مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال یازدهم، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۸
ص ۵۳۲-۵۱۹

مقاله پژوهشی

برآورد حجم خشکه‌دار و نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط ایرانی در ارتباط با برخی عوامل محیطی در جنگل‌های بلوط زاگرس (پژوهش موردی: تنگ علمدار، بهبهان)

سارا پرنیان کلایه[۱]، مصطفی مرادی[۲*]، کیومرث سفیدی[۳] و رضا بصیری[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان.
۲. استادیار گروه جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان.
۳. دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.
۴. دانشیار گروه جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۵)

چکیده

خشکیدگی درختی پدیدهٔ مهم و پیچیده‌ای است که در بیشتر جنگل‌های بلوط جهان روی داده است. این تحقیق با هدف برآورد مرگ‌ومیر، حجم خشکه‌دارها و عوامل اکولوژیکی مؤثر بر آنها در منطقهٔ تنگ علمدار بهبهان اجرا شد. به این منظور یک قطعهٔ ۵۰ هکتاری انتخاب و در آن ۳۰ قطعه نمونهٔ ۲۵ آری به‌صورت تصادفی سیستماتیک پیاده شد. در این قطعات نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط، حجم خشکه‌دارها در گروه‌های مختلف (اعم از درشت و ریز)، شیب، ارتفاع از سطح دریا، شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه اندازه‌گیری و ثبت شد. از ضریب همبستگی پیرسون و آزمون تجزیهٔ واریانس یکطرفه برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات استفاده شد. نتایج نشان داد که حجم خشکه‌دارهای سرپا، افتاده و ریز به‌ترتیب ۷/۰۱، ۱۵/۲۱ و ۰/۰۳۹ متر مکعب در هکتار است. نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط در منطقهٔ تنگ علمدار بسیار زیاد و در حدود ۵۷ درصد است. بیشترین مرگ‌ومیر در این تحقیق در طبقه‌های قطری ۱۵-۱۰ سانتی‌متری مشاهده شد. نرخ زیاد مرگ‌ومیر متأثر از ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی نبود. از طرف دیگر، حجم و تعداد خشکه‌دارها در گروه‌های مختلف همبستگی معنی‌داری با متغیرهای فیزیوگرافی نداشت. مرگ‌ومیر زیاد در همهٔ طبقات قطری ممکن است نشان‌دهندهٔ این مسئله باشد که مرگ‌ومیر در نتیجهٔ دیرزیستی درختان بلوط نیست، بلکه نوعی آشفتگی سبب آن شده است. همچنین یکی از دلایل احتمالی کم بودن حجم خشکه‌دار ریز، آشفتگی‌های انسانی است. بنابراین با توجه به مرگ‌ومیر زیاد در این منطقه توصیه می‌شود ضمن برنامه‌ریزی برای حفظ جنگل، فعالیت‌های جنگلکاری و احیا انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: خشکه‌دار، زوال جنگل، بلوط ایرانی، شکل زمین، خشکه‌دار خرد.

مقدمه

خشکیدگی درختی پدیدهٔ مهم و پیچیده‌ای است که از حدود یک قرن پیش در بیشتر جنگل‌های بلوط جهان و در سالیان اخیر نیز در جنگل‌های بلوط زاگرس در پی خشکسالی‌های متوالی روی داده است (Bigler et al., 2006). در طول قرن‌های گذشته، مساحت جنگل‌های بلوط به‌طور پیوسته در قارهٔ اروپا کاهش یافته است (Sonesson & Drobyshev, 2010).

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۶۱۵۲۷۲۱۱۹۱
ایمیل: moradi4@gmail.com

این کاهش تنها مختص اروپا نبوده، بلکه در آمریکا (Fei et al., 2001) و خاور میانه (Attarod et al., 2017; Tiberi et al., 2016) نیز گزارش شده است. عوامل متعدد زنده و غیرزنده سبب از بین رفتن جنگل‌های بلوط شده‌اند (Sonesson & Drobyshev, 2010; Andersson et al., 2011). این عوامل با توجه به نیازهای رویشگاهی، اقلیمی و همچنین ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک خاص هر گونهٔ بلوط متفاوت‌اند (Andersson et al., 2011). بنابراین اطلاع از عوامل مؤثر بر زوال، در رابطه با گونه‌های مختلف بلوط و همچنین شدت اثر آنها می‌تواند در برنامه‌ریزی بهتر و اطلاع از شرایط موجود و آینده کمک مؤثری کند.

در جنگل‌های غرب کشور نیز زوال بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) طی پژوهش‌های متعددی گزارش شده است. در این تحقیقات، علت زوال و خشک شدن درختان بلوط ایرانی را عواملی مانند قارچ *Biscogniauxia mediterranea* (Mirabolfathy et al., 2011)، کاهش بارندگی (Attarod et al., 2017)، پدیدهٔ گردوخاک (Roushani Nia et al., 2018) و فیزیوگرافی (Mirzaei et al., 2018; Hosseini et al., 2017) دانسته‌اند. اما عامل اصلی زوال را می‌توان خشکسالی و بروز تنش‌ها دانست که درخت را دچار ضعف فیزیولوژیک می‌کند (Bigler et al., 2006). در چنین شرایطی هر عاملی که به‌نحوی با حیات درختان و رشد و نمو آنها در ارتباط است، می‌تواند بر مقاومت درختان به تنش‌های محیطی تأثیر بگذارد و درختان تضعیف‌شده را مستعدتر به خشکیدگی و مرگ کند. بنابراین تعیین حد تأثیر عوامل دشوار است (Das et al., 2008).

پیامد زوال گسترده در جنگل‌های زاگرس با وسعت ۵ میلیون هکتار با غالبیت گونهٔ بلوط (Sagheb Talebi et al., 2014)، افزایش چشمگیر حجم خشکه‌دارها در انواع مختلف است. اما تا کنون پژوهشی در زمینهٔ تعیین حجم و انواع خشکه‌دارها در جنگل‌های زاگرس صورت نگرفته است. در دیگر اکوسیستم‌های جنگلی ایران به‌خصوص جنگل‌های ناحیهٔ رویشی هیرکانی و از جمله جنگل‌های معتدله، مقدار و حجم خشکه‌دارها با توجه به پژوهش‌های متعدد در رویشگاه‌های مختلف متفاوت بوده و تا ۵۱ متر مکعب نیز گزارش شده است (Sefidi & Marvie Mohadjer, 2010). اما با توجه به وجود پدیدهٔ زوال در جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک کشور و خشکیدگی درختان بلوط ایرانی در این جنگل‌ها، هنوز از کمیت، کیفیت، حجم خشکه‌دارها و حتی کارکرد زیست‌محیطی آنها در جنگل‌های بلوط زاگرس اطلاعاتی در دسترس نیست.

تا کنون پژوهش‌های اندکی دربارهٔ نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط ایرانی و عوامل مؤثر بر آن در جنگل‌های زاگرس انجام گرفته است. در برخی از این تحقیقات مشخص شده که ارتباط معنی‌داری بین قطر و ارتفاع با مقدار خشکیدگی وجود ندارد (Hosseinzadeh & Najafifar, 2016)، درحالی که برخی تحقیقات بیانگر رابطهٔ معنی‌دار بین قطر و مقدار خشکیدگی است (Golmohamadi et al., 2017). اما در هیچ یک از این پژوهش‌ها حجم و مقدار خشکه‌دارها مشخص نشده است. گروه‌بندی خشکه‌دارها براساس ویژگی‌های ظاهری یکی از اولین کارهایی است که در پژوهش‌های مربوط به خشکه‌دارها انجام می‌شود. اما با هیچ نوع طبقه‌بندی برای خشکه‌دارهای جنگل‌های زاگرس صورت نگرفته است. بررسی این مسئله از آن نظر ضروری است که با توجه به شرایط رویشگاهی هیچ یک از طبقه‌بندی‌های موجود به‌صورت کامل دربرگیرندهٔ انواع خشکه‌دارها در جنگل‌های زاگرس نیست. به‌طور مثال خشکه‌دارهای ریز کارکردهای مهمی در زمینهٔ تنوع زیستی قارچ‌ها در اکوسیستم جنگلی دارند (Nordén et al., 2004)، اما هیچ نوع اطلاعاتی از کمیت و کیفیت این نوع خشکه‌دارها در جنگل‌های

بلوط زاگرس وجود ندارد. بنابراین با توجه به اهمیت آنها، ضروری است تا حداقل مقدار و حجم آنها در جنگل‌های خشک ایران مشخص شود.

برآورد مقدار خشکه‌دارها در انواع مختلف، نه‌تنها بیانگر مقدار درختان مردهٔ جنگل است، بلکه می‌تواند اطلاعات مهمی دربارهٔ ذخیره کربن و همچنین جریان کربن در اکوسیستم در اختیار ما قرار دهد (Forrester et al., 2015). زیرا تحقیقات مشخص کرده است که خشکه‌دارهای افتاده و معلق (که هنوز روی زمین قرار نگرفته‌اند)، کارکرد متفاوتی در جریان اکوسیستم در اکوسیستم جنگل دارند (Law et al., 2019).

یکی از مشخصه‌های مهم جنگل‌های طبیعی، انباشت خشکه‌دارها پس از مرگ‌ومیر درختان است که امروزه شاهد افزایش آنها در جنگل‌های بلوط زاگرس هستیم. با توجه به اینکه این جنگل‌ها به‌شدت تخریب شده‌اند و جنبهٔ حفاظتی دارند، اطلاع از وضعیت و حجم خشکه‌دارها می‌تواند کارکردهایی به‌جز اطلاعات مدیریتی مثل الگوبرداری از طبیعت داشته یا نقش شیوه‌های مدیریتی در مقدار خشکه‌دارها داشته باشد. از این‌رو اهداف این تحقیق شامل برآورد نرخ مرگ‌ومیر و تعیین حجم خشکه‌دارها اعم از خشکه‌دار درشت و ریز است. تعیین اثرپذیری مرگ‌ومیر و انباشت درختان خشک از شرایط فیزیکی زمین نیز از دیگر اهداف این پژوهش است. شایان توضیح است که هر نوع اقدام حفاظتی و مدیریتی، مستلزم داشتن اطلاعات پایه از اجزای اکوسیستم مثل انباشت خشکه‌دارهای ریز و درشت و همچنین نرخ مرگ‌ومیر است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

منطقهٔ پژوهش، تنگ علمدار در استان خوزستان، ۲۷ کیلومتری شرق بهبهان و رشته‌کوه زاگرس است که از شمال بهبهان تا شرق آن کشیده شده است. این منطقه در موقعیت جغرافیایی ″۳۰°۳۸′۰۶ عرض شمالی و ″۲۸°۵۰′۵۲ جنوبی با ارتفاع ۱۱۹۱ متر از سطح دریا واقع شده است. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقهٔ پژوهش ایستگاه بهبهان با ارتفاع ۳۰۰ متر از سطح دریاست که دارای متوسط بارندگی سالیانهٔ ۳۵۰ میلی‌متر است. همچنین متوسط درجهٔ حرارت سالیانه در این ایستگاه هواشناسی نیز ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد است. گونهٔ غالب منطقه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) است که به‌صورت بسیار پراکنده می‌توان گونهٔ بنه (*Pistacia atlantica*) را مشاهده کرد.

شیوهٔ اجرای پژوهش

برای بررسی نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط و نیز تعیین حجم و نوع خشکه‌دارها در منطقه، قطعه‌ای به وسعت ۵۰ هکتار انتخاب و سپس ۳۰ قطعه نمونهٔ ۲۵ آری دایره‌ای به‌صورت تصادفی سیستماتیک (Hosseinzadeh & Najafifar, 2016) پیاده شد. سپس در هر قطعه نمونه، عوامل محیطی شامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب اندازه‌گیری و ثبت شد. در هر یک از قطعات نمونه تعداد درختان زنده و خشکه‌دار با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر و مشخصات درختان زنده شامل قطر برابرسینه، قطر تاج و ارتفاع برداشت شد. در خشکه‌دارها این مشخصات شامل طول یا ارتفاع خشکه‌دار و قطر در نقطهٔ ابتدایی، میانی و انتهایی تنه بود (Sefidi & Marvie-Mohadjer, 2010). برای اندازه‌گیری قطر از خط‌کش دو بازو (سانتی‌متر)، برای اندازه‌گیری طول درختان از متر نواری و برای محاسبهٔ ارتفاع درختان از شیب‌سنج استفاده شد.

همچنین افزون‌بر خشکه‌دارهای بزرگ، خشکه‌دارهای ریز (با قطر کوچک‌تر از ۱۰ سانتی‌متر) نیز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری خشکه‌دارهای خرد، از قطعات نمونه با مساحت ثابت استفاده شد. در مرکز هر قطعه نمونه یک قطعه نمونهٔ کوچک دایره‌ای با شعاع ۲ متر پیاده شد (Woodall & Nagel, 2007)

و همهٔ خشکه‌دارهای با قطر کوچک‌تر از ۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. در پژوهش‌های مختلف خشکه‌دارها به انواع مختلفی تقسیم شده‌اند که از آن جمله می‌توان به دو دستهٔ کلی خشکه‌دار سرپا و افتاده اشاره کرد (Lanna & Laroque, 2007). با توجه به نوع اکوسیستم منطقه و وجود ویژگی‌های ظاهری متفاوت در خشکه‌دارها، در این پژوهش خشکه‌دارها با توجه به مشاهدات میدانی به‌شرح زیر دسته‌بندی شدند. براساس پژوهش‌های میدانی، خشکه‌دارها به سه طبقهٔ سرپا، افتاده و ریز طبقه‌بندی شدند و هر طبقه به طبقات کوچک‌تری به شرح زیر تقسیم شد.

۱. خشکه‌دارهای سرپا: این طبقه براساس وجود تاج، شاخه‌های اصلی، فرعی و پوست به سه دسته تقسیم شد: الف) خشکه‌دارهای سرپا که دارای شاخه‌های اصلی و فرعی بودند و پوست درخت همچنان روی تنه و شاخه‌ها باقی بود؛ ب) خشکه‌دارهای سرپا که دارای شاخه‌های اصلی و فرعی بودند، اما پوست تنه و شاخه‌ها پوسیده شده بود و اثری از آنها نبود یا بسیار کم بود؛ ج) خشکه‌دارهای سرپا که تاج درخت از بین رفته و تنها تنهٔ درخت به‌صورت سرپا باقی مانده بود.

۲. خشکه‌دارهای افتاده: این طبقه از خشکه‌دارها کاملاً روی زمین قرار داشتند. این طبقه نیز براساس وجود شاخه‌های اصلی، فرعی و وجود پوست به سه دسته تقسیم شدند: الف) خشکه‌دارهای افتاده که دارای شاخه‌های اصلی و فرعی بودند؛ ب) خشکه‌دارهای افتاده که دارای شاخه‌های اصلی بودند، اما شاخه‌های فرعی خود را از دست داده بودند و هیچ شاخهٔ فرعی روی آنها باقی نمانده بود؛ ج) خشکه‌دارهای افتاده که بدون شاخهٔ اصلی و فرعی و بدون پوست بودند. از این دسته از خشکه‌دارها تنها تنه باقی مانده بود که روی زمین قرار گرفته بود.

۳. خشکه‌دارهای ریز: خشکه‌دارهای با ابعاد کوچک‌تر از ۱۰ سانتی‌متر با عنوان خشکه‌دارهای ریز[1] طبقه‌بندی شدند و شامل شاخه‌های کوچکی بودند که در سطح عرصه پراکنش داشتند.

شاخص شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه

همچنین شاخص‌های شکل زمین[2]، شکل دامنه[3] و جهت دامنه به‌عنوان عوامل فیزیوگرافیک مؤثر بر انتشار پوشش گیاهی محاسبه شدند (McNab, 1989). برای اندازه‌گیری شاخص شکل زمین از مرکز قطعه نمونه، شیب زمین در چهار جهت اصلی قرائت و در نهایت میانگین شیب‌های مختلف به‌عنوان معیاری از شکل زمین ثبت شد. این عدد معیاری کمّی از شکل زمین را به‌دست می‌دهد. شاخص شکل دامنه با قرائت شیب در جهت‌های اصلی و فرعی جغرافیایی و میانگین‌گیری به‌دست آمد و شاخص جهت دامنه با اندازه‌گیری آزیموت در راستای شیب کلی دامنه در مرکز هر قطعه نمونه و از طریق رابطهٔ زیر به‌شکل کمّی برآورد شد:

$$A1 = \cos (A2 - 45) + 1$$ رابطهٔ ۱

A1زاویهٔ تبدیل‌شده در محدودهٔ بین صفر تا ۲ به‌عنوان شاخص جهت دامنه و A2 آزیموت قرائت شده است (Beers et al., 1966).

همچنین ارتفاع از سطح دریا با توجه به محدودهٔ ارتفاعی منطقه (۱۱۰۰-۸۰۰ متر از سطح دریا) به سه طبقهٔ ۱۰۰ متری تقسیم شد (Golmohamadi et al., 2017).

تجزیه‌وتحلیل آماری

در این پژوهش برای اندازه‌گیری حجم خشکه‌دارها در گروه‌های مختلف از روابط زیر استفاده شد (Sefidi et al., 2013).

$$V = \frac{L(Ab+4Am+At)}{6}$$ رابطهٔ ۲

1. Fine woody debris
2. Landform Index
3. Terrain Shape Index

رابطهٔ ۳

$$V = Am \times L$$

V حجم به متر مکعب، L طول به متر و Am،Ab، At به‌ترتیب قطر ابتدا، میانه و انتهای خشکه‌دار است. همچنین برای محاسبهٔ حجم کنده‌ها از رابطهٔ ۳ استفاده شد. که در آن V حجم کنده به متر مکعب، L ارتفاع کنده به متر و Am قطر میانهٔ کندهٔ خشکه‌دار است (Sefidi et al., 2013).

از ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین همبستگی بین حجم خشکه‌دارها با عوامل محیطی استفاده شد. برای بررسی وجود یا نبود ارتباط معنی‌دار حجم کل و حجم طبقات مختلف خشکه‌دارها و همچنین رابطهٔ تعداد خشکه‌دارها در هکتار با متغیرهای اکولوژیکی شامل ارتفاع از سطح دریا، شکل دامنه، شکل زمین، شیب دامنه و جهت دامنه از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. از آزمون تجزیهٔ واریانس یکطرفه برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین حجم خشکه‌دارها، تعداد درختان زنده و خشکه‌دار در جهت‌های جغرافیایی مختلف و طبقات ارتفاع از سطح دریا بهره گرفته شد. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار از آزمون دانکن برای بررسی معنی‌داری بین گروه‌ها استفاده شد. این تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ انجام گرفت.

نتایج

مشخصه‌های کمّی درختان زنده و خشکه‌دارها

در قطعات نمونهٔ بررسی‌شده متوسط قطر برابرسینه و پوشش تاجی درختان بلوط ایرانی در منطقه به‌ترتیب ۲۰ سانتی‌متر و ۳/۶ متر مربع، متوسط ارتفاع کل درختان در قطعات نمونهٔ بررسی‌شده ۵/۴۸ متر و متوسط سطح مقطع برابرسینه در هکتار ۰/۱۴ دسی‌متر مربع در هکتار به‌دست آمد.

متوسط طول خشکه‌دارها ۴/۴۰ متر، قطر ابتدایی ۲۵ سانتی‌متر، قطر میانی ۱۲ سانتی‌متر و قطر انتهایی ۲/۶ سانتی‌متر محاسبه شد. سطح مقطع برابرسینه نیز ۰/۱۵ دسی‌متر مربع در هکتار بود.

حجم خشکه‌دارها

در طبقات مختلف حجم خشکه‌دارهای سرپا، افتاده و ریز به‌ترتیب ۷/۰۱، ۱۵/۲۱ و ۰/۰۳۹ متر مکعب در هکتار بود (جدول ۱). بنابراین خشکه‌دارهای افتاده بیشترین حجم را به خود اختصاص داده بودند. درحالی که کمترین حجم ۰/۰۳۹ متر مکعب مربوط به خشکه‌دارهای ریز بود (جدول ۱).

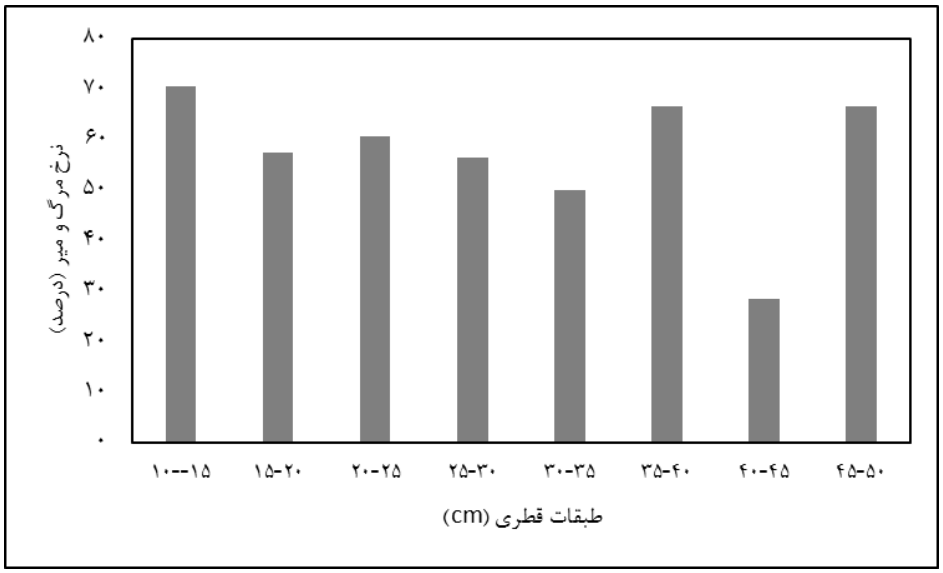
جدول ۱- طبقه‌بندی و حجم خشکه‌دارها در گروه‌های مختلف

طبقات خشکه‌دار	حجم (متر مکعب در هکتار)	درصد از حجم کل
خشکه‌دار سرپا	۷/۰۱	۳۱/۸۳
خشکه‌دار افتاده	۱۴/۹۷	۶۷/۹۸
خشکه‌دار ریز	۰/۰۳۹	۰/۱۷
حجم کل خشکه‌دار	۲۲/۰۲	۱۰۰

نرخ مرگ‌ومیر

نتایج این تحقیق مشخص کرد که به‌طور کلی میانگین نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط در منطقهٔ پژوهش ۵۷ درصد است. برای بررسی دقیق‌تر تأثیر قطر برابرسینه بر مرگ‌ومیر درختان بلوط در منطقه، نرخ مرگ‌ومیر در طبقات قطری مختلف محاسبه شد. براساس نتایج، نرخ مرگ‌ومیر در طبقات قطری مختلف متفاوت بود و روند مشخصی بین قطر درختان

و نرخ مرگ‌ومیر مشاهده نشد (شکل ۱)، اما کمترین مرگ‌ومیر در درختان با قطر ۴۵-۴۰ سانتی‌متر مشاهده شد. درحالی که بیشترین مرگ‌ومیر را درختان با قطر ۱۵-۱۰ سانتی‌متر داشتند (شکل ۱). برای بررسی بهتر و جامع مسئلهٔ مرگ‌ومیر، طبقات ارتفاعی و همچنین جهت‌های جغرافیایی نیز بررسی شد. بنابر نتایج، نرخ مرگ‌ومیر در جهت‌های جغرافیایی (جدول ۲) و طبقهٔ ارتفاعی (جدول ۲) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.



شکل ۱- نرخ مرگ‌ومیر درختان بررسی‌شده در طبقات قطری مختلف

جدول ۲- نرخ مرگ‌ومیر در جهت‌های جغرافیایی و طبقات ارتفاعی مختلف

متغیرهای بررسی‌شده		میانگین± اشتباه معیار
جهت جغرافیایی	جنوب	۶۸/۵±۵/۶ a
	غرب	۷۰/۲±۳/۲ a
	شمال	۶۱/۳±۶/۹ a
	شمال غربی	۶۰/۴±۱۰/۱ a
	شرق	۵۴/۸±۸/۲ a
طبقات ارتفاعی (متر)	۸۰۰-۹۰۰	۶۵/۲±۴/۱ a
	۹۰۰-۱۰۰۰	۶۴/۲±۳/۹ a
	۱۰۰۰-۱۱۰۰	۵۱/۸±۹/۲ a

شاخص شکل زمین، شکل دامنه و جهت دامنه

در این بررسی شاخص کل شکل زمین ۱۶/۶۷ درصد، شکل دامنه ۱۵/۱۸ درصد و شاخص جهت دامنه ۰/۷۷ درصد در بین قطعات نمونه به‌دست آمد. نتایج آزمون همبستگی نشان داد که بین حجم خشکه‌دارها با متغیرهای اکولوژیکی شامل شکل دامنه، جهت دامنه و شکل زمین همبستگی معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳).

همبستگی بین حجم و تعداد خشکه‌دار با عوامل رویشگاهی

نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که حجم خشکه‌دارها در طبقات مختلف (سرپا، افتاده و ریز) همبستگی معنی‌داری با متغیرهای فیزیوگرافی ندارد. همچنین تعداد خشکه‌دار نیز همبستگی معنی‌داری با عوامل فیزیوگرافی بررسی‌شده نشان نداد. همین نتیجه برای تعداد درختان زنده در هکتار نیز مشاهده شد و ارتباط معنی‌داری بین آنها و متغیرهای فیزیوگرافی دیده نشد (جدول ۳).

جدول ۳- همبستگی بین حجم و تعداد خشکه‌دار با عوامل رویشگاهی

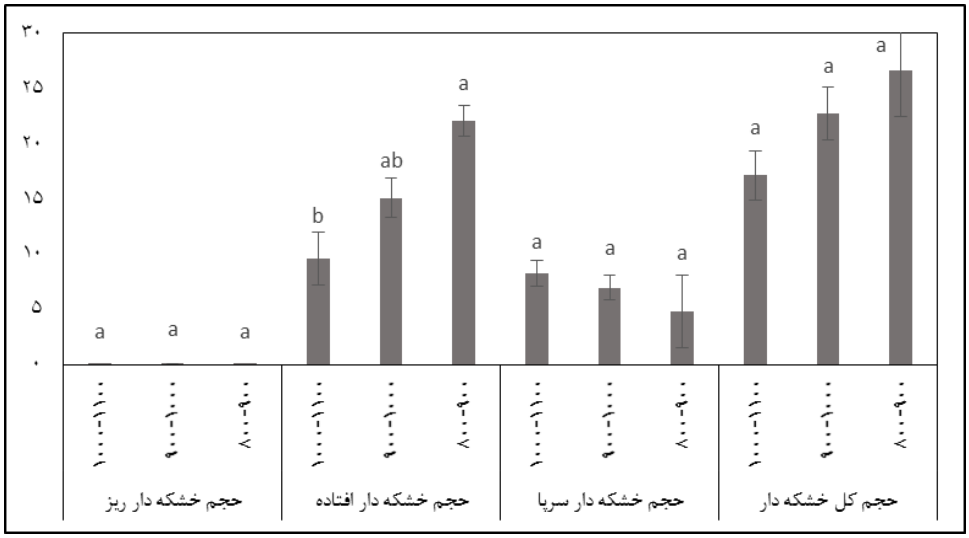
	تعداد درخت زنده	تعداد خشکه‌دار	حجم خشکه‌دار ریز	حجم خشکه‌دار افتاده	حجم خشکه‌دار سرپا	حجم کل خشکه‌دار	ارتفاع از سطح دریا	جهت دامنه	شکل دامنه	شکل زمین	شیب دامنه
تعداد درخت زنده	۱	۰/۰۱	-۰/۲۰	-۰/۳۱	۰/۰۹	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۲۷
تعداد خشکه‌دار		۱	-۰/۱۰	۰/۵۱**	۰/۴۲*	۰/۶۵**	-۰/۲۰	-۰/۰۴	-۰/۲۶	-۰/۱۲	۰/۰۸
حجم خشکه‌دار ریز			۱	-۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۰۵	-۰/۱۴	-۰/۲۴	-۰/۲۶	-۰/۲۴	-۰/۱۱
حجم خشکه‌دار افتاده				۱	۰/۰۲	۰/۸۶**	-۰/۲۱	۰/۰۶	-۰/۳۳	-۰/۳۵	-۰/۰۸
حجم خشکه‌دار سرپا					۱	۰/۵۲**	-۰/۰۴	۰/۲۲	-۰/۱۰	-۰/۰۶	۰/۱۳
حجم کل خشکه‌دار						۱	-۰/۲۰	۰/۱۶	-۰/۳۴	-۰/۳۳	-۰/۰۱
ارتفاع از سطح دریا							۱	-۰/۱۹	/۴۰*	۰/۲۸	۰/۵۳**
جهت دامنه								۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴
شکل دامنه									۱	۰/۹۱**	۰/۵۴**
شکل زمین										۱	۰/۶۴**
شیب دامنه											۱

**. همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

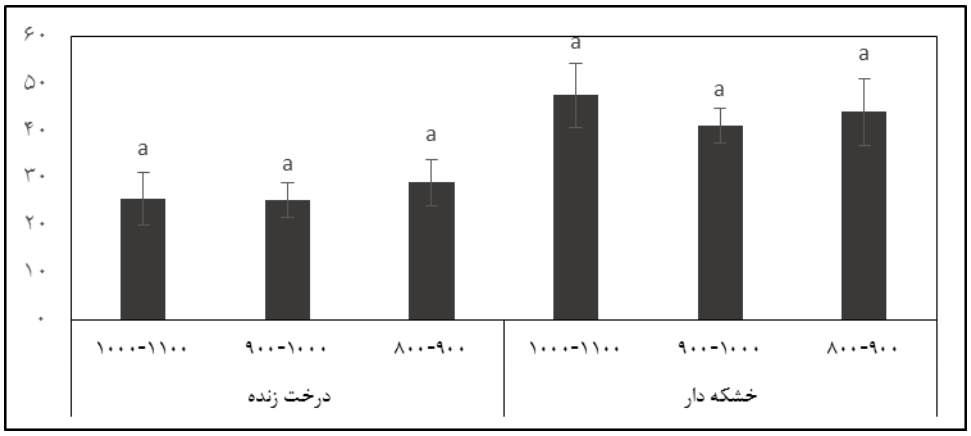
*. همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

اثر ارتفاع از سطح دریا بر خشکه‌دار

ارتفاع از سطح دریا متغیری است که می‌تواند نوع و حجم خشکه‌دار را متأثر سازد. برای این منظور حجم خشکه‌دارها در گروه‌های مختلف (افتاده، سرپا و ریز) و همچنین حجم کل خشکه‌دارها در طبقات ارتفاعی مختلف بررسی آماری شد. نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین حجم خشکه‌دار ریز، سرپا و حجم کل خشکه‌دار در طبقات ارتفاعی مختلف وجود ندارد (شکل ۲). درصورتی که حجم خشکه‌دار افتاده در طبقهٔ ارتفاعی ۹۰۰-۸۰۰ متر از سطح دریا به‌طور معنی‌داری بیشتر از دیگر طبقات ارتفاعی بود. افزون‌بر این، تعداد درختان زنده و تعداد درختان خشکه‌دار نیز در طبقات ارتفاعی مختلف بررسی آماری شد که نتایج آن نشان داد طبقات ارتفاعی تأثیر معنی‌دار بر تعداد خشکه‌دارها و درختان زنده ندارد (شکل ۳).



شکل ۲- حجم خشکه‌دارها در گروه‌های مختلف و در طبقات ارتفاعی مختلف



شکل ۳- تعداد درخت زنده و خشکه‌دار در طبقات ارتفاعی مختلف

تأثیر جهت جغرافیایی بر حجم خشکه‌دار، تعداد درخت زنده و مرده

نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفه نشان داد که جهت جغرافیایی بر خشکه‌دار سرپا، خشکه‌دار ریز و حجم کل خشکه‌دار اثر معنی‌داری ندارد (جدول ۴)، اما جهت جغرافیایی بر خشکه‌دار افتاده تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین حجم خشکه‌دار افتاده با ۲۱/۷ متر مکعب در هکتار در جهت شرقی مشاهده شد و کمترین حجم خشکه‌دار مربوط به جهت جنوبی بود (جدول ۵). جهت‌های غربی، شمالی و شمال غربی تفاوت معنی‌داری در حجم خشکه‌دار افتاده نداشتند (جدول ۵). در مجموع حداکثر و حداقل حجم کل خشکه‌دار در این تحقیق به‌ترتیب ۲۸/۷ و ۱۸/۹ متر مکعب در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری در جهت‌های مختلف جغرافیایی نداشتند. تعداد خشکه‌دار در هکتار در جهت‌های مختلف جغرافیایی ارزیابی شد که نتایج نشان داد در جهت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۴). همین مقایسه برای تعداد درختان زنده در هکتار نیز انجام گرفت و همانند خشکه‌دار، تفاوت معنی‌داری بین جهت‌های مختلف جغرافیایی مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۴- حجم خشکه‌دار در جهت‌های مختلف جغرافیایی (اعداد شامل میانگین ± اشتباه معیار هستند)

جهت جغرافیایی	خشکه‌دار افتاده (m^3/ha)	خشکه‌دار سرپا (m^3/ha)	خشکه‌دار ریز (m^3/ha)	حجم کل خشکه‌دار (m^3/ha)	تعداد درخت زنده در هکتار	تعداد خشکه‌دار در هکتار
جنوب	۱۰/±۳/۲ b	۸/۶±۰/۹ a	۰/۰۰۷±۰/۰۰۱ a	۱۸/۹±۲/۸ a	۲۸/۶±۶/۹a	۵۲/۶±۷/۸ a
غرب	۱۳/±۲/۸ ab	۷/۸±۲/۲ a	۰/۰۶±۰/۰۴ a	۲۱/۸±۴/۶ a	۲۲/۳±۳/۲ a	۴۱/۷±۵/۹ a
شمال	۱۷/±۲/۴ ab	۵/۴±۱/۱ a	۰/۰۸±۰/۰۴ a	۲۲/۵±۳/۲ a	۳۰/۲±۵/۹ a	۴۱/۷±۶/۷ a
شمال غربی	۱۳/۹±۴/۹ ab	۶/±۲/۱ a	۰/۰۰۵±۰/۰۰۲ a	۲۰/۰±۴/۴ a	۲۱/۶±۹/۲ a	۳۴/۴±۶/۱ a
شرق	۲۱/۷±۱/۳۱ a	۷/± ۳/۳ a	۰/۰۱±۰/۰۰۷ a	۲۸/۷±۳/۵ a	۲۵/۶±۵/۱ a	۴۴/۸±۵/۷ a

بحث

نرخ مرگ‌ومیر می‌تواند پویایی جنگل را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از این‌رو نیازمند توجه جدی است (Yang et al., 2003). براساس نتایج، مشخص شد که مرگ‌ومیر درختان بلوط در منطقهٔ تنگ علمدار بسیار زیاد و در حدود ۵۷ درصد است. بیشترین مرگ‌ومیر در این تحقیق در طبقه‌های قطری ۱۵-۱۰ سانتی‌متر و بعد از آن در طبقهٔ قطری ۴۰-۳۵ و ۵۰-۴۵ سانتی‌متری مشاهده شد. نرخ مرگ‌ومیر به‌طور کلی ممکن است ناشی از عوامل زیستی، غیرزیستی یا تراکم درختان باشد (Zhu et al., 2017). اگرچه مرگ‌ومیر زیاد در طبقات پایین شاید به این دلیل باشد که درختان کوچک در رقابت برای به‌دست آوردن مواد غذایی و همچنین مقابله با آفات و بیماری‌ها ضعیف‌ترند (Liu et al., 2018). از این گذشته، این درختان با توجه به ضعف رویشگاه در رقابت برای کسب مواد غذایی از خاک، مغلوب درختان قطور می‌شوند. درحالی که در تحقیق Hosseini et al. (2013) بیشترین مرگ‌ومیر درختان بلوط ایرانی در طبقات قطری ۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متری ذکر شده است. مرگ‌ومیر زیاد در همهٔ طبقات قطری ممکن است نشان‌دهندهٔ این مسئله باشد که مرگ‌ومیر در نتیجهٔ دیرزیستی درختان بلوط نیست، بلکه نوعی آشفتگی سبب این نوع مرگ‌ومیر شده است. اما پژوهش‌های دیگر محققان مشخص کرده که مرگ‌ومیر با افزایش قطر برابرسینه فزونی می‌یابد (Adame et al., 2010). مرگ‌ومیر زیاد درختان بلوط جنگل‌های زاگرس در پژوهش‌های مختلف ذکر شده است (Golmohamadi et al., 2017; Hosseini et al., 2013). یکی از علت‌های مرگ‌ومیر درختان به‌ویژه در سال‌های اخیر بیماری زغالی بلوط است. این بیماری سبب از بین رفتن تعداد زیادی از پایه های درختان بلوط در غرب ایران شده است (Mirabolfathy, 2013). براساس مشاهدات میدانی در منطقهٔ تنگ علمدار نیز آثار وجود بیماری زغالی بلوط به وفور روی درختان خشکه دار مشهود بود. در منطقهٔ پژوهش ارتباط مشخصی بین نرخ مرگ‌ومیر در طبقات قطری مختلف به‌دست نیامد، اما بیشترین نرخ مرگ‌ومیر مربوط به درختان کم‌قطر بود. با توجه به اینکه خشکی مهم‌ترین عامل مرگ‌ومیر در درختان است شاید بتوان گفت که درختان کوچک‌تر با توجه به سیستم ریشه‌ای ضعیف‌تر نسبت به دیگر درختان حساسیت بیشتری را نشان داده‌اند. از عوامل مؤثر در نرخ مرگ‌ومیر می‌توان به شیب و جهت دامنه اشاره کرد (Golmohamadi et al., 2017). اما در این بررسی و با توجه به نتایج پژوهش حاضر در ۵۰ هکتار، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر نرخ مرگ‌ومیر درختان نداشتند. بنابراین

می‌توان گفت نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط ایرانی در منطقهٔ تحقیق متأثر از عواملی اکولوژیکی نبوده و بیشتر می‌تواند متأثر از دیگر عوامل مثل بیماری و فعالیت انسانی باشد. در این تحقیق برای بار اول به طبقه‌بندی خشکه‌دارهای بلوط زاگرس براساس ویژگی‌های ظاهری پرداخته شد. محققان مختلف طبقه‌بندی‌های گوناگونی را برای انواع خشکه‌دار ارائه داده‌اند (Behjou et al., 2018; Gould et al., 2008)، اما بیشتر این تحقیقات در اکوسیستم‌های معتدل و سردسیر بوده است. در این تحقیق خشکه دارها به هفت گروه و خشکه‌دارهای افتاده و سرپا هر کدام به سه گروه تفکیک شدند.

خشکه‌دارهای ریز تأثیر بسزایی در جنگل‌شناسی دارند که از آن جمله می‌توان به ذخیرهٔ کربن، ذخیرهٔ نیتروژن و همچنین ایجاد زیستگاه برای قارچ‌ها به‌ویژه اسکومایست‌ها (Woodalla & Liknes, 2008; Saunders et al., 2011; Nordén et al., 2004) اشاره کرد. اما به‌دلیل سختی در اندازه‌گیری به‌طور معمول از اندازه گیری آنها در تحقیقات چشم پوشی می‌شود. در این تحقیق حجم خشکه‌دارهای ریز نیز اندازه‌گیری شد که کمترین حجم در هکتار را این گروه از خشکه‌دارها به خود اختصاص داده بودند. یکی از دلایل احتمالی این مسئله، آشفتگی‌های انسانی و برداشت چوب‌های ریز توسط انسان است (Eräjää et al., 2010). زیرا در منطقهٔ پژوهش گردشگری و کوهنوردی به‌شدت رایج است و شاید دلیل کاهش خشکه‌دارهای ریز، استفادهٔ بیش از حد از آنها برای روشن کردن آتش توسط گردشگران و کوهنوردان باشد. در توده‌های بکر مقدار خشکه‌های ریز شایان توجه است (Moridi et al., 2016)، اما با توجه به کاهش شدید این نوع خشکه‌دارها و نقش آنها در اکوسیستم باید از کاهش بیش از حد آنها در جنگل جلوگیری شود.

از طرف دیگر بیشترین حجم خشکه دارها مربوط به درختان افتاده بود که همسو با یافته‌های Sefidi و Mohadjer Marvie (2010) است. به‌طور کلی حجم خشکه‌دارها در جنگل بررسی‌شده حدود ۲۲ متر مکعب در هکتار به‌دست آمد. با توجه به اینکه تا کنون در تحقیقات مشابه حجم خشکه دارها در جنگل های غرب محاسبه نشده، امکان مقایسه با دیگر مناطق زاگرس وجود نداشت. عوامل محیطی مثل شیب، جهت دامنه و مراحل توالی (Christensen et al., 2003) از موارد مؤثر در انباشت خشکه‌دارها هستند، اما در این تحقیق هیچ‌گونه همبستگی بین حجم خشکه دار با عوامل محیطی مشاهده نشد. یکی از علت‌های حجم زیاد خشکه‌دارها در جنگل‌های بلوط زاگرس ممکن است چگالی زیاد (1.0 gr/cm3) چوب بلوط ایرانی باشد (Saeedi et al., 2017)، زیرا هرچه چگالی چوب بیشتر باشد، تجزیهٔ آن کندتر خواهد شد (Mori et al., 2014).

براساس نتایج این تحقیق، تأثیر جهت جغرافیایی تنها بر خشکه دارهای افتاده معنی‌دار است؛ به‌گونه ای که بیشترین و کمترین حجم خشکه‌دار افتاده به‌ترتیب در جهت های شرقی و جنوبی مشاهده شد، اما ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر حجم خشکه‌دارها نداشت که ناهمسو با یافته‌های Gonzalez و Luce (2013) است. همچنین بیشترین حجم خشکه‌دارها مربوط به خشکه‌دارهای افتاده و بعد از آن خشکه‌دار سرپا بود که همسو با یافته‌های دیگر محققان است (Yuan et al., 2017).

پدیدهٔ زوال، مشکلی جدی در جنگل‌های غرب و به‌ویژه منطقهٔ پژوهش است که سبب از بین رفتن بیش از نیمی از درختان منطقه شده است. این مسئله ممکن است زنگ خطری برای نابودی جنگل‌های این منطقه باشد. کمترین حجم خشکه‌دار در منطقه مربوط به خشکه‌دار ریز بود که ممکن است ناشی از استفادهٔ آنها توسط کوهنوردان منطقه باشد. بنابراین لزوم تدوین برنامه‌های آموزشی در زمینهٔ استفاده از طبیعت به‌ویژه در منطقهٔ تحقیق با نرخ زیاد مرگ‌ومیر ضروری و اجتناب‌ناپذیر است، چراکه استفاده از این

خشکه‌دارها سبب نابودی آنها و در نتیجه نابودی کاردهای آنها در اکوسیستم می‌شود. در نهایت توصیه می‌شود برای کاهش نرخ مرگ‌ومیر و همچنین افزایش درختان زنده برنامه‌های جنگلکاری به‌سرعت در منطقهٔ تحقیق اجرا شود.

References

Adame, P., Rio, M. & Canellas, I. (2010). Modeling individual-tree mortality in Pyrenean oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) stands. *Annals of Forest Science*, *67*(8), 810–810.

Andersson, M., Milberg, P. & Bergman, K.O. (2011). Low pre-death growth rates of oaks (*Quercus robur* L.) – is oak death a long-term process induced by dry years? *Annals of Forest Science*, *68*(1):159–168.

Attarod, P., Sadeghi S.M.M., Pypker T.G. & Bayramzadeh V. (2017). Oak trees decline; a sign of climate variability impacts in the west of Iran. *Caspian Journal of Environmental Science*, *15*(4), 373-384.

Beers, T.W., Dress, P.E. & Wensel, L.C. (1966). Aspect transformation in site productivity research. *Journal of Forestry*, *64*(10), 691–692.

Behjou, F.k., Lo Monaco, A., Tavankar, F., Venanzi, R., Nikooy, M., Mederski, P. & Picchio, R. (2018). Coarse Woody Debris Variability Due to Human Accessibility to Forest. *Forests*, *9*(9), 509.

Bigler, C., Braker, O.U., Bugmann, H., Dobbertin, M. & Rigling A. (2006). Drought as an inciting mortality factor in Scots Pine stands of the Valais, Switzerland. *Ecosystems*, *9*, 330-343.

Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E.P., Wijdeven, S.M.J., Manning, D.B., Standovar, T. & Rozenbergar, D. (2003). Study on deadwood in European beech forest reserves. Work package 2 in the Nat-Man project (Nature-based management of beech in Europe), European Community 5th Framework Programme. European Union, Brussels.

Das, A.J., Battles, J., van Mantgem, P.J. & Stephenson, N.L. (2008). Spatial elements of mortality risk in old - growth forests. *Ecology*, *89*(6), 1744 –1756.

Eräjää S., Halme P., Kotiaho JS., Markkanen A. & Toivanen T. (2010). The Volume and Composition of Dead Wood on Traditional and Forest Fuel Harvested Clear-Cuts. *Silva Fennica*, *44*(2), 203–211.

Fei, S., Kong, N., Steiner, K.C., Moser, W.K. & Steiner, E.B. (2011). Change in oak abundance in the eastern United States from 1980 to 2008. *Forest Ecology and Management*, *262*, 1370–1377.

Forrester, J.A., Mladenoff, D.J., D'Amato, A.W., Fraver, S., Lindner, D.L., Brazee, N.J., Clayton, M.K. & Gower, S.T. (2015). Temporal trends and sources of variation in carbon flux from coarse woody debris in experimental forest canopy openings. *Oecologia*, *179*, 889–900.

Golmohamadi, F., Hassanzad Navroodi, I., Bonyad, A.E. & Mirzaei J. (2017). Effects of Some Environmental Factors on Dieback Severity of Trees in Middle Zagros forests of Iran (Case Study: strait Daalaab, Ilam Province). *Journal of plant research*, *30*(3), 633-643 (In Farsi)

Gonzalez, G. & Luce, M.M. (2013). Woody debris characterization along an elevation gradient in northeastern Puerto Rico. *Ecological Bulletins*, *54*, 181–193.

Gould, W.A., Gonzalez, G., Hudak, A.T., Hollingsworth, T.N. & Hollingsworth, J. (2008). Forest Structure and Downed Woody Debris in Boreal, Temperate, and Tropical Forest Fragments. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, *37*(7), 577-587.

Hosseini, A., Hosseini, S.M. & Linares, J.C. (2017). Site factors and stand conditions associated with Persian oak decline in Zagros mountain forests. *Forest Systems*, *26*(3), e014.

Hosseini, A., Hosseini, S.M., Rahmani, A. & Azadfar D. (2013). Effect of tree mortality on structure of Brant'soak (*Quercus brantii*) forests of Ilam province of Iran. *Iranian journal of forest and poplar research*, *20*(4), 565-577 (In Farsi)

Hosseinzadeh, J. & Najafifar, A. (2016). Study of association between diameter and height of trees and decline distribution in oak forest stands of Ilam province. *Journal of wood and forest science and technology*, *23*(2), 75-87 (In Farsi).

Lanna, J. & Laroque, P. (2007). Decay progression and classification in two old-growth forests in Atlantic Canada. *Forest Ecology and Management*, *238*, 293-301.

Law, S., Eggleton, P., Griffiths, H., Ashton, L. & Parr, C. (2019). Suspended dead wood decomposes slowly in the tropics, with microbial decay greater than termite decay. *Ecosystems*. doi.org/10.1007/s10021-018-0331-4.

Liu, L., Ni, J., Zhong, Q., Hu, G. & Zhang, Z. (2018). High mortality and low net change in live woody biomass of karst evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest in southwestern China. *Forests*, *9*, 263; doi:103390/f9050263

McNab, W.H. (1989). Terrain Shape Index: Quantifying EjSCect of Minor Landforms on Tree Height. *Forest Science*, *35*(1), 91-l04.

Mirabolfathy, M., Groenewald, J.Z. & Crous, P.W. (2011). The occurrence of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia*) in the Golestan Forests of Iran. *Plant Diseases*, *95*:876.

Mirabolfathy, M. (2013). Outbreak of charcoal disease On *Quercus Spp* and *Zelkova Carpinifolia* Trees in Forests of Zagros and Alborz mountains in Iran (Short Article). *Iranian Journal of Plant Pathology*, *49*(2), 257-263 (In Farsi)

Mirzaei, M., Eslam Bonyad, A., Akhavan, R. & Naghdi, R. (2018). Decline modelling of oak trees under effects of physiographic factors in semi-arid forests of Iran. *Forestry Ideas*, *24*(2), 171–181.

Mori, S., Itoh, A., Nanami, S., Tan, S., Chong, L. & Yamakura, T. (2014). Effect of wood density and water permeability on wood decomposition rates of 32 Bornean rainforest trees. *Journal of Plant Ecology*, 7(4), 356–363.

Moridi, M., Malakshahi, M., Etemad, V. & Sefidi, K. (2016). Accumulation of fine woody debris in the stem exclusion phase in mixed beech (*Fagus orientlais* Lipsky) stands. *Forest Research and Development*, *1*(4), 351-361 (In Farsi)

Nordén, B., Ryberg, M., Götmark, F. & Olausson, B. (2004). Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. *Biological Conservation*, *117*(1), 1-10.

Roushani Nia, F., Naji, H.R., Bazgir, M. & Naderi, M. (2018). Effect of Simulated Dust Storm on some Bio-chemical features of Persian Oak (*Quercus brant*ii Lindl.). *Journal of Environmental Erosion Research*, *8*(1), 59-73.

Saeedi, S., Bahmani, M., Kool, F., Iranmanesh, Y. & Abbasi, M. (2017). Investigation on physical, chemical and biometrical properties of Persian oak *(Quercus brantii* Lindl.*)* (Case study: Lordegan Township). *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, *24*(3), 171-182 (In Farsi)

SaghebTalebi, K, Sajedi, T. & Pourhashemi, M. (2014). Forests of Iran a treasure from the past, a hope for the future, vol 152. Springer, Berlin, 152 p.

Saunders, M.R., Fraver, S. & Wagner, R.G. (2011). Nutrient Concentration of Down Woody Debris in Mixedwood Forests in Central Maine, USA. *Silva Fennica*, *45*(2), 197–210.

Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Mosandl, R. & Copenheaver, C.A. (2013). Coarse and Fine Woody Debris in Mature Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forests of Northern Iran. *Natural Areas Journal*, *33*(3), 248-255.

Sefidi, K. & Marvie Mohadjer, M.R. (2010). Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis*) forests of Northern Iran. *Journal of forest Science*, 56(1), 7-17.

Sonesson, K. & Drobyshev, I. (2010). Recent advances on oak decline in southern Sweden. *Ecological Bulletins*, *53*, 197-208.

Tiberi, R., Branco, M., Bracalini, M., Croci, F. & Panzavolta, T. (2016). Cork oak pests: a review of insect damage and management. *Annals of Forest Science*, *73*(2), 219-232.

Woodall, C.W. & Liknes, G.C. (2008). Relationships between forest fine and coarse woody debris carbon stocks across latitudinal gradients in the United States as an indicator of climate change effects. *Ecological indicators*, *8*, 686–690.

Woodall, C.W. & Nagel, L.M. (2007). Downed woody fuel loading dynamics of a large-scale blowdown in northern Minnesota, U.S.A. *Forest Ecology and Management*, *247*, 194–199.

Yang, Y., Titus S.J., & Huang, S. (2003). Modeling individual tree mortality for white spruce in Alberta. *Ecological Modelling*, *163*(3), 209-222.

Yuan, J., Jose S., Zheng, X., Cheng, F., Hou, L., Li L. & Zhang, S. (2017). Dynamics of Coarse Woody Debris Characteristics in the Qinling Mountain Forests in China. *Forests*, *8*(10), 403. doi:10.3390/f8100403.

Zhu, Y., Hogan J.A., Cai H., Xun Y., Jiang F. & Jin, G. (2017). Biotic and abiotic drivers of the tree growth and mortality trade-offin an old-growth temperate forest. *Forest Ecology and Management*, *404*, 354–360.

Iranian Journal of Forest
Vol. 11, No. 4, Winter 2020
pp. 519-532

Research Article

Coarse and fine woody debris and mortality rate of Persian Oak estimation in relation to some environmental factors in Zagros Oak forest (Case study: Tange Alamdar, Behbahan)

S. Parnian Kalayeh[1], M. Moradi[2]*, K. Sefidi[3] and R. Basiri[4]

[1]MSc. Student of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Science, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, I. R. Iran
[2]Asistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Science, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, I. R. Iran
[3] Associate Prof., Department of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[4]Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Science, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, I. R. Iran

(Received: 14 July 2019, Accepted: 26 November 2019)

Abstract

Forest decline is an important and complicated phenomenon that happened in most world oak forests. This research aims at the determination of mortality rate, the volume of deadwood, and also the designation of the ecological factor affecting these mentioned parameters in Tange Alamdar, Behbahan. To do so, a 50 hectares oak forest was selected and 30 systematic randomized sample plots (25 Are) were established in this site. Within each sample plot, mortality rate, deadwood volume in different classes (coarse and fine dead wood), slope, elevation, landform, and terrain shape indexes, and aspect were recorded. Pearson's correlation coefficient and one-way ANOVA were used for data analysis. The result indicated that standing dead tree, fallen dead tree, and fine woody debris volume were 7.01, 15.21, and 0.039 m3 ha-1, respectively. Persian oak mortality rate in the studied site was 57 percent and the highest rate belonged to the 10-15 cm d.b.h class. The high rate of mortality had no correlation with elevation and aspect. Also, deadwood volume and number in the different studied groups had no significant correlation with physiographical features. A high level of mortality rate in all of the diameter classes might imply that mortality is not the result of aging but some kind of disturbances. One of the possible reasons for low fine woody debris volume could be related to human disturbances. Overall, reforestation should be considered in the studied site to decrease the mortality rate.

Keywords: dead wood, forest decline, land form, fine woody debris, Persian oak

∗Corresponding author Tel: +986152721191 Email: moradi4@gmail.com