

ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی خشک‌دارها در مرحله تحولی افزایش حجم

مرتضی مریدی^{۱*}، اصغر فلاح^۲، محمدرضا پورمجیدیان^۳ و کیومرث سفیدی^۴

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

پست الکترونیکی: morteza.moridie@yahoo.com

۲- استناد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۴- دانشیار، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۵

چکیده

خشک‌دارها یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های ساختاری در توده‌های طبیعی محسوب می‌شوند که آگاهی از فرایندهای مرتبط با آن‌ها در شناخت روند تکامل و تحول توده‌های جنگلی ضروری است. پژوهش پیش‌رو با هدف برآورد مشخصه‌های کمی و کیفی خشک‌دارها در مرحله تحولی افزایش حجم در توده‌های کم‌تر دست‌خورده راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در جنگل خیرود نوشهر انجام شد. سه قطعه‌نمونه یک هکتاری که دارای ویژگی‌های این مرحله بودند، انتخاب شدند و گونه، قطر، ارتفاع، شکل و درجه پوسیدگی خشک‌دارهای موجود در آن‌ها آماربرداری صددرصد شد. حجم کل خشک‌دارها در قطعه‌نمونه‌های مورد مطالعه ۸۷/۹۷ متر مکعب به‌دست آمد. ۳۲/۸ درصد خشک‌دارها به‌شکل سریا و ۶۷/۲ درصد دیگر به‌شکل افتاده بودند. بیشترین (۸۶ درصد) و کمترین (شش درصد) تعداد خشک‌دارها به‌ترتیب متعلق به راش و توسکا بودند. ۷۳/۸ درصد از تعداد کل خشک‌دارهای اندازه‌گیری شده در درجه‌های پوسیدگی ابتدایی و ۲۶/۲ درصد دیگر در درجه‌های پیشرفته پوسیدگی قرار داشتند. بیشترین فراوانی خشک‌دارها به‌ترتیب متعلق به طبقه‌های کم‌قطر، بسیار قطر، میان‌قطر و قطور بودند. بیشترین و کمترین نرخ مرگ‌ومیر نیز به‌ترتیب در طبقه‌های کم قطر و قطور مشاهده شد. میانگین حجم خشک‌دارها بین طبقه‌های قطری مختلف، اختلاف معنی‌داری داشتند. به‌طور کلی، پیشنهاد می‌شود که به‌منظور شناسایی تغییرات ساختار توده در طی زمان و بررسی پویایی خشک‌دارها در مرحله تحولی افزایش حجم، توده‌های مورد مطالعه در این پژوهش در سال‌های آینده نیز پایش شوند.

واژه‌های کلیدی: توده، درجه پوسیدگی، راش، طبقه قطری.

مقدمه

لاش‌برگ به‌حساب نمی‌آیند و به‌شکل سریا یا افتاده روی زمین قرار دارند (Oettel et al., 2020). تعداد خشک‌دارها در بوم‌سازگان‌های جنگلی تحت تأثیر عواملی مانند نوع گونه‌های درختی، شرایط رویشگاه، سن توده، اقلیم منطقه، مدیریت جنگل و مرحله تحولی جنگل هستند (Harmon & Sexton, 1996). خشک‌دارها اغلب پس از آشفستگی

خشک‌دارها یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های ساختاری توده‌های طبیعی هستند که آگاهی از ویژگی‌های آن‌ها به جنگل‌شناسان در شناخت بهتر مراحل تحولی جنگل کمک می‌کند (Moridi et al., 2015). خشک‌دارها به‌عنوان زی‌توده چوبی غیرزنده تعریف می‌شوند که جزء لایه

هکتار از توده‌های طبیعی و آمیخته راش در جنگل خیرود نوشهر گزارش کردند که پویایی این توده‌ها در سه مرحله افزایش حجم (Volume growing up stage)، انباشت حجم (Volume accumulations stage) و دگرگونی حجم (Volume transition stage) اتفاق می‌افتد. شناخت ویژگی‌های کمی هریک از این مراحل برای برنامه‌ریزی‌های مدیریتی پرورش جنگل اهمیت دارد.

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های زیادی در مورد تعداد و ترکیب خشک‌دارها و اهمیت آن‌ها بر فرایندهای زادآوری و حفظ تنوع زیستی در جنگل‌های هیرکانی انجام شده‌اند (Amanzadeh *et al.*, 2013; Sagheb-Talebi, 2014; Moridi *et al.*, 2016; Kakavand *et al.*, 2017; Rahanjam *et al.*, 2018). پژوهش‌هایی نیز به بررسی کمی و کیفی خشک‌دارها در مراحل و فازهای مختلف تحولی پرداخته‌اند، اما در این زمینه، اطلاعات دقیقی برای مرحله تحولی افزایش حجم در جنگل‌های هیرکانی وجود ندارد. انتظار می‌رود با توجه به تغییر ساختار جنگل در مراحل مختلف تحولی، ویژگی‌های خشک‌دارها در هر مرحله متفاوت باشند. اگر هدف، جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت باشد که از روند پویایی توده طبیعی پیروی می‌کند، درک فرایندهای مرتبط با حجم و تعداد درختان زنده و خشک در روند تکامل و تحول توده‌های جنگلی ضروری است. پژوهش پیش‌رو با هدف برآورد ویژگی‌های کمی و کیفی خشک‌دارها در مرحله تحولی افزایش حجم در توده‌های کم‌تر دست‌خوره راش انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

توده مورد مطالعه در بخش گرازین جنگل آموزشی-پژوهشی خیرود در هفت کیلومتری شرق شهر نوشهر بین $27^{\circ} 36'$ تا $40^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $51^{\circ} 32'$ تا $51^{\circ} 43'$ طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). با توجه به سابقه مدیریتی، عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی و نیز تشابه در تیپ و شرایط رویشگاهی، سه قطعه نمونه یک هکتاری از

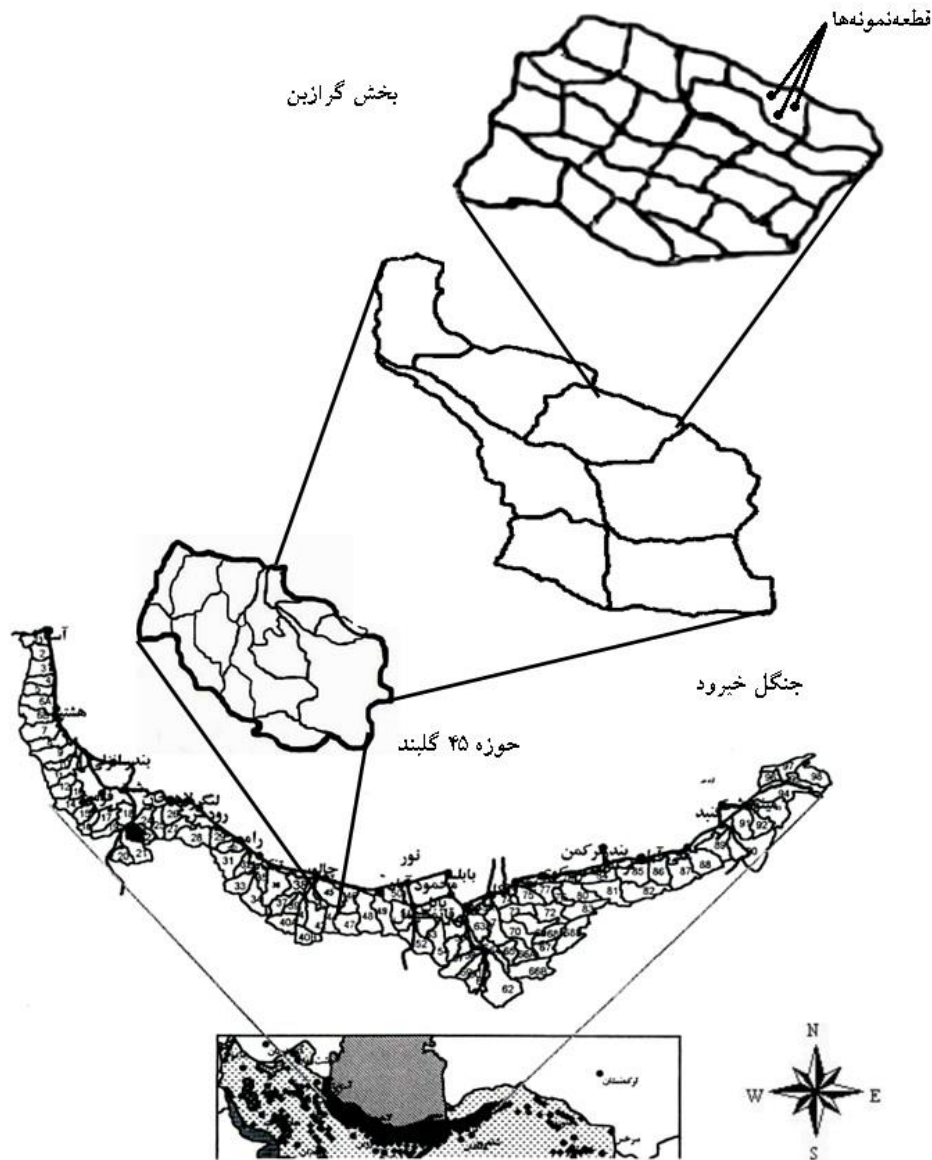
غیرمنتظره، بیشترین تعداد را دارند، در مرحله میانی تحولی کاهش می‌یابند و دوباره در مرحله کهن‌رست زیاد می‌شوند. امروزه مشخص شده است که بیشتر از یک‌سوم گونه‌های جنگلی اروپا برای زنده ماندن به درختان مسن و خشک‌دارها وابسته هستند (Sefidi *et al.*, 2019). خشک‌دارها می‌توانند رویشگاه، پناهگاه و مواد غذایی مورد نیاز برای پرندگان، خفاش‌ها و انواع دیگر از موجودات را فراهم کنند و اهمیت زیادی برای حشرات، قارچ‌ها، نماتدها، گل‌سنگ‌ها، گیاهان بدون آوند و آونددار و نیز جانوران مهره دار دارند (Harmon & Sexton, 1996; Amanzadeh *et al.*, 2013; Moridi *et al.*, 2016; Habashi *et al.*, 2017; Sefidi *et al.*, 2019).

مرگ‌ومیر درختان به دلیل آشفتنگی از دو جنبه مهم بر بوم‌سازگان‌های جنگلی تأثیر می‌گذارد. اول، مرگ درختان باعث ایجاد روشنیهایی با اندازه‌ها و مرزهای متفاوت در داخل جنگل می‌شود که زیستگاه بسیاری از گیاهان، حیوانات و ریزاندامگان هستند (Habashi *et al.*, 2017; Vítková *et al.*, 2018; Sefidi *et al.*, 2019). دوم، مرگ درختان، الگوی مکانی-زمانی خشک‌دار را در چشم‌انداز جنگل تعیین می‌کند (Cheng *et al.*, 2014). همچنین، این دو اثر با یکدیگر مرتبط هستند. به طوری که نوع آشفتنگی نه تنها تعداد و توزیع مکانی خشک‌دار را تعیین می‌کند، بلکه شرایط خرداقلیمی که جانداران وابسته به خشک‌دار در آن زندگی می‌کنند را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

مراحل تحولی، پاسخی به آشفتنگی‌های طبیعی و انسان‌ساخت هستند و به وسیله مقادیر مختلف زادآوری، مرگ‌ومیر و رویش درختان شکل گرفته‌اند. در جنگل‌های طبیعی براساس مشخصه‌های ساختاری توده‌ها مانند تعداد و حجم درختان زنده و خشک‌دار، نسبت آن‌ها در طبقه‌های قطری مختلف، حضور روشنیه در تاج‌بوشش، زادآوری و تعداد آشکوب‌های توده می‌توان مراحل تحولی را به فازهای مختلف دسته‌بندی کرد. هریک از مراحل تحولی توده، انبوهی از فرایندهای مرتبط باهم را شامل می‌شوند (Moridi *et al.*, 2015). Sefidi و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی ۷۵

عمومی آن، شمالی است (جدول ۱). اقلیم منطقه براساس فرمول آمبرژه، مرطوب نوع ب است (Moridi *et al.*, 2016). در انتخاب قطعه نمونه‌ها، پس از تأیید حضور آن‌ها در مرحله افزایش حجم سعی شد که هر سه قطعه نمونه از نظر خاک، اقلیم و عوامل توپوگرافی، شرایط به نسبت یکنواخت و همگن داشته باشند.

جنگل‌های کمتر دست‌خوره پارسل ۳۲۶ که تیپ غالب آن راش (*Fagus orientalis* Lipsky) است، انتخاب شدند. این منطقه با میانگین بارندگی و دمای سالانه به ترتیب ۱۵۳۲/۳۵ میلی‌متر و ۱۶/۱ درجه سانتیگراد، نمونه‌ای از یک جنگل طبیعی با ساختار دانه‌زاد ناهمسال است. شیب پارسل ۳۲۶ بخش گرازین، کمتر از ۳۰ درصد و جهت



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و قطعه نمونه‌های اندازه‌گیری شده

جدول ۱- مشخصه‌های رویشگاهی منطقه مورد مطالعه

منطقه	بخش	پارسل	تعداد در هکتار	حجم در هکتار (متر مکعب)	تیپ جنگل	تیپ خاک	شیب (درصد)	اقلیم
خیرودکنار	گرازین	۳۲۶	۲۵۵/۱	۵۷۵/۲۵	راش	آلفی سول	>۳۰	مرطوب نوع ب

روش پژوهش

با انجام جنگل‌گردشی‌های متعدد، سه قطعه‌نمونه مربعی‌شکل (۱۰۰ × ۱۰۰ متر مربع) در توده‌های کمتر دست‌خورده راش انتخاب شدند که ویژگی‌های ساختاری مرحله افزایش حجم را داشتند (Akhavan *et al.*, 2012; Sagheb-Talebi, 2014; Sefidi *et al.*, 2014; Kakavand *et al.*, 2017). در این قطعه‌نمونه‌ها، نوع گونه، قطر برابر سینه و ارتفاع همه درختان سرپا و خشک‌دارها با قطر بزرگ‌تر از ۷/۵ سانتی‌متر آماربرداری صددرصد شدند (Akhavan *et al.*, 2012; Sagheb-Talebi, 2014; Moridi *et al.*, 2016). خشک‌دارها به دو نوع سرپا (ارتفاع بیشتر از ۱/۳ متر) و افتاده (ارتفاع قسمت سرپا کمتر از ۱/۳ متر) تقسیم شدند. همچنین، خشک‌دارها برحسب درجه پوسیدگی در یکی از طبقه‌های پوسیدگی یک تا چهار طبقه بندی شدند. در پوسیدگی درجه یک، درخت، تازه افتاده است، پوست و چوب آن قابل تشخیص است و ممکن است جوانه رشد یک سال اخیر روی آن دیده شود. پوسیدگی درجه دو از نوع پوسیدگی درون‌چوب آشکار است. اغلب در این پوسیدگی، پوست درخت دیده می‌شود، اما جوانه‌ها مشاهده نمی‌شوند. در پوسیدگی درجه سه، درون‌چوب و پوست درخت به‌طور کامل پوسیده شده‌اند، سرشاخه‌ها کنده شده‌اند و چوب با ضربه به‌آسانی پودری می‌شود. در پوسیدگی درجه چهار، درون‌چوب و پوست به‌کلی پوسیده هستند. در برخی موارد، درخت با پوسیدگی درجه چهار به‌طور کامل به خاک تبدیل شده و پوشش علفی روی آن مستقر شده است (Amanzadeh *et al.*, 2013; Rahanjam *et al.*, 2018).

کش دوبازو تا دقت سانتی‌متر و نیز ارتفاع برای برآورد حجم خشک‌دارهای افتاده (رابطه ۱) و خشک‌دارهای سرپا (رابطه ۲) اندازه‌گیری شدند (Harmon & Sexton, 1996):

$$V = \frac{L(A_b + 4A_m + A_t)}{6} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$V = L * A_{1.3} * 0.5 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن‌ها: V حجم خشک‌دار به متر مکعب، L طول خشک‌دار به متر، A_b ، A_m ، A_t به ترتیب مساحت‌های سطح مقطع در ابتدا، میانه و انتهای تنه افتاده به متر مربع هستند و $A_{1.3}$ مساحت سطح مقطع خشک‌دار سرپا در ارتفاع ۱۳۰ سانتی‌متری از سطح زمین به متر مربع است. خشک‌دارها به چهار طبقه قطری کم‌قطر (کوچک‌تر از ۳۵ سانتی‌متر)، میان قطر (۳۵ تا ۵۵ سانتی‌متر)، قطور (۵۵ تا ۷۵ سانتی‌متر) و بسیار قطور (بزرگ‌تر از ۷۵ سانتی‌متر) طبقه‌بندی شدند (Sagheb-Talebi, 2014). به‌منظور بررسی نرخ مرگ‌ومیر در طبقه‌های قطری از نسبت تعداد درختان خشک به درختان زنده در هر طبقه قطری استفاده شد (Moridi *et al.*, 2016). همچنین، برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف حجم خشک‌دارها بین طبقات قطری، درجه‌های پوسیدگی، گونه‌های درختی و انواع خشک‌دار در قطعه‌نمونه‌های مورد مطالعه از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه داده‌ها و برای مقایسه بین گروه‌های مختلف از آزمون توکی در نرم افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

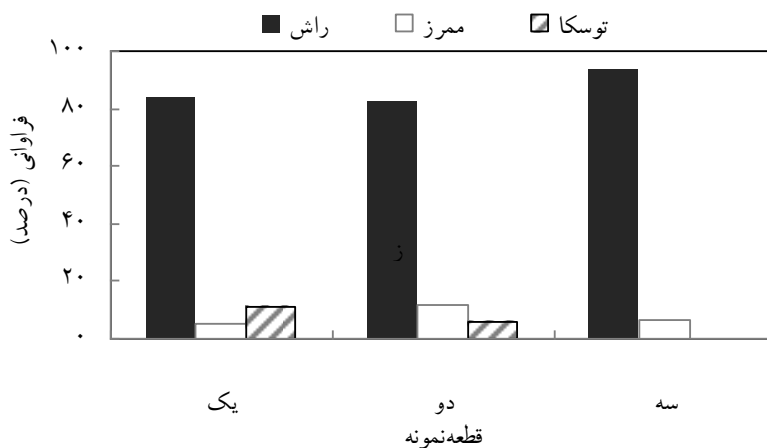
براساس نتایج به‌دست‌آمده، ۹۶۲ درخت شامل ۹۱۲ پایه زنده و ۵۰ اصله خشک‌دار در سه قطعه‌نمونه اندازه‌گیری

در خشک‌دارهای سرپا، قطر برابر سینه و در خشک‌دارهای افتاده، سه قطر ابتدایی، میانی و انتهایی با خط

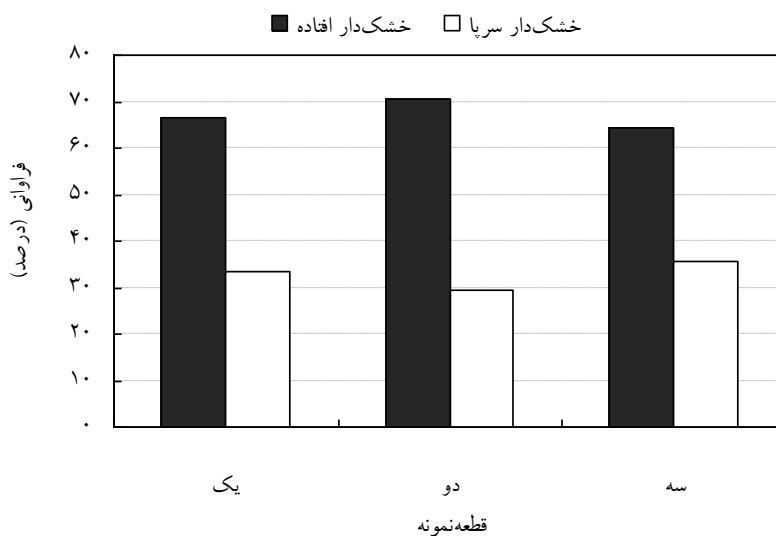
شدند (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد خشک‌دار به ترتیب متعلق به راش با ۴۳ خشک‌دار (۸۶ درصد) و توسکا با سه خشک‌دار (شش درصد) بودند. ممرز نیز چهار خشک‌دار (هشت درصد) را به خود اختصاص داد. شکل ۲، پراکنش خشک‌دارها را به تفکیک گونه در هر قطعه نمونه نشان می‌دهد.

جدول ۲- ویژگی‌های درختان زنده و خشک‌دارها در قطعه‌نمونه‌های مورد مطالعه

قطعه‌نمونه	تعداد درختان زنده (اصله در هکتار)	میانگین قطر درختان زنده (سانتی‌متر)	میانگین ارتفاع درختان زنده (متر)	تعداد خشک‌دارها (اصله در هکتار)	میانگین قطر خشک‌دارها (سانتی‌متر)	حجم خشک‌دارها (متر مکعب در هکتار)
یک	۳۲۹	۳۰/۳	۲۷/۴	۱۸	۲۴/۸	۲۷/۸۵
دو	۲۹۵	۳۲/۷	۳۰/۳	۱۷	۲۵/۴	۲۹/۶۲
سه	۲۸۸	۳۰/۵	۲۸/۱	۱۵	۲۹/۹	۳۰/۵

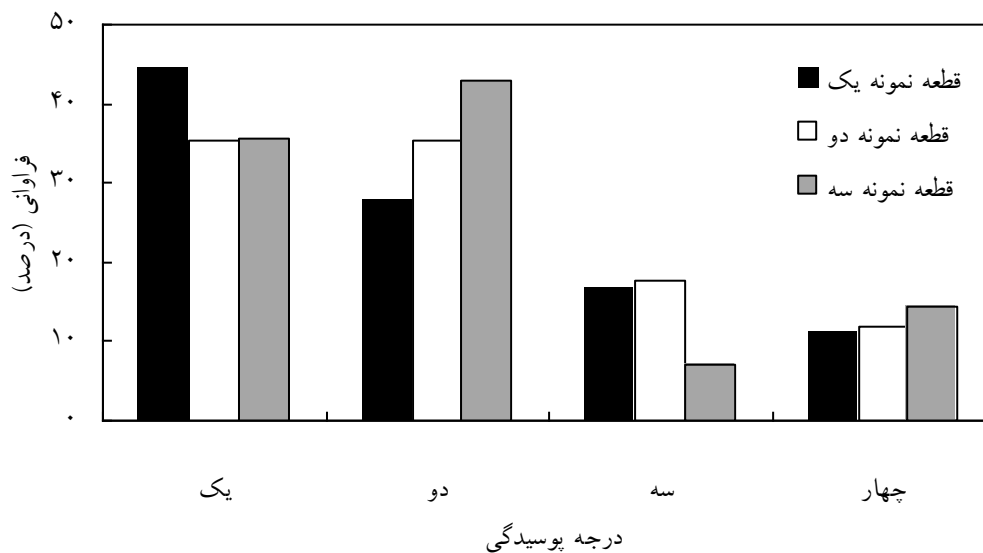


شکل ۲- پراکنش خشک‌دارها به تفکیک گونه در قطعه‌نمونه‌های مورد مطالعه



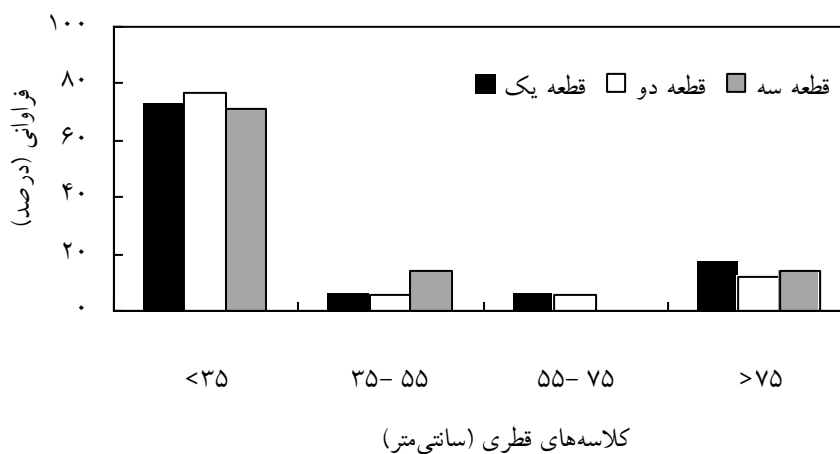
شکل ۳- فراوانی خشک‌دارهای سرپا و افتاده در قطعه‌نمونه‌های مورد مطالعه

۷۳/۸ درصد از خشک‌دارهای اندازه‌گیری شده، پوسیدگی ابتدایی (درجه‌های پوسیدگی یک و دو) داشتند، در حالی که در ۲۶/۲ درصد آن‌ها، پوسیدگی پیشرفته (درجه‌های پوسیدگی سه و چهار) مشاهده شد (شکل ۴).

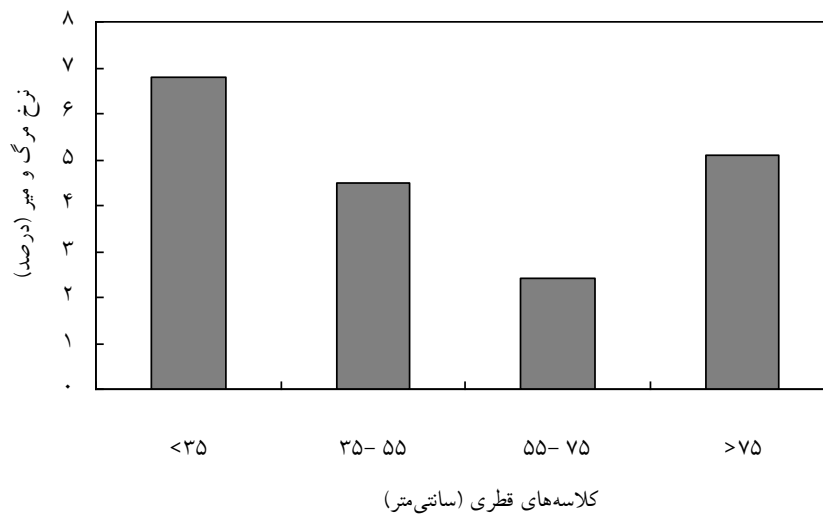


شکل ۴- فراوانی درجه پوسیدگی خشک‌دارها به تفکیک قطعه‌نمونه

بیشترین تعداد خشک‌دار در کلاسه‌های کم‌قطر، بسیار قطور، میان‌قطر و قطور مشاهده شد (شکل ۵). همچنین، بیشترین و کمترین نرخ مرگ‌ومیر به ترتیب متعلق به کلاسه‌های کم‌قطر و قطور بود (شکل ۶).



شکل ۵- فراوانی خشک‌دارها در کلاسه‌های قطری



شکل ۶- نرخ مرغ و میر درختان در کلاسه‌های قطری

تا ۵۵ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از خشک‌دارهای کلاسه‌های قطری بیشتر از ۵۵ سانتی‌متری بودند. با این حال، از این نظر بین کلاسه‌های قطری ۵۵ تا ۷۵ و بیشتر از ۷۵ سانتی‌متری، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین میانگین حجم در شکل‌های مختلف خشک‌دارها به‌دست آمد ($F = 18/74, P < 0/001$).

بر اساس نتایج به‌دست آمده در جدول ۳، میانگین حجم خشک‌دارها در درجه‌های مختلف پوسیدگی و نیز بین گونه‌های راش، ممرز و توسکا، اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما این اختلاف بین کلاسه‌های مختلف قطری، معنی‌دار بود ($F = 28/86, P < 0/000$)، به‌طوری‌که حجم خشک‌دارهای متعلق به کلاسه‌های قطری کمتر از ۳۵ و ۳۵

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین حجم خشک‌دار در کلاسه‌های قطری، گونه، شکل و درجه پوسیدگی خشک‌دارها در مرحله تحولی افزایش حجم

مشخصه خشک‌دار	درجه آزادی	F	P
درجه پوسیدگی	۳	۱/۴۲	۰/۱۱۲
اندازه (کلاسه قطری)	۳	۲۸/۸۶	۰/۰۰۰
گونه درختی	۲	۱/۱۶	۰/۳۲۴
نوع خشک‌دار	۲	۱۸/۷۴	۰/۰۰۱

است. خشک‌دارها، یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های ساختاری در تحول جنگل هستند. راش در منطقه مورد مطالعه، بیشترین فراوانی را بین خشک‌دارها داشت. Amanzadeh و همکاران

بحث

شناخت مشخصه‌های کمی و کیفی توده‌های جنگلی، اولین‌گام برای رسیدن به درک کافی از چرخه تحول آن‌ها

درجه‌های پیشرفته پوسیدگی می‌شوند، اما حجم آن‌ها با تحول توده و پوسیدن خشک‌دارها تعدیل می‌شود (Sefidi *et al.*, 2014). پویایی پوسیدگی در انواع مختلف خشک‌دار متفاوت است. خشک‌دارهای افتاده که در معرض رطوبت و گونه‌های چوب‌زی بیشتری هستند، نرخ پوسیدگی بیشتری نسبت به خشک‌دارهای سرپا دارند (Vítková *et al.*, 2018). Habashi و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی تأثیر کیفیت (درجه پوسیدگی) خشک‌دار افتاده راش بر تنوع گونه‌ای درشت‌زیگان (Macrofauna) در جنگل مدیریت‌شده دکتر بهرام‌نیا در گرگان گزارش کردند که کمترین تنوع گونه‌ای درشت‌زیگان مربوط به خشک‌دارهای با درجه پوسیدگی یک و بیشترین مقدار آن متعلق به درجه‌های پوسیدگی چهار و سه هستند. با افزایش درجه پوسیدگی، توان نگهداری آب در خشک‌دارهای افتاده بیشتر می‌شود، بنابراین این خشک‌دارها در فصل‌های خشک می‌توانند رویشگاه مناسب‌تری برای گونه‌های حساس به خشکی به‌ویژه کرم خاکی و هزارپا باشند.

بیشتر مرگ‌ومیر درختان خشک در طبقه کم‌قطر اتفاق می‌افتد. Sagheb-Talebi (۲۰۱۴) با بررسی ویژگی‌های مناسب رانشستان‌های هیرکانی برای اعمال جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت در سه استان مازندران، گیلان و گرگان گزارش کرد که بیشترین تعداد خشک‌دار در مراحل اولیه، اوج و پوسیدگی به‌ترتیب با فراوانی ۸۷/۹، ۸۱/۸ و ۷۲ درصد در طبقه کم‌قطر حضور دارند. در پژوهش پیش‌رو، بیشینه و کمینه نرخ مرگ‌ومیر به‌ترتیب در طبقه‌های کم‌قطر و قطور مشاهده شد. با توجه به تراکم زیاد پایه‌ها در طبقه کم‌قطر، درختان بیشتری در اثر رقابت بر سر منابع غذایی مشترک و نور حذف می‌شوند که نرخ مرگ‌ومیر را در این طبقه افزایش می‌دهند. Moridi و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی مرگ‌ومیر درختان در مرحله کاهش پایه‌ها در روند تکامل توده‌های راش، بیشترین مقدار مرگ‌ومیر پایه‌ها را در طبقه کم‌قطر گزارش کردند. در بعضی موارد، یک بیماری خاص می‌تواند باعث افزایش مرگ‌ومیر درختان درون توده و یا افزایش تعداد و حجم یک گونه خاص از خشک‌دار شوند. همچنین، نرخ پوسیدگی در گونه‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد که مدت زمان باقی

(۲۰۱۳) با بررسی توزیع مکانی، حجم و تعداد خشک‌دار در جنگل‌های مدیریت‌نشده هیرکانی گزارش کردند که خشک‌دارهای راش به‌طور معنی‌داری، فراوانی بیشتری نسبت به مرمر دارند. نوع گونه درختی می‌تواند بر مقدار پوسیدگی خشک‌دارها مؤثر باشد (Siitonen, 2001). Knight و Tinker (۲۰۰۱) با بررسی پویایی زمانی و مکانی خشک‌دارها در جنگل‌های بهره‌برداری‌شده و بکر ایالت وایومینگ در ایالات متحده بیان کردند که تفاوت در نوع گونه‌های درختی با توجه به ابعاد و شکل تنه درختان نیز می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر حجم خشک‌دارهای توده داشته باشد. در پژوهش Amanzadeh و همکاران (۲۰۱۳) نسبت حجمی خشک‌دارهای سرپا و افتاده در جنگل‌های مدیریت‌نشده راش سفارود به‌ترتیب ۲۲ و ۷۸ درصد به‌دست آمد. Kakavand و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی کمیت و کیفیت خشک‌دار در مرحله میانی توالی توده‌های راش در بخش گرازین جنگل خیرودکنار، سهم حجمی خشک‌دارهای سرپا و افتاده را به‌ترتیب ۳۱ و ۶۹ درصد گزارش کردند. همچنین، Rahanjam و همکاران (۲۰۱۸) در ارزیابی کمی و کیفی خشک‌دارها در توده‌های طبیعی هیرکانی در جنگل خیرود، حجم خشک‌دارهای سرپا و افتاده را به‌ترتیب ۲۲ و ۷۸ درصد گزارش کردند. در راستای این نتایج، در پژوهش پیش‌رو نیز نسبت حجمی خشک‌دارهای سرپا و افتاده به‌ترتیب ۱۱/۶ و ۸۸/۴ درصد به‌دست آمد.

تجزیه خشک‌دار در جنگل، فرآیندی بسیار پیچیده است و در بین گونه‌های درختی و شرایط محیطی مختلف متفاوت است. درجه‌های پوسیدگی یک و دو نشان می‌دهند که درختان به‌تازگی خشک شده‌اند و یا افتاده‌اند، اما مدت زیادی از افتادن یا خشک شدن خشک‌دارهای با درجه‌های پوسیدگی سه و چهار می‌گذرد. در پژوهش پیش‌رو، پوسیدگی بیشتر خشک‌دارها، ابتدایی و از نوع درجه‌های یک و دو بود که مطابق انتظار است. در مرحله کاهش حجم (مرحله سوم تحول توده)، تشکیل روشنه در پوشش تاجی با افتادن درختان قطور ایجاد می‌شود. این درختان با تحول توده به مرحله افزایش حجم انتقال می‌یابند و باعث ازدیاد حجم خشک‌دارهای با

- European Journal of Forest Research, 131(5): 1355-1366.
- Amanzadeh, B., Sagheb-Talebi, Kh., Sotoudeh Foumani, B., 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(4): 751-765.
 - Cheng, X., Han, H., Kang, F., Song, Y. and Liu, K., 2014. Point pattern analysis of different life stages of *Quercus liaotungensis* in Lingkong Mountain, Shanxi Province, China. *Journal of Plant Interactions*, 9(1): 233-240.
 - Habashi, H., Feizi, P., Nadimi, A. and Mohamadali Pourmalekshah, A.A., 2017. Effect of beech logs deadwood quality (decay stage class) on the macro fauna diversity in managed forest. *Journal of Forest Research and Development*, 3(1): 1-14 (In Persian).
 - Harmon, M.E. and Sexton, J., 1996. Guidelines for Measurements of Woody Detritus in Forest Ecosystems. Publication No. 20. U.S. LTER Network Office, University of Washington, Seattle, Washington, 73p.
 - Kakavand, M., Marvi-Mohadjer, M.R., Sagheb-Talebi, Kh., 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: Kheyroud forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(4): 612-622 (In Persian).
 - Moridi, M., Etemad, V., Sefidi, K., Namiranian, M. and Sadeghi, S.M.M., 2016. Mortality of trees in the stem exclusion phase over the beech stand development. *Journal of Forest and Wood Products*, 68(4): 931-943 (In Persian).
 - Moridi, M., Sefidi, K. and Etemad, V., 2015. Stand characteristics of mixed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in the stem exclusion phase, northern Iran. *European Journal of Forest Research*, 134(4): 693-703.
 - Oettel, J., Lapin, K., Kindermann, G., Steiner, H., Schweinzer, K.M., Frank, G. and Essl, F., 2020. Patterns and drivers of deadwood volume and composition in different forest types of the Austrian natural forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 463: 118016.
 - Rahanjam, S., Marvie Mohadjer, M.R., Zobeiri, M. and Sefidi, K., 2018. Quantitative and qualitative assessment of deadwood in natural stands of Hyrcanian forests (case study: Gorazbon district of Kheyroud, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(4): 656-666 (In Persian).
 - Rock, J., Badeck, F.W. and Harmon, M.E., 2008. Estimating decomposition rate constants for ماندن آن‌ها را در جنگل تغییر می‌دهد (Rock *et al.*, 2008).
- براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، میانگین حجم خشک‌دارها در طبقه‌های قطری مختلف، اختلاف معنی‌داری داشتند. تفاوت ابعاد خشک‌دارها می‌تواند بیانگر نحوه تحول و سیر تکاملی توده باشد و نیز وقوع آشفته‌گی‌های طبیعی و غیرطبیعی در توده‌ها را نشان دهد (Kakavand *et al.*, 2017). متوسط حجم خشک‌دارها در پژوهش پیش‌رو، ۲۹/۳ متر مکعب در هکتار به‌دست آمد. در پژوهش Sagheb-Talebi (۲۰۱۴) سهم خشک‌دارها در مراحل تحولی مختلف راشستان‌ها بین هفت تا ۱۲۴ متر مکعب در هکتار و به‌طور متوسط حدود ۲۳ متر مکعب در هکتار گزارش شد. براساس نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو، حجم خشک‌دارهای افتاده به‌طور معنی‌داری بیشتر از خشک‌دارهای سرپا بود. در این رابطه، حضور متفاوت گونه‌های مختلف چوب‌زی مانند انواع سوسک‌های چوب‌خوار در شکل‌های متفاوت خشک‌دارها و ترجیح قارچ‌های ماکروسکوپی برای استقرار روی خشک‌دارهای بزرگ‌تر نیز می‌تواند مؤثر باشد.
- حجم چوب، روابط بین درختان سرپا و خشک‌دار، نرخ مرگ‌ومیر و علت‌های آن از جمله شاخص‌هایی برای ارزیابی تحولات توده جنگلی هستند. فراوانی و حجم خشک‌دار به نوع آشفته‌گی، مرحله تحولی و ساختار توده بستگی دارد. تعداد خشک‌دار در بین مراحل تحولی مختلف تغییر می‌کند. باتوجه‌به اینکه توده‌های مورد بررسی در این پژوهش از جنگل‌های کم‌تر دست‌خورده انتخاب شده بودند، می‌توان با عملیات مراقبتی مناسب در کپه‌های جوان به پرورش بهتر این توده‌ها کمک کرد. همچنین، پیشنهاد می‌شود که روابط بین درختان زنده و خشک‌دار در مقیاس بزرگ‌تر و در توده‌های ثابت طی بازه‌های زمانی مختلف بررسی شوند تا اطلاعات بیشتری از ارتباط‌های مذکور به‌دست آید.
- منابع مورد استفاده**
- Akhavan, R., Sagheb-Talebi, Kh., Zenner, E.K. and Safavimanesh, F., 2012. Spatial patterns in different forest development stages of an intact old-growth oriental beech forest in the Caspian region of Iran.

- habitat and dead trees in the developmental old-growth phase in the oriental beech forests. *Journal of Forest and Wood Products*, 72(3): 215-226 (In Persian).
- Siitonen, J., 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins*, 49: 11-41.
 - Tinker, D.B. and Knight, D.H., 2001. Temporal and spatial dynamics of coarse woody debris in harvested and unharvested lodgepole pine forests. *Ecological Modelling*, 141(1-3): 125-149.
 - Vítková, L., Bače, R., Kjučukov, P. and Svoboda, M., 2018. Deadwood management in Central European forests: Key considerations for practical implementation. *Forest Ecology and Management*, 429: 394-405.
 - European tree species from literature sources. *European Journal of Forest Research*, 127: 301-313.
 - Sagheb-Talebi, Kh., 2014. Appropriate characteristics of beech stands for application of close to nature silviculture (selection system). Final Report of National Research Project, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 120p (In Persian).
 - Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Etemad, V. and Mosandl, R., 2014. Late successional stage dynamics in natural oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Northern Iran (Case study: Gorazbon district of Kheiroud-Kenar experimental forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(2): 270-283 (In Persian).
 - Sefidi, K., Sagheb-Talebi, Kh. and Noubahar, S., 2019. Qualitative and quantitative evaluation of

Quantitative and qualitative evaluation of deadwood characteristics in the growing-up volume stage

M. Moridi ^{1*}, A. Fallah ², M.R. Pourmajidian ³ and K. Sefidi ⁴

1* - Corresponding author, Ph.D. Student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: morteza.moridie@yahoo.com

2- Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

3- Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

4- Associate Prof., Faculty of Agriculture Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: 25.12.2020

Accepted: 13.06.2021

Abstract

Dead trees are one of the most important structural features in natural stands that knowledge of the processes associated with them is essential in understanding the evolution and development of forest stands. The main purpose of this study was to estimate the quantitative and qualitative characteristics in the natural beech forests during the stage of growing-up volume in the Kheyrood forest of Iran. For this purpose, three one-hectare sample plots with structural features of growing-up volume stage were selected. In each plot, species, diameter, length, shape, and degree of decay of all dead trees were measured. The proportion of snags was 32.8%, while 67.2% of dead trees were recorded as log. The highest and lowest number of deadwoods belonged to beech with 86% and alder with 6%, respectively. The results showed that 73.8% of the total number of measured deadwoods related to primary decay degrees and 26.2% were in the advanced degrees of decay. The highest frequency of deadwoods in diameter classes in the study stands was measured in low, very thick, medium and thick diameter classes, respectively. The highest and lowest mortality rates in the diameter classes were calculated in the low- and thick-diameter classes, respectively. The average volumes of deadwoods in different diameter classes were significantly different. In general, in order to identify changes in the stand structure over time and to investigate the dynamics of deadwood in the growing-up volume stage, it is suggested that the stand analyzed here be monitored in the future.

Keywords: Decay degree, diameter class, *Fagus orientalis*, stand.