مجله پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۳۲-۱۷، (۱۳۹۵)

پویایی خشکه‌دارها در مراحل تحولی جنگل‌های آمیخته راش

کیومرث سفیدی*[۱]، محمدرضا مروی‌مهاجر[۲]

۱- استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکدهٔ فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۰۳

چکیده

شناخت از نحوه تکامل توده‌های آمیختهٔ راش نقش کلیدی در مدیریت همگام با طبیعت توده‌های آن دارد. مقدار حجم خشکه‌دار گزارش‌شده در جنگل‌های شمال در بررسی‌های مختلف اختلافات قابل‌توجهی را نشـــان می‌دهد، این پژوهش اثرپذیری حجم و کیفیت خشـــکه‌دارها را در مراحل تکاملی مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد. بر این اساس در جنگل خیرود نوشهر تعداد ۳۰ قطعه‌نمونه یک هکتاری در سه مرحله تکاملی متفاوت به شکل تصادفی از بین ۷۵ قطعه‌نمونه انتخاب و تمامی خشکه‌دارها اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که نمودار تغییرات حجم خشکه‌دارها در مراحل تکاملی مشابه حرف لاتین "U" است و بیشـــترین مقدار در مرحله افزایش حجم توده (۴۲/۲ مترمکعب)، کمترین در مرحله انباشـــت حجم توده (۱۲/۸ مترمکعب) مشاهده می شود. گونه راش بیشترین حجم از خشکه‌دار را در هر سه نوع خشکه‌دار افتاده، سرپا و کنده در هر سه مرحله تکاملی نشان می‌دهد. حجم خشکه‌دارهای گونه راش، خشکه‌دار افتاده، خشکه‌دارهای قطورتر از ۵۰ سانتی‌متر و خشکه‌دارهای واقع در کلاسه پوسیدگی یک و چهار در مراحل تکاملی مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که فرآیند تکامل توده‌های آمیخته راش می‌تواند پراکنش حجم خشکه‌دارها را در توده‌های جنگلی تحت تأثیر قرار دهد.

واژه‌های کلیدی: تکامل توده، جنگل‌شناسی راش، خشکه‌دار، راش شرقی، خیرود کنار.

* نویسنده مسئول: Email: Kiomarssefidi@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکه‌دارها در اکوسیستم‌های جنگلی نقش کلیدی در حفظ و نگهداری تنوع گونه‌ای را به عهده دارند و از این حیث امروزه جنگلداری نوین و نگاه‌های نزدیک به طبیعت توجه بیشتری به نگهداری خشکه‌دارها به‌عنوان خرد زیستگاه در اکوسیستم‌های جنگلی دارند. علاوه بر این، شناخت از نحوه تغییرات حجم خشکه‌دارها می‌تواند راهکارهایی برای مدیریت نزدیک به طبیعت و همراه با کمترین دخالت در این توده‌ها به همراه داشته باشد.

بررسی‌های مربوط به خشکه‌دارها حدود یک دهه پیش در ایران آغازشده و اطلاعات مناسبی در ارتباط با مقدار، کیفیت و نحوه اثرگذاری آن بر روی زادآوری کسب‌شده است. خشکه‌دارها می‌توانند نقش مؤثری در استقرار نهال‌ها در جنگل از طریق نگهداری رطوبت و ایجاد بستر بذر داشته باشند (Yan *et al*., 2007). پژوهش‌های انجام‌شده در جنگل‌های شمال ایران نیز تأثیر خشکه‌دارها بر استقرار نهال‌های راش به‌ویژه در توده های جنگلی نیمه انبوه را ثابت نموده است (Mohammad Nejad Kiasari and Rahmani, 2001; Sefidi *et al.,* 2008). همچنین کمیت و کیفیت خشکه‌دارها در بین گونه های مختلف و توده های جنگلی موضوع مورد پژوهش بوده است (Sefidi and Marvie Mohadjer, 2010; Sefidi *et al*., 2013).

خشکه‌دارها نقش‌های متعددی علاوه بر تأثیر بر زادآوری توده‌های جنگلی و نیز حفظ تنوع گونه‌ای در اکوسیستم‌های جنگلی بر عهده دارند. خشکه‌دارهای سرپا علاوه بر ایجاد منبع تغذیه‌ای برای پرندگان به‌عنوان یک زیستگاه برای لانه گزینی پرندگان به شمار می‌روند (Davis, 1983). همچنین خشکه‌دارها در چرخه گردش مواد و به‌ویژه کربن در اکوسیستم نقش داشته و از این طریق بر حاصلخیزی رویشگاه‌های جنگلی و امکان رویش گونه‌ها تأثیر دارند (Hunter, 1990; Whitman and Hagan, 2007).

بررسی پویایی و تغییر در ساختار توده های مختلف جنگلی همواره موردعلاقه پژوهشگران بوده است. بررسی‌های صورت گرفته در جنگل‌های راش اروپایی و نراد به‌ویژه در جنگل‌های واقع در ارتفاعات کارپات در اروپای مرکزی دارای سابقه طولانی است. این جنگل ها بیشتر در ارتفاعات پایین و میانی با کمترین دخالت‌های انسانی قرار گرفته‌اند. پژوهش‌های Körpel (1982) و Leibundgut (1959) در این مناطق از این مثال‌ها است. بررسی‌های صورت گرفته در ارتباط با تکامل و پویایی توده‌های جنگلی از سال ۱۹۳۰ آغازشده است (Standovár and Kenderes, 2003). در دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ پژوهش‌های گسترده‌ای در جنگل‌های واقع در کشورهایی مثل آلمان، سوئیس، چک، اسلوونی، صربستان و بوسنی انجام شده و بر اساس نتایج این پژوهش‌ها فازها و چرخه‌های موجود در این جنگل ها به شکل مدل ارائه‌شده است (Korpel, 1982; Leibundgut, 1959; Zukrigl *et al*., 1963). سه مرحله جداگانه شامل مرحله اولیه، اپتیمال و تخریب تعریف شد که هر یک دارای فازهای متفاوتی هستند (Korpel, 1995).

در پژوهشی در جنگل های آمیخته راش در جنگل های گرازبن پویایی مرحله انتهایی توالی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد تکامل توده‌های راش در سه مرحله حجم‌افزایی، انباشت حجم و دگرگونی حجم رخ می‌دهد. مرحله افزایش حجم شامل فازهای تشکیل زیر آشکوب و زادآوری، مرحله انباشت حجم شامل، فازهای کاهش پایه‌ها، نور افزایی و حجم‌افزایی و مرحله دگرگونی حجم نیز شامل فازهای تشکیل روشنه، حجم کاهی و کهن‌رست است (Sefidi *et al*., 2013).

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرات حجم سرپای توده و مشخصه‌های ساختاری آن مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی الگوی مکانی درختان در طی مراحل تحولی در توده‌های دست‌نخورده جنگل‌های کلاردشت نشان داد در حالی که تعداد درختان از مرحله اولیه به مرحله پوسیدگی رو به کاهش است، الگوی پراکنش درختان در مراحل اولیه، بلوغ و پوسیدگی به ترتیب خوشه‌ای شدید، تصادفی و خوشه‌ای ضعیف است (Akhavan *et al.*,2010). Delphan Abazari و همکاران (2004) نیز در یک پژوهش در جنگل‌های راش منطقه کلاردشت سه مرحله تحولی اصلی (صعود و افزایش، اپتیمال و تخریب) را مشخص کردند، بیشترین فراوانی تعداد در هکتار در مرحله تحولی اپتیمال و کم‌ترین آن در مراحل تخریبی است.

در بررسی‌های انجام شده در شمال کشور حجم متوسط خشکه‌دار در جنگل‌های با ویژگی‌های متفاوت اختلافاتی را نشان می‌دهد (Habashi (1997)، ۳۲ مترمکعب؛ Zolfaghari (2004)؛ ۱۶/۵ مترمکعب، Sefidi (2005)، ۵ مترمکعب). در پژوهشی مشابه و در بخش گرازبن جنگل خیرود مقدار خشکه‌دار ۱۵/۳ مترمکعب برآورد شده است (Sefidi *et al.*, 2013). هرچند که مقدار و کیفیت متفاوت خشکه‌دارها در جنگل‌های باسابقه مدیریتی متفاوت پیش‌تر گزارش شده است (Sefidi and Marvie Mohadjer, 2010)، به نظر می‌رسد اختلاف در نتایج به‌علت تفاوت در ساختار جنگل‌ها در نتیجه قرار گرفتن توده‌های جنگلی در مراحل تکاملی مختلف باشد. در این پژوهش سعی شد تا با بررسی تغییرات کمی و کیفی خشکه‌دارها در مراحل تکاملی مختلف به این سؤال پاسخ داده شود که آیا این تغییرات در نتیجه قرار گرفتن در مراحل تکاملی مختلف است یا خیر؟ برای پاسخ به این پرسش این پژوهش باهدف‌های (۱) مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی خشکه‌دارها در مراحل تکاملی (۲) ارزیابی پویایی حجم در روند تکامل توده‌های راش و (۳) شناسایی ویژگی‌های هر یک از سه مرحله تکاملی از نظر حجم و کیفیت خشکه‌دارها انجام شد.

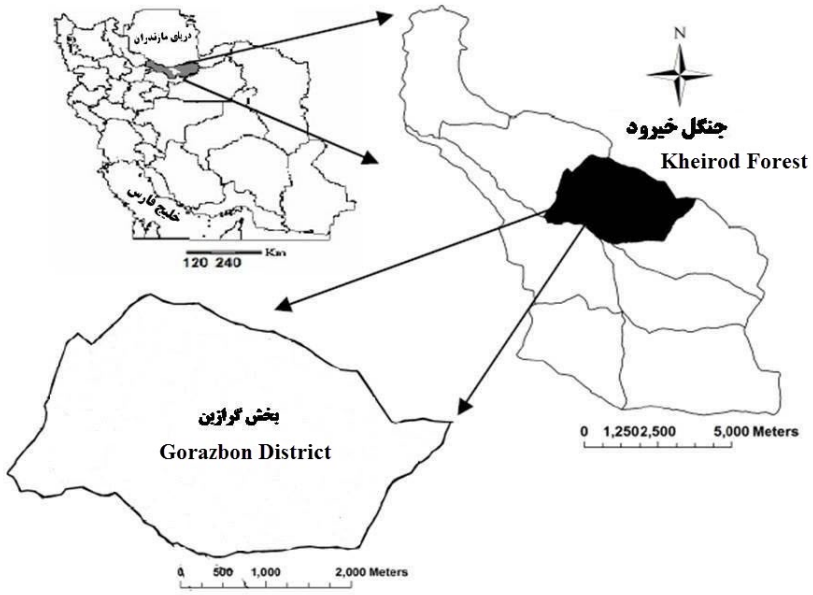
مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

رویشگاه‌های مورد پژوهش در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر و در غرب استان مازندران بین ′۲۷ °۳۶ و ′۴۰ °۳۶ عرض شمالی و بین ′۳۲ °۵۱ و ′۴۳ °۵۱ طول شرقی واقع شده‌اند. این جنگل از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و از جنوب به ییلاقات و روستای کلیک و از شرق به جنگل‌های حوزه ۴۶ و از غرب به رودخانه خیرود محدود می‌شود. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است. رویشگاه‌های مورد بررسی با توجه به سابقه مدیریتی و عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی، تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی از بخش گرازبن این جنگل انتخاب شد (شکل ۱). در این بخش از جنگل خیرود حجم متوسط درختان بر اساس آماربرداری صد در صد، ۳۳۸ سیلو (Marvie Mohadjer *et al.*, 2009) و بر اساس بررسی پویایی توده در یک منطقه ۷۵ هکتاری (Sefidi *et al.*,2013) ۳۸۶ مترمکعب برآورد شد، حجم خشکه‌دارها که در فرآیند پویایی توده‌های راش دارای اهمیت هستند، در این بخش در مواردی تا ۵۱ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (Sefidi and Marvie-Mohadjer, 2010).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- منطقه مورد بررسی واقع در جنگل خیرود

Figure 1. The study area located in kheiroud Forest

روش پژوهش

برای بررسی ساختار توده‌های آمیخته راش در مراحل انتهایی توالی در جنگل‌های کمتر دست‌خورده بخش گرازبن، سه قطعه ۲۵ هکتاری به ابعاد ۵۰۰ × ۵۰۰ متر انتخاب و در قالب قطعات کوچک‌تر یک هکتاری (۱۰۰ × ۱۰۰ متر) تقسیم شد (Fallah *et al.*, 2001; Sagheb-Talebi and Schütz, 2002; Sefidi, 2005). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته در جنگل‌های شمال ایران سه مرحله اصلی شامل افزایش حجم، انباشت حجم و دگرگونی (افت) حجم در مرحله نهایی توالی توده‌های آمیخته راش شناسایی شد (Sefidi *et al.*, 2013).

مرحله افزایش حجم شروع فرآیند پویایی توده‌های راش است که طی آن درختان توده با رشد و صعود ارتفاعی از مراحل نهال و خال خارج می‌شوند و حجم سرپا در حال افزایش است. درختان ابعاد کوچک‌تری دارند و توده یک، دو و یا چند آشکوبه است. مرگ‌ومیر درختان در حداقل است. این مرحله با رسیدن به فاز کاهش پایه‌ها پایان‌یافته و مرحله انباشت حجم آغاز می‌شود. در این مرحله با کاهش پایه‌ها و افزایش رویش قطری درختان ادامه یافته و حجم قابل‌توجهی در سطح توده انباشته می‌شود و حجم به سمت بیشینه شدن می‌رود و توده اغلب یک و یا دو آشکوبه است. پایان این مرحله رسیدن توده به فاز کهن‌رست است که طی آن به‌تدریج از حجم توده کاسته می‌شوند و در شرایط طبیعی این دگرگونی حجم با حذف درختان و تبدیل آنها به خشکه‌دار با رسیدن به دیر زیستی درختان یا فرآیندهای محیطی رخ می‌دهد. روشنه‌هایی که از این طریق در تاج پوشش درختان ایجاد می‌شود، آغاز دوباره پویایی توده و مرحله افزایش حجم توده است (Sefidi *et al.*, 2013).

برای بررسی تغییرات کمی و کیفی خشکه‌دارها در مراحل تکاملی مختلف، از بین ۷۵ قطعه یک هکتاری، تعداد ۱۰ قطعه‌نمونه در هر یک از مراحل سه‌گانه به شکل تصادفی انتخاب و در مجموع ۳۰ قطعه یک هکتاری در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند.

www.SID.ir

مشخصات خشکه‌دارها با قطر بیش از ۱۰ سانتی-متر در ارتفاع برابرسینه، نام گونه، نوع وضعیت (افتاده، سرپا و یا کنده)، درجه پوسیدگی، طول یا ارتفاع و قطر در سه‌نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی از تنه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قطر با خط کش دو بازو و برحسب سانتی‌متر و اندازه‌گیری طول از متر نواری و ارتفاع از شیب‌سنج استفاده شد (Sefidi and Marvie-Mohadjer, 2010). برای اندازه‌گیری ارتفاع از رابطه مثلثاتی موجود و بر اساس قرائت شیب در بن و نوک درخت استفاده شد.

کلاسه‌های پوسیدگی خشکه‌دارها به این طریق تعیین شد که درختانی که مدت کوتاهی از افتادن آن گذشته است، پوست و چوب درخت قابل‌تشخیص است و گاهی اوقات جوانه رشد یک سال اخیر روی آن دیده می‌شود در پوسیدگی درجه‌یک قرار گرفت. در کلاسه پوسیدگی درجه دو، پوسیدگی درون‌چوب آشکار است و در بیشتر موارد پوست درخت دیده شده و جوانه‌ها دیده نمی‌شوند. در پوسیدگی درجه سه، درون‌چوب و پوست درخت به‌طور کامل پوسیده شده است. سرشاخه‌ها جدا شده‌اند و به‌آسانی با ضربه به حالت پودری در می‌آید و پوسیدگی درجه چهار، درون‌چوب و پوست به‌کلی پوسیده‌شده و در برخی موارد درخت به‌کلی به خاک تبدیل‌شده و پوشش علفی به‌طور کامل مستقرشده است (Sefidi and Marvie-Mohadjer, 2010).

جدول ۱- مشخصه‌های آماری ۳ قطعه (مرحله) انتخابی در مرحله انتهایی توالی توده‌های آمیخته راش (Sefidi *et al*., 2013)

Table1. Statistical characteristics of three selected sampling area in the late successional stage of mixed oriental beech stands (Sefidi *et al*., 2013)

مرحله تکاملی Developmental stages	حجم سرپا (مترمکعب) Stocking volume (m^3)	تعداد در هکتار N/ha	میانگین قطر (سانتی‌متر) Mean of Diameter (cm)	گونه‌های درختی همراه Minor species
افزایش حجم Volume growing up	363	215	42.87	ممرز و پلت Hornbeam and Maple
انباشت حجم Volume accumulation	313	153	45	راش و ممرز Beech and Hornbeam
دگرگونی حجم Volume decline	375	168	47	ممرز و پلت Hornbeam and Maple

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای اندازه‌گیری حجم خشـــکه‌دارهای افتاده از رابطه شـــماره یک (Harmon and Sexton, 1996) اســـتفاده شد:

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

که در آن V حجم به مترمکعب،L طول خشکه‌دار به متر، A_b، A_m و A_t به ترتیب قطر ابتدا، میانه و انتهای خشـــکه‌دار اســـت. برای محاســـبه حجم کنده‌ها رابطه شماره دو استفاده شد:

رابطه (۲)
$$V = A_m * L$$

که در آن V حجم به مترمکعب، L طول به متر و A_m قطر میانه خشکه‌دار است.

Archive of SID

www.SID.ir

در این پژوهش برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف بین حجم خشکه‌دارها و نیز تغییرات اندازه، درجه پوسیدگی و نوع خشکه‌دار در مراحل تکاملی مختلف از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شد. پیش از آن آزمون کولموگراف- اسمیرنوف برای آزمون نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. تمامی آزمون‌های آماری صورت گرفته در سطح معنی‌داری $p < ۰/۰۵$ انجام شد.

نتایج

مقایسه میانگین حجم خشکه‌دارها در سه مرحله تکاملی نشان داد که بین سه گروه، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). در روند تکامل توده‌های آمیخته راش، مرحله دگرگونی حجم با داشتن ۶/۲ ± ۴۲/۲ مترمکعب خشکه‌دار بیشترین مقدار و مرحله انباشت حجم با داشتن ۱/۴ ± ۱۲/۸ مترمکعب خشکه‌دار کمترین مقدار خشکه‌دار و مرحله افزایش حجم با داشتن ۱/۴ ± ۲۷/۸ مترمکعب خشکه‌دار در مرحله میانی قرار دارد. همچنین نسبت حجم خشک به حجم سبز سرپا در بین سه مرحله تکاملی تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول ۲). روند تغییرات در سه مرحله با توجه به روند تغییرات حجم خشکه‌دار به‌طور کامل مشابه حجم کل خشکه‌دارها است.

نوع خشکه‌دارها در سه مرحله تکاملی مختلف متفاوت است (شکل ۲). خشکه‌دارهای افتاده بیشترین نوع خشکه‌دار در هر سه مرحله را به خود اختصاص داده است. همچنین در مقایسه بین سه گروه بیشترین حجم خشکه‌دارهای افتاده، سرپا و کنده در مرحله تکاملی دگرگونی حجم دیده می‌شود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های حجم، گونه، کیفیت و اندازه خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی

Table 2. Results of one-way ANOVA and mean compare of volume, quality and types of dead tree along different developmental stages

مشخصه خشکه‌دار Characteristics of dead tree		درجه آزادی df	F	P
گونه درختی Tree species	راش Beech	2	12.23	0.000 >
	ممرز Hornbeam	2	0.134	0.875
	پلت Maple	2	1.51	0.240
	افتاده log	2	11.96	0.000 >
وضعیت خشکه‌دار Types of CWD	سرپا Snag	2	2.141	0.136
	کنده Stumps	2	1.751	0.199

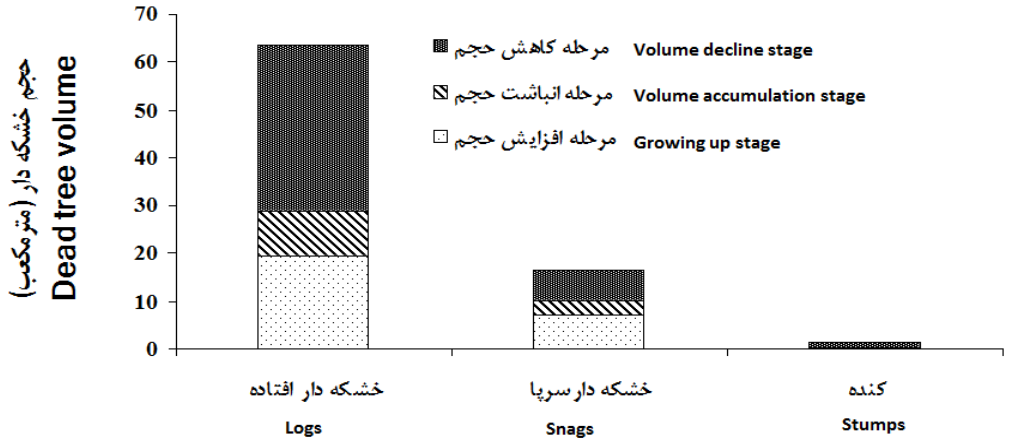
Archive of SID
www.SID.ir

ادامه جدول ۲.

Continued table 2.

مشخصه خشکه‌دار Characteristics of dead tree		درجه آزادی df	F	P
درجات پوسیدگی Decay class	یک (I)	2	3.315	0.052
	دو (II)	2	0.737	0.488
	سه (III)	2	1.208	0.318
	چهار (IV)	2	17.208	0.000 >
قطر (سانتی‌متر) Diameter (cm)	10 - 25	2	0.747	0.467
	25 - 50	2	2.051	0.148
	> 50	2	7.306	0.003
نسبت حجم خشک به حجم سرپا Dead /stocking volume		2		0.001
حجم کل total		2	14.35	0.000 >

همچنین در این بررسی اندازه خشکه‌دارها و تغییرات آن در مراحل تکاملی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. بر این اساس حجم متفاوتی از خشکه‌دارها در مراحل مختلف و در درجات پوسیدگی دیده می‌شود. همان‌طور که انتظار می‌رود حجم بالایی از خشکه‌دارها در مراحل تکاملی مختلف در خشکه‌دارهای واقع در طبقه قطور (بیش از ۵۰ سانتی‌متر) مشاهده می‌شود.



شکل ۲- حجم خشکه‌دارهای راش و دیگر گونه‌ها در وضعیت‌های مختلف در توده‌های آمیخته راش

Figure 2. The volume of dead wood of beech and other species in different type in the mixed beech stands

www.SID.ir

مقایسه میانگین حجم وضعیت‌های مختلف خشکه‌دارها در هر سه مرحله تکاملی نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر حجم خشکه‌دار افتاده بین سه گروه وجود دارد (شکل ۲). این در حالی است که وضعیت خشکه‌دار سرپا ($F = ۲/۱۴$ ،$P < ۰/۱۳۶$) و وضعیت کنده ($F = ۱/۷۵$ ،$P < ۰/۱۹۹$) از نظر حجم در سه مرحله تکاملی اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. گونه راش در هر سه مرحله تکاملی بیشترین حجم خشکه‌دار را به وضعیت افتاده، سرپا و کنده به خود اختصاص داده است. همچنین فقط در گونه راش و در مرحله دگرگونی حجم، خشکه‌دار در وضعیت کنده مشاهده شد.

همچنین در مراحل تحولی توده جنگلی، حجم خشکه‌دارها در درجات پوسیدگی مختلف نیز متفاوت است (شکل ۳). پیشرفته‌ترین مرحله از پوسیدگی (درجه چهار) در مرحله تکاملی دگرگونی حجم به بیشترین حالت دیده می‌شود. در مقایسه حجم خشکه‌دارها بین سه مرحله تکاملی خشکه‌دارهای واقع در پیشرفته‌ترین مرحله از پوسیدگی (درجه چهار) ($F = ۱۷/۲۱$ ،$P < ۰/۰۰۰$) و خشکه‌دارهای واقع در کمترین مرحله پوسیدگی (درجه‌یک) یا درختان تازه افتاده در بین سه مرحله دارای اختلاف معنی‌داری است ($F = ۳/۳۱$ ،$P < ۰/۰۵۲$)، این در حالی است که مراحل میانی پوسیدگی (درجه‌دو و سه) تفاوتی را بین مراحل تکاملی نشان نمی‌دهند.

در مقایسه بین گونه‌های درختی، گونه راش در کلاسه‌های پوسیدگی در تمامی مراحل تکاملی و درجه‌های پوسیدگی، بیشترین حجم خشکه‌دار را به خود اختصاص داد. گونه راش بیشترین حجم را در بین مراحل تکاملی در مرحله دگرگونی حجم و در مرحله پیشرفته پوسیدگی در درجه چهار نشان می‌دهد. گونه ممرز از این حیث در رتبه دوم قرار گرفته است و دیگر گونه‌ها حجم بسیار ناچیزی از حجم کل خشکه‌دارها را در مراحل تکاملی مختلف توده‌های آمیخته راش نشان می‌دهد.

جدول ۳- دامنه تغییرات میانگین حجم گونه‌های غالب در قطعات نمونه در مراحل تکاملی به تفکیک نوع و اندازه خشکه‌دار

Table 3. The range of mean variation of dominant tree species volume within sampling lots in type and size of dead tree along different developmental stages

مرحله تکاملی Developmental stages	گونه species	نوع خشکه‌دار Dead tree type			کلاسه قطری (سانتی‌متر) Diameter class (cm)			مجموع Total
		افتاده log	سرپا Snag	کنده Stump	10-25	25-50	50>	
افزایش حجم Growing up stage	راش Beech	12.23 ±2.2	5.61 ±1.91	0.3 ±.3	1.33 ±.34	3.15 ±.79	16.78 ± 3.12	4.33 ± 21.27
	ممرز Hornbeam	4.07±1.93	0.31 ±0.69	0.000	0.23± 0.15	0.26 ± 0.26	4.32± 2.18	4.83±2.51
	پلت Maple	0.94 ±0.52	0.05 ±0.03	0.000	0.05 ±.03	0.17 ± 0.17	0.76 ± 0.52	0.73 ± 0.99
مجموع Total		17.25 ±4.67	6.41 ±2.26	0.3 ±0.3	1.62 ±.35	4.02 ±.74	22.76 ± 2.61	

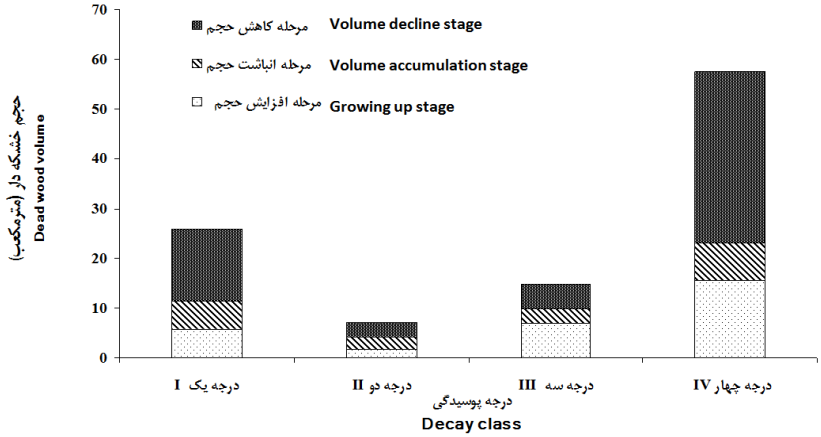
Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳.

Continued table 3.

مرحله تکاملی Developmental stages	گونه species	نوع خشکه‌دار Dead tree type			کلاسه قطری (سانتی‌متر) Diameter class (cm)			
		افتاده log	سرپا Snag	کنده Stump	10-25	25-50	50>	مجموع Total
انباشت حجم Volume accumulation stage	راش Beech	7.23 ± 1.1	1.91 ±0.81	0.21 ± 0.13	1.31 ± 0.29	1.72 ± 0.69	8.12 ± 2.39	3.35 ± 11.15
	ممرز Hornbeam	1.41 ±1.1	0.83 ±0.27	0.000	0.75 ±.22	0.71 ± 0.23	1.56 ± 1.1	1.55 ± 3.12
	پلت Maple	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
مجموع Total		8.73 ±1.7	2.83 ±1.1	0.21 ± 0.14	2.01 ± 0.51	2.41 ± 0.92	9.69 ± 2.41	
دگرگونی حجم Volume decline stage	راش Beech	32.89 ±5.53	6.51 ±1.37	0.78 ± 0.48	2.28 ± 0.95	5.55 ± 1.96	29.91 ± 4.32	37.71 ± 7.24
	ممرز Hornbeam	0.31 ± 0.46	0.03 ±0.03	0.000	0.04 ± 0.07	0.000	0.27 ± 0.39	0.31 ± 0.47
	پلت Maple	2.65 ± 1.52	0.000	0.000	0.06 ± 0.06	0.11 ± 0.11	1.01 ± 0.74	1.19 ± 0.09
مجموع Total		37.71 ±7.34	6.56 ±1.41	0.78 ± 0.48	2.44 ± 1.05	5.62 ± 2.08	31.32 ± 5.33	

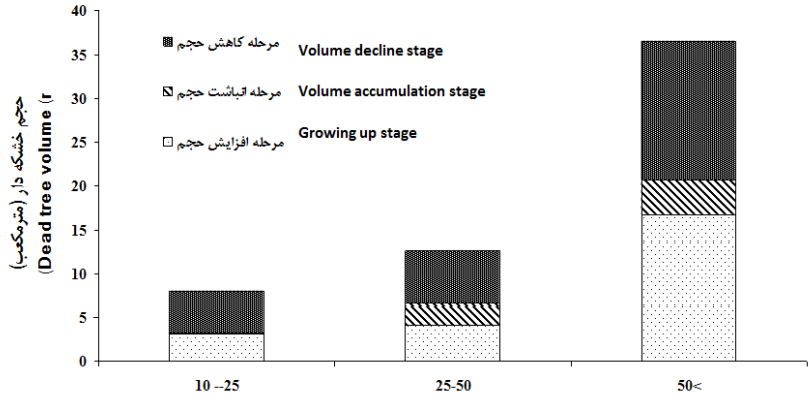


شکل ۳- حجم خشکه‌دارهای راش و دیگر گونه‌ها در درجات پوسیدگی مختلف در توده‌های آمیخته راش

Figure3. The volume of dead wood of beech and other species in each decay class in the mixed beech stands

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- حجم خشکه‌دارها در اندازه‌های مختلف در توده‌های آمیخته راش

Figure 4. The Volume of dead tree in each size class in the mixed beech stands

تغییرات حجم خشکه‌دارها در کلاسه‌های قطری در بین مراحل تکاملی در خشکه‌دارهای قطور اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند (F = ۱/۷۵ ،P < ۰/۱۹۹) هرچند که در کلاسه‌های قطری کم قطر (کمتر از ۲۵ سانتی‌متر) و میانی (۲۵-۵۰ سانتی‌متر) حجم خشکه-دارها اختلاف معنی‌داری را بین مراحل تکاملی مختلف نشان نمی‌دهد (جدول ۳). همچنین در بین گونه‌های درختی راش بیشترین حجم را در کلاسه‌های قطری و در مراحل تکاملی مختلف به خود اختصاص می‌دهد.

جدول ۴- دامنه تغییرات میانگین (± اشتباه معیار) حجم گونه‌های غالب در قطعات نمونه در مراحل تکاملی مختلف به تفکیک درجه پوسیدگی خشکه‌دار

Table 4. The range of mean (±SE) variation of dominant tree species volume within sampling lots in decay class of dead tree along different developmental stages

مرحله تکاملی Developmental stages	گونه Species	درجه پوسیدگی Decay class				
		I	II	III	IV	مجموع Total
افزایش حجم Volume Growing up stage	راش Beech	4.1± 1.94	2.61±1.5	6.25±2.5	7.11±1.65	21.27 ±4.33
	ممرز Hornbeam	0.92± 0.97	0.04±0.07	1.7±2.04	1.11±1.54	2.51 ±4.83
	پلت Maple	0.000	0.000	0.52 ± 0.79	0.17 ± 0.21	0.73 ± 0.99
مجموع Total		2.9 ± 5.1	1.61 ± 2.76	4.32 ± 9.48	2.84± 8.91	
انباشت حجم Volume accumulation stage	راش Beech	0.01± 0.02	0.91±1.97	1.04±3.68	1.64±5.06	3.35 ±11.15
	ممرز Hornbeam	0.000	0.081±0.27	0.28±0.87	1.01±1.76	1.55 ±3.12
	پلت Maple	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Archive of SID
www.SID.ir

ادامه جدول ۴.

Continued table 4.

مرحله تکاملی Developmental stages	گونه Species	درجه پوسیدگی Decay class				مجموع Total
		I	II	III	IV	
مجموع Total		0.01± 0.02	2.23± 0.99	4.65± 1.33	6.83± 2.45	
دگرگونی حجم Volume decline stage	راش Beech	4.68± 3.11	6.32± 1.97	13.37± 2.97	13.31± 0.69	37.71± 7.24
	ممرز Hornbeam	0.000	0.03± 0.05	0.23± 0.25	0.71± 0.16	0.31± 0.47
	پلت Maple	0.000	0.000	1.35± 1.87	0.71± 0.81	0.092± 1.19
مجموع Total		4.11± 4.68	2.02± 6.37	15.41± 4.52	14.28± 1.59	

بحث

بر اساس نتایج این پژوهش بیشترین و کمترین مقدار خشکه‌دار به ترتیب در مرحله تکاملی دگرگونی حجم و انباشت حجم مشاهده می‌شود. این یافته به این معنی است که در مرحله ابتدایی تکامل توده‌های راش حجم خشکه‌دار در جنگل قابل‌توجه است و در ادامه باگذشت زمان از حجم آن کاسته و در مرحله انتهایی از تکامل توده، حجم خشکه‌دار در جنگل افزایش می‌یابد. در آغاز فرآیند تکامل، توده به نسبت جوان است و با توجه به مکانیسم زادآوری راش و وجود درختان بسیار قطور در داخل توده با افتادن درختان در نتیجه فرآیندهای درونی (گاهی اوقات انسان‌ساخت) روشنه‌هایی در پوشش تاجی ایجاد می‌شود (Sefidi *et al.*, 2011a). در فرآیند شکل‌گیری روشنه با توجه به ابعاد درختان در مراحل انتهایی و با افتادن درختان، حجم خشک در توده‌های جنگلی به‌شدت افزایش می‌یابد. در مرحله دگرگونی حجم نیز درختان با رسیدن به مرحله کهولت به‌شدت توسط فرآیندهای محیطی تحت تأثیر قرار گرفته و دچار پوسیدگی می‌شوند. در این مرحله نیز حجم خشک به نسبت بالایی در توده‌های جنگلی مشاهده می‌شود این در حالی است که در مرحله انباشت حجم درختان پوسیده اغلب حجم کمی دارند و بیشتر درختانی که در مراحل قبل افتاده‌اند باگذشت زمان (حدود ۵۰ سال) به‌طور کامل پوسیده‌اند و تنها درختان کم قطر ناشی از تنک طبیعی وارد حجم خشک توده می‌شوند. علاوه بر این در مراحل میانی تکامل در مرحله انباشت حجم، تعداد زیادی از فراوانی درختان در توده‌های جنگلی را درختان ممرز تشکیل می‌دهند که بررسی‌ها نشان داده است که در زمان کوتاه‌تری در قیاس با گونه راش به‌عنوان گونه اصلی این جنگل‌ها می‌پوسد و نرخ پوسیدگی بالاتری دارد (Alidadi *et al.*, 2015). علاوه بر این به نظر می‌رسد، مرحله انباشت حجم خشکه‌دارها زمان طولانی‌تری را در کف جنگل سپری می‌کنند که سبب کم شدن حجم خشکه‌دار در مرحله میانی می‌شود و بر این اساس تغییرات حجم خشکه‌دار در این سه مرحله شبیه به حرف لاتین "U" دارد، به این معنی که در مرحله افزایش حجم مقدار خشکه‌دار در توده‌های آمیخته راش بسیار بالا است (۴۲/۲ مترمکعب) و در

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه روند کاهشی (۱۲/۸ مترمکعب) به خود می‌گیرد و در نهایت در مرحله دگرگونی دوباره افزایش حجم خشکه‌دار (۲۷/۸ مترمکعب) در توده‌های جنگلی مشاهده می‌شود. در جنگل‌های مناطق معتدله نتایج مشابهی گزارش شده است (Carmona *et al.,* 2002; Ranius *et al.,* 2003; Ekbom *et al.,* 2006; Yan *et al.,* 2007). در مواردی در بررسی‌های صورت گرفته در جنگل‌های اولیه که شرایط متفاوتی با جنگل‌های مورد تحقیق دارند، حجم خشکه‌دار در مراحل اولیه بسیار کم است (Spies *et al.*, 1988) ولی در جنگل‌های کهن‌رست و در مرحله انتهایی توالی و یا به عبارتی در جنگل‌های نهایی که مراحل تکامل توده اغلب در آن رخ می‌دهد شرایط متفاوت است (Mohajer and Sefidi, 2013). در جنگل‌های اولیه که مرحله اول از توالی جنگل را تشکیل می‌دهند فراوانی و حجم سرپای گونه‌های چوبی و زی وزن کل توده در مقایسه با مراحل بعدی کمتر است (Oliver and Larson,1996; Barnes *et al.*,1998). علاوه بر این تفاوت در نوع گونه‌های درختی در مناطق مختلف نیز می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر حجم خشکه‌دار موجود در جنگل‌ها داشته باشد (Tinker and Knight, 2001). در مرحله دگرگونی حجم فاز «حجم کاهی» وجود دارد که در آن بیشترین افت حجم سرپای توده مشاهده می‌شود. افت ناگهانی حجم و کاهش درختان قطور در برخی متون جنگل-شناسی (Leibundgut, 1959; Emborg, 1998; Zukrigl *et al*., 1963; Korpel, 1982) و پژوهش‌های صورت گرفته در ایران (Hassani and Amani, 2010، Delphan Abazari *et al.,* 2004، Mattaji and Sagheb-Talebi, 2007، Akhavan *et al.,* 2010، Mattaji and Namiranian, 2003) مشاهده می‌شود که از آن تحت عنوان پوسیدگی نام برده‌اند.

نوع خشکه‌دار در هر یک از مراحل نیز می‌تواند نشانگر گذشته و روند تکامل توده در مرحله کلیماکس باشد. مقدار کم خشکه‌دارهایی که به وضعیت کنده مشاهده می‌شوند (کمتر از یک مترمکعب) نشان‌دهنده عدم وجود قطع گزینشی و یا سنتی در این منطقه است و با روند طبیعی تکامل توده در این جنگل‌ها هم‌خوانی دارد. خشکه‌دارهای سرپا نیز در این بررسی موردتوجه قرار گرفتند که در کل به‌طور متوسط ۱۳ درصد از حجم کل را به خود اختصاص می‌دهد. این در حالی است در بین مراحل تکاملی اختلاف معنی‌داری برای حجم کنده و خشکه‌دار سرپا مشاهده نمی‌شود که علت آن می‌تواند حجم بسیار پایین این دو نوع از خشکه‌دار در مراحل تکاملی باشد. با توجه به باد افتادگی و ریشه‌کنی درختان به‌عنوان متداول‌ترین آشفتگی درونی این جنگل‌ها (کاهش حجم خشکه‌دار سرپا؛ (Sefidi *et al*., 2011b)) و عدم برداشت سنتی (کاهش حجم کنده) باشد. این در حالی است که با توجه به تفاوت تعداد و ابعاد درختان و به‌ویژه گونه پرحجم راش در مراحل تکاملی مختلف (Akhavan *et al.*,2010) بین حجم گونه راش و نیز خشکه‌دارهای افتاده که بخش قابل‌توجهی از آن را گونه راش به خود اختصاص می‌دهد (حدود ۸۲ درصد از حجم خشکه‌دارهای افتاده) اختلاف معنی‌دار است. علاوه بر این در مراحل انتهایی تکامل، ساختار جنگل نزدیک به ساختار جنگل‌های کهن‌رست می‌شود که از ویژگی‌های اصلی این جنگل‌ها داشتن حجم قابل‌توجهی از خشکه‌دارهای افتاده است (Spies and Franklin, 1991; Korpel, 1982). به همین دلیل در مقایسه اندازه (قطر) خشکه‌دارها در مراحل مختلف نیز تنها خشکه‌دارهای قطورتر از ۵۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری را بین مراحل نشان می‌دهند. مقایسه اندازه خشکه‌دارها می‌تواند نشانه‌هایی از چگونگی تحول و تکامل توده و فرآیندهای متداول در منطقه را نشان دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

در هر سه مرحله مقدار کمی خشکه‌دارهای کم قطر که نتیجه رقابت درون‌گونه‌ای و حذف درختان از روند تکامل توده هستند مشاهده می‌شود که اختلاف چندانی در بین مراحل نشان نمی‌دهد، اما خشکه‌دارهای قطور که در نتیجه باد افتادگی و ریشه‌کنی ایجاد می‌شوند در روند تکامل توده تغییراتی را نشان می‌دهند مقدار باد-افتادگی در ابتدا و انتهای تکامل توده بسیار بیشتر از مرحله انباشت حجم است که در آن با سرپا ماندن درختان حجم توده به‌شدت بالا می‌رود.

از نظر کیفیت، بیشترین حجم خشکه‌دارهای تازه افتاده و در مرحله آغازین پوسیدگی در مراحل افزایش حجم و دگرگونی مشاهده می‌شود که با روند افتادن درختان پوسیده در نتیجه کهن‌سالی در مرحله دگرگونی (Azarian *et al.,* 2015؛ Moradi *et al.,* 2012) و نیز شکل‌گیری روشنه‌ها در آغاز فرآیند تکامل توده با افتادن درختان راش و پلت قطور (Sefidi *et al*., 2011a; Parhizkar *et al*., 2011; Delphan Abazari *et al*., 2004) مطابقت دارد. بر این اساس مقدار خشکه‌دارها در دو درجه پوسیدگی یک و چهار در مراحل تکاملی مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد، اما مراحل میانی پیشرفت پوسیدگی در درختان (دو و سه) اختلافی را نشان نمی‌دهد که علت آن حضور خشکه‌دارها در این مراحل درروند تکامل توده است و همواره مقداری از خشکه‌دارها در کف جنگل در حال پوسیدن در این مراحل مشاهده می‌شوند.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده به نظر می‌رسد حجم خشکه‌دارها در مرحله (انباشت حجم) بسیار کمتر از دو مرحله پیش و پس از آن است و انتظار می‌رود در تدوین برنامه‌های مدیریت توده‌های راش در طرح‌های حفاظتی و بهره‌برداری، توجه کافی به مرحله تکاملی و حجم مورد انتظار برای خشکه‌دارها با نگهداری مقدار خشکه-دار متناسب با مرحله تکاملی توده حجم برداشت و قطع تنظیم شود تا برداشت مستمر و پایدار در توده‌ها تضمین و روند طبیعی تکامل توده‌ها حفظ شود.

References

- Akhavan, R., Kh. Sagheb-Talebi, M. Hassani & P. Parhizkar, 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(2): 322-336. (In Persian)
- Alidadi, F., M.R. Marvi-Mohadjer, V. Etemad & K. Sefidi, 2015. Decay dynamics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) deadwood in mixed beech stands, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(4): 624-635. (In Persian)
- Azarian. M., M.R. Marvieh Mohadjer, V. Etemad & A. Shirvamni, S.M.M. Sadeghi, 2015. Morphological characteristics of old trees in hyrcanian forest (Case study: Pattom and Namkhaneh districts, Kheyrud) (In Persian, with an English abstract), *Journal of Forest and wood product*, 68(1): 47-59. (In Persian)
- Barnes, B.V., D.R. Zak, S.R. Denton & S.H. Spurr, 1998. Forest ecology, John Wiley and Sons Press, New York, 774 p.
- Carmona, M.R., J.J. Armesto, J.C. Aravena & C.A. Pérez, 2002. Coarse woody debris biomass in successional and primary temperate forests in Chiloé Island, Chile, *Forest Ecology and Management*, 164(1): 265–275.
- Davis, J.W., 1983. Snags are for wildlife. In: Davis, J.W., G.A. Goodwin & R.A. Ockenfels (Eds.), Proceedings of the Snag Habitat Management Symposium, Flagstaff, AZ. USDA Forest Service General Technical Report GTR-RM-99, pp. 4–9.
- Delphan Abazari, B., Kh. Sagheb-Talebi & M. Namiranian, 2004. Development stages and dynamic of undisturbed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Kelardasht region (Iran), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 12(3): 307-325. (In Persian)

Archive of SID
www.SID.ir

- Ekbom, B., L.M. Schroeder & S. Larsson, 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.
- Emborg, J., 1998. Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark, *Forest Ecology and Management*, 106(2): 83–95.
- Fallah, A., M. Zobeyri, M.H. Jazirei & M.R. Marvi Mohajer, 2001. An investigation of the Structure of natural Caspian Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Gorazbon-kheyroudkenar district, *Iranian Journal of Natural Resources*, 53(3): 251-260. (In Persian)
- Habashi, 1997. The importance of coarse woody debris in Mazandaran Vaz forests, M.Sc. thesis. Forestry department, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Noor, Iran, 127 p. (In Persian)
- Harmon, M.E. & J. Sexton, 1996. Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems (Vol. 20): US LTER Network Office Seattle (WA), 42 p.
- Hassani, M. & M. Amani, 2010. Investigation on structure of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand at optimal stage in Sangdeh forest, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(2): 163-176. (In Persian)
- Hunter, M.L., 1990. Wildlife, forests and forestry: Principles of managing forests for biological diversity. Prentice-Hall Press, New York, 456 p.
- Korpel, S., 1995. Die Urwälder der westkarpaten, Gustav Fischer Verlag, 310 p.
- Korpel, S., 1982. Degree of equilibrium and dynamic change of the forest an example of natural forest of Slovakia, Act Faculties Forestails, Zvolen, Cezchoslovakia, 24: 9-30.
- Leibundgut, H., 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur-und Zuwachsanalyse von Urwäldern, *Schweizerische Zeitsschrift für Forstwesen*, 110: 111–124.
- Marvie-Mohadjer, M.R., M. Zobeiri, V. Etemad & M. Jour-Gholami, 2009. Performing the single selection method at compartment level and necessity for full inventory of tree species (case study: Gorazbon district in Kheyroud forest). *Journal of the Iranian Natural Resources*, 61(4): 889-908. (In Persian)
- Mataji, A.A. & M. Namiranian, 2003. Investigation the structure and evolution process of beech forests natural stands in north of Iran (Case study: Kheyrood-Kenar, Noushahr), *Iranian Journal of Natural Resources*, 55(4): 531-541. (In Persian)
- Mataji, A.A. & Kh. Sagheb-Talebi, 2007. Development stages and dynamic of two oriental beech (Fagus orientalis) communities at natural forests of Kheiroudkenar-Noshahr, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(4): 398-416. (In Persian)
- Mohammad Nejad Kiasari, Sh. & R. Rahmani, Effect of dead trees on the frequency of natural regeneration in a Beech-Hornbeam forest (Jamaleddinkola, Mazandaran), *Iranian Journal of Natural Resources*, 54(2): 143-151. (In Persian)
- Moradi, M., M.R. Marvie-Mohadjer, K. Sefidi, M. Zobiri, & A. Omidi, 2012. Over-mature beech trees (*Fagus orientalis* Lipsky) and close-to-nature forestry in northern Iran, *Journal of Forestry Research*, 23(2): 289–294.
- Oliver, C.D. & B.C. Larson, 1996. Forest Stand Dynamics. Wiley Press, New York, 520 p.
- Parhizkar, P., Kh. Sagheb-Talebi, A. Mataji, R. Nyland & M. Namiranian, 2011. Silvicultural characteristics of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps, *Forestry*, 84: 177–185.
- Ranius, T., O. Kindvall, N. Kruys & B.G. Jonsson, 2003. Modelling dead wood in Norway spruce stands subject to different management regimes, *Forest Ecology and Management*, 182(1): 13–29.
- Sagheb-Talebi, Kh. & J.P. Schutz, 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, *Forestry*, 75(4): 465-472.
- Sefidi, K., 2005. Qualitative and quantitative investigation on dead trees in the managed and unmanage forests. M.Sc Thesis. University of Tehran, Tehran, 180 p. (In Persian)
- Sefidi, K., M.R. Marvi-Mohajer, M. Zobeyri & V. Etemad, 2008. Investigation on dead trees effects on natural regeneration of oriental beech and hornbeam in a mixed beech forest, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(4): 365-373. (In Persian)

Archive of SID
www.SID.ir

- Sefidi, K. & M.R. Marvie-Mohadjer, 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests of Northern Iran, *Journal of Forest Science*, 56: 7-17.
- Sefidi, K., M.R. Marvie Mohadjer, R. Mosandl & C.A. Copenheaver, 2011a. Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran, *Forest Ecology and Management*, 262: 1094–1099.
- Sefidi, K., M.R. Marvi Mohadjer, V. Etemad & C.A. Coppenheaver, 2011b. Stand characteristics and distribution of a relict population of Persian ironwood (*Parrotia persica* C.A. Meyer) in northern Iran, *Flora*, 206(5):418-422.
- Sefidi, K., M.R. Marvie Mohadjer, V. Etemad & R. Mosandl, 2013. Late successional stage Dynamics in Natural Oriental Beech (Fagus orientalis Lipsky) Stands, Northern Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(2): 270-283. (In Persian)
- Sefidi, K., M.R. Marvie Mohadjer, R. Mosandl & C.A. Copenheaver, 2013. Coarse and Fine Woody Debris in Mature Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forests of Northern Iran, *Natural Areas Journal*, 33(3):248-255.
- Spies, T.A., J.F. Franklin & T.B. Thomas, 1988. Coarse woody debris in Douglas-fir forest of western Oregon and Washington, *Ecology*, 69(6): 1689–1702.
- Spies, T.A. & J.F. Franklin, 1991. The diversity and maintenance of old growth forests. In: Szaro, R.C. & D.W. Johnston (Eds.), Biodiversity in Managed Landscapes: Theory and Practice. Oxford University Press, New York, pp. 296-314.
- Standovár, T. & K. Kenderes, 2003. A review on natural stand dynamics in beechwoods of East Central Europe, *Applied ecology and environmental research*, 1(1), 19-46.
- Tinker, D.B. & D.H. Knight, 2001. Temporal and spatial dynamics of coarse woody debris in harvested and unharvested lodgepole pine forests, *Ecological Model*, 141(1): 125–149.
- Yan, E.-R., X.-H. Wang, J.-J. Huang, F.-R. Zeng & L. Gong, 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): 98–107.
- Whitman, A.A. & J.M. Hagan, 2007. An index to identify late-successional forest in temperate and boreal zones. *Forest ecology and Management*, 246(2): 144-154.
- Zolfaghari, E., 2004. Ecological investigation on dead trees in the Chelir forest. M.Sc Thesis. University of Tehran, Tehran, 210 p (In Persian)
- Zukrigl, K., G. Eckhart, J. Nather & M. Roller, 1963. Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen: Österr. Agrarverl, Wien, Germany, 244 p.

Archive of SID

www.SID.ir

Dynamic of coarse woody debris among stand developmental stages of mixed beech (*Fagus orientalis*) forests

K. Sefidi [1*] and M. R. Marvi mohadjer[2]

1- Assistant professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, I.R. Iran.

2- Professor, Department of Forestry and Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, I.R. Iran.

Received: 09.09.2015 Accepted: 23.05.2016

Abstract

Understanding and our knowledge about mixed beech stands development play key role in managing forest stand in the close to nature ways. There are differences in amount and quality of coarse woody debris reported from beech stands in the north of Iran. This research try to answer this questions: how amount and quality of coarse woody debris affected by stand development stages? So 30 one hectare sampling plots randomly were chosen in main three stand developmental stages and all coarse woody debris had been measured. Results showed that the volume of CWD followed the general "U-shaped" temporal trend: the highest in the Volume transition stage (42.2 m^3 ha^{-1}), lowest in the volume accumulation (12.8 m^3 ha^{-1}) and intermediate in the Volume growing up stage (27.8 m^3 ha^{-1}). Amount of oriental beech coarse woody debris was (log, snag and stump) significantly higher in three stages. Amount of beech volume, logs, size class III and decay class I and IV significantly differ among the three stages. Our results revealed that stand development have effect on the distribution of CWD among three stages.

Keywords: Coarse Woody Debris, Kheiroud kenar, Oriental beech, Silviculture of beech, Stand development.

Archive of SID

[*] Corresponding author: Email: Kiomarssefidi@gmail.com

www.SID.ir