

## مشخصات کمی و کیفی خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی توده‌های آمیخته راش (پژوهش موردی: جنگل خیرود نوشهر)

مرتضی مریدی<sup>۱\*</sup>، وحید اعتماد<sup>۲</sup>، مهدی کاکاوند<sup>۳</sup>، خسرو ثاقب‌طالبی<sup>۴</sup> و الهه علی‌بابایی عمران<sup>۳</sup>

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

پست الکترونیک: [morteza.moridie@yahoo.com](mailto:morteza.moridie@yahoo.com)

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

۳- کارشناس ارشد جنگلداری، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۳/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۹/۳۰

### چکیده

خشکه‌دارها نقش مهمی در پویایی اکوسیستم‌های جنگلی بر عهده دارند. آگاهی از ویژگی‌های کمی و کیفی خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی می‌تواند در تدوین راهکارهای مدیریتی همگام با طبیعت توده‌های طبیعی و مدیریت نشده راهگشا باشد. پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی خشکه‌دارها به‌عنوان شاخص‌هایی از مراحل تحولی توده در پارسل‌های ۳۱۷ و ۳۱۸ بخش گرازین از جنگل‌های کمتر دست‌خورده خیرود انجام شد. سه قطعه نمونه یک هکتاری که هر کدام در یکی از مراحل تحولی اولیه، بلوغ و پوسیدگی قرار گرفته بودند، انتخاب شدند و آماربرداری صددرصد از مشخصه‌های خشکه‌دارها شامل قطر و ارتفاع یا طول با قطر بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر و مشخصات کیفی شامل شکل و درجه پوسیدگی انجام شد. نتایج نشان داد که خشکه‌دارها دارای تفاوت‌هایی از نظر تعداد در هکتار، حجم، نوع و اندازه در سه مرحله بودند. خشکه‌دارهای افتاده در مرحله اولیه و مرحله پوسیدگی فراوانی بیشتری نسبت به خشکه‌دارهای سرپا به‌خود اختصاص دادند، در حالی‌که در مرحله بلوغ عکس آن بود. بیشترین و کمترین حجم خشکه‌دار به‌ترتیب در مرحله اولیه و بلوغ مشاهده شد. در هر سه مرحله بیشترین حجم خشکه‌دار در راش مشاهده شد. مرحله بلوغ بیشترین فراوانی خشکه‌دار را به‌خود اختصاص داد، اما تمام خشکه‌دارها در این مرحله در طبقه قطری کمتر از ۳۵ سانتی‌متر قرار گرفتند. بیشتر خشکه‌دارها در مرحله اولیه در درجات پوسیدگی پیشرفته قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: توده، خشکه‌دار، خصوصیات کمی، راش، مراحل تحولی.

### مقدمه

با توجه به آشیان اکولوژیک متفاوت گونه‌های درختی شکل می‌گیرد که نتیجه این روند بر ساختار جنگل و حتی بخش زنده همراه با آن نمود پیدا می‌کند (Gadow et al., 2012). پویایی توده‌های جنگلی شامل مطالعه تغییرات ساختار توده

در طی فرآیند تحول توده‌های جنگلی، کنش‌های مختلفی نظیر رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای بین درختان داخل توده و نیز بین درختان و محیط فیزیکی پیرامون آنها

خشکه‌دارها نقش مهمی در عملکرد اکوسیستم‌های جنگلی بازی می‌کنند، در حالی که کمبود آنها یکی از عامل‌های مهم در کاهش تنوع زیستی جنگل مطرح شده است (Harmon *et al.*, 1986; Siitonen, 2001). خشکه‌دارها نقش‌های متعددی در عملکردهای حیاتی اکوسیستم بر عهده دارند (Franklin *et al.*, 1987). از آنجا که خشکه‌دارها ممکن است برای صدها سال باقی بمانند، می‌توانند اکوسیستم‌ها را تا زمانی که درختان در حیات به سر می‌برند، تحت تأثیر قرار دهند (McFee & Stone, 1966; Triska & Cromack, 1980). خشکه‌دارها فرسایش را کاهش می‌دهند و بر توسعه پوشش گیاهی اثر می‌گذارند؛ عناصر غذایی و آب را ذخیره می‌کنند؛ منبع اصلی عناصر تغذیه‌ای و انرژی هستند؛ به‌عنوان بستر بذر برای گیاهان بکار می‌روند و زیستگاه اصلی برای میکروب‌ها، بی‌مهرگان و مهره‌داران می‌باشند (Swanson & Lienkaemper, 1978; Franklin *et al.*, 1981; Frankland *et al.*, 1982; Harmon *et al.*, 1986).

در دهه‌های اخیر، کمیت و کیفیت خشکه‌دارها در برخی کشورها به‌طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است و یک بینش منحصر به فردی از خشکه‌دارها برای ارزیابی روابط داخلی توده‌ها به‌وسیله گروهی از خصوصیات خشکه‌دارها شامل مقدار خشکه‌دار، شکل خشکه‌دار، طبقه قطری و طبقه پوسیدگی توسعه یافته است که از این جهت می‌تواند ویژگی‌های توده موجود و توده قبلی را مطابق با برخی از اندازه‌های شناخته‌شده، منعکس نماید. در جنگل‌های اروپا اختلافات در میزان خشکه‌دارها بین جنگل‌های مدیریت شده و مدیریت نشده بارها بررسی شده است و در حال حاضر مقدار آن به‌نسبت خوب در توده‌های جنگلی تعیین شده است (Lombardi *et al.*, 2008).

اندازه‌گیری ویژگی‌های کمی و کیفی خشکه‌دارها بستر لازم را برای افزایش دانش بشر در مورد حجم، ساختار و پراکنش مکانی خشکه‌دارها در اکوسیستم فراهم می‌کند. مقدار و ساختار خشکه‌دارها ممکن است توسط موقعیت جغرافیایی، سن توده، مرحله تحولی، نوع جنگل، ترکیب گونه‌ها و نرخ تجزیه تحت تأثیر قرار گیرد (Green &

جنگلی در طول زمان است که شامل رفتار و وضعیت توده جنگلی در طی بروز و پس از آشوب‌های موجود است (Ford-Robertson, 1971). مطالعه پویایی در اکوسیستم‌های جنگلی به‌منظور گسترش جنگلداری پایدار و راهکارهای مناسب مدیریتی به‌طور جدی لازم به‌نظر می‌رسد (Oikonomakis & Ganatsas, 2012).

به‌طور کلی، مراحل تحولی با استفاده از یک سری از معیارهای ساختاری همانند ترکیب گونه‌ای، توزیع گونه‌ها، میزان انبوهی تاج‌پوشش، ساختار افقی و عمودی توده، سلامت جنگل و نرخ مرگ و میر درختان به مراحل و فازهای مختلف دسته‌بندی می‌شود (Hassani & Amani, 2009). در این میان مهمترین معیارها عبارتند از (۱): توزیع قطری درختان زنده و اندازه‌گیری‌های دقیق در ارتباط با تراکم درختان، نسبت درختان در آشکوب‌های مختلف، طبقه‌های مختلف قطری و حجم سرپا، (۲): حضور روشنه‌ها و زادآوری و (۳) حضور خشکه‌دار و توزیع آن در میان طبقه‌های مختلف قطری و یا مراحل توالی (Akhavan *et al.*, 2012). بر این اساس در جنگل‌های راش اروپا مراحل و فازهای مختلفی شناسایی شده‌اند (Korpel, 1982). مطالعات Korpel (۱۹۸۲) در جنگل‌های ارتفاعات کارپات در اروپا نشان داد که در توده‌های طبیعی راش، سه مرحله تحولی اصلی قابل تفکیک است که شامل مراحل صعود، ایتیمال (بلوغ) و پوسیدگی می‌باشند. مطالعه جنگل‌های بکر در ایران با مطالعات Sagheb-Talebi و همکاران در دهه ۸۰ شمسی آغاز شد (Sagheb-Talebi *et al.*, 2004). در این مطالعات اغلب مراحل سه‌گانه معرفی شده توسط Korpel ملاک عمل قرار گرفته است (Sagheb-Talebi *et al.*, 2005; Sagheb-Talebi *et al.*, 2012).

یکی از مشخصه‌های مهم ساختاری در توده‌های طبیعی خشکه‌دارها هستند که آگاهی از ویژگی‌های آنها متخصصان جنگل را در شناخت هرچه بهتر مراحل و فازهای تحولی کمک می‌کند. خشکه‌دارها نقش حیاتی در حاصلخیزی جنگل، چرخه نیتروژن، ذخیره کربن، زادآوری، ثبات ژئومورفولوژیکی و تنوع زیستی بازی می‌کنند. همچنین

شاخص‌های سابقه مدیریتی، عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی، تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی، از جنگل‌های کمتر دست‌خورده بخش گرازبن، پارسل‌های شماره ۳۱۷ و ۳۱۸ برای پژوهش پیش‌رو انتخاب شدند. به‌منظور مطالعه خشکه‌دارها در سه مرحله تحولی اصلی، اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق با استفاده از سه قطعه‌نمونه یک هکتاری به شکل مربع که هر کدام در یکی از مراحل تحولی اولیه، بلوغ و پوسیدگی جنگل قرار گرفته بودند، جمع‌آوری شد. شناخت این مراحل با استفاده از تجربیات و با انجام جنگل‌گردشی‌های متعدد و همچنین تعاریف موجود ویژگی‌های ساختاری مراحل اولیه، ایتال (بلوغ) و پوسیدگی، انجام شد (Korpel, 1995; Delfan-Abazari et al., 2004; Sagheb-Talebi et al., 2005; Mattaji & Sagheb-Talebi, 2007). در انتخاب این سه قطعه‌نمونه علاوه بر در نظر گرفتن مراحل تحولی سعی شد که هر سه قطعه‌نمونه از نظر خاک، اقلیم و عامل‌های توپوگرافی دارای شرایط یکسانی باشند، بنابراین تنها تفاوت از نظر مرحله تحولی توده بود و سایر عامل‌ها در ساختار سه قطعه‌نمونه نقشی نداشتند.

با توجه به تحقیقات به‌نسبت مشابهی که در زمینه سیمای ظاهری توده‌های طبیعی و چرخه توالی انجام شده است، بهترین ابعاد قطعه‌نمونه برای بررسی ساختار ۰/۷۵ تا یک هکتار توصیه شده است (Korpel, 1982, 1995; Fallah et al., 2000; Sagheb-Talebi & Schütz, 2002; Delfan-Abazari et al., 2004; Eslami et al., 2007). در قطعات نمونه یک هکتاری، تمامی خشکه‌دارها با قطر برابر سینه حداقل ۷/۵ سانتی‌متر در خشکه‌دارهای سرپا و قطر میانه ۷/۵ سانتی‌متر در خشکه‌دارهای افتاده به روش آماربرداری صددرصد اندازه‌گیری شدند (Sagheb-Talebi & Schütz, 2010a; Sefidi & Marvie-Mohdajer, 2002). برای برآورد حجم خشکه‌دارهای سرپا، قطر برابر سینه و در خشکه‌دارهای افتاده، سه قطر ابتدایی، میانی و انتهایی با خط‌کش دوبازو تا دقت میلی‌متر و طول برای برآورد حجم اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع در

(Peterken, 1997; Fridman & Walheim, 2000). اختلافات مشخصات خشکه‌دارها به‌ویژه در ارتباط با سن، ساختار، حاصلخیزی، آشوب‌های طبیعی و سابقه مدیریت توده می‌باشد. برخی از کشورها درحال معرفی برنامه‌های هدفمند بلند مدت افزایش حجم خشکه‌دارها هستند، که از آن جمله می‌توان سوئد را مثال زد که در طی ۱۰ سال حجم خشکه‌دار را بیشتر از ۴۰ درصد افزایش داده است (Ekbohm et al., 2006). زمینه‌های مطالعاتی دیگر از این نوع تحقیقات مانند ایجاد کنده‌های بلند، حفظ درختان باد افتاده و یا درختان در حال مرگ طبیعی، خراش دستی در قطع یکسره برای جلوگیری از تخریب خشکه‌دارها، طولانی کردن دوره چرخش، روش‌های مختلف افزایش حجم خشکه‌دار در جنگل‌های مدیریت شده را دربر می‌گیرند (Larsson & Danell, 2001; Ranius et al., 2005).

در جنگل‌های شمال کشور در پژوهش‌های مختلفی اهمیت خشکه‌دارها بر فرآیند زادآوری و حفظ تنوع زیستی مورد تأکید قرار گرفته است (Zolfaghari et al., 2007; Sefidi & Marvie-Mohadjer, 2009, 2010b). با این وجود هنوز اطلاعات در این زمینه اندک است و هیچ‌کدام از پژوهش‌ها به بررسی خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی به‌طور خاص نپرداخته‌اند. مراحل تحولی توده اغلب برای توصیف پویایی جنگل‌های معتدله مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی خصوصیات کمی و کیفی خشکه‌دارها به‌عنوان یکی از شاخص‌های ساختاری در مراحل تحولی اولیه، بلوغ و پوسیدگی از جنگل‌های کمتر دست‌خورده هیرکانی با تأکید بر نوع و میزان خشکه‌دارها در توده می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه در جنگل آموزشی-پژوهشی خیرود واقع در هفت کیلومتری شرق نوشهر بین ۲۷° ۳۶' و ۴۰' ۳۶° عرض شمالی و ۳۲° ۵۱' و ۴۳° ۵۱' طول شرقی واقع شده‌اند. (Anonymous, 2003). با توجه به

پوسیدگی درون‌چوب آشکار است و در بیشتر موارد پوست درخت دیده و جوانه‌ها دیده نمی‌شوند، (۳) پوسیدگی درجه سه؛ درون‌چوب و پوست درخت به‌طور کامل پوسیده شده است، سرشاخه‌ها کنده شده‌اند و به آسانی با ضربه به‌حالت پودری در می‌آیند و (۴) پوسیدگی درجه چهار: درون‌چوب و پوست به‌طور کامل پوسیده شده‌اند، در برخی موارد درخت کاملاً به خاک تبدیل شده و پوشش علفی به‌طور کامل مستقر شده است (Sefidi & Marvie-Mohadjer, 2010a). علاوه‌براین، خشکه‌دارها به چهار طبقه قطری کوچکتر از ۳۵، ۳۵ تا ۵۰، ۵۰ تا ۷۵ و بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر به‌ترتیب طبقه کم‌قطر، میان‌قطر، قطور و خیلی قطور طبقه‌بندی شدند (Sagheb-Talebi, 2014).

### نتایج

مشخصات کمی اندازه‌گیری شده سه قطعه‌نمونه یک هکتاری در جدول ۱ ارائه شده است.

خشکه‌دارهای سرپا از دستگاه ورتکس با دقت دسی‌متر استفاده شد و برای خشکه‌دارهای افتاده، طول خشکه‌دار با متر نواری و دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای برآورد حجم خشکه‌دارها از فرمول Newton (رابطه ۱) استفاده شد (Harmon & Sexton, 1996):

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

که در آن:  $V$ ، حجم خشکه‌دار به متر مکعب،  $L$  طول خشکه‌دار و  $A_t$ ،  $A_m$  و  $A_b$  به‌ترتیب مساحت‌های سطح مقطع در انتها، میانه و ابتدای تنه افتاده می‌باشند.

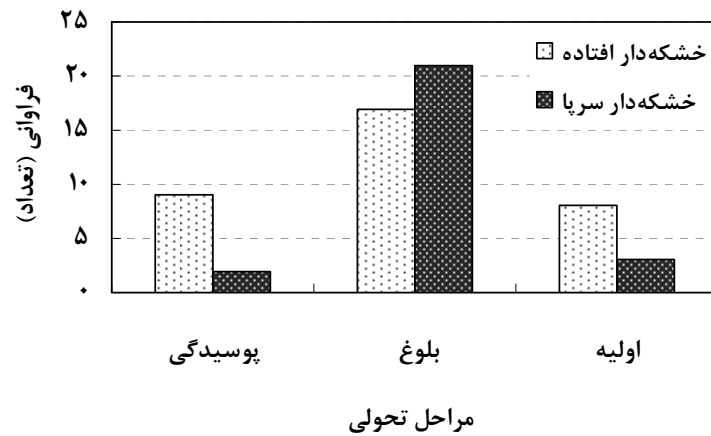
در اندازه‌گیری خشکه‌دارها ابتدا نوع گونه مشخص شد و سپس خشکه‌دارها بر حسب میزان پوسیدگی در یکی از طبقه‌های پوسیدگی بدین شرح طبقه‌بندی شدند: (۱) پوسیدگی درجه یک: درخت تازه افتاده، پوست و چوب درخت قابل تشخیص است و گاهی اوقات جوانه رشد یک سال اخیر روی آن دیده می‌شود، (۲) پوسیدگی درجه دو:

جدول ۱- مشخصات کمی قطعات نمونه یک هکتاری در مراحل مختلف تحولی

مرحله تحولی	تعداد در هکتار (اصلی)	تعداد در هکتار (خشکه‌دار اصلی)	حجم در هکتار (متر مکعب)	حجم در هکتار (خشکه‌دار (متر مکعب)	نسبت تعداد درختان خشک به سرپا (%)	نسبت حجم درختان خشک به سرپا (%)
اولیه	۳۴۲	۱۱	۵۲۱	۳۰/۸	۳/۲	۵/۹
بلوغ	۴۳۶	۳۸	۵۴۶	۴/۸	۸/۳	۰/۹
پوسیدگی	۱۵۴	۱۱	۴۸۷	۱۹/۶	۷/۱	۴

مرحله اولیه و پوسیدگی خشکه‌دارهای افتاده فراوانی بیشتری نسبت به خشکه‌دارهای سرپا به‌خود اختصاص دادند، این در حالی است که در مرحله بلوغ تعداد خشکه‌دارهای سرپا فراوانی بیشتری نسبت به خشکه‌دارهای افتاده داشتند (شکل ۱).

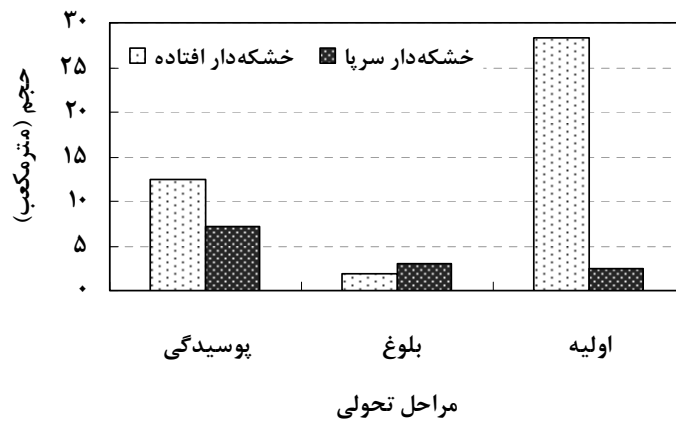
براساس نتایج به‌دست‌آمده، خشکه‌دارها دارای اختلافاتی از نظر تعداد در هکتار، حجم، نوع و اندازه در سه مرحله بودند. به‌طور کلی در مرحله اولیه، بلوغ و پوسیدگی به‌ترتیب ۱۱، ۳۸ و ۱۱ اصله خشکه‌دار از گونه‌های راش، توسکا، بلندمازو و ممرز شناسایی و اندازه‌گیری شد. در



شکل ۱- فرآوانی خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی در قطعات نمونه یک هکتاری

بیشتری نسبت به خشکه‌دارهای افتاده داشتند، در حالی که در مرحله اولیه و پوسیدگی خشکه‌دارهای افتاده حجم بیشتری نسبت به خشکه‌دارهای سرپا به خود اختصاص دادند (شکل ۲).

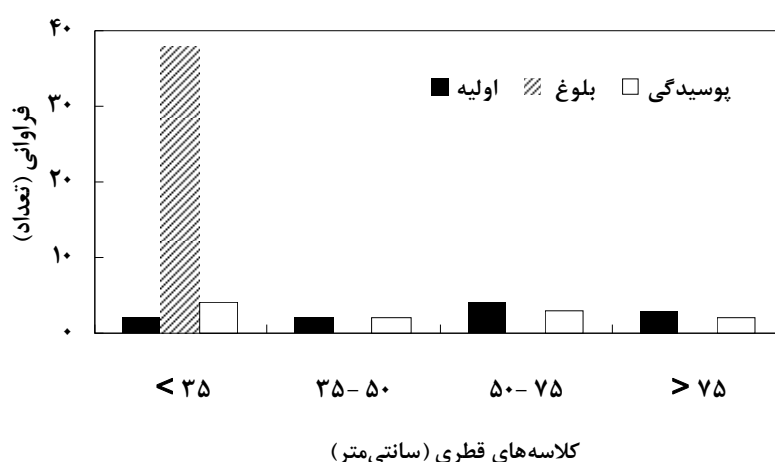
حجم خشکه‌دارهای افتاده برای مراحل تحولی اولیه، بلوغ و پوسیدگی به ترتیب  $۲۸/۳$ ،  $۱/۸۵$  و  $۱۲/۴$  مترمکعب در هکتار و حجم خشکه‌دارهای سرپا برای مراحل تحولی فوق به ترتیب  $۲/۵$ ،  $۷/۲$  و  $۲/۹۵$  مترمکعب در هکتار محاسبه شد. در مرحله بلوغ خشکه‌دارهای سرپا حجم



شکل ۲- حجم خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی در قطعات نمونه یک هکتاری

مشاهده نشد. علاوه بر این بیشترین فرآوانی تعداد در طبقه‌های قطری در مرحله اولیه، در طبقه قطری ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر بود (شکل ۳).

بیشترین فرآوانی تعداد در طبقه‌های قطری در مرحله بلوغ و پوسیدگی در طبقه قطری کوچکتر از ۳۵ سانتی‌متر مشاهده شد. لازم به ذکر است که در مرحله بلوغ، هیچ خشکه‌داری در طبقه‌های قطری بزرگتر از ۳۵ سانتی‌متری



شکل ۳- فراوانی تعداد در طبقه‌های قطری خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی در قطعات نمونه یک هکتاری

بلندمازو، پلت و توسکای بیلاقی بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در مراحل اولیه و پوسیدگی فراوانی راش بیشتر از سایر گونه‌ها است، این در حالی است که در مرحله بلوغ تعداد خشکه‌دارهای ممرز در مقایسه با راش بیشتر می‌باشد.

براساس نتایج به دست آمده راش بیشترین حجم در هکتار خشکه‌دار را در هر سه قطعه نمونه به خود اختصاص داد. جدول ۲ تعداد و حجم خشکه‌دارها را به تفکیک گونه در مراحل مختلف تحولی نشان می‌دهد. سایر گونه‌ها شامل

جدول ۲- تعداد و حجم خشکه‌دارهای سرپا و افتاده در مراحل مختلف تحولی به تفکیک گونه

مرحله تحولی	گونه	حجم خشکه‌دار (متر مکعب)		تعداد خشکه‌دار	
		سرپا	افتاده	سرپا	افتاده
اولیه	راش	۲/۰۵	۱۶/۲۰	۲	۵
	ممرز	۰/۴۲	۰/۷۳	۱	۱
	سایر گونه‌ها	-	۱۱/۴۱	-	۲
بلوغ	راش	۰/۷۶	۱/۲۰	۷	۱۰
	ممرز	۱/۵۲	۰/۴۱	۱۲	۶
	سایر گونه‌ها	۰/۶۷	۰/۲۴	۲	۱
پوسیدگی	راش	۷/۲	۵/۶۷	۲	۷
	ممرز	-	۰/۱۸	-	۱
	سایر گونه‌ها	-	۶/۵۵	-	۱

پوسیدگی، بیشتر خشکه‌دارها دارای درجات پوسیدگی متوسط (درجه پوسیدگی دو و سه) بودند. همچنین حجم خشکه‌دارها در درجات پوسیدگی مختلف نیز در مراحل تکاملی متفاوت بود.

جدول ۳ تعداد خشکه‌دارها در طبقات پوسیدگی مختلف را در مراحل تحولی نشان می‌دهد. در مرحله اولیه بیشتر خشکه‌دارها به درجات پوسیدگی پیشرفته (درجه پوسیدگی سه و چهار) تعلق داشتند، در حالی که در مرحله بلوغ و

جدول ۳- فراوانی خشکه‌دارها در مراحل تحولی در طبقات پوسیدگی مختلف به درصد

مرحله تحولی	درجه پوسیدگی			
	یک	دو	سه	چهار
اولیه	۰	۱۸/۲	۳۶/۴	۴۵/۴
بلوغ	۱۰/۵	۴۷/۴	۳۱/۶	۱۰/۵
پوسیدگی	۹/۱	۵۴/۵	۲۷/۳	۹/۱

خشکه‌دارها در راش و سایر گونه‌ها در مراحل تحولی مختلف اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند. از نظر کیفیت، خشکه‌دارهای دارای درجه پوسیدگی سه اختلاف معنی‌داری نداشتند، درحالی‌که در درجات پوسیدگی یک، دو و چهار اختلاف معنی‌داری بین سه گروه وجود داشت.

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین حجم، گونه و کیفیت خشکه‌دارها را در مراحل تحولی مختلف نشان می‌دهد. مقایسه میانگین حجم خشکه‌دارها در سه مرحله تکاملی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سه گروه وجود داشت ( $F=20/76, P<0/001$ ). همچنین حجم

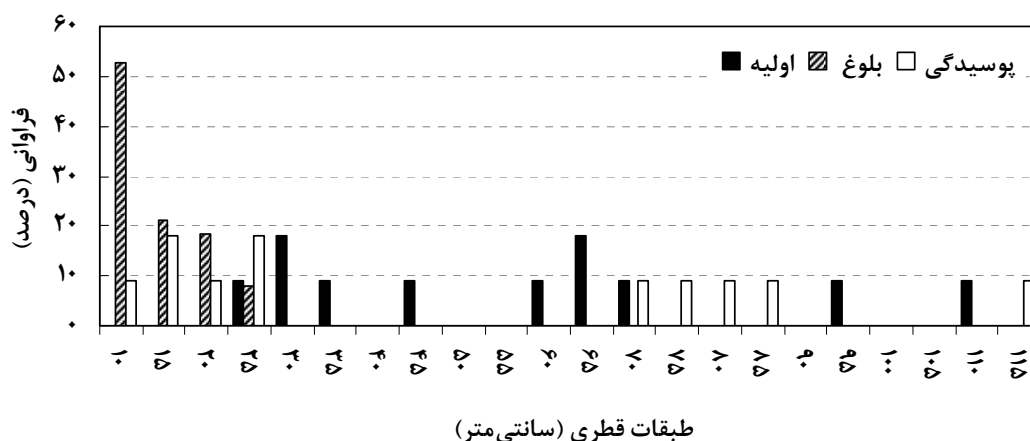
جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین حجم، گونه و کیفیت خشکه‌دارها در مراحل تحولی مختلف در جنگل خیرود

مشخصه	درجه آزادی	F	معنی‌داری
گونه	۲	۶/۲۶	۰/۰۰۶**
	۲	۰/۴۷	۰/۶۴۰ <sup>ns</sup>
	۲	۳۲/۱۶	۰/۰۰۰**
کیفیت	۲	۷/۴۱	۰/۰۰۵**
	۲	۵/۹۶	۰/۰۰۷**
	۲	۲/۶۷	۰/۰۹۳ <sup>ns</sup>
	۲	۱۱/۵۸	۰/۰۰۰**
حجم کل	۲	۲۰/۷۶	۰/۰۰۰**

\*\* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ <sup>ns</sup> غیر معنی‌دار

مشاهده می‌شود، در مرحله بلوغ، خشکه‌دارها تنها در طبقات ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متری حضور دارند.

شکل ۴ درصد فراوانی خشکه‌دارها در طبقات قطری در مراحل مختلف تحولی را نشان می‌دهد. همان‌طور که



شکل ۴- درصد فراوانی خشکه‌دارها در طبقات قطری در مراحل مختلف تحولی

## بحث

براساس نتایج به دست آمده از پژوهش پیش رو، مرحله بلوغ بیشترین فراوانی خشکه‌دار را در بین سه مرحله به خود اختصاص داد. این موضوع می‌تواند به دلیل تراکم زیاد توده و همچنین بسته بودن تاج پوشش درختان در این مرحله باشد که منجر به رقابت زیاد گونه‌های درختی برای کسب نور و عناصر غذایی می‌شود. رقابت زیاد، مرگ و میر تعداد زیادی از درختان را در این مرحله به همراه داشته است. نتایج به دست آمده با نتایج Parhizkar و همکاران (۲۰۱۱) مشابه است که دلیل خشک شدن پایه‌های کم قطر را در مرحله اپتیمال (مرحله بلوغ)، رقابت ریشه‌ای پایه‌های کم قطر با پایه‌های میان قطر و قطور و مغلوب شدن آنها در دریافت نور بیان کرده‌اند. علاوه بر این، Moridi و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی مرگ و میر درختان در فاز کاهش پایه‌ها، به این نتیجه رسیدند که به دلیل تراکم زیاد درختان در این فاز و در نتیجه رقابت شدید ریشه‌ها به منظور کسب مواد غذایی و همچنین رقابت شدید نوری به دلیل یک‌آشکوبه بودن توده، بخش قابل توجهی از پایه‌ها در اثر رقابت در طول زمان حذف می‌شوند.

در پژوهش پیش رو در مرحله بلوغ برخلاف مراحل اولیه و پوسیدگی، فراوانی خشکه‌دارهای سرپا در مقایسه با

خشکه‌دار افتاده بیشتر بود. همچنین در این مرحله تعداد خشکه‌دارهای ممرز نسبت به راش به خصوص در خشکه‌دارهای سرپا بیشتر بود. این امر به دلیل نیاز نوری بیشتر ممرز و عدم دریافت نور کافی در اثر تراکم زیاد توده و در نتیجه حذف درختان ممرز در اثر رقابت نوری می‌باشد. این موضوع می‌تواند بیان‌کننده این نکته باشد که در این مرحله راش به عنوان گونه غالب در آشکوب بالا قرار می‌گیرد و با سایه‌اندازی بر روی ممرز منجر به حذف آن از توده می‌شود. Moridi و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای که در جنگل‌های خیرود در فاز کاهش پایه‌ها داشتند، نتایج مشابهی گزارش کردند و بیشتر خشکه‌دارهای سرپا به ممرز اختصاص داشت.

بیشترین و کمترین میزان حجم در هکتار خشکه‌دار به ترتیب در مرحله اولیه و بلوغ مشاهده شد که در مرحله اولیه بیشتر این حجم در خشکه‌دارهای افتاده بود. این موضوع بیانگر این است که در مراحل ابتدایی تحول توده‌های راش به دلیل آشوب‌های درونی و نیز وجود درختان قطور باقی‌مانده از مرحله تحولی قبلی و در نتیجه افتادن آنها، حجم خشکه‌دار در این مرحله بسیار زیاد می‌شود. حجم خشکه‌دار در مرحله اولیه بیشتر از مرحله پوسیدگی بود. دلیل این موضوع حضور دو خشکه‌دار بسیار



تجزیه و اندازه خشکه‌دار پیدا کردند. در مرحله بلوغ و پوسیدگی بیشتر خشکه‌دارها در درجات پوسیدگی متوسط قرار گرفتند که علت آن حضور خشکه‌دارهایی است که در اثر رقابت نوری و رسیدن به پایان عمر فیزیولوژیک و دیرزیستی، به‌تازگی و در زمان نه چندان طولانی وارد این مراحل در روند تحول توده شده‌اند و این عامل سبب شده است که همواره مقداری خشکه‌دار در حال پوسیدن در کف جنگل در این مراحل مشاهده شود. همچنین Mackensen و همکاران (۲۰۰۳) فاکتورهای دما و بارندگی را به‌عنوان عامل‌های مؤثر بر نرخ پوسیدگی معرفی کردند. مقایسه درصد پوسیدگی خشکه‌دارها در جنگل‌های ایران نشان داده است که چوب ممرز نسبت به چوب راش با سرعت بیشتری تجزیه می‌شود (Alidadi et al., 2014).

بیشتر پژوهش‌های پیشین بر فرآیند زادآوری و حفظ تنوع زیستی جنگل پرداخته‌اند و پژوهش پیش‌رو اولین تحقیقی است که مراحل مختلف تحولی را در ارتباط با خصوصیات کمی خشکه‌دارها بررسی کرده است. در تدوین برنامه‌های مدیریتی توده‌های راش در طرح‌های جنگل‌داری باید توجه کافی به فرآیند تحول توده‌های جنگلی بشود و حجم برداشت خشکه‌دارها متناسب با مرحله تحولی توده تنظیم شود تا دخالت‌های انجام شده در راستای روند طبیعی تحول توده‌ها، با کمترین انحراف از طبیعت باشد. براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، مشخصات کمی و کیفی خشکه‌دارها در مراحل تحولی مختلف اختلاف زیادی داشتند. حجم خشکه‌دار در مرحله بلوغ در مقایسه با دو مرحله دیگر بسیار کمتر بود که اقداماتی نظیر تنک کردن می‌تواند به بهبود وضعیت پراکنش تعداد درختان در این گونه توده‌ها کمک کند. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌تواند در مدیریت همگام با طبیعت جنگل‌های شمال مورد استفاده قرار گیرد و پایه و اساس تحقیقات بعدی در این زمینه شود.

## References

- Akhavan, R., Sagheb-Talebi, K., Zenner, E.K. and Safavimanesh, F., 2012. Spatial patterns in

قطور در توده مورد مطالعه در مرحله اولیه بود. در مرحله پوسیدگی نیز حجم خشکه‌دارها زیاد بود. در واقع درختان با رسیدن به مرحله دیرزیستی به‌شدت توسط آشوب‌های محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در نتیجه دچار پوسیدگی و به‌دنبال آن خشک شدن می‌شوند و با توجه به ابعاد بزرگی که دارند، حجم زیادی را نیز به‌خود اختصاص می‌دهند. این در حالی است که در مرحله بلوغ، خشکه‌دارها به‌رغم اینکه فراوانی بسیار بیشتری نسبت به دو مرحله دیگر داشتند، حجم بسیار کمی را به‌خود اختصاص دادند که با نتایج Sefidi و Marvie-Mohadjer (۲۰۱۰b) و Parhizkar و همکاران (۲۰۱۱) در راشستان‌های طبیعی کلاردشت شباهت دارد. این موضوع به‌دلیل قطر کم درختان خشک در این مرحله است که ناشی از تنک شدن طبیعی درختان است. مقدار خشکه‌دار در مراحل اولیه و پوسیدگی با یکدیگر متفاوت است، ولیکن اختلاف زیادی با هم ندارند. Yan و همکاران (۲۰۰۷) نتایج مشابهی در جنگل‌های چین گزارش کردند. در هر سه قطعه‌نمونه بیشترین حجم خشکه‌دار در گونه راش مشاهده می‌شود. این امر می‌تواند به‌دلیل ابعاد درختان خشک شده و پرحجم بودن راش نسبت به سایر گونه‌ها باشد. علاوه‌براین تفاوت در نوع گونه‌های درختی در مناطق مختلف نیز می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر حجم خشکه‌دار موجود در جنگل‌ها داشته باشد (Tinker & Knight, 2001).

بیشتر خشکه‌دارها در مرحله اولیه در درجات پوسیدگی پیشرفته قرار داشتند. این می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که در روند تحول توده و در مرحله اولیه، بیشتر درختان قطور و افتاده ناشی از مرحله قبل هستند که وارد حجم خشک توده می‌شوند و با توجه به قطر زیادی که دارند، به‌کندی تجزیه شده و از توده حذف می‌شوند و به مراحل پیشرفته‌تر پوسیدگی می‌رسند. دیدگاه‌های مختلفی در رابطه با اندازه خشکه‌دار و میزان تجزیه وجود دارد. ارتباط بین نرخ پوسیدگی و خشکه‌دار در بسیاری از مطالعات مورد توجه قرار گرفته است. Erickson و همکاران (۱۹۸۵) و Edmonds و همکاران (۱۹۸۶) ارتباط معنی‌داری بین نرخ

- Frankland, J.C., Hedger, J.N. and Swift, M.J., 1982. Decomposer Basidiomycetes-Their Biology and Ecology. Cambridge University Press, Cambridge, 355p.
- Franklin, J.F., Kermit C.Jr., William, D., Arthur, M., Chris, M., James, S., Fred, S. and Glen, J., 1981. Ecological characteristics of old-growth Douglas fir forests. General Technical Report, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest Experiment Station: Portland, 48p.
- Franklin, J.F., Shugart, H.H. and Harmon, M.E., 1987. Tree death as an ecological process. *BioScience*, 37(8): 550-556.
- Fridman, J. and Walheim, M., 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 131(1): 23-36.
- Gadow, K.V., Zhang, C.Y., Wehenkel, C., Pommerening, A., Corral-Rivas, J., Korol, M., Myklush, S., Hui, G.Y., Kiviste, A. and Zhao, X.H., 2012. Forest structure and diversity, 29-83. In: Pukkala, T. and Gadow, K.V. (Eds.). *Continuous Cover Forestry*. 2nd edition, *Managing Forest Ecosystem* 23. Springer, Dordrecht, 296p.
- Green, P. and Peterken, G.F., 1997. Variation in the amount of dead woodlands in the woodlands of the Lower Wye Valley, UK in relation to the intensity of management. *Forest Ecology and Management*, 98(3): 229-238.
- Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K. and Cummins, K.W., 1986. Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems: *Advances in Ecological Research*, 302p.
- Harmon, M.E. and Sexton, J., 1996. Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems. US LTER Publication No. 20, University of Washington, College of Forest Resources, Seattle, 73p.
- Hassani, M. and Amani, M., 2009. Investigation on some qualitative and quantitative characteristics of oriental beech in the optimal phase (Case study: Sangdeh, Caspian forests of Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(1): 134-148 (In Persian).
- Korpel, S., 1982. Degree of equilibrium and dynamic change of the forest an example of natural forest of Slovakia. *Act Faculties*, different forest development stages of an intact old-growth Oriental beech forest in the Caspian region of Iran. *European Journal of Forest Research*, 131(5): 1355-1366.
- 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).
- Anonymous, 2003. Forest management plan of Kheyroud forest, district three (Gorazbon), 375p (In Persian).
- Delfan-Abazari, B., Sagheb-Talebi, Kh. and Namiranian, M., 2004. Investigation of development stage of control part in beech forest (Case study: Reserve area- Lenga). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 12(3): 307-326 (In Persian).
- Edmonds, R. L., Vogt, D.J., Sandberg, D.H. and Driver, C.H., 1986. Decomposition of Douglas-fir and red alder wood in clear-cuttings. *Canadian Journal of Forest Research*, 16: 822-831.
- Ekbom, B., Schroeder, L. M. and Larsson, S., 2006. Stand specific occurrence of coarse woody debris in a managed boreal forest landscape in central Sweden. *Forest Ecology and Management*, 221(1): 2-12.
- Erickson, H.E., Edmonds, R.L. and Peterson, C.E., 1985. Decomposition of logging residue in Douglas-fir, western hemlock, Pacific silver fir, and ponderosa pine ecosystems. *Canadian Journal of Forest Research*, 15: 914-921.
- Eslami, A.R., Sagheb-Talebi, Kh. and Namiranian, M., 2007. Determining of equilibrium state in uneven- aged oriental beech forests of Northern- Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(2): 92-104 (In Persian).
- Fallah, A., Zobeyri, M., Jazirei, M.H. and Marvie Mohadjer, M.R., 2000. An investigation of the structure of natural Caspian beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Gorazbon-Kheiroudkenar district. *Iranian Journal of Natural Recourses*, 53(3): 251-260 (In Persian).
- Ford-Robertson, F.C., 1971. *Terminology of Forest Science, Technology, Practice, and Productions*. Society of American Foresters, Washington, D.C., 349p.

- characteristics of beech stands for application of close to nature Silviculture (selection system). Final Report of Research Project, Research Institute of Forests and Rangelands, 123p (In Persian).
- Sagheb-Talebi, Kh., Delfan-Abazari, B. and Namiranian, M., 2005. Regeneration process in natural uneven-aged Caspian beech forests of Iran. *Swiss Forestry Journal*, 156(12): 477-480.
  - Sagheb-Talebi, Kh., Mattaji, A. and Zahedi-Amiri, Gh., 2004. Stand structure and development stages in two different forest communities of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in northern Iran. In: Sagheb-Talebi, Kh., Madsen, P. and Terazawa (Eds.) *Improvement and Silviculture of Beech. Proceedings from the 7th International Symposium, IUFRO Research Group 1.10.00. Tehran, Iran, May 10-20. 2007: 101-104.*
  - Sagheb-Talebi, Kh., Mirkazemi, Z., Akhavan, R., Karimidoost, A., Maghsoudloo, M.K. and Moghadasi, D., 2012. Some structural characteristics in the far east border of the distribution of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stands. The 9th IUFRO International Beech Symposium, IUFRO Working Party Ecology and Silviculture of Beech, Germany, 12-17 Sep. 2012: 61-63.
  - Sagheb-Talebi, Kh. and Schütz, J.P., 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) 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., 2009. Amount and quality of dead trees (snag and logs) in a mixed beech forest with different management histories. *Iranian Journal of Natural Resources*, 62(2): 191-202 (In Persian).
  - Sefidi, K. and Marvie-Mohadjer, M.R., 2010a. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests of Northern Iran. *Journal of Forest Science*, 56(1): 7-17.
  - Sefidi, K. and Marvie-Mohadjer, M.R., 2010b. Snag dynamic in a mixed beech forest. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(4): 517-526 (In Persian).
  - Siitonen, J., 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Forestails, Zvolen, Cezchoslovakia*, 24: 9-30.
  - Korpel, S., 1995. *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 310p.
  - Larsson, S. and Danell, K., 2001. Science and the management of boreal forest biodiversity. *Scandinavian Journal Forest Research*, 16(3): 5-9.
  - Lombardi, F., Lasserre, B., Tognetti, R. and Marchetti, M., 2008. Deadwood in relation to stand management and forest type in Central Apennines (Molise, Italy). *Ecosystems*, 11(6): 882-894.
  - Mackensen, J., Bauhus, J. and Webber, E. 2003. Decomposition rates of coarse woody debris- a review with particular emphasis on Australian tree species. *Australian Journal of Botany*, 51(1): 27-37.
  - Mattaji, A. and Sagheb-Talebi, Kh., 2007. Development stages and dynamic of two oriental beech (*Fagus orientalis*) communities at natural forests of Kheiroudkenar- Nowshahr. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(4): 398-415 (In Persian).
  - McFee, W.W. and Stone, E.L., 1966. The persistence of decaying wood in the humus layers of northern forests. *Soil Science Society of America Journal*, 30: 513-516.
  - Moridi, M., Etemad, V., Sefidi, K., Namiranian, M. and Sadeghi, S.M.M., 2015. Mortality of trees in the stem exclusion phase over the beech stand development. *Journal of Forest and Wood Product*, (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.
  - Parhizkar, P., Sagheb-Talebi, Kh., Mattaji, A., Namiranian, M., Hasani, M. and Mortazavi, M., 2011. Tree and regeneration conditions within development stages in Kelardasht beech forest (Case study: Reserve area-Langa). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(3): 234-240 (In Persian).
  - Ranius, T., Ekvall, H., Jonsson, M. and Bostedt, G., 2005. Cost-efficiency of measures to increase the amount of coarse woody debris in managed Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management*, 206(1): 119-133.
  - Sagheb-Talebi, Kh., 2014. Appropriate

- Oregon, USA, 15-22 Jun. 1979: 171-190.
- Yan, E.R, Wang, X.H., Huang, J.J., Zeng, F.R. and Gong, L., 2007. Long - lasting legacy of forest succession and forest management: Characteristics of coarse woody debris in an evergreen broad-leaved forest of Eastern China. *Forest Ecology and Management*, 252(1-3): 98-107.
  - Zolfeghari, E., Marvie-Mohajer, M.R. and Namiranian, M., 2007. Impact of dead trees on natural regeneration in forest stands (Chelir district, Kheiroudkenar, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(3): 234-240 (In Persian).
  - Swanson, F.J. and Lienkaemper, G.W., 1978. Physical consequences of large organic debris in Pacific Northwest streams. General Technical Report PNW-69, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station: Portland, 12p.
  - Tinker, D.B. and Knight, D.H., 2001. Temporal and spatial dynamics of coarse woody debris in harvested and unharvested lodgepole pine forests. *Ecological Modeling*, 141(1): 125-149.
  - Triska, F.J. and Cromack, K., 1980. The role of woody debris in forests and streams. *Proceedings of the 40th Biology Colloquium. Ecological Bulletins*, 49: 11-41.

## Qualitative and quantitative characteristics of deadwood in the different development stages in mixed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands (Case study: Gorazbon district, Kheiroud forest of Nowshahr)

M. Moridi<sup>1\*</sup>, V. Etemad<sup>2</sup>, M. Kakavand<sup>3</sup>, Kh. Sagheb-Talebi<sup>4</sup> and E. Alibabae Omran<sup>3</sup>

\* - Corresponding author, Ph.D. Student of Forestry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: morteza.moridie@yahoo.com

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

3- M.Sc. Forestry, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

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

Received: 21.12.2014

Accepted: 04.06.2015

### Abstract

Deadwood is commonly known as an essential structural and functional element in forest communities. Thus it is important to understand its role and natural dynamics to improve the forest management strategies in both managed and unmanaged forests. This study analyzed both qualitative and quantitative characteristics of deadwoods as indicators of stand developmental stages in the unmanaged forests of Kheiroud in Mazandaran province, northern Iran. Three sample plots were established in the initial, optimal and decay stages, in which attributes such as diameter at breast height, height of all standing and dead trees as well as the decomposition stage of dead trees were recorded. Results showed differences in the amount of deadwood per ha as well as in volume, type and size of the coarse woody debris (CWD) in all the three stages. The frequency of snags was higher than logs in initial and decay stages, whereas the proportion of logs was greater than snags in the optimal stage. Moreover, maximum and minimum volume of the CWD was observed in the initial and optimal stages. Amongst the species, beech returned the highest number and volume of deadwood in all three stages. In addition, the entire deadwood showed diameter < 35 cm during the optimal stage. The majority of dead trees in the early stages were categorized as being in advanced decay or decomposition levels.

**Keywords:** Stand, deadwood, quantitative characteristics, beech, developmental stages.