



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، شماره چهارم، ۱۳۹۵
<http://jwfst.gau.ac.ir>

تأثیر ویژگی‌های فیزیوگرافیک رویشگاه بر پراکنش درختان و خشکه‌دارها در جنگل‌های آمیخته راش

*کیومرث سفیدی^۱، معراج شرری^۱، فریبا اسفندیاری درآباد^۲ و مجتبی آذریان^۳

^۱استادیار، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، آدانشیار، ژنومورفولوژی، دانشگاه محقق

اردبیلی، ^۲دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: انتشار گونه‌های گیاهی در اکوسیستم‌های طبیعی تحت تأثیر عوامل متعدد اکولوژیک از جمله فیزیوگرافی منطقه است. مطالعات متعددی ارتباط کلی انتشار درختان زنده با عوامل مرتبط با فیزیوگرافی را تأیید کرده‌اند. ولی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی نقش فیزیوگرافی بر ویژگی‌های اندازه‌ای درختان پرداخته و نشان دادند که ابعاد درختان به شکل معنی‌داری (سطح اطمینان ۹۵ درصد) تحت عوامل وابسته به فیزیوگرافی هستند و عامل شیب مهم‌ترین عامل اثرگذار است (۲۹). علوی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که انتشار مکانی گونه ملج از ویژگی‌های فیزیوگرافیک رویشگاه‌های جنگلی اثر می‌پذیرد (۱). مطالعه صورت گرفته در جنگل‌های پایین‌بند در شرق نوشهر نیز نشان داد شاخص‌های تنوع زیستی با شیب و ارتفاع از سطح دریا اثر مثبت دارند (۲۸). این پژوهش باهدف‌های ارزیابی تأثیر هر یک از شاخص‌های فیزیوگرافی بر انتشار درختان سرپا و اثرپذیری میزان و پراکنش خشکه‌دارها در ارتباط با ویژگی‌های فیزیوگرافی رویشگاه جنگلی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در بخش گرازبن جنگل خیرود نوشهر انجام گرفت که به‌منظور آموزش و پژوهش در اختیار دانشگاه تهران است. رویشگاه‌های مورد مطالعه با توجه به سابقه مدیریتی و عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی از بخش گرازبن این جنگل انتخاب شد. به‌این منظور شبکه آماربرداری ۵۰×۵۰ متری طراحی و در مرکز تقاطع اضلاع شبکه،

قطعات نمونه ۱۰ آری پیاده و نوع گونه‌های درختی، قطر و ارتفاع درختان سرپا و قطر، طول و درجه پوسیدگی خشکه‌دارها یادداشت گردید. در این بررسی تأثیر جهت دامنه (AS)، شکل دامنه (TSI) و شاخص شکل زمین (LI) بر انتشار درختان و خشکه‌دارها بررسی شد.

یافته‌ها: در بین گونه‌های درختی گونه راش بیشترین فراوانی را در بین درختان زنده و خشک به خود اختصاص داد. این گونه بیشترین میزان حجم، فراوانی نسبی و اهمیت نسبی گونه را به خود اختصاص داده است. نتایج نشان داد، میزان رویه زمینی درختان با شاخص شکل زمین و شاخص شکل دامنه رابطه معنی‌داری را در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهند و تراکم درختان و شاخص رویه زمینی با سایر ویژگی‌ها رابطه معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. آزمون چند متغیره RDA نشان داد رابطه معنی‌داری بین انتشار گونه‌ها و شاخص‌های محیطی در تمامی محورها وجود دارد، حجم خشکه‌دارها و تعداد خشکه‌دارها در کلاسه ۴ پوسیدگی رابطه منفی و معنی‌داری را با درصد پوشش تاجی و شاخص شکل دامنه نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری: نتایج تحلیل انتشار گونه‌های درختی و خشکه‌دارها نشان داد که شیب و جهت دامنه تأثیر مهمی بر انتشار درختان زنده و خشکه‌دارها دارند. همچنین تأثیر فیزیوگرافی بر انتشار این دو بخش مهم از ساختار توده دارای پیچیدگی‌های است که در مدیریت سیستم‌های طبیعی بایستی مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فیزیوگرافی، شاخص شکل زمین، شاخص شکل دامنه، آنالیز RDA

مقدمه و هدف

عوامل متعددی در یک رویشگاه جنگلی می‌تواند انتشار گونه‌های درختی را تحت تأثیر قرار دهد. هرچند که در یک رویشگاه برآیندی از عوامل اکولوژیک متعدد تعیین‌کننده انتشار و گستره حضور گونه‌های درختی مختلف هستند، اما در مطالعات اکولوژیک شناخت عملکرد جداگانه هر عامل می‌تواند راهگشایی برای مقابله با چالش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی عملی جهت مدیریت توده‌های جنگلی به‌شمار رود. یکی از مهم‌ترین عوامل تشکیل‌دهنده ویژگی‌های رویشگاه‌های جنگلی فیزیوگرافی منطقه است که تأثیر مهمی بر حضور و یا عدم حضور گونه‌ها و جریان مواد و انرژی در اکوسیستم‌های جنگلی می‌گذارد. شیب، جهت و موقعیت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و شکل زمین از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های وابسته به فیزیوگرافی در یک ناحیه هستند که انتشار گونه‌های گیاهی را در اکوسیستم‌های منظر متأثر می‌سازند (۸).

درختان در حال پوسیدن یا خشکه‌دارها نقش‌های متعددی علاوه بر تأثیر بر تجدید حیات توده‌های جنگلی و نیز حفظ تنوع گونه‌ای در اکوسیستم‌های جنگلی بر عهده‌دارند. خشکه‌دارهای سرپا علاوه بر ایجاد منبع تغذیه‌ای برای پرندگان به‌عنوان یک زیستگاه برای لانه‌گزینی پرندگان به شمار می‌روند (۹). همچنین خشکه‌دارها در چرخه گردش مواد و به‌ویژه کربن در اکوسیستم نقش داشته و از این طریق بر حاصلخیزی رویشگاه‌های جنگلی و امکان رویش گونه‌ها تأثیر دارند (۵ و ۱۲).

مطالعات مربوط به خشکه‌دارها حدود یک دهه پیش در ایران آغاز شده و اطلاعات مناسبی در ارتباط با میزان، کیفیت و نحوه اثرگذاری آن بر روی زادآوری کسب شده است. خشکه‌دارها می‌توانند نقش مؤثری در استقرار نهال‌ها در جنگل از طریق نگهداری رطوبت و ایجاد بستر بذر داشته باشند (۲۷). در مطالعات گذشته کمیت و کیفیت خشکه‌دارها در بین گونه‌های مختلف و توده‌های جنگلی موضوع مورد پژوهش بوده است. در مطالعات انجام شده در شمال کشور حجم متوسط خشکه‌دار در جنگل‌های با ویژگی‌های متفاوت اختلافاتی را نشان می‌دهد (۴ و ۲۴) که میزان و کیفیت متفاوت خشکه‌دارها در جنگل‌های با سابقه مدیریتی متفاوت پیش‌تر گزارش شده است (۲۵)، به‌نظر می‌رسد اختلاف در نتایج به‌علت تفاوت در ساختار جنگل‌ها در نتیجه قرار گرفتن توده‌های جنگلی در مراحل تحولی مختلف و تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری باشد.

میزان، کیفیت و انتشار مکانی خشکه‌دارها به‌عنوان بخشی از ساختار اکوسیستم‌های جنگلی همواره مورد توجه اکولوژیست‌ها بوده است (۴)، یکی از عوامل مؤثر بر پراکنش مکانی خشکه‌دارها در جنگل‌ها عوامل وابسته به فیزیوگرافی است. فیزیوگرافی به‌اختصار، واژه‌ای برای بیان ویژگی‌های جغرافیای فیزیکی یک مکان است. فیزیوگرافی اغلب به شکل ویژگی‌های جغرافیایی محیط فیزیکی مانند شیب، جهت دامنه و سایر ویژگی‌های وابسته به توپوگرافی منطقه است، در اکولوژی جنگل، فیزیوگرافی را به‌عنوان خصوصیات سطحی، شکل و ماده مادری از یک محدوده محلی تا ناحیه‌ای تعریف می‌کنیم. خصوصیات ویژه فیزیوگرافیکی مثل اشکال زمین به‌عنوان مثال کوه، دامنه‌ها و جلگه‌ها، دشت‌های فرسایش یافته و دشت‌های سیلابی رودخانه‌ها تنها به‌وسیله شکل بلکه با مواد مادری تشکیل دهنده آن‌ها که خصوصیات از یک‌شکل زمین است، مشخص می‌شوند، که خاک‌ها در آن تشکیل و توسعه می‌یابند.

اغلب از بخش‌های مختلف اکوسیستم نظیر اقلیم، فیزیوگرافی و خاک برای شناخت، تفکیک و نقشه‌برداری اکوسیستم‌های چشم‌انداز در سطح ناحیه‌ای و محلی و همچنین برای درک ساختار و کارکرد اکوسیستم‌ها استفاده می‌شود. در این بین فیزیوگرافی به‌عنوان ثابت‌ترین بخش از اجزاء یک

اکوسیستم تأثیر مهمی در شکل‌گیری ساختار و ترکیب اکوسیستم‌های جنگلی را داشته و کمترین تأثیر را از تخریب‌های کوتاه و بلندمدت طبیعی و انسانی می‌پذیرد (۲۱).

علاوه بر ساختار و ترکیب، فیزیوگرافی کارکرد اکوسیستم را نیز متأثر می‌سازد، چراکه فیزیوگرافی در سطح زمین اقلیم ناحیه‌ای را و در زیرزمین نیز توسعه خاک را کنترل می‌کند، اشکال سطحی و مواد مادری تشکیل‌دهنده آن‌ها، بازتاب تابش‌های خورشیدی، زهکشی و میزان آب خاک و عناصر تغذیه‌ای را تعیین و از این طریق رشد، پراکنش و تولید بیولوژیک در گیاهان را تنظیم می‌کند. ما اغلب از بخش‌های مختلف اکوسیستم نظیر اقلیم، فیزیوگرافی و خاک برای شناخت، تفکیک و نقشه‌برداری اکوسیستم‌های چشم‌انداز در سطح ناحیه‌ای و محلی و همچنین برای درک ساختار و کارکرد اکوسیستم به‌کار برده می‌شود. شکل دیگری از فیزیوگرافی شیب و جهت یک سطح شیب‌دار یا دامنه است که به‌صورت نسبت اختلاف ارتفاع منطقه نسبت به سطح افقی و به شکل درصد بیان می‌شود. طول شیب (به متر یا کیلومتر) در انتشار گیاه در منظر تأثیر دارد.

ولی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی نقش فیزیوگرافی بر ویژگی‌های اندازه‌ای درختان پرداخته و نشان دادند که ابعاد درختان به شکل معنی‌داری تحت عوامل وابسته به فیزیوگرافی هستند و عامل شیب مهم‌ترین عامل اثرگذار است (۲۹). علوی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که انتشار مکانی گونه ملج از ویژگی‌های فیزیوگرافیک رویشگاه‌های جنگلی اثر می‌پذیرد (۱). مطالعه صورت گرفته در جنگل‌های پایین‌بند در شرق نوشهر نیز نشان داد شاخص‌های تنوع زیستی با شیب و ارتفاع از سطح دریا اثر مثبت دارند (۲۸). در بررسی تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر تنوع گونه‌ای در جنگل‌های سرخدار ارتباط معنی‌داری بین ارتفاع از سطح دریا به‌دست نیامد هرچند بیشترین تنوع در شیب بین ۱۰ تا ۳۵ درصد برآورد گردد (۱۰). همچنین تأثیر ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه شکل‌گیری تیپ برودار-بنه در منطقه زاگرس گزارش شده است (۲۰).

هدف اصلی این پژوهش کمی کردن اثرپذیری توزیع گونه‌های درختی و نیز خشکه‌دارها از عوامل وابسته به فیزیوگرافی است. در این پژوهش سعی شد تا با بررسی انتشار گونه‌های درختی و خشکه‌دارها به این سؤال پاسخ داده شود که آیا فیزیوگرافی تأثیری بر انتشار و توزیع خشکه‌دارها و درختان دارد؟ برای پاسخ به این پرسش این پژوهش باهدف‌های (۱) ارزیابی تأثیر هر یک از شاخص‌های فیزیوگرافی بر انتشار درختان سرپا و (۲) اثرپذیری میزان و پراکنش خشکه‌دارها در ارتباط با ویژگی‌های فیزیوگرافی رویشگاه جنگلی انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: رویشگاه مورد مطالعه در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر و در غرب استان مازندران بین ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه و ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و بین ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه و ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این جنگل از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و از جنوب به بیلاقات و روستای کلیک و از شرق به جنگل‌های حوضه آبخیز ۴۶ طرح جامع جنگل‌های شمال کشور و از غرب به رودخانه خیرودکنار محدود می‌شود. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است. رویشگاه‌های مورد مطالعه با توجه به سابقه مدیریتی و عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی از بخش گرازین این جنگل انتخاب شد (شکل ۱). در این بخش از جنگل خیرود حجم متوسط درختان بر اساس آماربرداری صد در صد، ۳۳۸ سیلو (۱۶) و بر اساس مطالعه پویایی توده در یک منطقه ۷۵ هکتاری ۳۸۶ مترمکعب برآورد شد (۲۴)، حجم خشکه‌دارها که در فرایند پویایی توده‌های راش دارای اهمیت هستند، در این بخش در مواردی تا ۵۱ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (۲۷).

نمونه‌برداری روش اجرای پژوهش: برای مطالعه ترکیب گونه‌های درختی در جنگل‌های کمتر دست‌خورده بخش گرازین در مناطق با ویژگی‌های متفاوت فیزیوگرافیک، اطلاعات مورد نیاز در تعداد ۳۵ قطعه نمونه به شکل دایره با مساحت ۱۰ آر و تحت شبکه منظم و تصادفی با ابعاد ۵۰×۵۰ متر برداشت گردید. در هر قطعه نمونه قطر در ارتفاع برابر سینه درختان سرپا و خشکه‌دارهای با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند (۲۶). برای درختان زنده سرپا تعداد، فراوانی نسبی، رویه زمینی در ارتفاع برابر سینه و ارزش نسبی گونه^۱ (RIV) نیز محاسبه شد. این شاخص برای هرگونه به شکل جداگانه محاسبه می‌شود و نشان‌دهنده اهمیت کلی گونه در ساختار پوشش گیاهی است. ارزش نسبی گونه با محاسبه میانگین فراوانی نسبی و چیرگی نسبی گونه بر اساس سطح مقطع در ارتفاع برابر سینه برای هر گونه درختی محاسبه شد (۲۲ و ۶)

$$(۱) \quad \text{فراوانی نسبی گونه} + \text{چیرگی نسبی گونه} = \frac{\text{ارزش نسبی گونه در جامعه گیاهی}}{۲}$$

شاخص غلبه یا چیرگی در این بررسی بر اساس رویه زمینی درختان زنده و حجم خشکه‌دارها محاسبه گردید. برای برآورد این شاخص در درختان سرپا میانگین فراوانی نسبی هر گونه و چیرگی

1- Relative ecological importance value

نسبی هر گونه ملاک عمل قرار گرفت. علاوه بر این درصد پوشش تاجی در چهار کلاسه یک (پوشش تاجی بیش از ۷۵ درصد)، کلاسه دو (پوشش تاجی ۵۰ تا ۷۵ درصد)، کلاسه سوم (پوشش تاجی ۴۹ تا ۲۵ درصد) و کلاسه چهارم (پوشش تاجی کمتر از ۲۵ درصد) به شکل بصری تخمین و ثبت گردید (۱۵). همچنین شاخص‌های شکل زمین^۱ (LI)، شکل دامنه^۲ (TSI) و جهت دامنه^۳ (AS) به‌عنوان عوامل فیزیوگرافیک مؤثر بر انتشار پوشش گیاهی محاسبه گردیدند (مک ناب، ۱۹۸۹). علت استفاده از این شاخص‌ها به جای مشخصه‌های توصیفی از شکل زمین مانند دره، یال و یا دامنه کمی بودن آن‌ها است ضمن ممانعت از تفسیرهای مختلف توسط افراد از شکل‌های زمین، امکان محاسبات آماری را میسر می‌سازد. این شاخص‌ها اولین بار توسط مک ناب (۱۹۸۹) معرفی و در مطالعات متعددی مورد استفاده قرار گرفتند (۱۸، ۲۲ و ۶). برای اندازه‌گیری شاخص شکل زمین از مرکز قطعه نمونه شیب زمین در ۴ جهت اصلی قرائت و در نهایت میانگین جهت‌های مختلف به‌عنوان معیاری از شکل زمین ثبت گردید (۲۲). چنانچه مقدار عددی شاخص در یک شکل زمین رقم بالایی باشد، نشان از پرشیب بودن و نزدیکی شکل زمین به دامنه‌های پرشیب دارد در حالی که مقدار عددی شاخص در اشکال نسبتاً مسطح از زمین مقدار عددی کمتری را نشان می‌دهد. در حقیقت این عدد معیاری کمی از شکل زمین را به دست می‌دهد. شاخص شکل دامنه با قرائت شیب در جهت‌های اصلی و فرعی جغرافیایی و میانگین‌گیری به دست آمد و شاخص جهت دامنه با اندازه‌گیری آزیموت در راستای شیب کلی دامنه در مرکز هر قطعه نمونه و از طریق رابطه زیر به شکل کمی برآورد گردد:

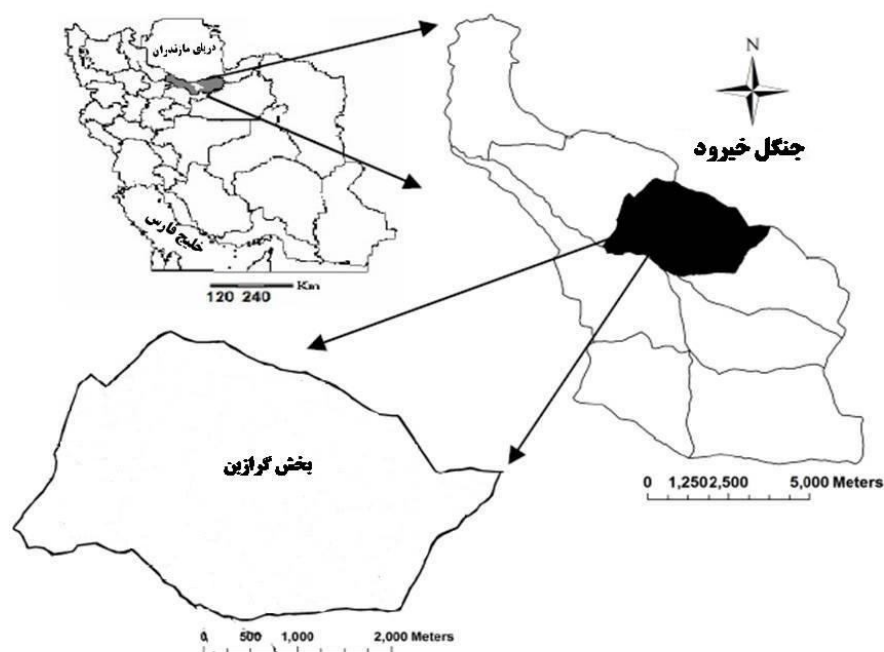
$$A_1 = \cos(A_2 - 45) + 1 \quad (2)$$

که در این رابطه A_1 زاویه تبدیل شده در محدوده بین صفر تا دو به‌عنوان شاخص جهت دامنه و A_2 آزیموت قرائت شده است (۷).

در خشک‌دارها با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر نام گونه، وضعیت خشک‌دار (افتاده، سرپا و یا کنده)، درجه پوسیدگی، طول یا ارتفاع و قطر در سه نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی تنه اندازه‌گیری شد (۲۶) کلاسه‌های پوسیدگی خشک‌دارها به صورت زیر تعیین شد، پوسیدگی درجه ۱، درخت تازه افتاده، پوست و چوب درخت قابل تشخیص است و گاهی اوقات جوانه رشد یک سال اخیر روی آن دیده می‌شود، پوسیدگی درجه ۲، پوسیدگی درون چوب آشکار است و در بیشتر موارد پوست درخت دیده

-
- 1- Landform Index
 - 2- Terrain Shape Index
 - 3- Aspect Slope

می‌شود. جوانه‌ها دیده نمی‌شوند، در پوسیدگی درجه ۳، درون‌چوب و پوست درخت به‌طور کامل پوسیده شده است. سرشاخه‌ها کنده شده‌اند، به‌آسانی با ضربه به حالت پودری درمی‌آید و پوسیدگی درجه ۴، درون‌چوب و پوست به‌کلی پوسیده شده و در برخی موارد درخت به‌کلی به خاک تبدیل شده و پوشش علفی به‌طور کامل بر روی بقایای درخت مستقر شده است (۳ و ۲۷).
اندازه‌گیری قطر با خط‌کش دو بازو و به سانتی‌متر و اندازه‌گیری طول از متر نواری و ارتفاع از شیب‌سنج استفاده شد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه واقع در جنگل خیرود نوشهر.

Figure 1. Study area in the kheiroud Forest, Noushahr.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای اندازه‌گیری حجم خشکه‌دارها از رابطه نیوتن به شکل زیر استفاده شد (سفیدی و همکاران، ۲۰۱۳):

$$V = \frac{L (A_b + 4A_m + A_t)}{6}$$

که در آن V حجم به مترمکعب، L طول به متر، A_b ، A_m و A_t به ترتیب قطر ابتدا، میانه و انتهای خشکه‌دار است. برای محاسبه حجم کنده‌ها فرمول زیر استفاده شد:

$$V = A_m * L$$

که در آن V حجم کنده به مترمکعب، L ارتفاع کنده به متر و A_m قطر میانه کنده خشکه‌دار است.

ابتداء نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف احراز شد. سپس برای بررسی وجود یا فقدان ارتباط معنی‌دار سطح مقطع برابر سینه در درختان سرپا، حجم خشکه‌دارها، فراوانی و اهمیت نسبی گونه‌ها و متغیرهای محیطی کمی شده مانند شاخص‌های شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه از آزمون همبستگی پیرسون^۱ استفاده شد. برای بررسی رابطه بین کلاسه‌های پوشش تاجی و شاخص‌های شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه از آزمون ناپارامتری اسپیرمن^۲ استفاده شد. همچنین آزمون تجزیه واریانس داده‌ها برای بررسی وجود و یا عدم وجود رابطه معنی‌دار بین مقادیر کمی شاخص شکل زمین و معادل توصیفی (یال، دره و دامنه) استفاده شد. برای مقایسه میانگین مقادیر شاخص شکل زمین در اشکال مختلف از زمین از آزمون توکی استفاده شد.

آزمون‌های چند متغیره برای بررسی ارتباط متغیرهای محیطی و حجم و تعداد خشکه‌دارها و درختان زنده سرپا در محیط نرم‌افزاری CANOCO version 4.5 مورد استفاده قرار گرفت (لپس و اسمیلار، ۲۰۰۵). آزمون تطبیقی قوس‌گیر^۳ (DCA) و آنالیز رسته‌بندی مستقیم تجزیه افزونگی^۴ (RDA) برای تحلیل چند متغیره داده‌ها استفاده شد و با توجه به نتایج آزمون DCA و وجود رابطه خطی کوتاه بین متغیرها، آزمون RDA به‌طور جداگانه برای شاخص اهمیت نسبی^۵ (RIV) گونه‌های درختان زنده سرپا و خشکه‌دارها مورد استفاده قرار گرفت (فوتین و دیل، ۲۰۰۵). این آزمون یک آزمون برای تحلیل مستقیم رابطه بین متغیرهای محیطی و پوشش گیاهی به‌کار می‌رود. تحلیل RDA برای شاخص اهمیت نسبی (RIV) در ارتباط با هر یک از شاخص‌های شکل زمین (LI)، شکل دامنه (TSI) و جهت دامنه (AS) انجام گردید.

- 1- Pearson product-moment correlation analysis
- 2- Spearman's rank correlation procedure
- 3- Detrended correspondence analysis
- 4- Redundancy detrended Analysis
- 5- Relative ecological importance value

نتایج و بحث

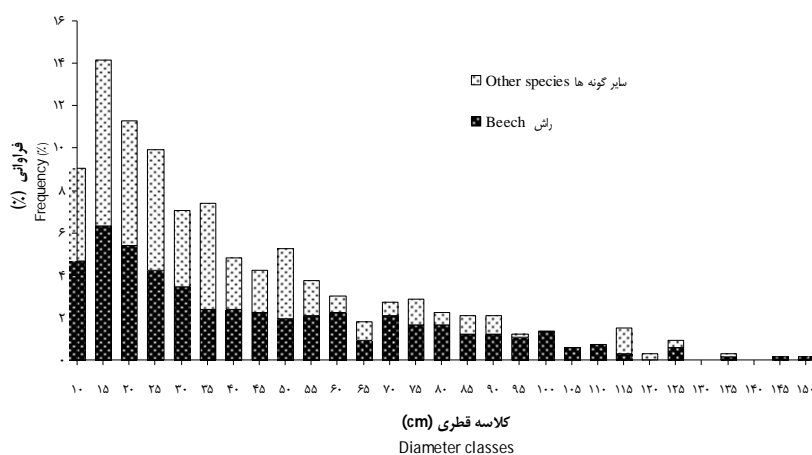
در این بررسی در قطعات نمونه، میانگین قطر در ارتفاع برابر سینه درختان $48/58$ سانتی متر به دست آمد. همچنین دامنه میانگین حجم برای خشکه‌دارها در قطعات نمونه $7/2 \pm 1/7$ مترمکعب در هکتار و درصد پوشش تاجی بین ۳۵ تا ۹۵ درصد متغیر بوده که دامنه میانگین آن $75/3$ درصد برآورد شد. شاخص شکل دامنه در قطعات نمونه $19/5$ درصد، شاخص شکل زمین بین $5/3$ تا $28/3$ درصد برآورد شد، متوسط شاخص شکل زمین نیز $11/8 \pm 0/8$ در بین قطعات نمونه به دست آمد. رویه زمینی درختان در این بررسی 39 مترمربع در هکتار برآورد گردید که علت آن وجود درختان کهن‌سال راش در توده‌های جنگلی در منطقه مورد بررسی است. مطالعات سفیدی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد رویه زمینی در در یک سطح 75 هکتاری بین 16 تا 43 مترمربع در هر هکتار متغیر است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد در این دامنه قرار دارد (۲۴). در جنگل‌های راش اروپا این رقم تا 50 مترمربع در هر هکتار نیز گزارش شده است (۱۱). در جنگل‌های راش در اروپا گونه درختی راش با گونه‌های پرحجمی مانند نراد آمیخته می‌شود در حالی در شمال ایران بر اساس نتایج این پژوهش و مطالعات متعدد صورت گرفته ممرز به‌عنوان دومین گونه با راش تشکیل توده می‌دهد و اغلب دارای حجم سرپای بالایی نیست (۲۳). در قطعات نمونه گونه‌های درختی راش و به‌ترتیب 54 درصد فراوانی نسبی درختان را به خود اختصاص داد (جدول ۲). گونه‌های درختی ممرز، پلت، توسکای بیلاقی و نمدار نیز فراوانی فراوانی قابل توجهی را در بین گونه‌های درختی به خود اختصاص می‌دهند. بیشترین میزان فراوانی، فراوانی نسبی، رویه زمینی و ارزش نسبی گونه را بین گونه‌های درختی، گونه درختی راش به خود اختصاص داد و پس‌از آن گونه ممرز دومین جایگاه را به خود اختصاص می‌دهد (جدول یک). شکل ۳ پراکنش درختان سرپا در قطعات نمونه در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

برای اطمینان از کاربرد شاخص شکل زمین و تطابق آن با واقعیت‌های زمینی و معادل توصیفی آن‌ها (یال، دره و دامنه)، وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر کمی شاخص و مشخصه‌های توصیفی، آزمون مقایسه میانگین مقدار شاخص در بین شکل‌های مختلف زمین شامل دره، یال و دامنه انجام شد نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین شاخص شکل زمین وجود دارد (شکل ۲، جدول ۲).

جدول ۱- میانگین (\pm اشتباه معیار)، فراوانی (تعداد در هکتار)، رویه زمینی در ارتفاع برابر سینه (مترمربع در هکتار)، فراوانی نسبی، سطح مقطع نسبی و اهمیت نسبی گونه‌های درختی در توده‌های آمیخته راش در جنگل خیرود.

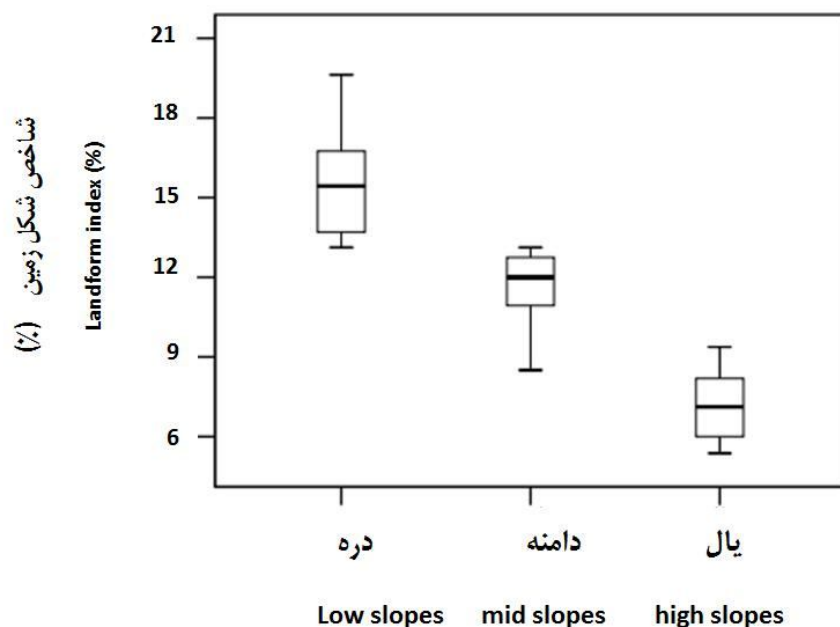
Table 1. Mean (\pm S.E.) density (stems; ha⁻¹), basal area (BA; m² ha⁻¹), relative density (RELDEN), relative basal area (RELBA), and RIV of trees (dbh < 7.5 cm) in the oriental beech forests, Northern Iran.

گونه RIV	سطح مقطع برابرسینه نسبی RELBA	فراوانی نسبی RELDEN	سطح مقطع برابرسینه BA	فراوانی Density	گونه Species
58.1 \pm 5.1	61.3 \pm 5.1	54.9 \pm 5.6	23.9 \pm 2.2	98.8 \pm 10.5	راش <i>Fagus orientalis</i>
23.6 \pm 4.3	17.1 \pm 3.3	30.3 \pm 5.5	5.9 \pm 1.1	70.8 \pm 15.5	ممرز <i>Carpinus betulus</i>
8.3 \pm 1.7	9.2 \pm 2.4	7.4 \pm 1.8	3.7 \pm 0.8	13.2 \pm 3.1	پلت <i>Acer velutinum</i>
8.7 \pm 1.9	11.4 \pm 2.8	6.1 \pm 1.1	5.4 \pm 1.4	11.5 \pm 2.5	توسکای بیلاقی <i>Alnus subcordata</i>
0.4 \pm 0.3	0.6 \pm 0.5	0.3 \pm 0.2	0.3 \pm 0.3	0.6 \pm 0.2	بلند مازو <i>Quercus castaneifolia</i>
0.3 \pm 0.1	0.3 \pm 0.2	0.2 \pm 0.1	0.2 \pm 0.1	0.3 \pm 0.2	سایر گونه‌ها Other species
100	100	100	39.6 \pm 2.3	195.2 \pm 10.4	کل Total



شکل ۲- فراوانی درختان راش و سایر گونه‌ها در طبقات قطری.

Figure 2. Diameter distribution of mixed beech and all other tree species.



شکل ۳- نمودار جعبه‌ای مقایسه میانگین شاخص شکل زمین (LI) در شکل‌های مختلف از زمین. در این نمودار خط مرکز هر جعبه نشان دهنده میانگین شاخص در آن شکل زمین است.

Figure 3. Box plots of ANOVA results for the comparison of standard slope position categories using LI values. The central line in each box showed the mean value for LI index.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین شاخص شکل زمین بین سه شکل توصیفی یال، دره و دامنه.

Table 2. Results of ANOVA for comparison of standard slope position categories using LI values.

معنی داری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	شاخص
Sig	F value	MS	df	Index
< 0.001	15.22	109.128	2	شکل زمین (LI) Land form index

فراوانی درختان در قطعات نمونه فقط با شاخص شکل دامنه در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارتباط معنی‌داری را نشان می‌دهد و با سایر عوامل مانند پوشش تاجی و شاخص‌های جهت دامنه، شکل دامنه ارتباط معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۳). این در حالی است که سطح رویه زمینی در ارتفاع برابر سینه درختان همبستگی منفی و معنی‌داری با شاخص شکل زمین دارد ($r = -0.376$, $P = 0.029$). اما ارتباط معنی‌داری را با سایر مشخصه‌های فیزیوگرافیک رویشگاه نشان نمی‌دهد.

در این بررسی وجود رابطه بین شاخص شکل زمین و فراوانی درختان به اثبات رسید. تفاوت در فراوانی درختان در اشکال مختلف زمین می‌تواند بر اساس گونه‌ها و سرشت متفاوت آن‌ها باشد. گونه‌های درختی مختلف در رویشگاه‌های جنگلی و در شرایط طبیعی بر اساس سرشت و خواص‌های اکولوژیک که دارند، در موقعیت‌های متفاوت به لحاظ فیزیوگرافی انتشار می‌یابند، گونه راش به‌عنوان گونه بردبار به سایه و نم پسند اغلب در دامنه‌های رو به شمال و شیب‌های کم تا متوسط انتشار دارد در حالی که گونه‌های بردبار به خشکی نظیر ممرز دامنه‌های جنوبی و شیب‌های تند را بیشتر اشغال می‌کنند، که این واقعیت منجر به تفاوت در فراوانی درختان در شکل‌های مختلف زمین می‌شود (جدول ۳). شاخص شکل زمین رابطه منفی و معنی‌داری را با سطح مقطع برابرسینه درختان دارد (جدول ۳) این به این معنی است که در قطعات نمونه واقع در اراضی پرشیب سطح مقطع برابرسینه پایین‌تری دارند. به نظر می‌رسد که درختان قطور در منطقه مورد مطالعه در اراضی پرشیب کمتر مشاهده می‌شود و شکل دامنه و شکل دامنه مهم‌ترین عامل‌های تعیین‌کننده حضور یا عدم حضور گونه‌ها هستند. تأثیر عوامل ارتفاع، شیب و جهت دامنه بر انتشار گونه‌های درختی در جنگل‌های بلوط غرب (۲۰) و جنگل‌های سرخدار در افرا تخته‌گران در محدوده جنگل‌های شمال (۱۰) نیز گزارش شده است.

جدول ۳- میانگین فراوانی (تعداد در هکتار) نسبی گونه‌های مختلف درختی در جهت‌های جغرافیایی مختلف در قطعات نمونه.

Table 3. Mean (\pm S.E.) density of tree species within different geographical aspects in the sampling plots.

جهت‌های جغرافیایی								گونه
Geographical aspects								Species
شمال غربی	غرب	جنوب غربی	جنوب	جنوب شرقی	شرق	شمال شرقی	شمال	
Northwest	West	South-west	South	East-south	East	East-North	North	
72.4	19.9	54.9	19.5	64.4	80.22	89.4	65.8	راش <i>Fagus orientalis</i>
10.6	70.2	31.5	60.9	11.6	6.76	0	21.4	ممرز <i>Carpinus betulus</i>
6.8	0.7	7.9	5.4	19.9	10.86	6.2	5.4	پلت <i>Acer velutinum</i>
9.6	8.1	4.4	13.2	2.9	1.9	3.6	1.8	توسکای بیلاقی <i>Alnus subcordata</i>
0.5	0.1	0.6	0.8	0.2	0.1	0.4	0	بلند مازو <i>Quercus castaneifolia</i>
0	0.7	0.2	0.1	0.3	0.1	0.6	0.22	سایر گونه‌ها Other species

کیومرث سفیدی و همکاران

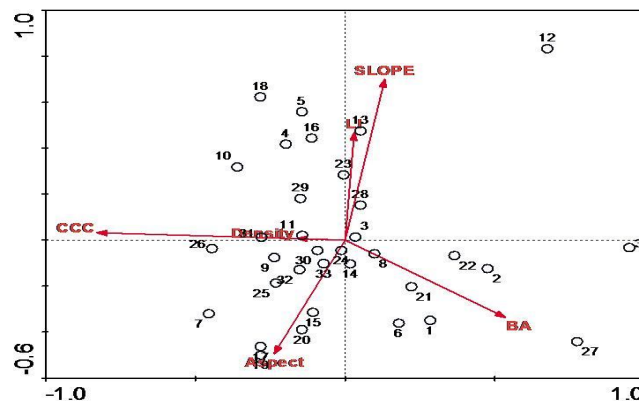
جدول ۴- نتایج آزمون همبستگی بین متغیرهای وابسته به فیزیوگرافی و برخی مشخصه‌های ساختاری توده‌های جنگلی در توده‌های آمیخته راش.

Table 4. Correlation test results for some stand characteristics and site physiography in the mixed beech stands.

حجم خشکه‌دار Dead tree volume (m ³ ha ⁻¹)		رویه زمینی Basal area (m ² ha ⁻¹)		فراوانی (تعداد) Density (N ha ⁻¹)		متغیرهای فیزیوگرافیک
<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	
-0.354*	0.034	-0.287	0.128	0.922	< 0.001**	شاخص شکل دامنه Terrain Shape Index
0.012*	0.945	-0.306	0.079	0.252	0.128	شاخص جهت دامنه Aspect Slope
0.055	0.757	-0.367	0.029*	0.307	0.091	شاخص شکل زمین Landform index

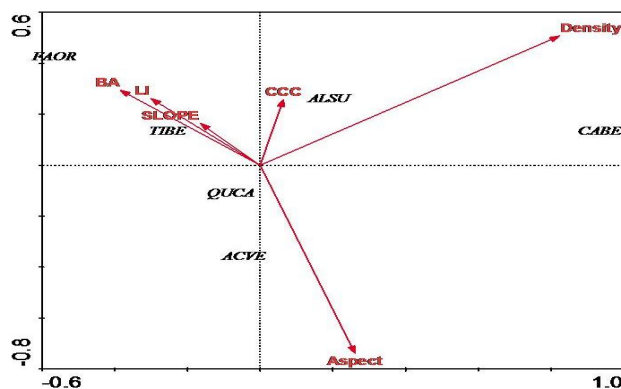
* و ** نشانه معنی‌دار بودن رابطه در سطح خطای ۵ درصد و ۱ درصد است.

آزمون RDA نشان داد که انتشار گونه‌های درختی سرپا و متغیرهای محیطی با محور اول ارتباط معنی‌دار دارند ($F=36/72, P<0/001$) و همچنین رابطه مشخصی را با هر چهار محور می‌توان مشاهده کرد ($F=8/21, P<0/001$). دو محور اول در این بررسی به‌تنهایی ۶۳ درصد از واریانس داده‌ها را تبیین می‌کند (شکل ۵). آزمون همبستگی بین محور گونه‌ها و متغیرهای محیطی و نیز محور داده‌های محیطی و متغیرهای محیطی نشان داد که بین هر دو محور اول داده‌های محیطی و داده‌های مربوط به گونه‌های درختی با شاخص شکل زمین همبستگی نسبتاً ضعیفی وجود دارد (به‌ترتیب $r=0/25$ و $r=0/13$). در حالی که محور دوم رابطه نسبتاً بالایی با جهت دامنه نشان می‌دهد (به‌ترتیب $r=0/52$ و $r=0/73$). گونه‌های درختی راش، ممرز و پلت بیشترین حجم خشکه دارها را به خود اختصاص می‌دهند. این بین گونه راش در ۶۵ درصد و ممرز در ۲۹ درصد قطعات نمونه مشاهده شد. گونه راش بیشترین میزان حجم، تعداد و اهمیت نسبی خشکه‌دارها را به خود اختصاص داد و گونه ممرز پس از آن در رده دوم قرار دارد (جدول ۴).



شکل ۴- نمودار رسته‌بندی قطعات نمونه و متغیرهای محیطی در توده‌های آمیخته راش، فلش‌ها متغیرهای مورد استفاده در شکل‌گیری نمودار می‌باشند که به ترتیب BA: سطح مقطع برابر سینه؛ تراکم، جهت دامنه، شکل دامنه و LI: شاخص شکل زمین و CCC پوشش تاجی می‌باشند.

Figure 4. RDA biplot of sampling plots and environmental parameters for mixed beech stands, northern Iran. Arrows indicate environmental parameters used in the creation of the biplot: BA: basal area of trees; Density = density of trees; Aspect = transformed slope aspect; CCC = percent canopy cover; LI = landform index; Slope = percent slope.



شکل ۵- نمودار رسته‌بندی RDA گونه‌های درختی و متغیرهای محیطی در توده‌های آمیخته راش، فلش‌ها متغیرهای مورد استفاده در شکل‌گیری نمودار می‌باشند که به ترتیب BA: سطح مقطع برابر سینه؛ تراکم، جهت دامنه، شیب و LI: شاخص شکل زمین و CCC پوشش تاجی می‌باشند. اسامی علمی گونه‌های درختی به در نمودار به عبارت‌اند از:

FAOR: *Fagus orientalis*; TIBE: *Tilia begonifolia*; ALSU: *Alnus subcordata*; CABE: *Carpinus betulus*; QUCA: *Quercus castaneifolia*; ACVE: *Acer velutinum*.

Figure 5. Redundancy Analysis biplot of tree species and environmental parameters for mixed beech stands, northern Iran. Species name abbreviations are: FAOR: *Fagus orientalis*; TIBE: *Tilia begonifolia*; ALSU: *Alnus subcordata*; CABE: *Carpinus betulus*; QUCA: *Quercus castaneifolia*; ACVE: *Acer velutinum*. Arrows indicate environmental parameters used in the creation of the biplot: BA: basal area of trees; Density= density of trees ASPECT= transformed slope aspect; CCC= percent canopy cover; LI= landform index; SLOPE= percent slope

در این بررسی حجم متوسط خشکه‌دارها ۷۴/۶ مترمکعب در هکتار برآورد شد. وجود میزان بسیار زیاد خشکه‌دارها یکی از نشانه‌های جنگل‌های طبیعی است، در این جنگل به نظر می‌رسد توده جنگلی با حذف درختان قطور (پلت و راش با قطر بیش ۲۰۰ سانتی متر) در حال عبور از کهنسالی و ورود به مراحل میانی از تحول توده قرار دارد. در جنگل‌های راش در شمال ایران حجم خشکه‌دار ۸۰ مترمکعب در هکتار (۲۴) و در جنگل‌های راش اروپا در کشور چک ۳۲۴ مترمکعب در هکتار نیز گزارش شده است (۳۰). در مدیریت توده‌های جنگلی به‌ویژه در جنگل‌شناسی همگام با طبیعت نگهداری خشکه‌دارها و مدیریت آن‌ها به‌عنوان بخشی از ساختار توده‌های جنگلی دارای اهمیت است (۱۳). آگاهی از نحوه اثرپذیری انتشار خشکه‌دارها همانند انتشار درختان زنده سرپا از ویژگی‌های فیزیوگرافیک یک منطقه به‌ویژه در جنگل‌های واقع مناطق کوهستانی اهمیت زیادی دارد. در ارتباط با تأثیر عوامل وابسته به فیزیوگرافی بر انتشار درختان زنده در جنگل‌های شمال ایران (۱۰) و سایر کشورها (۲۲) مطالعاتی صورت گرفته است اما اثرپذیری انتشار خشکه‌دارها از فیزیوگرافی در جنگل‌های شمال کمتر موردتوجه قرار گرفته است.

جدول ۵- میانگین (\pm اشتباه معیار)، فراوانی (تعداد در هکتار)، حجم (مترمکعب در هکتار)، فراوانی نسبی، حجم نسبی و اهمیت نسبی خشکه‌دارهای گونه‌های مختلف درختی در توده‌های آمیخته راش.

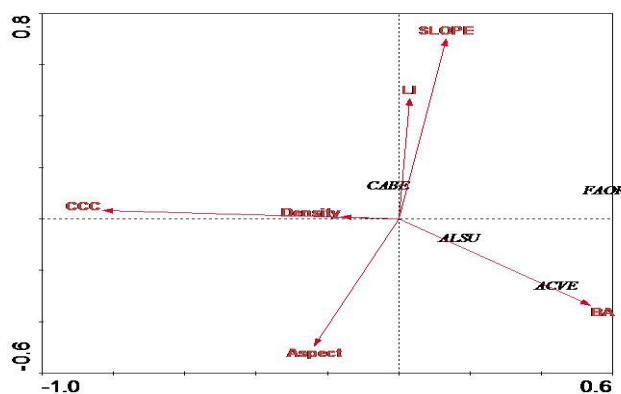
Table 5. Mean (\pm S.E.) density (stems; ha⁻¹), volume (m³ ha⁻¹), and relative density (RELDEN), relative volume (RELVOL) and RIV of CWD (dbh < 7.5 cm) in the oriental beech forests.

گونه	فراوانی	حجم	فراوانی نسبی	حجم نسبی	ارزش نسبی گونه
Species	Density	Volume (m ³ ha ⁻¹)	RELDEN	RELVOL	RIV
راش <i>Fagus orientalis</i>	6.7 \pm 1	44.6 \pm 15.7	51.9 \pm 7.6	56.3 \pm 8.1	54.1 \pm 7.8
ممرز <i>Carpinus betulus</i>	2.9 \pm 0.7	4.3 \pm 2.8	20.3 \pm 6.5	18.9 \pm 6.3	19.8 \pm 6.2
پلت <i>Acer velutinum</i>	2.3 \pm 0.7	17.2 \pm 8.8	16.4 \pm 5.8	15.2 \pm 5.4	16.1 \pm 5.7
توسکای بیلاقی <i>Alnus subcordata</i>	11.5 \pm 2.5	8.4 \pm 5.4	10.1 \pm 5.1	9.4 \pm 4.8	9.9 \pm 5.1
سایر گونه‌ها Other species	0	0	0	0	0
کل Total	13.2 \pm 1.2	74.6 \pm 18.1	100	100	100

در این بررسی بین حجم خشکه‌دارها، شاخص جهت دامنه و شاخص شکل زمین ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). در حالی که بین درجه پوشش تاجی ($r = -0/43, P = 0/012$) و شاخص شکل دامنه ($r = 0/923, P < 0/001$) رابطه معنی‌داری و منفی مشاهده گردید. سطح مقطع در ارتفاع برابر سینه درختان با حجم خشکه‌دارها در قطعات نمونه نیز رابطه معنی‌داری را نشان می‌دهد ($r = -0/504, P = 0/002$). حجم خشکه‌دارها در درجات پوسیدگی مختلف نیز برآورد گردید که حجم درختان در مرحله پیشرفته پوسیدگی (مرحله ۴) رابطه معنی‌داری با جهت دامنه ($r = 0/296, P = 0/044$) و درجه پوشش تاجی ($r = 0/34, P = 0/026$) نشان می‌دهد.

آزمون چند متغیره DAR نشان داد که انتشار گونه‌های درختی و متغیرهای محیطی با محور اول ارتباط معنی‌دار ندارد ($F = 6/97, P = 0/084$) و رابطه مشخصی را با هر چهار محور نمی‌توان مشاهده کرد ($r = 0/142, F = 1/43, P < 0/001$). همچنین حدود ۲۳ درصد از واریانس داده‌ها توسط دو محور اول تبیین می‌شوند (شکل ۶). آزمون همبستگی بین محور گونه‌ها و متغیرهای محیطی و نیز محور داده‌های محیطی و متغیرهای محیطی نشان داد که بین هر دو محور اول داده‌های محیطی و داده‌های مربوط به گونه‌های درختی با شاخص پوشش تاجی همبستگی وجود دارد (به ترتیب $r = 0/51$ و $r = 0/82$). در حالی که محور دوم گونه‌ها ارتباط مشخصی را نشان نمی‌دهد در مقابل محور دوم داده‌های محیطی رابطه نسبتاً بالایی با شاخص شکل دامنه و جهت دامنه نشان می‌دهد (به ترتیب $r = 0/71$ و $r = 0/47$). همچنین نتایج نشان می‌دهد ارتباط مشخصی بین متغیرهای محیطی و تعداد گونه‌های درختی زنده و خشک وجود دارد. بر این اساس شاخص شکل دامنه و جهت دامنه از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر انتشار خشکه‌دارها می‌باشند. فراوانی درختان و حجم خشکه‌دار هر دو ارتباط معنی‌داری با شاخص شکل دامنه نشان می‌دهند (جدول ۵). بیشترین میزان حجم خشکه‌دارها در شیب‌های زیاد مشاهده می‌شود، وجود رابطه منفی و معنی‌دار بین شاخص شکل شیب و حجم خشکه‌دار نشان‌دهنده تجمع خشکه‌دارها در پایین دست اراضی شیب‌دار است که می‌تواند به علت سنگینی چوب حین افتادن و حرکت آن به پایین تحت تأثیر جاذبه باشد. اغلب در دولین‌ها و دره‌ها، که در جنگل‌های شمال به‌وفور مشاهده می‌شوند، خشکه‌دارها در پایین دست این عوارض زمین تجمع می‌یابند. نتایج مشابهی نیز در مطالعات صورت گرفته در ارتباط با تجمع خشکه‌دارها در جنگل‌های کوهستانی گزارش شده است (۲۴) هرچند که تجمع خشکه‌دارها در یک ناحیه تحت تأثیر نرخ پوسیدگی نیز است. مطالعات صورت گرفته در جنگل‌های شمال نشان داده است که روند پوسیدگی در گونه‌های درختی متفاوت از هم است و درختان راش و ممرز برای پوسیدگی کامل نیاز به زمان متفاوتی دارند (۲) همچنین مرحله تحولی و روند تکامل توده‌ها بر انباشت خشکه‌دارها در توده‌های جنگل تأثیر دارد (۲۷). در این

بررسی شاخص جهت دامنه ارتباط معنی‌داری را با تجمع خشکه‌دارها نشان نداد. با توجه به انتشار گونه راش به‌عنوان گونه پرحجم و تولیدی در دامنه‌های شمالی انتظار می‌رفت بیشترین تجمع خشکه‌دارها در دامنه‌های شمالی مشاهده شود. مطالعات ولی پور و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان داده بود که ساختار توده‌های جنگلی می‌توانند تحت تأثیر فیزیوگرافی مناطق مختلف قرار بگیرند (۲۹). وجود شرایط اقلیمی خرد متفاوت در دامنه‌های مختلف می‌تواند بر پوسیدگی خشکه‌دارها اثر گذاشته و حجم آن را در مناطق مختلف تغییر دهد. با این حال در این بررسی تفاوت معنی‌داری بین جهت‌های مختلف از لحاظ حجم خشکه‌دار مشاهده نگردید. در دامنه‌های شمالی هرچند که درختان دارای ابعاد بزرگ‌تری هستند ولی وجود رطوبت فعالیت میکروارگانیسم و میزبان‌های متعدد برای قارچ‌های عامل پوسیدگی در دامنه‌های شمال، روند پوسیدگی را در این مناطق تسریع و حجم خشکه‌دارها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این فراوانی و حجم خشکه‌دارها به عوامل متعدد دیگری به غیر از شرایط فیزیوگرافی مانند قرار گرفتن توده جنگلی در مراحل تحولی مختلف در توالی پوشش گیاهی (۳۱) تفاوت‌های ژن اکولوژیکی بین گونه‌ها از لحاظ پوسیدگی درختان و استعداد متفاوت گونه‌های درختی در ابتلا به بیماری‌های گیاهی نیز ارتباط دارد (۱۷).



شکل ۶- نمودار رسته‌بندی RDA خشکه‌دارها و متغیرهای محیطی در توده‌های آمیخته راش، فلش‌ها متغیرهای مورد استفاده در شکل‌گیری نمودار می‌باشند که به ترتیب BA: سطح مقطع برابر سینه؛ تراکم، جهت دامنه، شکل دامنه و LI: شاخص شکل زمین و CCC پوشش تاجی است. اسامی علمی گونه‌های درختی به در نمودار به عبارت‌اند از: FAOR: *Faguse orientalis*; TIBE: *Tilia begonifolia*; ALSU: *Alnus subcordata*; CABE: *Caripinus betulus*; QUCA: *Quercuse castanifolia*; ACVE: *Acer velutinum*.

Figure 6. RDA biplot of coarse woody debris species and environmental parameters for mixed beech stands, northern Iran. Species name abbreviations are: FAOR: *Faguse orientalis*; TIBE: *Tilia begonifolia*; ALSU: *Alnus subcordata*; CABE: *Caripinus betulus*; QUCA: *Quercuse castanifolia*; ACVE: *Acer velutinum*. Arrows indicate environmental parameters used in the creation of the biplot: BA: basal area of trees; Density = density of trees ASPECT = transformed slope aspect; CCC = percent canopy cover; LI = landform index; SLOPE = percent slope.

نتایج این پژوهش نشان داد که انتشار گونه‌های درختی و خشک‌دارها به‌عنوان تأثیر شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه قرار دارد. نتایج این پژوهش نشان داد فیزیوگرافی منطقه می‌تواند تجمع خشک‌دارها و پراکنش گونه‌های درختی را تحت تأثیر قرار دهد و مدیریت بهینه اکوسیستم‌های جنگلی نیاز به اطلاعات کمی مناسب از نحوه اثرپذیری انتشار درختان سرپا و خشک‌دارها از فیزیوگرافی منطقه دارد که بایستی مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

1. Alavi, S.J., Amiri, Z.G., Marvie Mohadjer, M.R., and Nouri, Z. 2008. Spatial distribution of *Ulmus glabra* in relation to physiographical parameters. *Journal of Environment*, 43: 93-100. (In Persian)
2. Alidad, F., Marvi-Mohajer, M.R., Etemad, V., and Sefidi, K. 2014. Modelling decay dynamic of beech and hornbeam dead wood in a mixed beech stands in the north of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, in press. (In Persian)
3. Albrecht, L. 1990. *Grundlagen, Ziele und Methodik der Waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten*. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München.
4. Amanzadeh, B., Sagheb-Talebi, Kh., Foumani, B.S., Fadaie, F., Camarero, J.J., and Linares, J.C. 2013. Spatial distribution and volume of dead wood in unmanaged Caspian beech (*Fagus orientalis*) forests from northern Iran, *forests*, 4: 751-765.
5. Andrew, A., and Hagan, M. 2007. An index to identify late- success ional forest in temperate and boreal zones. *Forest Ecology and Management*, 246: 144–154. Fortin, M.J., Dale, M.T. 2005. *Spatial analysis a Guide for Ecologists*, University Press, New York, 365p.
6. Barbour, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D., Gilliam, F.S., and Schwartz, M.W. 1999. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin/Cummings, Addison Wesley Longman, Inc. 649p.
7. Beers, T.W., Dress, P.E., and Wensel, L.C. 1966. Aspect transformation in site productivity research. *Journal of Forestry* 64: 691–692.
8. Burrascano, S., Keeton, W.S, Sabatini, F.M., and Blasi, C. 2013. Commonality and Variability in the Structural Attributes of Moist Temperate Old-growth Forests: a Global Review. *Forest Ecology and Management*, 291: 458-479.
9. Davis, J.W. 1983. Snags are for wildlife. In: Davis, J.W., Goodwin, G.A., Ockenfels, R.A. (Eds.), *Proceedings of the Symposium on Snag Habitat Management.*, RM-99: 4–9.

10. Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M., Asadi, H., Ghadiripour, P., Ahmadi, A., Plant biodiversity in relation to physiographical factors in Afratakhteh Yew (*Taxus baccata* L.) Habitat, NE Iran, Journal of Plant Biology, 4(12): 1-12. (In persian)
11. Heiri, C., Wolf, A., Rohrer, L., and Bugmann, H. 2009. Forty years of natural dynamics in Swiss beech forests: structure, composition, and the influence of former management. Ecological Applications, 19(7): 1920–1934
12. Hunter, M.L. 1990. Wildlife, forests and forestry: Principles of managing forests for biological diversity, Prentice-Hall, New York.
13. Keddy, P.A., and Drummond, C.G. 1996. Ecological properties for the evaluation, management, and restoration of temperate deciduous forest ecosystems Ecological Applications, 6: 748–762.
14. Leps, J., and Smilauer, P. 2005. Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO, Cambridge University Press, New York
15. Marvie Mohadjer, 2011. Silviculture and Forest tending. University of Tehran press, 4th edit. 391p.
16. Marvie Mohadjer, M.R., Zobeiri, M., Etemad, V., and Jour Gholami, M. 2009. Performing the single selection method at compartment level and necessity for full inventory of tree species (Case study: Gorazbon district in Kheyroud Forest). Journal of the Iranian Natural Resources, 61(4): 889-908. (In persian)
17. McCarthy, B.C., Small, C.J., and Rubino, D.L. 2001. Composition, structure and dynamics of Dysart Woods, an old-growth mixed mesophytic forest of southeastern Ohio. Forest Ecology and Management. 140: 193-213.
18. McNab, W.H. 1993. A topographic index to quantify the effect of mesoscale landform on site productivity, Canadian Journal of Forestry Research, 23: 1100-1107.
19. McNab, W.H. 1989. Terrain Shape Index: Quantifying EjsCect of Minor Landforms on Tree Height. Forest Science, 35(1): 91-104.
20. Mohammadi, F., Pirbavaghar, M., and Shabaniyan, N. 2014. Correlation of physiographic, human and climate factors with spatial distribution of *Quercus brantii*-*Pistacia atlantica* type in Sarvabad Kurdistan province, J. of Wood and Forest Science and Technology, Vol. 21(1): 85-102. (In Persian)
21. Rowe, J.S. 1984. Understanding forest landscapes: what you conceive is what you get The Leslie L. Schaffer Lectureship in Forest Science. Vancouver. B.C. Canada.
22. Rubino, D.L., and McCarthy, B.C. 2003. Evaluation of coarse woody debris and forest vegetation across topographic gradients in a southern Ohio forest. Forest Ecology and Management, 183: 221–238.
23. Sagheb-Talebi Kh, Sajedi T., and Pourhashemi, M. 2014. Forest of Iran, A Treasure from the Past, a Hope for the Future, Springer verlage, 145p.

24. Sefidi, K., Marvi-Mohajer, M.R., Etemad, V., and Mosandle, R. 2014. Late successional stage dynamics in a mixed beech stands. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(2): 270-281. (In persian)
25. Sefidi, K., and Etemad, V. 2014. The amount and quality of dead trees in a mixed beech forest with different management histories in northern Iran, Biodiversitas, 15(2): 162-168.
26. Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Mosandl, R., and Copenheaver, C.A. 2013. Coarse and Fine Woody Debris in Mature Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forests of Northern Iran, Natural Areas Journal, 33(3): 248-255.
27. Sefidi, K., and Marvie-Mohadjer, M.R. 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis*) forests of Northern Iran. Journal of Forest Science, 56: 7-17.
28. Taleshi, H., and Akbarinia, M. 2012. Biodiversity of Woody and Herbaceous Vegetation Species in Relation to Environmental Factors in Lowland Forests of Eastern Nowshahr. Iranian Journal of Biology, 24(5): 776-777. (In persian)
29. Valipour, A., Namiranian, M., Ghazanfari, H., Heshmatol Vaezin, S.M., Lexer, M.J., and Plieninger, T. 2013. Relationships between forest structure and tree's dimensions with physiographical factors in Armardeh forests (Northern Zagros). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(1): 30-47. (In persian)
30. Vrska, T., Hort, L., Odehnalová, P., Adam, D., and Horal, D. 2001. The Milesice virgin forest after 24 years (1972–1996), Journal of Forest Science, 47: 255–27.
31. Saniga, M., and Schütz, J.P. 2002. Relation of dead wood course within the development cycle of selected.
32. Yan, E.R., Wang, X., Huang, H., Zeng, F., and Gong, L. 2007. Long-lasting legacy of forest succession and forest management Characteristics of coarse woody debris in an evergreen broad-leaved forest of Eastern China. Forest Ecology and Management, 252: 98–107.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (4), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

The role of physiography characteristics of forest site on distribution of coarse woody debris and tree species in a mixed beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests, northern Iran

*K. Sefidi¹, M. Sharari¹, F. Esfandiari darabad² and M. Azarian³

¹Assistant Prof., Faculty of Agriculture Technology and Natural Resources
University of Mohaghegh Ardabili, ²Associat Prof., Geomorphology,
University of Mohaghegh Ardabili, ³M.Sc. Graduate, Dept., of Forestry,
Faculty of Natural Resources, University of Tehran Karaj, Iran

Received: 01/12/2015 ; Accepted: 01/07/2016

Abstract

Background and objectives: Few studies have shown the effect of the topographic gradient in the distribution of trees and coarse woody debris (CWD), particularly old-growth beech stands. Several studies emphasized relationship between physiographical characteristics of sites and live trees distribution. Valipour et al (2013) studied the effect of physiographic characteristics of sites on dimensional properties of trees. They found that physiographic factors significantly effect on the dimension of trees, the most important factors influencing are the slope. Furthermore, Alavi et al (2008) revealed that physiographic factors impact on spatial distribution of trees. Research in the low land forests of Noushar region showed the slope and altitude positively affect on diversity of indices. The main goal of this research is (1) Evaluation the effect of geomorphic characteristics of sites on living tree distribution and (2) extent and distribution of dead trees.

Materials and methods: The study was conducted within the Gorazbon section of the Kheyroud Experimental Forest in northern Iran, which is owned and managed by the University of Tehran for education, research, and conservation. The site selection was done according to the management history. Selected site was undisturbed and logging operation doesn't was done by now. To characterize coarse woody debris within stands, 50×50 meter grid of sampling points established to randomized plot selection and thirty-five 0.1 ha circular plots were established within a natural beech stand using a systematic random sampling technique in order to equally sample across a wide variety of topographical factors.

*Corresponding author: Kiomarssefidi@gmail.com

In each plot, we measured percent slope, aspect and land form. Meanwhile, the number of dead trees and species and quality was recorded. Therefore, we investigated the influence of topographical factors, including slope aspect, slope degree, and landform index (LI) on the distribution of dominant tree species and CWD in undisturbed mixed forests in northern Iran.

Results: *F.orientalis* had the highest mean density, volume, relative density, relative volume, and RIV of all live and dead trees. Results showed that tree density and basal area were not significantly correlated with any of the measured parameters, except basal area was negatively correlated with LI. Redundancy analysis (RDA) of the tree layer revealed a significant relationship between the measured environmental variables and species distributions on the first canonical axis and all four canonical axes. CWD volume showed significant negative correlation with percent canopy cover and was highly correlated with terrain shape index. Density of CWD in decay class IV was significantly correlated with aspect slope and percent of canopy cover.

Conclusion: Analyses of CWD distributions in relation to both living vegetation and topographic gradients showed a highly complex interplay of factors dictating the distribution of CWD across the forest stands.

Keywords: Physiography, Landform Index, Terrain Shape Index, RDA analysis