

ارزیابی وضعیت سلامت جنگل در یک توده دست‌نخورده طبیعی راش آمیخته با استفاده از شاخص‌های زادآوری و خشک‌دار (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ماسوله)

عطیه شهامتی‌نژاد^۱، رقیه جهدی^{۲*} و فرشاد کیوان بهجو^۳

۱. کارشناس ارشد علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. استادیار گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. استاد گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۲

چکیده

پایش سلامت جنگل برای ارزیابی وضعیت در حال تغییر منابع جنگلی و ایجاد آگاهی از سلامت جنگل ضروری است. این پژوهش با هدف پایش سلامت جنگل با استفاده از دو شاخص زادآوری و خشک‌دار در حوزه آبخیز ماسوله در استان گیلان انجام گرفت. به منظور جمع‌آوری داده‌ها در منطقه پژوهش با استفاده از روش پایش سلامت جنگل، ۲۰ قطعه نمونه به صورت خوشه‌ای در دو دامنه ارتفاعی مختلف از سطح دریا در نظر گرفته شد. در هر خوشه وضعیت زادآوری گونه‌ها براساس کیفیت نهال‌ها و تقسیم آنها در دو گروه سالم و ناسالم تعیین شد. ویژگی‌های خشک‌دارها شامل قطر و مشخصات کیفی (نوع گونه، درجه پوسیدگی) اندازه‌گیری و ثبت شد. در منطقه پژوهش ۸۰ درصد از نهال‌ها سالم و ۲۰ درصد ناسالم بودند. نتایج تجزیه واریانس تعداد زادآوری در هکتار در طبقات ارتفاعی نشان داد که بین تعداد نهال‌های سالم و نهال‌های ناسالم در طبقه‌های ارتفاعی تحت بررسی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. براساس نتایج پژوهش حجم کل خشک‌دارها ۴۴ متر مکعب در هکتار است که از این میان، ۳۴ متر مکعب حجم خشک‌دارهای افتاده و ۱۰ متر مکعب حجم خشک‌دارهای سرپاست. است. تجزیه واریانس صورت‌گرفته نشان داد که بین حجم خشک‌دارها در هکتار در دو طبقه ارتفاعی در منطقه پژوهش اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. اما در مورد تعداد در هکتار خشک‌دارهای مختلف در این طبقات ارتفاعی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بررسی کیفیت خشک‌دارها (افتاده و سرپا) نشان داد که بیشترین درصد خشک‌دارها متعلق به طبقه پوسیدگی یک (۸۱ درصد) است. بیشترین فراوانی خشک‌دارها نیز در طبقه قطری کمتر از ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: پایش سلامت جنگل، خشک‌دار، زادآوری، طبقات ارتفاعی، نمونه‌برداری خوشه‌ای.

مقدمه

بیشتر آنها با تنش‌های جدیدی روبه‌رو هستند. تشخیص چگونگی تشدید این تنش‌ها چالش علمی بزرگی است و به توسعه شاخص‌ها برای ارزیابی سلامت جنگل‌ها نیاز دارد [۲]. این شاخص‌ها متغیرهای کمی و کیفی هستند که می‌توانند روند مشاهدات دوره‌ای را اندازه‌گیری یا توصیف کنند [۳]. از جمله این شاخص‌ها در پایش سلامت جنگل می‌توان به مرگ‌ومیر درختان، تنوع زیستی،

جنگل‌ها بزرگ‌ترین بوم‌سازگان‌های خاکی روی زمین‌اند و سلامت آنها اهمیت زیادی در تأمین منافع محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی دارد [۱]. جنگل‌ها در مناطق مختلف با برخی از سطوح آشفستگی سازگاری دارند، اما اکنون

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۴۵۳۳۵۱۰۱۴۰

Email: roghayeh.jahdi@uma.ac.ir

خشک‌دارهای افتاده است [۱۶]. جعفری افراپلی و همکاران (۲۰۱۸) نیز در ارزیابی خشک‌دارها در ذخیره‌گاه جنگلی استان گلستان، به این نتیجه رسیدند که در بین انواع خشک‌دارها، حجم خشک‌دارهای سرپا شایان توجه است [۱۷]. در خارج از جنگل‌های ایران نیز در پژوهش موتا و همکاران (۲۰۰۶) در میان بقایای چوبی درشت، حجم خشک‌دار افتاده بیشتر از حجم خشک‌دار سرپا و کنده‌ها بود [۱۸]. براساس پژوهش بویوژک و بویوژک (۲۰۱۶) نیز حجم خشک‌دار افتاده در هکتار بیش از حجم تنه‌های خشکیده، کنده‌ها و خشک‌دار سرپا در منطقه پژوهش بود [۱۹].

امروزه با مطرح شدن مسائلی مانند مدیریت پایدار در جنگل‌ها، توجه به مؤلفه‌های سلامت، کامل بودن و نیز یکپارچگی بوم‌سازگان ضروری است. آینده هر جنگل به وضعیت کنونی زادآوری در آن وابسته است [۲۰، ۲۱]. یکی از موضوعاتی که برای حفظ سلامت بوم‌سازگان مطرح می‌شود، اهمیت وجود خشک‌دار برای سلامت و حاصلخیزی جنگل است [۱۵]. این پژوهش برای بررسی وضعیت زادآوری طبیعی و نیز خشک‌دار جنگل در توده دست‌نخورده راش آمیخته در حوزه آبخیز جنگلی ماسوله در استان گیلان صورت گرفت. تعداد زادآوری و نیز تعداد خشک‌دارها می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین میزان سلامت یا تخریب در این توده جنگلی باشند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش

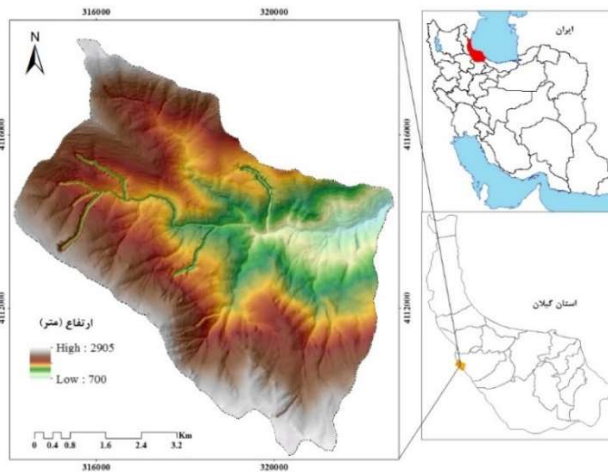
منطقه پژوهش از بخش جنگلی حوزه آبخیز ماسوله در استان گیلان انتخاب شد. این حوزه با مساحت ۴ هزار هکتار در عرض جغرافیایی $37^{\circ} 06' 21''$ تا $37^{\circ} 12' 31''$ شمالی و طول جغرافیایی $48^{\circ} 54' 29''$ تا $49^{\circ} 01' 02''$ شرقی واقع است. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۷۰۰ متر و حداکثر آن ۲۹۰۰ متر است (شکل ۱). میانگین بارندگی

وضعیت تاج درختان، زادآوری و خشک‌دارها اشاره کرد [۴]. با توجه به اثر حیاتی آنها در حفاظت و حمایت جنگل‌ها، توسعه و پایش مداوم این شاخص‌ها بسیار مهم است [۵]. در تحقیقات متعددی از رویکرد ارزیابی سلامت بوم‌سازگان با هدف توسعه پایدار، با انتخاب شاخص‌های مختلف جنگل مانند تنوع زیستی و در نظر گرفتن روابط آنها با پارامترهای خاص زیستگاه استفاده شده است [۶، ۷]. در مورد شاخص زادآوری برای ارزیابی سلامت جنگل، درک چگونگی احیای جنگل‌ها پس از رفع آشفتگی‌های طبیعی و اختلالات ناشی از فعالیت‌های انسانی بسیار حیاتی است [۸، ۹]. در پژوهش امیری (۲۰۱۶) کیفیت زادآوری درختان از نظر تراکم توده راش خالص در طبقات عالی و متوسط به ترتیب با تعداد در هکتار > 10000 و $5000-3000$ ، نسبت به توده آمیخته بیشتر تعیین شد [۱۰]. در پژوهش قنبری شرفه و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی وضعیت زادآوری طبیعی سرخ‌دار در جنگل‌های ارسباران، نتایج نشان داد که نهال‌ها از سلامت و شادابی زیادی برخوردارند که نتیجه حفاظت از منطقه است [۱۱]. جایاکومار و نیر (۲۰۱۳) در بررسی زادآوری جنگل‌های استوایی به این نتیجه رسیدند که در بخش‌های جنگلی بدون دخالت‌های انسانی، تراکم زادآوری بیشتر بود [۱۲]. همچنین کاجولی (۲۰۱۹) با ارزیابی زادآوری طبیعی در ذخیره‌گاه جنگلی در تانزانیا به این نتیجه رسید که این جنگل از زادآوری خوبی برخوردار است. با این حال، توجه به حفاظت و سناریوهای مدیریت صحیح برای گونه‌هایی با زادآوری کم ضروری است [۱۳].

خشک‌دارها جزء جدایی‌ناپذیر و اغلب بزرگی از توده‌های طبیعی هستند [۱۴، ۱۵]. در زمینه خشک‌دار تحقیقات متعددی در جنگل‌های هیرکانی انجام گرفته است. کاکاوند و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی خشک‌دارها در توده‌های آمیخته راش شمال ایران نتیجه گرفتند که بیشترین درصد فراوانی و حجم خشک‌دارها مربوط به

فندق است (شکل ۲). این پژوهش در توده جنگلی راش آمیخته با وسعت ۱۰۰۰ هکتار و در دامنه ارتفاعی ۲۲۰۰-۷۰۰ متر، در بخش شرقی حوزه آبخیز ماسوله انجام گرفت. این توده جنگلی دارای سه اشکوب و ساختار دانه‌زاد ناهمسال است و اجرای طرح‌های جنگلداری و بهره‌برداری در آن سابقه ندارد. در این پژوهش، بررسی شاخص‌های سلامت جنگل در دو دامنه ارتفاعی (۱۵۰۰-۷۰۰ متر و بیشتر از ۱۵۰۰ متر) با استفاده از روش نمونه‌برداری خوشه‌ای در توده راش آمیخته انجام گرفت.

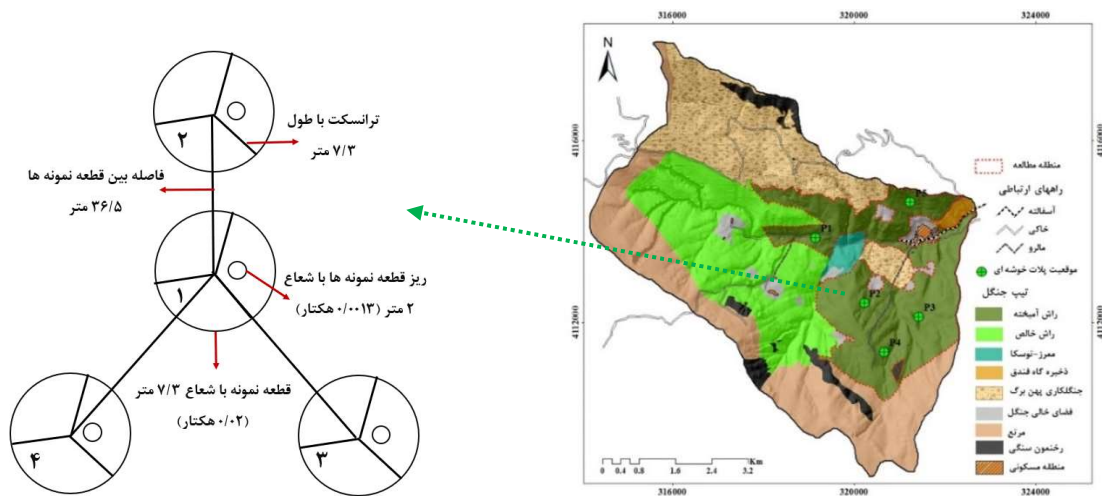
سالانه ۹۳۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. منطقه براساس طبقه‌بندی آب‌وهوایی آمبرژه در اقلیم مرطوب سرد قرار می‌گیرد [۲۲]. این حوزه به لحاظ پوشش گیاهی جزء جنگل‌های مرطوب خزری ایران بوده و در ارتفاعات، دارای پوشش مرتعی (بیلاقی) است [۲۳]. جنگل‌های این منطقه شامل تپ راش خالص، تپ راش آمیخته همراه تک‌پایه‌های توسکا-افرا-گردو، تپ راش-ممرز، تپ ممرز-توسکا-راش، جنگلکاری‌های سنواتی و تپ ذخیره‌گاه



شکل ۱. نقشه موقعیت و ارتفاع حوزه آبخیز ماسوله واقع در استان گیلان، شمال ایران

(ب)

(الف)



شکل ۲. نقشه تپ جنگل و موقعیت پنج خوشه اندازه‌گیری شده در توده جنگل راش آمیخته در شرق حوزه آبخیز ماسوله (الف) و طرح نمونه‌گیری خوشه‌ای برای اندازه‌گیری شاخص‌های سلامت جنگل [۲۰] (ب).

روش نمونه‌برداری

اطلاعات دو شاخص زادآوری طبیعی و خشک‌دار با استفاده از نمونه‌برداری خوشه‌ای برپایه روش پایش سلامت جنگل (FHM) جمع‌آوری شد [۲۴، ۲۵]. این روش در مناطق جنگلی ایالات متحده آمریکا بنیان نهاده شده و در دیگر مناطق جنگلی جهان نیز از آن برای پایش بوم‌سازگان‌های جنگل استفاده می‌شود [۶، ۲۶]. طرح خوشه‌ای برای اندازه‌گیری جنگل در این روش شامل چهار قطعه نمونه با شعاع ثابت ۷/۳ متری در چیدمان مثلثی است که در شکل ۲ ارائه شده است. در مجموع پنج

خوشه شامل ۲۰ قطعه نمونه در منطقه پژوهش در نظر گرفته شد (شکل ۲، جدول ۱). در هر قطعه نمونه، یک ریزقطعه نمونه با شعاع ۲ متر (در مجموع ۲۰ ریزقطعه نمونه در کل توده) از مرکز قطعه نمونه تعیین شد که در آن نهال‌های درختی زنده برای بررسی زادآوری جنگل آماربرداری شد. همچنین ترانسکت‌ها با طول ۷/۳ متر در هر قطعه نمونه برای اندازه‌گیری خشک‌دارها پیاده شد. نمونه‌برداری‌های میدانی در این پژوهش در طول فصل رویش (مرداد و شهریور ۱۳۹۹) انجام گرفت.

جدول ۱. مشخصات خوشه‌ها در منطقه پژوهش

| موقعیت جغرافیایی | ارتفاع از سطح دریا | | جهت | درصد شیب | خوشه | طبقه ارتفاعی |
|------------------|--------------------|----------|-----------|----------|------|--------------|
| | عرض شمالی | طول شرقی | | | | |
| ۴۱۱۳۸۷۰ | ۳۱۹۱۴۲ | ۱۳۴۰ | شمال شرقی | ۵۰ | ۱ | ۷۰۰-۱۵۰۰ متر |
| ۴۱۱۲۱۳۲ | ۳۲۱۴۲۰ | ۱۴۲۰ | شرقی | ۳۵ | ۳ | |
| ۴۱۱۴۶۵۰ | ۳۲۱۲۳۴ | ۱۳۴۰ | جنوبی | ۷۰ | ۵ | |
| ۴۱۱۲۴۳۳ | ۳۲۰۲۱۳ | ۱۶۴۰ | شرقی | ۶۰ | ۲ | >۱۵۰۰ متر |
| ۴۱۱۱۳۵۳ | ۳۲۰۶۵۰ | ۱۹۴۰ | شرقی | ۶۵ | ۴ | |

خط‌کش دوبازو (سانتی‌متر)، برای اندازه‌گیری ارتفاع درختان از دستگاه سونتو در فاصله ۲۰ متری درخت تا دقت سانتی‌متر و در نهایت برای اندازه‌گیری طول درختان از متر نواری استفاده شد. حجم خشک‌دارها نیز براساس فرمول ارائه‌شده در پژوهش سفیدی و همکاران (۲۰۱۳) اندازه‌گیری شد [۲۹]. همچنین خشک‌دارها به چهار طبقه قطری کوچک‌تر از ۳۵ (کم قطر)، ۳۵ تا ۵۰ (میان قطر)، ۵۰ تا ۷۵ (قطور) و بیشتر از ۷۵ (خیلی قطور) سانتی‌متر طبقه‌بندی شدند [۳۰]. در نهایت پوسیدگی خشک‌دارها در چهار دسته طبقه‌بندی شد. درختانی که مدت کوتاهی از افتادن آنها گذشته است، پوست و چوب درخت تشخیص داده می‌شود و گاهی جوانه رشد یک سال اخیر روی آن دیده می‌شود در طبقه پوسیدگی یک قرار گرفتند. در طبقه پوسیدگی دو، پوسیدگی درون‌چوب آشکار است و در

با توجه به شکل ۲ب، در هر ریزقطعه نمونه تعداد نهال‌های زادآوری‌شده (با قطر کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر) با حداقل ارتفاع ۱ متر به تفکیک گونه شمارش شد. کیفیت نهال‌ها از نظر سالم بودن (بدون چندشاخگی تاج، پیچیدگی تنه و نامتقارن بودن تاج) و ناسالم بودن (چندشاخگی تاج، پیچیدگی تنه و نامتقارن بودن تاج) نیز با مشاهده چشمی بررسی شد [۲۱، ۲۷، ۲۸]. در هر قطعه نمونه برای هر یک از خشک‌دارها، گونه، قطر در ارتفاع برابر سینه ($\geq 7/5$ سانتی‌متر)، ارتفاع و کیفیت پوسیدگی تعیین شد. در این پژوهش تنها در اشکوب درختی در هر قطعه نمونه، تعداد درختان زنده سرپا به تفکیک گونه و قطر برابر سینه و ارتفاع کل درختان با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر، به‌منظور مقایسه نتایج آن با نتایج خشک‌دار، شمارش و اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری قطر از

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۲ نتایج بررسی وضعیت زادآوری نشان داد که ۸۰ درصد نهال‌های شمارش شده سالم‌اند. به‌طور کلی در منطقه پژوهش میانگین تعداد زادآوری در هکتار برای نهال‌های سالم و ناسالم به ترتیب ۲۲۵ و ۵۸ بود. در بین نهال‌های سالم راش، ممرز، افرا شیردار، توسکا ییلاقی و بلندمازو بیشترین تعداد در هکتار (بیش از ۲۳۰ نهال سالم در هکتار) را به خود اختصاص دادند، درحالی که در بین نهال‌های ناسالم گردو، گلابی وحشی و شمشاد کمترین تعداد در هکتار (کمتر از ۲۵ نهال ناسالم در هکتار) را داشتند. بیشترین فراوانی زادآوری متعلق به گونه راش بود که علت آن، تراکم زیاد تاج پوشش در منطقه و نیز سایه‌پسند بودن گونه راش است که این یافته با پژوهش مرتضی‌پور و همکاران (۲۰۰۶) [۳۱] همسویی دارد.

بیشتر موارد پوست درخت دیده می‌شود و جوانه‌ها دیده نمی‌شوند. در طبقه پوسیدگی سه، درون‌چوب و پوست درخت به‌طور کامل پوسیده شده و سرشاخه‌ها جدا شده‌اند و به‌آسانی با ضربه به حالت پودری درمی‌آیند. در طبقه پوسیدگی چهار، درون‌چوب و پوست به‌کلی پوسیده شده و در برخی موارد درخت به‌کلی به خاک تبدیل و پوشش علفی به‌طور کامل مستقر شده است [۱۵].

تجزیه و تحلیل آماری

نخست داده‌های کمی از نظر نرمال بودن با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و از نظر همگن بودن با آزمون لون بررسی شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از تجزیه واریانس یکطرفه و برای مقایسه گروه‌ها از آزمون چندگانه دانکن استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 24 صورت گرفت.

جدول ۲. میانگین تعداد زادآوری در هکتار به تفکیک گونه در منطقه پژوهش

| تعداد نهال در هکتار | راش | ممرز | افرا شیردار | توسکا ییلاقی | بلوط بلندمازو | افرا بلب | توسکا قشلاقی | خرمندی | نمدار | زبان گنجشک | آزاد | ناون | گیلاس وحشی | انجیلی | سایر گونه‌ها* | مجموع |
|---------------------|------|------|-------------|--------------|---------------|----------|--------------|--------|-------|------------|------|------|------------|--------|---------------|-------|
| نهال سالم | ۵۱۹ | ۴۳۸ | ۲۲۳ | ۲۳۰ | ۳۶۴ | ۱۸۸ | ۱۷۹ | ۱۵۷ | ۱۴۴ | ۱۴۲ | ۱۲۶ | ۱۲۲ | ۱۱۲ | ۸۰ | ۳۴۱ | ۳۳۷۵ |
| نهال ناسالم | ۱۲۵ | ۱۱۰ | ۴۲ | ۶۳ | ۷۹ | ۴۶ | ۳۵ | ۳۷ | ۴۶ | ۴۲ | ۳۶ | ۳۴ | ۳۹ | ۴۰ | ۱۰۲ | ۸۷۶ |
| کل نهال | ۶۴۴ | ۵۴۸ | ۲۷۵ | ۲۹۳ | ۴۴۳ | ۲۳۴ | ۲۱۴ | ۱۹۴ | ۱۹۰ | ۱۸۴ | ۱۶۲ | ۱۵۶ | ۱۵۱ | ۱۲۰ | ۴۴۳ | ۴۲۵۱ |
| درصد | ۱۵/۱ | ۱۲/۹ | ۶/۵ | ۶/۹ | ۱۰/۴ | ۵/۵ | ۵/۰ | ۴/۶ | ۴/۵ | ۴/۳ | ۳/۸ | ۳/۷ | ۳/۶ | ۲/۸ | ۱۰/۴ | ۱۰۰ |

* افاقیا، فندق، گردو، گلابی وحشی و شمشاد

به‌طوری که بیشترین تعداد زادآوری‌ها در هکتار در دامنه ارتفاعی ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و کمترین آن در طبقه ارتفاعی ۱۵۰۰ > مشاهده شد. این نتیجه با یافته‌های پیام و همکاران (۲۰۱۲) و نیز مؤمنی مقدم و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. آنها بیشترین زادآوری‌ها را در ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا مشاهده کردند [۲۰، ۳۲]. به

همچنین براساس نتایج تحلیل واریانس تعداد در هکتار زادآوری در نهال‌های سالم و ناسالم در طبقات ارتفاعی مختلف (جدول ۳)، مقدار p-value کمتر از ۰/۰۵ به‌دست آمد، بنابراین بین تعداد در هکتار نهال‌های سالم در دو طبقه ارتفاعی و نهال‌های ناسالم در این طبقه‌های ارتفاعی مورد پژوهش اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

حاصلخیزی خاک و عمق خاک و در نتیجه ظرفیت نگهداری بیشتر آب در ارتفاعات پایین باشد. اگرچه در پژوهش پیام و همکاران (۲۰۱۲) اختلاف معنی‌داری بین طبقات ارتفاعی مختلف در مورد میانگین سلامت نهال‌ها مشاهده نشد [۲۰].

لحاظ وضعیت سلامت زادآوری‌ها نیز بهترین وضعیت در طبقه ارتفاعی ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ متر مشاهده شد که با پژوهش مؤمنی مقدم و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد [۳۲]. فراوانی بیشتر نهال‌های سالم و شاداب در ارتفاعات پایین نسبت به ارتفاعات بالاتر ممکن است به دلیل بیشتر بودن

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تعداد در هکتار زادآوری سالم/ناسالم در دامنه‌های ارتفاعی مختلف

| طبقات ارتفاعی | | متغیر | |
|---------------|------------|----------------|-------------|
| > ۱۵۰۰ | ۷۰۰ - ۱۵۰۰ | تعداد در هکتار | نهال سالم |
| ۰/۰۱* | ۰/۰۰* | تعداد در هکتار | نهال سالم |
| ۰/۰۱* | ۰/۰۰* | نهال ناسالم | نهال ناسالم |

* اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۵ درصد

معتدله طبیعی است [۳۴]. براساس نتایج این پژوهش، ۷۷ درصد از حجم خشک‌دارها افتاده (۳۳/۹ متر مکعب) و ۲۳ درصد سرپا (۱۰/۲ متر مکعب) هستند. به عبارت دیگر، حجم خشک‌دارهای افتاده بیش از دوسوم حجم کل خشک‌دارهاست. زیاد بودن حجم خشک‌دارهای افتاده نسبت به خشک‌دارهای سرپا نشان‌دهنده پویایی جنگل و سرعت زیاد تحول و پوسیده شدن است [۳۵]. نتایج این پژوهش مشابه یافته‌های پژوهش سفیدی و همکاران (۲۰۰۹) است که در آن حجم خشک‌دارهای افتاده (۶۸ درصد) بیشتر از خشک‌دارهای سرپا (۳۲ درصد) به دست آمد [۳۶]. همچنین در پژوهش‌های نوری و همکاران (۱۳۹۳) و ره‌انجام و همکاران (۱۳۹۶) در رانشستان‌های شمال ایران در حدود ۸۰ درصد از حجم خشک‌دار موجود به خشک‌دار افتاده اختصاص داشت که نشانه‌ای از شرایط پوسیدگی فعال در بوم‌سازگان تحت بررسی است [۳۴، ۳۵].

افزون‌بر این، ترکیب گونه‌ای خشک‌دارها و درختان زنده در منطقه پژوهش در جدول ۴ ارائه شده است. گونه‌های ممرز و راش بیشترین تعداد در هکتار خشک‌دار را به ترتیب با ۵۰ و ۳۹ اصله به خود اختصاص دادند که ۳۰ و ۲۳ درصد کل خشک‌دار موجود در منطقه پژوهش است. از نظر درختان زنده سرپا نیز این گونه‌ها به ترتیب با تعداد

براساس نتایج اندازه‌گیری درختان زنده سرپا، توده تحت بررسی دارای ساختار ناهمسال است و میانگین قطر برابر سینه و ارتفاع درختان به ترتیب ۳۰/۶ سانتی‌متر و ۱۴/۳ متر به دست آمد. همچنین براساس نتایج جدول ۴، تعداد در هکتار و حجم در هکتار درختان زنده سرپا به ترتیب ۴۲۵ اصله و ۵۰۴ متر مکعب محاسبه شد. تعداد کل خشک‌دار ۱۶۸ اصله در هکتار است که با توجه به تعداد در هکتار درختان زنده سرپا (۴۲۵ اصله)، نسبت تعداد خشک‌دارها به درختان زنده سرپا در حدود ۳۹ درصد محاسبه شد. ۹۱ درصد از تعداد کل خشک‌دارها، افتاده و ۹ درصد سرپا هستند. همچنین در مجموع ۴۴ متر مکعب خشک‌دار وجود دارد که با توجه به حجم در هکتار ۵۰۴ متر مکعبی درختان زنده سرپا نسبت حجمی خشک‌دارها به درختان زنده سرپا در حدود ۹ درصد محاسبه شد. این نسبت حجم خشک‌دارها به درختان زنده سرپا نشان از مقدار مطلوب خشک‌دارها در این منطقه دارد. در پژوهش امینی و همکاران (۱۳۹۴) در توده راش-ممرز در جنگل‌های هیرکانی، سهم خشک‌دارها از حجم جنگل ۵/۷ درصد به دست آمد [۳۳]. همچنین در پژوهش ره‌انجام و همکاران (۱۳۹۶) در رانشستان‌های جنگل خیرود، نسبت حجمی خشک‌دارها به درختان زنده ۳/۴ درصد محاسبه شد که کمتر از مقدار مطلوب خشک‌دارها برای جنگل‌های

بیشترین درصد حجم را دارد، بیشترین حجم درختان سریای زنده متعلق به گونه راش است. دلیل احتمالی بیشتر بودن حجم خشک‌دار گونه ممرز، بیشتر بودن تعداد خشک‌دار در هکتار این گونه و نیز سرعت بیشتر پوسیدگی آن به‌ویژه نسبت به گونه راش است [۱۵]. شایان ذکر است که به‌دلیل پویایی زیاد عوامل اثرگذار بر خشک‌دارها در جنگل‌های طبیعی، اختلاف در مشخصه‌های خشک‌دارها در مناطق مختلف کاملاً طبیعی است [۳۷، ۳۸].

در هکتار ۱۵۶ (راش) و ۹۰ (ممرز) بیش از ۵۰ درصد درختان زنده موجود در منطقه پژوهش را تشکیل می‌دهند. از نظر حجمی، بیشترین حجم خشک‌دار به‌ترتیب متعلق به گونه‌های ممرز، راش و بلوط بلندمازو بود و گونه‌های دیگر سهم ناچیزی داشتند. خشک‌دار ممرز در توده حضور مشهودتری داشته و با حجم ۱۶/۸ متر مکعب در هکتار، ۳۸ درصد از حجم کل خشک‌دارها را به خود اختصاص داده است. درحالی که در بین خشک‌دارهای موجود ممرز

جدول ۴. وضعیت تعداد و حجم در هکتار انواع خشک‌دار به تفکیک گونه در مقایسه با درختان زنده

| متغیر | گونه | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | مهرز | راش | نشاد | خرمندی | افراپلت | بلوط بلندمازو | افراپتبردار | زبان گنجشک | توسکا بیلاقی | نمبار | فندق | سایر گونه‌ها* | مجموع |
| تعداد | ۴ | ۳ | ۰ | ۰ | ۲ | ۲ | ۰ | ۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۵ |
| | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) | (n/ha) |
| در هکتار | ۴۶ | ۵۰ | ۳۹ | ۱۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۸ | ۱۱ | ۶ | ۲ | ۲ | ۰ | ۱۵۳ |
| | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| حجم | ۲۹/۸ | ۲۳/۳ | ۷/۱ | ۷/۱ | ۸/۳ | ۷/۱ | ۴/۸ | ۶/۵ | ۳/۶ | ۱/۲ | ۱/۲ | ۰ | ۱۶۸ |
| | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) |
| نسبت | ۲۱/۲ | ۳۶/۷ | ۱/۲ | ۲/۸ | ۶/۱ | ۷/۳ | ۲/۶ | ۴/۲ | ۱/۴ | ۴/۵ | ۰/۹ | ۱۱/۱ | ۱۰۰ |
| | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| حجم | ۳ | ۲/۶ | ۰ | ۰ | ۰/۵ | ۳/۷ | ۰ | ۰/۳ | ۰/۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰/۲ |
| | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) |
| در هکتار | ۱۳/۸ | ۹/۲ | ۰/۴ | ۰/۳ | ۱/۶ | ۷/۲ | ۰/۷ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰ | ۳۳/۹ |
| | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) |
| نسبت | ۳۸/۰ | ۲۶/۷ | ۰/۹ | ۰/۸ | ۴/۶ | ۲۴/۷ | ۱/۷ | ۱/۲ | ۱/۱ | ۰/۲ | ۰/۱ | ۰ | ۱۰۰ |
| | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| حجم | ۹۶/۶ | ۲۶۸/۱ | ۰/۹ | ۱/۷ | ۱۱/۶ | ۸۱/۹ | ۴/۲ | ۴/۳ | ۵/۵ | ۱۰/۵ | ۰/۵ | ۱۸/۴ | ۵۰۴/۱ |
| | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) | (m ³ /ha) |
| نسبت | ۱۹/۲ | ۵۳/۲ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۲/۳ | ۱۶/۲ | ۰/۸ | ۰/۹ | ۱/۱ | ۲/۱ | ۰/۱ | ۳/۶ | ۱۰۰ |
| | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |

* اقاقیا، آزاد، توسکا قشلاقی، کاج سیاه، گردو، گیلاس وحشی، گلایی وحشی

طبقه خیلی قطور کمترین فراوانی را داشتند، اما حجم زیادی از خشک‌دارها را تشکیل می‌دادند. در مورد تعداد و حجم در هکتار درختان زنده به تفکیک طبقات قطری نیز همین نتایج صدق می‌کند. بنابراین در پژوهش حاضر خشک‌دارها با اینکه بیشترین تعداد در هکتار را در طبقات کم‌قطر و میان‌قطر داشتند، این طبقات کمترین حجم را به خود اختصاص دادند. این موضوع ناشی از ابعاد کوچک خشک‌دارها در طبقات کم‌قطر است که حجم کمی از انباشت خشک‌دارها را در توده‌های جنگلی کاملاً طبیعی شامل می‌شوند [۳۰]. با توجه به نبود خشک‌دارهای قطور در توده تحت بررسی به همراه دیگر ویژگی‌ها از جمله

نتایج تعداد و حجم در هکتار انواع خشک‌دار به تفکیک طبقات قطری در مقایسه با درختان زنده در جدول ۵ ارائه شده است. طبقه کم‌قطر (<۳۰ سانتی‌متر) به‌ترتیب با ۷ خشک‌دار سرپا و ۷۵ خشک‌دار افتاده بیشترین فراوانی خشک‌دار را در بین طبقات قطری دارد، درحالی که طبقه قطری خیلی قطور (>۷۵ سانتی‌متر) کمترین تعداد در هکتار را هم در خشک‌دار سرپا (۱) و هم خشک‌دار افتاده (۵) تشکیل می‌دهد. در مورد توزیع حجم در هکتار خشک‌دار سرپا و افتاده در طبقات قطری، وضعیت پراکنش حجم در هکتار برخلاف وضعیت پراکنش تعداد در هکتار است، به‌طوری که خشک‌دارها در

افزایش قطر رابطه مستقیمی دارد [۴۰]. میانگین قطر خشک‌دار اندازه‌گیری شده ۸ سانتی‌متر به‌دست آمد. با توجه به نتایج جدول ۶، بلندمازو، راش و مرمرز به‌ترتیب بیشترین میانگین قطر خشک‌دار را با مقادیر ۱۳، ۱۰ و ۱۰ سانتی‌متر دارند. در مورد گونه‌های دیگر نیز میانگین قطر خشک‌دار به‌نسبت مشابه و بین ۵ تا ۸ سانتی‌متر متغیر است.

انبوهی توده، حجم سرپای زیاد، توزیع قطری یکنواخت و وجود درختان بالغ به‌ویژه در طبقات میان‌قطر و نیز مقایسه با مشخصات ساختاری توده‌های طبیعی راش آمیخته در پژوهش‌های مشابه در جنگل‌های شمال کشور [۳۰، ۳۸، ۳۹]، می‌توان این توده را در مرحله تحولی بلوغ در نظر گرفت. نتایج این پژوهش با یافته‌های امیری و همکاران (۲۰۱۳) همسوست. آنها بیان کردند حجم خشک‌دار با

جدول ۵. وضعیت تعداد و حجم در هکتار انواع خشک‌دار به تفکیک طبقه قطری در مقایسه با درختان زنده

| متغیر | طبقه قطری | | | | |
|-----------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | >۷۵ | ۷۵-۵۰ | ۵۰-۳۰ | <۳۰ | مجموع |
| تعداد خشک‌دار سرپا (n/ha) | ۱ | ۲ | ۵ | ۷ | ۱۵ |
| تعداد خشک‌دار افتاده (n/ha) | ۵ | ۱۱ | ۶۲ | ۷۵ | ۱۵۳ |
| تعداد کل خشک‌دار (n/ha) | ۶ | ۱۳ | ۶۷ | ۸۲ | ۱۶۸ |
| نسبت تعداد کل خشک‌دار (%) | ۳/۶ | ۷/۷ | ۳۹/۹ | ۴۸/۸ | ۱۰۰ |
| تعداد درختان زنده (n/ha) | ۱۶ | ۴۵ | ۹۱ | ۲۷۳ | ۴۲۵ |
| نسبت تعداد درختان زنده (%) | ۳/۸ | ۱۰/۶ | ۲۱/۴ | ۶۴/۲ | ۱۰۰ |
| حجم خشک‌دار سرپا (m ³ /ha) | ۱/۹ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۰/۷ | ۱۰/۲ |
| حجم خشک‌دار افتاده (m ³ /ha) | ۶/۹ | ۹/۰ | ۱۴/۳ | ۳/۷ | ۳۳/۹ |
| حجم کل خشک‌دار (m ³ /ha) | ۸/۸ | ۱۲/۷ | ۱۸/۲ | ۴/۴ | ۴۴/۱ |
| نسبت حجم کل خشک‌دار (%) | ۱۹/۹ | ۲۸/۸ | ۴۱/۳ | ۱۰/۰ | ۱۰۰ |
| حجم درختان زنده (m ³ /ha) | ۴۴/۳ | ۱۳۰ | ۱۸۱/۴ | ۱۴۸/۴ | ۵۰۴/۱ |
| نسبت حجم درختان زنده (%) | ۸/۸ | ۲۵/۸ | ۳۶/۰ | ۲۹/۴ | ۱۰۰ |

جدول ۶. مشخصه میانگین قطر خشک‌دار در منطقه پژوهش

| متغیر | گونه | مهر | راش | شمشاد | خرمندی | افراپلت | بلندمازو | افراپیردار | زبان گنجشک | نوسکای | ییلای | نمبار | فندق |
|--------------------------|------|-----|-----|-------|--------|---------|----------|------------|------------|--------|-------|-------|------|
| میانگین قطر خشک‌دار (cm) | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۵ | ۵ | ۸ | ۱۳ | ۷ | ۵ | ۷ | ۶ | ۶ | ۷ |
| اشتباه معیار | ۰/۶ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۲ | ۰/۴ | ۰/۷ | ۱/۲ | ۰/۵ | ۰/۶ | ۰/۳ | — | — | — |
| انحراف معیار | ۳/۸ | ۳/۱ | ۳/۱ | ۰/۵ | ۰/۹ | ۲/۳ | ۴/۱ | ۱/۲ | ۱/۹ | ۰/۸ | — | — | — |

در هکتار را شامل می‌شود، درحالی که طبقه پوسیدگی ۳ با یک خشک‌دار در هکتار کمترین مقدار را دارد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین حجم خشک‌دار سرپا، به‌ترتیب متعلق به طبقه پوسیدگی ۱ با ۸/۸ متر مکعب در هکتار و طبقه پوسیدگی ۲ با ۱/۴ متر

جدول ۷ مشخصه‌های خشک‌دار را براساس درجات پوسیدگی مختلف در منطقه پژوهش نشان می‌دهد. برای خشک‌دار سرپا سه طبقه پوسیدگی و برای خشک‌دار افتاده هر چهار طبقه پوسیدگی مشخص شد. در خشک‌دار سرپا، طبقه پوسیدگی ۱ با ۱۰ خشک‌دار در هکتار بیشترین تعداد

بررسی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($p > 0.05$) (جدول ۸). درحالی که در مورد تعداد در هکتار انواع خشک‌دار و درختان زنده اختلاف معنی‌داری به‌دست آمد ($p < 0.05$). بنابراین نتیجه آنالیز یکطرفه بیانگر وجود اختلاف در بین میانگین‌هاست، زیرا مقدار احتمال در جدول آنالیز واریانس کمتر از خطای نوع اول است. طبق نتایج آزمون دانکن در هر دو طبقه ارتفاعی تحت بررسی بین خشک‌دار سرپا و درختان زنده از نظر تعداد در هکتار اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد، اما بین خشک‌دار افتاده با دو گروه قبل، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۸). در پژوهش پرنیان کلایه و همکاران (۲۰۲۰) نیز حجم و تعداد خشک‌دارها در گروه‌های مختلف همبستگی معنی‌داری با متغیرهای فیزیوگرافی نداشت [۴۱].

مکعب در هکتار است. در خصوص خشک‌دار افتاده، بیشترین و کمترین تعداد در هکتار به‌ترتیب متعلق به طبقه پوسیدگی ۱ با ۱۱۹ خشک‌دار در هکتار و طبقه پوسیدگی ۴ با یک خشک‌دار در هکتار است. در مورد حجم در هکتار خشک‌دار افتاده نیز می‌توان گفت طبقات پوسیدگی ۱ و ۳ به‌ترتیب با ۲۶/۸ و ۰/۷ متر مکعب در هکتار بیشترین و کمترین خشک‌دار افتاده را دارند. به‌طور کلی در این پژوهش بیشتر خشک‌دارها در طبقه پوسیدگی یک قرار می‌گیرند و از نوع خشک‌دار افتاده‌اند. تعلق بیشتر خشک‌دارها به طبقه پوسیدگی یک مشابه پژوهش اعتماد و همکاران (۲۰۱۷) و بیانگر پویایی توده و قرار گرفتن آن در مراحل ابتدایی بلوغ است [۳۰].

نتیجه تحلیل واریانس نشان داد که بین حجم در هکتار انواع خشک‌دار و درختان زنده در طبقات ارتفاعی تحت

جدول ۷. وضعیت تعداد و حجم در هکتار انواع خشک‌دار براساس طبقه پوسیدگی در منطقه پژوهش

| متغیر | طبقه پوسیدگی | | | | | |
|----------------|-----------------------------------------|------|------|-----|-------|------|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | مجموع | |
| تعداد در هکتار | تعداد خشک‌دار سرپا (n/ha) | ۱۰ | ۴ | ۱ | - | ۱۵ |
| | تعداد خشک‌دار افتاده (n/ha) | ۱۱۹ | ۳۰ | ۳ | ۱ | ۱۵۳ |
| | تعداد کل خشک‌دار (n/ha) | ۱۲۹ | ۳۴ | ۴ | ۱ | ۱۶۸ |
| | نسبت تعداد خشک‌دار (%) | ۷۶/۸ | ۲۰/۲ | ۲/۴ | ۰/۶ | ۱۰۰ |
| حجم در هکتار | حجم خشک‌دار سرپا (m ³ /ha) | ۸/۸ | ۱/۴ | - | - | ۱۰/۲ |
| | حجم خشک‌دار افتاده (m ³ /ha) | ۲۶/۸ | ۵/۳ | ۰/۷ | ۱/۱ | ۳۳/۹ |
| | حجم کل خشک‌دار (m ³ /ha) | ۳۵/۶ | ۶/۷ | ۰/۷ | ۱/۱ | ۴۴/۱ |
| | نسبت حجم خشک‌دار (%) | ۸۰/۷ | ۱۵/۲ | ۱/۶ | ۲/۵ | ۱۰۰ |

جدول ۸. نتایج تجزیه واریانس و مقایسات میانگین تعداد و حجم در هکتار انواع خشک‌دار در مقایسه با درختان زنده در طبقات ارتفاعی مختلف

| متغیر | طبقات ارتفاعی | | |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | > ۱۵۰۰ | ۷۰۰ - ۱۵۰۰ | |
| تعداد در هکتار | خشک‌دار سرپا | ۴/۵ ^b | ۱/۹ ^b |
| | خشک‌دار افتاده | ۱۳/۸ ^b | ۱۶/۹ ^a |
| | درختان زنده | ۶/۱ ^a | ۶/۳ ^a |
| | خشک‌دار سرپا | ۱/۶ ^b | ۳/۱ ^b |
| حجم در هکتار | خشک‌دار افتاده | ۳/۹ ^a | ۲/۸ ^a |
| | درختان زنده | ۶/۹ ^b | ۷/۹ ^b |
| | p-value | | |
| | | ۰/۳ ^{ns} | ۰/۳ ^{ns} |

حروف متفاوت (هر ردیف)، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین خشک‌دار سرپا، افتاده و درختان زنده در ارتفاعات مختلف در سطح ۵ درصد است. (ns معنی‌دار نبودن)

نتیجه‌گیری

پایش درازمدت سلامت بوم‌سازگان‌های جنگل امکان جمع‌آوری و اعتبارسنجی داده‌های سلامت جنگل را به‌منظور اجرای سیاست‌های محیط زیستی مبتنی بر سلامت جنگل برای مدیران منابع طبیعی فراهم می‌کند. همچنین در راستای تحقق مدیریت پایدار جنگل، این برنامه پایش را می‌توان برای تشخیص شرایط، تغییرات و روند وضعیت سلامت جنگل با استفاده از شاخص‌های اکولوژیکی اجرا کرد. در این پژوهش ارزیابی شاخص‌های زادآوری و خشک‌دار در یک توده دست‌نخورده به‌منظور آگاهی از فرایندهای طبیعی در این بوم‌سازگان اجرا شد تا

به‌عنوان مرجع برای مدیریت هماهنگ و درخور آن استفاده شود. زیرا مدیریت توده‌های جنگلی بدون آگاهی دقیق از مشخصه‌های کمی و کیفی آن ممکن است سبب تخریب ساختار و الگوهای طبیعی این توده‌های دست‌نخورده شود. در پژوهش حاضر، وجود خشک‌دار معیار و شاخص مناسب برای تحول و تکامل توده‌های طبیعی و دست‌نخورده است. نتایج این پژوهش در توده طبیعی و دست‌نخورده را می‌توان مبنایی برای برنامه‌های اقدام مختلف مانند جنگل‌شناسی و جنگلکاری در مدیریت جنگل در دیگر توده‌های جنگلی قرار داد.

References

- [1]. Meng, J., Li, S.H., Wang, W., Liu, Q., Xie, S.H., and Ma, W. (2016). Mapping forest health using spectral and textural information extracted from SPOT-5 satellite images. *Journal of Remote Sensing*, 8(9): 719.
- [2]. Trumbore, S., Brando, P., and Hartmann, H. (2015). Forest health and global change. *Science*, 349: 814-818.
- [3]. Jafari, A., Arman, Z., and Soltani, A. (2015). Developing a pattern for ecological monitoring in central Zagros forests (Case Study; Helen Protected Forest). *Journal of Environmental Studies*, 41 (1): 179-191.
- [4]. USDA (United States Department of Agriculture). (2020). Forest ecosystem health indicators. Forest Service, FS-1151, March 2020, 28 pages. <https://usfs.maps.arcgis.com>.
- [5]. CBD (Convention on Biological Diversity). (2007). Forest biodiversity. Decision IX/5. CBD, Montreal, 52 pages.
- [6]. Woodall, C.W., Amacher, M. C., Bechtold, W.A., Coulston, J.W., Randolph, K.C., Jovan, S., Schulz, B.K., Smith, G.C., Tkacz, B., and Will-Wolf, S. (2011). Status and future of the forest health indicators program of the USA. *Environmental Monitoring and Assessment*, 177: 419-436.
- [7]. Safe'I, R., Darmawan, A., Kaskoyo, H., and Rezinda, C.F.G. (2020). Analysis of changes in forest health status values in conservation forest (case study: plant and animal collection blocks in Wan Abdul Rachman Forest Park (Tahura WAR)). *International Conference on Science Education and Technology (ICOSETH). Journal of Physics: Conference Series*, 1842 (2021): 012049. doi:10.1088/1742-6596/1842/1/012049.
- [8]. Wu, Ch., Ligate, E.J., and Chen, C. (2019). Investigation of tropical coastal forest regeneration after farming and livestock grazing exclusion. *Journal of Forest Research*, 30(5):1873-1884.
- [9]. Safari, M., Sefidi, K., Alijanpoor, A., and Elahian, M.R. (2018). Study of natural Regeneration in *Quercus macranthera* stands in different physiographic conditions in Arasbaran forests. *Ecology of Iranian Forests*, 6 (12): 1-8.
- [10]. Amiri, M. (2016). Comparison of some quantitative and qualitative characteristics of stand structure and natural regeneration in pure and mixed Beech Forest types in Shorab district. In: The 2nd National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment, 2-3 March 2016, Ardabil, Iran.
- [11]. Ghanbari Sharafteh, A., Marvie Mohajer, M.R., and Zobeiri, M. (2010). Natural regeneration of Yew in Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18 (3): 380-389.
- [12]. Jayakumar, R., and Nair, K.K.N. (2013). Species Diversity and Tree Regeneration Patterns in Tropical Forests of the Western Ghats, India. *ISRN Ecology*, 2013 (890862): 1-14.

- [13]. Kacholi, D.S. (2019). Assessment of tree species richness, diversity, population structure and natural regeneration in Nongeni Forest Reserve in Morogoro Region, Tanzania. *Tanzania Journal of Science*, 45(3): 330-345.
- [14]. Hodge, G.F., and Peterken, S.J. (1998). Deadwood in British forests: priorities and a strategy. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 71 (2): 99–112.
- [15]. Sefidi, K., and Marvie Mohadjer, M.R. (2009). Amount and quality of dead trees (snag and logs) in a mixed beech forest with different management histories. *Journal of Forest and Wood Products (JFWP), Iranian Journal of Natural Resources*, 62 (2): 191-202.
- [16]. Kakavand, M., Marvi-Mohadjer, M.R., Sagheb-Talebi, K.H., Sefidi, K., Moridi, M., and Abbasian, P. (2017). Quantity and quality of deadwood in the mid-successional stage in oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands (Case study: Kheyrood forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24 (4): 612-622.
- [17]. Jafari Afrapoly, M., Sefidi, K., Waez-Mousavi, S.M., and Varamesh, S. (2018). Qualitative and quantitative evaluation of dead trees in English yew (*Taxus baccata*) in Afratakhteh Forests, Golestan Province, and northeastern Hyrcanian forests. *Journal of Forest Research and Development*, 3 (4): 305-316.
- [18]. Motta, R., Berretti, R., Lingua, E., and Piussi, P. (2006). Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps. *Forest Ecology and Management*, 235: 155–163.
- [19]. Bujoczek, L., and Bujoczek, M. (2016). Quantity and diversity of deadwood in the Wapienny Las forest. *Sylvan*, 160 (6): 482–491.
- [20]. Payam, H., Fallahchai, M.M., Ebady, A., and Omidvar, A. (2012). Study of natural regeneration status of Yew tree (*Taxus baccata* L.) in Arasbaran forests (Case study in Ilgana Chai area and Horand area). *Journal of Biological Science*, 5(4): 15-34.
- [21]. Vosoghian, A., and Shojaie Shami, A. (2017). Investigation of structure and regeneration forest trees in logged and non-logged (case of study: Darabkola Forest of Sari). *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 7 (4): 69-82.
- [22]. Bigdeli, A., Hojati Saeedi, S., and Ebadifar, M. (2014). Climate zoning of Gilan province using rainfall and temperature raster layers in GIS. *The First National Conference on Geography, Tourism, Natural Resources and Sustainable Development*, Tehran.
- [23]. Sarvati, M.R., and Fathollahzadeh, T. (2003). Investigation on various erosion types in Masouleh-Rudkhan drainage basin (Gilan Province). *Iranian Journal of Natural Resources*, 56 (3): 155-164.
- [24]. USDA (United States Department of Agriculture). 2009. Forest inventory and analysis national core field guide (Phase 2 and 3), version 4.0. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Forest Inventory and Analysis. <http://www.fia.fs.fed.us/library/field-guides-methods-proc/>. Accessed December 2009.
- [25]. Mangold, R. (1997). Forest health monitoring: field methods guide, USDA Forest, USDA Forest Service General Technical Report, New York, p. 246 1997.
- [26]. Potter, K.M., and Conkling, B.L. (2017). Forest health monitoring: national status, Trends, and analysis 2016. Gen. Tech. Rep. SRS-222. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 195 p.
- [27]. Aghasizadeh, M., Taheri Abkenar, K., and Amoli Kondori, A. (2017). A comparison of quantitative and qualitative of Oak (*Quercus castaneifolia*) regeneration in the protected and unprotected forests in Northern Khorasan. *Renewable Natural Resources Research*, 7 (4): 1-16.
- [28]. USDA (United States Department of Agriculture). (2015). A regeneration indicator for forest inventory and analysis: history, sampling, estimation, analytics, and potential use in the midwest and northeast United States. Gen. Tech. Rep. NRS-148. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 74 p.

- [29]. 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.
- [30]. Etemad, V., Moridi, M., Delfan Azary, M., and Kakavand, M. (2017). Quantitative and qualitative evaluation of deadwoods in mixed beech-hornbeam stands in the optimal stage (Case study: Kheyrood forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23 (4): 659-647.
- [31]. Morteza pour, S., Marvie Mohadjer, M.R., Sagheb Talebi, K.H., and Zahedi Amiri, G.H. (2006). Relationship between regeneration of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and land form. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 4 (22): 447-474.
- [32]. Momeni Moghaddam, T., Akbarinia, M., Sagheb-Talebi, K.H., Akhavan, R., and Hosseini, M. (2012). Impact of some environmental factors on regeneration status of *Juniperus excelsa* sub sp. *polycarpus* in Hezar Masjed Mountains (Layen Region) of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20 (3): 444-459.
- [33]. Amini, M., Amini, R., Sagheb Talebi, K.H., and Khorankeh, S. (2016). Changes in forest stand structure in a permanent plot established in Neka-Zalemroud forest plan. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24 (2): 260-272.
- [34]. Rahanjam, S., Marvi Mohadjer, M.R., Zobeiri, M., and Sefidi, K. (2019). Quantitative and qualitative assessment of deadwood in natural stands of Hyrcanian forests (Case study: Gorazbon district of Kheyrod, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25 (4): 656-666.
- [35]. Nouri, Z., fegghi, J., and Marvie Mohadjer, M.R. (2014). Spatial distribution and volume of dead trees in *Fagus orientalis* stands of Iran (case study: Gorazbon district of Kheyrod forest). *Natural Ecosystems of Iran*, 5 (1): 1-14.
- [36]. Sefidi, K. Marvie Mohadjer, M.R., Zobeiri, M., and Etemad, V. (2009). Standing dead trees (snags) component of the close to nature silviculture in a mixed beech forest in north of Iran. *Pajouhesh & Sazandegi*, 21 (4): 50-58.
- [37]. Eshaghi Rad, J., and Khanalizadeh, A. (2014). Quantitative comparison of microhabitats in deciduous forests with different management histories (Case study: Golband forest- Noshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21 (4): 594-605.
- [38]. Kazempour Larsary, M., Taheri Abkenar, K., Pourbabaei, H., Pothier, D., and Amanzadeh, B. (2018). Spatial patterns of trees from different development stages in mixed temperate forest in the Hyrcanian region of Iran. *Journal of Forest Science*, 64 (6): 260-270.
- [39]. Alijani, V., Sagheb-Talebi, K.H., and Akhavan, R. (2013). Quantifying structure of intact beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands at different development stages (Case study: Kelardasht area, Mazandaran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21 (3): 396-410.
- [40]. Amiri, M., Rahmani, R., Sagheb Talebi, K.H., and Habashi, H. (2013). Dynamics and structural characteristics of a natural unlogged oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand during a 5-year period in Shast Kalate forest, northern Iran. *International Journal of Environmental Resources Research*, 1(2): 107-129.
- [41]. Parnian Kalayeh, S., Moradi, M., Sefidi, K., and Basiri, R. (2020). Coarse and fine woody debris and mortality rate of Persian Oak estimation in relation to some environmental factors in Zagros Oak Forest (Case study: Tange Alamdar, Behbahan). *Iranian Journal of Forest*, 11(4): 519-532.

Assessment of forest health status in a natural untouched of *fagus orientalis* lipsky mixed stand using regeneration and deadwood indicators (Case study: Masuleh Watershed)

A. Shahamati Nejad; M.Sc. Graduated of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran

R. Jahdi*; Assist., Prof., Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran

F. Keivan Behjou; Prof., Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran

(Received: 16 May 2021, Accepted: 03 November 2021)

ABSTRACT

Forest health monitoring is essential to assess the changing state of forest resources and create awareness of forest health issues. This study was conducted to monitor forest health using two indicators of regeneration and deadwood in the Masouleh watershed, Guilan province. To collect data in the study area, using Forest Health Monitoring method 5 clusters of plots including 20 plots in two different altitudes were considered. In each cluster, the regeneration status of species was determined based on the quality of seedlings and their division into two categories: healthy and unhealthy. The characteristics of the deadwood including diameter, and quality characteristics (species type, degree of decay) were measured and recorded. In the study area, 80% of the seedlings were healthy and 20% unhealthy. The results of the analysis of variance of the number of regenerations per hectare in the altitude classes showed that there is a significant difference between the number of healthy seedlings and unhealthy seedlings in the studied altitude classes. According to the results of the study, the volume of deadwood is 44 m³/ha, which is 34 and 10 m³/ha of down logs and standing deadwood, respectively. Analysis of variance showed that there was no significant difference between the volumes of deadwood per hectare in the two altitude classes in the study area. But there is a significant difference in the number of deadwood per hectare in the altitude classes. The study of the quality of deadwood (standing and downed) showed that the highest percentage of deadwood belongs to the first-level decay (81%). The highest frequency of deadwood was observed in the diameter class smaller than 30 cm.

Keywords: Altitude classes, Cluster sampling, Deadwood, Forest health monitoring, Regeneration.

* Corresponding Author; Email: roghayeh.jahdi@uma.ac.ir, Tel: +984533510140