Eshaghi Rad and M. Molaei. 2018. Effect of protection based management on physical and chemical properties of soil in Arasbaran forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26(1): 104-117 (In Persian).
19. Sefidi, K., F. Esfandiary Darabad and M. Azaryan. 2015. Effect of topography on tree species composition and volume of coarse woody debris in an Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) old growth forests, northern Iran. iForest, 9: 658-665.
20. Sefidi, K., M. Sharari, F. Esfandiari Darabad and M. Azarian. 2017. The role of physiography characteristics of forest site on distribution of coarse woody debris and tree species in a mixed beech (*Fagus orientalis* lipsky) forests, northern Iran. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 23(4): 65-86 (In Persian).
21. Soleymani, N., M. Pourhashemi and D. Dargahi. 2013. Woody species biodiversity in relation to physiographical factors in forest of Babakose Olia, Kermanshah province. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 20(1): 35-50 (In Persian).
22. Valipour, A., M. Namiranian, H. Ghazanfari, S.M. Heshmatol Vaezin, M.J. Lexer and T. Plieninger. 2013. Relationships between forest structure and tree's dimensions with physiographical factors in Armardeh forests (northern Zagros), Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(1): 30-47 (In Persian).


[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]

# The Influence of landform, Terrain Shape Index and Aspect Slop on the Structural Distribution of Mixed Stands in the Arasbaran Forest by Ordination Method (Case Study: Kaleybarchay Watershed)

**Milad Safari[1], Kiomars Sefidi[2], Ahmad Alijanpoor[3] and Mohammad Razi Elahian[4]**

1- M.Sc. in Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources Technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (Corresponding author: safarimilad72@gmail.com)
2- Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources Technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3- Associate Professor, of forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Urmia, Urmia, Iran
4- Expert of Department Natural Resources, East Azarbaijan Province, Tabriz, Iran
Received: December 25, 2018 Accepted: July 9, 2019

## Abstract

The forest structure and stand composition are controlled by several physiographic factors, because these factors play an important role in control the physical and chemical conditions of the environment, including access to light, soil moisture, and nutrients. In this study, the physiographic characteristics indices of the study area including landform index, terrain shape index and aspect slope index and the stand structural characteristics including density, basal area, canopy coverage, and the species important value index using the Detrended Correspondence Analysis and Redundancy Analysis studied in Arasbaran forests. The results showed that the highest altitude range (1600 to 1850 m a.s.l) had the highest amount of physiographic indices value. The Redundancy Analysis showed that the LI index had a positive correlation with the first axis and TSI and AS indices had a negative relationship with it. In addition, Caucasian oak was the most important species in terms of importance value index. Detrended Correspondence Analysis between species and sampling units showed that Caucasian oak had the smallest distance with sample units and followed by hornbeam. Correlation analysis of structural characteristics and physiographic factors showed that stand density had no significant relation with physiographic factors ($p \leq 0.05$), but the correlation of the canopy coverage area with the direction of slop in the first and second altitude ranges and basal area with the landform shape in the third altitude was significant ($p \leq 0.05$). This study showed that the trees structural distribution in the study area affected by the physiographic properties. Therefore, it suggested that the effect of other environmental factors to be investigated such as soil and climate on the forest structure.

**Keywords:** Arasbaran forest, Detrended Correspondence Analysis, Physiography, Redundancy Analysis, Stand structure

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.4.9 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.8.16.81 ]