

## تأثیر خشکه‌دار بر تنوع گیاهی در اکوسیستم‌های جنگلی در منطقه جیسا و شهرستان - استان مازندران

فرشاد کیوان بهجو<sup>۱</sup>، زینب پورقلی<sup>۲\*</sup> و جمشید سنایی<sup>۳</sup>

۱) دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲) دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. \* یارانامه نویسنده مسئول: zeynab.poorgholi93@gmail.com

۳) دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۰۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۰۳

### چکیده

خشکه‌دارها به سبب تأثیرگذاری در فرآیندهای بیولوژیک، در مدیریت پایدار جنگل اهمیت و جایگاه ویژه‌ای دارند از جمله در حفظ تنوع زیستی، تجدید حیات جنگل‌ها، افزایش ذخیره مواد غذایی جنگل و همچنین در چرخه عناصر غذایی نقش دارند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر خشکه‌دارها بر تنوع زیستی در پارسل ۲۲۸ و ۲۲۹ از حوزه آبخیز شماره ۳۶۵ طرح جنگلداری مکارود، جنگل جیسا و شهرستان مورد مطالعه قرار گرفت. اطلاعات مربوط به گونه، قطر، درجه پوسیدگی و شیب منطقه برای هر نمونه ثبت شد که با اندازه‌گیری ۹۰ اصله خشکه‌دار در سه ارتفاع مختلف از سطح دریا انجام گردید. معیار تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های سیمپسون، شانون وینر و معیار غنای گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های مارگالف، منهنیک و معیار یکنواختی به وسیله شاخص‌های هیل محاسبه شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های تنوع گونه‌ای در ارتفاع ۱۵۰-۳۰۰ متری از سطح دریا بیشتر از ارتفاعات دیگر است، ولی در مجموع شاخص غنای مارگالف در ارتفاع ۱۸۰۰ متری، کمتر از ارتفاعات ۱۰۰۰ متری و ۱۵۰ تا ۳۰۰ متری و در خصوص شاخص یکنواختی هیل در ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا، بیشتر از ارتفاعات ۱۰۰۰ متری و ۳۰۰-۱۵۰ متری است. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، مشخص گردید که با افزایش ارتفاع از سطح دریا شاخص تنوع گونه‌ای کاهش، اما شاخص غنای گونه‌ای و شاخص یکنواختی افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان داد که بین شاخص‌های مربوط به قطر و ارتفاع خشکه‌دارها با شاخص‌های مربوط به گونه‌های گیاهی همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

**واژه‌های کلیدی:** ارتفاعات، تنوع زیستی، خشکه‌دار، غنای یکنواختی.

### مقدمه

اکوسیستم جنگل نمی‌تواند داشته باشد، چرا که خشکه‌دار یک زیستگاه کوچک برای موجودات ریز و حشرات، حتی پستانداران و سایر مهره‌داران است که محیط زنده و فعالی را در جنگل به وجود می‌آورد (Kimel et al., 2003). خشکه‌دارها در جنگل نه تنها مضر نیستند، بلکه

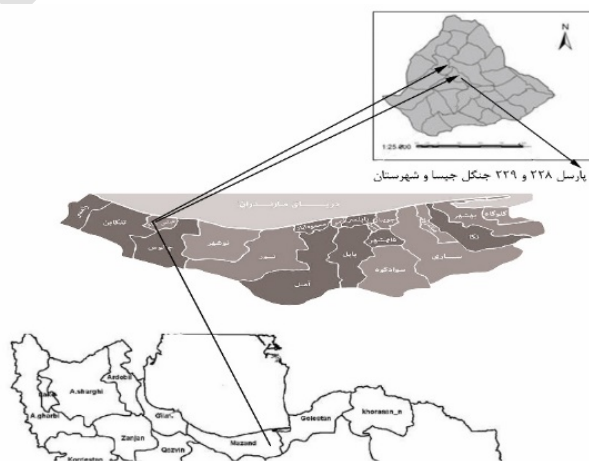
زمانی که یک درخت به سن کهولت می‌رسد و زندگی گیاهی (فیزیولوژیکی) آن متوقف می‌شود، این بدان معنی نیست که این درخت یا خشکه‌دار هیچ ارتباط ارگانیکی با محیط اطراف خود ندارد و یا تأثیری در

این پژوهش بررسی تاثیر خشکه‌دارها بر تنوع‌زیستی اکوسیستم در جنگل نامبرده می‌باشد. در این پژوهش وضعیت خشکه‌دارها به لحاظ کمی و کیفی، طی آماربرداری صد در صد از خشکه‌دارها در دو منطقه مشابه از لحاظ وضعیت رویشگاهی، زادآوری و تنوع-زیستی در گونه‌های مختلف تعیین شد. همچنین گونه غالب خشکه‌دار از نظر فراوانی، حجم و تعداد در جنگل فوق بررسی گشت. همین‌طور خشکه‌دارها به لحاظ کیفیت بر اساس درجه پوسیدگی و وضعیت موجود خشکه‌دارها مورد بررسی قرار گرفتند.

#### مواد و روش‌ها

با توجه به اهمیت تنوع اکوسیستم جنگل و نقش خشکه‌دارها بر آن، جنگل جیسا و شهرستان انتخاب گردید که در پارس‌های ۲۲۸ و ۲۲۹ واقع در سری دوم از حوزه آبخیز شماره ۳۶۵ طرح جنگلداری مکارود و شهرستان عباس‌آباد واقع در عرض جغرافیایی  $28^{\circ} 37'$  تا  $51^{\circ} 37'$  شمالی و طول جغرافیایی  $50^{\circ} 6'$  تا  $51^{\circ} 11'$  شرقی قرار دارد. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر و حداکثر ارتفاع ۲۰۷۰ متر و شیب منطقه ۵۰ درصد است.

حضور آنها باعث افزایش حضور حیات‌وحش و پرندگان در جنگل است. وجود خشکه‌دار بر سلامت و حاصلخیزی جنگل اهمیت زیادی دارد (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۱). یکی از شاخص‌هایی که برای ارزیابی و نظارت بر تنوع‌زیستی و همچنین در مدیریت پایدار جنگل به‌کار گرفته می‌شود، تعداد خشکه‌دارها در هکتار است. ۴۰ درصد از میزان قابل توجه حیات‌وحش جنگل وابسته به حضور خشکه‌دارها در اکوسیستم جنگل است و باعث حضور خردزیستگاه‌ها، خزها، قارچ‌ها، گل‌سنگ‌ها، بی‌مهرگان، خزندگان و پرندگان در جنگل می‌شوند و این امر سبب تعادل و تنظیم تنوع‌زیستی در اکوسیستم جنگل می‌گردد (Ottosson & Wurtz, 2015). امروزه با مطرح شدن مسائلی نظیر مدیریت پایدار و حفاظت از تنوع-زیستی در سیستم‌های طبیعی مسائلی نظیر سلامت اکوسیستم، کامل بودن آن و نیز یکپارچگی اکوسیستم مطرح می‌شود. در ایران نیز با مطرح شدن اهمیت خشکه‌دارها در جنگل مطالعاتی در این ارتباط آغاز شده است (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۱). در این مطالعه با توجه به اهمیت وجود خشکه‌دارها در اکوسیستم جنگل و نقش مثبت آنها در افزایش و حفظ تنوع‌زیستی که در جنگل مدیریت شده شمال صورت گرفته است، جهت اخذ اطلاعات کمی و کیفی خشکه‌دارها، جنگل جیسا و شهرستان از استان مازندران انتخاب گردید. هدف اصلی



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

نرم‌افزار PAST شد. برای برآورد تنوع‌زیستی در هر قطعه نمونه از شاخص‌های شانون- وینر و سیمپسون برای تنوع و شاخص‌های مارگالف و منهنیک برای غنا و شاخص‌های Evenness و Equitability برای یکنواختی استفاده شد. پس از محاسبه شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در هر قطعه نمونه، میانگین آنها در قطعات نمونه با مرکز خشکه‌دارها به دست آمد و مقدار شاخص با احتمال ۹۵ درصد با استفاده از آزمون  $E=\pm t.s$  محاسبه شد. سپس این میانگین‌ها از طریق تجزیه واریانس آنوا و t-test مورد آزمون آماری قرار گرفتند. البته قبل از انجام آزمون آماری برای اطمینان از نرمال بودن داده‌های هر میانگین از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همچنین به منظور بررسی رابطه خشکه‌دارها با شاخص‌های مختلف تنوع‌زیستی، پس از استانداردسازی داده‌ها با استفاده از ماتریس همبستگی از روش تجزیه به مولفه اصلی PCA در نرم‌افزار PC-ORD استفاده شد. برای بررسی ضریب همبستگی بین قطر و ارتفاع خشکه‌دارها با تنوع‌زیستی گونه‌های گیاهی (به تفکیک قطر) برای داده‌های نرمال و غیرنرمال به ترتیب از همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده شد.

#### نتایج

کلیه خشکه‌دارها در سطح پارسل به روش آماربرداری صد در صد برداشت شد که نتایج حاصل از آن به شرح جدول ۱ می‌باشد.

برای نمونه‌برداری در تابستان سال ۱۳۹۴، با استفاده از نقشه توپوگرافی و جنگل‌گردشی در منطقه، نسبت به تعیین دقیق سطح مورد بررسی و جذب مناطق فاقد پوشش جنگلی اقدام گردید. از نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک با قطعات نمونه دایره‌ای شکل برای آماربرداری استفاده شد. صحت شاخص‌های مورد بررسی در تمامی سطوح با استفاده از روش Henderson و همکاران (۲۰۰۰) مورد بررسی قرار گرفت. در طول مسیر حرکت، هر خشکه‌دار به‌عنوان یک نمونه منظور گردید. قطر برابر سینه تمامی خشکه‌دارهای افتاده توسط کالیپر با دقت میلی‌متر، ارتفاع خشکه‌دارهای سرپا به وسیله رلاسکوپ و طول تنه خشکه‌دارهای افتاده با متر نواری با دقت سانتی‌متر، اندازه‌گیری شد. شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا برای هر یک از خشکه‌دارها تعیین شد. در شعاع ۱۰ آری هر خشکه‌دار (دایره به مساحت ۳۱۴ مترمربع)، زادآوری طبیعی شمارش و نوع و ارتفاع آن ثبت گردید. در فاصله ۳۰ تا ۴۰ متر و در جهات متفاوت از خشکه‌دار، تعداد ۲ تا ۳ پایه درخت سالم که از نظر گونه، قطر و ارتفاع مشابه خشکه‌دار بودند، به‌عنوان شاهد انتخاب شدند و کلیه پارامترهای مورد بررسی به همان ترتیبی که در مورد خشکه‌دارها اشاره شد، اندازه‌گیری و ثبت گردید. در مجموع، ۱۰۰ هکتار از سطح پارسل ۲۲۸ و ۲۲۹ از جنگلداری مکارود، پیمایش و تعداد ۹۰ اصله خشکه‌دار و ۱۳۳ درخت سالم (شاهد) به‌عنوان نمونه انتخاب شدند.

برای اندازه‌گیری تنوع‌زیستی در توده جنگلی، داده‌های اندازه‌گیری شده به ازای هر قطعه نمونه وارد

جدول ۱. درصد اختلاط حجمی گونه‌های درختی در اطراف خشک‌دارها

| گونه درختی               | پارسل ۲۲۸ (درصد) | پارسل ۲۲۹ (درصد) |
|--------------------------|------------------|------------------|
| <i>Diospyros lotus</i>   | ۷۲               | ۴۸               |
| <i>Buxus hyrcana</i>     | ۶۳               | -                |
| <i>Carpinus betulus</i>  | ۲                | ۴۶               |
| <i>Parrotia persica</i>  | ۳۵               | ۴۳               |
| <i>Fagus orientalis</i>  | -                | ۵                |
| <i>Gleditsia caspica</i> | ۵۸               | ۱۰               |
| سایر گونه‌ها             | ۸/۲۲             | ۵/۸              |

همچنین در پارسل ۲۲۹ حجم خشک‌دارهای سرپا از حجم کل ۴۲ درصد و ۵۸ درصد از حجم کل را خشک‌دارهای افتاده تشکیل می‌دادند.

با توجه به جدول ۲ به لحاظ قطر خشک‌دارها در ارتفاع ۱۵۰-۳۰۰ متری از سطح دریا، بین شاخص تنوع گونه‌ای و غنای گونه‌ای همبستگی معنی‌داری وجود ندارد، اما بین شاخص‌های یکنواختی همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد.

بر اساس نتایج، گونه خرمن‌دی به تنهایی با اختصاص ۷۲ درصد حجم کل سرپا در رویشگاه جیسا و نیز ۴۸ درصد از حجم کل سرپا در رویشگاه شهرستان بیشترین سهم را در بین گونه‌ها دارا می‌باشد. در پژوهش انجام گرفته کیفیت خشک‌دارها در منطقه مورد مطالعه بر اساس سرپا یا افتاده بودن آنها مشخص شد که به ترتیب در پارسل ۲۲۸، ۳۸ و ۶۲ درصد از حجم کل خشک‌دارها را خشک‌دارهای سرپا و افتاده تشکیل می‌دادند.

جدول ۲. نتایج همبستگی بین قطر خشک‌دارها در ارتفاع ۱۵۰-۳۰۰ متری از سطح دریا

| قطر (سانتی‌متر) | مارگالف | منهینیک | شانن-وینر | سیمپسون | هیل    |
|-----------------|---------|---------|-----------|---------|--------|
| ۳۰-۰            | ۰/۰۳۸   | ۰/۱۸۴   | -۰/۰۴۸    | ۰/۰۷۲   | ۰/۱۸۹  |
| ۱۳۰-۳۰          | ۰/۱۲۴   | ۰/۲۶۷   | ۰/۱۳۲     | ۰/۰۶۶   | -۰/۲۰۳ |
| مجموع           | ۰/۰۱۷   | ۰/۱۶۱   | ۰/۰۱۵     | ۰/۰۸۰   | -۰/۱۳۴ |

ندارد (جدول ۴). در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا و خشک‌دارهای با قطر کمتر از ۳۰ سانتی‌متر، مقدار غنای منهینیک ۰/۰۴۹ است که با گونه‌های هم‌پلات با خشک‌دارهای توسکا، ممرز با درجه پوسیدگی ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گونه‌های هم‌پلات با خشک‌دار لیلکی با درجه پوسیدگی ۳ است. به‌عبارت دیگر، می‌توان با اطمینان ۹۵ درصد بیان نمود که در ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا، فراوانی گونه‌ها در اطراف خشک‌دارهای توسکا و ممرز سرپا درجه ۲، بیشتر از فراوانی گونه‌ها در اطراف خشک‌دار لیلکی افتاده درجه ۳ است.

با توجه به جدول ۳، به لحاظ قطر خشک‌دارها در ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا، بین شاخص غنای گونه‌ای همبستگی معنی‌داری وجود ندارد؛ اما بین شاخص‌های یکنواختی و تنوع گونه‌ای همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۱ وجود دارد. همچنین بین شاخص غنای گونه‌ای همبستگی معنی‌داری وجود ندارد، اما بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۱ وجود دارد. در ارتفاع ۱۵۰-۳۰۰ متری از سطح دریا اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی وجود

جدول ۳. نتایج همبستگی بین قطر خشکه‌دارها در ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا

| قطر (سانتی‌متر) | مارگالف | منهینیک | شانن- وینر | سیمپسون | هیل    |
|-----------------|---------|---------|------------|---------|--------|
| ۳۰-۰            | ۰/۰۸۳   | ۰/۰۹۶   | ۰/۰۷۰      | -۰/۰۳۱  | -۰/۰۴۸ |
| ۱۳۰-۳۰          | ۰/۰۶۲   | -۰/۰۵۶  | ۰/۰۰۱      | ۰/۰۴۸   | -۰/۰۲۶ |
| مجموع           | ۰/۲۳۱   | ۰/۲۶۲   | -۰/۱۲۷     | -۰/۰۹۱  | ۰/۲۱۶  |

گونه‌ها در اطراف خشکه‌دار لیلکی افتاده درجه ۳ است (جدول ۵). همچنین مقایسه جفتی خشکه‌دارها نشان داد که خشکه‌دارهای با قطر کمتر از ۳۰ سانتی‌متر دارای مقدار شاخص یکنواختی هیل ۰/۰۰۱ می‌باشند که با گونه‌های هم‌پلات با خشکه‌دارهای لور با درجه پوسیدگی ۲، بیشتر از خشکه‌دارهای گونه شمشاد، خرمندی، انجیلی و ممرز با درجه پوسیدگی ۲ هستند، اما در شاخص یکنواختی پیت گونه‌های هم‌پلات با خشکه‌دارها، مقایسه‌های جفتی آزمون توکی تفاوتی را نشان ندادند.

ولی در تنوع سیمپسون که در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا و خشکه‌دارهای با قطر کمتر از ۳۰ سانتی‌متر، مقدار تنوع سیمپسون ۰/۰۱۵ است که با گونه‌های هم-پلات با خشکه‌دارهای توسکا، ممرز، لیلکی، انجیلی و خرمندی با درجه پوسیدگی ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گونه‌های هم‌پلات با خشکه‌دار لیلکی با درجه پوسیدگی ۳ است. به‌عبارت دیگر در ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا، تنوع گونه‌ها در اطراف خشکه‌دارهای ممرز و توسکا، لیلکی، انجیلی و خرمندی سرپا درجه ۲ بیشتر از تنوع

جدول ۴. نتایج مقایسه جفتی خشکه‌دارها از نظر مقدار شاخص‌های گونه‌های گیاهی در ارتفاع ۳۰۰-۱۵۰ متری از سطح دریا

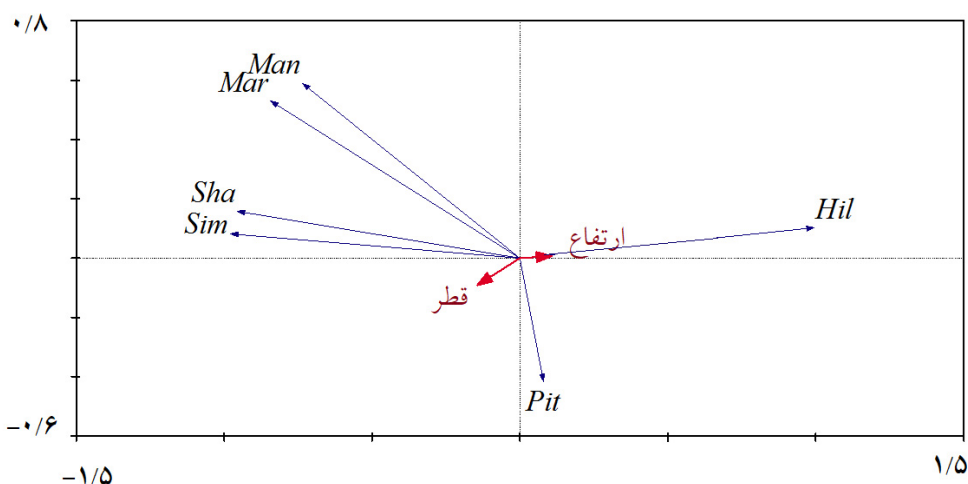
| قطر (سانتی‌متر) | مارگالف | منهینیک | شانن- وینر | سیمپسون | پیت   | هیل   |
|-----------------|---------|---------|------------|---------|-------|-------|
| ۳۰-۰            | ۰/۷۸۹   | ۰/۹۰۷   | ۰/۴۳۵      | ۰/۳۸۸   | ۰/۴۶۷ | ۰/۴۹۲ |
| ۱۳۰-۳۰          | ۰/۷۹۳   | ۰/۸۸۷   | ۰/۶۱۹      | ۰/۶۱۷   | ۰/۳۸۸ | ۰/۱۵۲ |
| مجموع           | ۰/۹۷۲   | ۰/۹۷۰   | ۰/۶۱۸      | ۰/۵۱۷   | ۰/۸۷۴ | ۰/۴۴۰ |

جدول ۵. نتایج مقایسه جفتی خشکه‌دارها از نظر مقدار شاخص‌های گونه‌های گیاهی در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا

| قطر (سانتی‌متر) | مارگالف | منهینیک | شانن- وینر | سیمپسون | پیت    | هیل   |
|-----------------|---------|---------|------------|---------|--------|-------|
| ۳۰-۰            | ۰/۲۶۵   | ۰/۰۴۹*  | ۰/۴۰۷      | ۰/۰۱۵*  | ۰/۰۳۵* | ۰/۶۰۷ |
| ۱۳۰-۳۰          | ۰/۶۰۲   | ۰/۴۴۸   | ۰/۳۱۲      | ۰/۵۷۸   | ۰/۸۰۴  | ۰/۳۷۱ |
| مجموع           | ۰/۴۹۱   | ۰/۲۷۹   | ۰/۴۴۹      | ۰/۱۱۵   | ۰/۳۰۷  | ۰/۴۶۲ |

با توجه به شکل ۲ در گرادیان ارتفاعی مورد مطالعه با افزایش متغیرهای قطر خشکه‌دارها شاخص یکنواختی هیل و بعد از آن شاخص یکنواختی پیت مربوط به گونه‌های گیاهی افزایش می‌یابد. اما با افزایش متغیرهای ارتفاع خشکه‌دارها بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای و غنای گونه‌های گیاهی افزوده می‌شود.

نتایج بررسی آنالیز مولفه‌های اصلی نشان داد که محورهای اول و دوم به‌دلیل بالاترین مقدار ویژه بوده که برای نمایش انتخاب شدند. دو محور اول و دوم، ۹۹/۲ درصد تجمعی واریانس رابطه‌گونه- محیط را در برمی‌گیرند (شکل ۲). همبستگی گونه- محیط برای دو محور اول و دوم به‌ترتیب برابر با ۰/۱۹۴ و ۰/۰۹۴ است.



شکل ۲. دیاگرام دو بعدی حاصل از تحلیل PCA

حالی است که شاخص‌های یکنواختی در دو پارسل مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین مقدار این شاخص‌ها در پارسل جیسا بیشتر از پارسل شهرستان می‌باشد.

با توجه به نتایج جدول ۶، شاخص‌های تنوع شانون-وینر و سیمپسون و شاخص‌های غنای منهینیک و مارگالف در بین دو پارسل جیسا و شهرستان دارای اختلاف معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) با یکدیگر بودند. این در

جدول ۶. نتایج آنالیز شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنا در جنگل جیسا و شهرستان

| F     | P     | انحراف معیار $\pm$ میانگین | پارسل | شاخص‌ها    |
|-------|-------|----------------------------|-------|------------|
| ۱/۴۱  | ۰/۰۱۸ | ۱/۶۷ $\pm$ ۰/۱۳            | ۲۲۸   | سیمپسون    |
|       |       | ۱/۹۱ $\pm$ ۰/۱۹            | ۲۲۹   |            |
| ۰/۹۸۷ | ۰/۰۵۰ | ۰/۷۹ $\pm$ ۰/۱۴            | ۲۲۸   | شانون-وینر |
|       |       | ۰/۸۴ $\pm$ ۰/۰۲            | ۲۲۹   |            |
| ۰/۰۶۵ | ۰/۰۰۲ | ۱/۲۱ $\pm$ ۰/۰۳            | ۲۲۸   | مارگالف    |
|       |       | ۱/۷۰ $\pm$ ۰/۲۲            | ۲۲۹   |            |
| ۱۲/۲۶ | ۰/۰۰۱ | ۱/۶۴ $\pm$ ۰/۲۴            | ۲۲۸   | منهینیک    |
|       |       | ۲/۳۲ $\pm$ ۰/۴۸            | ۲۲۹   |            |
| ۰/۰۱۷ | ۰/۵۰۸ | ۰/۹ $\pm$ ۰/۰۲             | ۲۲۸   | پیت        |
|       |       | ۰/۹۲ $\pm$ ۰/۰۳            | ۲۲۹   |            |
| ۰/۲۶۶ | ۰/۸۵۸ | ۰/۹۴ $\pm$ ۰/۰۳            | ۲۲۸   | هیل        |
|       |       | ۰/۸۴ $\pm$ ۰/۰۵            | ۲۲۹   |            |

است که شاخص‌های یکنواختی در سه ارتفاع مختلف مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین مقدار این شاخص‌ها در ارتفاع جلگه‌ای بیشتر از ارتفاعات میان‌بند و بالابند می‌باشد (جدول ۷).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شاخص‌های تنوع شانون-وینر و شاخص غنای منهینیک برای تجدید حیات گونه‌های چوبی در بین سه ارتفاع مختلف از سطح دریا (جلگه‌ای، میان‌بند و بالابند) دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۱ با یکدیگر بودند، این در حالی

جدول ۷. میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) شاخص‌های تنوع مراحل رویشی تجدید حیات در مجاورت خشکه‌دارها

| محل نمونه                            | شانون- وینر     | T            | منهنیک          | t    | پیت             | T           |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|------|-----------------|-------------|
| قطر خشکه‌دارها در ارتفاع جلگه‌ای     | $0.89 \pm 17.1$ | $0.264^{**}$ | $0.84 \pm 0.03$ | 0.00 | $0.37 \pm 15.5$ | $3.14^{**}$ |
| ارتفاع خشکه‌دارها در ارتفاع جلگه‌ای  | $0.46 \pm 11.3$ | $0.264^{**}$ | $0.89 \pm 0.02$ | 0.00 | $0.29 \pm 14.1$ | $3.14^{**}$ |
| قطر خشکه‌دارها در ارتفاع میان‌بند    | $0.69 \pm 0.11$ | $7.1^{**}$   | $0.82 \pm 0.02$ | 0.00 | $1.39 \pm 0.2$  | $7.2^{**}$  |
| ارتفاع خشکه‌دارها در ارتفاع میان‌بند | $0.9 \pm 0.2$   | $7.1^{**}$   | $0.84 \pm 0.04$ | 0.00 | $1.78 \pm 0.21$ | $7.2^{**}$  |
| قطر خشکه‌دارها در ارتفاع بالابند     | $0.63 \pm 0.8$  | $5.3^{**}$   | $0.91 \pm 0.02$ | 0.00 | $0.01 \pm 27.1$ | $4.7^{**}$  |
| ارتفاع خشکه‌دارها در ارتفاع بالابند  | $0.84 \pm 0.3$  | $5.3^{**}$   | $0.92 \pm 0.04$ | 0.00 | $0.06 \pm 16.8$ | $4.7^{**}$  |

\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح 0.1 می‌باشد.

می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، شاخص یکنواختی افزایش می‌یابد، اما شاخص تنوع گونه‌ای کاهش پیدا می‌کند (جدول ۸).

با توجه به نتایج بررسی تفاوت شاخص‌های غنا، تنوع و یکنواختی با آزمون توکی در سه ارتفاع مختلف، A: ارتفاع ۳۰۰-۱۵۰ متر از سطح دریا؛ B: ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و C: ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا،

جدول ۸. نتایج تفاوت شاخص‌های غنا، تنوع و یکنواختی در سه ارتفاع مختلف از سطح دریا

| سیمیپسون                      | شانن-وینر                      | مارگالف                       | منهنیک                        | پیت                            | هیل                           | قطر (سانتی‌متر) |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| بالابند > میان‌بند            | بالابند > میان‌بند             | بالابند > میان‌بند            | میان‌بند < بالابند، پایین‌بند | بالابند و میان‌بند < پایین‌بند | بالابند < میان‌بند، پایین‌بند | ۰-۳۰            |
| میان‌بند < بالابند، پایین‌بند | میان‌بند < بالابند، پایین‌بند  | میان‌بند < بالابند            | میان‌بند < بالابند            | بالابند < میان‌بند             | بالابند < میان‌بند، پایین‌بند | ۳۰-۱۳۰          |
| پایین‌بند، میان‌بند < بالابند | پایین‌بند < میان‌بند < بالابند | پایین‌بند، میان‌بند < بالابند | پایین‌بند، میان‌بند < بالابند | بالابند < میان‌بند، پایین‌بند  | بالابند < میان‌بند، پایین‌بند | مجموع           |

شاخص‌های سه‌گانه تنوع‌زیستی و توابع مربوطه در طبقات مختلف ارتفاعی از سطح دریا، تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر برخی از شاخص‌ها معنی‌دار بود. نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان شاخص تنوع گونه‌ای شانون- وینر کاهش می‌یابد.

در این ارتباط می‌توان گفت که با افزایش ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه، کاهش یافتن مواد غذایی خاک به علت آب‌شویی زیاد (شستشوی مواد غذایی خاک) و نیز کاهش رطوبت در دسترس درخت به علت زهکشی آب را به همراه داشته و در مجموع سبب کاهش تنوع گونه‌ای می‌شود.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه بالاترین مقدار شاخص تنوع گونه‌ای، غنای یکنواختی در ارتفاع‌های مختلف از سطح دریا به- ترتیب مربوط به شاخص‌های هیل، شانون- وینر، پیت، مارگالف و منهنیک می‌باشد. پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بهترین شاخص‌ها برای مطالعه تنوع‌زیستی گونه‌های درختی در منطقه مورد مطالعه این سه شاخص می‌باشند. همان‌طور که بسیاری از محققان به این نتیجه رسیده‌اند میان شاخص‌های تنوع گونه‌ای در وضعیت‌های مختلف جنگلی تابع شانون- وینر برای بررسی تنوع گونه‌های درختی مناسب‌تر از سایر شاخص‌ها است. در بررسی

باشد. در خصوص شاخص یکنواختی هیل در ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا، بیشتر از ارتفاعات ۱۰۰۰ متری و ۳۰۰-۱۵۰ متری می‌باشد که نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی دارد.

همچنین نتایج به‌دست آمده از مطالعه منطقه مورد نظر نشان داد که بین هر یک از شاخص‌های قطر و ارتفاع خشکه‌دارها در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا بین شاخص غنای گونه‌ای همبستگی معنی‌داری وجود ندارد، ولی بین شاخص‌های یکنواختی همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

نتایج این پژوهش با یافته‌های Hiscox و Derwal (۲۰۱۵) که بیان نمودند بین شاخص‌های یکنواختی همبستگی معنی‌داری وجود دارد، در یک راستا قرار دارد. در حالت کلی می‌توان گفت که در نوار جنگلی در دو ارتفاع از سطح دریا، پایین‌بند و میان‌بند منطقه ذکر شده کمترین همبستگی بین شاخص غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای، بیشترین همبستگی بین شاخص‌های یکنواختی مشاهده گردید و این امر با یافته‌های اسدیان و همکاران (۱۳۹۱) که به بیشترین همبستگی بین شاخص‌های یکنواختی اشاره کرده بودند، همخوانی دارد. در ارتفاع بالابند بیشترین مقدار مربوط به شاخص یکنواختی و در ارتفاع پایین‌بند، بیشترین مقدار مربوط به شاخص تنوع گونه‌ای می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که با افزایش ارتفاع، شاخص تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های Fridman (۲۰۱۰) که به بیشترین مقدار شاخص یکنواختی در ارتفاع بالابند اشاره داشتند، مطابقت دارد.

آگاهی از ویژگی‌ها و پیچیدگی‌های ساختاری جنگل، بشر را در شناخت بهتر آن و ارایه راه‌کارهای مناسب‌تر برای مدیریت پایدار جنگل راهنمایی می‌نماید. شناخت ساختار در تصمیم‌گیری و چگونگی حفظ و توسعه، هدایت اکوسیستم را به سوی اهداف ایده‌آل سوق

شاخص‌های تنوع گونه‌ای در بالابند، کمتر از میان‌بند و جلگه‌ای است، ولی در مورد شاخص یکنواختی در ارتفاع بالابند، بیشتر مناطق جلگه‌ای و میان‌بند است و در مورد شاخص غنای گونه‌ای در ارتفاع بالابند، بیشتر از مناطق جلگه‌ای و میان‌بند است که همانند شاخص یکنواختی می‌باشند. دخالت و چرای بی‌رویه دام در ارتفاعات ۱۸۰۰ متری از دلایل عمده پایین بودن تنوع زیستی در این منطقه می‌باشد. پس می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، تنوع گونه‌ای و تنوع‌زیستی پایین می‌آید.

نتایج به‌دست آمده در مورد همبستگی بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی در سه ارتفاع از سطح دریا مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که با افزایش غنا و فراوانی قطر خشکه‌دارها، غنا و فراوانی گونه‌های گیاهی (قطر ۱۳۰-۳۰ و مجموع) افزایش می‌یابد. پس می‌توان چنین نتیجه گرفت که در افزایش تنوع‌زیستی، شاخص یکنواختی مهم‌تر از غنا است (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۲). در مورد تنوع سیمپسون، گونه‌های هم‌پلات با خشکه‌دارهای توسکا، راش، لیلکی، انجیلی و خرمندی با درجه پوسیدگی ۲، به‌طور معنی‌داری بیشتر از گونه‌های هم‌پلات با خشکه‌دار لیلکی با درجه پوسیدگی ۳ است. مقدار شاخص یکنواختی پیت در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا و خشکه‌دارهای با قطر کمتر از ۳۰ سانتی‌متر در آزمون آنوا اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ نشان می‌دهد، ولی در مقایسه‌های جفتی آزمون توکی تفاوتی بین میانگین‌های شاخص نشان نمی‌دهد.

به‌طور خلاصه می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که شاخص غنای مارگالف در ارتفاع ۱۸۰۰ متری، کمتر از ارتفاعات ۱۰۰۰ متری و ۱۵۰ تا ۳۰۰ متری از سطح دریا است، ولی در شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر در ارتفاع ۳۰۰-۱۵۰ متری از سطح دریا، بیشتر از ارتفاعات ۱۰۰۰ متری و ۱۸۰۰ متری از سطح دریا می‌-



جنگل کاری‌های کاج سیاه و زبان‌گنجشک در منطقه الندان- ساری. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰(۲): ۲۹۹-۳۱۲.

اسماعیل‌زاده، ا.، حسینی، س.م.، اسدی، ح.، غدیری‌پور، پ. و احمدی، ع. (۱۳۹۱) رابطه تنوع‌زیستی گیاهی با عوامل فیزیوگرافی در ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته. زیست‌شناسی گیاهی ایران، ۴(۱۲): ۱-۱۲.

بهمنی، ه.، عطایی، ا. و مرادمنندجلالی، ع. (۱۳۹۲) مقایسه شاخص-های تنوع‌زیستی گونه‌های درختی در جنگل دارابکلا. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۵(۴): ۵۵-۶۴.

مروی‌مهاجر، م. (۱۳۹۱) جنگل‌شناسی. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۸۷ صفحه.

Derwal, H.T. and Hiscox, T. (2015) Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth Fagus-Abies forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant Ecology*, 208(2): 307-318.

Fridman, C.M. (2010) Whit spruce seed dispersal in central British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 52(5): 225-228.

Henderson, I.G., Vickery, J.A. and Fuller, R.J. (2000) Summer bird abundance and distribution on set aside fields on intensive arable farms in England. *Ecography*, 23(1): 50-59.

Kimel, H., George, S.J. and Kumar, B.M. (2003) Recruitment dynamics of fleshy-fruited plant (*Olea europea*) establishment. *Forest Ecology and Management*, 88(4): 662-633.

Ottosson, S. and Wurtz, R.H. (2015) Natural regeneration of forest related to the spatial structure of trees: Study of two forest communications in western carpatnians, Southerhpolond. *Vegetation*, 89(1): 11-33.

می‌دهد. برای درک صحیح از تغییرات توده‌های جنگلی و اتخاذ برنامه جنگل‌شناسی مناسب، شناخت پویایی جوامع جنگلی دارای نقش کلیدی است و روش‌های مدیریتی همگام با طبیعت می‌تواند بهترین انتخاب برای مدیریت توده‌های طبیعی مانند جنگل‌های شمال ایران باشد. مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی با هدف حفظ تنوع، باید با یکپارچگی اکوسیستم مد نظر قرار گیرد و تا حد امکان زیستگاه‌ها دچار چندپارچگی نشوند. گونه‌های که دارای ارزش حفاظتی و ایجاد زیستگاه برای گونه مختلف حیات‌وحش هستند، بایستی به‌عنوان عناصر کلیدی در جنگل‌ها حفظ شوند. همچنین گونه‌هایی که در تغذیه حیات‌وحش دارای اهمیت هستند (مانند درخت آلوچه، گلابی وحشی، خرمنندی، زالزالک و غیره)، تا حد امکان توسط طرح‌های جنگلداری از سطح جنگل حذف نشوند. ارزش اکولوژیک این درختان با افزایش سن بیشتر می‌شود، این امر به دلیل توجه ویژه به حفظ درختان کهنسال در جنگل‌ها می‌باشد. امروزه در بسیاری از کشورهای دنیا تعداد و پویایی درختان کهنسال در آماربرداری‌ها ثبت و تغییرات آن بررسی می‌گردد.

#### منابع

اسدیان، م.، حجتی، س.م.، پورمجیدیان، م.ر. و فلاح، ا. (۱۳۹۱) بررسی تنوع زیستی گیاهی و خصوصیات خاک در

## Effect of Deadwoods on Plant Diversity in Forest Ecosystems in Jisa and Shahrestan Region – Mazandaran Province

Farshad Keivan-Behjo<sup>1</sup>, Zeynab Pour-Gholi<sup>2\*</sup> and Jamshid Sanaee<sup>2</sup>

- 1) Assistant Professor, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- 2) M.Sc. Student in Forest Ecology and Silviculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.  
\*Corresponding Author Email Address: zeynab.poorgholi93@gmail.com
- 3) M.Sc. Student in Forestry, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Date of Submission: 2017/11/24

Date of Acceptance: 2018/01/21

### Abstract

Due to effects on biological processes, deadwoods play an important role on sustainable forest management including biodiversity conservation, forest regeneration, increasing nutrition and nutrition cycle. The aim of this study was to evaluate deadwood effects on biodiversity in Makaroud forest management plan in Jisa and Shahrestan forests. Therefore, the species, diameter, decay degree and slop for each sample were recorded and 90 deadwoods were selected in 3 different heights above sea levels. Biodiversity was evaluated by using Simpson, Shannon Weiner indices as well as species richness index using Margalef, Menhinik indices and evenness index by Hill index. Results showed that biodiversity indices in 150-300 m height above sea level were more than other heights. However, margalef index was lower in 1800 m height than 1000 m and 150-300 m height, and Hill evenness index was higher in 1800 m height than 1000 m and 150-300m. It can be concluded, the diversity index will be decreased, and evenness and richness indices will be increased by increasing height from sea level. There is significant correlation between diameter and height of deadwoods with plant species indices.

**Keywords:** Biodiversity, Deadwoods, Evenness, Height, Richness indices.