دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره دهم، شماره بیستم و یکم
http://pec.gonbad.ac.ir

اثر اکوفیزیوگرافی بر ویژگی‌های کمّی قطر، ارتفاع، سطح مقطع، قطر تاج و مساحت تاج پوشش درختان در جوامع جنگلی کوهستانی (مطالعه موردی: جامعه بلوط – ممرز در جنگل ارسباران)

رؤیا عابدی[1*]، لیلا سلیمان‌نژاد[2]

[1]استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز
[2]پژوهشگر پساد کتری، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اراک، دانشگاه اراک، اراک

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲

چکیده

هدف اکوفیزیوگرافی تحلیل جغرافیای زمین و ارتباط فیزیوگرافی با اکوسیستم است. اکوفیزیوگرافی مبنایی برای فرآیندهای برنامه‌ریزی برای بررسی ویژگی‌های سیستم‌های زمین با توجه به تعاملات بین فیزیوگرافی زمین و موجودات زنده است. باتوجه به شرایط کنونی اکوسیستم‌ها و افزایش بلایای طبیعی و به‌منظور پایداری اکوسیستم، ارزیابی ویژگی‌های اکوفیزیوگرافیک زمینه‌ای برای حل مشکلات اکوسیستم‌ها فراهم می‌کند تا خدمات اکوسیستمی با کیفیت‌تری عرضه شود. با توجه به اهمیت نقش محیط در تعیین عوامل مؤثر بر انتشار، پراکندگی و بقای جوامع جنگلی، پژوهش حاضر با هدف نمایش رابطه بین ویژگی‌های کمّی درختان با عوامل فیزیوگرافی جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا مورد تحلیل قرار گرفت. در این پژوهش از داده‌های نمونه‌برداری در قطعات نمونه مربعی به ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر در توده‌های با غالبیت حضور درختان بلوط اوری و ممرز در سه دامنه ارتفاعی از ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر بالاتر از سطح دریا و در دو جهت جغرافیایی شامل شمال شرقی و شمال غربی استفاده شد. برای به حداقل رساندن اثرات عواملی همچون تخریب انسانی، توده‌ها از مناطق کاملاً حفاظت شده، انتخاب شدند. در هر قطعه نمونه قطر برابر سینه، ارتفاع کل و قطرهای بزرگ و کوچک تاج همه درختان اندازه‌گیری شدند. مؤلفه‌های سطح مقطع (سانتی‌مترمربع)، مساحت تاج پوشش (مترمربع) و میانگین قطر تاج (متر) درختان محاسبه شد. آزمون‌های آماری شامل تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ به منظور بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا و آزمون t مستقل برای بررسی اثر جهت‌های جغرافیایی با استفاده از نرم افزار R انجام شد. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا و جهت دامنه بر روی ویژگی‌های قطر برابر سینه و سطح مقطع توده تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵) اما بر ارتفاع درختان توده، میانگین قطر تاج و مساحت تاج پوشش توده تفاوت معنی‌داری داشت (p≤۰/۰۵). دامنه شمال غربی از نظر همه ویژگی‌های مورد مطالعه شرایط همگن‌تری داشت، اما تغییرات در دامنه شمال شرقی بیشتر بود و ارتفاع و تاج درختان توده از دره به سمت قله به‌طور معنی‌داری بیشتر شد (p≤۰/۰۵). همبستگی معنی‌داری نیز بین قطر برابر سینه و سطح مقطع و همچنین مساحت تاج و قطر تاج به‌دست آمد (p≤۰/۰۵). عوامل اکوفیزیوگرافی مورد مطالعه شامل ارتفاع از سطح دریا و جهت دامنه بر روی برخی از ویژگی‌های کمّی توده‌های بلوط اوری-ممرز در ارسباران تأثیر داشته و درختان به‌دلیل سرشت تمایل به سازگاری با محیط، تحت تأثیر این عوامل تغییرات معنی‌داری نشان داده‌اند. به این ترتیب که در دامنه شمال غربی در هر سه حالت در قله و دامنه و دره همگن‌تر بودند و در جهت دامنه شمال شرقی از دره به سمت قله درختان از نظر اندازه بزرگتر بودند. این حالت برای سطح مقطع درختان نیز حاکم بود. اما اندازه تاج درختان که اجماع مؤلفه‌های مساحت تاج و قطر تاج است، در جهت شمال غربی و در بخش دامنه، درختان تاج بزرگتری داشتند و در جهت شمال شرقی درختان قله از مساحت تاج بزرگتری برخوردار بودند. بررسی تأثیر توأم جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا بر ویژگی‌های توده‌ها نشان داد که مساحت تاج پوشش درختان و میانگین قطر تاج همچون تأثیر جداگانه هر یک از این عوامل دارای اختلاف معنی‌داری بود (p≤۰/۰۵) و سایر ویژگی‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (p>۰/۰۵).

واژه‌های کلیدی: **ارسباران، اکوفیزیوگرافی، مؤلفه کمّی، جامعه گیاهی**

*نویسنده مسئول: royaabedi@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

مقدمه

اکوسیستم‌های کوهستانی حدود یک پنجم از سطح زمین را تشکیل داده‌اند. در این اکوسیستم‌ها ارتفاع از سطح دریا بر توزیع جوامع گیاهی به شدت اثر می‌گذارد. در واقع عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه چندین عوامل غیرزیستی مانند فشار هوا، تابش، ابر، رطوبت، عمق خاک و غیره را کنترل می‌کنند که الگوهای پوشش گیاهی و اکولوژی جنگل‌های کوهستانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Cirimwami et al., 2019).

پوشش گیاهی همچنین می‌تواند نسبت به عوامل بیرونی بسیار حساس باشند و جوامع گیاهی در هر رویشگاه تحت تأثیر عوامل متعدد زیستی و غیرزیستی (محیطی) است. عوامل محیطی، سبب ایجاد تغییرات موضعی از طریق تغییر الگوهای بقا، رشد و تکثیر در جوامع گیاهی هستند. ازاین‌رو اجرای هر نوع برنامه‌ریزی به‌منظور اصلاح، احیا و حفاظت، نیازمند شناخت این ارتباط بین جوامع گیاهی و متغیرهای محیطی اکوسیستم است. بنابراین بررسی انواع ویژگی‌های کمّی و کیفی جوامع گیاهی به تنهایی در ارائه نتایج جامع برای ارزیابی از وضعیت موجود کافی نیست و مطالعه همزمان متغیرهای کمّی و محیطی به نتایج مطلوب‌تری می‌انجامد (Abedi and Pourbabaei, 2011؛ پیله‌ور و همکاران، ۱۳۹۵).

هدف اکوفیزیوگرافی تعیین و تحلیل جغرافیای زمین مانند توپوگرافی، آب و هوا، پوشش گیاهی، خاک و هیدروگرافی و ارتباط فیزیوگرافی و اکوسیستم است. به عبارت دیگر اکوفیزیوگرافی مبنایی برای فرآیندهای برنامه‌ریزی برای بررس ویژگی‌های سیستم‌های زمین با توجه به تعاملات بین فیزیوگرافی زمین و موجودات زنده است. این فرآیند جامع می‌توانند در نهایت در ترکیب با تحلیل‌های مکانی دقیق به ایجاد نقشه‌های موضوعی منجر شود. باتوجه به شرایط کنونی اکوسیستم‌ها و افزایش بلایای طبیعی و به‌منظور پایداری اکوسیستم ارزیابی ویژگی‌های اکوفیزیوگرافیک زمینه‌ای برای حل مشکلات اکوسیستم‌ها فراهم می‌کند تا خدمات اکوسیستمی با کیفیت‌تری عرضه شود (Cabuk et al., 2016).

در مطالعات سال‌های اخیر نشان داده شده است که با افزایش ارتفاع از سطح دریا عوامل محیطی مانند دما، رطوبت، فشار هوا و مقدار تابش نورخورشید و بسیاری از این عوامل محیطی نیز تغییر می‌کنند. به همراه تغییرات در عوامل محیطی، تغییر در ساختار و فیزیولوژی گیاهان نیز در طول گرادیان ارتفاع مشهود است (واحدی و متاجی، ۱۳۹۲؛ اسحاقی‌راد و همکاران، ۱۳۹۴؛ ولی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲؛ مؤمنی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان عامل مهمی در شکل‌دهی و تغییر در جوامع گیاهی شناخته شده است و تغییرات ارتفاعی عامل بسیار مهمی برای بررسی جوامع گیاهی در راستای پی بردن به اهمیت سازش‌پذیری درازمدت آنها است و از آنجا که عامل تأثیرپذیری از محیط منجر به پایداری افراد یک جمعیت در برابر نواسانات کوتاه‌مدت محیطی می‌شود، ممکن است که تأثیرپذیری بتواند افراد جمعیت را در مقابل اثرات درازمدت نیز حفظ کند (محبی بیجارپس و همکاران، ۱۳۹۷).

عوامل فیزیوگرافی از یک طرف نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت و چگونگی شرایط رویشگاه دارند و از طرف دیگر تعیین‌کننده ویژگی دسترسی‌پذیری هستند که بر شیوه رفتار با سرزمین نقش چشمگیری دارد. تعداد زیادی از ویژگی‌های اکولوژیک و جنگل‌شناسی توسط عوامل فیزیوگرافی تنظیم می‌شوند که این ویژگی‌ها کنترل‌کننده بخش مهمی از شاخص‌های کمّی و کیفی توده‌ها هستند (ولی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲).

بنابر آنچه تشریح شد، فیزیوگرافی زمین از جمله متغیرهای مهمی است که پراکندگی، ساختار و الگوهای رشد در جنگل‌های کوهستانی را بسیار تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو به‌منظور درک بهتر شرایط جنگل‌های طبیعی در مناطق کوهستانی ضروری است که پراکندگی گونه، وضعیت زیستگاه، مقاومت به شرایط سخت محیطی، شناخت عوامل طبیعی محیطی مؤثر مانند اثرات ارتفاع از سطح دریا و جهت دامنه بررسی شوند (Rahman et al., 2022).

تغییرات در ارتفاع از سطح دریا در امتداد گستره‌ای حتی کوچک می‌تواند باعث تغییرات در پوشش گیاهی در آن منطقه شود؛ زیرا باعث تغییر در شرایط آب و هوایی خواهد شد که نیروی محرکه برای تغییرات زیاد در انواع پوشش گیاهی است. تلاش برای درک الگوی این تغییرات در ترکیب گیاهان، تنوع آنها و الگوی تغییرات در طول گرادیان‌های مختلف محیطی همواره تحقیقات میدانی زیادی را در سراسر جهان رقم زده است و بسیاری از آنها نشان داده‌اند که شرایط محیطی شامل شیب، جهت دامنه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

و ارتفاع از سطح دریا در قالب فیزیوگرافی زمین در الگوهای ترکیب گونه‌ای و ساختار جوامع جنگلی گامی اساسی هم در مطالعه پوشش جنگلی و نیز درک الگوهای طبیعی تنوع گیاهی شده است. به‌طوری‌که امروزه کاهش جمعیت و خطر انقراض گونه‌ها با تغییر در جهت‌های دامنه و ارتفاع از سطح دریا تصادفی نیست و حتی وسعت حضور یک جامعه گیاهی به امتداد یک گستره طبیعی مرتبط است (Sinha et al., 2018).

به‌منظور تشریح این ارتباطات اهداف و فرضیه‌های مختلفی مطرح و مورد تحقیق قرار گرفته‌اند. صفری و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی پراکندگی ساختاری توده‌های آمیخته تحت تأثیر شاخص‌های شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه در جنگل ارسباران به‌روش رج‌بندی نشان دادند که ساختار و ترکیب جنگل متأثر از عوامل متعدد اکولوژیکی از جمله فیزیوگرافی زمین است. عابدی (۱۳۹۹) اثر عوامل ارتفاع و جهت دامنه را بر روی مدل‌های رویشی براساس رگرسیون غیرخطی برای گونه ممرز در ارسباران بررسی کرد و نشان داد که گونه ممرز در جهت‌های مختلف دامنه و ارتفاع‌های متفاوت از مدل‌های رویشی متنوعی پیروی می‌کرد. محبی بیجارپسی و همکاران (۱۳۹۷) تغییرات ریخت‌شناسی و فیزیولوژی گونه راش در سه ارتفاع ۷۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۷۰۰ متر بالاتر از سطح دریا را در جنگل‌های ماسال در استان گیلان به‌منظور ارزیابی تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر روی برگ‌های این گونه بررسی کردند و بیان داشتند که جوامع راش با تغییر در ویژگی‌های خود (مقدار سطح برگ، سطح ویژه برگ و محتوای آب نسبی) در ارتفاعات مختلف به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند. نادری ورندی و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر ارتفاع از سطح دریا را بر روی برخی از ویژگی‌های کمّی و کیفی درختان صنوبر در استان مازندران در سه ارتفاع (بین ۱۵۰ تا ۱۲۰۰ متر بالاتر از سطح دریا) بررسی کردند و نتیجه گرفتند که رشد قطری و حجمی درختان صنوبر در ارتفاع پایین مطلوب‌تر بوده و درختان تنه‌ای استوانه‌ای و تاجی متقارن‌تر داشتند.

رحمان و همکاران (Rahman et al., 2022) در بررسی گرادیان‌های محیطی در جوامع با غالبیت گونه بلوط در جنگل‌های کوهستانی در کشور پاکستان نشان دادند که ساختار جامعه تحت تأثیر عوامل محیطی مانند بارش، شیب دامنه و ارتفاع، تغییرات معنی‌داری نشان می‌دهد و نتایج این نوع پژوهش‌ها را برای توسعه چارچوبی برای احیای اکولوژیکی، توسعه طرح مدیریت و حفاظت بسیار مؤثر و کاربردی معرفی کردند. مازون و همکاران (Mazon et al., 2020) ضمن بیان این نکته که تحقیق در زمینه این موضوع که جوامع درختان جنگلی چگونه با تغییر در ارتفاع از سطح دریا تغییر می‌کنند، می‌تواند درک ما را از جنگل‌ها و واکنش آنها به تغییرات محیطی نشان دهد. آنها در تحقیق خود نشان دادند که سطح مقطع درختان با افزایش ارتفاع بیشتر شد که نشان‌دهنده تراکم بیشتر درختان قطور در ارتفاعات بالاتر بود، اما وزن مخصوص چوب درختان با افزایش ارتفاع تفاوت معنی‌داری نشان نداد. سیریم‌وامی و همکاران (Cirimwami et al., 2019) نوع، شکل زیستی و غنای گونه‌ای را در گرادیان ارتفاعی (دامنه ارتفاعی بین ۸۱۰ تا ۲۷۶۰ متر بالاتر از سطح دریا) در جنگل استوایی در پارک ملی Kahuzi-Beige در شرق جمهوری کنگو مورد بررسی و تحلیل قرار دادند و کاهش غنای گونه‌ای گیاهان چوبی (درختان و درختچه‌ها) در گرادیان ارتفاعی را نشان دادند و مفهوم اکوفیزیوگرافی را در این زمینه مورد بحث قرار دادند. نیه و همکاران (Nie et al., 2019) با ذکر این نکته که تعامل بین فیزیوگرافی زمین و پوشش جوامع گیاهی گاهی پیچیده است، در بررسی جوامع کاج در مناطق تپه‌ای نیمه گرمسیری در استان Hunan در چین دریافتند که بیوماس روی زمینی درختان در دامنه‌های با ارتفاع کم و جهت دامنه شمال غربی بیشتر است و همچنین مقدار شیب زمین، جهت شیب دامنه و ارتفاع با تأثیرات معنی‌دار بر خاک جوامع جنگلی بر ویژگی‌های کمّی و کیفی درختان توده‌ها اثرات معنی‌دار خواهند داشت. بنابراین عامل فیزیوگرافی زمین را از عوامل مهم در تغییرپذیری بیوماس روی زمینی معرفی کردند. سینها و همکاران (Sinha et al., 2018) وجود گرادیان‌های متنوع شیب و ارتفاع و به تبع آن تغییرات سریع در شرایط آب و هوایی در فواصل کم در پارک جنگلی Singalila را در شرق هیمالیا (در کشور هند) تحلیل کردند و نشان دادند که تعداد گونه‌ها همبستگی منفی با ارتفاع از سطح دریا نشان داد و ارتباط معنی‌داری بین ارتفاع از سطح دریا و ترکیب گونه‌ای جامعه جنگلی در منطقه مورد مطالعه وجود داشت.

براساس آنچه بیان شد با توجه به اهمیت نقش محیط در تعیین عوامل مؤثر بر انتشار، پراکندگی و بقای جوامع جنگلی، پژوهش حاضر به‌منظور نمایش رابطه بین ویژگی‌های کمّی درختان با عوامل فیزیوگرافی جهت دامنه و ارتفاع

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

از سطح دریا مورد تحلیل قرار گرفت و فرضیه تحقیق بر این بود که ویژگی‌های کمّی درختان شامل قطر برابر سینه، ارتفاع، سطح مقطع، مساحت تاج و میانگین قطر تاج در شرایط جهت دامنه و ارتفاع‌های مختلف در یک اکوسیستم کوهستانی با هم متفاوت هستند و تغییرات معنی‌داری در این ویژگی‌ها ایجاد خواهد شد. به طور کلی در مطالعه حاضر هدف توصیف و مقایسه ویژگی‌های کمّی جوامع درختان بلوط - ممرز در محدوه ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر بالاتر از سطح دریا به عنوان دامنه غالب در ارسباران یعنی شمال شرقی تا شمال غربی بود تا بدین ترتیب چگونگی ارتباط ارتفاع و جهت را بر حضور این جوامع و تغییرات درونی آن بررسی شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه رویشی ارسباران از جمله رویشگاه‌های پنج‌گانه جنگلی ایران محسوب می‌شود که به‌عنوان یکی از رویشگاه‌های نیمه مرطوب در بخش شمال غربی کشور واقع است. این منطقه جزو مناطق یکصد و دو گانه بیوسفر جهان از سال ۱۹۷۷ توسط یونسکو تحت عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره با اهداف حفاظت از طبیعت و پژوهش‌های علمی مطرح شد و در طول این دوره طولانی مدت (حدود ۴۵ سال) تحت حفاظت بوده است. این منطقه از یک طرف توسط کوه‌های قفقاز و قره‌داغ احاطه شده و از طرف دیگر محل تلاقی رشته کوه‌های البرز و زاگرس است که در کوه‌های آرارات به یکدیگر می‌پیوندند و سبب ایجاد عوامل فیزیوگرافیک، خاکی و خرداقلیم‌های مختلف می‌شوند که این امر موجب ایجاد رویشگاه‌های طبیعی با تنوع زیستی منحصر به‌فرد شده است (عابدی، ۱۳۹۹). پژوهش حاضر در بخشی از جنگل‌های ارسباران در مختصات جغرافیایی "۱۵/۹۳ '۵۷ °۳۸ عرض شمالی و "۱۹/۱۲ '۱۷ °۴۷ طول شرقی انجام شد.

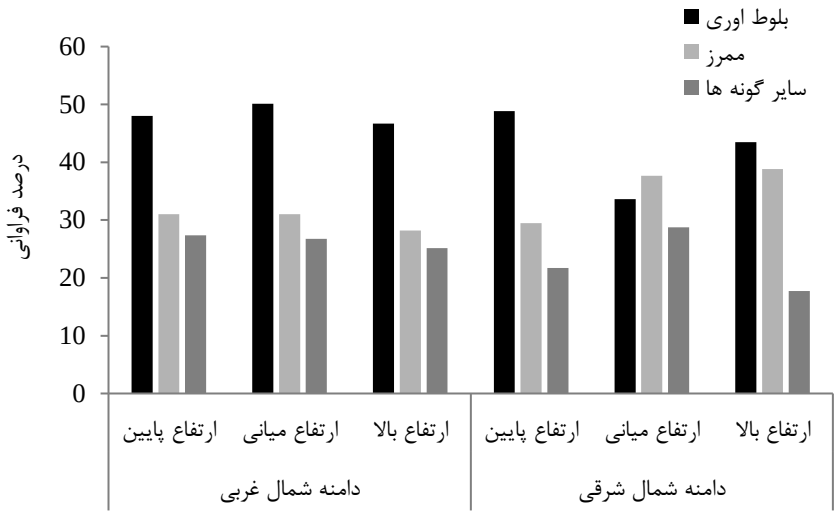
روش تحقیق و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش از داده‌های نمونه‌برداری در قطعات نمونه مربعی به ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر (عابدی، ۱۳۹۹، آقابراتی و همکاران، ۱۳۹۷) در توده‌های با غالبیت حضور درختان بلوط اوری و ممرز در سه دامنه ارتفاعی از ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر بالاتر از سطح دریا شامل ارتفاع پایین (۱۲۰۰ متر)، ارتفاع میانی (۱۴۰۰) و ارتفاع بالا (۱۶۰۰) و در دو جهت جغرافیایی شامل شمال شرقی و شمال غربی (دامنه‌های غالب در جنگل‌های ارسباران که دارای توده‌های نسبتاً انبوهی از جوامع بلوط-ممرز می‌باشد) استفاده شد. برای به حداقل رساندن اثرات عواملی همچون تخریب انسانی، توده‌ها از مناطق کاملاً حفاظت شده که سال‌ها تحت حفاظت بوده‌اند، انتخاب شدند. در هر قطعه نمونه قطر برابر سینه همه درختان (با قطر برابر سینه بیشتر از ۷/۵ سانتیمتر)، ارتفاع کل و قطرهای بزرگ و کوچک تاج درختان اندازه‌گیری شدند (Abedi and Pourbabaei, 2011) سپس مؤلفه‌های سطح مقطع (سانتمیترمربع)، مساحت تاج پوشش (مترمربع) و میانگین قطر تاج (متر) درختان محاسبه شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات مستخرج از اندازه‌گیری درختان، در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون گولموگروف- اسمیرنوف اثبات شد و آزمون‌های آماری شامل تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ به‌منظور بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا و آزمون t مستقل برای بررسی اثر جهت‌های جغرافیایی در نرم افزار R انجام و آزمون همبستگی پیرسون نیز برای بررسی مقدار همبستگی بین ویژگی‌های کمّی در ارتفاع و جهت‌های مختلف محاسبه شد.

نتایج

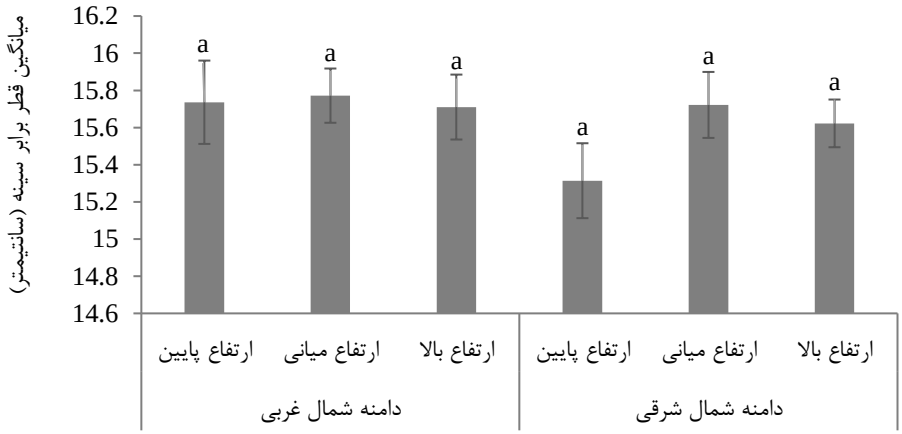
درصد ترکیب گونه‌ای در منطقه مورد مطالعه نشان داد که تیپ عمده توده‌ها همان‌طور که انتظار می‌رفت، بلوط اوری-ممرز بود. در دامنه شمال غربی بلوط اوری غالبیت بیشتری داشت و سایر گونه‌های همراه نیز فراوانی نزدیکی به گونه ممرز داشتند؛ اما در دامنه شمال شرقی فراوانی بلوط و ممرز به یکدیگر نزدیک‌تر بود و با حضور کمتر سایر گونه‌های همراه، تیپ بلوط اوری - ممرز غالبیت بیشتری داشت (شکل ۲).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]



شکل ۲- ترکیب گونه‌ای در منطقه مورد مطالعه

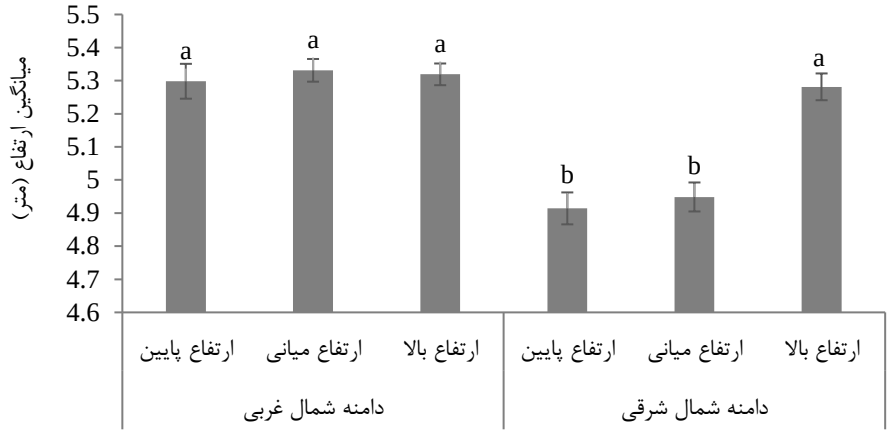
محاسبه ویژگی‌های کمّی توده‌ها نشان داد که در جهت شمال غربی دامنه و در ارتفاع میانی، توده‌ها قطر برابر سینه بیشتری داشتند (۰/۱۴۶ ± ۱۵/۷۷۲ سانتیمتر) و بعد از به ترتیب ارتفاع پایین (۰/۲۲۴ ± ۱۵/۷۳۶ سانتیمتر) و بالا (۰/۱۷۵ ± ۱۵/۷۱۰ سانتیمتر) قرار داشتند، اما اختلاف آنها معنی‌دار نبود ($p>0/05$). در دامنه شمال شرقی نیز علی‌رغم این که درختان در ارتفاع میانی (۰/۱۷۷ ± ۱۵/۷۲۲ سانتیمتر) قطورتر از ارتفاع بالا (۰/۱۲۸ ± ۱۵/۶۲۲ سانتیمتر) و پایین (۰/۲۰۲ ± ۱۵/۳۱۴ سانتیمتر) بودند، اما این اختلاف‌ها معنی‌دار نبود ($p>0/05$) (شکل ۳، جدول ۱).



شکل ۳- میانگین قطر برابر سینه درختان در ارتفاع و جهت‌های مختلف دامنه

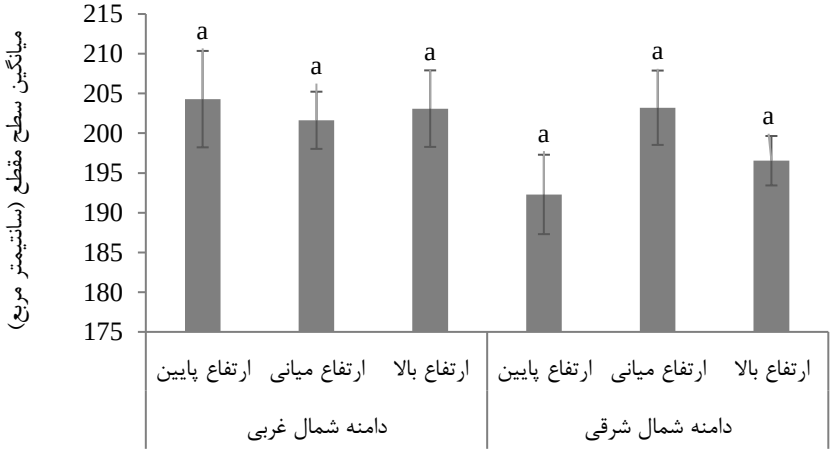
بررسی ارتفاع درختان در ارتفاع و جهت‌های مختلف نیز نشان داد که درختان در دامنه شمال غربی در همه طبقات ارتفاعی بالا، میانی و پایین (به‌ترتیب ۰/۰۳۳ ± ۵/۳۱۹، ۰/۰۳۴ ± ۵/۳۳۱، ۰/۰۵۳ ± ۵/۲۹۸) ارتفاع بیشتری نسبت به درختان توده‌های در جهت شمال شرقی (به ترتیب در ارتفاع بالا (۰/۰۴۰ ± ۵/۲۸۱)، میانی (۰/۰۴۴ ± ۴/۹۴۹) و پایین (۰/۰۴۸ ± ۴/۹۱۴)) داشتند و این اختلاف در ارتفاع‌های پایین و میانی در دامنه شمال شرقی به‌طور معنی‌داری کمتر بود ($p\leq0/05$) (شکل ۴، جدول ۱).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]



شکل ۴- میانگین ارتفاع درختان در ارتفاع و جهت‌های مختلف دامنه

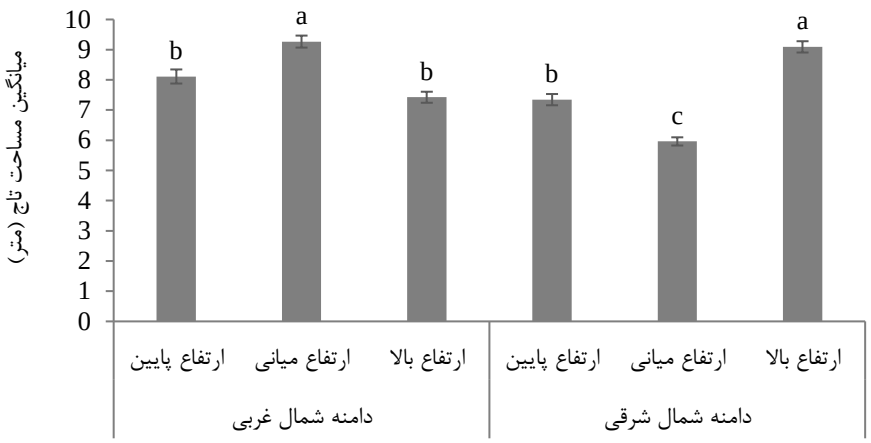
نتیجه محاسبه سطح مقطع درختان در ارتفاع‌ها و جهت‌های مختلف نیز نشان داد که توده‌های دامنه شمال غربی سطح مقطع بیشتری در همه ارتفاع‌های بالا (۴/۸۱۴ ± ۲۰۳/۰۹۲ سانتیمتر مربع)، میانی (۳/۵۹۹ ± ۲۰۱/۶۲۷ سانتیمتر مربع) و پایین (۶/۰۶۶ ± ۲۰۴/۲۸۸ سانتیمتر مربع) نسبت به جهت دامنه شمال شرقی (به ترتیب ارتفاع بالا (۳/۱۱۰ ± ۱۹۶/۵۳۹ سانتیمتر مربع)، میانی (۴/۶۷۶ ± ۲۰۳/۲۰۶) و پایین (۴/۹۹۷ ± ۱۹۲/۲۹۶ سانتیمتر مربع)) داشتند، اما این اختلاف‌ها معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵) (شکل ۵، جدول ۱).



شکل ۵- میانگین سطح مقطع درختان در ارتفاع و جهت‌های مختلف دامنه

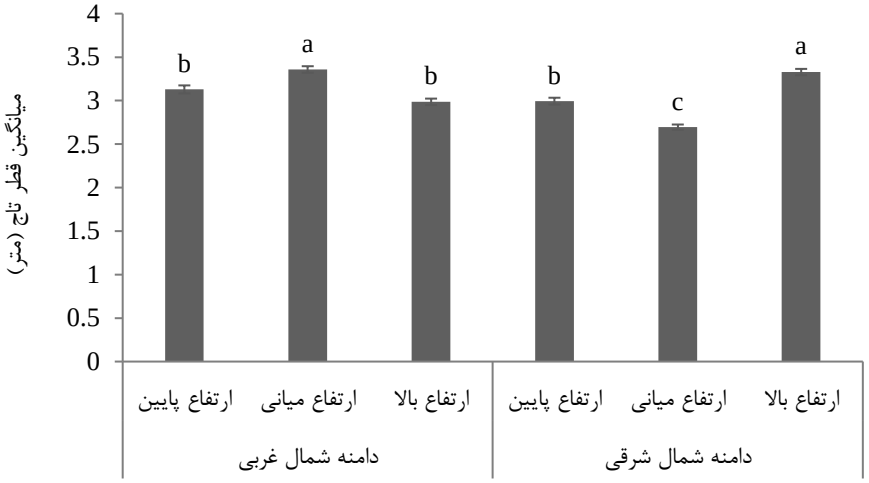
اما مساحت تاج درختان بسیار تحت تأثیر ارتفاع و جهت دامنه بود و تغییرات معنی‌داری را نشان داد (p≤۰/۰۵). به‌طوری‌که مساحت تاج درختان در دامنه شمال غربی و در ارتفاع میانی (۰/۱۹۹ ± ۹/۲۶۷ متر مربع) با اختلاف معنی‌داری بیشتر از توده‌های ارتفاع پایین و بالا (به‌ترتیب ۰/۲۳۳ ± ۸/۱۱۲ مترمربع و ۰/۱۸۳ ± ۷/۴۲۴ مترمربع) در این دامنه بود (p≤۰/۰۵). همچنین مساحت تاج درختان در توده‌های دامنه شرقی نیز در ارتفاع‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در هر سه ارتفاع نشان داد و ارتفاع بالا دارای بیشترین مساحت تاج بود (۰/۱۸۷ ± ۹/۰۹۳ مترمربع) و بعد از آن به‌ترتیب تاج درختان در ارتفاع پایین (۰/۱۸۶ ± ۷/۳۴۵ مترمربع) و میانی (۰/۱۳۶ ± ۵/۹۶۲ مترمربع) با اختلاف معنی‌داری کمتر بودند. همچنین مساحت تاج پوشش در مقایسه بین دو جهت دامنه نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد (p≤۰/۰۵) (شکل ۶، جدول ۱).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]



شکل ۶- میانگین مساحت تاج درختان در ارتفاع و جهت‌های مختلف دامنه

میانگین قطر تاج درختان در جهت شـــمال غربی در ارتفـاع پـایین (۰/۰۴۷ ± ۳/۱۲۹ متر) و بـالا (۰/۰۳۷ ± ۲/۹۸۶ متر) اختلاف معنی‌داری نداشـــتند (p>۰/۰۵) اما ارتفاع میانی در این جهت جغرافیایی با اختلاف معنی‌داری داری قطر تـاج بیشـــتری بود (۰/۰۳۷ ± ۳/۳۵۸ متر) (p≤۰/۰۵). در جهت دامنه شمال شرقی نیز هر سه ارتفاع پـایین (۰/۰۳۹ ± ۲/۹۹۴ متر) میـانی (۰/۰۳۰ ± ۲/۶۹۶ متر) و بـالا (۰/۰۳۶ ± ۳/۳۲۹ متر) اختلاف معنی‌داری از نظر میـانگین قطر تـاج درختـان بـا یکـدیگر داشـــتنـد (p≤۰/۰۵). از طرف دیگر تنها قطر تاج درختان در جهت شـــمال شـــرقی در ارتفاع میانی با تفاوت معنی‌داری از درختان جهت دامنه شـــمال غربی متفاوت بود (p≤۰/۰۵) (شکل ۷، جدول ۱).



شکل ۷- میانگین قطر تاج درختان در ارتفاع و جهت‌های مختلف دامنه

بررسی تأثیر توأم جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا بر ویژگی‌های توده‌ها نشـــان داد که مســـاحت تاج پوشـــش درختان و میانگین قطر تاج همچون تأثیر جداگانه هر یک از این عوامـل دارای اختلاف معنی‌داری بود (p≤۰/۰۵) و سایر ویژگی‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (p>۰/۰۵) (جدول ۱).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های کمّی درختان در جهت‌ها و ارتفاع‌های مختلف

منبع تغییرات	ویژگی‌های کمّی	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
ارتفاع از سطح دریا	قطر برابر سینه	۱۴/۹۸۰	۲	۷/۴۹۰	۰/۷۴۷	۰/۴۷۴ ns
	ارتفاع درخت	۳۱۹/۷۸۲	۲	۱۵۹/۸۹۱	۱/۲۴۰	۰/۲۹۰ ns
	سطح مقطع	۵۵۹۱/۰۷۶	۲	۲۷۹۵/۵۳۸	۰/۴۱۱	۰/۶۶۳ ns
	مساحت تاج	۱۷۵/۶۰۷	۲	۸۷/۸۰۳	۷/۳۵۸	۰/۰۰۱*
	میانگین قطر تاج	۶/۸۵۰	۲	۳/۴۲۵	۷/۲۰۴	۰/۰۰۱*
جهت دامنه	قطر برابر سینه	۱۷/۱۰۷	۱	۱۷/۱۰۷	۱/۷۰۵	۰/۱۹۲ ns
	ارتفاع درخت	۴۳۸/۷۰۸	۱	۴۳۸/۷۰۸	۳/۴۰۱	۰/۰۶۵ ns
	سطح مقطع	۱۵۷۰۴/۹۶۷	۱	۱۵۷۰۴/۹۶۷	۲/۳۰۷	۰/۱۲۹ ns
	مساحت تاج	۳۱۵/۴۲۷	۱	۳۱۵/۴۲۷	۲۶/۴۳۳	۰/۰۰۰ *
	میانگین قطر تاج	۱۱/۲۵۸	۱	۱۱/۲۵۸	۲۳/۶۷۷	۰/۰۰۰ *
جهت دامنه × ارتفاع از سطح دریا	قطر برابر سینه	۱۲/۰۴۸	۲	۶/۰۲۴	۰/۶۰۰	۰/۵۴۹ ns
	ارتفاع درخت	۴۷۶/۹۶۸	۲	۲۳۸/۴۸۴	۱/۸۴۹	۰/۱۵۸ ns
	سطح مقطع	۱۴۸۴۱/۱۵۹	۲	۷۴۲۰/۵۸۰	۱/۰۹۰	۰/۳۳۶ ns
	مساحت تاج	۲۳۶۰/۵۷۷	۲	۱۱۸۰/۲۸۹	۹۸/۹۱۰	۰/۰۰۰ *
	میانگین قطر تاج	۹۶/۴۶۸	۲	۴۸/۲۳۴	۱۰۱/۴۴۰	۰/۰۰۰ *

ns بدون اختلاف معنی دار، * اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵

نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های کمّی درختان نشان داد که قطر برابر سینه در همه جهت‌ها و ارتفاع‌ها تنها با سطح مقطع همبستگی بالای مثبت (۰/۹) و معنی‌داری داشت ($p\leq ۰/۰۵$) و همچنین همبستگی بین مساحت تاج و میانگین قطر تاج نیز همبستگی بالای مثبت (۰/۹) و معنی‌داری مشاهده شد ($p\leq ۰/۰۵$) اما سایر ویژگی‌ها همبستگی پایین را نشان دادند (جدول ۲).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

جدول ۲- نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون ویژگی‌های کمّی درختان در جهت‌ها و ارتفاع‌های مختلف

دامنه شمال غربی	ویژگی‌های کمّی	قطر برابر سینه	ارتفاع	سطح مقطع	مساحت تاج	میانگین قطر تاج
	قطر برابر سینه	۱	۰/۰۵۹	۰/۹۸۳*	-۰/۱۷۱*	-۰/۱۷۶*
	ارتفاع		۱	۰/۰۵۲	-۰/۰۲۱	-۰/۰۱۵
ارتفاع پایین	سطح مقطع			۱	-۰/۱۸۳*	-۰/۱۸۹*
	مساحت تاج				۱	۰/۹۹۲*
	میانگین قطر تاج					۱
	قطر برابر سینه	۱	-۰/۰۱۱	۰/۹۹۵*	-۰/۰۷۴	-۰/۰۷۱
	ارتفاع		۱	-۰/۰۱۷	۰/۱۷۸*	۰/۱۸۵*
ارتفاع میانی	سطح مقطع			۱	-۰/۰۷۳	-۰/۰۶۹
	مساحت تاج				۱	۰/۹۹۲*
	میانگین قطر تاج					۱
	قطر برابر سینه	۱	۰/۱۷۶*	۰/۹۷۹*	-۰/۱۰۱*	-۰/۰۹۵*
	ارتفاع		۱	۰/۱۷۱*	۰/۰۶۷	۰/۰۵۵
ارتفاع بالا	سطح مقطع			۱	-۰/۰۹۸	-۰/۰۹۲
	مساحت تاج				۱	۰/۹۹۱*
	میانگین قطر تاج					۱
دامنه شمال شرقی	ویژگی‌های کمّی	قطر برابر سینه	ارتفاع	سطح مقطع	مساحت تاج	میانگین قطر تاج
	قطر برابر سینه	۱	۰/۳۷۴*	۰/۹۹۳*	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۲
	ارتفاع		۱	۰/۳۶۶*	۰/۰۹۴	۰/۰۹۶
ارتفاع پایین	سطح مقطع			۱	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۷
	مساحت تاج				۱	۰/۹۹۲*
	میانگین قطر تاج					۱
	قطر برابر سینه	۱	۰/۴۱۸*	۰/۹۸۷*	۰/۰۷۵	۰/۰۴۸
	ارتفاع		۱	۰/۴۰۳*	۰/۰۷۷	۰/۰۷۹
ارتفاع میانی	سطح مقطع			۱	۰/۰۹۷	۰/۰۷۰
	مساحت تاج				۱	۰/۹۹۲*
	میانگین قطر تاج					۱
	قطر برابر سینه	۱	۰/۰۶۳	۰/۹۹۶*	۰/۰۶۳	۰/۰۶۱
	ارتفاع		۱	۰/۰۶۶	-۰/۰۸۳	-۰/۰۷۶
ارتفاع بالا	سطح مقطع			۱	۰/۰۶۹	۰/۰۶۷
	مساحت تاج				۱	۰/۹۹۲*
	میانگین قطر تاج					۱

* همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل محیطی مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه، مقدار شیب، اقلیم و غیره بر فرآیندها، دینامیک توده، احیا، ترکیب و ساختار توده‌های جنگلی تأثیر می‌گذارند. با این وجود بسیاری از این روابط حتی در مورد ساده‌ترین مؤلفه‌ها مانند سطح مقطع توده‌های جنگلی درک نشده‌اند. از آنجا که درختان در جوامع جنگلی تمایل به سازگار شدن با محیط دارند، از این‌رو ایجاد الگوی متمایز می‌تواند نشانه‌ای از وجود شرایط خاص در توده باشد؛ به این مفهوم که فرایندهای متعددی در محیط با هم ترکیب می‌شوند تا بر توده‌ها تأثیر بگذارند که این مکانیسم‌ها در شرایط محیطی مختلف مانند جهت‌های دامنه و ارتفاع‌های مختلف متفاوت هستند. با توجه به این‌که هر جنگل شرایط اجتماع درختان، رویش، رشد و مرگ و میر را توأما دارد، فرآیندهای توده به وضوح قابل درک است. با این‌حال درک ما از چگونگی ارتباط آن با محیط و تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن ناقص است (Mazon et al., 2020).

ولی‌پور و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی ابعاد درختان بلوط تحت تأثیر فیزیوگرافی، حضور قطورترین درختان را در جهت‌های شمالی و شرقی و در ارتفاعات بالاتر گزارش کردند؛ همچنین نتایج آنان نشان داده بود که معمولاً روند منظم و قاعده‌مندی از اثر همزمان شیب، جهت و ارتفاع بر ویژگی‌های کمّی جوامع جنگلی مورد انتظار نیست که در مطالعه حاضر نیز در برخی ویژگی‌ها صادق بود. به‌ویژه توجه به این نکته ضروری است که منطقه مورد مطالعه حاضر تحت کمترین تخریب انسانی بود و اگر تحت تخریب انسان و دام می‌بود، میزان دسترسی به‌عنوان عاملی در کاهش یا افزایش ویژگی‌های کمّی درختان مؤثر بود، درحالی‌که سعی شد تا از اثرات این عامل جلوگیری شود. ولی‌پور و همکاران (۱۳۹۲) نیز بر این نکته که اثر دسترسی در کاهش ابعاد درختان و برداشت درختان قطور مؤثر است، تأکید کرده بودند. اما نتایج پژوهش نادری و همکاران (۱۳۹۷) در توده‌های صنوبر نتیجه‌ای عکس نتایج مطالعه حاضر داشت. با افزایش ارتفاع از سطح دریا همه ویژگی‌های کمّی در توده‌های صنوبر کاهش یافت و این موضوع را به‌دلیل تغییر در درجه حرارت هوا و سرشت گونه صنوبر دانستند که در ارتفاعات بالاتر با کاهش فرآیند فتوسنتز، نهایتاً کاهش رویش اتفاق می‌افتد. ذکر این نکته ضروری است که دامنه ارتفاعی برای هر گونه بنابر سرشت سازگاری آن گونه در منطقه رویشی اختصاصی خودش متفاوت است؛ به‌عنوان مثال مومنی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی رویشگاه گونه ارس بیان کردند که درصد تاج پوشش گونه ارس با افزایش ارتفاع از سطح دریا به‌دلیل افزایش شدت تابش فرابنفش خورشید و تغییرات دما و بارندگی کاهش یافت. البته آنها نیز بر عامل دسترسی و دخالت در کنار اثر عوامل اکوفیزیوگرافی تأکید داشتند.

فیزیولوژی علم نحوه عملکرد گیاهان است (Beadle and Sands, 2004) و علم فیزیولوژی مطالعه این عامل است که چگونه موجودات زنده محیط درونی خود را علی‌رغم تغییرات محیط خارجی که در آن زندگی می‌کنند، ثابت حفظ می‌کنند (Ferry-Graham and Gibb, 2008). اکوفیزیولوژی نیز مطالعه چگونگی عملکرد یک جامعه گیاهی، حیوانی یا میکروارگانیسم‌ها در یک اکوسیستم تحت تأثیر عوامل محیطی است. اکوفیزیولوژی محیطی به مطالعه چگونگی تأثیر عوامل محیطی مانند نور، دما، غلظت دی اکسید کربن، اتمسفر، باد، رطوبت، آب، مواد مغذی خاک، توپوگرافی شامل شیب زمین، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا بر عملکرد گیاهی است. شواهد زیادی وجود دارد که درک اکوفیزیولوژی می‌تولند به بهبود شیوه‌های فعلی مدیریت و توسعه روش‌های نوین احیا و مدیریت جنگل‌های طبیعی یا دست‌کاشت کمک کند (Beadle and Sands, 2004). اکوفیزیولوژی تلاش می‌کند تا محدودیت‌های بالقوه‌ای را که توسط ارگانیسم‌ها از جمله گیاهان و درختان اعمال می‌شود و چگونگی واکنش ارگانیسم‌ها به چالش‌های محیطی و چگونگی سازگاری آنها با موقعیت‌های اکولوژیکی محیطی را درک کند. با توجه به این نکته مهم که محیط‌های طبیعی (یا اکوسیستم‌های طبیعی مانند جنگل‌ها) اغلب تحت شرایط غیرقابل پیش‌بینی هستند و به اصطلاح تحت محیطی استرس‌زا هستند و پتانسیل ایجاد اختلال در جامعه گیاهی را دارند. با این حال ارگانیسم‌هایی همچون درختان در جوامع جنگلی در این محیط‌ها زندگی می‌کنند و می‌توانند در این شرایط چالش برانگیز رشد کنند، بالغ شوند و تولیدمثل کنند. در علم اکوفیزیولوژی ما می‌توانیم تعیین کنیم که چگونه یک گونه خاص با محیط خاص کنار می‌آید و سازگار می‌شود و میزان تأثیر عوامل محیطی را بر جوامع گونه‌ای بسنجیم. علم مطالعه رابطه پیچیده بین محیط داخلی و خارجی ارگانیسم‌ها است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

اکوفیزیولوژیست‌ها به دنبال این هستند که مکانیسم‌هایی را که ارگانیسم‌ها برای پاسخ دادن به فشارهای محیطی خاص خارجی استفاده می‌کنند و آن فشار را جبران می‌کنند و همچنین مکانیسم‌های فیزیولوژیکی (مانند تغییرات در رویش و غیره) که نشان‌دهنده سازگاری با محیط است را شناسایی کنند (Ferry-Graham and Gibb, 2008). بنابراین مطالعه فرآیندهای فیزیولوژیک در درختان جنگل ارسباران تحت شرایط محیطی متنوع، به‌منظور درک دلیل تغییرات کمّی گزارش شده در این پژوهش پیشنهاد می‌شود.

صفری و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی شاخص‌های فیزیوگرافی زمین در ارسباران گزارش کردند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا (۱۲۰۰ تا ۱۸۵۰ متر) تغییرات فیزیوگرافی زمین نیز افزایش می‌یابد و بیان کردند که این عوامل بر ویژگی‌های اکولوژیکی منطقه اثر داشته که این نتیجه همسو با نتایج تحقیق حاضر است.

لیانگ و همکاران (Liang et al., 2019) با بررسی رویش شعاعی تنه درختان نشان دادند که گرادیان ارتفاعی بر رویش درختان اثر دارد و بیان کردند که در جنگل‌های مناطق مرطوب و نیمه مرطوب با افزایش ارتفاع، رویش بیشتر می‌شود و از طرف دیگر نوع گونه را در این زمینه بسیار مهم دانستند؛ زیرا گونه‌های مختلف رفتارهای مختلفی را نشان می‌دهند. همچنین ارتفاع درختان با افزایش ارتفاع از سطح دریا در مطالعه آنها افزایش یافته بود که در مناطق کوهستانی خشک برعکس بوده و ارتفاع درختان تحت تنش‌های محیطی کاهش می‌یابد. آنها تنوع رشد و رابطه اقلیم و ارتفاع از سطح دریا را گزارش کردند که بین رویش و تغییرات آب و هوا در گرادیان ارتفاعی رابطه وجود دارد. با این‌حال این نتیجه‌گیری برای منطقه ارسباران نیازمند پژوهش و آزمون‌های بیشتری با تعداد عوامل زیستی و غیر زیستی بیشتری در گرادیان ارتفاعی همچون مطالعات دما و هیدرولوژی دارد. ناث و نی –میستر (Nath and Ni-Meister et al., 2021) نیز نشان دادند که درختان در ارتفاعات بالاتر در جنگل‌های پهن‌برگ بلندتر هستند و ارتفاع کل بیشتری دارند.

از سوی دیگر گریفیث و همکاران (Griffiths et al., 2009) معتقدند که افزایش ارتفاع از سطح دریا به‌طور قابل توجهی باعث افزایش رطوبت خاک، میانگین بارندگی سالانه، مواد آلی خاک و فعالیت میکروبی می‌شود، اما در مقابل دمای خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد و تجمع مواد آلی خاک را به‌دلیل کاهش نرخ تجزیه دانستند؛ با این حال بیان کردند که عواملی مانند جهت دامنه و مقدار شیب نیز می‌توانند این نتایج را تغییر دهند. این نتیجه در ارسباران توسط رضایی و همکاران (Rezaei et al., 2020) نیز گزارش شده است که در مناطق مرتفع شکل‌های دست نخورده موادآلی خاک غالب بود، اما با کاهش ارتفاع از سطح دریا غالبیت با موادآلی تجزیه شده خاک بود. به این ترتیب عامل ارتفاع را اصلی‌ترین عامل محیطی کنترل کننده ماده آلی خاک در ارسباران تشخیص دادند. بنابراین در اکوسیستم‌های کوهستانی با تنوع فیزیوگرافی با عوامل پیچیده‌ای در کنار هم مواجه هستیم که در ارتباط تنگاتنگی با هم هستند و بررسی و توجه به اثر همه آنها بر جوامع گیاهی ضروری است.

سینها و همکاران (Sinha et al., 2018) نیز نتایجی مشابه گزارش کردند که شرایط محیطی بر ترکیب جوامع جنگلی و بسیاری از ویژگی‌های آنها تأثیر بسزایی دارد؛ آنها همچنین بیان کردند که پراکندگی مکانی و زمانی گونه‌های جنگلی نه تنها تحت تأثیر توپوگرافی و فعالیت انسانی است به همان اندازه اثر نیروهای اقلیمی نیز دخالت دارد.

نتایج مطالعه پرما و شتایی‌جویباری (۱۳۸۹) نیز مشابه با نتایج مطالعه حاضر بود که بیشترین تاج پوشش درختان در ارتفاعات میانی و بالا ثبت شد. آنها افزایش مقدار تاج پوشش را در ارتفاعات میانی به‌دلیل نقش حفاظ بودن توده‌های ارتفاع بالا و پایین برای طبقات میانی دانستند که به‌عنوان فضای بافر وضعیت مساعدی را برای جوامع ایجاد می‌کنند و سبب وضعیت مطلوب آنها می‌شوند. فیفر و همکاران (Pfeifer et al., 2018) نیز ضمن بیان این نکته که تاج پوشش طیف گسترده‌ای از عملکردهای جنگل و خدمات اکوسیستم جنگلی را تنظیم می‌کند، نشان دادند که تاج پوشش توده‌های جنگلی با افزایش طول دوره‌های کمبود آب به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابند. همچنین با افزایش حداقل دما (کاهش دما) نیز افزایش می‌یابند، پس تغییرات آب و هوا اثرات مستقیمی بر تاج پوشش دارد و جنگل‌های تحت تنش آبی، سطح برگ و تاج کمتری دارند.

اگر ارتفاع بالا را قله یا یال، ارتفاع میانی را دامنه و ارتفاع پایین را دره بنامیم، اندازه درختان که اجتماع قطر برابر سینه و ارتفاع آنها است، در دامنه شمال غربی در هر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

سه حالت در قله و دامنه و دره همگن‌تر بودند و در دامنه شمال شرقی از دره به سمت قله درختان از نظر اندازه بزرگتر بودند. این حالت برای سطح مقطع درختان نیز حاکم بود. اما اندازه تاج درختان که اجماع مؤلفه‌های مساحت تاج و قطر تاج است، در جهت شمال غربی در دامنه درختان تاج بزرگتری داشتند و در جهت شمال شرقی درختان قله مساحت تاج بزرگتری برخوردار بودند.

پیشنهاد می‌شود که بررسی گرادیان دما و مؤلفه‌های اقلیمی مانند بارش به‌عنوان عوامل محیطی مؤثر بر خصوصیات جوامع درختان جنگلی در منطقه در طول گرادیان ارتفاع نیز در منطقه توسط متخصصان بررسی شوند. همچنین بررسی تغییرات گرادیان دما و ارتفاع بر روی تنوع زیستی جوامع جنگلی می‌تواند اطلاعات مفیدی درباره این جنگل‌ها در اختیار قرار دهد.

در فرآیند مدیریت جنگل، بررسی کمّی توده‌های جنگلی به‌منظور درک وضعیت حال حاضر و طراحی برنامه‌های آینده، مانند عملیات پرورشی اهمیت فراوانی دارد. از این‌رو انجام پژوهش‌هایی به‌منظور درک شرایط فعلی جنگل‌ها و کمک به نزدیک شدن ساختار و ترکیب طبیعی آن با استفاده از انواع مطالعات کمّی می‌تواند بانک اطلاعاتی ارزشمندی از مؤلفه‌های درختان و توده‌ها در اختیار مدیران اجرایی و برنامه‌ریزان قرار دهد؛ زیرا علی‌رغم مدیریت مبتنی بر حفاظت در جنگل ارسباران، تخریب روز افزون در این جنگل‌ها ساختار شاخه‌زاد را در این عرصه غالب کرده است. از این‌رو مطالعات ویژگی‌های کمّی درختان در تعیین زمان، مکان و مقدار اعمال عملیات پرورشی و جنگل‌شناسی در منطقه به‌منظور کمک به غالب شدن یک ساختار شاخه ودانه‌زاد و در نهایت دانه‌زاد، می‌تواند موجب اصلاح توده‌ها شود.

منابع

آقابراتی، ا.، مروی مهاجر، م.ر.، اعتماد، و.، سفیدی، ک. ۱۳۹۷. ویژگی‌های ساختاری توده‌های جنگلی شاخه‌زاد در جنگل فندقلوی اردبیل، پژوهش و توسعه جنگل، ۴ (۲): ۲۳۹-۲۲۳.

اسحاقی راد، ج.، مطلب‌پور، ع.، علیجانپور، ا. ۱۳۹۴. بررسی اجتماع بین گونه‌های بلوط در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در جنگل‌های زاگرس (بررسی موردی: جنگلهای سردشت، ربط)، پژوهش و توسعه جنگل، ۱ (۴): ۲۸۵-۲۹۴.

پرما، ر.، شتایی جویباری، ش.، ۱۳۸۹، اثر عوامل فیزیوگرافی و انسانی برتاج پوشش و تنوع گونه‌های چوبی در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل های حفاظت شده قلاجه استان کرمانشاه)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۴): ۵۳۹-۵۵۵.

پیله‌ور، ب.، جعفری سرابی، ح.، ویس کرمی، غ، ۱۳۹۵. تغییرات جوامع گیاهی جنگل‌های زاگرس میانی تحت تأثیر ویژگی-های فیزیوگرافی و خاک، تحقیقات جنل و صنوبر ایران، ۲۴ (۳): ۴۱۴-۴۰۲.

صفری، م.، سفیدی، ک.، علیجانپور، ا.، الهیان، م.ر. ۱۳۹۹. پراکندگی ساختاری توده‌های آمیخته تحت تأثیر عامل‌های شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه در جنگل ارسباران به روش رج‌بندی (مطالعه موردی: حوزه کلیبرچای وسطی، بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ۸ (۱۶): ۸۹-۸۱.

عابدی، ر.، ۱۳۹۹. ارزیابی اثر برخی عوامل فیزیوگرافیک بر مدل-های رویشی گونه ممرز (*Carpinus betulus* L.) در جنگل ارسباران، بوم‌شناسی کاربردی، ۹ (۴): ۱۰۵-۸۹.

محبی بیجارپس، م.، رستمی شاهراجی، ت.، سمیع‌زاده لاهیجی، ح. ۱۳۹۷. تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر پاسخ‌های ریخت-شناسی و فیزیولوژیکی برگ راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در جنگل‌های گیلان، تحقیقات جنگل‌و صنوبر ایران، ۶ (۴): ۵۹۰-۵۷۷.

مومنی مقدم، ت.، ثاقب طالبی، خ.، اکبری نیا، م.، اخوان، ر.، حسینی، س.م.، ۱۳۹۱، تأثیر عوامل فیزیوگرافی و ادافیک بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی درختان اُرس (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ لاین- خراسان)، مجله جنگل ایران،۴ (۲): ۱۴۳-۱۵۶.

نادری ورندی، م.، کیا لاشکی، ع.، ویسی، ر.، شیخ الاسلامی، ع.۱۳۹۷. تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی درختان صنوبر دلتوئدس، بومشناسی جنگل‌های ایران، ۶ (۱۲): ۳۸-۳۰.

واحدی، ع.ا.، متاجی، الف. ۱۳۹۲. میزان توزیع ترسیب کربن تنه درختان بلوط (*Quercus castaneifolia* C.A. May) در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی جنگل‌های طبیعی شمال ایران، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱ (۴): ۷۲۸-۷۱۶.

ولی پور، ا، نمیرانیان، م.، غضنفری، ه.، حشمت‌الواعظین، س.م.، جوزف لکسر، م.، پیلینگر، ت. ۱۳۹۲. ارتباط بین ویژگی‌های ساختاری جنگل و ابعاد درختان بلوط با عامل‌های فیزیوگرافی در جنگل‌های آرمرده، زاگرس شمالی، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱ (۱): ۴۷-۳۰.

Abedi, R., Abedi, T. 2020. Some non-linear height–diameter models performance for mixed stand in forests in Northwest Iran. Journal of Mountain Science, 17(5): 1084-1095.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

Abedi, R., Pourbabaei, H. 2011. Ecological species groups in the rural heritage museum of Guilan Province, Iran. Caspian Journal of Environmental Science, 9(2): 115-123.

Beadle, C., Sands, R. 2004. Tree physiology, physiology, and silviculture. Encyclopedia of Forest Science, p: 1568-1577.

Cabuk, S.N., Değerliyurt, M., Metin, T.C., Çabuk, A. 2016. Evaluating geodesign with ecophysiography. 41st Iahs World Congress Sustainability and Innovation for the Future 13-16th September 2016 Albufeira, Algarve, Portugal, p. 1 -11.

Cirimwami, L., Doumenge, C., Marie Kahindo, J., Amani, C. 2019. The effect of elevation on species richness in tropical forests depends on the considered lifeform: results from an East African mountain forest. Tropical Ecology, 60: 473–484

Ferry-Graham, L.A., Gibb, A.C. 2008. Ecophisiology. Encyclopedia of ecology (second edition), 3: 346-349.

Griffiths, R.P., Madritch, M.D., Swanson, A.K. 2009. The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Cascade Mountains (USA): Implications for the effects of climate change on soil properties. Forest Ecology and Management, 257: 1–7.

Liang, P., Wang, X., Sun, H., Fan, Y., Wu, Y., Lin, X., Chang, J. 2019. Forest type and height are important in shaping the altitudinal change of radial growth response to climate change. Scientific Reports, 9 (1336): 1-9.

Mazon, M.M., Klanderud, K., Finegan, B., Veintimilla, D., Bermeo, D., Murrieta, E., Delgado, D., Sheil, D. 2020. How forest structure varies with elevation in old growth and secondary forest in Costa Rica. Forest Ecology and Management, 469: 118191.

Nath, B., Ni-Meister, W. 2021. The Interplay between Canopy Structure and Topography and Its Impacts on Seasonal Variations in Surface Reflectance Patterns in the Boreal Region of Alaska-Implications for Surface Radiation Budget. Remote Sensing, 13(3108): 1-22.

Nie, X., Guo, W., Huang, B., Zhuo, M., Li, D., Li, Z., Yuan, Z. 2019. Effects of soil properties, topography and landform on the understory biomass of a pine forest in a subtropical hilly region. Catena, 176: 104–111.

Pfeifer, M., Gonsamo, A., Woodgate, W., Cayuela, L., Marshall, A.R., Ledo A., et al. 2018. Tropical forest canopies and their relationships with climate and disturbance results from a global dataset of consistent field-based measurements. Forest Ecosystems, 5 (7): 1-14.

Rahman, A., Khan, N., Bräuning, A., Ullah R., Rahman, I. 2022. Effects of environmental and spatial gradients on *Quercus*-dominated Mountain forest communities in the Hindu-Kush ranges of Pakistan. Saudi Journal of Biological Sciences, 29 (4): 2867-2877.

Rezaei, H., Jafarzadeh, A.A., Alijanpour, A., Shahbazi F., Valizadeh Kamra, Kh. 2020. Soil Organic Matter Condition in Forest Stands of Arasbaran. Journal of Water and Soil, 34(1): 115-127.

Sinha, S., Badola, H.K., Chhetri, B., Gaira, K.S., Lepcha, J., Dhyani, P.P. 2018. Effect of altitude and climate in shaping the forest compositions of Singalila National Park in Khangchendzonga Landscape, Eastern Himalaya, India. Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 11: 267e275.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]

The effect of ecophysiography on the quantitative characteristics of DBH, height, basal area, crown diameter, and canopy area of trees in mountain forest communities (Case study: Oak-hornbeam community in Arasbaran forest)

Roya Abedi [*1], Leila Soleimannejad[2]

[1] Assistant Professor, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz
[2] Post-Doctoral Researcher, Department of Environmental Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak

Received: 2022/04/20; Accepted: 2022/11/13

Abstract

Ecophysiography is the geography of the earth and the relationship between physiography and the ecosystem. Ecophysiography is a basis for planning processes to study the characteristics of terrestrial systems concerning the interactions between terrestrial physiography and living organisms. Due to the current state of ecosystems and the increase in natural disasters for ecosystem sustainability, the assessment of ecophysiographic features provides a basis for solving ecosystem problems to provide better ecosystem services. The environment has an important role in determining the affecting factors of the spread, distribution, and survival in forest communities. Therefore, the present study analyzed the relationship between the quantitative characteristics of trees and physiographic factors in slope aspects and elevation ranges. In this study, the data was prepared in six square sample plots with dimensions of 100 m ×100 m in oak and hornbeam-dominated stands in three altitude ranges from 1200 to 1600 meters above sea level and in two slopes aspects. The plots are selected from fully protected areas to minimize the effects of human degradation. The diameter at breast height, total height, and large and small diameters of the canopy of all trees were measured. The parameters of basal area (cm^2), canopy area (m^2), and average canopy diameter (m) of trees were calculated in each sample plot. Statistical tests included analysis of variance and comparison of means performed by Tukey test at the significance level of 0.05 to investigate the effect of elevation and independent t-test to evaluate the effects of geographical aspects in R software. The results showed that the elevation and the slope aspects have not significantly affected the trees' diameter and basal area ($p>0.05$), but there was a significant difference in tree height, average canopy diameter, and canopy area ($p\leq0.05$). The northwest slope was more homogeneous in all the studied features, but the changes were more in the northeast slope. The height and canopy of trees from the valley to the peak increased significantly ($p\leq0.05$). There was a significant correlation between the diameter and the basal area, and the canopy area and the average of the canopy diameter ($p\leq0.05$). The study showed that the ecophysiographic factors (including elevation and slope aspect) affected some quantitative characteristics of oak-hornbeam stands in Arasbaran, and the trees had significant changes under the influence of these factors and due to the nature of the tendency to adapt to the environment. The size of the trees in the top, slope, and valley in the northwest slope was homogeneous, and in the northeast slope from the valley to the top, the trees had larger sizes. This situation also existed for the basal area of trees. But in the northwest direction, they had a larger crown area in the slopes of the trees, and in the northeast direction, the peak trees had a larger crown area. The interaction effects of the aspects and the elevation ranges on the stand characteristics showed that the canopy area and the average canopy diameter had a significant difference ($p\geq0.05$). But, other characteristics did not show any significant difference ($p<0.05$).

***Keywords*:** Arasbaran, Ecophysiography, Quantitative parameter, Plant community.

*Corresponding author: royaabedi@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-10-30]