

ارزیابی کمی و کیفی خشکه‌دارهای سرخدار در جنگل‌های افراخته استان گلستان

محدثه جعفری افراپلی^۱، کیومرث سفیدی^{۲*}، سید محمد واعظ موسوی^۳ و سعید ورامش^۲

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

۲- استادیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۰۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۰

چکیده

مرگ‌ومیر درختان و تبدیل آن به خشکه‌دار یکی از مهم‌ترین فرآیندها در جنگل‌ها است. خشکه‌دار یک مشخصه مهم ساختاری جنگل‌های طبیعی به‌ویژه در فاز تحولی کهن‌رست است که دامنه وسیعی از کارکردهای بوم‌شناختی را ایفا می‌کند. این بررسی با هدف ارزیابی کمی و کیفی خشکه‌دارهای سرخدار در ذخیره‌گاه افراخته علی‌آباد کتول انجام شد. پس از جنگل‌گردشی اولیه و انتخاب سه قطعه یک هکتاری، آماربرداری صددرصد خشکه‌دارها و اندازه‌گیری مشخصه‌های کمی و کیفی شامل قطر، ارتفاع، نوع خشکه‌دار و درجه پوسیدگی انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار متوسط حجم خشکه‌دارها ۵۰/۴۶ مترمکعب در هکتار است و بیش‌ترین حجم خشکه‌دارها در بین گونه‌های درختی مربوط به گونه سرخدار معادل ۳۷/۴۰ مترمکعب در هکتار و همچنین در دومین درجه پوسیدگی و شکل خشکه‌دار سرپا است. نتایج حاصل از محاسبه نرخ مرگ‌ومیر در طبقات قطری نشان داد که بیش‌ترین حجم خشک در طبقات میان قطر و در گونه سرخدار در طبقه ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری (۳۳/۸۹ درصد از حجم کل) و برای دیگر گونه‌ها در طبقات قطری ۶۰، ۵۵ و ۸۰ رخ می‌دهد. با توجه اینکه گونه سرخدار در لیست قرمز گونه‌های تهدید شده قرار داد و بیش‌ترین نرخ مرگ‌ومیر در قطرهای کم مشاهده می‌شود، لازم است با شناخت عوامل مؤثر بر مرگ‌ومیر آن شرایط احیا و حفاظت از آن فراهم شود.

واژه‌های کلیدی: درجه پوسیدگی، درختان زیستگاه، ذخیره‌گاه جنگلی، مرگ‌ومیر درختان.

مقدمه

و جانوران فراهم کرده و نقش اصلی را در چرخه مواد غذایی بازی می‌کنند (Santiago and Rodewald, 2005; Habashi et al., 2017). خشکه‌دار در جنگل معمولاً شامل درختان سرپا و ریشه‌کن شده، تنه‌های افتاده، سیستم‌های ریشه‌ای پوسیده و کنده‌های درختان پوسیده است که به‌طور کلی به دو گروه خرد و درشت تقسیم‌بندی می‌شوند. خشکه‌دارهای درشت قطری بیش از ده سانتی‌متر را در مقطع میانی نشان می‌دهند و خشکه‌دارهای خرد قطری کمتر از این حد دارند (Sefidi et al., 2016; Sefidi and Etemad, 2014).

تعداد خشکه‌دارها به‌طور طبیعی در جنگل مدیریت‌شده اغلب کمتر از جنگل‌های مدیریت‌نشده است و با افزایش سن توده، حجم خشکه‌دارهای سرپا نیز افزایش می‌یابد (Christensen et al., 2005). به‌طور کلی مقدار و حجم خشکه‌دار به وجود آمده در جنگل‌های طبیعی به تیپ جنگل، مقدار تولید، مراحل توالی، الگوی پراکنش طبیعی، نوع و فراوانی حوادث و آشفستگی‌های طبیعی و انسانی منطقه، سابقه بهره‌برداری، نوع مدیریت و ویژگی‌های اقلیمی و خاکی رویشگاه بستگی دارد (Sefidi et al., 2016). در جنگل‌های شمال ایران انباشت خشکه‌دارها در جنگل‌ها در پژوهش‌های متعددی گزارش شده است. در برخی پژوهش‌ها تراکم و حجم در هکتار خشکه‌دارها، درجه پوسیدگی (Sefidi and Marvie Mohadjer, 2010; Amiri et al., 2013)؛ و همچنین ارتباط آن‌ها با تجدید حیات و روشنه‌ها (Sefidi et al., 2008; Kooch et al., 2012; Zolfeghari et al., 2007) و تأثیر خشکه‌دارها بر جانداران در جنگل‌ها (Sefidi and Etemad, 2014) را مورد بررسی قرار داده‌اند.

سرخدار از خانواده Taxaceae و از جنس *Taxus* درخت یا درختچه‌ای همیشه‌سبز و از دسته بازدانگان بدون رزین است (Price, 1990) سرخدار (*Taxus*

یکی از مشخصه‌های مهم جنگل‌های طبیعی و دست‌نخورده، حضور خشکه‌دارها است. خشکه‌دارها در نتیجه مرگ‌ومیر طبیعی درختان در داخل یک توده جنگلی ایجاد می‌شوند. وجود درختان خشک برای تنوع زیستی در جنگل بسیار ضروری هستند (Harmon et al., 1986). خشکه‌دار می‌تواند به‌عنوان یک شاخص مؤثر و ضروری در تنوع زیستی اکوسیستم‌های جنگلی به‌کار رود (Harmon et al., 1986; Huston, 1996; Stevens, 1997; Harmon and Sexton, 1996). خشکه‌دارها نقش کلیدی در بسیاری از جنبه‌های عملکرد اکوسیستم بازی می‌کند (Sefidi and Marvie Mohadjer, 2010; Sefidi et al., 2013)، هر دو نوع خشکه‌دار در اکوسیستم‌های آبی و خشکی، مانند زیستگاه برای زندگی وحوش و قارچ‌ها، رویشگاه برای استقرار زادآوری، چرخه عناصر تغذیه‌ای و ثبات خاک کاربرد دارند. درختان خشک، زیستگاه مناسبی برای تعداد زیادی از گونه‌های حیوانات فراهم کرده و نقش مهمی در چرخه کربن دارند. افزایش تنوع زیستی، افزایش زادآوری گونه‌های گیاهی و دیگر نقش‌های بوم‌شناختی، از تأثیرهای خشکه‌دارها در اکوسیستم‌های جنگلی است (Kooch et al., 2010). خشکه‌دارهای سرپا درختان خشک و پوسیده‌ای هستند که با توجه به درجه پوسیدگی و کیفیت چوب درختان مختلف تشکیل می‌شوند (Sefidi and Marvie Mohajer, 2010). با افزایش سن توده حجم خشکه‌دارهای سرپا در توده‌های جنگلی افزایش می‌یابد که محیط مناسبی را برای آشیانه‌گزینی گونه‌های مختلف پرندگان و نیز فعالیت جانداران همراه فراهم می‌کند (Mormman et al., 1999). خشکه‌دارهای سرپا زیستگاه‌هایی برای حیات‌وحش در جنگل فراهم می‌کنند. درختان افتاده نیز یک آشیانه اکولوژیک جدید را برای بسیاری از گیاهان

سرخدار منطقه افراخته صورت گرفت. با توجه به مشاهدات میدانی اولیه در منطقه نشانه‌هایی از مرگ‌ومیر بالای درختان در این منطقه مشاهده شد که برآورد اولیه مقدار بیشتری از انباشت خشکه‌دار را در قیاس با دیگر جنگل‌ها نشان می‌داد بر این اساس فرضیه اولیه در این بررسی «وجود حداقل ۳۰ مترمکعب خشکه‌دار در هر هکتار رویشگاه طبیعی گونه» در نظر گرفته شد. حفاظت از گونه‌های درختی مانند سرخدار و تدوین برنامه‌های مدیریتی مناسب در این جنگل‌ها نیازمند اطلاعات جمعیت‌شناختی کمی از فراوانی تجدید حیات و نیز مرگ‌ومیر درختان در رویشگاه‌های طبیعی است.

مواد و روش‌ها

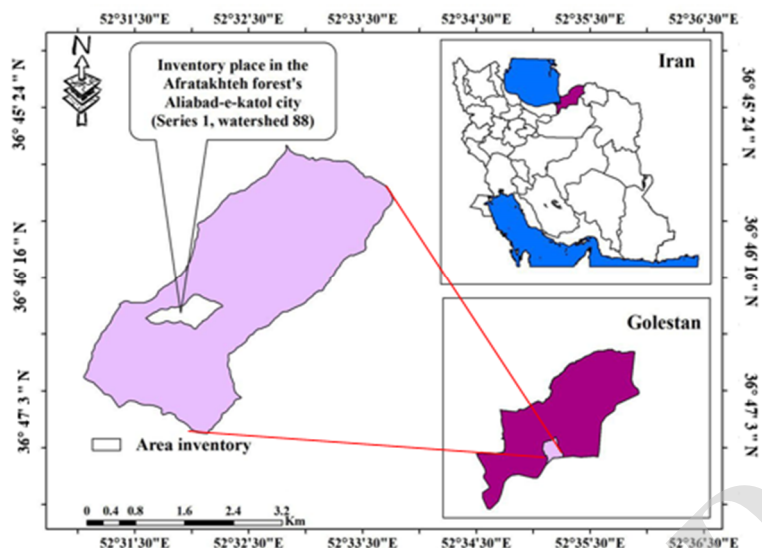
منطقه مورد بررسی

ذخیره‌گاه سرخدار افراخته به مساحت ۳۵۲ هکتار در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد کتول استان گلستان (شکل یک)، در مختصات جغرافیایی ۳۱° ۳۱' ۵۲" تا ۳۱° ۳۶' ۵۲" طول شرقی و ۲۴° ۴۵' ۳۶" تا ۲۴° ۴۷' ۳۶" عرض شمالی و در محدوده ارتفاعی ۱۳۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. بیشتر سنگ‌های تشکیل‌دهنده منطقه از نظر زمانی به دوران اول زمین‌شناسی (پالئوزوئیک) به ترتیب از قدیم به جدید، به دوره‌های کربونیفر فوقانی تا پرمین زیرین مربوط است. اسیدپته خاک منطقه در محدوده ۶/۵ تا ۷/۵ قرار دارد. در بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه در بازه زمانی ده‌ساله میانگین بارش سالیانه ۹۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۰/۳ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. همچنین، اقلیم به روش دومارتن، بسیار مرطوب نوع الف برآورد شده است (Esmailzadeh et al., 2004).

bacata L. یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های درختی است که قدمت آن به دوران دوم زمین‌شناسی می‌رسد. بهره برداری غیرقانونی و قطع این درختان با توجه به رشد خیلی کند و بارآوری طولانی و نامنظم، رویشگاه‌های طبیعی آن را به شدت تهدید کرده و به همین دلیل در فهرست گونه‌های در معرض خطر انقراض دنیا قرار گرفته است (Zare, Thomas and Polwart, 2003, 2001).

رویشگاه سرخدار افراخته از معدود رویشگاه‌های سرخدار جنگل‌های شمال است که در آن درختان سرخدار با دیرزیستی بالا به‌طور انبوه و گاهی توده‌های خالص رویش دارند. این ویژگی، رویشگاه سرخدار افراخته را در زمره یکی از رویشگاه‌های منحصربه‌فرد قرار داده است. تا اینکه در سال ۱۳۷۱ به‌عنوان ذخیره‌گاه معرفی شد (Javanshir, 1985). هرچند که این رویشگاه همانند دیگر مناطق جنگل‌های شمال ایران از عوامل تخریب مصون نبوده است ولی شرایط توپوگرافی بسیار ناهموار دامنه‌های متعدد و پرشیب منطقه سبب شده است تا بخش‌هایی از رویشگاه همواره به‌صورت نمونه‌های بکر و دست‌نخورده‌ای از بوم‌سازگان طبیعی باقی بمانند. پوشش گیاهی این مناطق در مرحله اوج بوده و یا اینکه به دلیل حفاظت به اوج خود نزدیک شده که پژوهش جامعه‌شناسی گیاهی را مقدر می‌سازد (Esmailzadeh et al., 2004).

آگاهی از روند مرگ‌ومیر درختان در توده‌های طبیعی سرخدار و نیز مقدار و کیفیت خشکه‌دارها در یک توده جنگلی طبیعی می‌تواند اطلاعات کمی مناسبی را در اختیار مدیران بخش منابع طبیعی در برای طراحی و اجرای برنامه‌های حفاظتی در این جنگل‌ها قرار دهد. این بررسی با هدف بررسی مرگ‌ومیر درختان و مشخصه‌های کمی و کیفی خشکه‌دارها در جنگل‌های



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی جنگل‌های سرخدار در استان گلستان
Figure1. Location of the study area of yew stand in Golestan province

از ۵۰ سانتی‌متر) دسته‌بندی شدند (Sefidi and Marnie, 2010). برای برآورد حجم خشکه‌دارهای سرپا از رابطه زیر استفاده شد (Harmon and Sexton, 1996):

$$V = A_m \times H \times f \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن A_m سطح مقطع برابر سینه، H ارتفاع خشکه‌دار و f ضریب کاهش قطری است و در خشکه‌دار افتاده حجم از رابطه زیر که در آن V : حجم خشکه‌دار به متر مکعب، L : طول خشکه‌دار، A_m ، A_t و A_b به ترتیب مساحت‌های سطح مقطع در انتها، میانه و ابتدای تنه افتاده هستند، استفاده شد (Sefidi and Marvie Mohajer, 2010).

$$V = \frac{L(A_b + A_m + A_t)}{6} \quad \text{رابطه (۲)}$$

ابتدا نوع گونه خشکه‌دار مشخص شد و خشکه‌دارها برحسب مقدار پوسیدگی در یکی از کلاس‌های پوسیدگی بدین گونه طبقه‌بندی شدند که 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، پوسیدگی درجه

روش جمع‌آوری داده‌ها

پس از بررسی‌ها و جنگل‌گردشی‌های اولیه، سه قطعه نمونه یک هکتاری (Fallah et al., 2000) به شکل مربع 100×100 مترمربع) در توده‌های آمیخته سرخدار انتخاب و سپس در هر یک از قطعات نمونه یک هکتاری، مشخصه‌های ساختاری توده شامل قطر برابر سینه، نوع گونه درختی، توزیع خشکه‌دارها در طبقات قطری مختلف، ارتفاع درختان، نوع خشکه‌دار (افتاده، سرپا و کنده) و تعداد و حجم خشکه‌دارها برای تمامی درختان با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر به روش آماربرداری صددرصد اندازه‌گیری شد (Sefidi et al., 2013). سه قطر ابتدایی، میانی و انتهایی با خط‌کش دوبازو دقت میلی‌متر برای برآورد حجم اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع در خشکه‌دارهای سرپا از دستگاه متر لیزری لایکا و برای خشکه‌دارهای افتاده، طول خشکه‌دار با متر نواری و دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. همچنین خشکه‌دارها از نظر اندازه (قطر) در سه طبقه کم قطر (کمتر از ۲۵ سانتی‌متر)، میان قطر (۲۵-۵۰ سانتی‌متر) و قطور (بیش

برابرسینه سرخدار ۰/۰۴ مترمربع و سطح مقطع برابرسینه در دیگر گونه‌ها ۰/۱۰ مترمربع است. همچنین قطر متوسط سرخدار ۲۲/۰۱ سانتی‌متر و قطر متوسط دیگر گونه‌ها ۳۲/۰۹ سانتی‌متر است. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که حجم کل خشکه‌دارها ۵۰/۴۶ مترمکعب در هکتار و شمار آن‌ها ۱۵۴ اصله در هکتار است که ۸۵/۴۳ درصد سرخدار و ۱۴/۵۷ درصد را دیگر گونه‌ها به خود اختصاص دادند.

با توجه به اطلاعات جدول، بیش‌ترین حجم را سرخدار با ۳۱/۲۰ مترمکعب در هکتار به خود اختصاص داد که برابر با ۶۱/۸۲ درصد از حجم کل بود.

دو: در این پوسیدگی درون‌چوب آشکار است و در بیش‌تر موارد پوست درخت دیده و جوانه‌ها دیده نمی‌شوند، در پوسیدگی درجه سه: درون‌چوب و پوست درخت به‌طور کامل پوسیده شده است، سرشاخه‌ها کنده شده‌اند و به‌آسانی با ضربه به حالت پودری درمی‌آیند و پوسیدگی درجه چهار: درون‌چوب و پوست به‌کلی پوسیده شده و در برخی موارد درخت به‌کلی به هوموس تبدیل شده و پوشش علفی به‌طور کامل مستقر شده است (Sefidi and Marnie Mohajer, 2010).

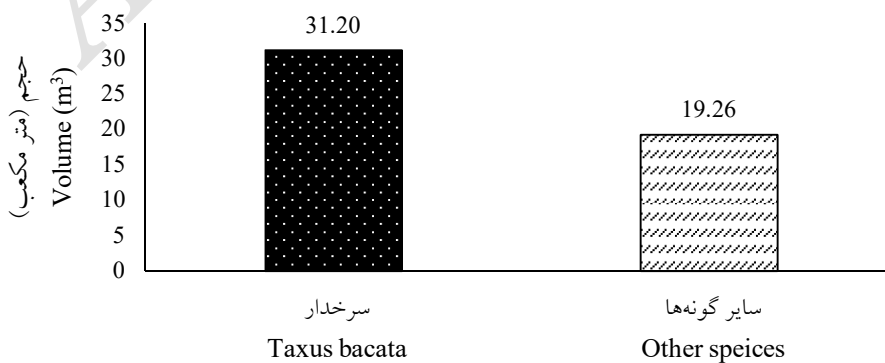
نتایج

در بررسی سه هکتار از ذخیره‌گاه افراخته و آماربرداری صددرصد از این منطقه، سطح مقطع

جدول ۱- فراوانی و حجم گونه‌های درختان خشک در هکتار در جنگل افراخته

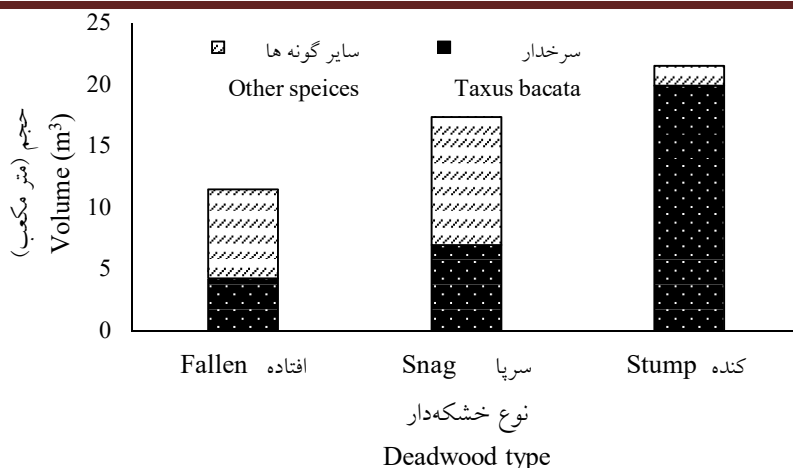
Table 1. The frequency and volume of dead wood species in the Afratakhteh forest

حجم		فراوانی		گونه Species
درصد Percent	مترمکعب Cubic meter	درصد Percentage	تعداد Number	
61.82	31.20	85.43	131	سرخدار English yew
38.18	19.26	14.57	22	دیگر گونه‌ها Other species
100	50.46	100	153	کل Total



شکل ۲- حجم خشکه‌دارها در هکتار به تفکیک گونه در منطقه مورد بررسی

Figure 2. The volume of dead wood of different tree species in the study area

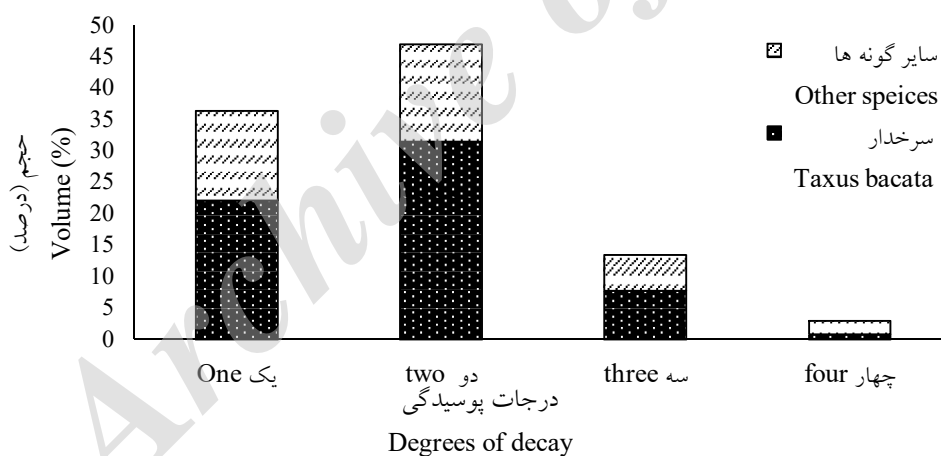


شکل ۳- حجم خشکه‌دارها در هکتار به تفکیک نوع خشکه‌دار

Figure 3. The Volume of dead wood of different tree species

حجم خشکه‌دار سریای برای گونه‌های دیگر، ۱۰/۳۷ مترمکعب در هکتار محاسبه شد. حجم خشکه‌دار کنده سرخدار ۱۹/۹۳ مترمکعب در هکتار و حجم خشکه‌دار دیگر گونه‌ها ۱/۶۵ مترمکعب در هکتار به دست آمد.

حجم خشکه‌دار افتاده سرخدار برابر با ۴/۲۶ مترمکعب در هکتار و حجم خشکه‌دار افتاده در دیگر گونه‌ها ۷/۲۵ مترمکعب در هکتار بود. همچنین حجم خشکه‌دار سریای سرخدار ۷ مترمکعب در هکتار و



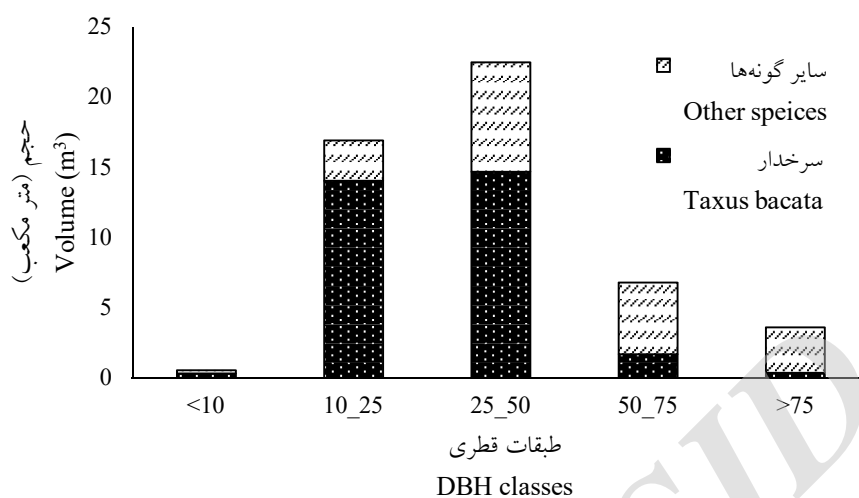
شکل ۴- حجم خشکه‌دارها در هکتار و در درجات مختلف پوسیدگی

Figure 4. The volume of dead trees in decay classes

خشکه‌دار سرخدار ۱۵/۷۹ مترمکعب در هکتار (۳۱/۵۲ درصد) و حجم دیگر گونه‌ها ۷/۸۶ مترمکعب در هکتار (۱۵/۵۴ درصد) محاسبه شد درحالی‌که در درجه سوم پوسیدگی حجم خشکه‌دار سرخدار ۳/۹۰ مترمکعب در هکتار (۷/۷۴ درصد) و حجم دیگر گونه‌ها ۲/۸۸ مترمکعب در هکتار (۵/۷۵ درصد) به دست آمد

حجم خشکه‌دارهای سرخدار و دیگر گونه‌ها در طبقات پوسیدگی مختلف متفاوت بود در درجه پوسیدگی یک، حجم خشکه‌دار سرخدار ۱۱/۰۸ مترمکعب در هکتار (۲۲/۱۸ درصد) و حجم دیگر گونه‌ها ۷/۴۴ مترمکعب در هکتار (۱۴/۲۹ درصد) به دست آمد. همچنین در درجه دوم پوسیدگی حجم

و همچنین در درجه چهارم پوسیدگی حجم خشکه‌دار سرخدار ۰/۴۲ مترمکعب در هکتار (۰/۸۵ درصد) و حجم خشکه‌دار دیگر گونه‌ها ۱/۰۹ مترمکعب در هکتار (۲/۱۲ درصد) محاسبه شد.

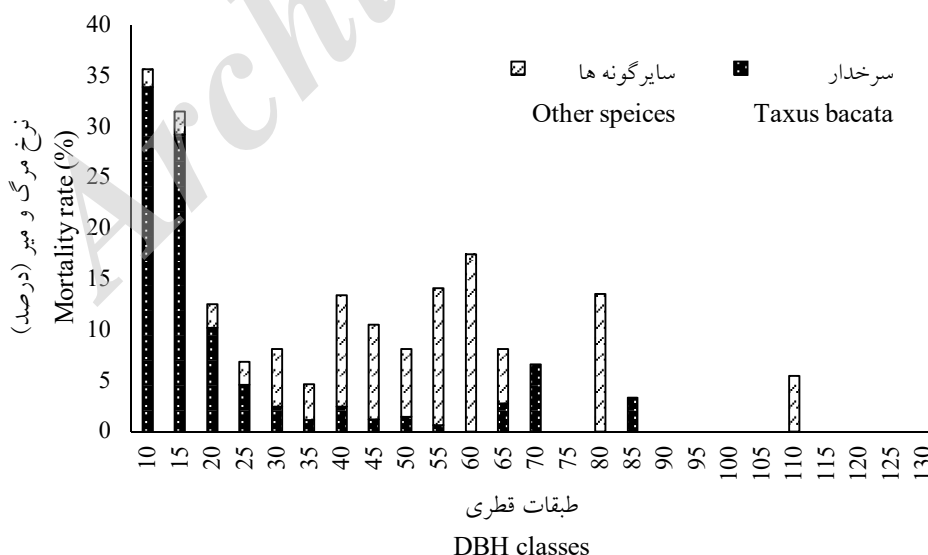


شکل ۵- پراکنش خشکه‌دارها در هکتار و در کلاسه‌های قطری

Figure 5. Distribution of dead trees in diameter classes

همچنین بیش‌ترین حجم خشک متعلق به دیگر گونه‌ها در طبقه قطری ۵۰ تا ۲۰ سانتی‌متر معادل ۷/۸۰ مترمکعب مشاهده شد و کم‌ترین مقدار حجم در طبقه قطری کم‌تر از ۱۰ سانتی‌متری معادل ۰/۲۰ مترمکعب مشاهده شد.

شکل پنج توزیع خشکه‌دارها را در طبقه‌های قطری نشان می‌دهد. بر این اساس، بیش‌ترین (۱۴/۷۱ مترمکعب) و کم‌ترین (۰/۳۷ مترمکعب) حجم خشکه‌دار سرخدار به ترتیب در طبقه‌های قطری ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر و بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر مشاهده شد.



شکل ۶- نرخ مرگ‌ومیر خشکه‌دارها به تفکیک گونه درختی

Figure 6. The mortality rate of dead trees within different tree species

و شرایط محیطی مختلف تفاوت دارد (Chambers *et al.*, 2000). انباشت خشکه‌دار در یک رویشگاه می‌تواند متأثر از موارد متعددی باشد. Sefidi و همکاران (2016) در پژوهشی در جنگل‌های اسالم نشان دادند که مقدار انباشت خشکه‌دار تحت تأثیر نرخ پوسیدگی گونه است. نرخ پوسیدگی در درختان مختلف علاوه بر ویژگی‌های ژنومورفیک رویشگاه (Fukasawa, 2015) و شرایط محیطی مانند اقلیم (Russell *et al.*, 2014) که تأثیر بسیاری در فرآیند پوسیدگی دارند (Dunn and Bailey, 2012) تحت تأثیر ژنتیک گونه‌ها نیز قرار دارد.

پژوهش‌های متعددی تفاوت‌هایی را در بین گونه‌های مختلف از نظر نرخ پوسیدگی ذکر کرده‌اند. Mackensen and Bauhus (2003) گونه‌های جنس اکالیپتوس از نظر نرخ پوسیدگی نشان دادند. علاوه بر این گونه‌های درختی سوزنی‌برگ و پهن‌برگ نیز به‌واسطه داشتن مواد شیمیایی متفاوت در ساختمان چوب تفاوت‌هایی را از نظر نرخ پوسیدگی نشان می‌دهند (Mackensen and Bauhus, 2003). حجم بالای خشکه‌دارها در این رویشگاه در قیاس با دیگر پژوهش‌ها می‌تواند به‌دلیل شرایط متفاوت رویشگاهی در این منطقه باشد. همچنین حجم بالای خشکه‌دارها می‌تواند به‌دلیل ویژگی خاص سرخدار یعنی دانسیته و تراکم بالای چوب این درخت و دیر تجزیه شدن آن باشد. اساساً چوب سرخدار جزو چوب‌های با چگالی بالا است و فشردگی چوب در آن مانع تجزیه سریع است (Keunecke *et al.*, 2008). مقدار انباشت خشکه‌دار علاوه بر شرایط رویشگاهی و دانسیته چوب می‌تواند متأثر از سابقه مدیریتی در جنگل‌ها باشد. حضور انسان در گذشته‌های دور و قطع غیرقانونی درختان در مواردی می‌تواند سبب تغییر در مقدار طبیعی خشکه‌دارها شوند. در پژوهش‌های متعددی تأثیر سابقه مدیریتی بر مقدار خشکه‌دارها در

با بررسی نرخ مرگ‌ومیر و نتایج حاصل از آن مشخص شد که بیش‌ترین نرخ مرگ‌ومیر گونه سرخدار در طبقه قطری ۱۰ سانتی‌متری اتفاق می‌افتد که معادل ۳۳/۸۹ درصد است و همچنین بیش‌ترین نرخ مرگ‌ومیر در دیگر گونه‌ها نیز مربوط به طبقه قطری ۶۰ سانتی‌متر است که معادل ۱۷/۴۵ درصد است.

بحث

این پژوهش در جنگل افراتخته علی‌آباد استان گلستان و مناطقی با دست‌خوردگی و دخالت کم‌تر انجام شد. با توجه به اهداف پژوهش در تیپ غالب سرخدار یا سرخدار آمیخته آماربرداری صددرصد از خشکه‌دارها صورت گرفت. وجود خشکه‌دار معیار و شاخصی مناسب برای تحول و تکامل توده‌های طبیعی و دست‌نخورده است و تا حد زیادی طبیعی بودن یک اکوسیستم جنگلی را نشان می‌دهد که می‌تواند به‌عنوان یک مبنا و مرجع برای حفظ و پایداری جنگل‌های طبیعی شمال کشور به‌حساب آید. علاوه بر این، برنامه‌های حفاظتی در جنگل‌های خشکه‌دار نیاز به اطلاعات کمی از مؤلفه‌های ساختاری توده دارد که این بررسی به‌دنبال ارائه این اطلاعات از توده‌های کم‌تر دست‌خورده سرخدار بود. طبق پژوهش صورت گرفته بیش‌ترین حجم خشکه‌دارها در طبقه قطری ۵۰ تا ۲۵ (میان قطر) است. در این بررسی حجم کل خشکه‌دارها ۵۰/۴۶ مترمکعب در هکتار به‌دست آمد که این حجم بالای خشکه‌دار نشان‌دهنده پویایی جنگل و سرعت دگرگونی و پوسیده شدن بالا را نشان می‌دهد (Sefidi and Marvie Mohajer, 2010). حجم خشکه‌دار در یک رویشگاه نشان‌گر وجود آشفتگی‌های متعدد است و ماندگاری و انباشت آن در توده به‌سرعت تجزیه درختان نیز بستگی دارد. تجزیه خشکه‌دار یک فرآیند بسیار پیچیده است و در میان گونه‌های درختی مختلف

ایفا می‌کنند. با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی چوب درختان مقدار افتادن آن‌ها متفاوت است یا به عبارت دیگر سرشت متفاوت گونه‌های درختی می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر مقدار افتادن درختان باشد. پژوهش‌ها (Sefidi and Marvie Mohajer, 2010) نشان داده که خشکه‌دارهای ممرز مراحل پیشرفته‌تری از پوسیدگی را در طبیعت نشان می‌دهند. در پژوهش پیش‌رو نشان داده شد که بیش‌ترین حجم پوسیدگی در کلاسه ۵۰ تا ۲۵ و در درجه دوم پوسیدگی و همچنین مربوط به خشکه‌دار کنده است که این موضوع می‌تواند به علت قاچاق چوب در گونه سرخدار باشد. بیش‌ترین نرخ مرگ‌ومیر در گونه سرخدار و در طبقه قطری ۱۰ سانتی‌متری اتفاق افتاده است که این موضوع نشان‌دهنده نرخ بالای مرگ‌ومیر در بین درختان جوان سرخدار است که در نتیجه رقابت در مرحله جوانی رخ می‌دهد. با در نظر گرفتن بردباری بالای گونه سرخدار به سایه، مرگ‌ومیر درختان در این طبقه می‌تواند تهدیدی برای استمرار و تجدید حیات این گونه درختی با ارزش باشد.

از یک طرف یافته‌های این پژوهش مشخص کرد که حجم خشکه‌دارها در منطقه، ۵۰/۴۶ مترمکعب در هکتار است و بیش‌ترین نرخ مرگ‌ومیر در طبقه قطری ۱۰ سانتی‌متر و در خشکه‌دارهای سرپا است و از سوی دیگر با توجه به این‌که گونه سرخدار در لیست قرمز گونه‌های تهدید شده قرار دارد لازم است با شناخت عوامل مؤثر بر مرگ‌ومیر آن شرایط احیا و حفاظت از آن فراهم شود.

جنگل‌های راش در اروپا (Larrieu et al., 2012) و در جنگل‌های آمیخته راش شرقی در شمال ایران (Sefidi and Etemad, 2014) گزارش شده است. انباشت خشکه‌دارها در درجات اولیه پوسیدگی (بیش از ۷۰ درصد) نیز مؤید این موضوع است که درختان اغلب تازه افتاده‌اند و خشکه‌دارهای قدیمی‌تر به احتمال فراوان از جنگل خارج شده‌اند. در این بررسی حجم خشکه‌دارهای سرپا بیشتر از خشکه‌دارهای افتاده است که این موضوع با تحقیق (Sefidi et al., 2009) در بخش نم‌خانه است همسواست که می‌تواند نشان‌دهنده جوان‌تر بودن و کندتر بودن فعالیت‌های پوسیدگی باشد. علاوه بر این عواملی مانند وقوع آشفته‌گی‌های با منشأ انسان یا طبیعی می‌تواند منجر به خشکیدن درختان سرپا شود. در منطقه مورد بررسی به نظر می‌رسد که در گذشته با توجه به کیفیت چوب سرخدار درختان افتاده از جنگل خارج شده و فرصت کافی برای پوسیدن و تبدیل به خشکه‌دار وجود نداشته است. حجم بالای خشکه‌دارها در درجات یک و دو پوسیدگی و کم‌ترین مشاهده در مراحل پیشرفته پوسیدگی می‌تواند دلیلی بر این ادعا باشد. بررسی پوسیدگی خشکه‌دارها هم نشان داد که بیش‌ترین درجه پوسیدگی مربوط به پوسیدگی درجه دو است. وجود خشکه‌دارها در درجات ابتدایی پوسیدگی نشان‌دهنده این است که درختان به‌تازگی در حال خشک شدن هستند و به‌همین دلیل در درجات اولیه پوسیدگی قرار دارند. در پژوهش حاضر خشکه‌دار سرپا بیش‌ترین حجم و سپس کنده و در نهایت خشکه‌دار افتاده کم‌ترین حجم را دارد. خشکه‌دارها در حالت افتاده، سرپا و یا کنده نقش‌های اکولوژیکی متفاوتی را

References

- Amiri, M., R. Rahmani, Kh. Sagheb-Talebi & H. Habashi, 2014. Dynamics and Structural Characteristics of a Natural Unlogged Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stand during a 5-year Period in Shast Kalate Forest, Northern Iran, *Environmental Resources Research*, 1(2): 107-129.
- Chambers, J. Q., N. Higuchi, J. P. Schimel, L. V. Ferreira & J. M. Melack, 2000. Decomposition and carbon cycling of dead

- trees in tropical forests of the central Amazon, *Oecologia*, 122(3): 380-388.
- Christensen, M., K. Hahn, E. P. Mountford, P. Odor, T. Standovar, D. Rozenbergar, J. Diaci, S. Wijdeven, P. Meyer, S. Winter & T. Verska, 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves, *Forest Ecology and Management*, 210(1): 267-282.
 - Dunn, C. J. & J. D. Bailey, 2012. Temporal dynamics and decay of coarse wood in early seral habitats of dry-mixed conifer forests in Oregon's Eastern Cascades, *Forest Ecology and Management*, 276: 71-81.
 - Esmailzadeh, O., S. M. Hosseini & J. Oladi, 2004. A phytosociological study of english yew (*Taxus baccata* L.) in Afratakhteh reserve, *Pajouhesh & Sazandegi*, 20(1): 17-24. (In Persian)
 - Fallah, A., M. Zobeyri, M. H. Jazirei & M. R. Marvi Mohajer, 2000. 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)
 - Fukasawa, Y., 2015. The geographical gradient of pine log decomposition in Japan, *Forest Ecology and Management*, 349: 29-35.
 - Habashi, H., P. Feizi, A. Nadimi & A. A. Mohammad Ali PourMalekshah, 2017. Effect of beech logs Deadwood quality (decay stage class) on the macrofauna diversity in managed forest. *Forest Research and Development*, 3(1): 1-14. (In Persian)
 - Harmon, M. E. & J. Sexton, 1996. Guidelines for measurements of wood detritus in forest ecosystems, Publication No. 20 U.S. LTER Network office: University of Washington, Seattle, USA, 73 p.
 - Harmon, M. E., J. F. Franklin, F. J. Swanson, P. Sollins, S. V. Gregory, J. D. Lattin, N. H. Anderson, S. P. Cline, N. G. Aumen, J. R. Sedell, G. W. Lienkaemper, K. Cromack & K. W. Cummins, 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems, *Advances in ecological research*, 133-302.
 - Huston, M. A., 1996. Models and management implication of coarse woody debris impacts on biodiversity. In: Mcminn, J. W. & D. A. Crossley (Eds.). *Proceedings of the Workshop on Coarse Woody Debris in Southern Forests: Effects on Biodiversity*. Asheville, USDA Forest Service, Athens, GA, 94 (5): 139-143.
 - Javanshir, K., 1985, *Needles*, Publications of Forest and Rangeland Research Institute of Iran, Iran, 547 p.
 - Kakavand, M., M. R. Marvie Mohajer, Kh. Sagheb-Talebi & K. Sefidi, 2014. Structural diversity of mixed beech stands in the middle stage of succession (Case study: Gorazbon District, Kheiroud Forest of Nowshahr), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(3): 411-422. (In Persian)
 - Keunecke, D., S. Hering & P. Niemz, 2008. Three-dimensional elastic behaviour of common yew and Norway spruce, *Wood science and technology*, 42(8): 633-647.
 - Kooch, Y., S. M. Hosseini, J. Mohammadi & S. M. Hojjati, 2012. Determination of the best canopy gap area on the basis of soil characteristics using the Analytical Hierarchy Process (AHP), *Folia Forestalia Polonica*, 54(1): 15- 24.
 - Kooch, Y., S. M. Hosseini, M. Akbarinia, M. Tabari & S. Gh. Jalali, 2010. The role of dead tree in regeneration density of mixed beech stand (case study: Sardabrood forests, Chalous, Mazindaran), *Iranian Journal of Forest*, 2(2): 93-103. (In Persian)
 - Larrieu, L., A. Cabanettes & A. Delarue, 2012. Impact of silviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in montane beech-fir forests of the Pyrenees, *European Journal of Forest Research*, 131(3): 773-786.
 - Mackensen, J. & J. Bauhus, 2003. Density loss and respiration rates in coarse woody debris of *Pinus radiata*, *Eucalyptus regnans* and *Eucalyptus maculate*, *Soil Biology and Biochemistry*, 35(1): 177-186.
 - Mormman, C. E., K. R. Russell, G. R. Sabin & D. C. Guynn Jr, 1999. Snag dynamic and cavity occurrence in the South Carolina piedmont, *Forest Ecology and Management*, 118(1): 37-48.
 - Price, R. A., 1990. The genera of Taxaceae in the southeastern United States, *Journal of the Arnold Arboretum*, 71(1): 69-91.
 - Russell, M., P. Cheetham, D. Evans, E. Hambleton, I. Hewitt, H. Manley & M. Smith, 2014. The Durotriges Project, phase one: an interim statement. In: *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, Bournemouth University, Fern Barrow, Poole, Dorset, UK, 135: 217-221.
 - Santiago, J. M. & A. D. Rodewald, 2005. Dead trees as resources for Forest Wildlife,

- Extension fact sheet, Ohio State University Express, 12 p.
- Sefidi, K. & M. R. Marvie Mohajer, 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests of Northern Iran, *Journal of forest sciences*, 56(1): 7-17.
 - Sefidi, K. & M. R. Marvie Mohajer, 2010. Characteristics of coarse woody debris in natural beech (*Fagus orientalis*) forests, *Journal of Forest Science*, 56 (1): 7-17.
 - Sefidi, K. & V. Etemad, 2014. Dead wood characteristics influencing macrofungi species abundance and diversity in Caspian natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests, *Forest systems*, 24(2): 162- 168.
 - Sefidi, K. & V. Etemad, 2014. The amount and quality of dead trees in a mixed beech forest with different management histories in northern Iran, *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 15(2): 162-168.
 - Sefidi, K., F. Esfandiary Darabad & M. Azaryan, 2016. Effect of topography on tree species composition and volume of coarse woody debris in an Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) old growth forests, northern Iran, *iForest, Biogeosciences and Forestry*, 9(4): 658-665.
 - Sefidi, K., F. Esfandiary Darabad & M. Sharari, 2016. The decay time and rate determination in oriental beech (*Fagus orientalis*Lipsky) dead trees in Asalem forests, *Journal of Environmental Studies*, 42(3): 551-563.
 - 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)
 - 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.
 - Sefidi, K., M. R. Marvie Mohajer, M. Zobeyri & V. Etemad, 2009. Standing dead trees (snags) component of the close to nature silviculture in a mixed beech forest in north of Iran, *Pajouhesh & Sazandegi*, 81(9): 50-58. (In Persian)
 - Stevens, V., 1997. The Ecological Role of Coarse Woody Debris: an Overview of the Ecological Importance of CWD in British Columbia Forests, Ministry of Forests Research Program Press, British Columbia, 30 p.
 - Thomas, P. A. & A. Polwart, 2003. *Taxus baccata* L, *Journal of Ecology*, 91(3): 489-524.
 - Zare, H., 2001. Introduced and Native Conifers in Iran, Agricultural Research, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agriculture Research, Education and Extension Organization, 271 p.
 - Zolfeghari, A., M. R. Marvi Mohajer & M. Namiranian, 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.

Qualitative and quantitative evaluation of dead trees in English yew (*Taxus baccata*) in Afratakhteh Forests, Golestan Province, and northeastern Hyrcanian forests

M. Jafari Afrapoly¹, K. Sefidi^{*2}, S. M. Waez-Mousavi³ and S. Varamesh²

1- M.Sc. of Silviculture and Forest Ecology, College of Agriculture and Natural Resources, University Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran.

2- Assistant professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardebil, Ardebil, I.R. Iran.

3- Assistant Professor, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Recourses, Gorgan, I.R. Iran.

Received: 11.07.2017

Accepted: 25.09.2017

Abstract

Tree mortality and turn it to the snag or logs is one of the most important processes in forest ecosystems. Dead trees are an important characteristic of natural forests structure, especially in the old-growth developmental phases which play a wide range of ecological functions. This study aimed to investigate the mortality of trees in the Afratakhteh forest reserve in the Aliabad region. After the preliminary field observation, three one-hectare study areas were selected and the quantitative and qualitative characteristics (diameter, height, type, and decay stage) of all dead trees were assessed. Results showed that the average volume of dead trees in the study area was 50.44 cubic meter per hectare. The yew encompassed the high amount of dead volume (37.40 m³) and the most of dead trees were in the second stage of decay. Tree mortality rate in diameter classes showed the greatest amount of dead volume observed in 25-50 cm diameter classes and the highest mortality of yew trees occurred in 10 cm diameter class that are equal to around 38% of total dead volume. Due to the fact that the Yew species are in the red list of threatened species, and on the other hand, the highest mortality rate of this species is observed in low diameter classes, it is necessary to identify the factors that affect its mortality to provide restoration and conservation of yew.

Keywords: Decay stage, Forest reserves, Habitat tree, Tree mortality.

* Corresponding author:

Email: kiomarssefidi@gmail.com