دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره یازدهم، شماره بیست و سوم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

تاثیر دامنه‌های شمالی و جنوبی بر شاخص‌های ساختاری جنگل (مطالعه موردی: جنگل‌های تنگ‌دالاب استان ایلام)

منوچهر طهماسبی[1*]، سید کاظم بردبار[2]، ماشاالله محمدپور[3]، احمد حسینی[4]

[1] نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام

[2] استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز

[3] استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام

[4] دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۷؛ تاریخ پذیرش: : ۱۴۰۲/۰۷/۲۸

چکیده

این پژوهش با هدف آگاهی از وضعیت ساختاری جنگل‌های طبیعی منطقه تنگ دالاب ایلام و فراهم نمودن امکان بررسی روند تغییرات ویژگی‌های ساختاری این توده‌ها در طول زمان، به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت جنگل، در دو جهت جغرافیایی شمالی و جنوبی انجام گرفت. به مرکز هرکدام از این دو رویشگاه، یک قطعه‌نمونه مربعی‌شکل یک هکتاری دائمی انتخاب و مطالعه شد. مشخصه‌های ساختاری توده براساس برداشت کامل پایه‌های درختی و روش فاصله‌ای (مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه) اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی تراکم درختان از شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها، تنوع الگوی مکانی از دو شاخص زاویه یکنواخت و کلارک و اوانز، آمیختگی گونه‌ای از شاخص مینگلینگ، اختلاف ابعاد درختان از شاخص‌های تمایز قطری و تاج‌پوشش درختان و تنوع درختی از شاخص ترکیبی تنوع ساختاری بهره گرفته شد. نتایج به‌دست آمده از شاخص زاویه یکنواخت (رویشگاه جنوبی ۰/۴۴ و رویشگاه شمالی ۰/۴۸) و کلارک و اوانز (رویشگاه جنوبی ۱/۰۷ و رویشگاه شمالی ۱/۰۹) در هر دو توده، نشان‌دهنده الگوی مکانی تصادفی متمایل به یکنواخت درختان بود. بررسی شاخص مینگلینگ حاکی از آمیختگی متوسط در توده شمالی (۰/۳۱) و بدون آمیختگی و خالص در توده جنوبی (۰) است. مقدار شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه، در توده شمالی، ۸/۱۲ متر و در توده جنوبی ۵/۸۱ متر به‌دست آمد. نتایج بررسی دو شاخص تمایز قطری و تمایز تاج‌پوشش، نشان از تمایز کم در قطر (۰/۲۴) و تاج‌پوشش (۰/۲۴) در توده جنوبی و اختلاف متوسط تمایز قطری (۰/۴۱) و اختلاف زیاد تمایز تاج‌پوشش (۰/۵۱) در توده شمالی داشت. مقدار شاخص تنوع ساختاری ترکیبی در توده شمالی، ۰/۳۸ و در توده جنوبی ۰/۱۸ که حاکی از تنوع بیشتر توده شمالی در مقایسه با توده جنوبی بود. شاخص‌های به کار رفته در این تحقیق می‌توانند برای تشریح ساختار و ویژگی‌های اکولوژیکی گونه‌های مختلف درختی به‌منظور افزایش پایداری اکوسیستمی و برنامه‌ریزی برای ایجاد ناهمگنی در ساختار توده مورد استفاده قرار گیرد و به مدیران جنگل در برنامه‌ریزی‌ها و اتخاذ تصمیم‌های مناسب کمک نماید. با این وجود کارایی این شاخص‌ها در برخی شرایط توسط تعدادی از محققان مورد تردید است.

واژه‌های کلیدی: **الگوی مکانی، بلوط ایرانی، جهت جغرافیایی، زاگرس میانی، ساختار جنگل**

*نویسنده مسئول: tahmasebi564@gmail.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

مقدمه

امروزه منابع طبیعی به‌طور عام و جنگل‌ها به‌طور خاص بستر حیات و توسعه پایدار محسوب می‌شود، اما در عصر کنونی به‌دلیل بهره‌برداری‌های غیراصولی و بی‌رویه از محیط طبیعی، به عصر بحران‌های محیط‌زیست تبدیل شده است (Savari and Zhoolideh, 2021; Savari et al., 2013). مهم‌ترین جزء محیط‌زیست که امروزه به‌شدت در معرض نابودی قرار دارد، جنگل‌های طبیعی است (Savari et al., 2020) که در نیم‌قرن اخیر شدت تخریب آن بیشتر شده است (Ingrao et al., 2016). بنابراین، نگرانی‌های عمومی در مورد مسائل مربوط به محیط‌زیست و منابع طبیعی در طی چند سال گذشته به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است (savari et al., 2022). جنگل‌های استان ایلام با مساحتی در حدود ۶۵۶۰۰۰ هکتار، بخشی از منطقه رویشی زاگرس محسوب می‌شود و پوشش غالب آن را بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد. در این جنگل‌ها حدود ۴۰ گونه درختی و ۳۷ گونه درختچه‌ای وجود دارد. این منابع تنها به نسل حاضر تعلق ندارند، بلکه باید برای نسل‌های آینده نیز باقی بمانند. از این رو باید برای حفظ، احیا و توسعه این منابع و مؤلفه‌ها و ساختارهای تشکیل‌دهندهٔ آنها بیش از پیش تلاش شود. همین دغدغه‌ها سبب مطرح شدن موضوع مدیریت پایدار جنگل‌ها شده که از یک‌سو با ملاحظات زیست محیطی و توجه به نسل‌های آینده و از سوی دیگر با مناسبات اقتصادی و اجتماعی و رفع نیازهای نسل کنونی ارتباطی تنگاتنگ دارد (پیرمحمدی و مهدوی، ۱۳۹۴). ساختار جنگل، چگونگی توزیع ویژگیهای مختلف درختان در اکوسیستم‌های جنگلی را بررسی می‌کند و به‌عنوان یکی از مهمترین اجزای کلیدی در تنوع زیستی و تشریح اکوسیستمهای جنگلی به‌کار می‌رود. ساختار توده جنگلی سه جنبه مهم تنوع موقعیت مکانی درختان (الگوی مکانی)، تنوع گونه ای درختان و تنوع ابعاد درختان را ارزیابی می‌کند (Pommerening, 2002; Aguirre et al., 2003) و می‌تواند با استفاده از شاخص‌های ریاضی کارا و مؤثر که به طور خلاصه شامل اثرات دو یا چند ویژگی ساختاری هستند، ارزیابی شود (Elhinny, 2002 Mc). تنوع گونه‌ای یکی از سطوح تنوع‌زیستی و از مهم‌ترین شاخص‌های بیانگر تغییرات در اکوسیستم‌ها است (Mohammad-Dustar-Sharaf et al., 2016). حفاظت از تنوع گونه‌ای در بوم‌سازگان‌های جنگلی موجب مدیریت پایدار جنگل می‌شود. علاوه بر تنوع گونه‌ای، یکی دیگر از مؤلفه‌های اصلی ساختار توده جنگلی، نحوه توزیع مکانی درختان است که نمایانگر موقعیت افراد یک جمعیت در محیط و نحوه آرایش آنها نسبت به یکدیگر است. تنوع ویژگی‌های فیزیکی درختان و درختچه‌ها نیز نشان‌دهنده تفاوت در مشخصه‌هایی مانند قطر، ارتفاع و تاج‌پوشش است (پاتو و همکاران، ۱۴۰۱). برای پایش ساختار شاخص‌های زیادی معرفی شده‌اند. برای تسهیل اندازه‌گیری‌ها، مجموعه‌ای از شاخص های تک‌درختی مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه معرفی شده‌اند که اندازه‌گیری آنها نسبت به سایر شاخص‌ها بسیار ساده‌تر است (Motz et al., 2010). این شاخص‌ها به‌علت دارا بودن ویژگی‌هایی از جمله آسانی اندازه‌گیری و ارزان بودن مورد توجه پژوهشگران خارجی قرار گرفته‌اند (Kint et al., 2000; Wang et al., 2016). همچنین در ایران نیز در برخی پژوهش‌ها از این شاخص‌ها استفاده شده است (علی‌جانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Sefidi et al., 2014; Moridi et al., 2015). نتایج بررسی ویژگی‌های ساختاری اوری توسط سفیدی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد اوری در رویشگاه اصلی خود دارای ساختار به‌نسبت همگن بوده، میانگین فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها ۲/۵۹ متر است. نتایج حاصل از شاخص زاویه یکنواخت و شاخص کلارک و اوانز نشان دهندهٔ الگوی یکنواخت درختان اوری بود. براساس دو شاخص مینگلین و شانون- وینر، توده‌های تحت بررسی از آمیختگی اندکی برخوردارند و غالب درختان، اوری هستند. نتایج شاخص تمایز قطری و ارتفاعی درختان نشان داد که ابعاد درختان دارای اختلاف اندک بود. براساس شاخص ترکیبی تنوع ساختار، تنوع درختان در قطعه‌های نمونه بررسی‌شده در سطح متوسط حاصل شد. بر این اساس می‌توان گفت جوامع درختی اوری در منطقه دارای ساختاری همگن با آمیختگی کم و یک‌اشکوبه است. علی‌جانی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی ساختار مکانی راش و بلوط در یک جنگل آمیخته و بر اساس شاخص اختلاط گونه‌ای پرداختند. نتایج نشان از تمایل بلندمازو به آمیختگی بیشتر و حضور در کنار سایر گونه‌ها داشت، ولی راش در کنار درختان هم‌گونه خود قرار می‌گرفت. علی‌جانی و همکاران (۱۳۹۲) ساختار گونه‌های درختی تیپ‌های راش، راش- ممرز، ممرز-راش و ممرز- بلوط جنگل‌های هیرکانی را با استفاده از ۲۳۹ قطعه‌نمونه ۱۰۰۰ مترمربعی که به روش منظم- تصادفی در بخش گرازبن جنگل خیرود پیاده

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

شده بود، به کمک نرم‌افزار Crancod بررسی کردند. نتایج حاصل از شاخص زاویه یکنواخت نشان‌دهنده موقعیت مکانی تصادفی برای درختان چهار تیپ مورد بررسی بود. نتایج شاخص آمیختگی، آمیختگی کمی را برای چهار تیپ مورد بررسی نشان داد. مقایسه ساختار گونه‌های مشابه در تیپ‌های مختلف، نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار بین آنها از نظر ویژگی‌های موقعیت مکانی، ابعاد قطر برابر سینه و ارتفاع بود و تنها اختلافات دیده شده در آمیختگی گونه‌های ممرز، راش، پلت و نمدار بود. پیله‌ور و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی و مقایسه موقعیت مکانی، آمیختگی و ابعاد گونه‌های زالزالک و کیکم نسبت به درختان همسایه در جنگل‌های سامان عرفی پرک قلعه‌گل پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده از شاخص زاویه یکنواخت برای زالزالک و کیکم به‌ترتیب با ۰/۷۴۴ و ۰/۷۳۳ محاسبه شد که نشان‌دهنده چیدمان کپه‌ای دو گونه مذکور نسبت به درختان همسایه بود. ازنظر آمیختگی، زالزالک و کیکم با داشتن میانگین شاخص آمیختگی ۰/۸۸۷ و ۰/۹۵۵ اختلاط گونه‌ای زیادی را از خود نشان دادند. همچنین، میانگین دو شاخص اختلاف ابعاد و چیرگی ابعاد به‌ترتیب برای زالزالک ۰/۵۸۲ و ۰/۳۲۲ و برای کیکم ۰/۴۲۰ و ۰/۶۵۶ محاسبه شد. این میانگین‌ها بیان می‌کنند که زالزالک دارای اختلاف زیاد و نسبت به سایر همسایگان حالت مغلوب دارد، درحالی‌که کیکم دارای اختلاف متوسط و نسبت به سایر همسایگان خود غالب است. میانگین فاصله تا سه همسایه زالزالک و کیکم نیز به‌ترتیب ۷/۳۷۴ و ۶/۲۷۸ متر محاسبه شد. علی‌جانی و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات ساختار جنگل‌های طبیعی و دست نخورده راش منطقه کلاردشت را با استفاده از سه قطعه نمونه یک هکتاری موجود در مراحل اولیه، بلوغ و پوسیدگی بررسی کردند. نتایج این تحقیق تراکم بیشتر درختان در مرحله اولیه را نشان داد. شاخص کلارک و ایوانز نشان دهنده پراکندگی کپه‌ای درختان در مراحل اولیه و پوسیدگی و پراکندگی تصادفی درختان در مرحله بلوغ بود. همچنین شاخص زاویه یکنواخت نشان داد که چیدمان درختان در داخل گروه های ساختاری در هر سه مرحله تحولی حالت تصادفی دارد. همچنین، نتایج شاخص تمایز قطر برابرسینه و ارتفاع به ترتیب نشان دهنده اختلاف متوسط تا آشکار و اختلاف کم تا متوسط برای درختان هر سه مرحله تحولی بود. جوانمیری‌پور و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی اثر دخالت‌های مدیریتی بر ساختار توده‌های طبیعی در بخش گرازبن جنگل خیرود نوشهر پرداختند. نتایج نشان داد که در اثر نشانه‌گذاری، تغییرات شاخص‌های آمیختگی گونه‌ای، زاویه یکنواخت، چیرگی ابعاد قطر، اختلاف ابعاد، شاخص تفکیک پیلو، شاخص تجمعی کلارک و ایوانز، تعداد در هکتار، رویه زمینی و قطر برابر سینه معنی‌دار نبود. مولر و همکاران (Muller et al., 2008). ضمن بررسی ساختار (تنوع گونه‌ای، الگوی مکانی وتنوع ابعاد) یک توده جنگلی در آلمان، به تفاوت‌های ساختاری بلوط با دیگر گونه‌ها اشاره کرده و بر اهمیت تشریح ساختار در توده‌هایی با گونه‌های مختلف، تأکید کردند. پیروزی و همکاران (۱۳۹۷) در جنگلهای نوژیان خرم‌آباد به مقایسه ساختار جنگل در توده‌های شاخه‌زاد بلوط با تراکم و آمیختگی متفاوت پرداختند. در این پژوهش توده‌های دچار تخریب (تنک) با توده‌های کمترتخریب‌یافته (متراکم) از سه جنبه ساختاری تنوع گونه‌ای، الگوی مکانی و تنوع ابعاد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنوع‌گونه‌ای در توده‌های کمترتخریب‌یافته بیشتر از توده‌های تنک و الگوی پراکندگی در هر دو نوع توده پراکندگی تصادفی را نشان داد. نتایج همچنین نشان داد که گونه‌های بلوط ایرانی، کیکم و گلابی وحشی غالب و دیگر گونه‌ها مغلوب و ساختار توده‌های کمترتخریب‌یافته از جنبه‌های مختلف در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. صفری و همکاران (۱۳۸۹) در جنگل‌های ارسباران به بررسی ساختار مکانی توده‌های بلوط اوری (*Quercus macranthera*) پرداختند که نتایج شاخص‌های پراکندگی الگوی مکانی هاپکینز الگوی کپه‌ای و ابرهارت و جانسون - زایمر الگوی پراکندگی یکنواخت را برای گونه مورد بررسی نشان دادند. نتایج بررسی همچنین آمیختگی بالای گونه بلوط سیاه با گونه‌های همراه در منطقه مورد بررسی را تأیید کرد. با توجه به ویژگی‌هایی که این شاخص‌ها در تعیین نحوه مدیریت ساختار توده و شبیه‌سازی ساختار دارند، رسیدن به یک الگوی مدیریت و شیوه جنگل‌شناسی مناسب در جنگل‌های زاگرس و همچنین تعیین ساختار و برنامه‌ریزی بر اساس وضع موجود با استفاده از این شاخص‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین، در این پژوهش با تعیین قطعات نمونه ثابت با هدف پایش دوره‌ای مشخصات ساختاری، نسبت به شناخت ساختار موجود توده‌های جنگلی مورد مطالعه، از شاخص‌های فوق استفاده گردید.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

مواد و روش‌ها

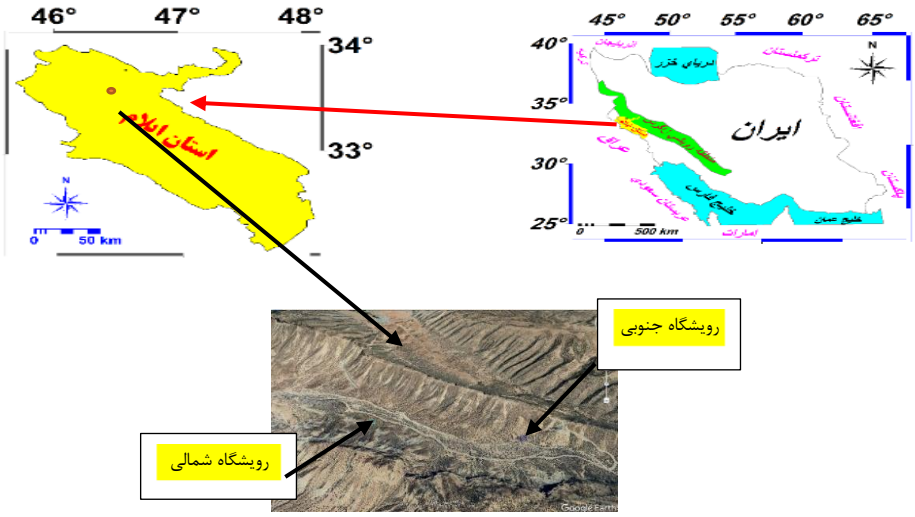
منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در منطقه جنگلی تنگ دالاب شهرستان ایلام در دو جبهه شمالی و جنوبی اجرا شد. منطقه مورد مطالعه بخشی از جنگل‌های دالاب با زیر اشکوب گیاهان مرتعی و در ۲۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان ایلام، با مختصات ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و۴۰ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی است و در ارتفاع بین ۱۳۰۰ تا ۱۷۵۰ متری از سطح دریا، در مجاورت روستاهای گلزار و گلجار قرار گرفته است (جدول ۱ و شکل‌های ۱ تا ۳).

متوسط بارندگی سالیانه براساس آمار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام طی یک دوره ۳۰ ساله (۱۳۶۵ تا۱۳۹۵) برابر با ۵۶۸ میلی‌متر، میانگین دمای حداقل و حداکثر سالانه به‌ترتیب ۱۱/۵ و ۲۲/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای ماهیانه ۱۶/۸درجه سانتی‌گراد است و اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه، نیمه‌خشک معتدل است. سیمای منطقه مورد مطالعه از ارتفاعات مرتفع و تپه ماهورهای ناهمگن و دره‌های عمیق تشکیل شده است و سازندهای زمین شناسی منطقه شامل تشکیلات آسماری و پابده است، این منطقه جزئی از منطقه حفاظت شده مانشت و قلارنگ است. قسمتی از این منطقه دارای قرق بیش از ۲۵ سال است و بقیه منطقه از ابتدای بهار تا اواخر تابستان مورد تعلیف دام قرار می‌گیرد.

جدول ۱- مشخصات قطعات نمونه مورد مطالعه

شماره قطعه‌نمونه	نام منطقه	موقعیت جغرافیایی مرکز قطعه‌نمونه		تیپ گیاهی	شرایط رویشگاهی		
		X	Y		متوسط شیب (٪)	جهت جغرافیایی غالب	متوسط ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	رویشگاه جنوبی دالاب	۶۳۰۱۵۸	۳۷۲۹۸۳۹	*Q.branti*	۳۰	جنوبی	۱۵۴۸
۲	رویشگاه شمالی دالاب	۶۲۷۰۹۶	۳۷۳۰۴۵۷	*Q.branti- C azarolus*	۲۵	شمالی	۱۴۰۱



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی قطعات نمونه مورد مطالعه در منطقه جنگلی تنگ دالاب

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

شکل ۲- رویشگاه جنوبی تنگ دالاب

شکل ۳- رویشگاه شمالی تنگ دالاب

برداشت داده‌ها

در ادامه کار در هر رویشگاه، یک قطعه‌نمونه مربعی‌شکل یک هکتاری (ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ متر) دائمی درنظر گرفته شد. پس از پیاده‌کردن چارچوب قطعات نمونه، تمامی درختان و جست‌گروه‌های واقع در این محدوده شماره‌گذاری و مشخص گردید و متغیرهای ساختاری کلیه درختان موجود در قطعه‌نمونه به تفکیک پایه‌های تک‌پایه و شاخه‌زاد (جست‌گروه) اندازه‌گیری گردید. برای درختان تک‌پایه، مشخصات گونه، مختصات مکانی، قطر در ارتفاع ۰/۵ متری تنه، قطر برابر سینه و ارتفاع و برای پایه‌های شاخه‌زاد نیز علاوه‌بر متغیرهای فوق، تعداد جست در جست‌گروه، ارتفاع غالب جست‌گروه (ارتفاع بلندترین جست در هر جست‌گروه)، قطر در ارتفاع ۰/۵ متری کلیه جست‌های موجود در هر جست‌گروه با ارتفاع بیشتر از ۱/۳ متر، اندازه‌گیری گردید. با استفاده از اندازه‌گیری‌های فوق، متغیرهای ساختاری دیگری از قبیل سطح تاج، انبوهی (تاج‌پوشش)، تراکم (تعداد در هکتار، رویه زمینی)، قطر جست‌گروه و پراکندگی قطری و ارتفاعی محاسبه شدند.

الگوی پراکندگی مکانی

برای تعیین مختصات مکانی درختان، از روش فاصله-آزیموت استفاده گردید، به این صورت که فاصله و آزیموت درخت اول نسبت به نقطه مبنا با شیب‌سنج و قطب‌نمای سونتو اندازه‌گیری گردید تا به مختصات دکارتی (x,y) تبدیل شود. سپس این مختصات به مختصات نقطه مبنا اضافه شده و مختصات اولین درخت به‌دست آمد. و به همین ترتیب، محاسبات برای سایر درختان انجام گردید. برای تشریح ویژگی‌های ساختاری توده‌های جنگلی مورد مطالعه، از شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه استفاده شد که در ادامه به‌طور مختصر تشریح شده‌اند:

- **شاخص فاصله تا نزدیک ترین همسایه‌ها:** این شاخص به‌منظور برطرف کردن معایب شاخص‌های ساختاری نزدیک‌ترین همسایه که درنظر نگرفتن تراکم توده‌های جنگلی است، مورد استفاده قرار گرفت. بدون محاسبه مقدار این شاخص، هنگام مقایسه دو جنگل با چیدمان مشابه اما تراکم‌های متفاوت، اختلافات به‌خوبی نشان داده نمی‌شوند. به همین دلیل، شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها به‌طور مکمل با شاخص‌های دیگر در کمی‌سازی ساختار جنگل مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ruprecht et al., 2010). چنانچه مقدار این شاخص بین

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

صفر تا ۲ متر باشد، نشان‌دهنده رقابت خیلی شدید، ۲ تا ۴ متر رقابت شدید، ۴ تا ۶ متر رقابت متوسط و بیشتر از ۶ متر رقابت کم است.

- **شاخص زاویه یکنواخت:** این شاخص با مقایسه زاویه بین درختان همسایه (∝_j) و زاویه استاندارد (∝_۰) به بررسی منظم بودن موقعیت مکانی درخت مرجع نسبت به درختان همسایه خود می‌پردازد. مقدار شاخص زاویه یکنواخت هنگام استفاده از چهار درخت همسایه، یکی از ارزش‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و یک به‌دست می‌آید (Corral et al., 2010; Szmyt & Korzeniewicz, 2014). مقدار میانگین شاخص زاویه یکنواخت در توده‌هایی با الگوی مکانی یکنواخت (منظم)، بین صفر تا ۰/۵، توده‌هایی با الگوی مکانی تصادفی بین ۰/۵ تا ۰/۶ و توده‌هایی با الگوی مکانی کپه‌ای (خوشه‌ای) بین ۰/۶ تا یک است (Szmyt & Dobrowolska, 2016). از آن‌جایی‌که مقدار این شاخص تنها به‌صورت یک میانگین عددی است، با ترسیم توزیع ارزش‌های این شاخص می‌توان به جزئیات دقیق‌تری از وضعیت موقعیت مکانی توده‌های جنگلی مورد بررسی دست یافت (Pommerening, 2002; Szmyt, 2014). در روش ترسیمی بررسی شاخص زاویه‌ی یکنواخت، درصد فراوانی مقادیر مبنا قرار دارد. اگر فراوانی پراکندگی مقادیر زاویه یکنواخت در دو طرف نمودار، مشابه باشد، الگوی مکانی درختان تصادفی، درصورتی که فراوانی در سمت چپ نمودار بیش‌تر از سمت راست باشد، الگو یکنواخت و در حالتی که فراوانی در سمت راست نمودار بیشتر از سمت چپ آن باشد، الگوی مکانی درختان کپه‌ای است. برخی مطالعات بیانگر تناقض نتایج حاصل از این شاخص با سایر شاخص ها و توابع مکانی و ضعف این شاخص در تشخیص الگوی مکانی کپه‌ای است (علی‌جانی و همکاران، ۱۳۹۳، Ghalandarayeshi et al., 2017).

- **شاخص کلارک و اوانز:** به بررسی نحوه توزیع افقی درختان بر اساس فاصله بین نزدیک‌ترین همسایه‌های درختان مرجع در هر قطعه‌نمونه می‌پردازد. در این شاخص، میانگین فاصله بین یک درخت مرجع و نزدیک‌ترین همسایه آن با میانگین مورد انتظار درصورتی‌که الگوی مکانی درختان به‌طور تصادفی پراکنده شده باشند، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. ارزش این شاخص اگر بیش‌تر از یک شود، نشان‌دهنده الگوی یکنواخت، کم‌تر از یک نشان‌دهنده الگوی کپه ای و برابر با یک نشان دهنده الگوی تصادفی است (Ehbrecht et al, 2017).

- **شاخص آمیختگی یا مینگلینگ:** این شاخص درجه آمیختگی گونه‌های درختی را در جنگل توصیف کرده و به‌صورت کسری از n امین نزدیک‌ترین همسایه که دارای گونه‌های متفاوتی از گونه مرجع هستند، بیان می‌شود (Pommerening, 2002; Szmyt, 2014). این شاخص دارای ارزشی بین صفر تا یک است و مقادیر زیاد این شاخص نشان‌دهنده آمیختگی زیاد و مقادیر کم این شاخص نشان‌دهنده آمیختگی اندک توده است (Ruprecht et al., 2010). کاربرد این شاخص در برخی موارد تناقض‌هایی در مقایسه با روش‌های نوین آمار مکانی نشان می‌دهد. مخصوصا ممکن است نتایج گمراه کننده ای برای گونه های نادر و با فراوانی کم ارائه نماید (Ghalandarayeshi et al., 2017). گراز (Graz, 2004) عنوان کرد که شاخص آمیختگی به مقدار یک گونه در یک توده حساس است و مقدار کم یک گونه خاص که به طور تصادفی در یک توده پراکنده شده است، مقادیر بالایی از آمیختگی را نشان می‌دهد که غیرقابل اعتماد به نظر می‌رسد.

- **شاخص‌های تمایز قطری و سطح تاج:** این شاخص‌ها مقدار همگنی یا ناهمگنی درختان را از نظر اندازه قطر و سطح تاج بررسی می‌کنند. مقدار این شاخص‌ها بین صفر (بدون اختلاف و همه درختان از نظر ابعاد کاملاً مشابه یکدیگرند) تا یک (ناهمگنی زیاد در میان درختان همسایه) نوسان می‌کند (Szmyt & Ceitel, 2011). به منظور سهولت در تفسیر نتایج این دو شاخص، ارزش‌های آن به پنج طبقه اختلاف کم (۰/۲-۰)، متوسط (۰/۴-۰/۲) آشکار (۰/۶-۰/۴)، زیاد (۰/۸-۰/۶) خیلی زیاد (۱-۰/۸) تقسیم‌بندی می‌شوند (Kint et al., 2000). برای پایه‌های شاخه‌زاد بجای قطر در نیم‌متری درختان، متغیر قطر جست‌گروه جایگزین شد. همچنین، به‌دلیل اهمیت متغیر سطح تاج در جنگل‌های زاگرس با کارکردهای حفاظتی و همین‌طور عدم تنوع در متغیر ارتفاع، متغیر سطح تاج جایگزین متغیر ارتفاع درخت شد تا تصویر بهتری از درخت فراهم شود.

- **شاخص تنوع ساختاری ترکیبی:** این شاخص با توصیف سه جنبه موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای و اختلاف ابعاد درختان و با درنظر گرفتن وزن‌های مختلف برای هر سه شاخص به‌صورت یکجا به بررسی وضعیت تنوع

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

ساختاری می‌پردازد (Pastorella & Paletto, 2013; Szmyt & Dobrowolska, 2016). این شاخص ترکیبی از شاخص‌های زاویه یکنواخت، آمیختگی و اختلاف ابعاد بوده و هدف اصلی آن، ارزیابی سطح تنوع زیستی در ارتباط با گونه‌های درختی در اکوسیستم‌های جنگلی است. با توجه به اهمیت نسبی سه جنبه مختلف ساختاری، هر سه شاخص وزن‌دهی شده‌اند (۰/۳ = زاویه یکنواخت، ۰/۵= آمیختگی و اختلاف ابعاد =۰/۲) (Pastorella & Paletto, 2013). مقادیر کمتر از ۰/۳ بیانگر تنوع درختی کم، مقدار ۰/۳ تا ۰/۴ بیانگر تنوع درختی متوسط و مقدار بیشتر از ۰/۴ بیانگر تنوع درختی زیاد است (Szmyt & Dobrowolska, 2016). در این پژوهش، هر گروه ساختاری متشکل از یک درخت مرجع و چهار همسایه اطراف آن بود. همه درختان یک‌بار به‌عنوان درخت مرجع انتخاب و وضعیت ساختاری آن‌ها نسبت به همسایگان خود بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Crancod انجام شد.

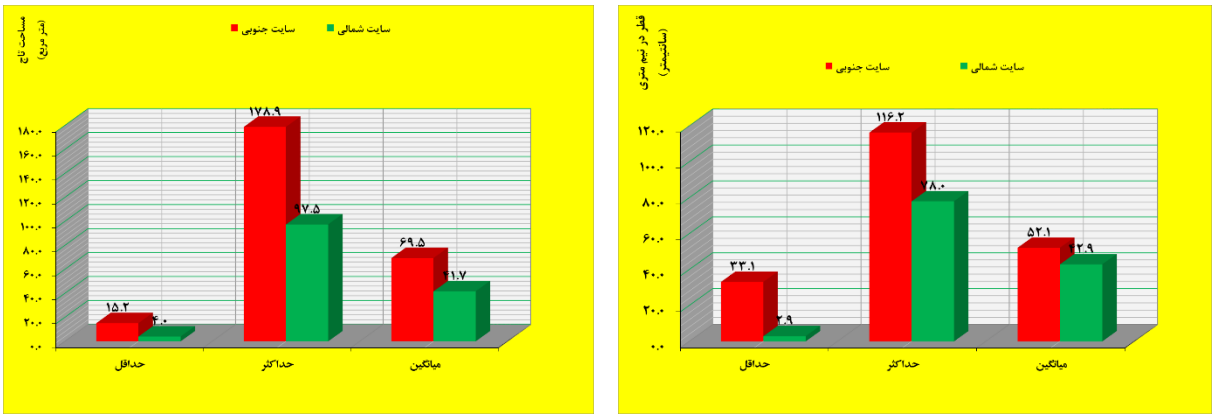
جدول ۲- تشریح شاخص‌های مورد استفاده به‌منظور کمی‌سازی ویژگی‌های ساختاری جنگل

ویژگی	شاخص	رابطه	تشریح	منبع
تراکم درختان	فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها	$D_i = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{4} S_{ij}$	Sij = فاصله درخت مرجع تا همسایه‌ها	Ruprecht et al., 2010
موقعیت مکانی	زاویه یکنواخت	$W_i = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{4} v_{ij}$	$v_{ij} = \begin{bmatrix} 1 \rightarrow & \alpha_j < \alpha_0 \\ 0 \rightarrow & \alpha_j \geq \alpha_0 \end{bmatrix}$	Corral et al., 2010; Szmyt & Korzeniewicz, 2014
	کلارک و اوانز	$CE = \frac{r_A}{r_E}$	CE : شاخص کلارک و اوانز r_A : میانگین فاصله یک درخت و نزدیکترین همسایه r_E : میانگین مورد انتظار	Ehbrecht et al. (2017
آمیختگی	آمیختگی	$M_i = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{4} V_{ij}$	$v_{ij} = \begin{bmatrix} 1 \rightarrow j & \text{گونه} i \neq \text{گونه} j \\ 0 \rightarrow j & \text{گونه} i = \text{گونه} j \end{bmatrix}$	Pastorella & Paletto, 2013
ابعاد درختان	تمایز قطری و تاجی درختان	$T_i = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{4} \left(1 - r_{ij}\right)$	$r_{ij} = \frac{\min(X_i, X_j)}{\max(X_i, X_j)}$	Ruprecht et al., 2010; Szmyt & Korzeniewicz, 2014
سطح تنوع درختی	تنوع ساختاری ترکیبی	$w_1) + (M_i \times w_2) + (W_i \times w_3)$	Ti = شاخص اختلاف ابعاد Mi = شاخص مینگلینگ Wi = شاخص زاویه یکنواخت	Pastorella & Paletto, 2013 Szmyt & Dobrowolska, 2016

نتایج

مشخصات کمی: براساس نتایج این بررسی، توده جنوبی با تراکم ۷۲ اصله گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl) در هکتار به صورت خالص، تیپ بلوط ایرانی و توده شمالی با تراکم ۵۷ اصله در هکتار که بیش از ۸۶ درصد گونه‌های آن‌را گونه بلوط ایرانی تشکیل داده است، تیپ بلوط-زالزالک است. در این توده علاوه بر بلوط ایرانی، گونه‌های زالزالک (*Crataegus azarolus* var.pontica)، آلبالوی وحشی (*Cerasus microcarpa*) و بنه (*Pistacia atlantica* Desf) نیز حضور دارند. در توده جنوبی میانگین قطردر نیم‌متری ۵۲/۱ سانتی‌متر (کمینه ۳۳/۱ و بیشینه ۱۱۶/۲ سانتی‌متر) و میانگین مساحت تاج ۶۹/۵ مترمربع (کمینه ۱۵/۲ و بیشینه ۱۷۸/۹ مترمربع) و در توده شمالی میانگین قطردر نیم‌متری ۴۲/۹ سانتی‌متر (کمینه ۲/۹ و بیشینه ۷۸ سانتی‌متر) و میانگین مساحت تاج ۴۱/۷ مترمربع (کمینه ۴ و بیشینه ۹۷/۵ مترمربع) است. همان‌گونه که دیده می‌شود میانگین هر دو متغیر در توده جنوبی بیشتر از توده شمالی است (جدول ۳ و شکل ۴).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۴ - میانگین مساحت تاج (مترمربع) و قطردر نیم‌متری (سانتی‌متر) در دو توده شمالی و جنوبی

خصوصیات ساختاری:

جدول ۴ نتایج حاصل از کمی‌سازی موقعیت مکانی ساختار جنگل‌های دو توده شمالی و جنوبی تحت بررسی با استفاده از شاخص های زاویه یکنواخت و کلارک و ایوانز را نشان می دهد. شاخص کلارک و ایوانز در هر دو توده، اندکی بیشتر از یک بوده (توده شمالی و جنوبی به ترتیب ۱/۰۹ و ۱/۰۷)، که نشان‌دهنده الگوی مکانی تصادفی متمایل به یکنواخت یا منظم درختان است. نتایج شاخص زاویه یکنواخت، در هر دو توده نزدیک به ۰/۵ و نشان‌دهندهٔ الگوی مکانی تصادفی متمایل به یکنواخت (منظم) بوده که با نتایج شاخص کلارک و ایوانز مطابقت دارد. تفسیر نموداری شاخص زاویه یکنواخت نیز کاملاً با تفسیر عددی آن منطبق بود به‌طوری‌که بر اساس شکل ۵، فراوانی در وسط نمودار (طبقه ۰/۵) و سمت چپ نمودار بیش‌تر از سمت راست است، که نشان‌دهنده الگوی تصادفی متمایل به یکنواخت یا منظم گونه‌ها در هر دو توده است. بر اساس مقدار شاخص آمیختگی یا مینگلینگ (جدول ۴) و شکل توزیع ارزش‌های این شاخص (شکل ۵)، توده جنوبی با مقدار عددی صفر، نشان می‌دهد که تمامی درختان همسایه از گونه مشابه با درخت مرجع هستند و توده کاملا خالص و غیر از گونه بلوط ایرانی، گونه دیگری در این توده وجود ندارد. مقدار این شاخص در توده شمالی ۰/۳۱ بوده که نشان می‌دهد که یکی از چهار گونه همسایه، متفاوت از گونه درخت مرجع است. به منظور مقایسه فاصله بین درختان همسایه در هر دو توده، از شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها استفاده شد (جدول ۴ و شکل ۵) مقدار شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه، در توده شمالی، ۸/۱۲ متر و در توده جنوبی ۵/۸۱ متر به‌دست آمد. میانگین شاخص تمایز قطری و تمایز تاج‌پوشش در توده شمالی (به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۵۵) بود که هر کدام حدوداً دو برابر این شاخص‌ها در توده جنوبی (به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۲۴) است. این اختلاف نشان‌دهندهٔ همگنی و اختلاف خیلی کم از نظر قطر و تاج پوشش در درختان توده جنوبی و ناهمگنی و اختلاف بیشتر در توده شمالی است (جدول ۴ و شکل ۵). درمورد شاخص‌های چیرگی قطر و چیرگی سطح تاج‌پوشش نیز نتایجی مشابه فوق به‌دست آمد که بازهم نشان از همگنی توده جنوبی و ناهمگنی توده شمالی است. مقدار شاخص تنوع ساختاری ترکیبی (مجموع سه شاخص زاویه یکنواخت، آمیختگی گونه‌ای و تمایز قطری با وزن‌دهی مشخص) در توده شمالی، ۰/۳۸ و در توده جنوبی ۰/۱۸ که حاکی از تنوع بیشتر توده شمالی در مقایسه با توده جنوبی بود.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

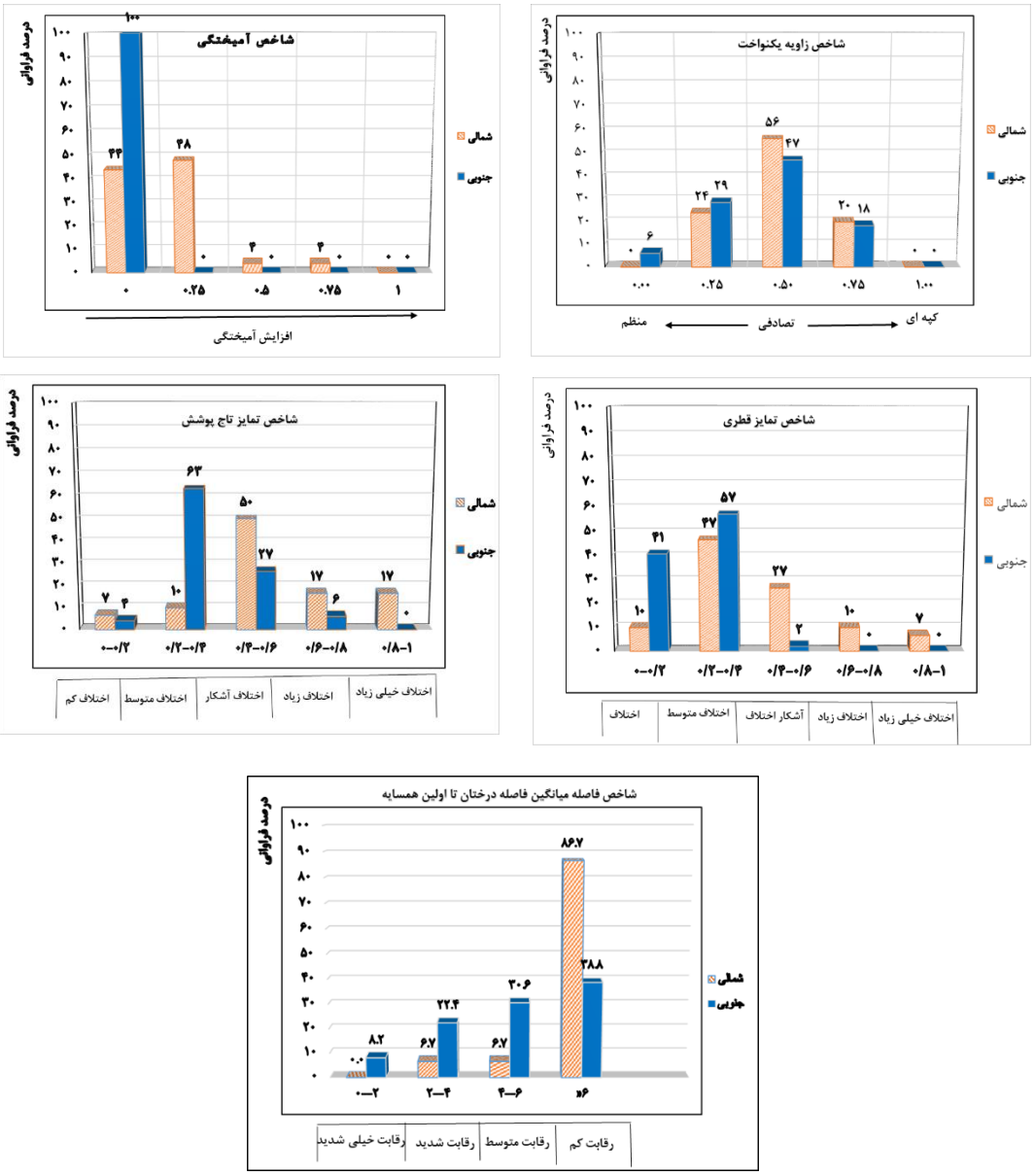
جدول ۳- آماره‌های توصیفی متغیرهای کمی درختان در دو رویشگاه تنگ دالاب جنوبی و شمالی

متغیر	آماره	توده شمالی	توده جنوبی
قطر در نیم‌متری (سانتی‌متر)	کمینه	۲/۹	۳۳/۱
	بیشینه	۷۸/۰	۱۱۶/۲
	انحراف‌معیار± میانگین	۴۲/۱۳±۹/۶	۵۲/۱۵±۱/۴
	ضریب تغییرات (درصد)	۳۱/۸	۲۹/۶
مساحت تاج (مترمربع)	کمینه	۴	۱۵
	بیشینه	۹۷/۵	۱۷۹
	انحراف‌معیار± میانگین	۴۱/۲۲±۷۳/۲۹	۶۹/۳۱±۵۴/۷۵
	ضریب تغییرات (درصد)	۵۳/۴۱	۴۵/۶۵

جدول ٤- میانگین شاخص‌هاي ساختاري مبتني بر نزديک‌ترين همسايه در دو رويشگاه تنگ دالاب جنوبي و شمالي

ویژگی	شاخص	میانگین توده شمالی	میانگین توده جنوبی
-	تعداد گروه ساختاری پیش از تصحیح حاشیه	۵۷	۷۲
-	تعداد گروه ساختاری پس از تصحیح حاشیه	۳۱	۴۹
تراکم	شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه	۸/۱۲	۵/۸۱
الگوی مکانی	شاخص زاویه یکنواخت	۰/۴۸	۰/۴۴
	شاخص کلارک و اوانز	۱/۰۹	۱/۰۷
اختلاط گونه‌ای	شاخص آمیختگی	۰/۳۱	۰
تنوع ابعاد	شاخص تمایز قطری	۰/۴۱	۰/۲۴
	شاخص تمایز تاج‌پوشش	۰/۵۵	۰/۲۴
-	شاخص تنوع ساختاری ترکیبی	۰/۳۸	۰/۱۸

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۵ - نمودار توزیع شاخص‌های زاویه یکنواخت، آمیختگی، تمایز قطری، تمایز تاج‌پوشش و میانگین فاصله درختان تا اولین همسایه در دو توده شمالی و جنوبی

بحث و نتیجه‌گیری

منطقه جنگلی تنگ دالاب، با وجود این‌که منطقه‌ای حفاظت شده و دارای قرق بیش از ۲۵ سال است، اما متاسفانه دام‌های روستاییان اطراف و عشایر از اواسط خرداد تا اواخر شهریور در منطقه حضور داشته و منطقه مورد تعلیف دام قرار می‌گیرد. همین موضوع باعث شده با وجود شرایط طبیعی و اکولوژیکی بسیار خوب برای تجدید حیات طبیعی و پایداری و استقرار گونه‌های مختلف جنگلی، عرصه بر این درختان تنگ شده و علاوه بر این‌که ده‌ها سال است که از تجدید حیات طبیعی خبری نیست (علیرغم آنکه بذر ریخته شده گونه‌های مختلف در پای درختان، به خوبی سبز شده ولی به محض اینکه چندبرگی می‌شوند، به‌وسیله دام‌های رها شده در منطقه مورد چرا قرا می‌گیرند)، درختان موجود نیز که اکثراً دانه‌زاد، تک پایه و مسن می‌باشند، توسط دامداران و مردم منطقه برای استفاده از برگ و میوه آنها برای چرای دام و نیز دیگر استفاده‌های محلی از جمله سوخت، به شدت مورد بهره‌برداری قرار گرفته و دچار تخریب و در معرض نابودی قرار گرفته‌اند. دو رویشگاه یا قطعه‌نمونه مورد مطالعه هر دو در این منطقه قرار گرفته و تقریبا عمده شرایط اکولوژیکی آنها از قبیل اقلیم، سازند

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

زمین‌شناسی، ارتفاع از سطح دریا، شیب و ... با هم مشابه و مهم‌ترین اختلاف و وجه‌تمایز این دو قطعه نمونه جهت یا جبهه جغرافیایی آنهاست، به‌طوری‌که رویشگاه یا قطعه‌نمونه شماره یک در جهت جنوبی این منطقه و رویشگاه یا قطعه‌نمونه شماره دو در جهت شمالی منطقه با اختلاف مسافتی کمی از همدیگر قرار گرفته‌اند. بنابراین، اختلافات ساختاری، تفاوت بین شاخص‌ها و یا تنوع‌گونه‌ای در این دو رویشگاه بیشتر به این موضوع برمی‌گردد. جهت جغرافیایی عامل مؤثری در ایجاد تفاوت‌های یک رویشگاه محسوب شده و از راه‌های مختلف بر پراکندگی پوشش گیاهی در عرصه‌های باز جنگلی تأثیر می‌گذارد (ثاقب طالبی و همکاران، ۱۳۸۴ ؛ بصیری و همکاران، ۱۳۸۲ ؛ شعبانی و همکاران، ۱۳۸۸). در پژوهشی رحیمی و همکاران (۱۴۰۲)، ساختار توده‌های جنگلی بلوط را در جنگل های استان کرمانشاه با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه در دو قطعه‌نمونه یک هکتاری (حفاظت نشده) در مناطق چهارزبر (دامنه جنوبی) و برزه(دامنه شمالی) بررسی کردند. نتایج شاخص کلارک و اوانز و زاویه یکنواخت نشان داد الگوی پراکندگی مکانی در هر دو منطقه کپه ای و الگوی پراکندگی گونه ای در چهارزبر تصادفی و در منطقه برزه یکنواخت است. نتایج میانگین شاخص آمیختگی نشان داد که منطقه برزه از آمیختگی گونه‌ای بسیار پایین‌تری از چهارزبر برخوردار است. همچنین میانگین شاخص‌های تمایز قطری و ارتفاعی نشان‌دهنده تمایز ارتفاعی اندک و برتری قطری پایه‌های چهارزبر نسبت به برزه است. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیق حاضر منافات دارد. نتایج مطالعات بصیری و همکاران (۱۳۸۲) و مروی مهاجر (۱۳۸۴)، نشان داد که در هر دو جهت جغرافیایی جنوب غربی و شمال شرقی گونه بلوط ایرانی غالب بوده و بالاترین مقدار از مجموع سطح مقطع این گونه به دامنه جنوب غربی تعلق دارد، همچنین مشخص شد که میانگین تمام شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در لایه درختی، درختچه‌ای و تجدید در جهت جنوب غربی بالاتر از جهت شمال شرقی است. گونه‌ها به شدت با جهت دامنه در ارتباط است، زیرا جهت دامنه بر پارامترهای اقلیمی از جمله میزان انرژی دریافتی از خورشید اثرگذار است. تأثیر جهت دامنه خصوصاً درارتفاعات متوسط و بالا که زاویه تابش نور خورشید در زمستان کاهش می‌یابد، مشهود است (Ajbilou et al., 2006). با توجه به ماهیت نورپسند بودن گونه بلوط و حضور این گونه در تمام جهات، بیشترین سطح اشغال شده توسط این گونه، دامنه‌ها و مناطقی است که بیشتر در معرض نور قرار می‌گیرند که این موضوع نشان دهنده دامنه اکولوژیکی وسیع این گونه است (معروفی، ۱۳۷۹ ؛ جزیره ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲ ؛ طالبی و همکاران، ۱۳۸۵). ملاحظه و دقت در متغیرها و شاخص‌های جدول ۳ به‌خوبی تفاوت‌های دو جهت جغرافیایی شمالی و جنوبی را نشان می‌دهد. تیپ جنگلی در توده جنوبی، برودار خالص دانه‌زاد است در حالی‌که در توده شمالی، تیپ جنگلی برودار زالزالک همراه گونه‌های بنه و آلبالوی وحشی بوده و ضمن اینکه در این توده، علاوه بر پایه‌های دانه‌زاد بلوط و زالزالک، پایه‌های شاخه‌زاد آنها نیز به‌چشم می‌خورد. این نتیجه با مطالعات (Sternberg & Shoshany; 2001) که مقدار تنوع و غنای گونه‌ای را در جهت شمالی و شرقی بیشتر می‌دانند مطابقت دارد. این محققین قرار گرفتن انواع گونه‌های درختی و تحول خاک در دامنه های شمالی را دلیل تنوع گونه ای گیاهان در این جهت عنوان کرده‌اند. نتایج مطالعات طالبی و همکاران (۱۳۸۵) که تنوع و غنای گونه‌ای را در جهت جنوبی بالاتر می‌دانند، با این نتیجه مغایرت دارد. وجود پایه‌های شاخه‌زاد در توده شمالی و نبود آن در رویشگاه جنوبی با نتایج مطالعات پورهاشمی (۱۳۸۲) که حداکثر جست‌دهی گونه بلوط را در جنگل‌های دویسه مریوان مربوط به دامنه شمالی بیان کرده است، مطابقت دارد، که ایشان دلیل این موضوع را قطع شدیدتر و مکرر درختان بلوط در دامنه‌های شمالی ناشی از دسترسی آسان‌تر برای جنگل‌نشینان دانسته است. علاوه بر این موضوع، شاید دلیل دیگر آن شرایط ادافیکی خاک هر دو توده است که در جهت شمالی با توجه به رطوبت بیشتر خاک و شرایط مناسب‌تر آن، عرصه برای تجدید حیات از نوع شاخه‌زاد و نیز تنوع گونه‌ای فراهم است. مهدی‌فر و ثاقب‌طالبی (۱۳۸۵)، در بررسی فراوانی تجدید حیات گونه دارمازو در منطقه شینه استان لرستان مشخص کردند که جهت شمالی تجدید حیات بیشتری نسبت به سایر جهت‌ها داشته است و دلیل عمده این اختلاف را وجود رطوبت، تأثیر کمتر نورخورشید و بالا بودن عمق خاک در جهت‌های شمالی دانسته‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. تراکم (تعداد در هکتار) درختان در توده جنوبی (۷۲ اصله) بالاتر از تراکم در توده شمالی (۵۷ اصله) است. این نتیجه با مطالعه پوربابائی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد. این

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

محققین اعلام می‌دارند که گونه بلوط ایرانی به منظور جذب نور بیشتر و تأمین نیاز حرارتی خود تغییر جهت داده و در جهت‌های غربی و جنوبی پراکندگی بیشتری می‌یابد. بردبار و همکاران (۱۳۸۹) نیز ضمن بررسی اثر عوامل محیطی بر گسترش و برخی خصوصیات کمی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl) در استان فارس اعلام کردند که تعداد در هکتار این گونه در جهت جنوبی بیشتر از سایر جهات است، که با نتایج این تحقیق انطباق دارد. ساختار مکانی جنگل هر دو رویشگاه از جنبه‌های مکانی مورد بررسی قرار گرفت. مقدار شاخص فاصله تا نزدیکترین همسایه‌ها برای توده جنوبی ۵/۸۱ و برای توده شمالی ۸/۱۲ متر به‌دست آمد (جدول ۳ و شکل ۵). این شاخص نشان‌دهنده مقدار تراکم توده‌های جنگلی یا تعداد پایه‌های درختی در واحد سطح است. در پژوهش حاضر بیش از ۸۶ درصد از درختان توده شمالی فاصله‌ای بیش از ۶ متر با هم داشته، یعنی رقابت بین آنها کم است. در حالی‌که در توده جنوبی، رقابت بین حدود ۳۹ درصد از درختان کم بوده و مابقی در رقابتی متوسط، شدید تا خیلی شدید قرار دارند. بالا بودن مقدار این شاخص در هر دو توده، می‌تواند به دلیل مسن بوده بودن درختان آنها باشد. این نتیجه با نتایج مطالعه سفیدی و صادقی (۱۳۹۸) مطابقت دارد. نتایج به‌دست آمده از دو شاخص زاویه یکنواخت (رویشگاه جنوبی ۰/۴۴ و رویشگاه شمالی ۰/۴۸) و کلارک و اوانز (رویشگاه جنوبی ۱/۰۷ و رویشگاه شمالی ۱/۰۹) در هر دو توده، نشان داد که الگوی مکانی درختان تصادفی متمایل به یکنواختی است. طبقات مختلف توزیع ارزش‌های شاخص زاویه یکنواخت برای درختان هر دو توده مورد مطالعه (جدول ۳ و شکل ۵)، نشان داد که حدود ۵۶ درختان توده شمالی در طبقه ۰/۵ (الگوی تصادفی) و ۲۴ درصد آن در طبقه ۰/۲۵ (تمایل به سمت الگوی منظم) و ۲۰ درصد بقیه در طبقه ۰/۷۵ (تمایل به سمت الگوی کپه‌ای) دارند، که در مجموع می‌توان گفت الگوی مکانی این توده تصادفی متمایل به سمت یکنواختی است. همین شرایط برای توده جنوبی نیز با اختلاف اندکی وجود دارد. این اختلاف ناشی از تمایل بیشتر این توده به سمت الگوی یکنواخت است. نحوه پراکندگی بذر درختان می‌تواند در انتشار مکانی پایه‌های درختی مؤثر باشد. اغلب بذر سنگین درختان بلوط در محدوده معینی انتشار می‌یابد و موجب آرایش کپه‌ای می‌شود. به نظر می‌رسد آشفتگی‌هایی مانند حضور جوندگان و نیز آتش‌سوزی سبب تغییر الگوی مکانی درختان شده است (سفیدی و صادقی، ۱۳۹۸). این نتیجه با نتایج مطالعه سفیدی و صادقی (۱۳۹۸) که مشخصه‌های ساختاری جنگل‌های اوری در ارسباران را بررسی کردند، مطابقت دارد. این محققین میانگین شاخص زاویه یکنواخت و شاخص کلارک و اوانز را برای قطعات نمونه مورد بررسی به ترتیب ۰/۴۷ و ۱/۳۱ به دست آوردند. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) نیز که در جنگل‌های زاگرس میانی روی کمی‌سازی ساختار جنگل کار کردند، مقدار شاخص زاویه یکنواخت را ۰/۴۵ و شاخص کلارک و اوانز را ۰/۹۴به دست آورده و الگوی پراکندگی را تصادفی با میل به حالت یکنواخت اعلام کردند، که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. فرهادی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه و همچنین صفری و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده شاخص‌های گرین و موریسیتا در جنگل‌های بلوط ایرانی، الگوی پراکندگی را کپه‌ای بیان کردند، با نتایج این تحقیق مغایرت دارد. به نظر می‌رسد مهم‌ترین دلیل برای این اختلاف، به قدمت و مداومت حضور انسان در منطقه به عنوان جنگل‌نشینان زاگرس، استفاده و بهره‌برداری‌های بی رویه و متنوع از این جنگل‌ها، چرای بیش از حد ظرفیت دام های سبک و سنگین در تمام طول فصول سال، آتش‌سوزی‌های مکرر، خشک‌سالی‌ها و آفات و امراض سنوات اخیر، تغییرات اقلیمی، تضعیف خاک و ... باعث شده که درختان موجود در زاگرس مثل گذشته زادآوری و تجدید حیات نداشته باشند. یکی از مهم‌ترین دلایل کپه‌ای بودن پراکندگی درختان را الگوی زادآوری آنها می‌دانند، به‌طورکلی الگوی پراکندگی تعداد زیادی از گونه‌ها در جوامع جنگلی به‌صورت کپه‌ای است که علت این امر روابط متقابل درختان با دیگر عوامل محیطی است (Manabe et al., 2000). یکی دیگر از دلایل مغایرت نتایج این مطالعه در مورد الگوی مکانی درختان با سایر مطالعات ممکن است بدلیل ضعف شاخص های مورد استفاده باشد. همانطور که چنین تناقض‌هایی در مطالعه علی جانی و همکاران (۱۳۹۳) و قلندرآیشی و همکاران (Ghalandarayeshi et al., 2017) مشاهده شد. نتایج حاصل از شاخص مینگلینگ (Mingling) که نشان‌دهندۀ آمیختگی توده است، حاکی از آمیختگی متوسط در توده شمالی (۰/۳۱) و بدون آمیختگی و خالص در توده جنوبی (۰) است (جدول ۳ و شکل ۵). به عبارتی در توده جنوبی تمامی درختان همسایه مشابه با گونه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

درخت مرجع هستند. اما در توده شمالی، ۴۴ درصد گونه‌ها این وضعیت را دارند، ۴۸ درصد آنها که در طبقه ۰/۲۵ قرار دارند، یکی از همسایه‌ها متفاوت از گونه درخت مرجع است. ۸ درصد مابقی دو و یا سه درخت از درختان همسایه با گونه درخت مرجع متفاوت است. از دیگر تبعات تخریب بستر تجدید حیات جنگل‌های زاگرس، چرای دام، فقدان زادآوری طبیعی و ... می‌توان به خلوص توده‌ها با گونه‌های مقاومی همچون بلوط ایرانی و یا آمیختگی کم در این جنگل‌ها اشاره کرد. شاخص آمیختگی توده در این بررسی نشان داد که تنها گونه حاضر در توده جنوبی، بلوط ایرانی و در توده شمالی که دارای آمیختگی متوسط است، بیش از ۸۶٪ گونه‌ها را گونه بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد، بنابراین، این گونه توسط سایر گونه های درختی احاطه نمی شود بلکه اغلب در رویشگاه‌های طبیعی این گونه در رقابت درون گونه‌ای با سایر درختان بلوط است. از سوی دیگر شرایط سخت رویشگاهی جنگل‌های زاگرس، امکان رشد سایر گونه‌ها را در این ناحیه محدود و یا مشکل می سازد. در توده‌های جنگلی خالص یا توده‌های جنگلی که بیش از ۷۰ درصد توده را یک گونه تشکیل می دهد، مقدار شاخص آمیختگی توده به طور معمول اندک است (مریدی و همکاران،۱۴۰۰). نتایج بررسی سفیدی و صادقی (۱۳۹۸)، حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۹)، با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. اختلاف ابعاد درختان در این بررسی که براساس نتایج دو شاخص تمایز قطری و تمایز تاج‌پوشش به‌دست آمد، نشان‌دهندهٔ تمایز کم در قطر (۰/۲۴) و تاج‌پوشش (۰/۲۴) در توده جنوبی و اختلاف متوسط تمایز قطری (۰/۴۱) و اختلاف زیاد تمایز تاج‌پوشش (۰/۵۱) در توده شمالی دارد (جدول ۳ و شکل ۵). مقادیر کم دو شاخص تمایز قطری و تمایز تاج‌پوشش در توده جنوبی نشان می‌دهد که این توده از همگنی بالایی از لحاظ قطر و تاج‌پوشش برخوردار بوده و دارای ساختار قطری و سنی به نسبت همگنی است. اما در توده شمالی به‌خاطر تنوع گونه‌ها و نیز وجود پایه‌های شاخه‌زاد این همگنی خصوصاً از نظر تاج‌پوشش وجود نداشته و بین درختان از نظر قطری و تاج‌پوشش اختلاف متوسط تا زیادی وجود دارد. در این پژوهش با در نظر گرفتن سه جنبه مختلف ساختار (تنوع الگوی مکانی، تنوع گونه‌ای و تنوع ابعاد) مقدار شاخص تنوع ساختاری ترکیبی در توده شمالی، ۰/۳۸ و در توده جنوبی ۰/۱۸ بود که حاکی از تنوع بیشتر توده شمالی در مقایسه با توده جنوبی است (جدول ۳). کمتر بودن این شاخص در توده جنوبی با توجه به پایین بودن شاخص‌های زاویه یکنواخت، آمیختگی و تنوع ابعاد در آن قابل انتظار بود. این نتیجه با مطالعات استرنبرگ و شوشانی (Sternberg, M. and M. Shoshany., 2001) که مقدار تنوع و غنای گونه‌ای را در جهت شمالی و شرقی بیشتر می‌دانند مطابقت دارد. نتایج مطالعات حیدری و همکاران (۱۳۸۹)، طالبی و همکاران (۱۳۸۵) که تنوع و غنای گونه‌ای را در جهت جنوبی بالاتر می‌دانند، با این نتیجه مغایرت دارد. با توجه به اینکه بسیاری از گونه های گیاهی جنگل های زاگرس در خطر نابودی و انقراض هستند، مطالعه و شناخت کافی و همه جانبه از وضعیت رویشگاه های بلوط و شناسایی پتانسیل آن‌ها برای برنامه‌ریزی بهتر ضروری است. نتایج این مطالعه نشان داد که جهت جغرافیایی به عنوان عاملی اثرگذار بر ساختار جنگل بوده، به طوری‌که با تغییر جهت، شرایط اکولوژیکی و محیطی رویشگاه جنگلی تغییریافته است. به‌طوری‌که در شرایط مطلوب اکولوژیکی، محیطی و ساختاری، مقادیر شاخص‌ها افزایش و در شرایط نامطلوب مقدار آن‌ها کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که توده‌های مورد مطالعه، دارای ساختاری به نسبت همگن است. برنامه‌ریزی برای افزایش ناهمگنی نسبی در ساختار این توده‌ها می‌تواند شرایط مساعدی برای توسعه این جنگل‌ها داشته باشد. دامنه جنوبی به دلیل شرایط نامناسب رشد از قبیل رطوبت کمتر، نور و دمای بیشتر و خاک ضعیف‌تر نسبت به دامنه شمالی، وضعیت نامناسب‌تری داشته و در طرح‌های مدیریتی لازم است این رویشگاه با اولویت بیشتری مورد توجه قرار گیرد. گونه بلوط ایرانی در این رویشگاه، به‌دلیل ویژگی‌های ذاتی خود، تنها گونه‌ای است که باقیمانده و بقیه گونه‌های جنگلی در رقابت با این گونه حذف شده و رویشگاه فاقد آمیختگی است. لذا در طرح‌های مدیریتی و برنامه‌های جنگل‌کاری بایستی با کاشت گونه‌های سازگار با منطقه نسبت به ایجاد تنوع گونه‌ای در این رویشگاه اقدام نمود. در رویشگاه شمالی، که از آمیختگی و تنوع ساختاری بیشتری برخوردار است، با وجود شرایط مناسب رویشگاهی، متاسفانه به‌دلیل دخالت‌های بی‌رویه انسان و قطع و بهره‌برداری‌های مکرر از تعداد درختان دانه‌زاد کاسته شده و توده به سمت شاخه‌زاد شدن در حال حرکت است که می‌بایستی در این خصوص مدیران منابع طبیعی با توجه به اهمیت حفاظت از تنوع

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

زیستی در جنگل‌های زاگرس،نسبت به حفظ شرایط موجود اقدام و برای افزایش غنا و تنوع گونه های چوبی در این رویشگاه و رویشگاه‌های مشابه، جنگل‌کاری با گونه‌های بومی منطقه از طریق نهال‌کاری و بذرکاری صورت گیرد. از سوی دیگر، با توجه به اینکه یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر استقرار زادآوری‌ها در منطقه، حضور دام و عوامل انسانی است باید تا حد امکان، از ورود دام به منطقه جلوگیری و بهره‌برداری مردمان محلی از درختان و درختچه‌ها را تا حدی محدود کرد تا با بتوان به منظور کسب اطلاعات بیشتر از تغییرات ساختار جنگل‌های زاگرس، ساختار این توده‌های جنگلی طی دوره های زمانی را پایش نموده و از نتایج این تحقیقات برای ارائه الگویی برای حفظ، احیا و توسعه این جنگل‌ها استفاده نمود. در پایان توصیه می‌شود کاربرد و تفسیر شاخص‌های همسایگی با احتیاط و در نظر گرفتن محدودیت‌های این شاخص‌ها باشد. همچنین در مطالعات آینده ضرایب وزن‌دهی شاخص تنوع ساختاری ترکیبی برای جنگل‌های غرب بر اساس اهمیت این شاخص‌ها در بیان تنوع زیستی این جنگل‌ها بررسی و اصلاح شود.

منابع

بردبار، س.ک.، ثاقب‌طالبی، خ.، حمزه‌پور، م.، جوکار، لادن.، پاک‌پور، م.، عباسی، ع. ۱۳۸۹. اثر عوامل محیطی بر گسترش و برخی خصوصیات کمی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl) در استان فارس. فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد ۱۸، شماره ۳، ص ۴۰۴-۳۹۰.

بصیری، ر.، اکبری نیا، م.، حسینی، و.، اسدی، و. ۱۳۸۲ . تعیین و تحلیل کمی تیپ های جنگل در رابطه با جهات جغرافیایی در منطقه قامیشله مریوان. مجله پژوهش و سازندگی، ۶۰، ص ۶۷-۶۰.

پاتو، م.، مرادی، س.، احمدی ثانی، ن. ۱۴۰۱. بررسی ساختار، ترکیب و تنوع گونه‌ای توده‌های جنگلی طبیعی و بهره‌برداری‌شده در جنگل‌های زاگرس شمالی. فصلنامه علمی پژوهش و توسعه جنگل. جلد ۸، شماره ۳، ص ۳۲۷-۳۱۱.

پوربابائی، ح.، چراغی، ر.، ابراهیمی، س.س. ۱۳۹۴. بررسی ساختار و تنوع گونه های چوبی در رویشگاه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*): منطقه دشتک، یاسوج، غرب ایران. مجله تحقیقات جنگل‌های زاگرس، سال دوم، شماره اول. ص ۱۷-۱.

پورهاشمی، م. ۱۳۸۲. بررسی تجدیدحیات طبیعی گونه‌های بلوط در جنگل‌های مریوان. رساله دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۱۶۶ صفحه

پیروزی، ف.، سوسنی، ج.، عادلی، ک.، ملک‌نیا، ر.، نقوی، ح.، حسین‌زاده، ر. ۱۳۹۷. مقایسه ساختار جنگل در توده‌های شاخه‌زاد بلوط با تراکم و آمیختگی متفاوت (بررسی موردی: جنگل‌های نوژیان خرم‌آباد). فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل. جلد ۴، شماره ۱، صفحه ۲۸-۱۵.

پیله‌ور، ب.، میرآزادی، ز.، علی‌جانی، و.، جعفری سرابی، ح. ۱۳۹۳. کاربرد شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه در بررسی ساختار گونه‌های زالزالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس. تحقیقات جنگل‌های زاگرس، ۱(۲): ۱-۱۴.

پیرمحمدی، ز.، مهدوی، ع. ۱۳۹۴. اهمیت و ضرورت ارزیابی مدیریت پایدار جنگل‌ها، سومین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، تهران.

ثاقب طالبی، خ.، ساجدی، ت.و.، یزدیان، ف. ۱۳۸۴ . نگاهی به جنگل‌های ایران. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ۳۰ ص. شماره ۳۳۹، ۳۰ صفحه.

جزیره‌ای، م. ح.، ابراهیمی رستاقی، م. ۱۳۸۲ . جنگلشناسی زاگرس. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۰ ص.

جوانمیری‌پور، م.، مروی مهاجر، م.ر.، زبیری، م.، اعتماد، و.، جورغلامی، م. ۱۳۹۶. اثر دخللت‌های مدیریتی بر ساختار توده‌های طبیعی (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۵(۲): ۲۱۹- ۲۰۹.

حسین‌زاده، رامین.، سوسنی، ج.، نقوی، ح. ۱۳۹۹. کارایی قطعات نمونه کوچک در کمی سازی ساختار جنگل‌های زاگرس میانی با به‌کارگیری برخی از شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه‌ها. نشریه حفاظت زیست بوم ایران. دوره هشتم. شماره هفدهم. صفحه ۵۵-۴۱.

حیدری، م.، عطار روشن، س.، حاتمی، خ. ۱۳۸۹. ارزیابی تنوع زیستی گیاهان علفی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافیک در اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس میانی-منطقه حفاظت شده دالاب. مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، ۱(۲): ۴۲-۲۸.

رحیمی، ح.، بردبار، س.، پورهاشمی، م.، خان‌حسنی، م.، صفری، ه.، جلیلیان، ن. ۱۴۰۲. تحلیل ساختار توده‌های جنگلی بلوط با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه (جنگل‌های چهارزبر و برزه استان کرمانشاه). پژوهش و توسعه جنگل، ۹(۱): ۱۲۷-۱۱۵.

سفیدی، ک.، صادقی، س.م.م. ۱۳۹۸. مشخصه‌های ساختاری جنگل‌های اوری در ارسباران (مطالعه موردی: حاتم

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

مشه‌سی، مشگین‌شهر). مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران. سال یازدهم، شماره ۳. ص ۳۴۷-۳۶۱.

شعبانی، س.، اکبری نیا، م.، جلالی، ی.غ.، علی عرب، ع. ۱۳۸۸ . تأثیر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع گونه ای گیاهی . عرصه‌های باز جنگلی (مطالعه موردی: جنگل لالیس، چالوس). مجله زیست شناسی ایران، ۲۳(۳): ص ۴۲۹-۴۱۸.

صفری، ا.، شعبانیان، ن.، حیدری، ر.ح.، عرفانی‌فرد، س.ی.، پوررضا، م. ۱۳۸۹. بررسی الگوی مکانی درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های باینگان کرمانشاه. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸(۴): -۶۰۸ ۵۹۶.

طالبی، م.، ثاقب طالبی، خ.، جهانبازی گوجانی، ح. ۱۳۸۵ . بررسی نیاز رویشگاهی و برخی خصوصیات کمی و کیفی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl) در جنگل های استان چهار محال و بختیاری. تحقیقات جنگل و صنوبر (.) ایران، ۱۴(۱): ۶۷-۷۹.

علی‌جانی، و.، ثاقب‌طالبی، خ.، اخوان، ر. ۱۳۹۳. کمی‌سازی ساختار توده‌های دست‌نخورده راش در مراحل مختلف تحولی (مطالعه موردی: منطقه کلاردشت، مازندران)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۳): ۳۹۶-۴۱۰.

علی‌جانی، و.، فقهی، ج.، مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۹۱. بررسی ساختار مکانی راش و بلوط در یک جنگل آمیخته (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود). پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۹(۳): ۱۷۵-۱۸۸.

علی‌جانی، و.، فقهی، ج.، زبیری، م.، مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۹۲. بررسی ساختار تیپ‌های مختلف جنگلی با استفاده از شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود). بوم‌شناسی کاربردی، ۳: ۲۴-۱۳.

فرهادی، پ.، سوسنی، ج.، عادلی، ک.، علی جانی، و. ۱۳۹۳ .تحلیل ساختار جنگلهای زاگرس با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه (پژوهش موردی: جنگلهای قلعه گل خرم آباد)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، (۲) ۲۲، ۳۰۶-۲۹۴.

مریدی، م.، فلاح، ا.، پورمجیدیان، م.، سفیدی، ک. ۱۴۰۰. تحلیل کمّی ساختار جنگل در مرحله افزایش حجم در روند تحول توده های طبیعی راش (مطالعه موردی: جنگل خیرود). مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران. سال سیزدهم، شمارۀ ۲، ص ۱۲۸-۱۱۵.

مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۸۴ . جنگل شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۷ ص.

معروفی، ح. ۱۳۷۹. بررسی نیاز رویشگاهی گونه وی‌ول در استان کردستان. پایان‌نامه (*Quercus libani* Oliv.). کارشناسی ارشد جنگلداری، مجتمع آموزش عالی امام خمینی، ۸۹ ص.

مهدی‌فر، د.، ثاقب‌طالبی، خ. ۱۳۸۵. مشخصات کمی وکیفی و خصوصیات رویشگاهی دارمازو (*Quercus infectoria* Oliv) در منطقه شینه استان لرستان. فصل‌نامۀ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد ۱۴ شمارۀ ۳. ص ۲۰۶-۱۹۳.

Ajbilou, R., Maranon, T., Arroyyo, J. 2006. Ecological and biogeographical analyses of mediteranian forests of northern Morocco. Acta Oecologica, 29(1): 104–113.

Aguirre, O.; Hui, G.; von Gadow, K.; Jiménez, J. 2003. An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables. Forest ecology and management. 183 (1-3), 137-145.

Corral, J.J., Wehenkel, C., Castelanos, H.A., Vargas, B., Dieguez, U. 2010. A permutation test of spatial randomness: application to nearest neighbor indices in forest stands. Journal of Forest Research, 15: 218-225.

Ehbrecht, M., Schall, P., Ammer, C., Seidel, D. 2017. Quantifying stand structural complexity and its relationship with forest management, tree species diversity and microclimate. Agricultural and Forest Meteorology. 242: 1-9 .

Ghalandarayeshi, Sh., Nord-Larsen, T., Kvist Johannsen, V., Bo Larsen, J. 2017. Spatial patterns of tree species in Suserup Skov – a semi-natural forest in Denmark, Forest Ecology and Management, Volume 406, Pages 391-401, ISSN 0378-1127, https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.020

Graz, P.F. 2004. The behavior of the species mingling index Msp in relation to species dominance and dispersion. European Journal of Forest Research, 123(1): 87-92.

Ingrao, C., Bacenetti, J. Bezama, A., Blok, V., Huisingh, D. 2016. Agricultural and forest biomass for food, materials and energy: bio-economy as the cornerstone to cleaner production and more sustainable consumption patterns for accelerating the transition towards equitable, sustainable, post fossil-carbon societies. J. Clean Prod. 117, 4e6.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Savari, M., & Zhoolideh, M. 2021. The role of climate change adaptation of small-scale farmers on the households food security level in the west of Iran. Development in Practice, 1-15.

Savari, M., Ebrahimi-Maymand, R., Mohammadi-Kanigolzar, F. 2013. The Factors influencing the application of organic farming operations by farmers in Iran. Agris on-line Papers in Economics and Informatics, 5(665-2016-44970), 179-187.

Savari, M., Damaneh, H. E., Damaneh, H. E. 2020. Factors influencing local people's participation in sustainable forest management. Arabian Journal of Geosciences, 13(13), 1-13.

Sefidi, K., Coopenheaver, C.A., Keivan Behjou, F., Kakavand, M., 2014. Structural diversity within mature forests in Northern Iran: a case study from a relic population of Persian ironwood (*Parrotia persica* C. A. Mey.). Forest Science, 16(2): 258-265.

Sternberg, M., Shoshany, M. 2001. Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: comparison of a semiarid and an arid site in Israel. Ecological Research, 16(2): 335-345.

Szmyt, J., Dobrowolska, D., 2016. Spatial diversity of forest regeneration after catastrophic wind in northeastern Poland. iForest-Biogeosciences and Forestry, 9(3), p.414 .

Szmyt, J., Korzeniewicz, R. 2014. Do natural processes at the juvenile stage of stand development differentiate the spatial structure of trees in artificially established forest stands? Journal of Forest Research, 75(2): 171-179.

Szmyt, J. 2014. Spatial statistics in ecological analysis: from indices to functions. Silva Fennica, 38: 1-31.

Szmyt, J., Ceitel, J. 2011. Spatial and size diversity of trees in untended pine stands of different initial density Sylwan, 155: 749-759.

Wang, H., Zhang, G., Hui, G., Li, Y., Hu, Y., Zhao, Z.H. 2016. The influence of sampling unit size and spatial arrangement pattern on neighborhood-based spatial structure analyses of forest stands. Forest Systems, 25(1): 1-9.

Kint, V., Lust, N., Ferris, R., Olsthoom, A.F.M. 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. Investigaci?n Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, 1: 147-163.

Manabe, T., Nishimura, N., Miura, M., Yamamoto, S. 2000. Population structure and spatial patterns of trees in temperate old-growth evergreen broad-leaved forests in japan, Plant Ecology, 151: 181- 197

McElhinny, C. 2002. Forest and woodland structure as an index of biodiversity: a review. Department of Forestry, Australian National University, Canberra, 80p

Mohammad-Dustar-Sharaf, M., Mirfakhraei, S., Zargaran, M. R., Azimi, N. 2016. Species diversity of edaphic mesostigmatid mites (Acari: Mesostigmata) of Arasbaran Forest. Forest Research and Development, 2 (1), 85-96 .

Moridi, M., Sefidi, K., Etemad, V. 2015. Stand characteristics of mixed Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in the stem exclusion phase, Northen Iran. European Journal of Forest Research, 134(4): 693-703.

Motz, K., Sterba, H., Pommerening, A. 2010. Sampling measures of tree diversity. Forest Ecology and Management, 260(4): 1985-1996.

Müller, J., Bubler, H., Kneib, T. 2008. Saproxylic beetle assemblages related to silvicultural management intensity and stand structures in a beech forest in Southern Germany. J Insect Conserv 12, 107–124

Pastorella, F., Paletto, A. 2013. Stand structure indices as tools to support forest management: an application in Trentino forests (Italy). Journal of Forest Science, 59(4): 159-168.

Pommerening, A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. Forestry, 3: 305-324.

Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Raphael, K., Vacik, H. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. European Journal of Forest Research, 129: 189-198.

Savari, M., Naghibeiranvand, F., Asadi, Z. 2022. Modeling environmentally responsible behaviors among rural women in the forested regions in Iran. Global Ecology and Conservation, 35, e02102.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

The influence of northern and southern aspect on forest structural indicators (case study: Tangdalab forests of Ilam province)

Manouchehr Tahmasebi[1]*, Seyed Kazem Bordbar[2], Mashaallah Mohammadpour[3] , Ahmad Hosseini[4]

[1]Assistant Professor, Forest and Rangeland Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam

[2] Assistant Professor, Forest and Rangeland Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz

[3]Assistant Professor., Forest and Rangeland Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ila.

[4]Associate Prof, Forest and Rangeland Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam

Received: 2023/02/26; Accepted: 2023/10/20

Abstract

This study aimed to evaluate the structural characteristics of natural forests and providing the possibility of studying the changes in the structural characteristics of these stands over time, in order to plan and manage the forest in the Tang Dalab region of Ilam, in two geographical directions, north and south. To achieve this, all trees were calipered in two one-hectare plots. Additionally, the structural characteristics were measured using the nearest neighbor's method. To measure several indices like nearest neighbor distance index (density of trees), uniform angle index and Clark and Evans index (variety of location), Mingling index (species mixture), diameter and canopy differentiation indices (dimensional differences of trees), and complex structural diversity index (tree diversity) were used. The results of uniform angle (south site 0.44 and north site 0.48) and Clark and Evans indices (Southern aspect 1/07 and Northern aspect 1/09) indicated a random spatial pattern of trees. According to the Mingling index, the northern aspect have relatively moderate mixing (0.31) and no mixing (0)in the pure southern aspect). The mean of distance to the neighbors was 8.12 m in northern stand and 5.81 in southern aspect. The results of diameter and canopy differentiation index indicated low difference in diameter (0.24) and canopy (0.24) in the southern aspect and average difference in diameter differentiation (0.41) and high difference in canopy differentiation (0.51)) in the northern aspect. Complex structural diversity index, indicated more diversity in the northern aspect (0.38) compared to the southern aspect (0.18). The indicators used in this research can be used to describe the structure and ecological characteristics of different tree species in order to increase ecosystem stability and planning to create heterogeneity in the structure of the stand and and help forest managers in planning and making appropriate decisions. However, the effectiveness of these indicators in some situations is doubted by some researchers. .

***Keywords*:** Spatial patterm, Oak, Geographical direction, Middle Zagros, Structural characteristics

*Corresponding author: ardavanica@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]