



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم، شماره چهارم، ۱۳۹۲

<http://jwfst.gau.ac.ir>

تأثیر پوشش مخلوط صنوبر و توسکا بر برخی ویژگی‌های کیفی و ذخیره کربن آلی خاک

نسترن پولادی^۱ و *محمدامیر دلاور^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، آستادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۱۲

چکیده

با توجه به تأثیر نوع پوشش گیاهی بر خصوصیات کیفی خاک این پژوهش به منظور مقایسه تأثیر پوشش‌های مخلوط جنگل کاری صنوبر- توسکا و توسکا- صنوبر با نسبت‌های ۳۰ به ۷۰ بر روی ویژگی‌های کیفی و میزان ذخیره کربن مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور در هر تیمار نیم‌رخ‌های خاک در ۳ تکرار حفر و خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آنها مطابق روش‌های استاندارد مطالعه و اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که وزن مخصوص ظاهری، میزان رس قابل انتشار و هدایت هیدرولیکی در هر دو پوشش دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد بودند. مقدار کربن آلی در خاک‌دانه‌های با اندازه مختلف در هر دو پوشش نشان داد که مقدار این ویژگی برای هر دو پوشش در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر بیش‌تر از عمق ۱۵-۴۵ سانتی‌متر است و مقادیر کربن آلی در خاک‌دانه‌های پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر بوده و تفاوت آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. مقدار ذخیره کربن در عمق اول (۰-۱۵ سانتی‌متری) در پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا بود و تفاوت آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که نوع پوشش جنگل کاری تأثیر زیادی بر ذخیره کربن به‌خصوص در لایه‌های سطحی خاک داشته و بر خصوصیات کیفی خاک مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاک‌دانه، توسکا، ذخیره کربن، صفرابسته، کربوهیدرات

* مسئول مکاتبه: amir-delavar@znu.ac.ir

مقدمه

گرم شدن هوا یک پدیده جهانی بوده و ناشی از افزایش ممتد گازهای گل‌خانه‌ای است. گازهای گل‌خانه‌ای نقش مهمی را در تغییر اقلیم کره زمین ایفا می‌کنند. با کاهش غلظت گازهای گل‌خانه‌ای در اتمسفر خروج گازهای گل‌خانه‌ای کاهش و ذخیره کربن افزایش می‌یابد (لل، ۲۰۰۷). سالانه ۲۵-۱۲ درصد از ورود گازهای گل‌خانه‌ای به اتمسفر از طریق جنگل‌زدایی صورت می‌گیرد، بنابراین افزایش مناطق جنگلی باعث تأثیرات مثبتی بر ذخیره کربن و کاهش مقدار دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر می‌شود. گونه‌های تندرشد مانند بید و صنوبر به‌منظور استفاده‌های سوختی بسیار مورد توجه بوده و این گونه‌ها ذخایر مناسبی از کربن هستند (رایتر، ۲۰۱۲).

کربن آلی خاک یکی از ترکیبات کلیدی ارزیابی کیفیت خاک است و تغییرات ذخیره کربن آلی خاک تأثیر زیادی بر اقلیم جهانی دارد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۰). ذخیره کربن خاک یکی از راه‌های اساسی کاهش خروج دی‌اکسیدکربن به اتمسفر از طریق سوخت‌های فسیلی است (پست و همکاران، ۲۰۰۹). در حدود ۳۰ درصد از کربن آلی خاک در اکوسیستم‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری ذخیره شده که مقدار آن به‌دلیل جنگل‌زدایی‌های مکرر به سرعت رو به کاهش است. کشت درختان نه تنها ذخیره‌ای برای کربن به‌شمار می‌روند، بلکه باعث بازگشت کربن به خاک، ذخیره و تثبیت کربن می‌شوند (ریچاردز و همکاران، ۲۰۰۷). تغییرات کربن در خاک پس از ایجاد پوشش‌های جنگلی تحت تأثیر عوامل کنترل‌کننده‌ای مانند نوع کاربری پیشین (علفزار، زمین زراعی، جنگل)، گونه‌های درختی، روش‌های کشت، خصوصیات خاک (مقدار رس، واکنش خاک)، سن پوشش، مدیریت منطقه، توپوگرافی و اقلیم است (لاگانیر و همکاران، ۲۰۱۰). ذخیره کربن از طریق ذخیره طولانی‌مدت دی‌اکسیدکربن اتمسفر در ماده آلی خاک، تصاعد دی‌اکسیدکربن به اتمسفر را جبران کرده و به حاصل‌خیزی خاک کمک می‌کند (فلوت و رید، ۲۰۱۰).

مدیریت جنگل می‌تواند ترکیب و ساختار جنگل را به‌طور مستقیم تغییر دهد. امروزه مدیریت جنگل می‌تواند یک ابزار قابل‌قبول برای کاهش خروج دی‌اکسیدکربن اتمسفری محسوب شود (وستردال و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات اخیر توجه و علاقه شدیدی را برای کشت گونه صنوبر در جنوب شرق ایالات متحده آمریکا به‌منظور تولید سریع چوب به‌عنوان منبع انرژی به‌وجود آورده است (کویل و

همکاران، ۲۰۰۶). تولید بیوماس بالا در سطح خاک در پوشش صنوبر امکان ذخیره کربن بالا در خاک و کاهش خروج دی‌اکسیدکربن به اتمسفر را توسط این پوشش فراهم می‌کند. مدیریت کشت متراکم صنوبر پتانسیل بالایی در ذخیره کربن خاک به دنبال برگشت ریشه‌های ریز به درون خاک و تجمع ریشه‌های بزرگ‌تر در خاک را ایجاد می‌کند (دوار و همکاران، ۲۰۰۶). جنگل‌های پهن‌برگ یا جنگل‌های که قدرت تثبیت نیتروژن را دارا هستند، باعث تجمع کربن بیش‌تر در خاک می‌شوند. هم‌چنین تغییر در گونه‌ها و پوشش‌های جنگلی باعث تغییر در کربن خاک معدنی می‌شود. ترکیبات شیمیایی بیوماس جنگلی تأثیرات عمیقی بر تجمع کربن آلی و ذخیره آن در خاک دارد (کیسر و همکاران، ۲۰۰۹). از فواید صنوبر علاوه بر تولید بیوماس بالا می‌توان به جلوگیری از فرسایش خاک و محافظت در برابر فرسایش آبی اشاره کرد. به‌علت کیفیت بالا و مناسب چوب صنوبر این محصول بیش‌تر برای تولیدهای وسایل چوبی زینتی به‌کار می‌رود (پندی و اسریواستاوا، ۲۰۱۰). رایتر (۲۰۱۲) با تخمین مقدار کربن ذخیره شده در بیوماس و خاک دو جنگل با پوشش بید و صنوبر دریافت که تجمع کربن در بیوماس چوبی در حدود ۰/۵-۰/۴ مگا گرم کربن در هکتار و در خاک در حدود ۱۰/۳-۹ مگا گرم کربن در هکتار در طی دوره ۲۲-۲۰ ساله بوده است. مقدار متوسط کربن ذخیره شده در بیوماس چوب ۴-۳/۵ مگا گرم در هکتار در سال و در خاک ۰/۵-۰/۴ مگا گرم در هکتار در سال بود. این پژوهش‌گر گزارش کرد که اگر ۴۰۰۰۰۰ هکتار از زمین‌های قابل کشت در سوئد تحت کشت بید و صنوبر درآید سالانه در حدود ۱/۵ تترگرام کربن در بیوماس چوبی و ۰/۲ تترگرام در خاک ذخیره می‌شود که این مقدار در حدود یک‌دهم مقدار کربن وارد شده به اتمسفر در سال است. پژوهش‌های آن‌ها نشان داد که پتانسیل گونه‌های تندرشد بر روی زمین‌های قابل کشت باعث کاهش سریع اثرات دی‌اکسیدکربن در اتمسفر می‌شود.

ایستگاه پژوهش‌های صنوبر صفرابسته با دارا بودن پوشش‌های جنگلی متفاوت و هم‌جواری آن‌ها با هم جنگلی را بر ویژگی‌های کیفی خاک و ذخیره کربن فراهم می‌سازد، بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر نوع پوشش جنگلی بر ذخیره کربن آلی و ویژگی‌های کیفیت خاک مرتبط با ذخیره کربن در منطقه صفرابسته استان گیلان است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرایسته با موقعیت ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۶۰ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. مقدار بارندگی سالانه ۱۲۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۱/۶ درجه سانتی‌گراد است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب یودیک و مزیک است. پوشش جنگلی منطقه در حدود ۵۰ سال پیش جهت اجرای طرح‌های تحقیقاتی تبدیل به جنگل‌های دست‌کاشت شده و قدمت پوشش‌های مورد مطالعه در حدود ۱۴ سال است. کاربری‌های مختلف منطقه شامل جنگل‌های مخلوط و خالص صنوبر و توسکا با نسبت‌های مختلف پوشش و اراضی کشاورزی تحت کشت برنج است. تیمارهای موجود در منطقه شامل پوشش‌های مخلوط با نسبت ۵۰ به ۵۰ توسکا-صنوبر (A50%+P50%)، ۱۰۰ درصد توسکا (A100%)، ۱۰۰ درصد صنوبر (P100%)، ۳۰ به ۷۰ توسکا-صنوبر (A30%+P70%) و پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر-توسکا (A70%+P30%) است. در این منطقه درختان توسکا و صنوبر در کرت‌های به ابعاد ۴۰ متر در ۴۰ متر در ۳ تکرار کشت شده و فاصله درختان از همدیگر در حدود ۵ متر است، شکل ۱ الگوی پراکنش تیمارهای مورد مطالعه را در منطقه موردنظر نشان می‌دهد. به‌منظور انجام این پژوهش در قسمت وسط کرت‌های شامل تیمارهای مخلوط ۳۰ به ۷۰ توسکا-صنوبر و ۳۰ به ۷۰ صنوبر-توسکا به حفر نیم‌رخ‌های خاک تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متری اقدام گردید. برای بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌ها علاوه بر نمونه‌برداری از افق‌های ژنتیکی تا ۱۵۰ سانتی‌متر، در فواصل مساوی ۱۵-۰ سانتی‌متر و ۴۵-۱۵ سانتی‌متر نیز نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده به‌منظور مقایسه ویژگی‌ها در دو پوشش اقدام گردید. ویژگی‌های مورد بررسی مطابق روش‌های استاندارد مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفت. برای مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیکی از روش استاندارد اسپینرگر و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد. نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده در دمای آزمایشگاه هوا خشک شدند. خاک‌های هوا خشک شده با عبور دادن از سری الک‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ میلی‌متری جدا کردن خاک‌دانه‌های با اندازه مختلف استفاده شدند. نمونه‌های عبور داده شده از الک ۲ میلی‌متری برای انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مانند اندازه‌گیری کربن آلی به روش اکسیداسیون تر، جرم مخصوص ظاهری با استفاده از سیلندرهای فلزی با قطر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر (حجم مشخص) و توزین آن‌ها اندازه‌گیری گردید. هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت و استفاده از قانون دارسی، پایداری خاک‌دانه‌ها به روش الک تر،

مقدار رس قابل انتشار پس از به هم زدن نمونه‌های خاک به مدت ۱ ساعت در سوسپانسیون ۱ به ۱۰ خاک به آب بدون اضافه کردن کالگون توسط هیدرومتر به صورت درصدی از کل رس موجود در خاک اندازه‌گیری شد (برت، ۲۰۰۴). مقادیر مختلف کربوهیدرات‌های خاک به سه روش آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد، آب داغ ۸۵ درجه سانتی‌گراد و عصاره‌گیری با اسید سولفوریک غلیظ انجام شد (پاگت و همکاران، ۱۹۹۹). پس از تعیین اطلاعات اولیه آماری داده‌ها و انجام آزمون کولموگراف-اسمیرنف^۱ به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین اثرات نوع پوشش‌های مختلف بر ویژگی‌های کیفی خاک در عمق‌های مختلف با استفاده از آزمون t-test در دو سطح ۱ و ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد.

A _{100%}	A _{70%} + P _{30%}	P _{100%}	A _{30%} + P _{70%}	A _{50%} + P _{50%}
A _{70%} + P _{30%}	A _{30%} + P _{70%}	A _{50%} + P _{50%}	A _{100%}	P _{100%}
A _{100%}	P _{100%}	A _{70%} + P _{30%}	A _{50%} + P _{50%}	A _{30%} + P _{70%}

شکل ۱- موقعیت کرت‌های تیمارهای پوشش جنگل کاری در منطقه مورد مطالعه.

نتایج و بحث

براساس مشاهده‌های مورفولوژیکی، خاک‌های جنگلی در پوشش‌های مخلوط صنوبر و توسکا به دلیل داشتن رژیم رطوبتی یودیک و نبود افق‌های شناسایی سطحی مالیک ضخیم در رده اینسپتی سول و تحت رده یودیک طبقه‌بندی شده‌اند. این خاک‌ها در افق‌های سطحی خصوصیات و ویژگی‌های افق مالیک را به طور کامل به جز ضخامت کافی دارا بوده و به همین دلیل در گروه بزرگ Humudepts طبقه‌بندی شده‌اند. به دلیل نبود خصوصیات ویتربیک، مواد آتشفشانی، شرایط آکوئیک و سایر مشخصه‌ها در تحت گروه Typic Humudepts طبقه‌بندی شدند.

جدول ۱ نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و مقایسه میانگین‌ها آن‌ها را در اعماق ۰-۱۵ سانتی‌متری (D_۱) و ۱۵-۴۵ سانتی‌متری (D_۲) در پوشش ۳۰ به ۷۰ درصد توسکا-صنوبر (A_{30%} + P_{70%}) و ۳۰ به ۷۰ درصد صنوبر-توسکا (P_{30%} + A_{70%}) نشان می‌دهد.

جدول ۱ - مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های خاک در پوشش‌های مورد مطالعه.

تیمار	میزان ماده آلی (درصد)		میانگین وزنی قطر خاک‌دانه (میلی‌متر)		جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)		هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتی‌متر بر روز)		رس قابل انتشار (درصد)	
	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂
عمق (سانتی‌متر)	۳/۸۷ ^{NS}	۰/۳۹ ^{NS}	۵/۵۴ ^{NS}	۲/۰۳ ^{NS}	۱/۴۲ ^{**}	۱/۴۵ ^{**}	۲۸ [*]	۳۱ ^{NS}	۳۰/۸۶ ^{**}	۲۷/۸۱ ^{NS}
A _{30%} +P _{70%}	(۰/۱۷۴)	(۰/۲۵۵)	(۰/۵۳۳)	(۱/۸۶)	(۰/۱۵)	(۰/۱۱)	(۰/۰۰۹)	(۰/۱۰۱)	(۰/۰۲۸)	(۴/۲۰)
P _{30%} +A _{70%}	۳/۷۹ ^{NS}	۰/۴۸ ^{NS}	۵/۵۳ ^{NS}	۱/۴۷ ^{NS}	۱/۲۱ ^{**}	۱/۳۴ ^{**}	۵۵ [*]	۲۷ ^{NS}	۴۶/۶۱ ^{**}	۳۹/۱۰ ^{NS}
	(۰/۲۵۵)	(۰/۲۶۶)	(۰/۳۱۶)	(۰/۲۱۲)	(۰/۱۵)	(۰/۲۰)	(۰/۳۱۶)	(۰/۱۷۰)	(۰/۰۹۴)	(۷/۷۱)

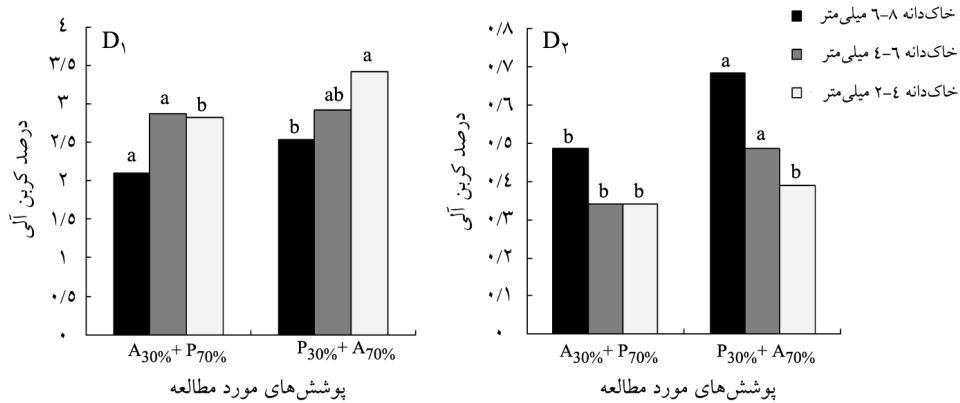
A: پوشش توسکا، P: پوشش صنوبر، ^{NS} معنی‌دار (P<۰/۰۱)، ^{*} معنی‌دار (P<۰/۰۵) و ^{**} غیرمعنی‌دار، D₁: عمق (۱۵-۴۵ سانتی‌متر)، اعناده درون پراکنش مربوط به انحراف معیار داده‌ها است.

با توجه به جدول ۱ مقایسه میانگین ماده آلی در پوشش‌های ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر و پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا نشان داد که مقدار این ویژگی در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا است، این در حالی است که در عمق ۱۵-۴۵ سانتیمتر مقدار ماده آلی در پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا کمی بیش‌تر بود، با این حال در هر دو عمق تفاوت معنی‌داری بین مقادیر ماده آلی و نوع پوشش و عمق مشاهده نشد. به عبارت دیگر در این قسمت‌ها از اراضی مورد مطالعه نوع پوشش جنگلی تأثیر مستقیمی بر مقدار ماده آلی خاک نداشته است. در پوشش‌های ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر و ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها با عمق مشاهده نشد، اما در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر مقادیر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها بیش‌تر از تیمار ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا بود. با توجه به افزایش ۲ درصدی میزان کربن آلی در پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر دلیل بیش‌تر بودن میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری را می‌توان به افزایش ماده آلی در این عمق و تیمار نسبت داد، به طوری که با افزایش مقدار ماده آلی در خاک، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در خاک افزایش نشان داده است. اورمادو و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که مقادیر بالای کربن آلی کل خاک و مقدار بیش‌تر خاک‌دانه‌های پایدار در آب نسبت به خاک‌دانه‌های ناپایدار در آب همگی بیانگر تأثیرات مثبت ماده آلی بر پایداری خاک‌دانه‌ها است.

نتایج اندازه‌گیری مقدار جرم مخصوص ظاهری در عمق‌های ۰-۱۵ سانتی‌متر و ۱۵-۴۵ سانتی‌متر در پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا است. تفاوت بین این دو پوشش در سطح احتمال ۱ درصد آماری معنی‌دار بود. ماوو و ژنگ (۲۰۱۰) در بررسی تغییر کاربری نشان دادند که جرم مخصوص ظاهری پس از تغییر کاربری به پوشش صنوبر به شکل معنی‌داری کاهش یافته است ($P < 0/05$) هم‌چنین جرم مخصوص ظاهری در توده ۱۰ ساله صنوبر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از توده ۵ ساله بود ($P < 0/05$) که این یافته‌ها با نتایج اسمال و الزسکا (۲۰۰۸) نیز هم‌خوانی داشت. مقایسه میانگین مقدار رس قابل انتشار در دو پوشش نشان داد که مقدار این ویژگی در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر بیش‌تر از عمق ۱۵-۴۵ سانتی‌متر بود. درصد رس قابل انتشار در پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا در هر دو عمق بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر بود و در

عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری تفاوت میزان در صد رس قابل انتشار بین دو پوشش در سطح ۱ درصد آماری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، این در حالی است که در عمق ۴۵-۱۵ سانتی‌متری، تفاوت معنی‌دار بین این دو پوشش مشاهده نشد. بالاتر بودن میزان رس قابل انتشار را می‌توان به وجود ترکیبات آنیون‌های آلی مرتبط دانست که با افزایش بار منفی و کمپلکس کردن کاتیون‌های کلسیم و سایر کاتیون‌های چندظرفیتی مانند آلومینیوم و کاهش دادن فعالیت آن‌ها در محلول خاک، انتشار رس‌ها را افزایش می‌دهند (نلسون و اودس، ۱۹۹۹). از طرف دیگر پلی‌آنیون‌های بزرگ می‌توانند با اتصال به محل‌های دارای بار مثبت در سطح رس‌ها، ذرات رس را به یکدیگر متصل کرده و خاک‌دانه‌های کوچک و پایداری را به وجود آورد که مانع از انتشار رس‌ها شوند (گرئگوریچ و همکاران، ۲۰۰۶). میزان هدایت هیدرولیکی اشباع در پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر-توسکا (۵۵ سانتی‌متر در روز) بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا-صنوبر (۲۸ سانتی‌متر در روز) بود، که تفاوت بین آن‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد، اما در عمق ۴۵-۱۵ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. بالا بودن میزان هدایت هیدرولیکی اشباع در پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر-توسکا نیز به خاک‌دانه‌های با قطر بزرگ‌تر و مقدار کربن آلی مرتبط است که با این‌حال باعث به وجود آمدن تفاوت معنی‌داری بین دو نوع پوشش از نظر این ویژگی نشد.

شکل ۲ مقدار کربن آلی در خاک‌دانه‌های با اندازه مختلف را در پوشش‌های ۳۰ به ۷۰ صنوبر-توسکا و ۳۰ به ۷۰ توسکا-صنوبر نشان می‌دهد. براساس نتایج به دست آمده مقدار این ویژگی در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر بیش‌تر از عمق ۴۵-۱۵ سانتی‌متر است. در هر دو پوشش در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر با افزایش قطر خاک‌دانه مقدار کربن آلی در آن‌ها کاهش یافت در حالی‌که در عمق ۴۵-۱۵ سانتی‌متری این روند کاملاً برعکس بود و بیش‌ترین مقدار کربن در پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا-صنوبر و ۳۰ به ۷۰ صنوبر-توسکا به ترتیب $0/48$ و $0/68$ درصد در خاک‌دانه‌های ۸-۶ سانتی‌متر دیده شد. در هر دو عمق مقادیر کربن آلی در همه خاک‌دانه‌ها در پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر-توسکا بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا-صنوبر بود و تفاوت آن‌ها در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار بود.



شکل ۲- مقدار کربن آلی موجود در خاک‌دانه‌ها با اندازه مختلف در عمق‌های ۰-۱۵ سانتی‌متر و ۱۵-۴۵ سانتی‌متر پوشش‌های منطقه مورد مطالعه.

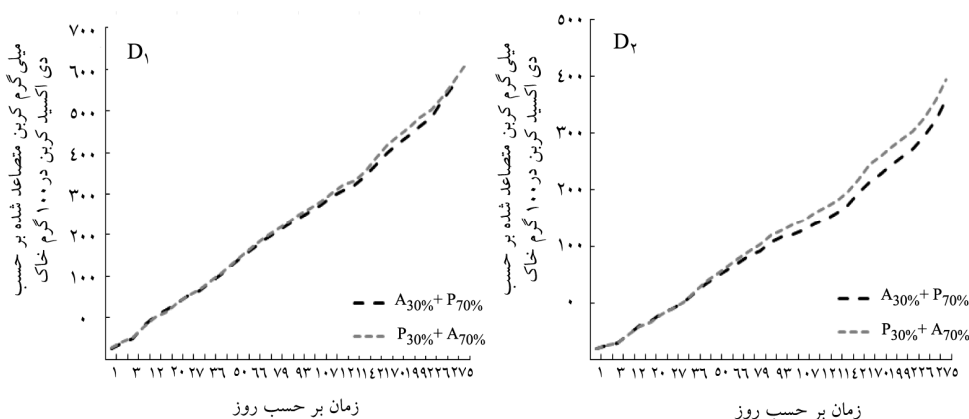
جیمنز و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کاستاریکا دریافتند که مقدار کربن آلی خاک در خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۲۰۰ میکرومتر با افزایش عمق خاک کاهش یافت. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار کربن به‌ترتیب در شن ریز (۲۰۰-۱۰۵ میکرومتر) و رس + سیلت (کوچک‌تر از ۲۰ میکرومتر) وجود داشت. هم‌چنین مقدار ذخیره کربن آلی خاک با افزایش عمق، افزایش نشان داد.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های آلی و بیولوژیکی خاک در پوشش مورد مطالعه.

نوع پوشش	عمق (سانتی‌متر)	تنفس میکروبی (میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز)	کربوهیدرات عصاره‌گیری شده	
			آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد	آب ۸۵ درجه سانتی‌گراد
A _{30%} +P _{70%}	D ₁	۳۱/۴۴ ^{ns}	۱۱/۴۷*	۲۳/۹۳**
	D ₂	۲۰/۰۱ ^{ns}	۵/۴۴ ^{ns}	۲/۷۲ ^{ns}
P _{30%} +A _{70%}	D ₁	۳۲/۷۳ ^{ns}	۶/۹۹*	۱۷/۹۷**
	D ₂	۲۱/۶۶ ^{ns}	۴/۲۷ ^{ns}	۲/۷۲ ^{ns}

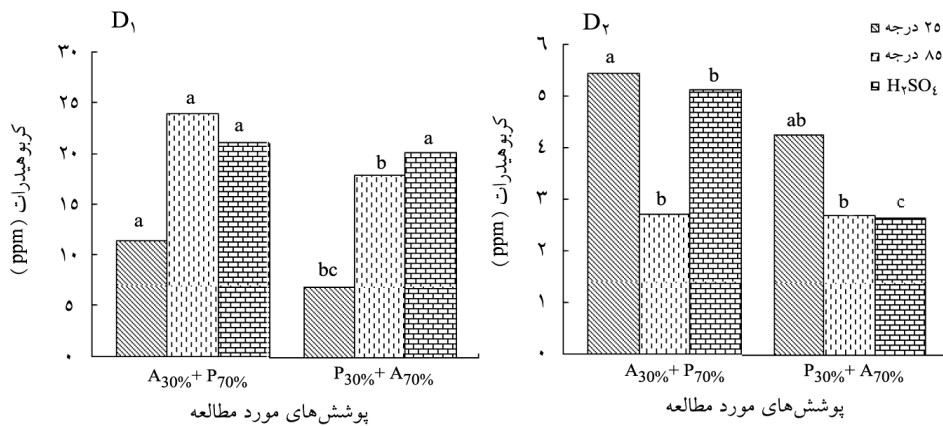
A: پوشش توسکا، P: پوشش صنوبر، ** معنی‌دار ($P < 0.01$), * معنی‌دار ($P < 0.05$) و ^{ns} غیرمعنی‌دار، D₁: عمق (۰-۱۵ سانتی‌متر)، D₂: عمق (۱۵-۴۵ سانتی‌متر).

با توجه به جدول ۲ میزان تنفس میکروبی در هر دو پوشش در طول مدت ۲۷۵ روز نشان داد که تنفس میکروبی در هر دو پوشش در عمق‌های ۰-۱۵ و ۱۵-۴۵ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری ندارد. شکل ۳ میزان تنفس میکروبی را در هر پوشش در عمق‌های ۰-۱۵ و ۱۵-۴۵ سانتی‌متری نشان می‌دهد.



شکل ۳- میزان کربن متصاعد شده به صورت دی‌اکسید کربن در عمق‌های ۰-۱۵ سانتی‌متر و ۱۵-۴۵ سانتی‌متر هر دو پوشش.

نتایج بررسی مقادیر کربوهیدرات‌ها در هر دو پوشش نشان داد که حداکثر مقدار کربوهیدرات عصاره‌گیری شده در پوشش ۳۰ به ۷۰ درصد توسکا- صنوبر و صنوبر- توسکا به ترتیب در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری مربوط به روش آب داغ ۸۵ درجه سانتی‌گراد و اسید سولفوریک غلیظ بود. با این حال در روش استخراج با آب ۲۵ درجه و آب داغ ۸۵ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری بین هر دو پوشش در سطح ۱ درصد آماری مشاهده شد. در عمق ۱۵-۴۵ سانتی‌متر حداکثر مقدار کربوهیدرات عصاره‌گیری شده در هر دو پوشش مربوط به روش آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. در این عمق استخراج توسط اسید سولفوریک غلیظ بین دو پوشش تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (شکل ۴).



شکل ۴- مقادیر کربوهیدرات عصاره‌گیری شده به سه روش آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد، آب ۸۵ درجه سانتی‌گراد و عصاره‌گیری با اسید سولفوریک غلیظ در عمق‌های ۱۵-۰ سانتی‌متر و ۴۵-۱۵ سانتی‌متر.

یکی از دلایل پایداری خاک‌دانه‌ها حضور مواد آلی تازه مانند کربوهیدرات‌ها و کربن آلی است که این دو به شکل سیگموئیدی با میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها ارتباط دارند. برخی از پژوهش‌گران کاهش میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها را به علت تخریب خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر عنوان کرده‌اند (سوئن و ژیان، ۲۰۱۱). براساس نتایج به دست آمده کربوهیدرات عصاره‌گیری شده با آب داغ همبستگی بالاتری را با میزان پایداری خاک‌دانه‌های خاک نشان داد. میزان همبستگی بین مقادیر کربوهیدرات عصاره‌گیری شده با آب داغ و پایداری خاک‌دانه ۶۲/۵۷ به دست آمد که در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان نمود که این ویژگی می‌تواند به عنوان شاخصی از پایداری خاک‌دانه‌های خاک و کیفیت خاک در منطقه مورد مطالعه محسوب شود. این نتیجه توسط سایر پژوهش‌گران نیز تأیید شده است (یوسفی و همکاران، ۲۰۰۸).

مقایسه میانگین ذخیره کربن در پوشش‌های ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر و ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا نشان داد که مقدار ذخیره کربن به دست آمده در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری در پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر بیش‌تر از پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا بود و تفاوت آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی در عمق ۴۵-۱۵ سانتی‌متر مقدار ذخیره کربن در پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا بیش‌تر بوده و تفاوت آن‌ها معنی‌دار نبود. براساس نتایج به دست آمده مجموع مقادیر ذخیره کربن در پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر (۵۷۹۳ تن در هکتار) بیش‌تر از مقدار این ویژگی در پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا (۵۱۱۸/۶ تن در هکتار) است (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین ذخیره کربن در عمق‌های ۰-۱۵ سانتی‌متر و ۱۵-۴۵ سانتی‌متر.

نوع پوشش	عمق (سانتی‌متر)	کربن آلی (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	ذخیره کربن (تن بر هکتار)	مجموع ذخیره کربن (تن بر هکتار)
A _{30%} + P _{70%}	D _۱	۲/۲۵ ^{ns}	۱/۴۲ ^{**}	۴۷۹۲/۵ ^{**}	۵۷۹۳
	D _۲	۰/۲۳ ^{ns}	۱/۴۵ ^{**}	۱۰۰۰/۵ ^{ns}	
P _{30%} + A _{70%}	D _۱	۲/۲۰ ^{ns}	۱/۲۱ ^{**}	۳۹۹۳ ^{**}	۵۱۱۸/۶
	D _۲	۰/۲۸ ^{ns}	۱/۳۴ ^{**}	۱۱۲۵/۶ ^{ns}	

A: پوشش توسکا، P: پوشش صنوبر، ** معنی‌دار ($P < 0/01$)، * معنی‌دار ($P < 0/05$) و ^{ns} غیرمعنی‌دار، D_۱: عمق (۰-۱۵ سانتی‌متر)، D_۲: عمق (۱۵-۴۵ سانتی‌متر).

مطالعات مزرعه‌ای نشان داد که کشت پوشش‌های صنوبر باعث افزایش پتانسیل ذخیره کربن در خاک می‌شود (گوپتا و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج مطالعه‌ای که در ۶ منطقه اسپانیا تحت دو پوشش درختی صنوبر و بلوط توسط دیازپینزو همکاران (۲۰۱۱) انجام شد، نشان داد که خاک‌های تحت پوشش صنوبر مقدار کربن آلی بیش‌تری نسبت به خاک‌های تحت پوشش بلوط داشتند. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار ذخیره کربن در لایه سطحی ۰-۵ سانتی‌متر مشاهده شد. از فایده‌های صنوبر علاوه‌بر تولید بیوماس بالا می‌توان به جلوگیری از فرسایش خاکی و محافظت در برابر فرسایش آبی اشاره کرد (پندی و اسریواستوا، ۲۰۱۰).

مطالعات دیگری که توسط گریجال و برگوسان (۱۹۹۸) انجام شد نشان داد که کشت صنوبر حداقل در دوره کوتاه‌مدت باعث افزایش ذخیره کربن در خاک نمی‌شود. سارتوری و همکاران (۲۰۰۷) در شمال‌غرب اقیانوس آرام دریافتند که از نظر آماری هیچ تفاوت معنی‌داری بین ذخیره کربن خاک و پوشش صنوبر وجود ندارد.

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه به‌منظور بررسی مقایسه تأثیر نوع توده جنگلی صنوبر و توسکا با نسبت ۳۰ به ۷۰ بر ویژگی‌های کیفی خاک در ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته انجام شده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که نوع پوشش جنگلی بر میزان ذخیره کربن و هم‌چنین ویژگی‌های مختلف کیفی خاک تأثیر به‌سزایی دارد. مقایسه پوشش‌های مخلوط توسکا و صنوبر بیانگر آن است که پوشش ۳۰ به ۷۰

توسکا- صنوبر در لایه سطحی خاک ذخیره کربن آلی بیش‌تری نسبت به پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا داشته است. از طرفی تأثیر پوشش ۳۰ به ۷۰ توسکا- صنوبر بر پایداری خاک‌دانه‌ها و درصد کربن آلی خاک از پوشش ۳۰ به ۷۰ صنوبر- توسکا بیش‌تر بوده است.

سپاسگزاری

از دانشگاه زنجان به‌خاطر حمایت‌های مالی این پژوهش سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1. Burt, R. 2004. Soil survey laboratory methods manual. Version 4.0. Soil Survey Investigation Report. No. 42. U. S. Gov. Print.
2. Coyle, D.R., Coleman, M.D., Durant, J.A. and Newman, L.A. 2006. Survival and growth of 31 Populus clones in South Carolina. Biomass Bioenergy, 30: 750-758.
3. Dewar, R.C. and Cannell, M.G.R. 1992. Carbon sequestration in the trees, products and soils of forest plantations: an analysis using UK examples. Tree Physiol. 11: 49-71.
4. Diaz-Pinés, E., Rubio, R., Van Miegroet, H., Montes, F. and Benito, M. 2011. Does tree species composition control soil organic carbon pools in Mediterranean mountain forests? Forest Ecology and Management, 261: 12. 2177-2255.
5. Follett, R.F. and Reed, D.A. 2010. Soil carbon sequestration in grazing lands: societal benefits and policy implications. Rangeland Ecology and Management, 63: 4-15.
6. Gregorich, E.G., Beare, M.H., Mc Kim, U.F. and Skjemstad, J.O. 2006. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. Soil Sci. Soc. Amer. J. 70: 975-985.
7. Grigal, D.F. and Berguson, W.E. 1998. Soil carbon changes associated with short-rotation systems. Biomass Bioenergy, 14: 371-377.
8. Gupta, N., Kukal, S.S., Bawa, S.S. and Dhaliwal, G.S. 2009. Soil organic carbon and aggregation under poplar based agroforestry system in relation to tree age and soil type. Agroforestry System. 76: 27-35.
9. Jiménez, J., Lorenz, K. and Lal, R. 2011. Organic carbon and nitrogen in soil particle-size aggregates under dry tropical forests from Guanacaste, Costa Rica- Implications for within-site soil organic carbon stabilization. Catena. 86: 178-191.
10. Kiser, L.C., Kelly, J.M. and Mays, P.A. 2009. Changes in forest soil carbon and nitrogen after a thirty-year interval. Soil Sci. Soc. Amer. J. 73: 647-653.
11. Laganière, J., Angers, D.A. and Pare, D. 2010. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. Global Change Biology, 16: 439-453.

12. Lal, R. 2007. Soil science and the carbon civilization. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 71: 1425-1437.
13. Lobowski, R.N., Plantinga, A.J. and Stavins, R.N. 2005. Land use change and carbon sinks: Econometric, estimation of the carbon sequestration supply function. *Resource for the Future*. Washington, DC. 51: 135-152.
14. Mao, R., Zeng, D.H., Hu, Y.L., Li, L.J. and Yang, D. 2010. Soil organic carbon and nitrogen stocks in an age-sequence of poplar stands planted on marginal agricultural land in Northeast China. *Plant Soil*, 332: 277-287.
15. Nelson, P.N. and Oades, J.M. 1999. Decomposition of ¹⁴C labeled plant material in a salt affected soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 28: 433-441.
16. Onweremadu, E., Osuji, G., Eshett, T., Unamba-Oparah, I. and Onwuliri, C. 2010. Soil carbon sequestration in aggregate size of a forested iso hyper thermic ArenicKandiudult. *Agriculture Science*, 43: 1. 9-15.
17. Pandey, A. and Srivastava, R.K. 2010. Role of dendroid power in waste water treatment and sustaining economy. *Clean Production*, 18: 111. 3-7.
18. Post, W.M., Amonette, J.E., Birdsey, R., Garten, J.C.T., Izaurralde, R.C. and Jardine, P.M. 2009. Carbon Sequestration and Its Role in the Global Carbon Cycle (AGU Geophysical Monograph Series). *Terrestrial biological carbon sequestration: science for enhancement and implementation*, 183: 73-88.
19. Puget, P., Angers, D.A. and Chenu, C. 1999. Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 55-63.
20. Richards, A.E., Ram, C., Dalal, R.C. and Schmidt, S. 2007. Soil carbon turnover and sequestration in native subtropical tree plantations, 39: 2078-2090.
21. Rytter, R.M. 2012. The potential of willow and poplar plantations as carbon sinks in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 36: 86-95.
22. Sartori, F., Lal, R., Ebinger, M.H. and Eaton, J.A. 2007. Changes in soil carbon and nutrient pools along a chronosequence of poplar plantations in the Columbia Plateau, Oregon, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122: 325-339.
23. Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Boenhm, E.C. and Broderson, W.D. 2002. Field book for describing and sampling soils. Ver. 2.0. Natural resource conservation service. National soil survey center, Lincoln, N.E. 208p.
24. Smal, H. and Olszewska, M. 2008. The effect of afforestation with Scots pine (*Pinussilvestris*L.) of sandy post-arable soils on their selected properties. II. Reaction, carbon, nitrogen and phosphorus. *Plant Soil*, 305: 171-187.
25. Spohn, M. and Giani, L. 2011. Impact of land use change on soil aggregation and aggregate stabilizing compound as dependent on time. *Soil Biology and Biochemistry*, 43: 1081-1088.

26. Vesterdal, L., Schmidt, I.K., Callesen, I., Nilsson, L.O. and Gundersen, P. 2008. Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species. *Forest Ecol. Manage.* 255: 35-48.
27. Wang, Y., Fu, B., Lü, Y., Song, C.H. and Luan, Y. 2010. Local-scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the Loess Plateau, China. *Quaternary Research*, 73: 70-76.
28. Yousefi, M., Hajabbasi, M. and Shariatmadari, H. 2008. Cropping system effects on carbohydrate content and water-stable aggregates in a calcareous soil of Central Iran. *Soil and Tillage Research*, 101: 57-61.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 20 (4), 2014
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Alder and poplar mixed vegetative effects on soil quality indicators and carbon sequestration of soil

N. Puladi¹ and *M.A. Delavar²

¹M.Sc. Student, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran,

²Assistant Prof., Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran

Received: 05/17/2012; Accepted: 12/03/2013

Abstract

Since vegetation has a major impact on soil quality, in order to considering this effects two sites with different proportion of 30-70 Alder- Poplar and Poplar-Alder cover in three-replication were selected in Safrabasteh poplar station, Gillan province. In each sites morphological, physical and chemical soil properties were studied up on standard laboratory methods. The results showed that bulk density, dispersible clay and hydraulic conductivity were significantly different among sites ($P<0.01$; $P<0.05$). The amount of carbon in first depth (0-15 cm) was greater than second depth (15-45 cm) in both cover and the organic carbon contents in aggregates in 30-70 Poplar-Alder cover was higher than 30-70 Alder- Poplar cover ($P<0.01$). The amount of sequestered carbon in first depth (0-15 cm) in 30-70 Poplar-Alder cover was more than 30-70 Poplar-Alder cover ($P<0.01$). The findings of this research indicate that vegetation cover has major impact on carbon sequestration and thereby controls quality indicators of soils.

Keywords: Aggregate stability, Alder, Carbon sequestration, Safrabasteh, Carbohydrate

* Corresponding Author; Email: amir-delavar@znu.ac.ir