

## کمیت و کیفیت خشکه‌دار در مرحله میانی توالی جنگل‌های راش (*Fagus orientalis* Lipsky) (مطالعه موردی: جنگل خیرود کنار نوشهر)

مهدی کاکاوند<sup>۱\*</sup>، محمدرضا مروی مهاجر<sup>۲</sup>، خسرو ثاقب‌طالبی<sup>۳</sup>، کیومرث سفیدی<sup>۴</sup>، مرتضی مریدی<sup>۵</sup> و پریسا عباسیان<sup>۶</sup>

\*۱- کارشناس ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. پست الکترونیک: mahdikakavand@alumni.ut.ac.ir

۲- استاد، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

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

۵- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران

۶- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۰۴

### چکیده

امروزه خشکه‌دارها به‌عنوان یک بخش ساختاری و کاربردی بسیار مهم در جوامع جنگلی شناخته شده‌اند. درک نقش و پویایی خشکه‌دارها به‌منظور بهبود راهبردهای مدیریت جنگل در جنگل‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده بسیار حائز اهمیت است. پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی خشکه‌دارها در مرحله میانی توالی در توده‌های کم‌تر دست‌خورده آمیخته راش (*Fagus orientalis* Lipsky) انجام شد. پس از جنگل‌گردشی اولیه، سه قطعه نمونه یک‌هکتاری در پارسل ۳۱۰ بخش گرازین جنگل خیرودکنار نوشهر انتخاب شدند و آماربرداری صددرصد از ویژگی‌های خشکه‌دارها شامل قطر (≤ ۷/۵ سانتی‌متر)، ارتفاع و مشخصات کیفی (شامل شکل، درجه پوسیدگی و گونه) انجام شد. براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، حجم خشکه‌دار در قطعات مورد بررسی به‌طور متوسط ۳۷/۸ متر مکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. ممرز با ۶۴ درصد خشکه‌دار، بیشترین فراوانی را در بین خشکه‌دارها به‌خود اختصاص داد. بیشترین درصد فراوانی و حجم خشکه‌دارهای اندازه‌گیری‌شده به‌ترتیب ۷۴/۷ درصد و ۶۹/۳ درصد مربوط به خشکه‌دارهای افتاده بود. همچنین ۵۲/۱ درصد خشکه‌دارهای اندازه‌گیری‌شده، در درجات پیشرفته پوسیدگی قرار داشتند. در نهایت بیشترین فراوانی خشکه‌دارها در طبقه قطور (۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: توالی، توده، خشکه‌دار، راش، ممرز.

### مقدمه

یکی از مفاهیم اساسی در بوم‌شناسی جنگل به حساب می‌آید (Botkin et al., 1994). در مسیر توالی توده‌های جنگلی، ساختار و ترکیب جنگل در مواجهه با آشوب‌های محیطی تغییر می‌کند، به‌گونه‌ای که در هریک از مراحل سه‌گانه توالی (اولیه، بینابینی و نهایی) جنگل‌های راش انتظار می‌رود که

مطالعه توالی و پویایی در اکوسیستم‌های جنگلی به‌منظور گسترش جنگل‌داری پایدار و استراتژی‌های مناسب مدیریتی ضروریست (Oikonomakis & Ganatsas, 2012). توالی جنگل عبارت است از تغییرات اکوسیستم در طول زمان که

به‌شمار می‌رفت (Travaglini et al., 2007). در طول دو دهه گذشته مفهوم خشکه‌دار به تدریج با تحقیقاتی که دانشمندان در مورد عملکردهای آنها در جنگل انجام دادند، تغییر کرد. دانشمندان آمریکای شمالی در مطالعات خود به اهمیت حضور خشکه‌دارها در اکوسیستم جنگل پی بردند. Radu (۲۰۰۶) اعلام کرد که خشکه‌دارها ارتباط تنگاتنگی با تاریخ زندگی انواع گیاهان و جانوران، پرندگان، قارچ‌ها، مهره‌داران و بی‌مهرگان دارند. همچنین به‌عنوان ذخیره کوتاه‌مدت عناصر غذایی و منبع بلندمدت انرژی و عناصر غذایی شناخته شده‌اند (Harmon et al., 1986).

مطالعات خشکه‌دارها در داخل کشور بسیار نویا است و خصوصیات اصلی خشکه‌دارها مانند اهمیت خشکه‌دارها در فرآیند زادآوری، حفظ تنوع زیستی جنگل، ترکیب گونه‌های درختی، توزیع در طبقه قطری خشکه‌دار و الگوی مکانی خشکه‌دارها در مطالعات مختلف در جنگل‌های طبیعی راش هیرکانی توسط برخی پژوهشگران (Zolfeghari et al., 2007; Sefidi & Marvi-Mohadjer, 2010; Amanzade Sefidi et al., 2013) بررسی شده است. براساس مطالعات Sefidi و همکاران (۲۰۰۹) در مورد خشکه‌دارها در جنگل‌های آمیخته راش و ممرز، ۳۴ درصد از خشکه‌دارها مربوط به نوع سرپا هستند. همچنین Zolfeghari (۲۰۰۵) در جنگل‌های خیرودکنار مازندران و Habashi (۲۰۰۸) در جنگل‌های واز مازندران، میزان خشکه‌دارهای سرپا را به ترتیب ۲۶ و ۲۳ درصد گزارش کردند. همچنین براساس نتایج تحقیق Kooch و همکاران (۲۰۱۰) در جنگل‌های سردآبرود چالوس، ۶۸ درصد خشکه‌دارها از نوع افتاده و ۳۲ درصد آنها از نوع سرپا بودند.

براساس نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات پویایی خشکه‌دارهای راش و ممرز در جنگل‌های آمیخته راش در جنگل خیرودکنار، خشکه‌دارهای سرپای راش ۲۵/۳ درصد تعداد و ۳۴/۵ درصد از حجم کل خشکه‌دارهای راش را تشکیل می‌دادند، درحالی‌که این میزان برای خشکه‌دارهای سرپای ممرز به ترتیب ۲۲/۴ درصد تعداد و ۳۲/۶ درصد از حجم کل بود (Sefidi & Marvi-Mohadjer, 2010). در

توده‌های جنگلی دارای ساختار مشخصی باشند که بتوان آنها را از مراحل دیگر تفکیک کرد (Kakavand, 2014). جنگل بینابینی، جنگلی به‌دست‌آمده از یک جنگل پیشرو است که به‌طور معمول از دو آشکوب تشکیل شده است و در حال تحول و تکامل به سمت جنگل نهایی است. جامعه راش - ممرزستان، جامعه مرحله بینابینی توالی در مسیر اوج راشستان‌های جنگل‌های هیرکانی معرفی شده است (Marvie-Mohadjer, 2013). مطالعات ساختاری توده‌های ممرز - راشستان جنگل‌های بخش گرازین نوشهر، نشان از تمایل راش به آمیختگی با گونه‌های دیگر و پراکنش کپه‌ای راش دارد. همچنین راش در مرحله بینابینی توالی این جنگل‌ها، بیشترین رقابت دگرگونه‌ای را با ممرز دارد. حضور ممرز در آشکوب میانی و بالا و حضور راش در آشکوب پایین با بیشترین درصد حضور نسبت به گونه‌های دیگر توده، از دیگر ویژگی‌های توده‌های ممرز - راشستان است (Kakavand, 2014).

ساختار توده‌های جنگلی به نحوه استقرار و روابط درونی درختان زنده و نیز خشکه‌دارها در داخل توده اشاره دارد (Chen & Papadiouk, 2002). جنگل‌های طبیعی از طریق تعداد زیاد خشکه‌دار با اندازه‌های مختلف در تمام مراحل پوسیدگی و همچنین به‌وسیله حضور درختان پیر و توخالی مشخص شده‌اند (Amanzadeh et al., 2013). خشکه‌دار درختی است که به سن دیرزیستی خود رسیده است و بعد از آن به‌طور طبیعی و تدریجی خشک شده است که میزان آن در جنگل‌های پهن‌برگ در نیمکره شمالی بین پنج تا ۲۵ درصد حجم سرپا اعلام شده است (Marvie-Mohadjer, 2013). تا دهه‌های اخیر، خشکه‌دارها به‌عنوان یک عنصر منفی در اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شدند، به‌طوری‌که Stachura (۲۰۰۶) خشکه‌دارها را نشان‌دهنده سوء مدیریت، غفلت و اسراف در جنگل می‌دانستند. در گذشته خشکه‌دارها به‌عنوان یک منبع بالقوه از آفات زنده و بسیاری از حشرات در نظر گرفته می‌شدند (Marage & Lemperiere, 2005). همچنین حضور خشکه‌دارها به‌عنوان تهدیدی برای آتش‌سوزی در جنگل

سابقه مدیریتی و عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی، از جنگل‌های کمتر دست‌خورده در بخش گرازین محسوب می‌شود که پارسل ۳۱۰ این جنگل که تیپ غالب آن ممرز- راش است، برای انجام پژوهش پیش‌رو انتخاب شد.

#### روش پژوهش

با توجه به تحقیقات مشابهی که در زمینه سیمای ظاهری توده‌های طبیعی و چرخه توالی انجام شده است، بهترین ابعاد قطعه‌نمونه برای بررسی ساختار راشستان‌ها، ۰/۷۵ تا یک هکتار توصیه شده است (Sagheb-Talebi & Schütz, 2002). ابتدا با جنگل‌گردشی‌های متعدد، سه توده یک‌هکتاری به منظور بررسی تغییرات کمی و کیفی خشکه‌دارها در جنگل‌های کم‌تر دست‌خورده آمیخته ممرز- راش سری گرازین (که در روند تکامل توده‌های راش به‌عنوان نماینده‌ای از جنگل‌های مرحله میانی توالی هستند) انتخاب شدند. تشخیص این مرحله با استفاده از تجربیات و همچنین تعاریف و معیارهای موجود انجام شد. در انتخاب این سه قطعه‌نمونه، علاوه بر در نظر گرفتن حضور آنها در مرحله میانی توالی، سعی شد که هر سه قطعه‌نمونه از نظر خاک، اقلیم و عامل‌های توپوگرافی دارای شرایط یکسانی باشند. قطعات انتخابی در پارسل ۳۱۰ بخش گرازین انتخاب شدند که عملیات نشانه‌گذاری و برداشت درختان در آنها (تا زمان این مطالعه) انجام نشده بود و ساختار جنگل بدون دخالت‌های مدیریتی شکل گرفته بود.

در قطعات نمونه یک‌هکتاری، گونه، قطر برابر سینه و طول تمام درختان سرپا و خشکه‌دارها با قطر بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر به روش آماربرداری صددرصد اندازه‌گیری شد (Sagheb-Talebi & Schütz, 2002). همچنین خشکه‌دارها به خشکه‌دار سرپا (قسمت سرپا با یک زاویه بزرگتر از ۴۵ درجه نسبت به سطح زمین و ارتفاع بیشتر از ۱/۳ متر) و خشکه‌دار افتاده (ارتفاع قسمت سرپا کمتر از ۱/۳ متر) تقسیم‌بندی شدند. در اندازه‌گیری خشکه‌دارها، ابتدا گونه مشخص شد و سپس خشکه‌دارها برحسب میزان پوسیدگی در یکی از طبقه‌های پوسیدگی طبقه‌بندی شدند (Akala,

مطالعات انجام‌شده در توده‌های دست‌خورده و مدیریت‌نشده راش در جنگل‌های هیرکانی، ساختار توده‌ها در مراحل تحولی مختلف بررسی شد و بیشترین حجم خشکه‌دار اندازه‌گیری‌شده در مرحله تحولی پوسیدگی یا تخریب معادل ۲۰۳ متر مکعب در هکتار گزارش شد (Sagheb-Talebi, 2014).

امروزه نگرش اکوسیستمی در مدیریت جنگل‌ها و حفظ زنجیره عامل‌های مؤثر در چرخه اکوسیستم، اهمیت و جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. آگاهی از فراوانی و مشخصات خشکه‌دارها و در نتیجه ارزیابی شیوه‌نامه‌های کمی لازم برای این‌که چه نوع و چه تعداد خشکه‌دار در روند توالی توده‌های جنگلی برای حفظ سطح خاصی از بهره‌وری و فرآیندهای دیگر اکوسیستم مورد نیاز است، بسیار مهم است و می‌تواند راه‌گشای مدیران جنگل باشد. پژوهش پیش‌رو با هدف برآورد مشخصات کمی و کیفی خشکه‌دارها در مرحله میانی توالی اکولوژیک (جامعه راش - ممرزستان) جنگل‌های هیرکانی در توده‌های کمتر دست‌خورده آمیخته راش انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

رویشگاه مورد مطالعه در جنگل آموزشی - پژوهشی خیرودکنار واقع در هفت کیلومتری شرق نوشهر در غرب استان مازندران بین محدوده جغرافیایی ۲۷' ۳۶° تا ۴۰' ۳۶° عرض شمالی و ۳۲' ۵۱° تا ۴۳' ۵۱° طول شرقی واقع شده است. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است. بخش گرازین دارای ۲۷ پارسل است که ۹۳۴/۲۴ هکتار مساحت دارد و به‌عنوان سومین بخش از جنگل‌های آمیخته یهن‌برگ هیرکانی واقع در خیرودکنار محسوب می‌شود که از شمال به یال جنوبی جنگل‌های چلندر و چلک و قسمتی از مرز سری‌نم‌خانه، از جنوب به جنگل‌های آغوزک‌بن و رودخانه خیرود، از شرق به جنگل‌های چلندر و گاوسرای ماتلستان و از غرب به سری‌نم‌خانه و رودخانه خیرود منتهی می‌شود (Anonymous, 2003). رویشگاه مورد مطالعه با توجه به

2010). طبقه‌های پوسیدگی خشکه‌دارها نیز براساس خصوصیات ظاهری‌شان در پنج طبقه تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- تقسیم‌بندی طبقه‌های پوسیدگی خشکه‌دارها براساس خصوصیات (Akala, 2010)

توضیحات	نوع خشکه‌دار	طبقه پوسیدگی
شاخه‌های کوچک همراه با حداقل چند شاخ و برگ هنوز پیوسته	افتاده یا سرپا	یک
فقدان شاخ و برگ، جوانه‌های کوچک هنوز حضور دارند.	افتاده یا سرپا	دو
فقدان کوچک‌ترین جوانه‌ها، بیشتر شاخه‌های بزرگ کماکان حضور دارند.	افتاده یا سرپا	سه
تنها کمی از شاخه‌های بزرگ حضور دارند، درختان گرده‌بینی‌ای شده‌اند.	افتاده	چهار
شاخه‌های بزرگ شکسته شده‌اند، تنها کمی از آنها وجود دارند.	سرپا	
شاخه‌ای وجود ندارد، گرده‌بینی شکل و حالت خود را از دست داده است.	افتاده	پنج
ارتفاعشان کمتر از دو متر، بسیار تخریب یافته‌اند و شاخه‌ها از بین رفته‌اند.	سرپا	

متر نواری با دقت سانتی‌متر برداشت شد. برای برآورد حجم خشکه‌دارها از فرمول نیوتن Harmon و Sexton (۱۹۹۶) استفاده شد که در آن  $V$  حجم خشکه‌دار به متر مکعب،  $L$  طول خشکه‌دار،  $A_t$ ،  $A_m$  و  $A_b$  به ترتیب مساحت‌های سطح مقطع در انتها، میانه و ابتدای تنه افتاده است (رابطه ۱).

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

معنی‌دار بین حجم خشکه‌دارها و نیز تغییرات اندازه، درجه پوسیدگی و نوع خشکه‌دار در قطعات نمونه یک‌هکتاری، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه داده‌ها و برای مقایسه بین گروه‌های مختلف از آزمون توکی در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

### نتایج

فراوانی گونه‌های درختی موجود در قطعات نمونه در جدول ۲ ارائه شده است. تعداد درختان راش و ممرز در قطعه نمونه شماره سه نسبت به دو قطعه نمونه دیگر بیشتر بود.

برای برآورد حجم خشکه‌دارهای سرپا، قطر برابر سینه و ارتفاع و برای برآورد حجم خشکه‌دارهای افتاده، سه قطر ابتدایی، میانی و انتهایی با خط‌کش دوبازو تا دقت میلی‌متر و طول آنها اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری ارتفاع در خشکه‌دارهای سرپا از دستگاه Vertex با دقت دسی‌متر استفاده شد و برای خشکه‌دارهای افتاده، طول خشکه‌دار با

شاخص خشکه‌دار با تقسیم نسبت حجم و تعداد خشکه‌دارها بر حجم و تعداد درختان سرپا محاسبه شد (Moridi et al., 2016). علاوه بر این، خشکه‌دارها به چهار طبقه کم‌قطر (کوچکتر از ۳۵ سانتی‌متر)، میان‌قطر (۳۵ تا ۵۰ سانتی‌متر)، قطور (۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر) و خیلی قطور (بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر) طبقه‌بندی شدند (Sagheb-Talebi, 2014).

برای تحلیل آماری داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-سمیرنوف و برابری واریانس داده‌ها با آزمون لیون بررسی شد. به منظور بررسی اختلاف

جدول ۲- فراوانی گونه‌های درختی موجود در قطعات مورد بررسی

شماره قطعه نمونه	ممرز	راش		سایر گونه‌ها*		جمع تعداد
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	
۱	۱۵۸	۷۱	۲۸/۵	۱۸	۷/۵	۲۴۷
۲	۱۲۲	۶۹	۲۷/۵	۵۹	۲۳/۵	۲۵۰
۳	۱۷۲	۱۳۷	۳۶	۶۹	۱۸/۵	۳۷۸

\* شامل بلندمازو، پلت و توسکای بیلاقی

بر اساس نتایج به دست آمده، میانگین تعداد درختان در هر هکتار، ۲۸۲ اصله محاسبه شد. مشخصه‌های ساختاری توده در هر یک از قطعات نمونه یک هکتاری به منظور شناخت بهتر وضعیت توده‌های مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- مشخصات کمی خشکه‌دارها در مرحله میانی توالی

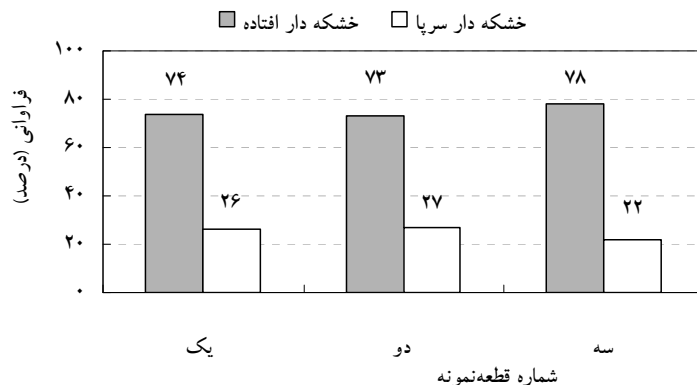
اشتباه معیار ± میانگین	قطعه نمونه			مشخصه
	سه	دو	یک	
۲۸۱ ± ۴۳/۳	۳۶۸	۲۳۹	۲۳۷	تعداد درخت (اصله)
۱۳ ± ۳/۰۵	۹	۱۱	۱۹	تعداد خشکه‌دار (اصله)
۳۳۱/۵ ± ۱۳/۸۴	۳۰۸/۶۵	۳۲۹/۶۶	۳۵۶/۴۸	حجم توده (متر مکعب)
۳۷/۸ ± ۱/۸۶	۴۰/۲	۳۹/۵	۳۳/۶	حجم خشکه‌دار (متر مکعب)
۵/۱۷ ± ۱/۵	۲/۹	۴/۶	۸	نسبت تعداد درختان خشک به سرپا (درصد)
۱۱/۴۷ ± ۱/۰۷	۱۳	۱۲	۹/۴	نسبت حجم درختان خشک به سرپا (درصد)

در هر سه قطعه نمونه، به طور متوسط ممرز با ۶۴ درصد و گونه‌های دیگر شامل بلندمازو، پلت و توسکای بیلاقی با ۸/۵ درصد، به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را در بین



شکل ۱- فراوانی (درصد) خشکه‌دارها به تفکیک گونه

براساس نتایج، به طور میانگین ۷۴/۷ درصد از تعداد کل خشکه دارهای اندازه گیری شده به صورت افتاده و ۲۵/۳ درصد از خشکه دارها به صورت سرپا بودند.



شکل ۲- درصد فراوانی خشکه دارهای سرپا و افتاده

سرپا به خود اختصاص داده بودند. بیشترین حجم خشکه دار افتاده (۳۱/۶ متر مکعب) در قطعه نمونه سه و کمترین آن (۲۳/۶ متر مکعب) در قطعه نمونه یک اندازه گیری شد. به طور میانگین، ۶۹/۳ درصد از حجم کل خشکه دارها، به خشکه دارهای افتاده و ۳۰/۷ درصد آنها به خشکه دارهای سرپا اختصاص پیدا کرد.

حجم خشکه دارها در مجموع سه قطعه نمونه، ۱۱۳/۳ متر مکعب و به طور متوسط ۳۷/۸ متر مکعب اندازه گیری شد (جدول ۳). بیشترین حجم در هکتار خشکه دار مربوط به قطعه نمونه سه (۴۰/۲ متر مکعب) بود و کمترین مقدار آن متعلق به قطعه نمونه یک (۳۳/۶ متر مکعب) بود. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود، در هر سه قطعه نمونه، خشکه دارهای افتاده حجم بیشتری نسبت به خشکه دارهای



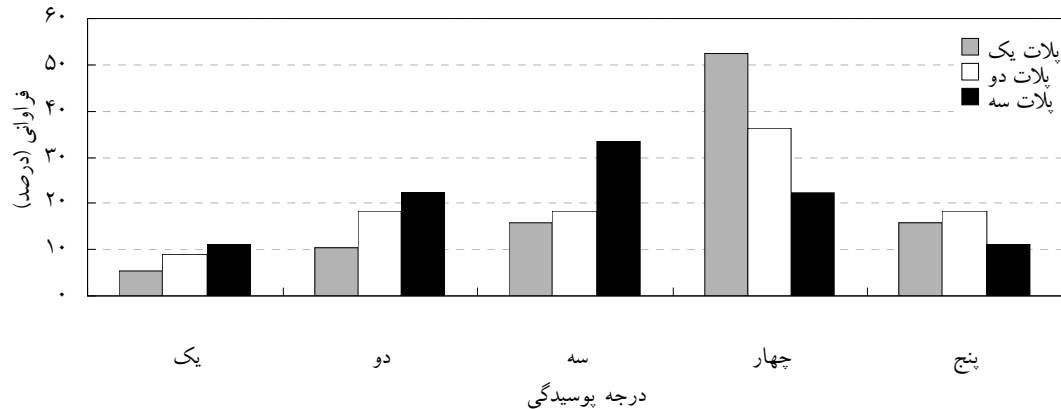
شکل ۳- حجم خشکه دارها (خشکه دارهای سرپا و افتاده)

درجات پوسیدگی پیشرفته (درجه پوسیدگی چهار و پنج) و ۴۷/۹ درصد مربوط به درجات پوسیدگی ابتدایی (درجه

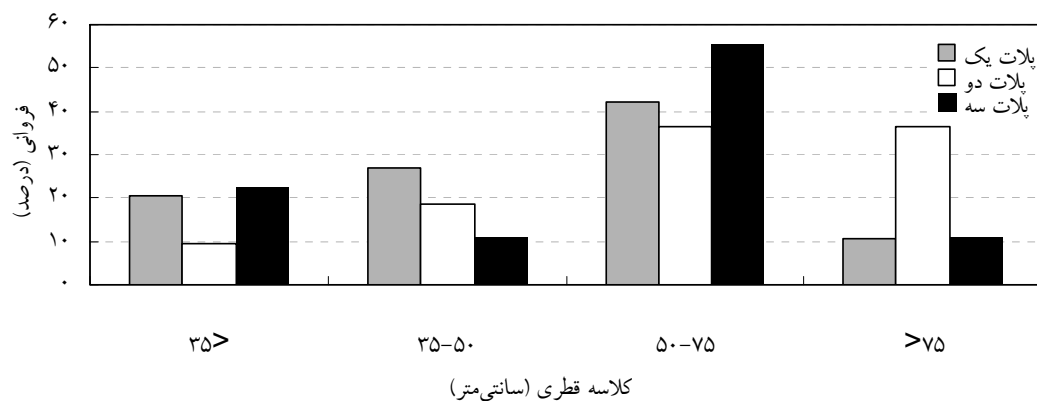
براساس اندازه گیری های انجام شده، از تعداد کل خشکه دارهای اندازه گیری شده، ۵۲/۱ درصد مربوط به

قطر (۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۵).

پوسیدگی یک، دو و سه) بودند (شکل ۴). همچنین بیشترین فراوانی تعداد خشکه‌دار در توده‌های مورد مطالعه در طبقه



شکل ۴- فراوانی خشکه‌دارها در طبقه‌های پوسیدگی



شکل ۵- فراوانی خشکه‌دارها در طبقه‌های قطری در قطعات نمونه یک‌هکتاری

۵۰ سانتی‌متری بود، درحالی‌که بین طبقه‌های قطری ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر و بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

### بحث

با شناخت ترکیب گونه‌ای خشکه‌دارها می‌توان تفاوت‌های میان مراحل مختلف توالی و همچنین تفاوت در نوع و میزان آشوب‌هایی که در گذشته در رویشگاه‌های مورد مطالعه رخ داده است، را بررسی کرد و از آن به‌عنوان راهنما برای دخالت‌های مدیریتی در توده‌های مورد مطالعه استفاده کرد. در مرحله میانی توالی در قطعات مورد مطالعه،

مقایسه میانگین حجم خشکه‌دارها بین گونه‌های درختی نشان داد که در مرحله میانی توالی، میانگین تعداد خشکه‌دارهای گونه‌های مختلف ( $F = 0.324$ ;  $df = 2$ ), نوع یا شکل خشکه‌دار ( $F = 1.16$ ;  $df = 2$ ), و همچنین درجات مختلف پوسیدگی ( $F = 2.52$ ;  $df = 4$ ) اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، درحالی‌که میانگین حجم خشکه‌دارها در طبقه‌های قطری مختلف به شکل معنی‌داری اختلاف داشتند ( $F = 2.14$ ;  $P = 0.098$ ;  $df = 3$ ). حجم خشکه‌دارهای طبقه‌های قطری کمتر از ۳۵ سانتی‌متر و ۳۵ تا ۵۰ سانتی‌متر به شکل معنی‌داری کمتر از حجم خشکه‌دارهای طبقه قطری بیشتر از

دیگری در ارتباط با خشکه‌دارها در توده‌های آمیخته راش-ممرز، حجم خشکه‌دارهای افتاده و سرپا به ترتیب ۶۴ و ۳۶ درصد اندازه‌گیری شد (Sefidi et al., 2008). همچنین براساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌های Zolfeghari (۲۰۰۵)، Habashi (۲۰۰۸) و Kooch و همکاران (۲۰۱۰)، درصد خشکه‌دارهای سرپا و افتاده به ترتیب ۲۶ و ۷۴ درصد، ۲۳ و ۷۷ درصد و ۳۲ و ۶۸ درصد برآورد شد. همه این نتایج با نتایج پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی و شباهت زیادی دارد. نسبت حجم زیاد خشکه‌دارهای افتاده به سرپا نیز نشان‌دهنده پویایی جنگل است که بیان‌کننده سرعت تحول و پوسیده شدن زیاد است. در پژوهش پیش‌رو، بیشتر از نیمی از خشکه‌دارها در درجات پوسیدگی پیشرفته قرار گرفته بودند و حدود ۴۸ درصد دیگر به درجات پوسیدگی ابتدایی اختصاص داشتند. نتایج به‌دست‌آمده از درجات پوسیدگی خشکه‌دارها در این پژوهش مطابق با نتایج Kooch و همکاران (۲۰۱۰) است، اما با نتایج Angers و همکاران (۲۰۰۵) که در جنگل‌های اروپا انجام شد، تفاوت دارد. مقایسه درصد پوسیدگی خشکه‌دارها بین جنگل‌های ایران و اروپا تنها می‌تواند در مورد سرعت تجزیه چوب انواع گونه‌ها صحیح باشد، اما مقایسه فراوانی انواع درصدهای پوسیدگی خشکه‌دارها با توجه به یکسان نبودن شرایط رویشگاهی، نمی‌تواند خیلی کارآمد باشد. تجزیه خشکه‌دار یک فرآیند بسیار پیچیده است و در میان گونه‌های درختی مختلف و شرایط محیطی مختلف فرق می‌کند. پژوهش‌ها نشان داده است که نرخ پوسیدگی خشکه‌دارها در شرایط محیطی مختلف متغیر است، به طوری که نرخ تجزیه خشکه‌دارها از طریق رطوبت و دما اندکی افزایش می‌یابد (Brown et al., 1996; Chambers et al., 2000). بر همین اساس، به نظر می‌رسد که نرخ پوسیدگی خشکه‌دارها در شرایط جنگل‌های هیرکانی با جنگل‌های اروپا متفاوت باشد، به طوری که در جنگل‌های هیرکانی این میزان کمی بیشتر است (Alidadi et al., 2014).

میانگین حجم خشکه‌دارها در طبقه‌های قطری مختلف به

عمده فراوانی خشکه‌دارها مربوط به ممرز بود، درحالی‌که راش فراوانی کمتری داشت. این موضوع از ویژگی‌های مرحله میانی توالی اکولوژیک جنگل ممرز-راشستان است، زیرا در این مرحله درختان سرپای ممرز نسبت به درختان راش فراوانی بیشتری داشتند. همچنین این موضوع می‌تواند به دلیل سرشت اکولوژیکی ممرز و دیرزیستی کمتر این گونه نسبت به راش باشد که موجب مغلوب شدن و در نتیجه مرگ آن شده است (Moridi et al., 2016). مطالعات دیگر در مورد توزیع مکانی و حجم خشکه‌دارها در جنگل‌های مدیریت‌نشده هیرکانی نشان داده است که راش نسبت به ممرز، به‌طور معنی‌داری از فراوانی بیشتری در بین خشکه‌دارها برخوردار بوده است (Amanzadeh et al., 2013). در مطالعه خشکه‌دارهای خرد و درشت در مرحله نهایی توالی در جنگل‌های شمال، راش به‌عنوان گونه غالب در بین خشکه‌دارها معرفی شده است (Sefidi & Marvi, 2013; Mohadjer, 2010; Sefidi et al., 2013). درحالی‌که در پژوهش پیش‌رو در مرحله میانی توالی، ممرز فراوانترین خشکه‌دار بود. از آنجایی که ویژگی‌های ساختاری در میان مراحل تکاملی منحصربه‌فرد هستند (McGee et al., 1999)، این اختلاف امری بدیهی است.

در اکوسیستم‌های جنگلی، وجود انواع مختلف خشکه‌دار می‌تواند به‌عنوان شاخصی از مبدأ پیدایش خشکه‌دار باشد. علاوه بر این، خشکه‌دارها می‌توانند به‌منظور بازتاب مدیریت جنگل و تاریخچه تکامل توده مورد استفاده قرار گیرند. در پژوهش پیش‌رو تعداد خشکه‌دارها حدود پنج درصد و حجم آنها حدود ۱۱ درصد تعداد و حجم توده سرپا را تشکیل می‌دادند (جدول ۳) که از این میان ۶۹ درصد مربوط به خشکه‌دارهای افتاده و ۳۱ درصد مربوط به خشکه‌دارهای سرپا بودند. در پژوهشی در جنگل خیرودکنار، حجم خشکه‌دار سرپا و افتاده به ترتیب ۲۷ و ۷۳ درصد اندازه‌گیری شد (Zolfeghari et al., 2007). همچنین در جنگل‌های مدیریت‌نشده راش در سفارود میزان خشکه‌دارهای سرپا و افتاده به ترتیب ۲۲ و ۷۸ درصد گزارش شد (Amanzadeh et al., 2013). در پژوهش



## References

- Aakala, T., 2010. Coarse woody debris in late-successional *Picea abies* forests in northern Europe: Variability in quantities and models of decay class dynamics. *Forest Ecology and Management*, 260(5): 770-779.
- Alidadi, F., Marvi-Mohadjer, M.R., Etemad, V. and Sefidi, K., 2014. Decay dynamic of beech and hornbeam trees in mixed beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(4): 624-635 (In Persian).
- Amanzadeh, B., Sagheb-Talebi, K., 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(4): 751-765.
- Angers, V.A., Messier, C., Beaudet, M. and Leduc, A., 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec. *Forest Ecology and Management*, 217(2): 275-293.
- Anonymous, 2003. Forest Management Plan of Kheyroud Forest, District No: 3 (Gorazbon). Faculty of Natural Resources, Karaj, University of Tehran, Karaj, 375p (In Persian).
- Botkin, D.B., Sampson, R.N. and Adams, D.L., 1994. Assessing forest ecosystem health in the Inland West. *Journal of Sustainable Forestry*, 2(1-2): 3-10.
- Brown, S., Mo, J., McPherson, J.K. and Bell, D.T., 1996. Decomposition of woody debris in Western Australian forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 26(6): 954-966.
- Chambers, J.Q., Higuchi, N., Schimel, J.P., Ferreira, L.V. and Melack, J.M., 2000. Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. *Oecologia*, 122(3): 380-388.
- Chen, H.Y.H. and Popadiouk, R.V., 2002. Dynamics of North American boreal mixed woods. *Environmental Reviews*, 10(3): 137-166.
- Habashi, H., 2008. Investigation of dead-tree role in the forests of Iran. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, 127p (In Persian).
- Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D.,

شکل معنی‌داری اختلاف داشت. مقایسه ابعاد خشکه‌دارها می‌تواند نشان‌دهنده چگونگی تحول و تکامل توده باشد و نیز آشوب‌های متداول شکل‌گرفته در توده را نشان دهد. در هر سه قطعه‌نمونه، بیشتر خشکه‌دارها در طبقه قطور (۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر) حضور داشتند. خشکه‌دارهای کم‌قطر که نتیجه رقابت درون‌گونه‌ای و حذف درختان از روند تکامل توده به دلیل کمبود نور هستند، به مقدار کمتری مشاهده شدند که اختلاف زیادی در بین قطعات نمونه نشان ندادند، اما خشکه‌دارهای قطور که در نتیجه رسیدن به مرحله دیرزیستی و نیز با توجه به قطر زیاد همراه با باد افتادگی و ریشه‌کنی ایجاد می‌شوند، بیشتر بودند. این مسأله نیز به نوعی نشان‌دهنده پویایی تکامل توده است.

امروزه بحث‌های زیادی در مورد کمیت و کیفیت خشکه‌دارها در اکوسیستم‌های جنگلی طبیعی مطرح است. براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، این فرضیه که خشکه‌دارها در مقادیر زیاد و با تنوع زیادی در جنگل‌های راش حضور دارند، تأیید شد. همچنین حضور زیاد ممرز در میان خشکه‌دارها، سیر تحول توده‌های مورد مطالعه را طی زمان نشان می‌دهد که می‌تواند به شناخت و آگاهی بیشتر از نحوه جایگزینی گونه‌ها در روند تکامل جنگل منجر شود. از آنجایی که جنگل‌های راش دست‌نخورده خیلی کم هستند، جنگل‌های طبیعی راش حفظ‌شده از دخالت انسان برای یک دوره طولانی، مهم‌ترین مرجع برای تدوین شیوه‌نامه‌های منطقه‌ای برای مدیریت خشکه‌دارها هستند. در تدوین برنامه‌های مدیریتی توده‌های راش در طرح‌های جنگل‌داری، باید به فرایند توالی، مراحل مختلف تحولی و حجم مورد انتظار برای خشکه‌دارها از طریق نگهداری میزان خشکه‌دار متناسب با مرحله تکاملی توده، توجه کافی شود و حجم برداشت تنظیم شود تا بهره‌برداری مستمر و پایدار در توده‌ها تضمین شود و روند طبیعی تکامل توده حفظ شود. پژوهش پیش‌رو اختصاص پنج درصد تعداد در هکتار یا معادل حدود ۱۰ درصد حجم توده به خشکه‌دار را تأیید کرد.

- 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, 123p (In Persian).
- Sagheb-Talebi, Kh. and Schütz, J.P., 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) forests in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system. Journal of Forestry Research, 75(4): 465-472.
- 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(1): 7-17.
- 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.
- Sefidi, K., Marvie-Mohadjer, M.R., Zobeyri, 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, 81: 50-58 (In Persian).
- Stachura, K., 2006. Old trees and decaying wood in forest ecosystems of Poland "Old Wood". The Research Project, Published by Polish Society for Protection of Birds in Co-operation with the European Forest Task Force Bird Life Int., Poland, 17p.
- Travaglini, D., Barbati, A., Chirici, G., Lombardi, F., Marchetti, M. and Corona, P., 2007. Forest BIOTA data on deadwood monitoring in Europe. Plant Biosystems, 141(2): 222-230.
- Zolfeghari, E., 2005. Ecological study of dead trees in Beech forests of Iran. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 80p (In Persian).
- Zolfeghari, E., Marvie-Mohajer, M.R. and Namiranian, M., 2007. Impact of dead trees on natural regeneration in forest stands (Chelir district, Kheyroudkenar, Nowshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 234-240 (In Persian).
- Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K. and Cummins, K.W., 1986. Advances in ecological research, Vol. 15, Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. USDA Forest Service, USA, 132p.
- Harmon, M.E. and Sexton, J., 1996. Guidelines for Measurements of Woody Detritus in Forest Ecosystems. US LTER Publication No. 20., U.S. LTER Network Office, University of Washington, College of Forest Resources, Seattle, WA, 73p.
- Kakavand, M., 2014. Composition and structural diversity of mixed beech stand in middle successional stage of old growth forests in the north of Iran. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 114p (In Persian).
- Kooch, Y., Hosseini, S.M., Akbarinia, M., Tabari, M. and Jalili, S.G., 2010. The role of dead tree in regeneration density of mixed beech stand (Case study: Sardabrood forests, Chalous, Mazandaran). Iranian Journal of Forest, 2(2): 93-103 (In Persian).
- Marage, D. and Lemperiere, G., 2005. The management of snags: A comparison in managed and unmanaged ancient forests of the Southern French Alps. Annals of Forest Science, 62(2): 135-142.
- Marvie-Mohadjer, M.R., 2013. Silviculture. University of Tehran Press, Tehran, 419p (In Persian).
- McGee, G.G., Leopold, D.J. and Nyland, R.D., 1999. Structural characteristics of old-growth, maturing, and partially cut northern hardwood forests. Ecological Applications, 9(4): 1316-1329.
- 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 Product, 68(4): 931-943 (In Persian).
- Oikonomakis, N. and Ganatsas, P., 2012. Land cover changes and forest succession trends in site of Natura 2000 network (Elatia forest) in northern Greece. Forest Ecology and Management, 285: 153-163.
- Radu, S., 2006. The ecological role of deadwood in natural forests: 137-141. In: Gafta, D. and Akeroyd, J. (Eds.). Nature Conservation. Springer, Berlin, 460p.

## Quantity and quality of deadwood in the mid-successional stage in oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands (Case study: Kheyrood forest, Nowshahr)

M. Kakavand<sup>1\*</sup>, M.R. Marvi-Mohadjer<sup>2</sup>, Kh. Sagheb-Talebi<sup>3</sup>, K. Sefidi<sup>4</sup>, M. Moridi<sup>5</sup> and P. Abbasian<sup>6</sup>

1\* - Corresponding author, M.Sc. Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

E-mail: mahdikakavand@alumni.ut.ac.ir

2- Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

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

5- Ph.D. Student Forestry, Islamic Azad University, Science and Research Branch and member of Young Researchers and Elite Club, Tehran, Iran

6- Ph.D. Student Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 23.02.2015

Accepted: 10.05.2015

### Abstract

Deadwood is widely recognized as an extremely important structural and functional component of forest communities. Therefore, understanding its role and dynamics are important to improve forest management strategies in both managed and unmanaged forests. The aim of this study was to analyze the qualitative and quantitative characteristics of dead trees in the mid-succession stage in intact mixed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests of Kheyrood, Mazandaran province. Three one-ha sample plots were laid out in compartment 310 of Gorazbon district, in which a number of quantitative (diameter at breast height  $\geq 7.5$ cm and height) and qualitative (species, type of deadwood (log or snag) and decay class) characteristics were recorded. Our results indicated the mean volume of deadwood of  $37.8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . In addition, common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) possessed the highest frequency (64%) of the deadwood among the species. The frequency and volume proportions of logs were 74.7% and 69.3%, respectively, and the maximum amount of deadwood was observed in the large timber size (50-75 cm). As conclusion, forest management planning should pass an adequate attention to succession stage and the amount of deadwood to guarantee the health, long lasting productivity and sustainability of forest ecosystem.

**Keywords:** Beech, deadwood, hornbeam, succession, stand.