



اثر فاصله و درجه پوسیدگی خشکه‌دار سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک

میر مظفر فلاح‌چای^{۱*}، علی صالحی^۲، میترا شاه‌مقصود^۳، ندا قربان‌زاده^۴ و وحید همتی^۵

^۱ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، لاهیجان

^۲ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

^۳ کارشناس ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، لاهیجان

^۴ دانش آموخته دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان

^۵ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، لاهیجان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۶)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر خشکه‌دارهای سفیدپلت بر خصوصیات شیمیایی خاک، این مطالعه در یکی از مناطق تحت پوشش این گونه در محدوده‌ای به مساحت ۳۸۲٫۵ هکتار در جنگل‌های صفرابسته استان گیلان انجام گرفت. برای این منظور از ترانسکت‌های نواری با عرض ۱۰ متر استفاده شد و همه خشکه‌دارهای سفیدپلت موجود در آنها بررسی شد. با توجه به شدت پوسیدگی، هر خشکه‌دار در یکی از چهار طبقه خشکه‌دار تازه، شروع پوسیدگی، پوسیدگی پیشرفته و پوسیدگی کامل قرار داده شد و در کنار هر خشکه‌دار، سه نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر در فواصل زیر خشکه‌دار، نیم متری و یک متری خشکه‌دار برداشت شد. از بین خصوصیات شیمیایی خاک، pH، فسفر، پتاسیم، هدایت الکتریکی، درصد نیتروژن، درصد کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که بین درجات مختلف پوسیدگی و در فواصل مختلف از خشکه‌دارها خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P < 0.05$). بیشترین مقدار عددی خصوصیات شیمیایی خاک در خشکه‌دار درجه چهار و درجه سه و در زیر خشکه‌دار مشاهده شد. براساس نتایج می‌توان عنوان کرد که خصوصیات خاک در زیر درجات مختلف خشکه‌دار و در فواصل مختلف از خشکه‌دار ممکن است تغییر کند.

واژه‌های کلیدی: درجه پوسیدگی، صفرابسته، صنوبر، کربن آلی.

مقدمه

طبیعی درختان مادری، هرساله یا هر چند سال یک‌بار، بذر فراوان تولید می‌کنند. استقرار و رشد بذرهای تولیدشده از درختان مادری تابع شرایط و منابع بوم‌سازگان جنگل و وجود یا نبود انواع همزیستی سودبخش یا زیان‌بخش است. پایان سن دیرزیستی درختان از مراحل مهم تغییرات جنگل بوده و مرحله شروع توالی روشن‌هاست

بوم‌سازگان جنگلی مانند دیگر اجتماعات زنده در اثر تولد، رشد و مرگ درختان و سایر موجودات به‌طور دائم در حال تغییرند. استقرار و رشد بذرهای حاصل از درختان مادری، تجدید حیات طبیعی جنگل نامیده می‌شود و ضامن بقای بوم‌سازگان جنگلی است (Addo-Fordjour et al., 2002). در جنگل‌های

به‌طور معناداری در انبار سراسری کربن اکوسیستم اضافه می‌کنند. در شیب‌های تند، تکه‌چوب‌های باقی‌مانده از خشکه‌دارها به تشکیل خاک‌های جنگلی کمک زیادی می‌کنند، به‌ویژه هنگامی که مواد آلی خاک توسط حیات وحش یا فعالیت‌های مدیریتی انسان به‌شدت از بین رفته باشد. خشکه‌دارها مزایایی همچون افزایش قدرت جوانه‌زنی بذور درختان جنگلی (Becky et al., 2011)، حفظ سلامت جنگل و بهبود حاصلخیزی خاک‌های جنگلی (Marvie-Mohadjer, 2012) و تأثیر بر شرایط نوری عرصهٔ جنگل (Kooch et al., 2011) دارند و در چرخه‌های مواد غذایی به‌ویژه چرخهٔ کربن و تأثیر مستقیم بر شیمی خاک (Kappes et al., 2007) اهمیت زیادی دارند.

یکی از درختان پهن‌برگ و بااهمیت در شمال کشور گونهٔ سفیدپلت است. این درخت با ارزش بومی ایران با وجود ویژگی‌های منحصربه‌فرد اکولوژیکی و زیست‌محیطی، در حال حاضر به‌صورت لکه‌هایی ناهمگن گسترده در شمال کشور پراکنش دارد. بیشتر پراکنش این گونه در بخش‌های جلگه‌ای استان گیلان است. با بررسی‌های میدانی از منطقهٔ صفرابسته واقع در شهرستان آستانهٔ اشرفیه که از مناطق گسترش این گونه در استان گیلان است، مشخص شد که تعداد زیادی از پایه‌های این درختان با ارزش به سن دیرزیستی رسیده‌اند و عملاً جزء خشکه‌دار افتاده یا سرپا محسوب می‌شوند. از این‌رو با توجه به اهمیت این گونه به‌عنوان نوعی گونهٔ بومی و از آنجا که احتمالاً خشکه‌دارهای این گونه می‌توانند تأثیرات چشمگیری بر ویژگی‌های خاک داشته باشند، در این تحقیق سعی شد با بررسی وضعیت خشکه‌دارهای سفیدپلت (*Populus caspica*) موجود در توده‌های جنگلی در جنگل‌های صفرابسته، آستانهٔ اثرهای آنها بر برخی از مهم‌ترین خصوصیات شیمیایی خاک بررسی شود.

(Kooch & Bayranvand, 2017).

با پایان سن دیرزیستی و خشک شدن درختان، سرشاخه‌های آن می‌ریزد و شاخه‌ها و تنه شروع به پوشیدگی می‌کند. درختان سرپای خشک، نوعی از خشکه‌دار نامیده می‌شوند و بخشی از چوب مردهٔ جنگل‌اند (Hagan & Grove, 1999).

خشکه‌دارها ارزش تجاری و اقتصادی کمی دارند، ولی دارای ارزش‌های اکولوژیکی اساسی‌اند. خشکه‌دارها چه به‌صورت درختان خشک‌شدهٔ سرپا و چه به‌صورت درختان افتاده بر روی زمین، یکی از منابع پویایی اکوسیستم شناخته می‌شوند. همچنین زیستگاهی کلیدی برای بسیاری از گونه‌های جانوری و گیاهی‌اند. برای مثال بی‌مهرگان، قارچ‌ها، بروفیت‌ها، گل‌سنگ‌ها، پرندگان و پستانداران به خشکه‌دارها وابسته‌اند یا به‌عنوان منبع غذایی یا پناهگاه از آنها استفاده می‌کنند. همچنین خشکه‌دارها اهمیت زیادی در ذخیرهٔ مواد غذایی و نگهداشت آب دارند و در نتیجه سبب ایجاد خرداقلیم مناسبی در آشکوب زیرین جنگل‌ها می‌شوند و همانند یک منبع ذخیره‌کنندهٔ آب در طول دوره‌های خشکی عمل می‌کنند.

تعداد خشکه‌دارهای باقی‌مانده در یک اکوسیستم جنگلی به‌شدت به مدیریت جنگل وابسته است. نقش خشکه‌دارها همیشه مفید نیست و گاهی ممکن است مضر هم باشد؛ برای مثال ایجاد پتانسیل آتش‌سوزی به‌علت وجود خشکه‌دارها، که تأثیر نامطلوبی بر میزان تولید جنگل می‌گذارد (Ahmadpour et al., 2007). خشکه‌دار اثرهای متنوعی بر زنجیره‌های حیاتی اکوسیستم‌های جنگلی دارد، اما به همان نسبت اطلاعات کمی از چگونگی این فرایند در اختیار داریم. یکی از این نقش‌ها که در واقع می‌توان گفت مهم‌ترین نقش خشکه‌دار نیز محسوب می‌شود، اهمیت خشکه‌دار در پدیدهٔ خاکسازي و برگشت مواد آلی به خاک معدنی است. خشکه‌دارها همچون انبار مواد غذایی در درازمدت هستند و محتوای کربن را

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

این تحقیق در اراضی منطقه صفرابسته واقع در پنج کیلومتری شمال غرب شهرستان آستانه اشرفیه در نزدیکی رودخانه سپیدرود انجام گرفت. این جنگل در حدود ۳۸۲/۵ هکتار مساحت داشته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین طول ۰۰° و ۵۹° و ۳۰" و ۴۹° و ۵۹" و ۳۷° و ۲۱" و ۳۰" تا ۳۷° و ۲۷" و ۳۰" قرار دارد. حداقل ارتفاع آن ۲۳- و حداکثر آن ۱۷- متر از سطح دریاهای آزاد است. منطقه از نظر زمین‌شناسی متعلق به دوران چهارم بوده و جلگه‌ای پوشیده از رسوبات آبرفتی است. خاک منطقه از نوع هیدرومورف و از بافت شن و گاهی شنی-رسی با عمق زیاد است. متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۲۸/۵ میلی‌متر و حداقل و حداکثر دمای آن به ترتیب ۱۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه دارای اقلیم مرطوب با زمستان‌های سرد است. درختان غالب منطقه، سفیدپلت (*P. caspica*) و توسکای قشلاقی‌اند. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب یودیک و مزیک است (Poladi et al., 2012).

روش پژوهش

به منظور بررسی تأثیر خشکه‌دارهای سرپا بر خاک منطقه از ترانسکت‌های نواری با عرض ۱۰ متر استفاده شد (Bonyad, 2014). ۱۲ خشکه‌دار گونه سفیدپلت در طول مسیر شناسایی و برحسب میزان پوسیدگی در یکی از چهار طبقه خشکه‌دار تازه (درجه یک)، خشکه‌دار در مرحله شروع پوسیدگی (درجه دو)، خشکه‌دار در مرحله پوسیدگی پیشرفته (درجه سه) و خشکه‌دار در مرحله پوسیدگی کامل (درجه چهار) دسته‌بندی شدند. در جدول ۱ درجات پوسیدگی و ویژگی مرتبط با هر خشکه‌دار نشان داده شده است (Sefidi et al., 2007). سپس خاک اطراف خشکه‌دارها در سه قسمت زیر خشکه‌دار، فاصله نیم‌متری از خشکه‌دار و فاصله یک متری از خشکه‌دار در عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری نمونه‌برداری و در مجموع ۴۸ نمونه خاک برداشت شد (Sefidi & Mohajer, 2009). نمونه‌های خاک به آزمایشگاه انتقال یافتند و پس از خشک و جدا کردن آثار شاخ‌وبرگ، ریشه‌ها و دیگر ناخالصی‌های درشت، آسیاب شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. نمونه‌برداری در اوایل تابستان صورت گرفت.

جدول ۱- درجات پوسیدگی و ویژگی مرتبط با هر خشکه‌دار

ویژگی خشکه‌دار	درجه پوسیدگی خشکه‌دار
درخت تازه‌افتاده، پوست و چوب درخت قابل تشخیص است، گاهی نوشاخه‌های رشدیافته سال اخیر (بر روی شاخه‌ها) دیده می‌شود.	خشکه‌دار تازه (درجه یک)
پوسیدگی درون چوب واضح است، در اغلب موارد پوست درخت دیده می‌شود، نوشاخه‌ها دیده نمی‌شوند.	خشکه‌دار در مرحله شروع پوسیدگی (درجه دو)
درون چوب و پوست درخت به طور کامل پوسیده شده است. سرشاخه کنده شده است، به راحتی با ضربه به حالت پودری در می‌آید.	خشکه‌دار در مرحله پوسیدگی پیشرفته (درجه سه)
درون چوب و پوست کاملاً پوسیده شده است، در برخی موارد درخت کاملاً به خاک تبدیل شده و پوشش علفی کاملاً مستقر شده است.	خشکه‌دار در مرحله پوسیدگی کامل (درجه چهار)

به وسیله دستگاه pH متر، فسفر قابل جذب به روش اولسون و دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم قابل جذب با عصاره‌گیری با استات آمونیوم نرمال و قرائت با

آزمایش‌های مربوط به خاک

از بین خصوصیات شیمیایی خاک، کربن آلی به روش والکلی بلاک، نیتروژن کل به روش کجلدال، pH

اطراف خشکه‌دارها و مقایسه میانگین، و برای بررسی رابطه بین درجات مختلف خشکه‌دار با خصوصیات خاک و همچنین فاصله از خشکه‌دار با خصوصیات خاک از همبستگی اسپیرمن استفاده شد. همه محاسبات در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت.

نتایج

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تفاوت توده‌های بررسی شده از نظر خصوصیات شیمیایی معنی‌دار است (جدول ۲).

دستگاه فلیم فتومتر و هدایت الکتریکی به وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد (Jafari Haghghi, 2002). نسبت کربن به نیتروژن نیز محاسبه شد.

روش تحلیل

برای اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای مشخص شدن همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. از آنالیز تجزیه واریانس دوطرفه و آزمون مقایسه‌ای توکی به ترتیب برای بررسی ویژگی‌های شیمیایی خاک در

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی خصوصیات شیمیایی خاک با توجه به درجه و فاصله از خشکه‌دار

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	نیتروژن (%)	کربن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)	C/N
درجه پوسیدگی	۱/۱۶*	۳/۸۷*	۱۳۲/۰۵*	۲۳۹۲/۴۶*	۰/۲۱۴*	۳/۳۲*	۰/۰۶۷*
فاصله از خشکه‌دار	۱/۲۳*	۳/۱۳*	۶۶/۲۴*	۵۵۸۳/۴۵*	۰/۰۵۸*	۰/۰۳۸*	۰/۰۹۵*
درجه × فاصله	۱۵/۹۵*	۵۲/۰۸*	۲۸۰/۴۰*	۶۲۹۷/۷۶*	۶۰/۲۹*	۱۷/۶۳*	۱۲/۳۸*

^{ns} نبود تفاوت معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). بیشترین مقادیر این خصوصیات در درجه پوسیدگی چهار و سپس درجه پوسیدگی سه دیده شد (جدول ۳).

بین درجات مختلف پوسیدگی، خصوصیات شیمیایی خاک شامل درصد نیتروژن، درصد کربن آلی، پتاسیم، فسفر، هدایت الکتریکی و pH اختلاف

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در درجات مختلف خشکه‌دارهای بررسی شده

درجه پوسیدگی	نیتروژن (%)	کربن (%)	C/N	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)
درجه یک	۰/۳۲b	۲/۵۳a	۷/۸۶a	۸/۱۳a	۳۳۰/۲۹a	۷/۳۵a	۰/۴۴a
درجه دو	۰/۳۸b	۲/۴۴a	۶/۴۱a	۸/۲۳a	۳۶۰/۱۱b	۷/۳۶a	۰/۴۶a
درجه سه	۰/۵۹a	۳/۵۹b	۶/۰۷ab	۹/۰۵ab	۳۸۴/۹۲b	۷/۴۷a	۰/۶۰b
درجه چهار	۰/۶۶a	۸/۵۶b	۱۲/۹۵b	۱۱/۴۸c	۴۱۲/۱۱c	۷/۶۳b	۰/۷۱b

* در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است

اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$) (جدول ۴).

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) و مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که در فواصل مختلف از خشکه‌دارها بین خصوصیات شیمیایی

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در فواصل مختلف خشکه‌دارهای بررسی شده

فاصله از خشکه‌دار	نیتروژن (%)	کربن (%)	C/N	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)
زیر خشکه‌دار	۰/۷۴a	۶/۸۵a	۹/۲۵a	۱۷/۶۰a	۴۴۵/۰۸a	۷/۲۰a	۰/۸۴a
نیم‌متری خشکه‌دار	۰/۶۴a	۳/۸۶b	۶/۰۳b	۱۲/۴۱b	۳۷۵/۱۱b	۷/۵۴b	۰/۵۸b
یک‌متری خشکه‌دار	۰/۳۹b	۲/۶۶c	۶/۸۲b	۸/۸۳c	۳۲۵/۱۸b	۷/۶۵b	۰/۴۲b

* در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است

و pH افزایش می‌یابند. همچنین برخی از خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده با بعضی از فواصل طرح شده، همبستگی مثبت معنی‌داری دارند (جدول ۵).

بررسی همبستگی میان خصوصیات شیمیایی و درجه و فاصله از خشکه‌دار نشان می‌دهد که برخی از آنها با درجه خشکه‌دار همبستگی مثبت معنی‌داری دارد. به این صورت که با افزایش درجه خشکه‌دار، کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، هدایت الکتریکی

جدول ۵- ضریب همبستگی اسپیرمن (r) بین خصوصیات شیمیایی خاک با درجه و فاصله خشکه‌دار

کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	C/N	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)
درجه یک	۰/۵۹۵*	۰/۳۹۰*	۰/۵۹۳*	۰/۷۰۱**	۰/۸۴۵**	۰/۶۰۱*
درجه دو	۰/۵۰۰*	۰/۲۶۰ ^{ns}	۰/۶۷۲**	۰/۸۱۲**	۰/۹۳۷**	۰/۶۱۸*
درجه سه	۰/۴۱۷*	۰/۴۰۶*	۰/۵۱۹*	۰/۶۳۲*	۰/۸۰۴**	۰/۳۲۶ ^{ns}
درجه چهار	۰/۵۱۷*	۰/۵۵۵*	۰/۷۰۱*	۰/۶۳۵**	۰/۷۰۶**	۰/۳۱۷ ^{ns}
زیر خشکه‌دار	۰/۵۱۹*	۰/۵۶۰*	۰/۵۱۲*	۰/۶۵۵*	۰/۷۰۰*	۰/۱۲۶ ^{ns}
نیم‌متری خشکه‌دار	۰/۳۳۷ ^{ns}	۰/۴۹۸*	۰/۳۹۵ ^{ns}	۰/۲۰۲ ^{ns}	۰/۳۶۵ ^{ns}	۰/۲۰۶ ^{ns}
یک‌متری خشکه‌دار	۰/۱۰۲ ^{ns}	۰/۲۶۰ ^{ns}	۰/۵۰۰*	۰/۸۱۳*	۰/۸۰۴**	۰/۳۲۶ ^{ns}

ns نبود تفاوت معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

پوسیدگی نیز ارتباط دارد. در مراحل اولیه پوسیدگی، به علت استحکام، بافت‌های لیگنینی کمتر تخریب می‌شوند و نقطه اوج آن در مراحل میانی به ویژه درجه پوسیدگی سوم و چهارم در مطالعه حاضر مشاهده می‌شود که با مطالعه (Kialashaki & Shabani, 2010) مطابقت دارد. در بسیاری از مطالعات مشخص شده است که خشکه‌دارها به هر طریقی که به وجود آمده باشند، می‌توانند تأثیرات چشمگیری بر خصوصیات خاک داشته باشند و این تأثیر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق تغییر در ماده آلی حاصل از خشکه‌دارها حاصل می‌شود. (Persson, 2012)

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کربن آلی و نیتروژن خاک تفاوت معنی‌داری در بین درجات مختلف خشکه‌دار نشان می‌دهند. همچنین در بین همه فواصل از خشکه‌دارهای مورد بررسی، خاک زیر هر خشکه‌دار درصد کربن و نیتروژن زیادی را در برداشت. کربن به‌عنوان ماده تأمین‌کننده انرژی برای سوخت‌وساز در بافت‌های گیاهی شناخته می‌شود (Shahoei, 2009)، اما بافت‌های سازنده گونه‌های مختلف درصدهای مختلفی از کربن را در خود ذخیره می‌کنند. جذب کربن در لایه‌های خاکی به مرحله

قابل جذب بیشتری داشتند، اما در طبقه پوسیدگی چهارم و سوم این مسئله شدت یافت.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کمترین مقدار pH در نزدیکی خشکه‌دارها به‌ویژه در زیر خشکه‌دار مشاهده شد. خشکه‌دارها به‌سبب دارا بودن مواد آلی زیاد، pH در اطراف خود را کاهش می‌دهند (Aakala et al., 2008). در مراحل اولیه و میانی پوسیدگی به‌علت خام بودن مواد آلی، هوموس تشکیل یافته می‌تواند خاک را اسیدی کند. از این‌رو با گذشت زمان و تجزیه بیشتر مواد، شرایط تغییر می‌کند و از اسیدی بودن کاسته می‌شود که با نتیجه تحقیق (Baum et al., 2007) و (Kialashaki & Shabani, 2010) مطابقت دارد. در مطالعه دیگری به اختلاف چشمگیر pH در زیر خشکه‌دار و در فضای خارج خشکه‌دار اشاره شده است (Pallant and Riha, 1997). براساس این نتایج مشخص است که همانند عناصر غذایی، خشکه‌دار می‌تواند تأثیر چشمگیری بر pH خاک داشته باشد. pH و تغییرات آن می‌تواند منشأ بسیاری از تغییرات در خصوصیات شیمیایی و زیستی خاک باشد (Bakhshpour et al., 2012). بر همین مبنا، با تغییر این خصوصیت در خاک‌های منطقه تحقیق نیز تغییراتی حاصل شد. به‌نظر می‌رسد یکی از این تغییرات، تأثیر pH بر فسفر قابل جذب است. از این‌رو با توجه به نتایج این تحقیق، از آنجا که کمترین میزان pH در خاک تحت پوشش خشکه‌دار درجه یک مشاهده شد و در عین حال، فسفر قابل جذب در این درجه بیشترین مقدار را دارا بود، می‌توان استدلال کرد که میزان pH در خاک خشکه‌دار درجه یک در مقایسه با دیگر درجات خشکه‌دار، مناسب‌ترین pH را در فراهم کردن فسفر قابل جذب در خاک ایجاد کرد (Kialashaki & Shabani, 2010). بر این اساس، pH در فاصله صفر از خشکه‌دار به‌طور معنی‌داری بیشتر از فواصل دیگر است که در این زمینه، پژوهش دیگری به تغییر pH در زیر و خارج از فضای خشکه‌دار اشاره دارد.

مطالعات خود در شش تیپ جنگلی مختلف در جنگل‌های سوئد اعلام داشت که مقدار مواد آلی حاصل از درجات مختلف خشکه‌دار نسبت به مناطق شاهد بسیار زیاد است. (Jonathan & Daniel, 2004) نیز به تجمع ماده آلی و عناصر تغذیه‌ای در زیر خشکه‌دارها اشاره دارند. (Kialashaki & Shabani, 2010) نیز بسیاری از عناصر و از جمله کربن آلی را در زیر و در فواصل مختلف خشکه‌دارهای راش، افرا، بلوط، توسکا و ممرز متفاوت اعلام داشتند و بیان کردند که در زیر خشکه‌دارهای با درجات مختلف این مقادیر ممکن است تغییر کند. نسبت کربن به نیتروژن نیز مانند کربن تحت تأثیر حجم مواد آلی موجود قرار دارد. از این‌رو بیشترین مقدار نسبت کربن به نیتروژن با افزایش کربن خاک همراه بوده است که با تحقیق (Kialashaki & Shabani, 2010) مطابقت دارد.

در این پژوهش، وجود خشکه‌دار با درجات مختلف تأثیر معنی‌داری بر مقدار نیتروژن خاک بر جای گذاشت. صنوبر همانند گونه‌های توسکا و زبان‌گنجشک متقاضی نیتروژن زیاد است و در اغلب تحقیقات این عنصر به‌عنوان مهم‌ترین عنصر غذایی در رشد صنوبرها معرفی می‌شود (Stanturf et al., 2002). نیتروژن یکی از اساسی‌ترین عناصر غذایی شناخته می‌شود (Sims et al., 2008). مطالعات در جنگل‌های آمریکا نشان داده است که خشکه‌دار بهترین منبع تثبیت نیتروژن در خاک است. نفوذ نیتروژن به خاک در آخرین مرحله پوسیدگی به بیشترین مقدار خود رسید. فعالیت انواع حشرات و بی‌مهرگانی نظیر کرم‌های خاکی به وجود نیتروژن وابسته است. در مراحل اولیه پوسیدگی و به‌علت استحکام زیاد تنه، شست‌وشوی مواد و انتقال آنها با سرعت کمتری انجام می‌گیرد، ولی در ادامه با سست و تکه‌تکه شدن قطعات چوبی، آزادسازی نیتروژن از بافت‌ها شدت می‌یابد و جذب نیتروژن در خاک نیز بیشتر می‌شود (Baum et al., 2007). این مسئله برای فسفر نیز تکرار شده است. همه مناطق نزدیک خشکه‌دار، فسفر

در حفظ و نگهداری تنوع گونه‌های دارند و همچنین در پدیده خاک‌سازی و برگشت مواد آلی به خاک معدنی تأثیر مهمی دارند. از این نظر، امروزه جنگلداری نوین و نگاه‌های نزدیک به طبیعت، توجه بیشتری به نگهداری خشکه‌دارها به‌عنوان خردزیستگاه در اکوسیستم‌های جنگلی و اثرهای اکولوژیکی آنها دارند. از آنجا که فرایند تبدیل خشکه‌دار به خاک، به‌طور معمول از جمله چرخه‌های طولانی است، این تحقیق نشان داد که تأثیرات خشکه‌دارهای سفیدپلت بر خصوصیات شیمیایی خاک که اهمیتی تعیین‌کننده در چرخه عناصر و حاصلخیزی خاک دارد، کاملاً شایان ملاحظه بوده است. در مدیریت توده‌های سفیدپلت به‌عنوان گونه بومی و تحت حفاظت، باید به پایه‌های خشکه‌دار این گونه بارزش نیز توجه کرد، چراکه این تحقیق نشان داد خشکه‌دارهای این گونه تأثیر چشمگیر مثبتی بر خاک اطراف خود گذاشته‌اند. بنابراین در مدیریت این توده‌ها علاوه بر پایه‌های سرپا و جوان باید پایه‌های فرتوت و خشکه‌دارهای آن را نیز در نظر گرفت.

میزان هدایت الکتریکی خاک نمایانگر مقدار املاح خاک است. به‌طور مشخص هرچه غلظت املاح (نمک‌های محلول در خاک) بیشتر باشد، هدایت الکتریکی هم بیشتر است. گیاهان می‌توانند ترکیبات کانی اندام و ریشه خود را برحسب غلظت املاح خاک به‌طور کیفی و کمی تغییر دهند. با این عمل، گیاهان سبب تغییراتی در غلظت انواع نمک در خاک می‌شوند (Shahoei, 2009). از نظر هدایت الکتریکی، خشکه‌دار درجه چهار و درجه سه از بیشترین مقدار در بین تیمارها برخوردار است و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده شد. زیاد بودن هدایت الکتریکی در خشکه‌دارهای درجه چهار و سه، نشان‌دهنده غلظت زیاد نمک‌های محلول (مانند کلرید کلسیم، کلرید سدیم) در محیط آب و خاک است. نتایج این تحقیق نشان داد که از بین درجات مختلف پوسیدگی، درجه پوسیدگی چهار و سه و در فواصل مختلف از خشکه‌دارها، نزدیک‌ترین فاصله به خشکه‌دار و زیر خشکه‌دار دارای بیشترین مقدار عددی خصوصیات شیمیایی مورد نظر بودند. خشکه‌دارها در اکوسیستم‌های جنگلی اهمیت اساسی

References

- Aakala, T., Kuuluvainen, T., Gauthier, S., & De Grandpre, L. (2008). Standing dead trees and their decay-class dynamics in the northeastern boreal old-growth forests of Quebec. *Natural Resources Canada*, 255, 410-420.
- Addo-fordjour, P., Obeng, S., Anning, A.K., & Addo, M.G. (2009). Floristic composition, structure and natural regeneration in a moist semi-deciduous forest following anthropogenic disturbances and plant invasion. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 1(2): 21-37.
- Ahmadpour, A., Bahmani, H., & Jalilvand, H. (2007). Study dead trees in forest ecosystem. *International Conference on Climate Change, Sari*, 25-31.
- Bakhshipour, R., Ramezanpour, H., & Lashkarboluki, E. (2012). Studying the effect of *Pinus taeda* and *Populus* sp. plantation on some forest soils properties (Case study: Fidareh of Lahidjan). *Iranian Journal of Forest*, 4 (4), 321- 332.
- Baum, S., Sieber, T. N., Schwarze, F.W.M. R., & Fink, S. (2007). Latent infections of *Fomes fomentarius* in the xylem of European beech (*Fagus sylvatica*). *Mycological Progress*, 2, 141- 148.
- Becky, G. F., Harmon, M.E., Harmon, & Sexton, Jay. (2011). Decomposition of fine woody debris in a deciduous forest in North Carolina. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 138(2), 192-206.

- Bonyad, A.E. (2014). *Forest sampling methods*. University of Guilan Press.
- Hagan, J.M., & Grove, S.L. (1999). Coarse woody debris. *Journal of Forestry*, 97(1), 6-11.
- Jafari Haghghi, M. (2003). *Sampling and important physical and chemical analysis*. Zoha Press.
- Jonathan, D.P., & Daniel, M.A. (2004). Pedagogical memory in forest soil development, *Forest Ecology and Management*, 188 (2004), 363-380
- Kappes, H., Catalano, C., & Topp, W. (2007). Coarse woody debris ameliorates chemical and biotic soil parameters of acidified broad-leaved forests. *Applied Soil Ecology*, 36, 190-198.
- Kialashaki, A., & Shabani, C. (2010). The Ecological Effect of Dead Trees on the soil Characteristics in Forest Ecosystem in Lirehsar, Tonekabon. *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 1(2), 112-119.
- Kooch, Y., & Bayranvand, M. (2017). Effect of canopy gaps area on soil biological activities and organic matter fractions in a Beech forest stand. *Iranian Journal of Forest*, 8 (4), 533- 546.
- Kooch, Y., Hosseini, S.M., Akbarinia, M., Tabari, M., & Jalali, S. Gh. (2011). 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.
- Marvie-Mohadjer, M.R. (2012). *Silviculture*. University of Tehran Press.
- Pallant, E., & Riha, S.J. (1990). Surface soil acidification under red pine and Norway spruce, *Soil Science Society of American Journal*, 54(4), 1124-1130.
- Persson, H. (2012). The high input of soil organic matter from dead tree fine roots into the forest soil, *International Journal of Forestry Research*, 2012, 1-9.
- Poladi, N., Delavar, M.A., Golchin, A., & Mosavi Koper, A. (2012). Effects of plantation on soil quality indicators and carbon sequestration in Safrabasteh Poplar Research Station in Guilan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(1), 84-95.
- Sefidi, K., & Mohajer, M. (2009). Amount and quality of dead trees (snag and logs) in a mixed beech forest with different management histories, *Journal of Forest and Wood Products (JFWP)*, 62(2), 191-202.
- Sefidi, K., Marvie-Mohadjer, M.R., Zobiri, M., & Etemad., V. (2007). 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.
- Shahoei, S. (2009). *Nature and properties soils*, University of Kurdistan Press.
- Sims, G.K., Ellsworth, T.R., & Mulvaney, R.L. (2008). Microscale determination of inorganic nitrogen in water and soil extracts. *Journal Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 26(1), 303-316.
- Stanturf, J.A., Van Oosten, C., Netzer, D.A., Coleman, M.D., & Port wood, C.J. (2002). Ecology and silviculture of poplar plantations. *Popular Culture in North America. Part A, Chapter*. Edited by D.I. Dickmann, J.G. Isebrands, J. E. Eckenwalder, and J. Richardson, National Research Council of Canada, 153-206.



The effect of distance and decay degree of *Populus caspica* Bornm. dead trees on some soil chemical properties

M. M. Fallahchai^{1*}, A. Salehi², M. Shah Maghsoud³, N. Ghorbanzadeh⁴, and V. Hemmati⁵

¹ Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Lahijan, I. R. Iran

² Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, I. R. Iran

³ M.Sc. Forestry., Dept. of Forestry, Islamic Azad University, Lahijan, I. R. Iran

⁴ Graduate Ph.D., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, I. R. Iran

⁵ Assistant Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Lahijan, I. R. Iran

(Received: 8 January 2017, 15 February Accepted: 2018)

Abstract

The dead trees, as a soil forming factors and dynamic of forest ecosystems, is regarded an important role in improving fertility. They also effect on biodiversity, regeneration of forest, increasing of forest soil nutrient and soil nutrient cycling. For this study, soil around the dead *Populus caspica* trees was examined in an area of 382.5 hectare in the Safrabasteh forests of Guilan province. In this study strip transects with 10 meter-wide were used and all of their dead *Populus caspica* were considered. With respect to the amount of decay, every dead *Populus caspica* tree was classified into four groups called new dead tree, decay beginning, advanced decay and full decay. Beside each dead tree, three soil samples were collected from the depth of 0-20 cm and were sent to the laboratory for analyzing. In this study, the chemical characteristics of soil included Organic carbon, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, EC, C/N and pH were analyzed. The results obtained from this study indicated that there is significant difference in some soil chemical properties at the confidence level of %95 between the different degrees of decay. The highest amounts of soil chemical properties were under advanced and full decay. Based on the results, it can be declared that soil chemical characteristics in different degrees and distances differ can be changed.

Keywords: Degree of decay, Safrabasteh, *Populus* sp, Organic carbon.

