اثر فاصله و درجه پوسیدگی خشکه‌دارهای بلوط بر برخی ویژگی‌های خاک در جنگل‌های سیاهکل گیلان

میرمظفر فلاح‌چای[1*]، علی صالحی[2] و میلاد حبیبی[3]

۱) دانشیار گروه جنگلداری، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: mir_mozaffar@Yahoo.com
۲) دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.
۳) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد جنگلداری، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۰۳

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر خشکه‌دارهای افتاده بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) با درجه‌های پوسیدگی متفاوت بر ویژگی‌های شیمیایی خاک اطراف آنها، پارسل ۲۳۸ به مساحت ۳۷ هکتار از جنگل‌های سری دو جنگل‌های سیاهکل در شمال ایران انتخاب شد. تعداد ۳۲ اصله خشکه‌دار افتاده از گونه بلوط شناسایی و برداشت شد. با توجه به چهار کلاسه پوسیدگی، تعداد سه اصله خشکه‌دار در هر کلاسه (در مجموع ۱۲ اصله) به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس طول هر خشکه‌دار به چهار قسمت مساوی تقسیم و از خاک هر قسمت از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری یک نمونه برداشت و پس از مخلوط کردن به‌عنوان تیمار خاک معرف زیر خشکه‌دار در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میزان نیتروژن خاک در درجه چهار پوسیدگی خشکه‌دار بلوط با دیگر درجه‌های پوسیدگی اختلاف معنی‌داری داشته و با افزایش درجه پوسیدگی سرعت انتقال آن به خاک افزایش یافت. همچنین میزان کربن آلی، پتاسیم و فسفر خاک زیر خشکه‌دارها بیشتر بوده و با افزایش فاصله روند کاهشی داشته است. بیشترین میزان فسفر و پتاسیم خاک مربوط به خشکه‌دارهای با درجه پوسیدگی یک بوده و میزان کربن آلی خاک با افزایش درجه پوسیدگی خشکه‌دارها روند صعودی نشان داد. اما در ارتباط با میزان اسیدیته خاک در خشکه‌دارهای با درجه‌های متفاوت پوسیدگی و در فواصل مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بنابراین یافته‌های این تحقیق نشان داد که خصوصیات خاک زیر خشکه‌دارها بر اساس درجه پوسیدگی و در فواصل مختلف می‌تواند تغییر یابد و با توجه به روند افزایش و کاهش عناصر خاک در پی گذشت زمان، وجود خشکه‌دارهای با درجه‌های مختلف پوسیدگی ضروری بوده و بایستی در امر مدیریت جنگل مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بلوط، خشکه‌دار، درجه پوسیدگی، سیاهکل.

مقدمه

جنگل‌های هیرکانی در شمال ایران که متعلق به دوران سوم زمین‌شناسی بوده (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۲) و از آن به عنوان فسیل زنده نام برده می‌شود دارای درختان گران‌بها و ارزشمند فراوانی است که مانند آثار باستانی باید حفاظت و نگهداری شوند. یکی از این درختان گونه بلوط است که دارای اهمیت اقتصادی و اکولوژیک زیادی است. این گونه در دهه‌های اخیر شدیدا مورد بهره‌برداری قرار گرفته و در بسیاری از نقاط جنگلی حضور چشمگیری ندارد، ولی خوشبختانه پایه‌هایی از آن

به‌علت داشتن عمر طولانی در جنگل‌های شمال ایران به مرحله خشکه‌دار رسیده و می‌توان اثرات اکولوژیکی آنها را بر محیط اطراف خود مورد بررسی قرار داد، زیرا خشکه‌دارها جز مهمی از جنگل‌ها هستند که نقش اساسی را در فرآیندهای اکوسیستم بازی می‌کنند (Parisi *et al*., 2018) و از عناصر مهم در حفاظت از خاک و مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شوند (Wambsgass *et al*., 2017). همان‌طوری که گونه‌های سرپا بر خاک و بازیابی رویشگاه‌ها موثرند خشکه‌دارها نیز در تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل بسیار تاثیرگذار هستند (فلاح‌چای و همکاران، ۱۳۹۵). خشکه‌دارها در اثر کنش و واکنش‌های زیستی از قبیل آتش‌سوزی، باد افتادگی، حیوانات، رانش و حرکات زمینی، بارندگی‌ها و در نهایت دیرزیستی درختی به‌وجود می‌آیند (Chambers & Mast, 2005).

اگر چه خشکه‌دارها به‌طور معمول سطح کمی از جنگل‌ها را در بر می‌گیرند، اما نقش ارزنده‌ای در ادامه حیات و پویایی بر عهده دارند، تا آنجا که حتی می‌توان بیان کرد ادامه توالی در اکوسیستم‌های جنگلی بدون وجود این مولفه تقریبا غیرممکن است (Harmon *et al*., 1986). خشکه‌دارها به عنوان شاخص تنوع گونه‌های محلی شناخته شده و به ذخیره‌های کربن جهانی و چرخه‌های مواد مغذی کمک می‌کنند (Parisi *et al*., 2018).

میزان کربن در خاک زیر خشکه‌دارها در مناطقی که دارای اقلیم سرد هستند، بیشتر است (Bonska *et al*., 2019). خشکه‌دارها درختان خشک شده یا سرپا در جنگل هستند که معمولا در جنگل‌های بکر در اثر مسن شدن درختان پدید می‌آیند و باعث پویایی اکوسیستم‌های جنگلی می‌شوند (Lowis, 1998). همچنین تاثیر میکروارگانیسم‌های فعال در چرخه غذایی خاک در روند پوسیدگی و فرآیندهای تنفس بیولوژیکی، خردشدگی بافت چوب، آب‌شویی و هوازدگی موثر است و فعالیت اغلب میکروارگانیسم‌ها تحت تاثیر شرایط میکروکلیمای خاک قرار می‌گیرد (Beets *et al*., 2008; Sefidi *et al*., 2016). خشکه‌دارها چه به صورت درختان خشک شده سرپا[1] و چه به صورت درختان و مواد چوبی افتاده بر روی زمین[2] به عنوان یکی از منابع پویایی اکوسیستم شناخته می‌شوند (Mark *et al*., 2006).

درختان خشک و در حال مردن برای عملکردهای اکوسیستم بسیار تعیین‌کننده هستند، عملکردهای همچون بازسازی موادغذایی در جنگل (Mccomb & Lindenmayer, 1999) کمک به جریان انرژی، چرخه نیتروژن و آزاد سازی کربن (Harmon *et al*., 1986) می‌تواند از عملکردهای خشکه‌دارها باشد. همچنین خشکه‌دارها بر روی شیمی خاک و فرآیندهایی مانند چرخه عناصر غذایی، جوانه‌زنی و زنده‌مانی نهال‌ها تاثیر می گذارند (مریدی و همکاران، ۱۳۹۴). عواملی همانند رسیدن به سن دیرزیستی، کهولت درختان، حمله حشرات و آفات، باد افتادگی و رعد و برق‌زدگی از عوامل مهم شکل‌گیری خشکه‌دارها می‌باشند. خشک‌شدن درختان به هر دلیلی آنها را وارد مرحله جدیدی در اکوسیستم می‌کند و با گذشت زمان به‌طور معمول بر میزان پوسیدگی آنها افزوده می‌شود. خشکه‌دارها در پدیده خاک‌سازی و برگشت مواد آلی به خاک معدنی تاثیر مهمی دارند (فلاح‌چای و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به اهمیت وجود خشکه‌دارها در اکوسیستم جنگل و نقش مثبت آنها در افزایش و حفظ تنوع‌زیستی این تحقیق به مطالعه وضعیت خشکه‌دارهای افتاده بلوط (*Quercus castaneifolia*) موجود در جنگل‌های سیاهکل در شمال ایران پرداخته و تاثیر آنها را بر بعضی از ویژگی‌های خاک با توجه به فاصله و درجه‌های مختلف پوسیدگی مورد بررسی قرار داده است.

[1] Snags
[2] Logs

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در پارسل شماره ۲۳۸ به مساحت ۳۷ هکتار در سری دو جنگل‌های سیاهکل در شمال ایران قرار داشته و حداقل ارتفاع آن از سطح دریاهای آزاد ۴۵ متر و حداکثر ۲۰۴ متر است.

از نظر موقعیت جغرافیایی بین ″۳′۴۴°۴۹ طول جغرافیایی و ″۳۷′۶°۱۷عرض جغرافیایی قرار داشته و شیب عمومی آن رو به شمال است.

نوع سنگ مادری آن عمدتا از رسوبات آهکی تشکیل شده و تیپ خاک قهوه‌ای شسته شده همراه با پسدوگلی با هوموس مول جنگلی است. متوسط بارندگی سالیانه آن ۱۳۶۷/۶ میلی‌متر با متوسط رطوبت سالیانه ۸۲ درصد است.

متوسط دمای سالیانه بر حسب سانتی‌گراد ۱۲/۷ درجه بوده و اقلیم آن از نوع خیلی مرطوب است. از نظر پوشش درختی جنگل‌های انبوه بلوط به همراه تک گونه-های ممرز، انجیلی، افرا و توسکا به فراوانی دیده می-شوند (بی‌نام، ۱۳۷۸).

روش تحقیق

به‌منظور بررسی تاثیر خشکه‌دارهای افتاده بلوط با درجه‌های پوسیدگی متفاوت بر خصوصیات شیمیایی خاک پارسل شماره ۲۳۸ به مساحت ۳۷ هکتار از جنگل‌های سیاهکل در شمال ایران انتخاب و در آن تعداد ۳۲ اصله خشکه‌دار افتاده بلوط شناسایی شد. از بین این تعداد، ۱۲ اصله خشکه‌دار با توجه به وضعیت ظاهری و درجه پوسیدگی به صورت تصادفی انتخاب و در یکی از چهار کلاس پوسیدگی به شرح زیر طبقه‌بندی شد.

پوسیدگی درجه یک: درخت یا شاخه تازه افتاده، پوست چوب قابل تشخیص است و گاهی اوقات جوانه رشد یک سال اخیر روی آن دیده می‌شود. *پوسیدگی درجه دو:* پوسیدگی درون چوب آشکار است و در بیشتر موارد پوست درخت دیده شده و جوانه‌ها دیده نمی‌شوند.

پوسیدگی درجه سه: درون چوب و پوست درخت یا شاخه به‌طور کامل پوسیده شده است و به آسانی با ضربه به حالت پودری در می‌آید.

پوسیدگی درجه چهار: درون چوب و پوست به کلی پوسیده شده و در برخی موارد درخت یا شاخه به کلی به خاک تبدیل شده و پوشش علفی به‌طور کامل مستقر شده است (سفیدی و مروی‌مهاجر، ۱۳۸۹).

به هر یک از درجات پوسیدگی تعداد سه خشکه‌دار اختصاص داده شد. سپس طول هر خشکه‌دار به ۴ قسمت مساوی تقسیم و از هر قسمت از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری یک نمونه خاک برداشت و پس از مخلوط کردن به‌عنوان تیمار خاک معرف زیر خشکه‌دار در نظر گرفته شد. این نحوه برداشت نمونه خاک در فواصل ۲ و ۴ متری هم از هر خشکه‌دار انجام و به‌ترتیب به عنوان تیمارهای محدوده تحت تاثیر خشکه‌دار و محدوده خارج از تحت تاثیر خشکه‌دار (ناحیه شاهد) به آزمایشگاه منتقل شدند. بدین ترتیب از هر خشکه‌دار ۳ نمونه خاک و از هر درجه پوسیدگی ۹ نمونه و جمعا در ۴ کلاسه پوسیدگی ۳۶ نمونه خاک استحصال گردید (Trappe, 1999). در این مطالعه مهم‌ترین خصوصیات شیمیایی خاک شامل pH خاک به وسیله pH متر، کربن آلی به روش والکلی بلاک، نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش اولسون و دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم با استات آمونیوم اندازه‌گیری شدند (جعفری‌حقیقی، ۱۳۸۲).

روش تجزیه و تحلیل

برای اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنف و برای مشخص شدن همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. آنالیز تجزیه

واریانس یک‌طرفه نیز برای بررسی ویژگی‌های خاک در اطراف خشکه‌دارها به‌کار گرفته شد. تمام داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

میانگین درصد نیتروژن در درجه چهار پوسیدگی خشکه‌دار بلوط اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد با دیگر درجات پوسیدگی دارد (جدول ۱).

جدول۱. تحلیل واریانس نیتروژن خاک با توجه به درجه پوسیدگی در شرایط متفاوت

درجه پوسیدگی خشکه‌دار بلوط	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
	تیمارها	۰/۰۰۵	۲	۰/۰۰۳		
درجه یک	خطا	۰/۰۱۵	۶	۰/۰۰۳	۱/۰۵۲	۰/۴۰۶ns
	کل	۰/۰۲۱	۸			
	تیمارها	۰/۰۰۸	۲	۰/۰۰۴		
درجه دو	خطا	۰/۰۳۸	۶	۰/۰۰۶	۰/۶۱۳	۰/۵۷۳ns
	کل	۰/۰۴۶	۸			
	تیمارها	۰/۰۰۴	۲	۰/۰۰۲		
درجه سه	خطا	۰/۰۴۷	۶	۰/۰۰۸	۰/۲۴۵	۰/۷۹۰ns
	کل	۰/۰۵۰	۸			
	تیمارها	۰/۰۲۸	۲	۰/۰۱۴		
درجه چهار	خطا	۰/۰۱۷	۶	۰/۰۰۳	۴/۸۵۴	۰/۰۵*
	کل	۰/۰۴۶	۸			

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns معنی‌دار نیست.

جدول ۲ نیز نشان می‌دهد که کربن آلی خاک در درجه‌های پوسیدگی سه و چهار خشکه‌دار بلوط در سطح احتمال ۹۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشته و مقایسه میانگین آن در شرایط متفاوت محیطی نشان‌دهنده وجود اختلاف در خاک زیر خشکه‌دار با ناحیه تحت تاثیر و ناحیه شاهد از خشکه‌دار مطالعه شده است.

جدول ۲. تحلیل واریانس کربن آلی خاک با توجه به درجه پوسیدگی در شرایط متفاوت

درجه پوسیدگی خشکه‌دار بلوط	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
	تیمارها	۳/۵۸۲	۲	۱/۷۹۱		
درجه یک	خطا	۳/۰۲۵	۶	۰/۵۰۴	۳/۵۵۳	۰/۰۹۶ns
	کل	۶/۶۰۷	۸			
	تیمارها	۰/۲۹۵	۲	۰/۱۴۸		
درجه دو	خطا	۸/۶۰۳	۶	۱/۴۳۴	۰/۱۰۳	۰/۹۰۴ns
	کل	۸/۸۹۸	۸			
	تیمارها	۴/۴۵۲	۲	۲/۲۲۶		
درجه سه	خطا	۲/۴۴۲	۶	۰/۴۰۷	۵/۴۷۰	۰/۰۴۴*
	کل	۶/۸۹۳	۸			
	تیمارها	۲۳/۸۵۹	۲	۱۱/۹۲۹		
درجه چهار	خطا	۹/۸۵۶	۶	۱/۶۴۳	۷/۲۶۲	۰/۰۲۵*
	کل	۳۳/۷۱۵	۸			

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns معنی‌دار نیست.

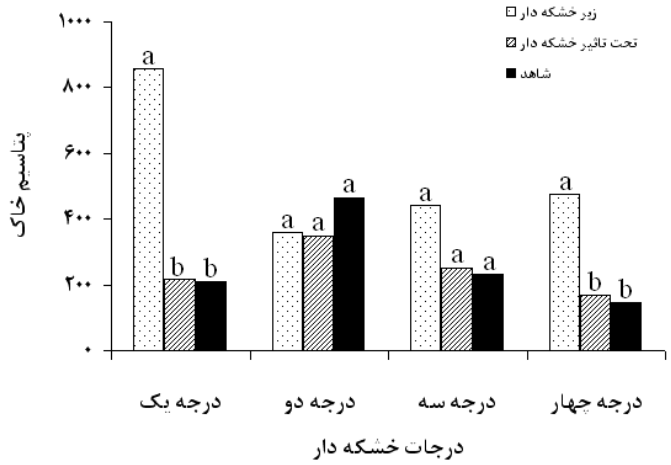
همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار پتاسیم خاک مطالعه شده نشان می‌دهد که بین میانگین مقدار پتاسیم خاک در شرایط مختلف و درجات پوسیدگی یک و چهار اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۳. تحلیل واریانس پتاسیم با توجه به درجه پوسیدگی در شرایط مختلف

درجه پوسیدگی خشکه‌دار بلوط	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
درجه یک	تیمارها	۸۳۱۵۸۰/۴۹۱	۲	۴۱۵۷۹۰/۲۴۶	۸/۴۱۸	۰/۰۱۸*
	خطا	۲۹۶۳۶۰/۴۲۴	۶	۴۹۳۹۳/۴۰۴		
	کل	۱۱۲۷۹۴۰/۹۱۶	۸			
درجه دو	تیمارها	۲۳۵۳۳/۸۵۵	۲	۱۱۷۶۶/۹۲۸	۰/۳۶۸	۰/۷۰۷ns
	خطا	۱۹۱۸۴۵/۳۵۸	۶	۳۱۹۷۴/۲۲۶		
	کل	۲۱۵۳۷۹/۲۱۳	۸			
درجه سه	تیمارها	۸۰۹۷۶/۶۲۹	۲	۴۰۴۸۸/۱۳۵	۲/۴۶۶	۰/۱۶۵ns
	خطا	۹۸۵۰۷/۳۱۰	۶	۱۶۴۱۷/۸۸۵		
	کل	۱۷۹۴۸۳/۵۷۹	۸			
درجه چهار	تیمارها	۲۰۲۹۰۷/۰۲۰	۲	۱۰۱۴۵۳/۵۱۰	۸/۲۵۰	۰/۰۱۹*
	خطا	۷۹۷۸۰/۹۲۰	۶	۱۲۲۹۶/۸۲۰		
	کل	۲۷۶۶۸۷/۹۴۰	۸			

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns معنی‌دار نیست.

همان‌گونه که در شکل ۱ نیز ملاحظه می‌گردد میزان پتاسیم خاک در زیر درختان خشکه‌دار بلوط با درجات پوسیدگی یک و چهار به‌طور معنی‌داری بیشتر از مناطق تحت تاثیر خشکه‌دار و منطقه شاهد است. اندازه‌گیری اسیدیته خاک زیر خشکه‌دار، تحت تاثیر خشکه‌دار و ناحیه دورتر از خشکه‌دارهای مطالعه شده (شاهد) نیز نشان می‌دهد که بین میانگین آنها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد وجود ندارد (جدول ۴).



شکل ۱. مقایسه درصد پتاسیم در شرایط مختلف محیطی با توجه به درجه پوسیدگی

جدول ۴. تحلیل واریانس اسیدیته خاک با توجه به درجه پوسیدگی در شرایط مختلف

درجه پوسیدگی خشکه‌دار بلوط	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
درجه یک	تیمارها	۰/۱۳۲	۲	۰/۰۶۶	۱/۳۴۲	۰/۳۳۰ ns
	خطا	۰/۲۹۵	۶	۰/۰۴۹		
	کل	۰/۴۲۷	۸			
درجه دو	تیمارها	۰/۰۱۳	۲	۰/۰۰۶	۰/۱۶۱	۰/۸۵۵ ns
	خطا	۰/۲۳۹	۶	۰/۰۴۰		
	کل	۰/۲۵۲	۸			
درجه سه	تیمارها	۰/۳۹۳	۲	۰/۱۹۶	۱/۶۵۱	۰/۲۶۸ ns
	خطا	۰/۷۱۳	۶	۰/۱۱۹		
	کل	۱/۱۰۶	۸			
درجه چهار	تیمارها	۰/۴۷۴	۲	۰/۲۳۷	۲/۲۰۴	۰/۱۹۲ ns
	خطا	۰/۶۴۵	۶	۰/۱۰۷		
	کل	۱/۱۱۹	۸			

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns معنی‌دار نیست.

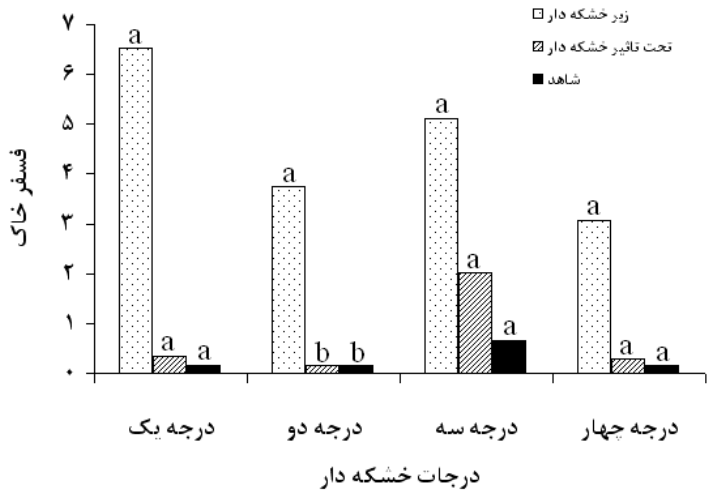
از نظر فسفر موجود در خاک خشکه‌دارهای بلوط افتاده در درجات مختلف پوسیدگی، تنها درجه پوسیدگی نوع دوم با سایر پوسیدگی‌ها از نظر آماری و با احتمال ۹۵ درصد اختلاف دارد (جدول ۵).

جدول ۵. تحلیل واریانس فسفر خاک با توجه به درجه پوسیدگی در شرایط مختلف

درجه پوسیدگی خشکه‌دار بلوط	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
درجه یک	تیمارها	۷۸/۹۹۹	۲	۳۹/۴۹۹	۴/۷۱۶	۰/۰۵۹ ns
	خطا	۵۰/۲۵۲	۶	۸/۳۷۵		
	کل	۱۲۹/۲۵۱	۸			
درجه دو	تیمارها	۲۵/۶۸۱	۲	۱۲/۸۴۰	۵/۴۰۵	۰/۰۴۵ *
	خطا	۱۴/۲۵۵	۶	۲/۳۷۶		
	کل	۳۹/۹۳۵	۸			
درجه سه	تیمارها	۳۱/۵۶۹	۲	۱۵/۷۸۴	۱/۹۳۰	۰/۲۲۵ ns
	خطا	۴۹/۰۸۳	۶	۸/۱۸۰		
	کل	۸۰/۶۵۱	۸			
درجه چهار	تیمارها	۱۶/۱۵۳	۲	۸/۰۷۶	۱/۰۸۸	۰/۳۹۵ ns
	خطا	۴۴/۵۴۲	۶	۷/۴۲۴		
	کل	۶۰/۶۹۴	۸			

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns معنی‌دار نیست.

همچنین مقایسه میانگین میزان فسفر خاک نشان داد که مقدار این عنصر در زیر خشکه‌دار درجه دو به مراتب بیشتر از فسفر موجود در ناحیه تحت تاثیر خشکه‌دار و شاهد است (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه درصد فسفر در شرایط مختلف محیطی با توجه به درجه پوسیدگی

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات صورت گرفته در جنگل‌های امریکا نشان داده است که خشکه‌دار بهترین منبع تثبیت نیتروژن در بستر عرصه‌های جنگلی است (Brooks *et al*., 1998). در مراحل اولیه پوسیدگی و به علت استحکام زیاد تنه، شستشوی مواد و انتقال آنها با سرعت پایین‌تری انجام می‌شود؛ ولی در ادامه با سست و تکه تکه شدن قطعات چوبی، آزادسازی نیتروژن از بافت‌ها شدت می‌یابد و جذب نیتروژن در خاک نیز بیشتر می‌شود (Harmon *et al*., 1986). در مطالعه حاضر نیز میانگین درصد نیتروژن در درجه پوسیدگی خشکه‌دار بلوط اختلاف معنی‌داری با دیگر درجات پوسیدگی دارد که با مطالعات کیالاشکی و شعبانی (۱۳۸۹) مطابقت دارد، زیرا نتایج بررسی آنان نشان داد که با افزایش درجه پوسیدگی میزان نیتروژن خاک نیز افزایش می‌یابد و این در حالی است که برگشت مواد غذایی و عناصر آلی در گونه‌های مختلف درختی و شرایط متنوع محیطی می‌تواند متفاوت باشد (Chambers & Mast, 2005). همچنین در این راستا فلاح‌چای و همکاران (۱۳۹۷) با مطالعه اثر خشکه‌دار سفید پلت بر روی خصوصیات شیمیایی خاک در ذخیره-گاه این گونه در شمال ایران به این نتیجه رسیدند که خصوصیات خاک در زیر درجات مختلف خشکه‌دار و در فواصل مختلف از آن تغییر می‌کند که با یافته‌های این بررسی همخوانی دارد. به‌طور کلی خشکه‌دارها به‌دلیل دارا بودن مواد آلی، میزان اسیدیته در اطراف آنها کاهش می‌یابد (Aakala *et al*., 2008)، زیرا در اوایل مراحل پوسیدگی به ویژه در مراحل میانی به علت خام بودن مواد آلی، هوموس تشکیل یافته حالت ترش دارد که خاک را نیز اسیدی‌تر می‌نماید. بنابراین با گذشت زمان و تجزیه بیشتر مواد شرایط تغییر کرده و از میزان اسیدی بودن کاسته می‌شود. در این راستا Pallant و Riha (۱۹۹۰) به تغییر اسیدیته خاک در زیر و بیرون از فضای خشکه‌دار اشاره دارند.

کیالاشکی و شعبانی (۱۳۸۹) نیز که فواصل صفر، نیم و یک متری از خشکه‌دار را در تحقیق خود مبنا قرار داده‌اند به عدم اختلاف معنی‌دار بودن اسیدیته در این

فواصل اشاره دارند. در این بررسی میزان درصد کربن آلی خاک در زیر درختان خشکه‌دار بلوط با درجات پوسیدگی سه و چهار به‌طور معنی‌داری بیشتر از مناطق تحت تاثیر خشکه‌دار و منطقه شاهد است. Bonska و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعات خود میزان کربن را در خاک زیر خشکه‌دار در جنگل‌های لهستان بیشتر از خشکه‌دارهای جنگل‌های استونی می‌دانند که با یافته‌های این مطالعه مطابقت دارد. در این راستا Person (۲۰۱۲) در مطالعات خود در شش تیپ جنگلی مختلف در جنگل‌های سوئد اعلام می‌کند که میزان مواد آلی حاصل از درجات مختلف خشکه‌دار نسبت به مناطق شاهد بسیار بالا می‌باشد. Powers و همکاران (۲۰۱۰) نیز با مطالعه خشکه‌دارهای گونه *pinus edulous* بیان نمودند که میزان سلولز و دیگر ترکیبات کربن در زیر و اطراف این درختان بسیار زیاد است. Jonathan و Daniel (۲۰۰۴) نیز به تجمع ماده آلی و عناصر تغذیه‌ای در زیر خشکه‌دارها اشاره دارند. در این مطالعه میزان پتاسیم خاک در زیر درختان خشکه‌دار بلوط با درجات پوسیدگی یک و چهار به‌طور معنی‌داری بیشتر از مناطق تحت تاثیر خشکه‌دار و منطقه شاهد است. اما بین منطقه شاهد و منطقه تحت تاثیر خشکه‌دار اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید، زیرا پتاسیم خاک نیز همانند نیتروژن و فسفر دارای سیکل مشابه در بازگشت به عناصر خاک است.

در مطالعه‌ای که توسط Laiho و Presscott (۱۹۹۹) صورت گرفت نشان داده شد که سالیانه کمتر از ۱۰ درصد پتاسیم در خشکه‌دارها به خاک باز می‌گردد، در حالی که این نرخ برای نیتروژن و فسفر در حدود ۵ درصد است که با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، معنی‌دار بودن میزان افزایش پتاسیم خاک در زیر درختان خشکه‌دار قابل توجیه است. بر اساس نتایج به‌دست آمده در خشکه‌دار بلوط با درجه پوسیدگی دو میزان فسفر خاک به‌طور معنی‌داری بیشتر از منطقه تحت تاثیر و شاهد است. اما بین منطقه شاهد و تحت تاثیر خشکه‌دار اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نشد. در مطالعات کیالاشکی و شعبانی (۱۳۸۹) اختلافات معنی‌داری بین درجات پوسیدگی و نیز فاصله از خشکه‌دارها به‌دست آمد که در بسیاری از موارد با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به نظر می‌رسد شرایط رویشگاهی به‌خصوص شرایط بیولوژیکی خاک بر این مساله موثر باشند، زیرا احتمالا درختان مختلف تاثیر متفاوت و گاه متضادی بر ترکیبات فسفردار، چرخه و ذخیره فسفر در خاک خواهند داشت (Hagen-Thorn *et al*., 2004). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بین درجات مختلف پوسیدگی، درجه چهار پوسیدگی و در فواصل مختلف از خشکه‌دارها، زیرخشکه‌دار دارای بالاترین مقدار عددی از نظر خصوصیات شیمیایی هستند. خشکه‌دارها در برگشت مواد آلی به خاک و پدیده خاکسازی نقش مهمی دارند و در اکوسیستم‌های جنگلی حفظ و تنوع گونه‌ای را بر عهده دارند. به طوری که یکی از دلایل احتمالی کاهش تنوع زیستی در بسیاری از جنگل‌ها را مقدار کم درختان مرده می‌دانند (Fridman & Walheim, 2000). بررسی‌های حبشی و همکاران (۱۳۹۶) نیز نشان داد که حضور خشکه‌دار افتاده در جنگل موجب تنوع طیف گسترده‌ای از ماکروفون می‌شود که اغلب جز حشرات مفید اکوسیستم جنگلی محسوب شده و درصد بالایی از کل فون بی‌مهرگان جنگل را شامل می‌گردند. بنابراین لازم است تا به خشکه‌دارها از انواع مختلف گونه‌ها و درجات مختلف پوسیدگی توجه بیشتری شده و مورد حفاظت قرار گیرند تا تنوع زیستی و پدیده خاک‌سازی در جنگل افزایش یابد. همچنین شایسته است که به عنوان یکی از اهداف اصلی توسعه پایدار، طرح حفاظت از خشکه‌دارها و گونه‌های در حال انقراض به‌ویژه در جنگل‌های کوهستانی در اولویت برنامه‌های مدیران جنگل قرار گیرد، زیرا نسبت حجمی خشکه‌دارها به درختان زنده سرپا کمتر از مقدار حد

مطلوب برای جنگل‌های معتدله است (ره‌انجام و همکاران، ۱۳۹۶).

برای افزایش تنوع گونه‌ای باید میانگین حجم خشکه‌دار را در فازهای تحولی جنگل‌های خالص افزایش داد، چرا که پایه‌های بسیار قطور (قطر بیش از ۷۰ سانتی‌متر) بیشترین تعداد و تنوع را در خرد زیستگاه‌ها نشان می‌دهند (سفیدی و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین باید مطالعات در مورد خشکه‌دارها به سمتی هدایت شود که باعث تغییر نگرش کارشناسان جنگل گردد که خوشبختانه با توجه به نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده در خصوص خشکه‌دارها، این رویکرد مشاهده‌پذیر خواهد بود. همچنین با توجه به جایگاه حفظ تنوع زیستی در اکوسیستم‌های جنگلی لازم است که از خشکه‌دارها به عنوان یک شاخص تنوع، حفظ و نگهداری به‌عمل آید. از این رو پیشنهاد می‌شود با مطالعات بیشتر در مورد خشکه‌دارها، حجم معینی از آنها به ویژه پایه‌های قطور و کهنسال با هدف بهبود و افزایش حاصل‌خیزی خاک جنگل در عرصه رهاسازی شده و باقی بمانند.

منابع

بی‌نام. (۱۳۷۸) کتابچه طرح جنگل‌داری سری ۲ رادار پشته، اداره کل منابع طبیعی استان گیلان، ۱۶۵ صفحه.

جعفری‌حقیقی، م. (۱۳۸۲) روش‌های تجزیه خاک: نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تاکید بر اصول تئوری و کاربردی. انتشارات ندای ضحی، تهران، ۲۴۰ صفحه.

حبشی، ه.، فیضی، ا. و محمدعلی‌پورملکشاه، ع.ا. (۱۳۹۶) تاثیر کیفیت (درجه پوسیدگی) خشکه‌دار افتاده راش بر تنوع گونه‌ای ماکروفون در جنگل مدیریت شده. مجله علمی-پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل، ۳(۱): ۱-۱۴.

ره‌انجام، ص.، مروی‌مهاجر، م.، زبیری، ز. و سفیدی، ک. (۱۳۹۶) بررسی کمی و کیفی خشکه‌دارها در توده‌های طبیعی جنگل-های هیرکانی، مطالعه موردی سری گرازبن جنگل خیرود نوشهر. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۵(۴): ۶۵۶-۶۶۶.

سفیدی، ک. و مروی‌مهاجر، م. (۱۳۸۹) پویایی خشکه‌دارهای راش و ممرز در یک جنگل آمیخته راش. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸(۴): ۱۰-۱۰.

سفیدی، ک.، ثاقب‌طالبی، خ. و نوبهار، س. (۱۳۹۸) ارزیابی فراوانی و تنوع درختان زیستگاهی و خشکه‌دارها در فاز تحولی کهن رست، مطالعه موردی در جنگل‌های غرب ایران. نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب (مجله منابع طبیعی ایران)، ۷۲(۳): ۲۱۵-۲۲۶.

فلاح‌چای، م.، صالحی، ع. و مردعلی‌زاد، غ. (۱۳۹۵) تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تجدید حیات طبیعی گونه سفید پلت، مطالعه موردی منطقه صفرا بسته در شرق استان گیلان. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۹(۱): ۹۸-۱۰۹.

فلاح‌چای، م.، صالحی، ع.، شاه‌مقصود، م.، قربان‌زاده، ن. و همتی، و. (۱۳۹۷) اثر فاصله و درجه پوسیدگی خشکه‌دار سفید پلت (*Populus caspica Bornm*) بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک. مجله علمی- پژوهشی جنگل ایران، ۱۰(۲): ۱۹۷-۲۰۵.

کیالاشکی، ع. و شعبانی، س. (۱۳۸۹) تاثیر اکولوژیک خشکه‌دارها روی ویژگی‌های خاک در اکوسیستم جنگل لیره سر تنکابن. فصلنامه علمی- پژوهشی اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۱(۲): ۱۱۲-۱۱۹.

مروی‌مهاجر، م.ر. (۱۳۹۲) جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۸ صفحه.

مریدی،م.، ملکشاهی، م.، اعتماد، و. و سفیدی، ک. (۱۳۹۴) انباشت خشکه‌دارهای خرد در فاز کاهش پایه‌ها در مراحل تکاملی توده‌های آمیخته راش. مجله پژوهش و توسعه جنگل، ۱(۴): ۳۵۱-۳۶۱.

Aakala, T., Kuuluvainen, T., Gauthier, S. and De Grandpre, L. (2008) Standing dead trees and their decay-class dynamics in the northeastern boreal old-growth forests of Quebec. Forest Ecology and Management, 255(4): 410-420.

Beets, P.N., Hood, L.A., Kimberley, M.O., Oliver, G.H., Pearce, S.H. and Gardner, J.F. (2008) Coarse woody debris decay

Lowis, T. (1998) Dead and dying trees essential for life in the forest. Forest Ecology and Management, 52: 158-172.

Mark, C.V., Malcolm, J.R. and Smith, S.M. (2006) An integrated model for snag and downed woody debris decay class transitions. Forest Ecology and Management, 234(1-3): 48-59.

Mccomb, W. and Lindenmayer, D. (1999) Dying, dead, and down trees. In: M.L.Jr. Hunter (Ed.) Maintaining biodiversity in forest ecosystems. Cambridge, England, Cambridge University Press: 335-372.

Pallant, E. and Riha, S. J. (1990) Surface soil acidification under red pine and Norway spruce. Additional Journal Information, 54(4): 1124-1130.

Parisi, F., Pioli, S., Lombardi, F., Fravolini, G., Marchetti, M. and Tognetti, R. (2018) Linking deadwood traits with saproxylic invertebrates andfungi in European forests - a review. IForest, 11(3): 423-436.

Person, H. (2012) The high input of soil organic matter from dead tree Fine roots into the forest soil. International Journal of Forestry, Special: 1-9.

Powers, H., Mcdowell, N. and Breecker, D.O. (2010) The effects of complex carbon addition to soil co_2 efflux and isotopic composition to soils near dead and live pinon pine trees. B23 H-0493.

Sefidi, K., Esfandiary Darabad, F. and Azarian, M. (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. Forest, 9: 658-665.

Trappe, J.M. (1999) The most noble polypore endangered. In: E.A. Nors (Ed.). Ancient forest of the pacific Northwest. The Wild erness Society, Washington, DC. pp. 126-127.

Wambsgass, J., Stuts, K.P. and Lang, F. (2017) European beech dead wood can increase oil organic carbon sequestration in forest topsoils. For Ecology and Management, 405: 200-209.

rates for seven indigenous tree species in the central north Island of New Zealand. Forest Ecology and Management, 256(1): 548-557.

Bonska, E., Lasota, J., Tullus, A., Lutter, R. and Ostonen, L. (2019) Impact of deadwood decomposition on soil organic carbon sequestration in Estonia and Polish forests. Annals of Forest Science,76(4): 102-115.

Brooks, P., Williams, M.W. and Schmidt, S.K. (1998) Inorganic nitrogen and microbialbiomass dynamics before and during spring snowmelt. Biogeochemistry, 43(1): 1-15.

Chambers, C.L. and Mast, J.N. (2005) Ponderosa pine snag dynamics and cavity excavation following wildfire in northern Arizona. Forest Ecology and Management, 216(2): 227-240.

Fridman, J. and Walheim, M. (2000) Amount, structure and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. Forest Ecology and Management, 131(1): 23-36.

Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K. and Nihlgard, B. (2004) The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantation on former agricultural land. Forest Ecology and Management, 195(3): 373-384.

Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K. and Cummins, K.W. (1986) Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances in Ecological Research,15(1): 133-302.

Jonathan, D.P. and Daniel A.M. (2004) Pedological memory in forest soil development. Forest Ecology and Management, 188: 363-380.

Laiho, R. and Presscott, C.E. (1999) The contribution of coarse woody debris to carbon, nitrogen and phosphorus cycles in three Rocky Mountain coniferous forests. Canadian Journal of Forest Research, 29: 1592-1603.

The effect of distance and decay class of Oak deadtrees on some soil properties in Siahkal forests, Guilan

Mir Mozaffar Fallahchai[1]*, Ali Salehi[2] and Milad Habibi[3]

1) Associate professor, Department of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran. *Corresponding Author Email Address: Mir_Mozaffar@yahoo.com
2) Associate professor, Department of Forestry, Faculty of natural resources of University Guilan, Someasara, Iran.
3) M.Sc. Graduate, Department of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

Date of Submission: 13/05/2019 Date of Acceptance: 25/08/2019

Abstract

In order to study the effect of distance and decay class of Oak (*Quercus castaneifolia*) fallen deadtrees on some chemical properties of soil, parcel 238 with an area of 37 hectares from district 2 of Siahkal forests, Guilan, Iran was selected. Total of 32 deadtrees from oak species were identified and surveyed. Regarding to four decay classes, three oak deadtrees in each class (12 specimens) were randomly selected. Then the length of each deadtree was divided into four equal parts and a soil sample was taken from each part in depth of 0-20 where they mixed together as a soil sample of each deadtree. The results of data analysis indicated that soil nitrogen of deadtrees with decay class 4 was significantly different from others and its transfer rate increased with increasing of decay classes. Moreover, organic carbon, potassium, and phosphorus amounts were higher in the soil under deadtrees and decreased with increasing distance of them. The highest amount of soil phosphorus and potassium belonged to deadtrees with decay class 1, and soil organic carbon increased with increasing deadtrees decay degree. However, there was no significant difference in soil acidity of deadtrees with different decay class and distance. Therefore, the Findings of the current research illustrated that the properties of soil could be changed based on decay class and distance, and due to the increasing and decreasing trend of soil parameters over time, deadtrees with different decay classes are essential and should be considered in forest management.

Keywords: Deadwood, Decay class, Oak, Siahkal.