



بررسی تأثیر گونه‌ها و کلن‌های مختلف صنوبر بر شاخص‌های زیستی خاک در شمال ایران

فائزه ثقفی^۱، کامبیز طاهری آبکنار^{۲*}، ندا قربان‌زاده^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

۲. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

۳. دانش‌آموخته دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۸، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۲

چکیده

تحقیق حاضر در شرق استان گیلان و در اراضی صنوبرکاری ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته آستانه اشرفیه اجرا شد. از میان کلن‌های موجود، چهار کلن برتر صنوبر با نام‌های *Populus euramericana* 45.51 و *Populus euramericana Triplo* و *Populus deltoides* 69.55، *Populus deltoides* 77.51 و گونه بومی سفیدپلت *Populus caspica* به‌عنوان شاهد انتخاب شدند. طرح آزمایشی مورد نظر، طرح بلوک کامل تصادفی بود و در سه تکرار اجرا شد. در هر تکرار ۲۵ اصله از هر گونه و کلن صنوبر کاشته شد. دو نمونه خاک بعد از کنار زدن لاشبرگ‌ها، از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری تهیه شد. نتایج نشان داد که مقادیر تنفس میکروبی پایه، کربن زیست‌توده میکروبی و نیتروژن زیست‌توده میکروبی در کلن *Populus deltoides* 77.51 بیشتر از بقیه کلن‌هاست. با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که به دلیل اهمیت و ارزش اقتصادی صنوبرکاری‌ها و تأثیرات متقابل آنها و خاک، در انتخاب بهترین کلن‌ها باید هم رشد و منافع اقتصادی و هم تأثیرگذاری آنها بر محیط اطراف و به خصوص خاک را در نظر گرفت. براساس نتایج این تحقیق، در صنوبرکاری‌های شرق استان گیلان و به خصوص منطقه آستانه اشرفیه می‌توان کلن *Populus deltoides* 77.51 را به‌عنوان یکی از ارقام بسیار مناسب و بهبوددهنده خصوصیات خاک برای صنوبرکاری معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های خاک، جنگل‌های هیرکانی، زراعت چوب، زیست‌شناسی خاک، کلن صنوبر.

مقدمه

جامعه میکروبی، بخش زنده ماده آلی خاک را شامل می‌شود. برآوردها نشان می‌دهد که نزدیک ۵-۱ درصد ماده آلی خاک به زیست‌توده میکروبی تعلق دارد. ریزجانداران در فرایندهای پیدایش خاک، تجزیه مواد آلی، معدنی شدن و چرخش عناصر غذایی کارکرد اکولوژیکی ویژه‌ای دارند. در نبود تجزیه‌کنندگان میکروبی تغییر و تحولات شیمیایی متوقف می‌شود و بقایای گیاهی و جانوری به‌طور باورناپذیری در زیستگاه‌ها انباشته می‌شوند. پیامد این رخدادها، کاهش پایداری زیستگاه‌ها برای فراوری فرآورده‌های گیاهی است. چنانچه کارکردهای بوم‌شناختی دیگری مانند افزایش

افزایش جمعیت از یک طرف و تقاضای انسان برای زندگی بهتر از طرف دیگر، بیانگر لزوم توجه به طبیعت است که در این میان خاک از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است [۱]. خاک از مهم‌ترین و متنوع‌ترین زیستگاه‌های دارای غنای گونه‌ای در زمین است. جانداران زنده خاک، عامل حفظ خصوصیات فیزیکی خاک، چرخه کوتاه‌مدت عناصر غذایی، نگهداری عناصر غذایی و مواد آلی در ساختار زیستی خاک هستند [۲].

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۳۱۷۳۴۸

Email: Taherikambiz@guilan.ac.ir

تنش‌های مختلف در اکوسیستم‌های متفاوت پیشنهاد کرد [۶]. تحقیق حاضر بر آن است که با بررسی برخی ویژگی‌های زیستی و شیمیایی، رفتار این ویژگی‌ها را تحت تأثیر نوع کلن بررسی کرده و نیز ارتباط شدت فعالیت آنزیم‌ها با محتوای ماده آلی خاک و کربن زیست توده میکروبی را ارزیابی کند. پرسش این تحقیق این است که کدام یک از گونه‌ها و کلن‌های صنوبر بر خواص خاک به ویژه شاخص‌های زیستی خاک تأثیر دارند و سبب اصلاح و بهبود شرایط آن می‌شوند.

مواد و روش‌ها

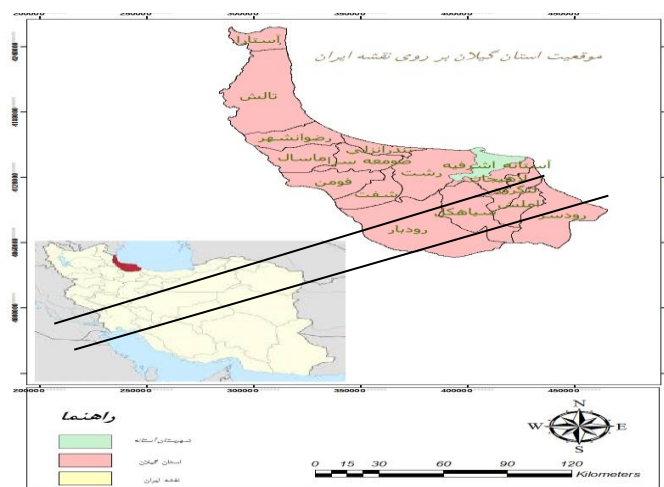
منطقه تحقیق

این تحقیق در اراضی ایستگاه تحقیقات صنوبر صفراسته در ۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان آستانه اشرفیه و نزدیک رودخانه سپیدرود با ارتفاع ۱۵ متر بالاتر از سطح دریای خزر و ۱۰ متر پایین‌تر از سطح آب‌های آزاد (خلیج فارس) انجام گرفت. منطقه در طول جغرافیایی $57^{\circ} 49'$ شرقی و عرض جغرافیایی $19^{\circ} 37'$ قرار دارد. میانگین دمای سالیانه $17/5$ درجه سانتی‌گراد و مقدار بارندگی سالیانه ۱۱۸۶ میلی‌متر است. منطقه از نظر پستی و بلندی فاقد هر گونه عارضه بوده و کاملاً مسطح است. در شکل زیر موقعیت منطقه تحقیق نشان داده شده است (شکل ۱).

زیست‌فراهمی عناصر غذایی نامحلول مانند فسفر، افزایش خاکدانه‌سازی و بهبود ساختمان خاک را برای ریزجانداران خاک در نظر بگیریم، اهمیت مطالعه این اجزای نادیدنی زیستگاه بیش از پیش نمایان می‌شود [۳].

یکی از روش‌هایی که امروزه برای ارزیابی اکوسیستم به کار می‌رود، استفاده از تحقیقات کمی آنزیم‌های میکروارگانیسم‌های خاک است. بررسی فعالیت آنزیم‌های خاک روش متداولی است که به‌طور گسترده برای سنجش فرایندهای رخ داده در چرخه‌های مواد غذایی خاک استفاده می‌شود [۴]. از آنجا که فعالیت آنزیمی در برابر عوامل بیرونی بسیار حساس بوده و از طرف دیگر اندازه‌گیری آنها در مقایسه با سایر خصوصیات خاک ارزان‌تر و به‌نسبت آسان‌تر است، در سال‌های اخیر سنجش فعالیت آنزیم، اساس تحقیقاتی بوده که در پی یافتن تأثیر مدیریت و تنش‌های محیطی بر کیفیت خاک بوده‌اند. فعالیت آنزیم‌های خاک بیشتر تحت تأثیر مشخصات فیزیکی و شیمیایی و مدیریت خاک بوده و بیانگر فعالیت میکروبی و حاصلخیز بودن خاک است [۵].

بسیاری از وظایف و کارکردهای خاک که مرتبط با فعالیت و تنوع میکروبی است، به‌طور مستقیم با فعالیت آنزیمی مرتبط است. بنابراین تغییرات فعالیت آنزیمی خاک را می‌توان به‌عنوان شاخصی از تغییرات خاک تحت تأثیر



شکل ۱. نقشه منطقه تحقیق

روش تحقیق

تحقیق حاضر در شرق استان گیلان و در اراضی صنوبرکاری ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته آستانه اشرفیه اجرا شد. از میان کلن‌های این منطقه، چهار کلن برتر صنوبر با نام‌های *Populus* و *Populus euramericana* 45.51 (P.e. 45.51) و *Populus d. 69.55* و *euramericana Triplo* (P.e. triplo) 69.55 و *Populus deltoides* 77.51 (P. d. 77.51) انتخاب شد. درختان حدود ۲۵ سال دارند و در فاصله ۴×۴ متر از یکدیگر کاشته شده‌اند. یک توده سفیدپلت (*Populus caspica* (P. caspica) که به صورت طبیعی و همزمان با اجرای طرح حاضر در منطقه کاشته شد، به عنوان توده شاهد انتخاب شد.

نمونه برداری از خاک

طرح آزمایشی مورد نظر، طرح بلوک کامل تصادفی بود و در سه تکرار اجرا شد. در هر تکرار ۲۵ اصله از هر کلن صنوبر کاشته شده است. دو نمونه خاک بعد از کنار زدن لاشبرگ‌ها، از عمق ۲۰-۳۰ سانتی متری تهیه شد. یکی از نمونه‌های خاک به وزن تقریبی ۵۰۰ گرم برای آزمایش‌های زیستی و نمونه دیگر به وزن تقریبی ۱ کیلوگرم برای تجزیه‌های شیمیایی خاک تهیه شد. نمونه‌های زیستی پس از استریل کردن الک‌های ۲ میلی متری از این الک‌ها عبور داده شده و سپس در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شدند و در داخل فلاسک یخ‌دار به آزمایشگاه انتقال یافتند و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در تاریکی نگهداری شدند. نمونه دوم خاک در دمای آزمایشگاه هواخشک و سپس کوبیده شده و پس از عبور از الک ۲ میلی متری به منظور تجزیه‌های شیمیایی نگهداری شدند.

آزمایش‌های زیستی و شیمیایی خاک

تنفس میکروبی پایه با استفاده از روش بطری بسته، و کربن زیست‌توده میکروبی و نیتروژن زیست‌توده میکروبی به

روش تدخین - استخراج در محیط آزمایشگاه سنجیده شد [۷]. با استفاده از واکنش آنزیم/سوبسترا و به دست آمدن محصول و به کمک اسپکتروفتومتر فعالیت دهیدروژناز و فسفاتاز برحسب میکروگرم تری‌فنیل فورمازان (TPF) و اوره‌آز برحسب $\mu\text{g N/g.dm.2h}$ اندازه‌گیری شد [۸]. از میان خصوصیات شیمیایی خاک، اسیدیته به روش پتانسیومتری به کمک دستگاه pH متر الکتریکی، هدایت الکتریکی به وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی و به کارگیری مخلوط ۱:۲/۵ (آب: خاک)، کربن آلی به روش والکلی بلاک و نیتروژن کل به روش کج‌لدال در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد [۹]. از میان خصوصیات فیزیکی، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری و رطوبت خاک به روش توزین اندازه‌گیری شد [۹].

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای آنالیزهای آماری در ابتدا به منظور اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای مقایسه خصوصیات شیمیایی و بیولوژی خاک از آنالیز تجزیه واریانس دوطرفه استفاده شد. مقایسه میانگین بین تیمارها نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد انجام گرفت. در ادامه به منظور بررسی ارتباط عوامل شیمیایی خاک با خصوصیات زیستی از همبستگی پیرسون استفاده شد. همه آنالیزهای آماری مربوط، به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ و رسم شکل‌ها و گرافیک با اکسل انجام گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات زیستی

نتایج این تحقیق نشان داد که خصوصیات زیستی در بین تیمارهای بررسی شده دارای اختلاف معنی‌داری است (جدول ۱) و از بین خصوصیات اندازه‌گیری شده بیشترین تنفس میکروبی با مقدار ۱/۲۳ در کلن *P. d. 77.51* و

جدول ۱. میانگین خصوصیات زیستی و رطوبت خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر در تیمارهای بررسی شده

سطح معنی داری	<i>P.e.</i> 45.51	<i>P. d.</i> 77.51	<i>P.e.</i> <i>triplo</i>	<i>P. d.</i> 69.55	<i>P.</i> <i>caspica</i>	تیمارها خصوصیات زیستی
۰/۰۱**	۱/۰۶ b	۱/۲۳ a	۰/۹۳ ab	۱/۰۷ b	۰/۷۱ ab	تنفس میکروبی (mg CO ₂ /g Soil/ day)
۰/۰۱**	۳۳۰ ab	۳۶۸ a	۲۱۹ b	۲۵۹ a	۱۹۳ b	کربن زیست‌توده میکروبی (ug/ g soil)
۰/۰۱**	۲۰۸/۵ ab	۲۲۵ a	۱۰۷/۶ b	۱۵۵/۶ a	۹۵/۸ b	نیتروژن زیست‌توده (ug/ g soil)
۰/۰۱**	۱۸/۲۵ b	۳۰/۸ a	۱۶/۹۸ b	۲۹/۸۸ a	۹/۷ c	آنزیم دهیدروژناز (μg TPF g ⁻¹ h ⁻¹)
۰/۰۱**	۴۱۲/۵ ab	۷۰۰/۱۴ a	۲۶۰/۲ c	۶۲۰/۶ a	۱۲۰/۲۳ c	آنزیم فسفاتاز (μg TPF g ⁻¹ h ⁻¹)
۰/۰۱**	۱۱۱/۱ ab	۱۳۶/۴ a	۳۳/۳ b	۱۲۰/۵ ab	۲۰/۴ b	آنزیم اوره‌آز (μg N/g.dm.2h)
۰/۰۴*	۴۴/۹۷ b	۶۲/۷ a	۴۱/۵۸ b	۴۸/۱۶ b	۴۰/۴ b	رطوبت (%)

*حروف مشابه انگلیسی نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار میان تیمارها از نظر صفات بررسی شده است.

کربن آلی خاک تأثیر زیادی در تنفس میکروبی دارد، به طوری که نتایج مشابهی توسط نائل (۲۰۱۱) به دست آمده است [۱۱]. می‌توان گفت تاج‌پوشش درختان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات خاک، سبب بروز اختلاف معنی‌دار بین تیمارها شده است. همچنین می‌توان گفت زیاد بودن نسبی رطوبت خاک در این کلن، سبب فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها در کلن شده و مقادیر تنفس میکروبی خاک را افزایش داده است. در تحقیق حاضر نیز کمترین مقدار تنفس در کلن سفیدپلت مشاهده شد که دارای کمترین مقدار رطوبت خاک بوده است.

در تحقیق حاضر بیشترین کربن زیست‌توده میکروبی، در کلن *P. d.* 77.51 و کمترین آن در سفیدپلت مشاهده شد. در سفیدپلت به نظر می‌رسد تنش‌های ایجادشده مانند تخریب سبب کاهش فعالیت میکروبی و کربن زیست‌توده میکروبی از طریق کاهش ورود بقایای گیاهی به سطح خاک شده است. مواد آلی منبع انرژی برای میکروفلورا و فون خاک هستند، ظرفیت جذب عناصر غذایی و آب را در خاک افزایش می‌دهند و تشکیل خاکدانه‌ها و ساختمان خاک را نیز تقویت می‌کنند [۱۲]. شکل آبدادی و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند که همبستگی مقدار کربن آلی، نیتروژن کل خاک و کربن زیست‌توده میکروبی خاک نشان می‌دهد که تغییرات این خصوصیات به همدیگر وابسته است و از یک روند

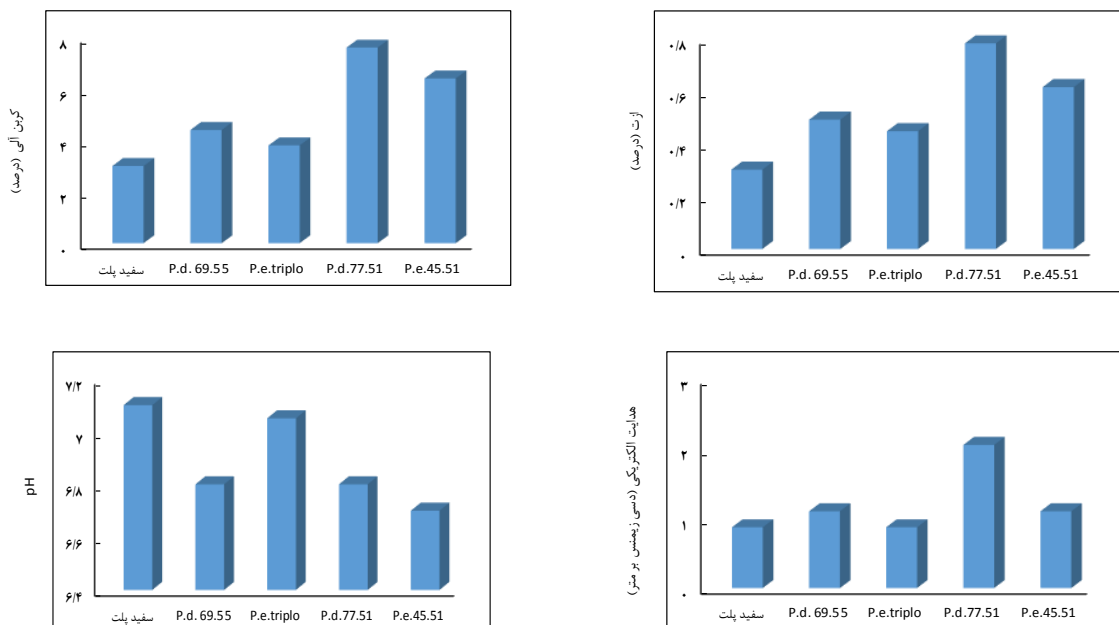
کمترین مقدار با میانگین ۰/۷۱ در گونه سفیدپلت مشاهده شد. بیشترین کربن زیست‌توده و نیتروژن زیست‌توده با مقدار ۳۶۸ و ۲۲۵ در کلن *P. d.* 77.51 مشاهده شد. آنزیم‌های اندازه‌گیری‌شده نیز در کلن *P. d.* 77.51 دارای بیشترین مقدار بود.

با مقایسه میانگین مقادیر عددی میان خصوصیات شیمیایی و زیستی خاک‌ها در بین کلن‌ها، می‌توان به تغییرات معنی‌دار و محسوس در برخی صفات پی برد. براساس نتایج می‌توان به این موضوع پی برد که خصوصیات زیستی خاک از جمله آنزیم‌ها و زیست‌توده میکروبی و خصوصیات شیمیایی خاک تحت تأثیر پوشش گیاهی مختلف بوده است. مقادیر تنفس میکروبی پایه، کربن زیست‌توده میکروبی و نیتروژن زیست‌توده میکروبی در کلن *P. d.* 77.51 بیشتر از بقیه کلن‌ها به دست آمد. در تفسیر نتایج ارزیابی مشخصه‌های کیفیت خاک، اغلب تنفس میکروبی بیشتر را معرف خاک با کیفیت خوب می‌دانند، زیرا با افزایش تنفس میکروبی، فعالیت بالقوه میکروبی بیشتر خواهد بود [۱۰]. علت تنفس میکروبی زیاد در کلن *P. d.* 77.51 را می‌توان مناسب بودن شرایط برای فعالیت میکروبی از جمله عرضه کافی کربن آلی دانست که به‌عنوان سوسترا مورد استفاده میکروارگانیسم‌های خاک قرار می‌گیرد. همبستگی قوی بین مقدار کربن آلی و تنفس میکروبی نیز بیانگر این مطلب است. به نظر می‌رسد که

کمتر و در نتیجه تجزیه محدودتر در سفیدپلت، مواد غذایی کافی در اختیار میکروارگانیسم‌ها قرار نداده و در نهایت هم جمعیت میکروبی بین کلن‌ها تفاوت نشان داده است. از آنجا که مقدار کربن آلی در کلن *P. d. 77.51* زیاد بوده و از طرفی این کربن منبع انرژی برای متابولیسم میکروبی است [۱۶]، در این کلن نیز فعالیت میکروبی بیشتر می‌شود که در نتیجه آن مقدار این آنزیم نیز افزایش می‌یابد. این نتایج با یافته‌های Cook and Allan (2018) مطابقت دارد [۱۷]. آنزیم اوره‌آز در چرخه نیتروژن به‌عنوان کاتالیز آزاد کردن آمونیاک از اوره نقش دارد و منشأ آن میکروبی است. آنزیم اوره‌آز در سلول‌های میکروبی و سلول‌های گیاهان و حیوانات وجود دارد. فعالیت آنزیم اوره‌آز در تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار است. مقدار و تراکم نیتروژن بین کلن‌های مختلف و نیز نیاز به نیتروژن در بین کلن‌ها یکسان نیست. ورودی لاشبرگ از عوامل تأثیرگذار بر اوره‌آز است.

با توجه به نمودار خصوصیات شیمیایی، میانگین خصوصیات اندازه‌گیری‌شده دارای اختلاف معنی‌داری است که در کلن *P. d. 77.51* بیشترین مقدار را دارد (شکل ۲).

تبعیت می‌کند، از این‌رو تغییرات هر یک می‌تواند در تغییرپذیری مشخصه‌های دیگر تأثیرگذار باشد که در تحقیق یادشده نیز این وضعیت مشاهده شد [۱۳]. بررسی مقدار نیتروژن زیست‌توده میکروبی نیز نشان داد که خاک کلن *P. d. 77.51* نسبت به بقیه تیمارها از میانگین بیشتری برخوردار است. ابراهیم‌زاد و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که مقدار نیتروژن زیست‌توده میکروبی به نیتروژن آلی خاک وابسته است و با توجه به اینکه نیتروژن آلی خاک از نیتروژن کل خاک (آلی و معدنی) برگرفته می‌شود، ارتباط معنی‌داری بین نیتروژن کل خاک و کربن زیست‌توده میکروبی وجود دارد [۱۴]. بنابراین علت افزایش نیتروژن زیست‌توده میکروبی در کلن *P. d. 77.51* ممکن است جمع شدن کربن و نیتروژن آلی در سطح خاک و محدود نبودن این دو عنصر باشد. دهیدروژناز از آنزیم‌های داخل سلولی است و فعالیت این آنزیم اغلب برای اندازه‌گیری فعالیت میکروبی خاک استفاده می‌شود [۱۵]. فعالیت دهیدروژناز در افق‌های سطحی به شدت به‌طور مثبت با pH خاک و در حد متوسط با کربن آلی خاک دارای ارتباط معنی‌دار است. فعالیت آنزیم دهیدروژناز بین کلن‌ها معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد لاشبرگ



شکل ۲. مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارهای بررسی شده

جدول ۲. ضریب همبستگی پیرسون (r) بین شاخص‌های زیستی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

آنزیم فسفاتاز	آنزیم دهیدروژناز	آنزیم اوره‌آز	نیترژن زیست‌توده	کربن زیست‌توده	تنفس میکروبی	
۰/۴۰۸**	۰/۲۶۵**	۰/۱۰۹**	۰/۳ns	۰/۲۳۳ns	۰/۳۳۱**	رطوبت
۰/۱۱۸ns	-۰/۸۷*	۰/۴۰۱*	۰/۳۳۳*	-۰/۰۴۲ns	۰/۰۱۲۹ns	pH
۰/۳۰۲*	۰/۳۰۶*	۰/۲۱۴*	۰/۲۲*	۰/۴۳*	۰/۳۳۶*	هدایت الکتریکی
۰/۹۸**	۰/۳۳۲**	۰/۵۷۰**	۰/۴۱۲**	۰/۳۲۴**	۰/۷۱۲**	کربن آلی
۰/۴۲*	۰/۷۲۶*	۰/۲۶۴**	۰/۴۶۳**	۰/۵۲۳**	۰/۶۱۸**	نیترژن
۰/۶۸ns	۰/۳۰۴ns	-۰/۳۴۵ns	-۰/۴۱۲**	-۰/۱۵۶**	-۰/۳۴۵**	شن
۰/۰۰۹ns	۰/۳۱۲*	۰/۲۵۳*	۰/۱۱۸**	۰/۲۷۴*	۰/۱۴۸*	رس

افزایش فتوستتوز و کربن‌گیری گیاه می‌شود. این تحقیق معنی‌دار بودن درصد ازت در بین کلن‌ها را نشان می‌دهد که در کلن *P. d. 77.51* بیشتر از بقیه است.

میزان هدایت الکتریکی خاک نمایانگر میزان املاح خاک است. هرچه غلظت املاح (نمک‌های محلول در خاک) بیشتر باشد، EC 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 موجب تغییراتی در غلظت انواع نمک در خاک می‌شوند. از نظر هدایت الکتریکی کلن *P. d. 77.51* از بیشترین مقدار در بین کلن‌ها برخوردار بود و اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود داشت. زیاد بودن هدایت الکتریکی در این کلن نشان‌دهنده غلظت زیاد نمک‌های محلول در محیط آب و خاک این کلن است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج استنباط می‌شود که جنگلکاری با گونه و کلن *Populus deltoides 77.51* در مقایسه با دیگر گونه‌ها و کلن‌های صنوبر، بر خصوصیات فیزیکی تأثیری ندارد و بیشترین تأثیرات را بر خصوصیات زیستی و شیمیایی خاک می‌توان شاهد بود. با توجه به یکسان بودن شرایط اقلیمی و سن تیمارهای مورد نظر، عامل ژنتیک، نیازها و بردباری هر یک از گونه‌ها و کلن‌ها در وهله نخست و پس از آن تفاوت جزئی در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی

بررسی همبستگی بین خصوصیات زیستی و شیمیایی خاک نشان می‌دهد که بین تنفس میکروبی و آنزیم دهیدروژناز با درصد رس، کربن آلی و نیترژن کل خاک همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. همچنین شاخص کربن زیست‌توده میکروبی همبستگی منفی با pH و همبستگی مثبت معنی‌داری با مشخصه‌های کربن آلی و نیترژن کل دارد (جدول ۲).

نتایج نشان داد که درصد کربن آلی در خاک زیرپوشش‌های مختلف جنگلی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد است و بیشترین مقدار آن در کلن *P. d. 77.51* مشاهده شده است. شهسواری و همکاران (۱۳۹۴) نیز در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار کربن آلی در خاک زیرپوشش صنوبر *P. d. 77.51* با ۲/۰۳ درصد بود که با پوشش‌های صنوبر *euramerican* و *Populus 214* سرو *Cupressus sempervirens* اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار کربن آلی معادل ۱/۲۵ درصد از خاک نوع پوشش صنوبر *euramerican 214* *Populus* اندازه‌گیری شد که نسبت به پوشش صنوبر سفیدپلت کاهش ۳۶ درصدی داشت [۱۸]. ازت در گیاه کاملاً متحرک است و سبب افزایش رشد رویشی گیاه می‌شود. افزایش رویش سبب افزایش فتوستتوز شده و افزایش فتوستتوز نیز موجب تولید مواد هیدروکربنه می‌شود. مواد هیدروکربنه در پروتئین‌سازی کاربرد دارند. پروتئین سبب افزایش رشد برگ و سبزینه گیاه و بنابراین موجب

مقایسه با صنوبرهای دلتوئیدس و اوراامریکن از لحاظ خصوصیات خاکی و عوامل رویشی ضعیف‌تر باشد. با توجه به وجود رابطه متقابل بین مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و شاخص‌های میکروبی، می‌توان عنوان کرد که گونه و کلن *Populus deltoides* 77.51 شرایط مناسب‌تری را برای تولید مواد آلی، تنفس میکروبی و فعالیت بی‌مهرگان خاکری فراهم کرده است و می‌تواند گونه صنوبر را یکی از گونه‌های مناسب برای جنگلکاری معرفی کرد.

و زیستی خاک در سال‌های اولیه و سپس تغییر این خصوصیات در سال‌های بعد توسط خود درختان را می‌توان عوامل اصلی اختلاف خصوصیات کمی صنوبرها دانست. همچنین دلیل ناموفق بودن جنگلکاری صورت‌گرفته در صفرابسته با گونه بومی و بارزش سپیدپلت را می‌توان چنین بیان کرد که این گونه از لحاظ فیزیولوژیکی خیلی دیرتر از صنوبرهای دیگر همانند دلتوئیدس و اوراامریکن به رشد مطلوب و بهینه می‌رسد. در نتیجه بدیهی است که در سن و شرایط یکسان در

References

- [1]. Lal, R., Mokma, D., and Lowery, B. (2016). Relation between Soil quality and erosion. *Soil Quality and Soil Erosion*, 12: 232-237.
- [2]. Lavelle, P., Decaens, T., Aubert, M., Barot, S., Margerie, P., Mora, P., and Rossi, J.P. (2015). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42(1): 3-15.
- [3]. Nsabimana, D., Haynes, R.J., and Wallis, F. M. (2004). Size, activity and catabolic diversity of the soil microbial biomass as affected by land use. *Applied Soil Ecology*, 26(2): 81-92.
- [4]. Tabatabai, M. A. (2003). Enzymes: past, present and future. Second international conference on enzyme in the environment: Activity, Ecology and Application. Prague, Czech Republic. 14-17.
- [5]. Tatsumi, K., Freyer, A., Minard, R.D., and Bollag, J.K. (2016). Enzymatic coupling of chloroanilines with syringic acid, vanillic acid and protocatechuic acid. *Soil biology Biochemistry*, 26: 735-742.
- [6]. Zornoza, R., Mataix-Solera, J., Guerrero, C., Mataix-Beneyto, J., and Morugan, A. (2007). Evaluation of soil quality using multiple lineal regression based on physical, chemical and biochemical properties. *Science of the Total Environment*, 378: 233-237.
- [7]. Jenkinson, D.S., and Powinson, D.S. (1976). The effects of biotical treatments on metabolism in soil V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biology*. 8 (3):109-130.
- [8]. Schinner, F., Ohlinger, R., and Margesin, R. (1996). *Methods in Soil Biology*. Springer, Berlin, Germany, 520 p.
- [9]. Ali Asgarzad, N. (2014). *Laboratory Methods on Soil Biology*. Homa Press, Tehran.
- [10]. Yadav R.S., Yadav B.L., Chhipa B.R., Dhyani S.K., and Ram M. (2011). Soil biological properties under different tree based traditional agroforestry systems in a semi-arid region of Rajasthan, India. *Agroforestry Systems*, 81(3):195-202.
- [11]. Nael, M. (2011). Studying lands destruction using soil quality indices and theirs spatial changes in forest and rangelands, Central Iran. M.Sc. Thesis of Forestry, Esfahan University, 135 p.
- [12]. Frouz, J., Elhottova, D., Kuraz, V., and Sourkova, M. (2013). Effects of soil macro fauna on other soil biota and soil formation in reclaimed and unreclaim post mining sites: results of a field microcosm experiment. *Applied Soil Ecology*, 33(3): 308-320.
- [13]. Shekl Abadi, M., Khademi, H., Karimian, M., and Nourbakhsh, F. (2007). Effects of Climate on soil quality some biological indices in Central Zagros. *Journal of Natural Resources*, 41(11):103-116.
- [14]. Ebrahimzad, A., Ali Asgarzad, N., and Najafi, N. (2013). Influence of some soil ecophysiological indices on land use change. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 4: 58- 69.

- [15]. Izquierdo, N., Yang, B., and Zhou, L. (2017). Soil enzymatic activity and growth rice and barley as influenced by organic manure in an anthropogenic soil. *Journal Geoderma*, 12: 59-71.
- [16]. Demora, N.G., Cohen, M.A. (2017). Effects of trace elements on phosphatase activity in soils. *Soil Biology Biochemistry*, 32:123-139.
- [17]. Cook, E., and Allan, N. (2016). Measuring respiration profiles of soil microbial communities across Europe using MicroResp™ method. *Applied Soil Ecology*, 42: 50-63.
- [18]. Shahsavari, P., Golchin, A., Amiri, B., and Musavi, A. (2015). Comparison of soil nutrients and organic carbon storage under different covers forest in the safrabsteh region of Gilan. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 23(3): 23-42.

The effect of different poplar clones on soil biological characteristics in north of Iran

F. Saghafi; MSc, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, I.R. Iran

K. Taheri Abkenar*; Assoc. Prof., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, I.R. Iran

N. Ghorbanzadeh; Ph.D., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, I.R. Iran

(Received: 30 October 2019, Accepted: 23 November 2019)

ABSTRACT

For several years, soil quality assessment has been focused solely on determining the soil physical and chemical properties, but recently, the measurement of soil biology has also been considered. Present study was conducted in the east of Guilan province on the poplar lands of the Safrabasteh Poplar Research Station. The plan of soil samplings were conducted in a random-systematic grid with 4 plantation stands including *Populus euramericana* 45.51, *Populus euramericana Triplo*, *Populus deltoides* 69.55 and *Populus deltoides* 77.51, which are about 25 years old as well as natural forest, *Populus caspica* as control area. Soil sampling was taken at a depth of 0-20 cm, then some microbial indices and soil chemical properties were analyzed. The results revealed biological and chemical indices have significant differences among the treatments and the majority of these variables in *Populus deltoides* 77.51 are higher compared to the other treatments. According to the results, it can be stated that due to the importance and economic value of poplar cultivation and the interactions between them and soil, in choosing the best clones, both growth and economic benefits and their impact on the environment and especially the soil must be taken into account. It is declared that the variations of soil properties and the diversity of trees indices are proportional to forest site productivity. Different poplar clones and species have different ability to return nutrients to soil and affect soil. Based on the results, *Populus deltoides* 77/51 compared to the other treatments showed appropriate conditions to improve microbial respiration activities.

Keywords: Soil enzymes, Hyrcanian forests, poplar clones, soil biology, wood farming.

* Corresponding Author, Email: Taherikambiz@guilan.ac.ir, Tel: +989113317348