

بررسی دامنه پراکنش بوم شناختی و اثر عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌های مهم چوبی جنگل‌های زاگرس در استان ایلام

علی نجفی فرا^{۱*} و ناهید جعفریان^۲

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۳)

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی دامنه بوم شناختی گونه‌های چوبی و مهمترین عوامل مؤثر بر پراکنش آنها در جنگل‌های زاگرس استان ایلام انجام شد. خصوصیات فیزیکیوشیمیایی خاک و عوامل توپوگرافی در ۱۰۹ قطعه نمونه دایره‌ای شکل ۵۰۰ مترمربعی در چهار منطقه جنگلی با دامنه ارتفاعی ۲۴۰۰-۸۰۰ متر از سطح دریا بررسی شد. فاصله عمودی قطعات نمونه در جهت شیب برابر با ۱۰۰ متر و فاصله مسیرهای نمونه‌برداری از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر متغیر بود. دامنه پراکنش بوم شناختی بر اساس مهمترین عوامل مؤثر در پراکنش گونه‌ها محاسبه شد. نتایج نشان داد که مهمترین عوامل پراکنش گونه‌های چوبی در زاگرس عبارتند از درصد رس، پتاسیم، نیتروژن، کربن، شن، فسفر و ارتفاع از سطح دریا (متر). گونه‌های تنگرس (*Amygdalus orientalis*)، شن (*Lonicera nummularifolia*)، دافنه (*Daphnae mucronata*) محلب (*Cerasus mahaleb*) و کیکم (*Acer monspessulanum*) در ارتفاعات بالا و دارای بیشترین میزان عناصر کربن، نیتروژن، پتاسیم و فسفر بودند. بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) همراه با کیکم و دافنه به ترتیب بیشترین و بنه (*Pistacia atlantica*)، بادام (*Amygdalus arabica*) و ارژن (*Amygdalus orientalis*) به ترتیب کمترین مقادیر شاخص آشیان بوم شناختی را نشان دادند. به‌طور کلی نتایج نشان داد که عوامل توپوگرافی و خاکی در پراکنش گونه‌های چوبی در منطقه مورد مطالعه نقش تعیین کننده‌ای دارند.

واژه‌های کلیدی: شاخص دامنه پراکنش، رویشگاه، گونه‌های چوبی، زاگرس، ایلام

۱. استادیار، بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران.

۲. دکتری علوم زیستی جنگل، محقق بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران.

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alinajafifar@yahoo.com

مقدمه

وجود جوامع گیاهی به دلیل تعامل بین گونه‌های گیاهی و محیط آنهاست (۱۱). الگوی پراکنش جامعه گیاهی تحت تأثیر بسیاری از عوامل بوم‌شناختی مانند مواد مغذی خاک، ویژگی‌های توپوگرافی و اقلیم است (۴، ۱۸ و ۵۱). دامنه بردباری موجودات زنده به این عوامل متفاوت می‌باشد. برخی موجودات ممکن است نسبت به یک عامل، دامنه بردباری وسیع و نسبت به عامل دیگر دامنه بردباری محدود و برخی موجودات در قبال تمام عوامل دامنه وسیع بردباری دارند (۴۶). در نتیجه، روابط بین پراکنش جوامع گیاهی و عوامل محیطی یکی از مهمترین مباحث تحقیقاتی در بوم‌شناسی گیاهی و به عنوان یک موضوع با اهمیت در نظر گرفته می‌شود (۸ و ۱۲). همچنین، همبستگی بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی از مهمترین عوامل اثرگذار در شکل‌گیری ساختار و پراکنش جوامع گیاهی در هر منطقه است (۲۲). براساس تحقیقات انجام شده الگوهای پوشش گیاهی به طور منظم تحت تأثیر عوامل بوم‌شناختی مانند عوامل خاکی، توپوگرافی و انسانی هستند (۵ و ۷). عوامل خاکی و توپوگرافی به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی شناخته شده‌اند (۸) کهر در مقیاس محلی، نقش مهمی در تشکیل جامعه گیاهی دارند (۱۹ و ۳۰). این در حالیست که در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی، عوامل آب و هوایی (۲۸) اثرگذارند. به علاوه، خواص فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک به علت نسبت بالاتر شن و ماسه در خاک و در نتیجه آن تنش آبی، قادر به تعیین نوع پوشش گیاهی هستند (۶۷). در مناطق خشک نیز رطوبت خاک سبب تغییر در الگوی پراکنش درختان می‌شود (۶۱). از طرف دیگر، عوامل توپوگرافی توانایی اثرگذاری بر شرایط خاک و آب و هوای محلی را داشته و به نوبه خود تأثیرات مختلفی بر ساختار پوشش گیاهی می‌گذارند (۳۱). مطالعات مختلف ارتباط بین پراکنش گیاهان و عوامل محیطی را تأیید می‌کند. جنت آبادی و همکاران (۲۷) در جنگل‌های ارسباران نشان دادند که عوامل خاکی شامل میزان سیلت، رس، فسفر، پتاسیم، و تخلخل

و چگالی خاک از مهمترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌ها هستند. دوو و همکاران (۱۵) در مطالعه خود اثر عوامل توپوگرافی شامل، ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت جغرافیایی و تحذب زمین را بر پراکنش گونه‌های گیاهی در جنگل‌های پهن برگ همیشه سبز چین تأیید کردند. مرادی و واسق (۳۸) نیز بیان کردند که عوامل خاکی و توپوگرافی در پراکنش گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی اثرگذارند. نیو و همکاران (۴۵) نیز به این نتیجه رسیدند که جهت دامنه بیشتر از ارتفاع از سطح دریا بر پراکنش گونه‌ها و گروه‌های عملکردی در جامعه اثر گذار است. بیرهانو و همکاران (۸) نیز عنوان کردند که تنوع پراکنش گونه‌ها و تشکیل جوامع گیاهی به طور معنی‌داری با توپوگرافی و عوامل خاکی مرتبط و عامل ارتفاع از سطح دریا مهمترین عامل در تنوع جوامع گیاهی می‌باشد. یانگ و همکاران (۶۵) ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه، شیب و نیتروژن و فسفر خاک را بعنوان مهمترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌های همیشه سبز پهن برگ و نیمه استوایی گزارش کردند. تمانو و همکاران (۶۰) در بررسی خود در جنگل واقع در شمال تایلند به این نتیجه رسیدند که فاکتورهایی چون ارتفاع از سطح دریا، فاصله تا نهرها، رطوبت خاک، مواد آلی و فاصله تا جوامع بر تنوع و پراکنش گونه‌های درختی در جنگل تأثیر گذار هستند. با توجه به تحقیقات انجام شده می‌توان گفت که پراکنش گونه‌های گیاهی در مناطق مختلف تحت تأثیر یک یا چند عامل محیطی قرار دارد. بنابراین، شناخت عوامل اثرگذار بر پراکنش و دامنه بوم‌شناختی گونه‌ها به منظور مدیریت پوشش گیاهی حائز اهمیت می‌باشد. همچنین، بررسی روابط بین گونه‌ها و عوامل محیطی و بررسی دامنه بوم‌شناختی این گونه‌ها به منظور حفظ ثبات و پایداری آنها از اهمیت بسیاری برخوردار است.

به‌منظور بررسی و مقایسه دامنه پراکنش بوم‌شناختی گونه‌ها در ارتباط با مجموع عوامل بوم‌شناختی مؤثر در استقرار و پراکنش آنها، به یک شاخص مناسب نیاز است. پس از بررسی‌های زیادی که در منابع علمی مختلف انجام شد، به دلیل کمبود مطالعات در این خصوص برای جنگل‌های زاگرس، در این

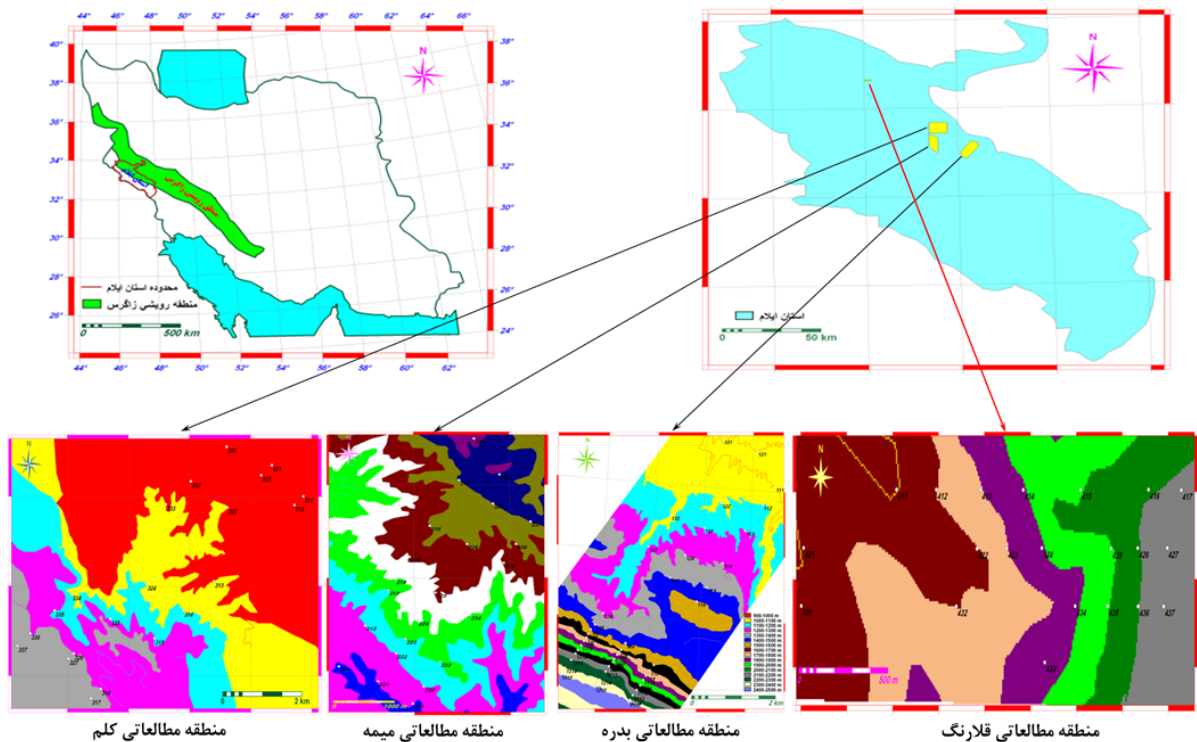
۶۵۰ میلی‌متر و میانگین سالیانه دما بین ۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد است. دامنه ارتفاعی این جنگل‌ها در استان ایلام از ۸۰۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا متغیر می‌باشد (۴۳).

پس از بررسی میدانی و بازدید از مناطق جنگلی، چهار منطقه (بدره، کلم، میمه و قلا رنگ) انتخاب شدند (شکل ۱). مناطق مطالعاتی با استفاده از نرم‌افزار ILWIS 3.3 بر روی نقشه‌های توپوگرافی ۵۰/۰۰۰: ۱: تعیین و شبکه آماربرداری براساس روش منظم تصادفی بصورتی طراحی شد که فاصله ارتفاعی قطعات نمونه در جهت شیب، بصورت طبقات منظم ۱۰۰ متری تعیین شد. فاصله افقی خطوط از هم (در جهت خطوط میزان منحنی)، با توجه به دامنه تغییرات جنگل و وضعیت در هر منطقه از حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر متغیر است. قطعات نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۵۰۰ متر مربع بود. به طور کلی از ۱۰۹ قطعه نمونه استفاده شد که نمونه‌برداری از خاک و پوشش در هر قطعه انجام گرفت. تعداد پایه در هر قطعه نمونه شامل نوع و تعداد گونه‌های درختی و درختچه‌ای اندازه‌گیری شد. موقعیت نقاط، ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب ثبت و سایه دامنه در محیط نرم افزار ILWIS محاسبه شد (۴۳). در تهیه نقشه سایه دامنه، نیاز به محاسبه وضعیت خورشید در طول روز است. وضعیت خورشید را در هر منطقه و در هر زمان میتوان به وسیله زاویه ارتفاع تابش (Altitude) و زاویه جهت تابش (Azimuth) مشخص کرد. پارامترهای مذکور برای موقعیت جغرافیایی از محدوده مطالعاتی و با استفاده از نرم‌افزار NOAA Solar Calculator (<http://www.esrl.noaa.gov>) انجام شد. سپس زاویه ارتفاعی خورشید و زمان عبور خورشید از این آزیموت‌های انتخابی با استفاده از نرم افزار مذکور محاسبه و در نهایت نقشه‌های سایه دامنه برای زمان مختلف آماده شدند و نقشه میانگین ارزش نقشه مذکور در نرم افزار ArcGIS تهیه شد. به منظور اندازه‌گیری خصوصیات خاک، چهار نمونه از چهار جهت پلات از افق فعال خاک (افق A1) و یک نمونه از

تحقیق اقدام به معرفی یک شاخص مناسب گردید. در نتیجه تحقیقی دیگر در جنگلهای زاگرس، یک مدل ارزیابی کیفی، به منظور ارزیابی توان بوم شناختی جنگلهای زاگرس ارائه شده که بر اساس عوامل سیمای پوشش گیاهی، درصد تاج پوشش، موجودی در هکتار، رویش سالیانه، شیب، جهت دامنه، قابلیت فرسایش، عمق و درجه حاصلخیزی خاک و نوع اقلیم، در چهار طبقه کیفی طراحی شده است (۴۴). در ادامه و با استفاده از مشخصه‌های شیب و جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا، اقلیم، شکل زمین و عمق خاک، مدلی دیگر در پنج طبقه مختلف طراحی شده و فرآیند ارزیابی جنگل با استفاده از آن بصورت کمی انجام شده است (۴۲). علوی و همکاران (۲) به منظور تعیین مقدار بهینه و دامنه بوم شناختی درخت راش از توابع گوسی در جنگل‌های خیرود نوشهر استفاده کردند. عادل و همکاران (۱) نیز با استفاده از مدل HOF (Huisman-Olff-Fresco, HOF) مقدار بهینه و دامنه بردباری درخت راش در جنگل‌های کران رودی صفارود رامسر را مدلسازی کردند. لذا، هدف پژوهش حاضر بررسی اثر عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌های چوبی و بررسی دامنه فیزیکی پراکنش بوم شناختی مهمترین گونه‌های چوبی زاگرس در استان ایلام بود.

مواد و روش‌ها

استان ایلام در جنوب غربی ایران و در مرز مشترک با کشور عراق بین ۴۶' ۴۵° تا ۱' ۴۸° طول شرقی و ۴' ۳۲° تا ۲' ۳۴° عرض شمالی واقع است. جنگل‌های بلوط در استان ایلام جز قلمرو زاگرس جنوبی هستند. پوشش غالب این جنگل‌ها را بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) تشکیل می‌دهد. مساحت جنگل‌های استان ایلام حدود ۶۴۲ هزار هکتار است. طبق نظریه آرمن تاختاجان این جنگل‌ها به پهنه رویشی هولارکتیک، زیرپهنه رویشی مدیترانه کهن، منطقه ایران- تورانی، زیرمنطقه رویشی آسیای غربی، پروانس ارمنستان- ایران و پروانس فرعی زاگرس اختصاص دارد (۶۶). میانگین بارندگی سالیانه استان بین ۳۵۰ تا



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق جنگلی مورد مطالعه.

ERİ = شاخص دامنه پراکنش بوم شناختی ، $N =$ مجموع تعداد عوامل بوم شناختی مورد بررسی، Max_{si} = مرز فوقانی دامنه پراکنش گونه s درخصوص عامل بوم شناختی i ، Min_{si} = مرز تحتانی دامنه پراکنش گونه s درخصوص عامل بوم شناختی i ، Max_{ti} = مرز فوقانی دامنه پراکنش مجموع گونه‌های چوبی درخصوص عامل بوم شناختی i ، Min_{ti} = مرز تحتانی دامنه پراکنش مجموع گونه‌های چوبی درخصوص عامل بوم شناختی i مقدار شاخص مذکور برای هر گونه چوبی از نظر تئوری از صفر تا ۱ متغیر است و هرچه مقدار آن به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، مسلماً گونه مورد نظر از دامنه پراکنش بیشتری در ارتباط با عوامل بوم شناختی مورد بحث برخوردار است.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها به منظور تعیین مهمترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌ها از تحلیل تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis, PCA) در محیط نرم‌افزار Rstudio استفاده

مركز پلات (پروفیل كامل) برداشت شد. اندازه‌گیری کربن‌آلی به روش والکی و بلک (۶۴)، نیتروژن خاک به روش کج‌دال (۱۰)، فسفر به روش اولسن (۴۸)، پتاسیم قابل جذب (۳۹) توسط دستگاه فلیم فتومتر، آهک از روش خشتی سازی با اسید و تیتراسیون (۴۹)، اسیدیته به وسیله دستگاه pH متر (۲۹)، شوری خاک با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی و بافت خاک به روش هیدرومتری (۹) محاسبه و درصد رس، شن و سیلت اندازه‌گیری شد. برای بررسی و طبقه‌بندی دامنه پراکنش گونه‌های چوبی در ارتباط با مجموع عوامل بوم شناختی، از شاخص دامنه پراکنش بوم شناختی (Ecological distribution range index , ERİ) استفاده شد که ابتدا مهمترین عوامل اثرگذار در پراکنش گونه‌ها مشخص، سپس دامنه بوم شناختی گونه‌ها براساس مهمترین عوامل مؤثر (درصد رس، پتاسیم، نیتروژن، کربن، ارتفاع از سطح دریا، درصد شن و فسفر) برای همه گونه‌ها بر اساس فرمول تجربی زیر که توسط نگارندگان ارائه شده است، محاسبه شد.

$$ERİ = \frac{Max_{si} - Min_{si}}{Max_{ti} - Min_{ti}} \sum (1/N)$$

از خصوصیات خاک و توپوگرافی رویشگاه بوده و از لحاظ این فاکتورها با هم اختلاف معنی داری را نشان دادند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که گونه‌های تنگرس، شن، دافنه، محلب و کیکم در ارتفاعات بیشتر پراکنش دارند (جدول ۳). میزان عناصر کربن، نیتروژن، پتاسیم و فسفر در رویشگاه این گونه‌ها بیشتر از سایر گونه‌ها بود (جدول ۴). نتایج PCA نیز نشان از پراکنش این گونه‌ها در مکان‌هایی با شرایط خوب محیطی، از نظر خصوصیات خاک شامل کربن، نیتروژن و پتاسیم، داشت. همچنین، براساس نتایج، بیشترین درصد شیب، آهک و درصد شن در گونه خنجوک مشاهده شد (جدول ۳، ۴ و ۵). بیشترین سهم سایه دامنه و درصد سیلت در گونه بنه (*Pistacia atlantica*) و بالاترین درصد رس در گونه زالزالک (*Crataegus pontica*) وجود داشت (جدول ۳ و ۵). میانگین سایه دامنه در بنه بیشترین و در گونه محلب کمترین مقدار را نشان داد (جدول ۳).

محاسبه دامنه بوم شناختی گونه‌ها

محاسبه دامنه بوم شناختی گونه‌ها براساس مهمترین عوامل مؤثر در پراکنش آن‌ها (درصد رس، پتاسیم، نیتروژن، کربن، ارتفاع از سطح دریا، درصد شن و فسفر) انجام شد و نتایج نشان داد که در جامعه اوج (Climax) بلوط ایرانی همراه با کیکم و دافنه به ترتیب بیشترین و گونه‌های بنه، بادام و ارژن به ترتیب کمترین مقادیر شاخص آشیان بوم شناختی فیزیکی را به خود اختصاص داده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عوامل خاکی و توپوگرافی در پراکنش گونه‌های چوبی منطقه مورد مطالعه اثر گذار هستند. مطالعات مختلف نیز اثر این عوامل را بر پراکنش گونه‌های گیاهی را ثابت کرده‌اند (۸، ۴۵ و ۶۵). در پژوهش حاضر پراکنش گونه‌ها تحت تأثیر درصد رس، نیتروژن پتاسیم، کربن، درصد شن، فسفر و ارتفاع از سطح دریا قرار گرفته است. در این راستا مطالعات قبلی نیز اشاره کرده‌اند که ترکیب گونه‌ها

شد. برای مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و توپوگرافی در مناطق مورد مطالعه از تجزیه واریانس یکطرفه (Analysis of Variance, ANOVA) و مقایسه میانگین دانکن (Duncan) از نرم افزار SPSS ورژن ۲۳ استفاده شد. محاسبه دامنه بوم شناختی گونه‌ها نیز برحسب فرمول در نرم افزار اکسل محاسبه شد.

نتایج

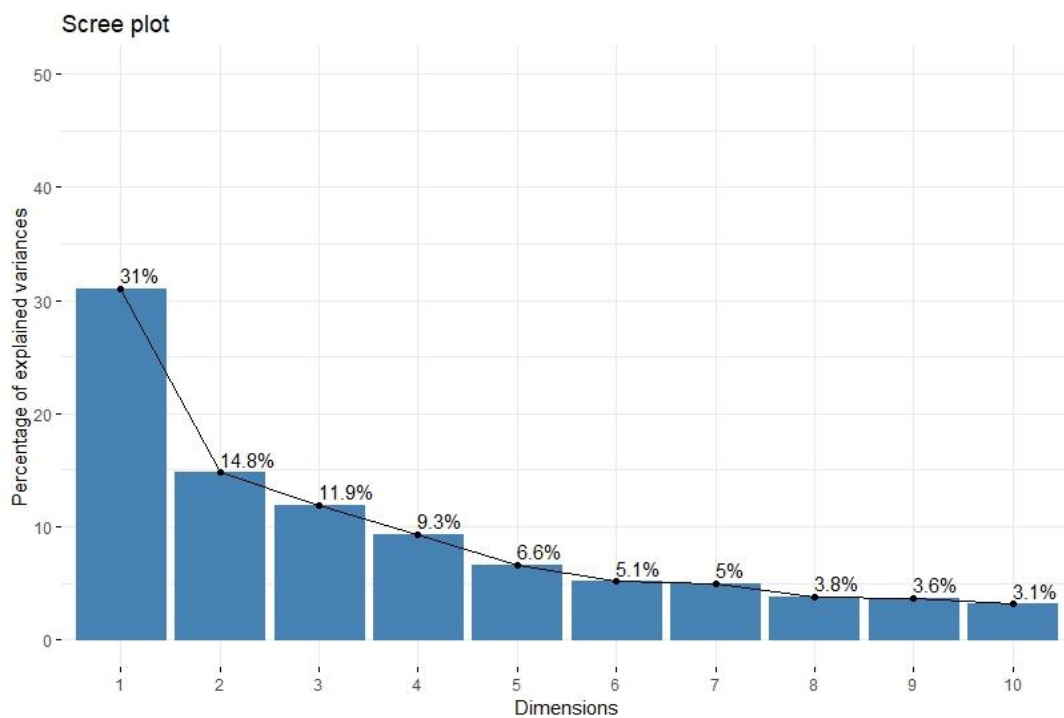
مهمترین عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه‌های چوبی

تحلیل PCA نشان داد که محورهای اول و دوم بیشترین ارزش ویژه و به ترتیب ۳۱/۰۰ و ۱۴/۸ درصد که از کل تغییرات را نشان می‌دهند، برای نمایش نتایج انتخاب شدند (شکل ۲). سهم هر متغیر در در تجزیه PCA نیز در شکل ۳ ارائه شده است. محور اول بیشترین همبستگی را با نیتروژن ($R = 0/86$) و کربن آلی ($R = 0/82$ و $P\text{-value} < 0/001$)، ارتفاع از سطح دریا ($R = 0/81$ و $P\text{-value} < 0/001$) و فسفر ($R = 0/76$) و محور دوم نیز بیشترین همبستگی را با درصد شن ($R = 0/77$ و $P\text{-value} < 0/001$)، شوری ($R = 0/62$ و $P\text{-value} = 0/004$) و رس ($R = -0/92$) و تحلیل PCA نشان داد که پراکنش گونه‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی (عوامل خاکی و توپوگرافی) می‌باشد. همچنین، نتایج تحلیل PCA نشان داد که گونه‌های تنگرس، شن، دافنه و محلب و کیکم در کنارهم و در شرایطی که میزان عناصر نیتروژن، فسفر، کربن و پتاسیم وجود دارد و از دامنه ارتفاعی بالاتری برخوردار است، قرار دارند (شکل ۴). بنه در مناطقی که میزان سیلت بیشتر و خنجوک (*Pistacia khinjuk*) در مکانی که میزان آهک بیشتر است پراکنش دارند (شکل ۴).

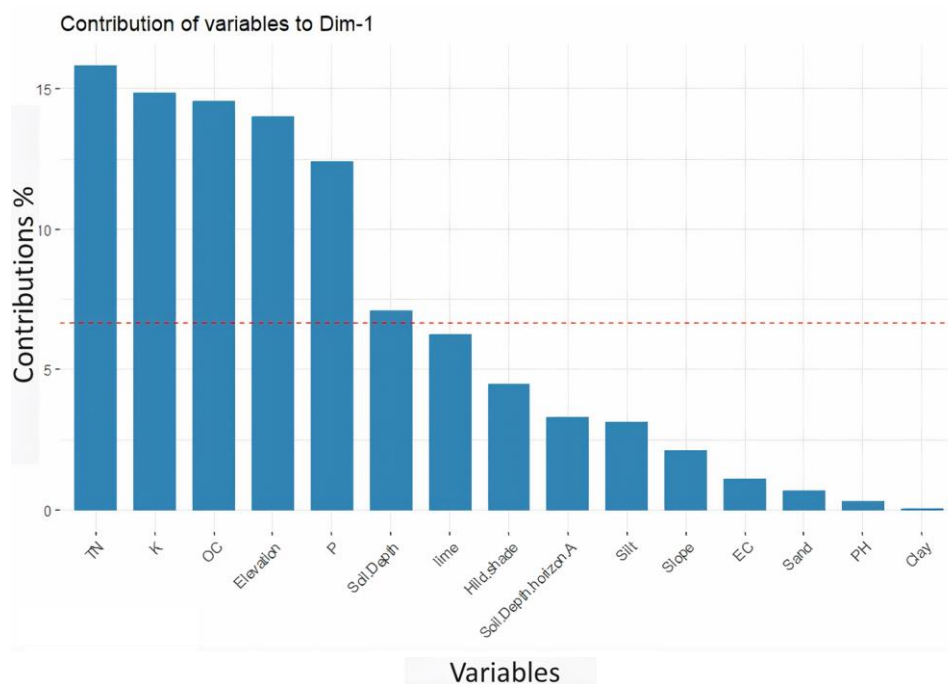
مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی و توپوگرافی

گونه‌های درختی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پراکنش گونه‌های درختی متأثر



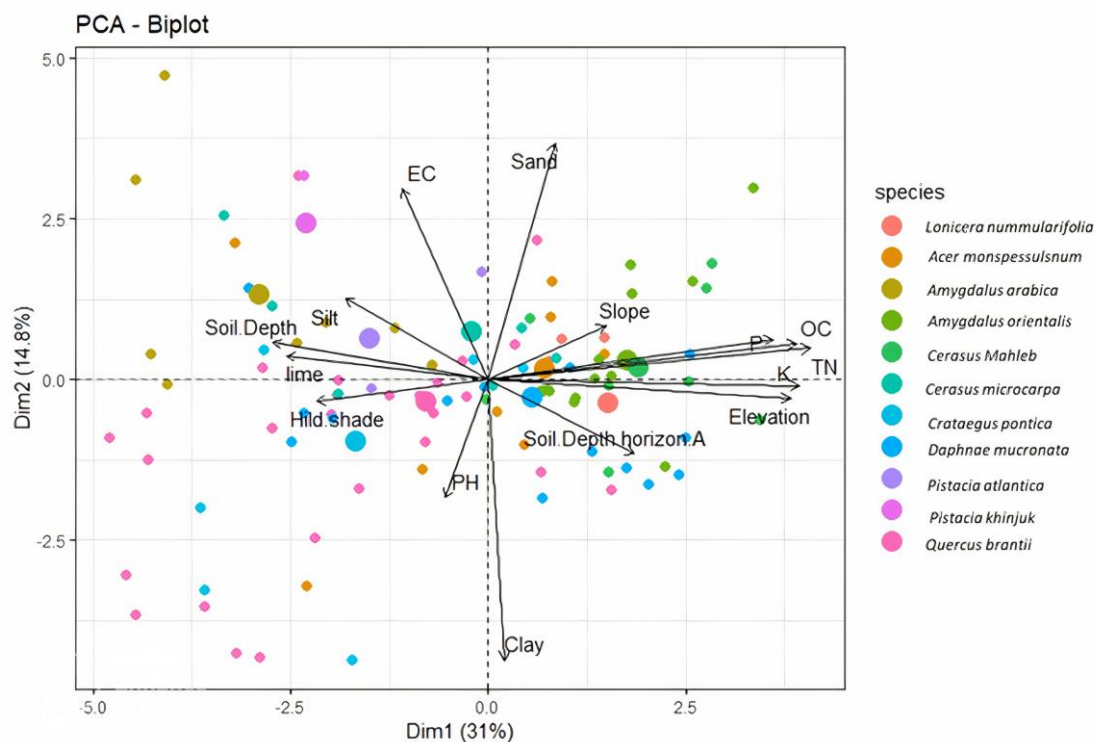
شکل ۲. درصد واریانس توضیح داده شده توسط محورهای مختلف تجزیه و تحلیل PCA



شکل ۳. سهم متغیرها در PC1 (محور اول و دوم PCA). خط چین قرمز در نمودار بالا نشان دهنده میانگین سهم مورد انتظار است. Clay: درصد رس؛ TN: نیتروژن کل خاک؛ K: پتاسیم؛ OC: کربن آلی خاک؛ Elevation: ارتفاع از سطح دریا؛ Sand: درصد شن؛ P: فسفر؛ EC: شوری خاک؛ soil depth: عمق خاک؛ Lime: آهک؛ Silt: درصد سیلت؛ Hillshade: سایه دامنه؛ soil depth horizon A: عمق خاک در افق A؛ pH: اسیدیته خاک؛ Slope: درصد شیب.

جدول ۱. ضریب همبستگی متغیرهای مورد بررسی با محورهای اول و دوم PCA

محور ۲			محور ۱		
P.value	همبستگی	متغیر	P.value	همبستگی	متغیر
< ۰/۰۰۱	۰/۷۷	شن (%)	< ۰/۰۰۱	-۰/۲۳	شوری (ds/m)
< ۰/۰۰۱	۰/۶۲	شوری ()	< ۰/۰۰۱	-۰/۳۸	سیلت (%)
< ۰/۰۰۱	۰/۲۶	سیلت (%)	< ۰/۰۰۱	-۰/۴۵	سایه دامنه
< ۰/۰۰۱	۰/۱۷	شیب (%)	< ۰/۰۰۱	-۰/۵۳	آهک (%)
۰/۰۵	۰/۱۳	فسفر (mg/kg)	< ۰/۰۰۱	-۰/۵۷	عمق خاک
< ۰/۰۰۱	-۰/۲۴	عمق افق A	< ۰/۰۰۱	۰/۳۹	عمق افق A
< ۰/۰۰۱	-۰/۳۹	pH	< ۰/۰۰۱	۰/۳۱	شیب (%)
< ۰/۰۰۱	-۰/۹۲	رس (%)	< ۰/۰۰۱	۰/۱۷	شن (%)



شکل ۴. نمودار ترسیم شده از دو محور اول PCA در گونه‌های درختی بر اساس خصوصیات خاک و توپوگرافی

اتیوپی داشتند (۶). یانگ و همکاران (۶۵) گزارش کردند که فسفات کل، نیتروژن کل، فسفات در دسترس و نیتروژن قابل دسترس بیشترین تأثیر را بر پراکنش و ساختار جامعه گیاهی دارند. یکی از عناصر غذایی اصلی برای رشد گیاهان فسفر می‌باشد که از عوامل اصلی متمایز کننده جوامع گیاهی است

به شدت تحت تأثیر مواد مغذی خاک قرار دارد (۱۳). از میان مواد مغذی خاک دو عنصر نیتروژن و فسفر از مهمترین عوامل در تفکیک و پراکنش گونه‌ها در پژوهش حاضر بودند. مشابه با یافته‌های مطالعه حاضر این دو عنصر اثرات قابل توجهی بر ترکیب گونه‌ای جوامع گیاهی در جنگل‌های مرکزی Shewa در

جدول ۲. تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) برای متغیرهای محیطی مورد مطالعه

متغیر محیطی	درجه آزادی	میانگین مربع	F	سطح معنی‌داری
ارتفاع از سطح دریا (m)	۱۰	۱۵۶۴۸۱۳/۱۷۴	۲۰/۳۴۲	۰/۰۰۰**
شیب (%)	۱۰	۱۵۰۷/۱۹۱	۲/۱۷۷	۰/۰۲۰**
سایه دامنه	۱۰	۶۷۷۰/۵۷۵	۴/۶۹۷	۰/۰۰۰**
کربن آلی (%)	۱۰	۵/۹۱۴	۶/۱۷۸	۰/۰۰۰**
نیتروزن (%)	۱۰	۰/۰۴۰	۶/۳۵۵	۰/۰۰۰**
اسیدیته	۱۰	۰/۰۳۲	۰/۸۵۴	۰/۵۷۸ ^{ns}
شوری (ds/m)	۱۰	۰/۲۹۹	۵/۲۷۵	۰/۰۰۰**
پتاسیم (mg/kg)	۱۰	۲۲۱۲۳۸/۹۲۵	۴/۳۷۵	۰/۰۰۰**
فسفر (mg/kg)	۱۰	۲۳۹/۳۹۳	۴/۶۸۷	۰/۰۰۰**
آهک (%)	۱۰	۷۰۹/۴۸۳	۲/۷۰۱	۰/۰۰۵**
شن (%)	۱۰	۳۲۶/۴۸۴	۳/۶۲۱	۰/۰۰۰**
سیلت (%)	۱۰	۵۴/۲۹۰	۱/۵۴۹	۰/۱۲۸
رس (%)	۱۰	۳۷۸/۱۰۲	۴/۲۱۶	۰/۰۰۰**
عمق خاک (cm)	۱۰	۴۳۱۲/۶۶۲	۳/۹۴۱	۰/۰۰۰**
عمق خاک پروفیل A (cm)	۱۰	۷۵/۰۹۳	۱/۵۴۳	۰/۱۲۶*

ns: عدم معنی‌داری، *: معنی‌داری در سطح ۵٪، **: معنی‌داری در سطح ۱٪.

جدول ۳. مقایسه ویژگی‌های توپوگرافی در گونه‌های مورد مطالعه (میانگین \pm انحراف معیار)

گونه	ارتفاع از سطح دریا (m)	شیب (%)	سایه دامنه
بلوط	۱۵۳۶/۶۲ \pm ۳۹/۲۷ ^{de}	۴۲/۳۷ \pm ۳/۲۸ ^{bcd}	۲۰۳/۴۹ \pm ۴/۳۸ ^{abcd}
بنه	۱۶۶۶/۶۷ \pm ۱۵۰/۵۵ ^{cde}	۲۳/۳۳ \pm ۵/۳۵ ^d	۲۳۶/۵۰ \pm ۳/۰۴ ^a
خنجوک	۱۲۰۰/۰۰ \pm ۲۲۳/۶۱ ^f	۸۰/۶۰ \pm ۲۹/۰۶ ^a	۱۹۱/۲۰ \pm ۱۳/۶۷ ^{bcde}
کیکم	۱۸۶۲/۱۶ \pm ۴۶/۲۳ ^{bc}	۴۵/۰۰ \pm ۲/۶۹ ^{bcd}	۱۷۷/۵۹ \pm ۶/۶۶ ^{def}
زالزالک	۱۴۶۰/۸۸ \pm ۵۲/۰۷ ^e	۳۷/۵۰ \pm ۶/۷۷ ^{cd}	۲۲۰/۹۰ \pm ۶/۸۷ ^{ab}
بادام کوهی	۱۱۰۰/۰۰ \pm ۸۰/۱۸ ^f	۴۶/۱۲ \pm ۵/۹۳ ^{bcd}	۲۱۴/۵۰ \pm ۸/۵۷ ^{abc}
شن	۲۰۰۵/۸۸ \pm ۵۹/۷۰ ^{ab}	۵۵/۲۳ \pm ۹/۷۲ ^{bc}	۱۸۲/۰۵ \pm ۷/۶۳ ^{cdef}
دافنه	۱۹۷۲/۰۰ \pm ۵۱/۸۱ ^{ab}	۴۸/۶۸ \pm ۳/۹۶ ^{bcd}	۱۹۰/۹۶ \pm ۸/۵۹ ^{bcde}
آلبالو وحشی	۱۷۶۶/۶۷ \pm ۱۲۰/۱۸ ^{bcd}	۴۲/۵۵ \pm ۸/۸۹ ^{bcd}	۱۶۶/۳۳ \pm ۱۴/۴۸ ^{ef}
تنگرس	۲۱۶۵/۰۰ \pm ۳۶/۴۷ ^a	۴۶/۸۵ \pm ۴/۸۴ ^{bcd}	۱۷۳/۶۵ \pm ۹/۹۵ ^{def}
محلَب	۱۹۷۵/۱ \pm ۸۱/۹۶ ^{ab}	۶۳/۸۷ \pm ۹/۶۶ ^{ab}	۱۵۳/۳۷ \pm ۱۵/۲۳ ^f

جدول ۴. مقایسه ویژگی های شیمیایی خاک در گونه های مورد مطالعه (میانگین \pm انحراف معیار)

ویژگی خاک	شوری (ds/m)	اسیدیته	آهک (/)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کربن آلی (/)	نیترژن (/)	گونه
یلوط	۰/۵۱ \pm ۰/۰۱ ^{cd}	۷/۵۹ \pm ۰/۲۳ ^a	۲۹/۳۷ \pm ۵/۵۲ ^{abc}	۱۶/۸۴ \pm ۱/۰۸ ^{ab}	۴۳۶/۸۴ \pm ۰/۰۷ ^{abcde}	۲/۳۸ \pm ۰/۱۳ ^{bc}	۰/۲۱ \pm ۰/۰۱ ^{bc}	یلوط
بنه	۰/۶۶ \pm ۰/۲۹ ^{bc}	۷/۴۹ \pm ۰/۰۶ ^a	۳۳/۵۸ \pm ۵/۰۷ ^{ab}	۱۹/۶۰ \pm ۳/۳۲ ^a	۴۵۰/۰ \pm ۰/۰۹۹/۴ ^{abcd}	۲/۴۱ \pm ۰/۳۲ ^{bc}	۰/۲۱ \pm ۰/۰۳ ^{bc}	بنه
خنجورک	۰/۸۷ \pm ۰/۲۵ ^{ab}	۷/۶۰ \pm ۰/۰۵ ^a	۳۹/۴۵ \pm ۹/۸۰ ^a	۸/۳۹ \pm ۱/۱۰ ^c	۲۱۹/۵۰ \pm ۶۳/۴۰ ^{de}	۱/۸۸ \pm ۰/۵۲ ^{cd}	۰/۱۶ \pm ۰/۰۴ ^{cd}	خنجورک
کیکم	۰/۵۲ \pm ۰/۰۴ ^{cd}	۷/۵۳ \pm ۰/۰۴ ^a	۲۲/۶۲ \pm ۴/۳۲ ^{abcd}	۲۱/۱۴ \pm ۱/۰ ^a	۵۷۷/۵۱ \pm ۴۴/۵۲ ^{ab}	۳/۰۵ \pm ۰/۱۶ ^{ab}	۰/۲۶ \pm ۰/۰۱ ^{ab}	کیکم
زالزالک	۰/۵۲ \pm ۰/۰۷ ^{cd}	۷/۶۰ \pm ۰/۰۴ ^a	۲۳/۲۱ \pm ۳/۳۰ ^{abcd}	۱۱/۲۸ \pm ۳/۵۱ ^{bc}	۳۲۳/۶۷ \pm ۷۵/۰۹ ^{cde}	۱/۸۴ \pm ۰/۳۴ ^{cd}	۰/۱۶ \pm ۰/۰۳ ^{cd}	زالزالک
بادام کوهی	۱/۰۰ \pm ۰/۱۵ ^a	۷/۶۱ \pm ۰/۰۴ ^a	۲۸/۲۸ \pm ۳/۷۹ ^{abc}	۷/۹۵ \pm ۲/۳۵ ^c	۱۹۶/۰۰ \pm ۲۹/۸۸ ^e	۱/۳۲ \pm ۰/۵۰ ^d	۰/۱۱ \pm ۰/۰۳ ^d	بادام کوهی
شن	۰/۴۱ \pm ۰/۰۴ ^{cd}	۷/۵۷ \pm ۰/۰۶ ^a	۱۳/۰۲ \pm ۵/۵۵ ^{cd}	۲۳/۸۹ \pm ۱/۱۰ ^a	۶۴۰/۹۲ \pm ۷۴/۷۰ ^a	۳/۴۹ \pm ۰/۱۱ ^a	۰/۲۱ \pm ۰/۰۱ ^a	شن
دافنه	۰/۳۹ \pm ۰/۰۳ ^d	۷/۵۸ \pm ۰/۰۵ ^a	۲۱/۹۴ \pm ۶/۶۷ ^{abcd}	۲۰/۹۷ \pm ۱/۵۶ ^a	۵۱۹/۳۸ \pm ۶۰/۲۴ ^{abc}	۲/۶۵ \pm ۰/۲۶ ^{abc}	۰/۳۰ \pm ۰/۰۱ ^{abc}	دافنه
آلبالو وحشی	۰/۵۶ \pm ۰/۰۵ ^{cd}	۷/۶۰ \pm ۰/۰۵ ^a	۳۱/۸۰ \pm ۷/۳۱ ^{abc}	۱۷/۹۸ \pm ۲/۸۶ ^{ab}	۳۷۴/۸۶ \pm ۶۶/۴۸ ^{bcd}	۲/۷۲ \pm ۰/۳۱ ^{abc}	۰/۲۴ \pm ۰/۰۱ ^{abc}	آلبالو وحشی
تنگرس	۰/۵۱ \pm ۰/۰۵ ^{cd}	۷/۴۷ \pm ۰/۰۴ ^a	۷/۰۱ \pm ۱/۹۸ ^d	۲۳/۳۲ \pm ۱/۴۸ ^a	۶۷۷/۰۰ \pm ۴۸/۱۸ ^a	۱/۶۳ \pm ۰/۱۳ ^a	۰/۳۱ \pm ۰/۰۱ ^a	تنگرس
محب	۰/۴۸ \pm ۰/۰۷ ^{cd}	۷/۶۴ \pm ۰/۰۶ ^a	۱۵/۶۶ \pm ۶/۰۷ ^{bcd}	۲۳/۰۴ \pm ۲/۲۸ ^a	۶۱۰/۲۵ \pm ۷۹/۸۱ ^{ab}	۳/۳۶ \pm ۰/۲۴ ^{ab}	۰/۲۹ \pm ۰/۰۱ ^{ab}	محب

جدول ۵. مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و عمق خاک در گونه‌های مورد مطالعه (میانگین \pm انحراف معیار)

عمق خاک افق A (cm)	عمق خاک (cm)	رس (%)	سیلیت (%)	شن (%)	تغییرهای محیطی	
					گونه	گونه
۹/۶۱ \pm ۰/۸۸ ^{ab}	۳۶/۲۹ \pm ۴/۶ ^{bcd}	۳۴/۷۴ \pm ۱/۷۲ ^b	۳۵/۰۸ \pm ۰/۹۰ ^b	۳۰/۱۸ \pm ۱/۷۱ ^b	بلوط	
۷/۳۷ \pm ۱/۲۰ ^{ab}	۸۲/۵۰ \pm ۱۵/۵۸ ^a	۲۴/۶۶ \pm ۲/۳۳ ^{bcd}	۴۶/۰۰ \pm ۱/۶۷ ^a	۲۹/۳۳ \pm ۰/۶۶ ^b	بنه	
۵/۷۶ \pm ۱/۷۸ ^b	۵۵/۰۰ \pm ۲۲/۴۷ ^{ab}	۱۴/۰۰ \pm ۲/۴۸ ^c	۳۸/۳۷ \pm ۲/۳۶ ^b	۴۷/۶۲ \pm ۵/۱۵ ^a	خنجورک	
۸/۴۲ \pm ۱/۰۹ ^{ab}	۲۲/۰۵ \pm ۴/۸۰ ^{cd}	۳۱/۰۳ \pm ۱/۴۹ ^{bc}	۳۵/۱۸ \pm ۱/۰۷ ^b	۳۳/۷۹ \pm ۱/۴۷ ^b	کیکم	
۶/۴۲ \pm ۱/۳۵ ^b	۳۷/۹۴ \pm ۱۳/۹۵ ^{bcd}	۴۶/۹۸ \pm ۶/۷۳ ^a	۳۶/۷۴ \pm ۱/۷۹ ^b	۱۶/۲۸ \pm ۶/۶۴ ^c	زالزالک	
۶/۸۲ \pm ۰/۹۷ ^b	۴۷/۰۲ \pm ۱۶/۶۱ ^{bc}	۲۱/۹۶ \pm ۴/۶۴ ^{cd}	۳۶/۴۲ \pm ۱/۳۶ ^b	۴۱/۶۲ \pm ۵/۷۶ ^{ab}	بادام کوهی	
۱۲/۲۲ \pm ۲/۱۳ ^{ab}	۱۴/۷۸ \pm ۲/۹۲ ^{cd}	۳۴/۲۵ \pm ۱/۳۰ ^{bc}	۳۳/۳۳ \pm ۰/۸۵ ^b	۳۲/۴۲ \pm ۱/۱۳ ^b	شن	
۱۱/۳۰ \pm ۱/۵۶ ^{ab}	۲۵/۴۳ \pm ۵/۸۲ ^{bcd}	۳۲/۳۱ \pm ۱/۸۸ ^{bc}	۳۴/۱۹ \pm ۱/۶۲ ^b	۳۳/۵۰ \pm ۱/۴۶ ^b	دافنه	
۹/۰۹ \pm ۲/۳۱ ^{ab}	۳۴/۶۲ \pm ۱۳/۷۸ ^{bcd}	۲۲/۷۳ \pm ۱/۷۹ ^{bcd}	۳۸/۳۷ \pm ۲/۸۰ ^b	۳۸/۹۰ \pm ۱/۶۰ ^{ab}	آلبالو وحشی	
۷/۶۲ \pm ۱/۸۴ ^{ab}	۸/۴۵ \pm ۲/۰۹ ^d	۲۹/۷۴ \pm ۱/۹۴ ^{bc}	۳۴/۲۱ \pm ۱/۵۵ ^b	۳۶/۰۵ \pm ۲/۰۹ ^{ab}	تنگرس	
۱۴/۱۲ \pm ۳/۱۴ ^a	۱۷/۸۰ \pm ۲/۹۰ ^{cd}	۳۰/۵۵ \pm ۲/۹۱ ^{bc}	۳۱/۳۷ \pm ۱/۵۵ ^b	۳۸/۰۸ \pm ۲/۴۷ ^{ab}	محب	

جدول ۶. دامنه پراکنش گونه‌های چوبی مورد مطالعه

نام گونه	دامنه بوم شناختی	نام گونه	دامنه بوم شناختی	نام گونه	دامنه بوم شناختی
بلوط	۰/۹۸	زالزالک	۰/۵۴	ارژن	۰/۴۵
کیکم	۰/۹۰	شن	۰/۵۲	بادام	۰/۴۳
دافنه	۰/۸۷	خنجوک	۰/۴۸	بنه	۰/۴۱
آلبالو وحشی	۰/۶۷	محلّب	۰/۴۶		

عناصر در دسترس گیاهان و همچنین تهویه و ریشه‌زایی گیاه و در نهایت در پراکنش پوشش گیاهی دارد (۱۲) که در مطالعه حاضر نیز یکی از عوامل مؤثر در پراکنش گونه‌ها بود.

عوامل توپوگرافی نیز به طور غیرمستقیم با کنترل توزیع فضایی تابش و بارش، بر ترکیب گونه‌ای جوامع گیاهی اثر دارند (۲۱ و ۲۴). فهیمی‌پور و همکاران (۲۰) گزارش کردند که ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه از عوامل اصلی الگوهای پراکنش پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی هستند. ارتفاع از سطح دریا به عنوان مهمترین عامل توپوگرافی در پراکنش گونه‌ها در مطالعه حاضر بود. مطالعات بسیاری ارتفاع از سطح دریا را از مهمترین عامل پراکنش گونه‌های گیاهی معرفی کرده‌اند (۲۶، ۳۴ و ۵۷). به عنوان مثال، بیرهانو و همکاران (۸) به این نتیجه رسیدند که پراکنش پوشش گیاهی تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا است و به عنوان یک عامل محیطی حیاتی و یکی از گرادیان‌های غیرمستقیم محیطی بر فشار اتمسفر، دما و رطوبت اثرگذار بوده و بدین طریق بر رشد و نمو گیاهان و پراکنش پوشش اثر می‌گذارد. بدین طریق که با تغییر ارتفاع از سطح دریا، نوع و مقدار بارش، تبخیر و تعرق تغییر و نوع پوشش گیاهی نیز دچار تغییر می‌شود (۱۶).

توپوگرافی زمین و شرایط متفاوت بوم شناختی در رویشگاه‌های مختلف، بر الگوهای پراکنش گونه‌ها از طریق توزیع مجدد نور، دما، مواد مغذی و رطوبت خاک می‌تواند اثرگذار باشد (۱۵). نیازهای زیستگاهی مشابه، سبب تشکیل گروهی از گونه‌های گیاهی با طبیعت بوم‌شناختی یکسان در نزدیکی یکدیگر می‌شود (۱۶). بنابراین، برخی عوامل بوم‌شناختی با ترکیب گیاهی خاص در هر گروه گیاهی سبب

(۳) و در تغذیه گیاه نقش مهمی را ایفا می‌کند. غلظت و فراهمی این عنصر تا حد زیادی تعیین کننده حاصلخیزی خاک و بهره‌وری مناطق مورد مطالعه است زیرا در مقادیر نسبتاً زیادی مورد نیاز گیاهان می‌باشد (۶۵). مطالعات آموریم و باتالا (۳) نقش عنصر فسفر در پراکنش جوامع گیاهی را تأیید کرد. تشبونگ و همکاران (۶۲) گزارش کردند که عامل اصلی تعریف کننده جوامع گیاهی در بوتسوانا، فسفر می‌باشد و به طور کلی مواد مغذی نقش عمده‌ای در طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی دارند. همچنین، عنصر نیتروژن نیز با فراهم کردن مواد مغذی برای گیاهان، تولید و توسعه گیاه را تضمین و در توسعه پایدار گیاهان جنگلی کوهستانی نقش مهمی را دارد (۱۳).

یکی دیگر از عناصر مهم در پراکنش گونه‌ها، کربن آلی خاک می‌باشد که بر بهره‌وری گیاه اثرگذار است و به عنوان یک عامل مهم، حاصلخیزی خاک را کنترل می‌کند (۲۵). گزارش‌های قبلی نشان دادند که کربن خاک عاملی مهم برای گیاهان در اکوسیستم‌های جنگلی است (۵۲). ماده آلی خاک نیز نقش مؤثری در تأمین کربن خاک دارد (۵۶) و به عنوان یک عامل کلیدی محیطی در جوامع گیاهی است (۵۴) و به بهبود ساختار خاک و شرایط فیزیکی، ایجاد رویشگاه برای ریشه گیاهان و موجودات زندگی خاک، افزایش در دسترس بودن مواد مغذی و آب و ظرفیت نگهداری آب در خاک کمک می‌کند (۳۵). به علاوه، این عنصر اثرپذیری ویژه‌ای از اقلیم و بافت خاک دارد (۱۴)

بافت خاک، عامل مؤثر در نفوذ و ذخیره آب و نیز دسترسی گیاه به آب و مواد غذایی، بر تعیین و پراکنش گونه‌های گیاهی مؤثر است (۵۸). درصد شن خاک، نقش مهمی در میزان آب و

شامل می‌شود (۴). از اینرو محاسبه این شاخص با در نظر گرفتن مهمترین عوامل مؤثر از نظر خاک و توپوگرافی محاسبه شد. نتایج مطالعه حاضر در خصوص دامنه بوم‌شناختی گونه‌های مورد مطالعه نیز نشان داد که گونه بلوط ایرانی با ضریب ۰/۹۸، از بیشترین مقدار پراکنش جغرافیایی در منطقه برخوردار بود. بر طبق نظر اودوم (۴۶) موجوداتی که در قبال تمام عوامل دارای دامنه وسیع بردباری باشند، پراکنش بسیار گسترده‌ای دارند که در تأیید این موضوع می‌توان به گونه بلوط ایرانی در این مطالعه اشاره کرد. بنابراین می‌توان گفت که این گونه دارای دامنه بوم‌شناختی وسیعی در منطقه می‌باشد که توانایی استفاده در پروژه-های احیای جنگل را دارد. گونه‌های بنه، بادام و ارژن کمترین مقدار شاخص دامنه پراکنش بوم‌شناختی را به خود اختصاص داده‌اند. مطابق با قانون شلفرد، وفور یا شدت عوامل بوم‌شناختی نیز می‌توانند مرزها و امکانات رشد و زندگی جانداران را محدود و معین کنند. باتوجه به اینکه گونه‌هایی مانند بنه و بادام، که در مقادیر بارندگی سالیانه بیش از ۴۵۰ میلی‌متر اغلب در رقابت با گونه بلوط ایرانی شکست می‌خورند، در عین حال در زاگرس جنوبی که بارندگی اغلب کمتر از ۴۵۰ میلی‌متر است، در رقابت با بلوط ایرانی پیروز شده و قادر به تشکیل تیپ مخصوص به خود می‌شوند. در نتیجه، با وجود چنین استدلالی مقدار کم شاخص دامنه پراکنش بوم‌شناختی برای این گونه‌ها قابل توجیه است. تیپ بلوط - بنه در برابر شرایط نامساعد محیطی و طبیعی دارای بردباری و پایداری زیادی است که به دلیل قطع درختان و چرای دام الگوی مکانی گونه‌های درختی دچار تغییر شده‌اند (۱۷). گونه بنه یکی از باارزش‌ترین گونه‌ها در جنگل‌های زاگرس است که امروزه به دلیل دخالت‌های انسانی، چرای دام، بهره برداری بی‌رویه و غیر اصولی از صمغ (سقزگیری) در معرض تهدید قرار گرفته است (۳۷). این عوامل تخریب‌کننده نقش مهمی در عدم زادآوری طبیعی رویشگاه‌های این گونه داشته‌اند (۲۳) و گونه بنه به عنوان یک گونه در معرض تهدید در فهرست گونه‌های در حال انقراض قرار دارد (۵۳). کوژوریدزه و همکاران (۳۲) در مطالعه

تمایز گروه‌ها از یکدیگر می‌شود (۳۶). مطابق با نتایج پژوهش حاضر گونه‌های تنگرس، محلب، شن، دافنه و کیکم در دامنه ارتفاعی بالا و در شرایط محیطی بهینه از نظر میزان کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم قرار داشتند. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میزان کربن آلی افزایش یافته، بارندگی بیشتر و درجه حرارت پائین‌تر، نرخ پائین تجزیه کربن آلی خاک در ارتفاعات بالاتر را می‌توان علت بیشتر بودن میزان عنصر کربن در این ارتفاعات دانست (۳۳). مطالعه پوربابایی و همکاران (۵۰) نیز نشان داد که درختان کیکم در ارتفاعات فوقانی قرار دارند. نتایج مطالعه جعفریان و همکاران (۲۶) در جنگل‌های زاگرس در استان ایلام نیز نشان داد که میزان کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم در رویشگاه گونه‌های شن، کیکم و بادام برگ سنجدی بالاتر و این گونه‌ها در ارتفاعات بالاتر حضور دارند که نتایج مطالعه حاضر را تأیید می‌کند. نادری و همکاران (۴۱) نیز در مطالعه خود نشان دادند که با افزایش ارتفاع از ۱۷۰۰ تا ۲۴۰۰ متر، حضور گونه شن به شکل تیپ‌های کوچک خالص همراه با گونه بادام و دافنه دیده می‌شود و پراکنش این گونه با درصد ماده آلی و ازت کل دارای رابطه مثبتی بوده و در مناطقی که فسفر خاک افزایش می‌یابد، حضور گونه شن بیشتر است. ثابتی (۵۵) حضور گونه‌های شن و کیکم را در ارتفاعات بالا گزارش کرد.

در این پژوهش یک شاخص مناسب به منظور تعیین دامنه بوم‌شناختی گونه‌های چوبی معرفی شد. بررسی‌های مختلف نشان داد که تا کنون شاخص مستدلی در خصوص تعیین دامنه بوم‌شناختی گونه‌های درختی زاگرس معرفی نشده است. این در حالیست که برای بررسی و مقایسه دامنه پراکنش بوم‌شناختی گونه‌های مختلف در ارتباط با مجموع عوامل بوم‌شناختی مؤثر در استقرار و پراکنش آنها به این شاخص نیاز است. از طرف دیگر، محیط زندگی موجودات در برگریخته محل فیزیکی آنها است که نقش عملی موجود در جامعه (مثلاً وضعیت تغذیه‌ای) و وضعیت موجود در رابطه با عواملی نظیر درجه حرارت، رطوبت، اسیدیته خاک و سایر شرایط زیستی را

به درک و شناخت بهتر این جوامع و اقدامات اولیه برای درک بسیاری از مسائل در حوزه بوم‌شناسی و مدیریت جنگل کمک می‌کند

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که پراکنش گونه‌ها تحت تأثیر خصوصیات توپوگرافی و عوامل خاکی است. براساس نتایج تحلیل PCA از بین عوامل توپوگرافی، ارتفاع از سطح دریا و از میان خصوصیات خاک، درصد رس، پتاسیم، نیتروژن، کربن، درصد شن و فسفر از مهمترین عوامل مؤثر در تفکیک و پراکنش گونه‌ها بودند. گونه‌های تنگرس، شن، دافنه و محلب و کیکم در ارتفاعات بالا حضور داشتند و بیشترین میزان عناصر کربن، نیتروژن، پتاسیم و فسفر در مناطق پراکنش این گونه‌ها وجود داشت. بیشترین شاخص آشیان بوم شناختی فیزیکی در جامعه اوج به ترتیب مربوط به بلوط ایرانی همراه با کیکم و دافنه و کمترین آن در گونه‌های بنه، بادام و ارژن بدست آمد. چنین مطالعاتی می‌تواند اطلاعات مفیدی برای تشریح پایداری اکوسیستم های جنگلی و پایش اقدامات حفاظتی و احیایی ارائه کند.

تشکر و قدردانی

از زحمات و همکاری صمیمانه دکتر ماشاءاله محمدپور، دکتر رضا سلیمانی و آقای جعفر اولاد در انجام این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را دارد.

خود طبق برآورد انجام شده نشان دادند که ۱۶ درصد از رویشگاه‌های بنه تا سال ۲۰۵۰ در سطح جهان کاهش پیدا خواهند کرد. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که گونه بنه دارای تراکم پایین در جنگل‌های استان ایلام است و اختصاص کمترین میزان شاخص دامنه بوم شناختی دلیلی بر تراکم کم و تخریب گونه بنه در جنگل‌های مورد مطالعه است. گونه بلوط بالاترین شاخص پراکنش بوم‌شناختی را داراست و می‌توان گفت که بلوط گونه‌ای مقاوم است که توان سازگاری در موقعیت‌های مختلف توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب) را دارد (۶۳). همچنین قابلیت جست دهی و شاخه زاد بودن این گونه یکی از راهبردهای این گونه برای زادآوری به خصوص در مناطق خشک می‌باشد (۴۷). مطالعات نیز نشان داده است که جست دهی درختان بلوط در رویشگاه‌های جنگلی عامل مهمی برای حفظ و بقای این جنگلهای با ارزش محسوب می‌شود (۵۹).

به طور کلی، گونه‌های گیاهی با توجه به نیازهای بوم شناختی، دامنه بردباری و خصوصیات مناطق رویشی، با برخی از عوامل خاکی و توپوگرافی ارتباط دارند و استقرار و پراکنش آنها در طی مکان و زمان، برآیندی از کنش‌ها و واکنش‌ها بین گونه‌ها با عوامل محیطی است (۴۰). بنابراین، آگاهی از ویژگی‌های محیطی رویشگاه هرگونه، علاوه بر اینکه در پیشنهاد گونه سازگار با شرایط محیطی نقش مؤثری دارد، با شناسایی عوامل محیطی و اثر آنها بر پراکنش گونه‌ها و بررسی دامنه بوم شناختی آنها می‌توان برای مدیریت صحیح و منطبق بر اصول اکولوژیکی برنامه‌ریزی کرد. مطالعه دامنه بوم شناختی پراکنش گونه‌ها از جنبه‌های مهم بوم‌شناسی گیاهی است که بررسی آن

منابع مورد استفاده

- Adell, M.N., H. S.J. Pourbabaie, Alavi, and A. Salehi. 2016. Modeling distribution of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) trees in riparian forest by HOF model. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 23 (4): 707-718. (In Persian)
- Alavi, S. J., G. Zahedi Amiri, R. Rahmani, M. R. Marvi Mohajer, B. Muys, and J. Fathi. 2012. Extracting Ecological Optimum and Amplitude of *Fagus orientalis* along environmental gradients in Kheyroud Forest, Nowshahr. *Journal of Natural Environmental, Iranian Journal of Natural Resources* 64(4): 399-415. (In Persian)
- Amorim, P. K. and M.A. Batalha. 2007. Soil-vegetation relationships in hyperseasonal cerrado, seasonal cerrado, and wet grassland in emas national park (Central Brazil). *Acta Oecologica* 32:319-327.

4. Ardakani, M. R. 2017. Ecology. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 340 p. (In Persian)
5. Bano, S., Khan, S.M., Alam, J., Alqarawi, A.A., Abd_Allah, E.F., Ahmad, Z. and Hashem, A. 2018. Eco-floristic studies of native plants of the beer hills along the indus river in the districts Haripur and Abbottabad, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences* 25 (4): 801–810.
6. Bekele, T. 1994. Phytosociology and ecology of A humid a fromontane forest on the central plateau of Ethiopia. *Journal of Vegetation Science* 5 (1):87–98.
7. Bhat, J.A., M. Kumar, A. Negi, N. Todaria, Z.A. Malik, N.A. Pala, and G. Shukla. 2020. Species diversity of woody vegetation along altitudinal gradient of the Western Himalayas. *Global Ecology and Conservation* 24: e01302.
8. Birhanu, L., T. Bekele, B. Tesfaw and S. Demissew. 2021. Relationships between topographic factors, soil and plant communities in a dry A fromontane forest patches of Northwestern Ethiopia. *PLoS ONE* 6(3): e0247966
9. Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron* 54: 464- 465.
10. Bremner, J.M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total, In page, A.L., Miller, R.H., Keeney, R.R. (Eds), Methods of Soil Analysis, pp. 595-624p, In: American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin
11. Chapin, F.S., P.A. Matson and H. A. Mooney. 2002. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer, New York. 536p.
12. Dashti, M., H.R. Mirdavoudi, A. Ghasemi Arian and N. Azizi. 2021. Effects of topography and soil variables on abundance of *onobrychis chorassanica bunge*. in Kardeh and Kurtian Rangelands, Mashhad, Iran. *Journal of Rangeland Science* 202111(3): 283-300
13. De Jager, N.R., J.J. Rohweder, Y. Yin and et al. 2016. The upper mississippi river floodscape: spatial patterns of flood inundation and associated plant community distributions. *Journal of Vegetation Science* 19: 164e172.
14. De Koning, J.H.J., E. Vedlkamp and M.L. Ulloa. 2003. Quantification of carbon sequestration in soils following pasture to forest conversion in northwest ecuador. *Global Biogeochemistry* 17: 1098-1110.
15. Du, H., Hu, F., Zeng, F., Wang, K., Peng, W., Zhang, H., Zeng, Z., Zhang, F. and Song, T. 2017. Spatial distribution of tree species in evergreen-deciduous broadleaf karst forests in southwest China. *SCIENTIFIC RePorTS* 7: 15664.
16. Ebrahimi, M., Masoodipour, A. and Rigi, M. 2015. Role of Soil and Topographic Features in Distribution of Plant Species (Case study: Sanib Taftan Watershed). *Ecopersia* 3(1):917-9. (In Persian)
17. Ebrahimi, S. S. and H. Pourbabaie. 2013. Effect of conservation on spatial Pattern of dominant trees in beech (*Fagus orientalis* Lipsky) communities, (Case Study: Masal, Guilan). *Iranian Journal of Applied Ecology* 2(4): 13-23. (In Persian)
18. Eshaghi R. J. and A. Banj shafiei. 2010. The distribution of ecological species groups in *fagetum*. communities of caspian forests: determination of effective environmental factors. *Flora* 205:721–727.
19. Fadrique, B. and J. Homeier. 2016. Elevation and topography influence community structure, biomass and host tree interactions of lianas in tropical montane forests of southern Ecuador. *Journal of Vegetation Science* 27 (5):958–68.
20. Fahimipour, E., M.A. Zare Chahoki and A. Tavili. 2010. The relationships between environment characteristics and vegetation in Taleghan rangelands. *Iranian Journal of Rangeland*. 4: 23-32. (In Persian).
21. Fan, J.Q., Y. Xu, H.Y. Ge and W. Yang. 2020. Vegetation growth variation in relation to topography in Horqin Sandy Land. *Ecological Indicators* 113: 106215.
22. Haghayan, A., J. Ghorbani, M. Shokri and Z. Jafariyan. 2008. Separating of the effect of soil factors with the effect of topography factors on vegetation distribution in summer rangeland in Central Alborz, *Journal of Rangeland* 3(1): 53-68. (In Persian)
23. Hajili Doji, A. 2016. Ecology and physiology of *Pistacia atlantica*. In: national conference of aromatic medicinal plants and spices. Gonbad kavous university, Iran.7, pp.
24. Iturrate-Garcia, M., M.J. O'brien, O. Khitun, S. Abiven, P. Niklaus and G. Scheapman Strub. 2016. Interactive effects between plant functional types and soil factors on tundra species diversity and community composition. *Ecology and Evolution* 6: 8126e8137.
25. Jackson, R.B., K. Lajtha, S.E. Crow, G. Hugelius, M.G. Kramer, G. Piñeiro. 2017. The ecology of soil carbon: pools, vulnerabilities, and biotic and abiotic controls. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 48, 419–445.
26. Jafarian, N., J. Mirzaei, M. Moradi, and M. Heydari. 2017. Environmental characteristics and ordination of woody plant species and their relation with environmental factors in Ilam forest. *Wood & Forest Science and Technology*, 24(3): 81-94. (In Persian)
27. Janatbabaie, M., Gh. Moradi. and J. Fegghi. 2010. Effect of soil and topography characteristics on distribution of plant types in the Arasbaran forests, Iran. *Journal of Forest Research and Development* 5(4): 583-597 (In Persian)
28. Jarema, S.I., J. Samson and B.J. McGill. 2009. Variation in abundance across a species' range predicts climate change responses in the range interior will exceed those at the edge: a case study with North American beaver. *Global Change Biology* 15:508–522.
29. Kalra, Y.P. and D.G. Maynard. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis edmonton: forestry canada,

- northwest region, northern forestry center. *Information Report NOR-X-319*. 125 p.
30. Katabuchi, M., H. Kurokawa, S.J. Davies, S. Tan and T. Nakashizuka. 2012. Soil resource availability shapes community trait structure in species-rich dipterocarp forest. *Journal of Ecology* 100: 643–651.
 31. Khan, W., S.M. Khan and H. Ahmad. 2015. Altitudinal variation in plant species richness and diversity at Thandiani sub forests division, Abbottabad, Pakistan. *Biodiversity. Environment*. 7 (1), 46–53
 32. Kozhoridze, G., N. Orlovsky, L. Orlovsky, D.G. Blumberg. and A. Golan-Goldhirsh. 2015. Geographic distribution and migration pathways of Pistacia—present. *past and future. Ecography*,38 (11): 1141-1154.
 33. Lahooti, S.P., S.M. Emadi, M.A. Bahmanyar and M. Gagar Sepanlou. 2016. Effect of some physical and chemical properties of soil in East and Southern Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad. In: Second National Conference on sustainable management of soil resources and the environment, univrrsity Kerman, Iran,4, pp.
 34. Lsoosova, Z., M. Chytry, S. Cimalova, Z. Kropac, Z. Otypkova, P. Pysek. and L. Tichy. 2004. Weed vegetation of arable land in Central Eropce: Gredients of diversity and species composition, *Journal of Vegetation science* 15: 415-422.
 35. Meng, Q.F., Y.T. Sun, J. Zhao, L.R. Zhou, X.F. Ma, M. Zhou, W. Gao and G.C. Wang. 2014. Distribution of carbon and nitrogen in water-stable aggregates and soil stability under long-term manure application in solonetzic soils of the Songnen plain, Northeast China. *Soil Sediment* 14:1041–1049.
 36. Metaji, A. and G.H. Zahedi-Amiri. 2006. The relationship between plant ecologic groups and edaphic conditions of the habitat (Case study: Khiroudkenar Jungle of Noshahr). *Journal Natural Environment* 59(4): 453-863. (In Persian)
 37. Mohammadi Sarvallah, F., M. Pirbavaghar, and N. Shabanian. 2014. Correlation of physiographic, human and climate factors with spatial distribution of Quercus brantii-Pistacia atlantica type in Sarvabad, Kurdistan province. *Wood & Forest Science and Technology* 21 (1):85-102. (In Persian)
 38. Moradi, G.h. and H. Vacik. 2018. Relationship between vegetation types, soil and topography in southern forests of Iran, *Journal of Forestry Research*, 29(6): 1635-1644.
 39. Moreno, G., J. J. Obrador. and A. Garcia. 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119: 270–280.
 40. Moulai Sham asbi, M., Ghorbani, A., Sefidi, K., Bahrami, B. and Hashemi Majid, K. 2016. Effects of ecological factors on distribution of *Artemisia aucheri* Boiss.in southeast faced slopes of Sabalan. *Marta scientific research journal* 11(2)150-139. (In Persian)
 41. Naderi, M., J. Mirzaei, A. Mosleh Arani, M. Heydari and A. A. Jafarzadeh. 2018. Investigating some factors affecting the distribution of the species of sand (*Lonicera nummulariifolia* Jaub. & Spach) in Zagros forests. *Iranian Journal of Applied Ecology* 6(4): 1-14. (In Persian)
 42. Najafifar, A. 2010. Proposal of a forest physical model for ecological capability evaluation in Zagros vegetation zone (Case study: Masby region, Abdanan city, Ilam province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 18(3): 405-416. (In Persian)
 43. Najafifar, A., M.H. Moayeri, Sh. Shatai-Joybari and A. Salman-Mahini. 2017. The role of hillshade regime on canopy density and evaluation of ecological capability in the Zagros forests (Case study: Kabirkooch forest of Badreh city, Ilam province), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 25 (1): 23-34. (In Persian)
 44. Najafifar, A., N. Raftnia, R. Rahmani, J. Hosseinzadeh and A. A. Karam Shahi. 2018. A Model for Ecological Capability Evaluation Zagross Forests. *Pajouhesh-Va-Sazandegi Ministry of Agricultural Jahad* 59: 34-39. (In Persian)
 45. Niu, Y., J. Zhou, S. Yang, B. Chu, S. Ma, H. Zhu, L. Hua. 2019. The effects of topographical factors on the distribution of plant communities in a mountain meadow on the Tibetan Plateau as a foundation for targetoriented management. *Ecological Indicators* 106: 105532.
 46. Maimandejad, M. J. 1999. Foundation of Ecology, Tehran University Press, Tehran.
 47. Oliver, D.C. and B.C. Larson. 1996. Forest Stand Dynamics. John Wiley and Sons, New York, 520 p.
 48. Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circular* 939: 1-19.
 49. Page, S. E., R. A. J. Wust, D. Wriss, J. O. Rieley, W. Shotyk, and S. Limin. 2004. A record of late Pleistocene and Holocene carbon accumulation and implication for past, present and features carbon dynamics. *Jornal of Quaternary Science* 19: 625-635.
 50. Pourbabaie, H., M. Babaeian, A.E. Bonyad, and M.N. Adel. 2014. Autecology of Montpellier maple (*Acer monspessulanum* subsp. *cinerascens*) in forests of Fars Province. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)* 27(3):376-385. (In Persian)
 51. Pugnaire, F.I., C. Armas and F.T. Maestre. 2011. Positive plant interactions in the Iberian Southeast: mechanisms, environmental gradients, and ecosystem function. *Journal of Arid Environment* 75:1310–1320.
 52. Rahman, A., S. Mulk Khan, Z. Ahmad, S. Alamri, M. Hashem, M. Ilyas, A. Aksoy, C. Dülgero ̇glu, G. Khan, S. Ali,

2021. Impact of multiple environmental factors on species abundance in various forest layers using an integrative modeling approach. *Global Ecology and Conservation* 29: e01712.
53. Rankou, H., S. M'sou, R.A. Ait Babahmad, A. Ouhammou, M. Alifriqui and G. Martin. 2018. *Pistacia atlantica*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T19365844A117264678.
54. Sarker, S.K., S. Rashid, M. Sharmin, M.M. Haque, S.S. Sonet, M. Nur-Un-Nabi. 2014. Environmental correlates of vegetation distribution in tropical Juri forest, Bangladesh. *Tropical Ecology* 55:177-193
55. Sebastia, M.T. 2004. Role of topography and soils in grassland structuring at the Landscape and community scales. *Basic and Applied ecology* 5: 331-346. (In Persian)
56. Sheikh Hosseini, A. R. and F. enlightening. 2016. The effect of soil type and plant survival on the intensity of pure nitrogen mineralization. *Pajouhesh Va Sazandgi* 127:75-133. (In Persian)
57. Sohrabi Zadeh, A., R. H. Haidari and M. Haidari. 2021. The effect of elevation on plant distribution pattern in central Zagros forests (case study: educational and research forest of Razi University), *Iranian Natural Ecosystems Quarterly* 12(2):28-42. (In Persian)
58. Sperry, J.S. and U.G. Hacke. 2002. Desert shrub water relations with respect to soil characteristics and plant functional type. *Functional Ecology* 16: 367-378.
59. Talebi, M., Kh. Sagheb-Talebi. and H. Jahanbazi. 2006 Site demands and some quantitative and qualitative characteristics of Persian Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Chaharmahal & Bakhtiari Province (western Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 14(1):67-79. (In Persian)
60. Thammanu, S., D. Marod, H. Han, N. Bhusal, L. Asanok, P. Ketdee, N. Gaewsingha, S. Lee, J. Chung. 2021. The influence of environmental factors on species composition and distribution in a community forest in Northern Thailand. *Journal of Forestry Research* 32:649-662. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01239-y>
61. Tilk, M., T. Tullus. and K. Ots. 2017. Effects of environmental factors on the species richness, composition and community horizontal structure of vascular plants in Scots pine forests on fixed sand dunes. *Silva Fenn* 1:2.
62. Tsheboeng, G., M. Murray-Hudson, K. Kashe. 2016. A baseline classification of riparian woodland plant communities in the Okavango Delta, Botswana. *Southern Forests: A Journal of Forest Science* 78: 97e104.
63. 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)
64. Walkley, A. and I. Black. 1934. An examination of the Degetiareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
65. Yang, Qi., H. Zhang, L. Wang, F. Ling, Z. Wang, T. Li, J. Huang. 2021. Topography and soil content contribute to plant community composition and structure in subtropical evergreen-deciduous broadleaved mixed forests. *Plant Diversity* 43(4): 264-274.
66. Zahri, M., F. Shokraei, 1999. Plant Geography of Iran (Collection of Application of Plant Geography in Conservation). Publications of Environmental Protection Organization.
67. Zheng, J.G., Y.W. Chen. and G.X. Wu. 2013. Association of vegetation patterns and environmental factors on the arid western slopes of the Helan Mountains, China. *Mountain Research and Development* 33: 323e331.

Investigating the Ecological Range Distribution and Environmental Factors Affecting the Distribution of Woody Species in the Zagros Forests of Ilam Province

A. Najafifar^{1*} and N. Jafarian²

(Received: February 21-2024; Accepted: July 03-2024)

Abstract

The present survey was conducted to investigate the ecological distribution range of woody species and the most important factors affecting their distribution in the Zagros forests of Ilam province. physical and chemical characteristics of soil, as well as topographical factors, were assessed in 109 circular sampling plots with an area of 500 m² in four forest areas with an altitude range of 800-2400 m. The vertical distance of the plots on the slope aspect was 100 m, and the distance of the sampling routes varied from 500-1000 m. ecological distribution range index was calculated based on the most important factors affecting species distribution. Based on the Principal Component Analysis (PCA), the most significant factors include: the percentage of the clay, Potassium, nitrogen, carbon, sand, phosphorus, and altitude. species such as *Amygdalus orientalis*, *Lonicera nummularifolia*, *Daphne mucronata* and *Cerasus mahaleb* and *Acer monspessulanum* were found at high altitudes with the highest levels of carbon, nitrogen, potassium and phosphorus. In addition, *Quercus brantii* along with *Acer monspessulanum* and *Daphne mucronata* showed the highest ecological distribution range while *Pistacia atlantica*, *Amygdalus arabica* and *Amygdalus orientalis* species respectively has the lowest values. Overall, results indicate that topography and soil factors play an important role in the distribution of woody species in the studied areas.

Keywords: Ecological range, Habitat, Woody species, Zagros forests, Ilam province

-
1. Assistant Prof., Research Division of forests, Rangelands and Watershed, Ilam Agricultural and Natural Resources Research Center (AREEO), Ilam, Iran.
 2. Researcher, PhD in Forest Biology, Research Division of forests, Rangelands and Watershed, Ilam Agricultural and Natural Resources Research Center (AREEO), Ilam, Iran.

*: Corresponding Author, Email: alinajafifar@yahoo.com