



مقاله پژوهشی"

مقایسه‌ی میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن خاک در دشت گربایگان فسا در دو وضعیت پخش سیلاب و بدون پخش سیلاب

محمد جواد رosta^۱, سید مسعود سلیمان‌پور^۲, مریم عنایتی^۳ و مجتبی پاک‌پرور^۴

۱- دانشیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، (نویسنده‌ی مسؤول): m.roosta@areeo.ac.ir

۲- استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۳- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۸ صفحه: ۱۸۱ تا ۱۷۰

صفحه: ۱۸۱ تا ۱۷۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تعییر کاربری اراضی عامل اصلی ایجاد تغییرات در ذخیره‌ی کربن آلی و نیتروژن خاک و چرخه‌ی جهانی کربن است. بررسی تغییرات ایجاد شده در میزان ذخیره‌ی کربن آلی و نیتروژن خاک، پس از جنگل‌کاری و مرتع کاری همراه با سامانه‌ی پخش سیلاب در اراضی شنی دشت گربایگان فسا واقع در جنوب‌شرقی استان فارس، هدف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها: از کاربری‌های جنگل دست کاشت آکاسیا، اوکالیپتوس، آتریپلکس و مرتع در دو وضعیت با پخش سیلاب و بدون پخش سیلاب، در مجموع ۴۵ نمونه‌ی مرکب خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری برداشت شد و درصد کربن آلی و نیتروژن کل خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. سیس، میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن محاسبه شد و ارزش اقتصادی آن‌ها با روش مالیات بر کربن تعیین گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوك‌های کامل تصادفی، تجزیه و تحلیل شده و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اثر پخش سیلاب بر درصد کربن آلی و میزان ذخیره‌ی کربن آلی در خاک در سطح یک درصد معنی‌دار شده، بر درصد نیتروژن کل معنی‌دار نگردیده ولی اثر آن بر میزان ذخیره‌ی نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است. تأثیر کاربری (نوع پوشش‌گیاهی) بر همه این شاخص‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار گردیده است. اثر متقابل پخش سیلاب و کاربری بر درصد کربن آلی و میزان ذخیره‌ی نیتروژن خاک در سطح یک درصد معنی‌دار شده ولی تأثیر آن بر میزان ذخیره‌ی کربن و درصد نیتروژن کل معنی‌دار نشده است. میزان ذخیره‌ی کربن آلی در خاک کاربری‌های آکاسیا، اوکالیپتوس، آتریپلکس و مرتع، بهترتب از ۱۳/۹۶ و ۱۴/۲۲، ۲۲/۴۹ و ۱۲/۰۳ و ۶/۲۱ و ۱۰/۰۳ مگاگرم در هکتار در شرایط بدون پخش سیلاب، بهترتب به ۲۴/۱۲، ۲۳/۰۲، ۲۳/۱۴ و ۲۴/۰۲ مگاگرم در هکتار در شرایط پخش سیلاب افزایش یافت. پخش سیلاب بر این عرصه‌ها، ارزش اقتصادی ذخیره‌ی کربن و نیتروژن را بهترتب به میزان ۵۳/۵۹ و ۴۸/۰۰ درصد افزایش داد.

نتیجه‌گیری: به طور میانگین، پخش سیلاب باعث افزایش ۵۴/۳۱ درصدی ارزش اقتصادی مجموع ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک گردید.

واژه‌های کلیدی: اوکالیپتوس، پخش سیلاب، دشت گربایگان، ذخیره‌ی کربن، ذخیره‌ی نیتروژن

(۳۶۶۱). مواد آلی خاک، بزرگ‌ترین مخزن کربن در زیست بوم‌های خشکی است و بنابراین نقش مهمی در چرخه‌ی جهانی کربن دارد (۱۶۶۳).

شاید کمتر قابل درک باشد که خاک‌های طبیعی و مدیریت شده منبع مهم تولید و محل ذخیره‌ی CO₂ اتمسفر باشند. در درجه‌ی اول، در نتیجه‌ی فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، جریان تنفسی CO₂ از خاک به اتمسفر وجود دارد که ده برابر جریان سالانه‌ی CO₂ حاصل از سوختهای فسیلی است. بنابراین، تغییرات کوچک در چرخه‌ی کربن خاک می‌تواند تأثیر زیادی بر غلظت CO₂ اتمسفر داشته باشد (۲۹).

بهبود کربن آلی خاک علاوه بر آن که باعث کاهش غلظت گاز دی‌اکسید کربن موجود در اتمسفر می‌شود، کیفیت و کمیت آب در حوضه، تولید محصول، حفاظت خاک، اصلاح خاک‌های تخریب یافته، تصفیه‌ی آلاینده‌ها، تسهیل در انتقال و ذخیره‌ی آب و املاح و احیای خاک‌ها و زیست‌بوم‌ها را ارتقاء می‌دهد (۵۵).

جنگل‌زدایی برای ایجاد زمین‌های زراعی می‌تواند کربن آلی خاک را تا ۵۰ درصد کربن اولیه کاهش دهد (۲۱,۴۱,۴۷,۵۰). در مقابل، به طور کلی مشخص شده که جنگل‌کاری در زمین‌های قابل کشت، کربن را در خاک ذخیره (ترسیب) کرده و نقش مهمی در کاهش تغییرات آب و هوایی دارد

مقدمه کربن آلی خاک، به‌شکل ماده‌ی آلی نقش مهمی در شکل‌گیری و حفظ ساختار خاک، چرخه‌ی مواد غذایی و تنوع زیستی خاک دارد. کربن آلی خاک، یک منبع طبیعی برای توسعه‌ی پایدار جامعه‌ی بشری و بنیادی اساسی برای توسعه‌ی پایدار جنگل‌داری است (۵۴). زیرا، خاک سالم پایه و اساس سیستم غذایی است. محصولات سالم تولید می‌کند که بهنوبه‌ی خود باعث تغذیه‌ی افراد می‌شود. حفظ یک خاک سالم، نیاز به مراقبت و تلاش همه‌ی بهره‌برداران دارد. نکته‌ی کلیدی در حفاظت خاک این است که حداکثر ذخیره و بازیافت مواد آلی و عناصر غذایی گیاهان و به حداقل رساندن تلفات این اجزای خاک ناشی از آبسویی، رواناب و فرسایش باشد. در مناطق کوچک با آب و هوا و نوع خاک یکسان، عواملی که کربن آلی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند شامل کاربری و مدیریت زمین، گونه‌های گیاهی، ویژگی‌های محل (جهت و موقعیت شب)، ویژگی‌های ذاتی خاک (مانند جرم مخصوص ظاهری و بافت خاک)، سن درختان کاشته شده (۳۹,۴۴,۷۲,۷۸) و تراکم درختان کاشته شده (۵۷,۷۴,۷۹) هستند. تعییر کاربری زمین برای افزایش ذخیره‌ی کربن آلی خاک، به عنوان راهکاری برای جبران انتشار گازهای گلخانه‌ای که با تغییرات آب و هوایی مرتبط هستند پیشنهاد شده است

رطوبت خاک، عاملی است که می‌تواند چرخه‌های بیوژئوژنیمیابی را در سیستم جو زمین تغییر دهد (۱۵)。 در ناحیه‌ی اشباح نشده، شرایط رطوبت خاک ناشی از تعادل بین بارش، تبخیر و تعرق و نفوذ به سطح آب زیرزمینی است. افزایش توان حفظ رطوبت خاک سبب ایجاد شرایط مساعد برای رشد گیاهی در خاک رویشگاه می‌شود. بنابراین، احتمالاً وضعیت آبی خاک، عامل مهم تعیین‌کننده میزان رشد گیاه و ذخیره‌ی کربن است (۷۳)。

آزادی ریمله و همکاران (۳) ارزش اقتصادی ترسیب کربن در خاک زیر پوشش گونه‌های دست‌کاشت سرو نقره‌ای، کاج، ون (زبان‌گنجشک) و زیتون را بهترتیب ۲۸/۰۰، ۱۸/۱۱ و ۱/۶۵ میلیارد ریال برآورد کردند. نتایج پژوهش زرافشار و همکاران (۷۷) نشان داد هر هکتار خاک زیر پوشش دو گونه‌ی سدروس و جنگل طبیعی بلوط ایرانی، به ترتیب معادل ۳۸۷/۹ و ۳۴۸/۶ تن گاز دی‌اکسیدکربن را ترسیب کرده و ارزش اقتصادی ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک این دو کاربری را بهترتیب معادل ۳/۲۵۸ و ۲/۹۳۲ میلیارد ریال در هکتار برآورد کردند.

پژوهش‌های انجام شده در دشت‌های استرالیا با بارندگی کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر، حکایت از این دارد که کاربری‌های مختلف زمین (نوع مرتع یا کشاورزی) تأثیر قابل توجهی بر کربن آلی خاک نداشته است (۴)، اما اثبات شده که تغییر شیوه‌های مدیریت زمین بر میزان کربن آلی خاک در لایه‌های پایین تر (۴۸) و لایه‌بندی کربن آلی تأثیرگذار است (۷۵). چاپلا و همکاران (۱۴) نشان دادند که در طول ۱۲ سال پس از کاشت درختان کاج در زمین‌های علفزار، کربن آلی خاک در لایه‌ی ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری تقریباً بدون تغییر باقی مانده، ولی در لایه‌های ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی‌متری خاک بهترتیب، ۳۰ و ۴۴ درصد کاهش یافته است. پژوهش‌های باده‌یان (۵) و دیناکاران و کریشنایا (۲۴) نشان داد که نوع پوشش گیاهی، تأثیر معنی‌داری بر ذخیره‌ی کربن در خاک دارد. در مدیریت مرتع، روش‌هایی که هدف آن افزایش تولید انبوه زی توده‌ی گیاهی است، بهطور کلی میزان مواد آلی خاک را افزایش می‌دهند (۱۹)。 از آنجا که نیتروژن خاک بهعنوان یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک در نظر گرفته شده، اطلاع یافتن از تغییرات میزان ذخیره‌ی نیتروژن در خاک ناشی از فرایندهای مختلف در آگاهی از نقش این فرایندها در چرخه‌ی جهانی نیتروژن و در نتیجه، کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای اهمیت زیادی دارد. نتایج پژوهش نوبخت و همکاران (۵۳) مشخص کرد که درصد نیتروژن و نسبت C/N بهترتیب از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان کربن آلی خاک در توده‌های جنگلی مورد بررسی بود. زرافشار و همکاران (۷۷) گزارش کردند که خاک زیر پوشش کاربری‌های سدروس و پوشش جنگل طبیعی بلوط ایرانی بهترتیب با میزان ذخیره‌ی کربن ۱۰۱/۲۰ و ۹۱/۳۴ تن در هکتار، بیشترین میزان ذخیره‌ی کربن را دارا بوده و خاک زیر پوشش جنگل دست‌کاشت سدروس با ۱۲/۶۸ تن در هکتار ذخیره‌ی نیتروژن، بیشترین میزان ذخیره‌ی نیتروژن را در میان کاربری‌های بررسی شده داشته است.

(۳۵،۴۰،۵۶)، و این راهکار بهعنوان یک روش مؤثر برای ذخیره‌ی کربن در بند ۳-۳ پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷ پیشنهاد شده است. از سوی دیگر، براساس گزارش برنامه عمران سازمان ملل، مراتع ایران بهدلیل وسعت زیادی که دارند می‌توانند حدود یک میلیارد تن کربن آلی را در خاک ذخیره کنند (۷۰)。 با توجه به این که در مناطق خشک و نیمه خشک، آب محدود کننده‌ترین عامل برای رشد گیاهان به شمار می‌رود، تأمین رطوبت مورد نیاز برای رشد گیاهان از طریق پخش سیلان می‌تواند تأثیر چشمگیری در افزایش زی توده‌ی گیاهی و بهدلیل آن افزایش ترسیب کربن در خاک داشته باشد. مقدار و غلظت کربن و نیتروژن در مواد آلی خاک اغلب بهعنوان شاخص حاصلخیزی خاک در نظر گرفته می‌شوند (۳۱)。 ذخیره‌ی نیتروژن خاک متاثر از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیابی خاک بوده و در اثر تغییر نوع پوشش گیاهی تغییر می‌کند (۱۲)。 بنابراین، اتصال بین چرخه‌های کربن و نیتروژن می‌تواند اثرات تغییرات آب و هوایی را کاهش دهد. دلیل اصلی این است که افزایش تجزیه‌ی مواد آلی در زیست‌بوم‌های نسبتاً دست‌نخورده، می‌تواند مواد غذایی از خاک که دارای نسبت C/N پایین است به گیاهان که دارای نسبت بالاتر C/N هستند انتقال دهد.

نتایج پژوهشی در چین نشان داد جنگل کاری با گونه‌های مختلف پهن‌برگ، سوزنی‌برگ و آمیخته‌ی آن‌ها، باعث ذخیره‌ی کربن در عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی‌متری خاک بهترتیب به میزان ۳۰/۰۷، ۴۲/۰۵ و ۷۳/۹۴ گرم در متر مربع در سال شده است (۶۷)。 پژوهش جائو و همکاران (۳۰) حکایت از کاهش قابل توجه نیتروژن کل، فسفر کل و ذخیره‌ی کربن آلی در لایه‌ی ۰-۲۰ سانتی‌متری خاک در کاربری‌های جنگل دست‌کاشت و جنگل-کشاورزی، دارد. در صورتی که در کل نیمرخ خاک (۱۰۰-۰ سانتی‌متری)، میزان کربن آلی افزایش نشان داد. در پژوهشی، شن و همکاران (۶۶) با هدف ارزیابی اثر گونه‌های مورد استفاده در جنگل کاری بر میزان ذخیره‌ی کربن در گیاه و خاک، نتیجه گرفتند که که جنگل کاری خالص با کاج (Larix principis-rupprechtii) و با آمیخته‌ی کاج و توسکا (Betula platyphilla) باعث ذخیره‌ی کربن بهترتیب به میزان ۲۵۸/۰ و ۱۶۳/۴ مگاگرم در هکتار شد. نتایج پژوهش چانگ و همکاران (۱۳) نشان داد که جنگل کاری در اراضی حاشیه‌ای، تأثیر قابل توجهی بر تجمع کربن آلی و نیتروژن کل خاک داشته و میزان بارش (رطوبت) تأثیر مهمی بر تجمع کربن آلی خاک دارد، اما تأثیر کمی بر ذخیره‌ی نیتروژن کل دارد. اثر محدودیت نیتروژن خاک بر تجمع کربن خاک در منطقه‌ی خشک‌تر نسبت به مناطق مرتبط‌تر، کمتر است. برترونگ و همکاران (۸) دریافتند که ترسیب کربن آلی در خاک، به‌طور معنی‌داری به میزان بارش مرتبط است. در مناطق خشک، بارش، مهم‌ترین عامل محدود کننده‌ی اکلولوژیکی است و بهره‌وری اولیه‌ی خالص (NPP) را تعیین می‌کند. رابطه‌ی مشت بین میزان بارش و میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن کل می‌تواند به افزایش NPP متناسب با میزان بارش مربوط باشد (۱۱۶۲)。

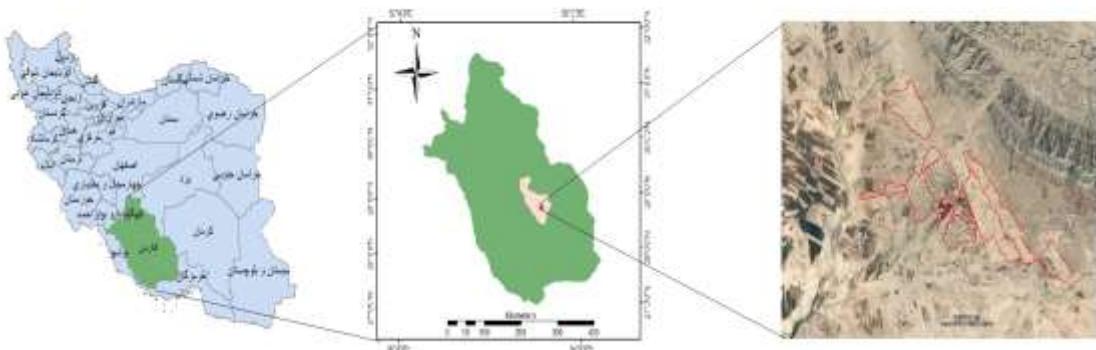
مربعی بیشه‌زد در بخش شیب‌کوه و دهستان میان‌ده واقع شده است. شیب عمومی منطقه ۶ در هزار است که بین خط ارتفاعی ۱۱۴۰ تا ۱۱۶۰ متر از سطح دریا گرفته است. بر اساس آمار ۲۳ ساله (۱۳۷۵-۱۳۹۷) این ایستگاه، شاخص‌های آب و هوایی منطقه، میانگین بارش سالانه، ۲۱۹ میلی‌متر؛ دمای بیشینه، ۴۶ درجه‌ی سانتی‌گراد؛ دمای کمینه، -۸ درجه‌ی سانتی‌گراد؛ میانگین دمای سالانه، ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد؛ میانگین تبخیر سالانه، ۲۵۴۸ میلی‌متر؛ متوسط تعداد روزهای بیخندان، ۲۷ روز در سال است (۲۸). شایان ذکر است برنامه‌ی پخش‌سیلاپ برای تقدیمه‌ی آبخوان‌ها از سال ۱۳۶۱ در پهنه‌ای به‌وسيع ۲۲۰ هکتار در اين دشت اجرا شده است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در ایران و استان فارس را نشان می‌دهد.

با توجه به نقش و اهمیت عملیات پخش‌سیلاپ بر شاخص‌های کیفی خاک، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر پخش‌سیلاپ و نوع کاربری در اراضی شنی دشت گربایگان فسا بر میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن خاک در کاربری‌های جنگل دست کاشت آکاسیا، اوکالیپتوس، آتریپلکس و مرتع در دو وضعیت با پخش‌سیلاپ و بدون پخش‌سیلاپ انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقاتی کوثر، در دشت گربایگان فسا انجام شد. ایستگاه کوثر در ۵۰ کیلومتری جنوب‌شرقی فسا در موقعیت "۲۸°۳۸' عرض شمالی و ۵۳°۵۵' طول شرقی بر مخروط‌افکنه‌ی آبخیز ۱۹۲ کیلومتر



شکل ۱- نقشه‌ی موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Geographical location map for the study area

نمونه‌برداری از خاک

از کاربری‌های جنگل دست کاشت آکاسیا، اوکالیپتوس، آتریپلکس و مرتع در دو وضعیت با پخش‌سیلاپ و بدون پخش‌سیلاپ، در مجموع ۴۵ نمونه‌ی مرکب خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری برداشت شد.

اندازه‌گیری‌های صحراوی و آزمایشگاهی

جرم مخصوص ظاهری خاک در کاربری‌های بررسی شده، بهروش استوانه و در آزمایشگاه، کربن آلی خاک بهروش والکی-بلک با اکسایش تر (۵۲)، نیتروژن کل به روش کجدال (۱۰) و میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن با استفاده از رابطه‌ی ۱ محاسبه شد.

$$\text{رابطه‌ی (۱)} \quad Cs=OC \quad (ON) \times BD \times D$$

که در آن Cs ، میزان کربن / نیتروژن ذخیره شده در خاک (مگاگرم یا تن در هکتار)، ON ، میزان کربن آلی / نیتروژن کل خاک (درصد)، BD ، جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، D ، ضخامت لایه‌ی خاک (سانتی‌متر) است. با در نظر گرفتن این که هر تن کربن معادل $\frac{3}{67}$ تن گاز دی‌اکسیدکربن است و برای تولید یک تن نیتروژن به صورت کود شیمیایی نیتروزنه، $\frac{1}{30}$ تن گاز دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود (۶۸)، مقدار معادل گاز دی‌اکسیدکربن که از هوا در خاک به صورت کربن آلی و

کاربری‌های مورد بررسی

هشت کاربری که از آن‌ها نمونه‌برداری شد به شرح زیر بودند: ۱- مرتع- بدون پخش‌سیلاپ (شاهد)- شبکه‌ی بیشه‌زد یک، ۲- شش عرصه مرتع- با پخش‌سیلاپ- شبکه‌ی بیشه‌زد یک، ۳- مرتع- آتریپلکس (*Atriplex lentiformis* (Torr.) Wats. (Acacia salicina Lindl.)) دست کاشت- بدون پخش‌سیلاپ- شبکه‌ی بیشه‌زد چهار، ۴- مرتع- آتریپلکس دست کاشت- با پخش سیلاپ- شبکه‌ی رحیم‌آباد، ۵- جنگل دست کاشت اوکالیپتوس (شاهد)- بدون پخش‌سیلاپ- شبکه‌ی بیشه‌زد چهار، ۶- جنگل دست کاشت اوکالیپتوس- با پخش‌سیلاپ- شبکه‌ی بیشه‌زد چهار، ۷- جنگل دست کاشت آکاسیا (Acacia salicina Lindl.)- بدون پخش‌سیلاپ- شبکه‌ی بیشه‌زد چهار، ۸- جنگل دست کاشت آکاسیا- با پخش سیلاپ- شبکه‌ی بیشه‌زد چهار.

گونه‌های غالب مراتع مورد بررسی شامل سه گونه‌ی گل آنتایی (*Helianthemum lippii* (L.) Pers.) سیاه‌گینه (*Dendrostellera lessertii* (Wikstr.) Van Tiegh.) و درمنه‌ی دشتی (*Artemisia sieberi* Besser.) بود. درمنه‌ی دشتی (*Artemisia sieberi* Besser.) در بهمن و اسفند ۱۳۶۲ با نهال‌های آتریپلکس و جنگل‌های دست کاشت اوکالیپتوس و آکاسیا در ۲۴ و ۲۵ دی ۱۳۶۴، نهال کاری شده‌اند.

آماری بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و تحلیل شده و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های مورد مطالعه در جدول ۱ و تجزیه‌ی واریانس ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک این کاربری‌ها، در جدول ۲ و اثرات ساده پخش‌سیلاپ و کاربری بر میانگین درصد و میزان ذخیره‌ی کربن‌آلی و نیتروژن خاک، به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

نیتروژن آلی ترسیب شده محاسبه شد. سپس، برای محاسبه ارزش اقتصادی مقدار کربن و نیتروژن ذخیره شده، از روش مالیات بر کربن استفاده گردید، یعنی مالیات بر تولید هر تن دی‌اکسیدکربن، معادل ۲۰۰ دلار (۵۸) و نرخ رسمی برابری هر دلار برابر با ۴۲۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

پس از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف برای اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در کاربری‌های مختلف (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر)
Table 1. Some physical and chemical properties of soil samples in different land uses (depth 0-30 cm)

وضعیت	کاربری	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (g/cm ³)	Roberto اشاعر (%)	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته گل اشاعر
آکاسیا	اوکالپیتوس	Sandy Loam	۱/۴۱	۳۸/۲۶	۱/۲۳	۷/۵۶
پخش‌سیلاپ	اوکالپیتوس	Loam	۱/۲۴	۳۶/۳۱	۱/۰۰	۷/۲۵
آترپلکس	آکاسیا	Sandy Loam	۱/۴۹	۳۰/۷۳	۱/۱۰	۷/۸۱
مرتع	آکاسیا	Sandy Loam	۱/۴۳	۲۴/۶۵	۰/۵۹	۷/۸۵
آکاسیا	اوکالپیتوس	Sandy Loam	۱/۵۵	۲۸/۱۸	۱/۱۶	۷/۹۶
بدون	اوکالپیتوس	Sandy Loam	۱/۴۷	۲۸/۷۰	۰/۹۱	۷/۸۱
پخش‌سیلاپ	آکاسیا	Sandy Loam	۱/۳۱	۲۹/۲۳	۰/۷۵	۸/۱۵
مرتع	آکاسیا	Sandy Loam	۱/۴۸	۲۷/۰۷	۰/۳۸	۷/۹۵

با توجه به جدول تجزیه‌ی واریانس (جدول ۲)، مشخص می‌شود بافت خاک در همه کاربری‌ها بجز کاربری جنگل دست کاشت اوکالپیتوس همراه با پخش‌سیلاپ لومشنسی، است. کمترین جرم مخصوص ظاهری مربوط به کاربری جنگل دست کاشت اوکالپیتوس همراه با پخش‌سیلاپ و بیشترین آن مربوط به کاربری آکاسیا بدون پخش‌سیلاپ می‌باشد. کاربری مرتع با پخش‌سیلاپ دارای کمترین و کاربری آکاسیا با پخش‌سیلاپ دارای بیشترین درصد رطوبت اشاعر خاک است. خاک همه کاربری‌ها بدون مشکل شوری بوده و قلایابی هستند.

بر اساس جدول ۱، مشخص می‌شود بافت خاک در همه کاربری‌ها بجز کاربری جنگل دست کاشت اوکالپیتوس همراه با پخش‌سیلاپ لومشنسی، است. کمترین جرم مخصوص ظاهری مربوط به کاربری جنگل دست کاشت اوکالپیتوس همراه با پخش‌سیلاپ و بیشترین آن مربوط به کاربری آکاسیا بدون پخش‌سیلاپ می‌باشد. کاربری مرتع با پخش‌سیلاپ دارای کمترین و کاربری آکاسیا با پخش‌سیلاپ دارای بیشترین درصد رطوبت اشاعر خاک است. خاک همه کاربری‌ها بدون مشکل شوری بوده و قلایابی هستند.

جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس درصد و میزان ذخیره‌ی کربن‌آلی و نیتروژن در خاک کاربری‌های مختلف
Table 2. Analysis of variance of percentage and amount of organic carbon and nitrogen storage in different land uses

فریب تغییرات	خطا	پخش‌سیلاپ*کاربری	کاربری	پخش‌سیلاپ	تکرار	متابع تغییرات
درصد کربن‌آلی	۰/۰۳۲۱	۱/۱۷۷۶**	۱/۱۸۷۱**	۱/۱۷۷۶**	۲	میزان ذخیره‌ی کربن درصد نیتروژن کل
درجه‌ی آزادی	/۰۰۷۸	/۰۰۵۷	/۰۰۵۷	/۰۰۴۵	/۰۰۴۵	۶/۲۲۳۳
میزان ذخیره‌ی کربن	۲۷/۲۶۹۸	۹۵۵/۱۱۲۶**	۴۷۷/۰۶۶۵**	۹۵۵/۱۱۲۶**	/۰۰۴۵	۲۵/۶۶۸۰*
میزان ذخیره‌ی نیتروژن	۰/۰۰۴۵ ^{ns}	۰/۰۰۴۰ ^{ns}	۰/۰۴۶۰ ^{ns}	۰/۰۰۴۵ ^{ns}	۰/۰۰۴۰ ^{ns}	۶۴/۶۹۲۲**
میزان ذخیره‌ی کربن	۹/۴۰	۲۵/۱۷۵۳ ^{ns}	۰/۳۲۰۱**	۰/۳۲۰۱**	۰/۰۰۵۷	۳۸/۵۶۲۵**
میزان ذخیره‌ی نیتروژن	۱۷/۷۶	۱۶۰/۲۴۵۳	۱۶۰/۲۴۵۳	۱۲/۹۹	/۰۰۶۵	۵/۷۴۸۷
میزان ذخیره‌ی کربن	۰/۰۰۵	-	-	-	-	۹/۰

**: معنی دار در سطح ۱ درصد، *: معنی دار در سطح ۵ درصد، ns: غیر معنی دار

مؤثر بوده است. در اثر پخش‌سیلاپ، محیط مناسبی برای رشد گیاهان ایجاد شده زیرا این محیط، حاوی عناصر غذایی بیشتری (از جمله اضافه شدن یون‌های نیترات و آمونیوم از طریق سیلاپ ورودی) بوده و دارای ظرفیت نگهداری آب بیشتری می‌باشد که به تکثیر خودبخودی پوشش‌گیاهی موجود و گونه‌های مهاجم کمک می‌کند (۳۴، ۷۶). کونانت و همکاران (۱۹) نیز اظهار کردند که در مدیریت مرتع، روش‌هایی که هدف آن افزایش تولید انبوه زی‌توده‌ی گیاهی است، به طور کلی میزان مواد آلی خاک را افزایش می‌دهند. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های برترنگ و همکاران (۸) و چانگ و همکاران (۱۳) هماهنگی دارد.

با توجه به جدول ۳، مشخص می‌شود پخش‌سیلاپ باعث افزایش معنی دار میانگین درصد کربن‌آلی و میزان ذخیره‌ی کربن‌آلی در خاک در مقایسه با شرایط بدون پخش‌سیلاپ شده است. علت این افزایش‌ها را می‌توان به تأمین رطوبت موردنیاز برای رشد و افزایش زی‌توده‌ی گیاهان کاشته شده و گیاهان موجود در کاربری‌های بررسی شده از طریق پخش‌سیلاپ نسبت داد. از آن‌جا که بافت خاک عاملی مهم در ذخیره‌ی کربن‌آلی است، و بررسی‌های نادری و همکاران (۵۱) نقش تهنشینی مواد معلق موجود در سیلاپ را در تعییر بافت خاک از شنی به شنی متوسط در گربایگان نشان داده است، افزایش توان نگاهداری آب قبل استفاده‌ی خاک در این پدیده

جدول ۳- تأثیر پخش سیلاپ بر میانگین درصد و میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک

Table 3. The effect of flood spreading on the average percentage and amount of carbon and nitrogen storage in soil		
وضعیت	درصد کربن آلی	میزان ذخیره‌ی کربن
پخش سیلاپ	۰/۷۷ ^a	۲۵/۴۴ ^a
بدون پخش سیلاپ	۰/۴۹ ^b	۲۷/۵۱ ^a

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

با توجه به جدول ۴، مشخص می‌شود کاربری جنگل دست کاشت اوکالیپتوس، باعث افزایش معنی‌دار میانگین ویژگی‌های مورد بررسی شده است.

کاشت اکاسیا، اوکالیپتوس، آتریپلکس مرتخ

جدول ۴- تأثیر کاربری بر میانگین درصد و میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک

Table 4. Effect of land use on the average percentage and amount of carbon and nitrogen storage in the soil		
کاربری	درصد کربن آلی	میزان ذخیره‌ی کربن
آکاسیا	۰/۳۸ ^{bc}	۲۲/۴۴ ^b
اوکالیپتوس	۱/۰۹ ^a	۲۹/۱۲ ^a
آتریپلکس	۰/۴۲ ^b	۲۵/۱۷ ^b
مرتع	۰/۲۳ ^c	۲۹/۱۸ ^a

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

این کاربری با کاربری‌های آکاسیا و آتریپلکس در شرایط بدون پخش سیلاپ، مشاهده نگردید. بیشترین درصد نیتروژن کل با مقدار ۰/۷۱ درصد متعلق به کاربری اوکالیپتوس در شرایط بدون پخش سیلاپ بود. هر چند از نظر آماری، تفاوتی بین این کاربری با سایر کاربری‌ها به جز کاربری آکاسیا با پخش سیلاپ، مشاهده نگردید (جدول ۵).

از نظر میزان ذخیره‌ی نیتروژن، کاربری جنگل دست کاشت اوکالیپتوس در شرایط بدون پخش سیلاپ، با میزان ۳۱/۴۲ مگا گرم در هکتار، بیشترین مقدار و کاربری آکاسیا با پخش سیلاپ، با میزان ۱۸/۹۱ مگا گرم در هکتار، کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. به طوری که تفاوت آماری بین این دو کاربری، از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. کاربری‌های اوکالیپتوس، آتریپلکس و مرتع در شرایط پخش سیلاپ، تفاوتی از نظر آماری با کاربری‌های آکاسیا، اوکالیپتوس و مرتع در شرایط بدون پخش سیلاپ نشان ندادند (جدول ۵).

در جدول ۵، میانگین اثر مقابل پخش سیلاپ و کاربری بر درصد و میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن خاک نشان داده شده است. با توجه به این جدول، مشخص می‌گردد اثر مقابل پخش سیلاپ و کاربری جنگل دست کاشت اوکالیپتوس در مقایسه با سایر کاربری‌ها در دو وضعیت با پخش سیلاپ و بدون پخش سیلاپ، بیشترین تاثیر را در افزایش درصد کربن آلی (۱/۶۸) و میزان ذخیره‌ی کربن آلی خاک ۴۰/۲۳ (۱/۶۸ درصد) و میزان ذخیره‌ی کربن آلی خاک مگا گرم در هکتار) داشته است. به طوری که تفاوت میان این دو ویژگی در این کاربری با سایر کاربری‌ها از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است. کمترین درصد کربن آلی (۰/۱۴ درصد) و میزان ذخیره‌ی کربن ۶/۲۱ (مگا گرم در هکتار) در کاربری مرتع بدون پخش سیلاپ اندازه‌گیری شد.

درصد نیتروژن کل در کاربری جنگل دست کاشت آکاسیا در شرایط پخش سیلاپ با میزان ۰/۴۵ درصد، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. هر چند از نظر آماری، تفاوتی بین

جدول ۵- نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر مقابل پخش سیلاپ و کاربری بر درصد و میزان ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک

Table 5. Results of comparing the mean interaction effect of flood spreading and land use on the percentage and amount of carbon and nitrogen storage in the soil		
وضعیت	درصد کربن آلی	میزان ذخیره‌ی کربن
پخش سیلاپ	۰/۵۵ ^b	۲۳/۱۴ ^b
اوکالیپتوس	۱/۶۸ ^a	۴۰/۲۳ ^a
آتریپلکس	۰/۵۴ ^b	۲۴/۱۷ ^b
مرتع	۰/۴۳ ^{bc}	۱۳/۹۵ ^c
آکاسیا	۰/۲۳ ^a	۱۰/۲۳ ^a
اوکالیپتوس	۰/۵۱ ^{bc}	۲۲/۴۹ ^b
آتریپلکس	۰/۳۰ ^{cd}	۱۲/۰۳ ^{cd}
مرتع	۰/۱۴ ^d	۶/۱۲ ^d

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

ترشحات و بقایای ریشه‌ها و هدررفت کربن از راه تجزیه‌ی مواد آلی دارد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های محمودی‌طالبانی و همکاران (۴۳)، نوبخت و همکاران (۵۳) شعبانیان و همکاران (۶۵) و ورامش و همکاران (۷۱) هم‌راستا است.

ارزش اقتصادی کل مربوط به کربن و نیتروژن ذخیره شده در خاک کاربری‌های مختلف در جدول ۶ نشان داده شده

پژوهش‌های بادهیان (۵) و دیناکاران و کریشنایا (۲۴) نیز نشان دادند که نوع پوشش گیاهی، تاثیر معنی‌داری بر میزان ذخیره‌ی کربن در خاک دارد. نتایج پژوهش‌های صادقی و همکاران (۶۰) و مسلمی و همکاران (۴۹) نیز بیانگر این است که نوع پوشش گیاهی به ویژه نوع درختان، باعث تغییر در مقدار کربن آلی خاک می‌شوند. به نحوی که میزان ذخیره‌ی کربن در خاک وابسته به مقدار ورودی کربن به خاک از راه لاشبرگ‌ها،

۷۵/۴۶ و ۴۳/۵۲ درصد افزایش داد. به طور میانگین، عملیات پخش سیلاپ باعث ۱/۵۴ برابر شدن (افزایش ۵۴/۳۱ درصدی) ارزش اقتصادی مجموع کربن و نیتروژن ذخیره شده در خاک گردید. ارزش اقتصادی ترسیب کربن توسط گونه‌های دست کاشت سرو نقره‌ای، کاج، زبان گنجشک و زیتون در پژوهش انجام شده به سهیله‌ی آزادی ریمله و همکاران (۳) به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۸۰، ۰/۱۱، ۰/۸۵ و ۰/۱۶ میلیارد ریال برآورد گردید. نتایج پژوهش زرافشار و همکاران (۷۷) نیز نشان داد هر هکتار خاک زیر پوشش گونه‌های سدروس و بلوط ایرانی، به ترتیب معادل ۳۸/۹ و ۳۴/۶ تن گاز دی‌اکسید کربن را ترسیب کرده و ارزش اقتصادی ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک این دو کاربری، به ترتیب معادل ۲/۹۳۲ و ۳/۲۵۸ میلیارد ریال در هکتار برآورد گردید.

است. با توجه به این جدول، مشخص می‌شود کاربری‌های جنگل دست کاشت اوکالپیتوس، آکاسیا، آتریپلکس دست کاشت و مرتع در شرایط پخش سیلاپ در مقایسه با شرایط بدون پخش سیلاپ، ارزش اقتصادی بیشتری ایجاد کرده‌اند. در این میان، در شرایط پخش سیلاپ و بدون پخش سیلاپ، کاربری جنگل دست کاشت اوکالپیتوس به ترتیب با ارزش اقتصادی معادل ۰/۵۳۳ و ۰/۱۰۳۶ میلیارد ریال، بیشترین و کاربری مرتع، به ترتیب با ارزش اقتصادی معادل ۰/۰/۷۴۲ و ۰/۰/۵۱۷ میلیارد ریال، کمترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. پخش سیلاپ بر کاربری‌های جنگل دست کاشت آکاسیا، اوکالپیتوس، مرتع دست کاشت با آتریپلکس و مرتع، ارزش اقتصادی ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک را در مقایسه با شرایط بدون پخش سیلاپ، به ترتیب به میزان ۴۸/۰۰، ۵۳/۵۹ و ۳/۲۵۸ میلیارد ریال، به ترتیب به میزان ۰/۹۲۰.

جدول ۶- ارزش اقتصادی مجموع کربن و نیتروژن ذخیره شده در خاک کاربری‌های مختلف (میلیارد ریال)

Table 6. Economic value of total carbon and nitrogen stored in different land uses (billion Rials)

وضعيت	کاربری	میزان ذخیره‌ی کربن	میزان ذخیره‌ی کربن	میزان ذخیره‌ی کربن	میزان ذخیره‌ی کربن	جمع ستون های ۴ و ۶	معادل گاز دی‌اکسید کربن	معادل گاز دی‌اکسید کربن	کربن و نیتروژن ذخیره شده
بدون پخش	آکاسیا	۰/۹۲۰	۰/۹۲۰	۰/۹۲۰	۰/۹۲۰	۱۰/۵۰	۲۴/۵۸	۱۸/۹۱	۱۰/۵۰
پخش سیلاپ	اوکالپیتوس	۰/۵۳۳	۰/۵۳۳	۰/۵۳۳	۰/۵۳۳	۱۸/۵۲	۳۴/۸۸	۲۶/۸۳	۱۸/۵۲
پخش سیلاپ	آتریپلکس	۰/۰/۴۴	۰/۰/۴۴	۰/۰/۴۴	۰/۰/۴۴	۱۲/۴۷	۳۵/۷۵	۲۷/۵۰	۱۲/۴۷
مرتع		۰/۰/۷۴۲	۰/۰/۷۴۲	۰/۰/۷۴۲	۰/۰/۷۴۲	۸/۸/۳	۳۷/۱۰	۲۸/۵۴	۸/۸/۳
آکاسیا		۰/۰/۵۹۹	۰/۰/۵۹۹	۰/۰/۵۹۹	۰/۰/۵۹۹	۷/۱/۳۰	۳۳/۷۶	۲۵/۹۷	۷/۱/۳۰
بدون پخش	اوکالپیتوس	۰/۰/۳۶	۰/۰/۳۶	۰/۰/۳۶	۰/۰/۳۶	۱۲/۳/۹	۴/۰/۸۵	۳/۱/۴۲	۱۲/۳/۹
پخش سیلاپ	آتریپلکس	۰/۰/۵۹۵	۰/۰/۵۹۵	۰/۰/۵۹۵	۰/۰/۵۹۵	۷/۰/۸۴	۲۹/۶۹	۲۲/۸۴	۷/۰/۸۴
مرتع		۰/۰/۵۱۷	۰/۰/۵۱۷	۰/۰/۵۱۷	۰/۰/۵۱۷	۶/۱/۵۷	۳۸/۷۸	۲۹/۸۳	۶/۱/۵۷

**: با توجه به این که هر تن کربن معادل ۳/۶۷ تن دی‌اکسید کربن است و میزان مالیات بر کربن به ازای هر تن گاز دی‌اکسید کربن، معادل ۲۰۰ دلار در نظر گرفته شده است. ابتدا ارقام ستون ۵ را در ضریب ۳/۶۷ ضرب کرده تا میزان دی‌اکسید کربن معادل به دست آید، سپس اعداد به دست آمده در عدد ۲۰۰ ضرب شد تا ارزش زیستمحیطی کربن ذخیره شده بر حسب دلار به دست آید. براساس نرخ رسمی هر دلار، ۴۲۰۰۰ ریال، با ضرب اعداد به دست آمده در این عدد، ارقام ستون ۶ محاسبه و سپس بر حسب میلیارد ریال بیان گردید.

کاربری جنگل دست کاشت اوکالپیتوس در مقایسه با سایر کاربری‌ها در دو وضعیت با پخش سیلاپ و بدون پخش سیلاپ، بیشترین تأثیر را در افزایش درصد کربن آلتی (۱/۶۸) درصد) و میزان ذخیره‌ی کربن آلتی (۳۱/۴۲ مگا گرم در هکتار) و نیتروژن کل در خاک (۳۱/۴۲ مگا گرم در هکتار) داشته است. بنابراین می‌توان گفت کاشت درختان اوکالپیتوس در عرصه‌های پخش سیلاپ، باعث افزایش مقدار ماده‌ی آلتی و نیتروژن خاک از طریق اضافه نمودن شاخ و برگ، بقایای ریشه‌ی درختان، بقایای گیاهان رشد کرده در زیراشکوب درختان و به دنبال آن افزایش فعالیت جانوران خاکزی، قارچ‌ها و باکتری‌ها شده است. افزایش ۳۴ و ۲۴ برابری جمعیت کل باکتری‌ها، افزایش ۹/۸ و ۴/۲ برابری تعداد باکتری‌های نیتروزات به ترتیب در مکان‌هایی که اوکالپیتوس کاشته شده و مراتع طبیعی همراه با پخش سیلاپ و افزایش ۱/۷ برابری تعداد باکتری‌های نیتروزات در محل‌هایی که اوکالپیتوس کاشته شده و با پخش سیلاپ آبیاری می‌شوند در مقایسه با مراتع بدون پخش سیلاپ (شاهد) گزارش شده است (۵۹).

علاوه بر این، خاک زیر همه‌ی پوشش‌های بررسی شده مقادیر بالای نیتروژن را نشان می‌دهد (جدول ۵) که علت آن را به سازند آغازاری نسبت می‌دهند زیرا دشت گربایگان از این سازند تشکیل شده است. مقادیر غیر عادی بالای نیترات

یکی از دلایل تفاوت مقدار ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک زیر پوشش‌های آکاسیا، اوکالپیتوس، آتریپلکس و گیاهان مرتعد بررسی شده را می‌توان علاوه بر تفاوت در مقدار زیستوده تولیدی، به متفاوت بودن ترکیب شیمیایی بقایای این گیاهان نسبت داد. زیرا ترکیب شیمیایی (به عنوان مثال میزان کربن، لیگنین‌ها، نیتروژن و منگنز) بقایای روزمنی و زیرزمینی و ترشحات ریشه‌ای به طور قابل توجهی بین گونه‌های گیاهان متفاوت است و بر سیستمیک تجزیه‌ی مواد آلتی در مقیاس‌های زمانی از یک سال تا ده سال تأثیر می‌گذارد (۹۰۳۲،۴۲). معمولاً مقدار زیاد لیگنین منجر به تجمع مواد آلتی ذره‌ای (POM) در خاک شده (۰/۰ و سهم گیاه را در مواد آلتی خاک افزایش می‌دهد. مقدار منگنز موجود در لاشبرگ، تجزیه‌ی لیگنین را از طریق تشکیل پراکسیدازهای منگنز عامل اکسیداسیون لیگنین تحریک می‌کند (۶،۳۳).

مقدادر زیاد نیتروژن در لاشبرگ و بقایای گیاهان به طور کلی، میزان تجزیه‌ی اولیه آن‌ها را افزایش می‌دهد و منجر به تجمع بقایای میکروبی می‌شود که در خاک باقی می‌مانند. هم زمان، مقادیر بالای نیتروژن در باقی‌مانده‌های گیاهی، تجزیه‌ی خاص لیگنین‌ها را مهار می‌کند (۷،۲۳،۴۵) که احتمالاً به دلیل ترکیب مجدد نیتروژن با مولکول‌های لیگنین که تا حدی تجزیه شده‌اند (۷).

در برابر تجزیه‌ی میکروبی می‌توانند در ماندگاری مواد آلی ناشی از قارچ‌ها در خاک نقش داشته باشند (۲۷). قارچ‌های هیالین قارچ‌هایی هستند که بیشتر به شکل رشتای و با هیف‌های بی‌رنگ رشد می‌کنند ولی قارچ‌های ملانیزه، قارچ‌هایی هستند که حاوی رنگدانه ملانین می‌باشند. ملانین‌ها از پلیمریزه شدن ترکیبات فنی و یا ایندولی به وجود می‌آیند و رنگدانه‌های آبگریز، دارای بار منفی و با وزن مولکولی بالا هستند که عملکردهای متنوعی دارند. اما ویژگی‌های منحصر به فرد مولکولی ساختار این ترکیب است که آن را به یک مولکول بسیار پایدار و مقاوم در برابر انواع فرایندهای فیزیکوشیمیایی مخرب تبدیل می‌کند.

پژوهش‌های چندین ساله نشان می‌دهد که ترکیب شیمیایی مواد آلی و روودی ممکن است ماندگاری آن‌ها در خاک بیش از یک دهه را توضیح ندهد، اما بر چرخش کربن ذخیره شده، از سال به دهه تأثیر دارد. در مقیاس‌های طولانی‌تر، این ماندگاری بیشتر به شرایط محیطی بستگی دارد (۱،۲،۲۲،۳۰،۳۸،۴۶۵۹،۶۴).

با توجه به پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی ذخیره‌ی کربن بهوسیله‌ی گونه‌های گیاهی مختلف و خاک زیر پوشش آن‌ها و ذخیره‌ی عمدی کربن اتمسفری در خاک در مقایسه با اندام‌های هوایی و زیر زمینی گیاه، با شناخت زیست‌بوم‌ها و گونه‌های گیاهی که قابلیت بیشتری برای ذخیره‌ی کربن و نیتروژن در خاک دارند و هم‌چنین بررسی عوامل مدیریتی و کاربری اراضی که بر فرآیند ذخیره‌ی کربن تأثیر می‌گذارند، می‌توان اصلاح و احیای اراضی خشک و نیمه‌خشک که دارای محتوای مواد آلی و نیتروژن بسیار پایین هستند را از دیدگاه ذخیره‌ی کربن و نیتروژن دنبال کرد، زیرا این امر می‌تواند ضمن کمک به مدیریت حفاظت‌کمی و کیفی خاک و ورود به برنامه‌ی تجارت جهانی کربن، راهکاری مؤثر برای کاهش آلودگی هوا و اثرات منفی تعییر اقلیم باشد و در نهایت، زمینه‌ی توسعه‌ی پایدار را فراهم می‌آورد.

تشکر و قدردانی

این اثر، برگرفته از بخشی از نتایج پژوهشی تحقیقاتی خاص با عنوان "تعیین عوامل موثر بر ذخیره‌ی کربن آلی در خاک عرصه‌های پخش سیلاپ و عرصه‌های بدون پخش سیلاپ-ایستگاه کوثر" با شماره‌ی مصوب ۹۹۰۲۲۵-۰۶-۲۹۰-۵۰-۲۴ در پژوهشکدهی حفاظت خاک و آبخیزداری است. نویسندهان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی این پژوهشکده و همچنین، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس نهایت تشکر و قدردانی خود را اعلام نمایند.

و آمونیوم در سنگ‌های اصلی سازند آغازگاری به وسیله‌ی یزدیان و کوثر (۷۶) گزارش شده است. بنابراین فرض بر این است که مقداری از نیتروژن موجود در خاک این دشت، منشاء زمین‌شناسی داشته و از طریق سیلاپ به خاک اضافه می‌شود (۷۶). این پژوهشگران دریافتند که هر هکتار از اراضی دشت گرایانگان سالانه به ترتیب حدود ۶۸ کیلوگرم نیترات و حدود ۹۰ کیلوگرم آمونیوم از طریق پخش سیلاپ دریافت می‌کند.

نوع و شدت ارتباط‌های میکوریزی، بهمیزان زیادی بر سرنوشت مواد آلی در خاک تأثیر می‌گذارد (۱۷،۱۸). برای حفظ همزیستی، مقادیر قابل توجهی کربن از گیاهان ۲۵ تا ۶۳ درصد از بهره‌وری اولیه برای ایجاد شبکه‌ی میسلیوم و حفظ فعالیت متابولیکی مربوط به جذب مواد غذایی به قارچ‌های میکوریز جریان می‌یابد. مطالعات انجام شده با استفاده از کربن نشان‌دار و ایزوتوپ پایدار C^{14} هم انتقال خالص کربن بین گیاهان متصل به شبکه‌های میکوریز را نشان داده است، و این که کربن از هیف‌ها به درون خاک تراویش می‌کند و توسط جوامع میکروبی استفاده می‌شود. این تخصیص کربن زیرزمینی نشان‌دهنده‌ی یک محل ذخیره‌ی قابل توجه در زیست‌بوم‌ها است (حدود ۵۸ کیلوگرم کربن در هکتار) و بنابراین تأثیر زیادی بر ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک دارد. بخش قابل توجهی ممکن است وارد ذخیره‌ی کربن‌آلی خاک شود و نقشی اساسی در چرخه‌ی جهانی کربن بازی کند (۲۵).

ریشه‌های اشغال شده بهوسیله‌ی میکوریزهای بیرونی و همچنین هیف‌های هر دو قارچ میکوریز بیرونی و درونی، کندر از ریشه‌های غیر میکوریزی تجزیه می‌شوند (۳۷). هیف‌های میکوریزا می‌توانند یک محل ذخیره‌ی مهم کربن در طولانی‌مدت باشند. تصور می‌شود که بیشتر کربن ذخیره شده در بافت‌های میکوریزی کندر از کربن موجود در ریشه‌های ریز و لاشبیگ‌ها تجزیه می‌شوند که دلیل آن را وجود ترکیباتی مانند کیتین و ملانین در بافت این ریشه‌ها می‌دانند. گلومالین (یک ترکیب مشتق شده از قارچ‌های میکوریز آریوسکولار) نیز ممکن است در ترسیب کربن نقش داشته باشد. در مجموع، این ترکیبات می‌توانند تا ۲۵ درصد از بخش ماده‌ی آلی پایدار خاک را تشکیل دهند. آزمایش‌های انجام شده در شرایط CO_2 افزایش یافته، نشان می‌دهد که بخش بیشتری از کربن به سمت قارچ‌های میکوریزی هدایت می‌شود تا جذب مواد غذایی را هم‌زمان با افزایش فراوانی قارچ‌ها (و در نتیجه ورودی‌های کربن) و خاکدانه‌سازی (محافظت از کربن خاک) افزایش دهد (۲۵). علاوه بر این، هیف‌های میکوریزا از نظر ویژگی‌های مورفو‌لوجیکی (منتشر در مقابل ریزومورف) و بیوشیمیایی (هیالین در مقابل ملانیزه) متفاوت هستند (۲۶). ترکیبات ملانیزه به دلیل مقاومت بیشتر

منابع

1. Amelung, W., S. Brodowski, A. Sandhage Hofmann and R. Bol. 2008. Combining biomarker with stable isotope analysis for assessing the transformation and turnover of soil organic matter. *Adv. Agron.* 100: 155-250.
2. Andreetta, A., M.F. Dignac and S. Carnicelli. 2013. Biological and physico-chemical processes influence cutin and suberin biomarker distribution in two Mediterranean forest soil profiles. *Biogeochemistry*, 112: 41-58.
3. Azadi Rimaleh, A., S.M. Hojati, H. Jalilvand and H. Naghavi. 2014. Investigation on soil carbon sequestration and understory biodiversity of hard wood and soft wood plantations of Khoramabad city (Makhamalkoh site). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(4): 702-715 (In Persian).
4. Badgery, W.B., A.T. Simmons, B.M. Murphy, A. Rawson, K.O. Andersson, V.E. Lonergan and R. Van de Ven. 2013. Relationship between environmental and land-use variables on soil carbon levels at the regional scale in central New South Wales, Australia. *Soil Research*, 51: 645-656.
5. Badeian, Z. 2006. Relation between carbon stock and pH in the organic and mineral soil layers of a mixed forest of beech. A master thesis in faculty of natural forest, Tehran University, 69 pp (In Persian).
6. Berg, B. 2014. Decomposition patterns for foliar litter - a theory for influencing factors. *Soil Biol Biochem*, 78: 222-232.
7. Berg, B., M.P. Davey, A. De Marco, B. Emmett, M. Faituri, S.E. Hobbie, M.B. Johansson, C. Liu, C. McClaugherty, L. Norell, F.A. Rutigliano, L. Vesterdal and A.V. De Santo. 2010. Factors influencing limit values for pine needle litter decomposition: a synthesis for boreal and temperate pine forest systems. *Biogeochemistry*, 100: 57-73.
8. Berthrong, S.T., G. Pinheiro, E.G. Jobbagy and R.B. Jackson. 2012. Soil C and N changes with afforestation of grasslands across gradients of precipitation and plantation age. *Ecological Applications*, 22: 76-86.
9. Birouste, M., E. Kazakou, A. Blanchard and C. Roumet. 2012. Plant traits and decomposition: are the relationships for roots comparable to those for leaves. *Ann Bot*, 109: 463-472.
10. Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-Total. In: Page, A.L., Ed., *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 595-624.
11. Callesen, I., J. Liski, K. Raulund-Rasmussen, M.T. Olsson, L. Tau-Strand, L. Vesterdal and C.J. Westman. 2003. Soil carbon stores in Nordic well-drained forest soils—relationships with climate and texture class. *Global Change Biology*, 9: 358-370.
12. Carter, M.R. 2002. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Agronomy Journal*, 94: 38-47.
13. Chang, X.F., S.P. Wang, X.X. Zhu, S.J. Cui, C.Y. Luo, Z.H. Zhang and A. Wilkes. 2014. Impacts of management practices on soil organic carbon in degraded alpine meadows on the Tibetan Plateau. *Jour. Biogeosciences Discuss*, 11: 417-440.
14. Chapela, I.H., L.J. Osher, T.R. Horton and M.R. Henn. 2001. Ectomycorrhizal fungi introduced with exotic pine plantations induce soil carbon depletion. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 1733-1740.
15. Chen, X. and Q. Hu. 2004. Groundwater influences on soil moisture and surface evaporation. *Journal of Hydrology*, 297: 285-300.
16. Ciais, P., C. Sabine, G. Bala, L. Bopp, V. Brovkin, J. Canadell, A. Chhabra, R. DeFries, J. Galloway, M. Heimann, C. Jones, C. Le Quéré, R.B. Myneni, S. Piao and P. Thornton, 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
17. Clemmensen, K.E., A. Bahr, O. Ovaskainen, A. Dahlberg, A. Ekblad, H. Wallander, J. Stenlid, R.D. Finlay, D.A. Wardle and B.D. Lindahl. 2013. Roots and associated fungi drive long-term carbon sequestration in boreal forest. *Science*, 339: 1615-1618.
18. Clemmensen, K.E., R.D. Finlay, A. Dahlberg, J. Stenlid, D.A. Wardle and B.D. Lindahl. 2015. Carbon sequestration is related to mycorrhizal fungal community shifts during long-term succession in boreal forests. *New Phytol*, 205: 1525-1536.
19. Conant, R.T., K. Paustian and E.T. Elliott. 2001. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11: 343-355.
20. Cotrufo, M.F., J.L. Soong, A.J. Horton, E.E. Campbell, M. Haddix, D.H. Wall and A.J. Parton. 2015. Formation of soil organic matter via biochemical and physical pathways of litter mass loss. *Nat Geosci*, 8: 776-780.
21. Davidson, E. and I. Ackerman. 1993. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*, 20: 161-193.

22. Derrien, D., C. Marol, M. Balabane and J. Balesdent. 2006. The turnover of carbohydrates in a cultivated soil estimated by ^{13}C natural abundances. *Eur. J. Soil Sci.*, 57: 547-557.
23. Dignac, M.F., I. Kögel-Knabner, K. Michel, E. Matzner and H. Knicker. 2002. Chemistry of soil organic matter as related to C/N in Norway spruce forest (*Picea abies* (L) karst.) floors and mineral soils. *J Plant Nutr Soil Sci*, 165: 281-289.
24. Dinakaran, J. and N.S.R. Krishnayya. 2008. Variations in type of vegetal cover and heterogeneity of soil organic carbon in affecting sink capacity of tropical soils. *Current Science*, 94(9): 1144-1150.
25. Egerton-Warburton, L.M., J.I. Querejeta, M.F. Allen and S.L. Finkelman. 2005. Mycorrhizal Fungi, In: *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 533-542.
26. Fernandez, C.W. and P.G. Kennedy. 2015. Moving beyond the black-box: fungal traits, community structure, and carbon sequestration in forest soils. *New Phytol*, 205: 1378-1380.
27. Fernandez, C.W., J.A. Langley, S. Chapman, M.L. McCormack and R.T. Koide. 2016. The decomposition of ectomycorrhizal fungal necromass. *Soil Biol Biochem*, 93: 38-49.
28. Ghahari, G.R. 2019. Vegetation monitoring of Kowsar research aquifer management station, Annual report of research project, Annual Report for Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 55 pp (In Persian).
29. Gougulias, C., J.M. Clark and L.J. Shaw. 2014. The role of soil microbes in the global carbon cycle: tracking the below-ground microbial processing of plant-derived carbon for manipulating carbon dynamics in agricultural systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(12): 2362-2371.
30. Guo, J., B. Wang, G. Wang, Y. Wu and F. Cao. 2019. Afforestation and agroforestry enhance soil nutrient status and carbon sequestration capacity in eastern China. *Land Degradation and Development*, 31(3): 392-403.
31. Johnson, D.W. and P.S. Curtis. 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 140: 227-238.
32. Jones, D.L., C. Nguyen and R.D. Finlay. 2009. Carbon flow in the rhizosphere: carbon trading at the soil-root interface. *Plant and Soil*, 321: 5-33.
33. Keiluweit, M., P. Nico, M.E. Harmon, J. Mao, J. Pett-Ridge and M. Kleber. 2015. Long-term litter decomposition controlled by manganese redox cycling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112: 5253-5260.
34. Kowsar, S.A. 1992. Desertification control through floodwater spreading in Iran. *Unasylva*, 168(43): 27-30.
35. Laganière, J., D.A. Angers and D. Par. 2010. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 16: 439-453.
36. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123: 1-22.
37. Langley, J.A., S.K. Chapman and B.A. Hungate. 2006. Ectomycorrhizal colonization slows root decomposition: the post-mortem fungal legacy. *Ecol Lett*, 9: 955-959.
38. Lehmann, J. and M. Kleber. 2015. The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528: 60-68.
39. Lei, Z., D. Yu, F. Zhou, Y. Zhang, D. Yu, Y. Zhou and Y. Han. 2019. Changes in soil organic carbon and its influencing factors in the growth of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantation in Horqin Sandy Land, Northeast China. *Sci Rep*, 11;9(1): 16543
40. Li, D., S. Niu and Y. Luo. 2012. Global patterns of the dynamics of soil carbon and nitrogen stocks following afforestation: a meta-analysis. *New Phytologist*, 195: 172-181.
41. Liu, S.G., N. Bliss., E. Sundquist and T.G. Huntington. 2003. Modeling carbon dynamics in vegetation and soil under the impact of soil erosion and deposition. *Global Biogeochemical Cycles*, 17(2): 1074.
42. Machinet, G.E., I. Bertrand, Y. Barriere, B. Chabbert and S. Recous. 2011. Impact of plant cell wall network on biodegradation in soil: role of lignin composition and phenolic acids in roots from 16 maize genotypes. *Soil Biol Biochem*, 43: 1544-1552.
43. Mahmoudi Taleghani, E., G. Zahedi Amiri, E. Adeli and K. Sagheb Talebi. 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. *Iranian journal of Forests and Poplar Research*, 15(3): 241-252 (In Persian).
44. Mao, R., D. Zeng, Y. Hu, L. Li and D. Yang. 2010. Soil organic carbon and nitrogen stocks in an age-sequence of poplar stands planted on marginal agricultural land in Northeast China. *Plant and Soil*, 332: 277-287.
45. Martins, M.R. and D.A. Angers. 2015. Different plant types for different soil ecosystem services. *Geoderma*, 237-238: 266-269.
46. Mathieu, J.A., C. Hatté, J. Balesdent and E. Parent. 2015. Deep soil carbon dynamics are driven more by soil type than by climate: a worldwide meta-analysis of radiocarbon profiles. *Glob Chang Biol*, 21: 4278-4292.
47. Mc Lauchlan, K. 2006. The nature and longevity of agricultural impacts on soil carbon and nutrients: a review. *Ecosystems*, 9: 1364-1382.
48. Meersmans, J., B. Van Wesemael, F. De Ridder, M. Fallasdotto, S. Debaets and M. Vanmolle. 2009. Changes in organic carbon distribution with depth in agricultural soils in northern Belgium, 1960-2006. *Global Change Biology*, 15(11): 2739-2750.

49. Moslemi, S.M., S.Gh. Jalali, S.M. Hojjati and Y. Kooch. 2020. The effect of different forest types on soil properties and biodiversity of grassland cover and regeneration in central hyrcanian forests (Case Study: Seri-Alandan-Sari). *Ecology of Iranian Forests*, 7(4): 10-27 (In Persian).
50. Murty, D., M.U.F. Kirschbaum, R.E. Mc Murtrie and H. Mc Gilvray. 2002. Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. *Global Change Biology*, 8: 105-123.
51. Naderi, A., S.A. Kowsar and A.A. Sarafraz. 2000. Reclamation of a sandy desert through floodwater spreading. I. sediment induced changes in selected soil chemical and physical properties. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2: 9-20.
52. Nelson, D.W. and L.P. Sommers. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter, In: Page, A.L. (ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 2*, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America Journal, 9: 537-579.
53. Nobakht, E., M.R. Pourmajidian, S. Hodjati and A. Fallah. 2010. Comparison of carbon sequestration in the pure plantations of conifer and broadleaves (Case study: plantation plan of Dehmian, Mazandran). 11 pp (In Persian).
54. Pan, G., H. Lu, L. Li, J. Zheng, X. Zhang, K. Cheng, X. Liu and Z.J. Bian Rongjun. 2015. Soil Carbon Sequestration with Bioactivity: A New Emerging Frontier for Sustainable Soil Management. *Advances in Earth Science*, 30(8): 940-951.
55. Parvizi, Y. and M. Goji. 2013. The effect of rainfed management factors on soil organic carbon in the Merk basin of Kermanshah. *Journal of Land Management*, 1(1): 81-89 (In Persian).
56. Post, W.M. and K.C. Kwon. 2000. Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6: 317-327.
57. Ren, L., H. Wang, G. Ding, G. Gao and X. Yang. 2012. Effects of *Pinus tabulaeformis* Carr. plantation density on soil organic carbon and nutrients characteristics in rocky mountain area of northern China. *Arid Land Geography*, 35: 456-464.
58. Rivers, N. 2014. The Case for a carbon tax in Canada, Canada 2020. Article available at <http://canada2020.ca/canada-carbon-tax/>.
59. Rousta, M.J. 2007. Study of bacterial population in different land uses of soil and flood spreading. *Iranian Journal of Soil and Water Sciences*, 21(1): 121-128 (In Persian).
60. Sadeghi, A., A. Salehi and S.A Mousavi Koupar. 2015. Effect of poplar monoculture and poplar with peanut as an agroforestry cultivation on soil chemical properties. *Ecology of Iranian Forests*, 3(6): 28-35 (In Persian).
61. Sanderman, J. and J.A. Baldock. 2010. Accounting for soil carbon sequestration in national inventories: a soil scientist's perspective. *Environmental Research Letters*, 5(3): 1-21.
62. Schimel, D.S., B.H. Braswell, E.A. Holland, R. Mc Keown, D.S. Ojima, T.H. Painter, W.J. Parton and A.R. Townsend. 1994. Climatic, edaphic, and biotic controls over storage and turnover of carbon in soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 8(3): 279-293.
63. Schlesinger, W.H. and E.S. Bernhardt. 2013. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change* (3rd edn). Academic Press, Elsevier, New York.
64. Schmidt, M.W.I., M.S. Torn, S. Abiven, T. Dittmar, G. Guggenberger, I.A. Janssens, M. Kleber, I. Kögel-Knabner, J. Lehmann, M. Manning, P. Nannipieri, D.P. Rasse, S. Weiner and S.E. Trumbore. 2011. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478: 49-56.
65. Shabanian, N., M. Heydari and M. Zeinivandzadeh. 2010. Effect of afforestation with broad leaved and conifer species on herbaceous diversity and some physico-chemical properties of soil (Case study: Dushan afforestation-Sanandaj). *Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 437-446 (In Persian).
66. Shen, H., W. Zhang, X. Yang, X. Liu, J. Cao, X. Zeng, X. Zhao, X. Chen and W. Zhang. 2014. Carbon storage capacity of different plantation types under sandstorm source control program in Hebei Province, China. *Chinese Geographical Science*, 24: 454-460.
67. Shi, J. and L. Cui. 2010. Soil carbon change and its affecting factors following afforestation in China. *Landscape and Urban Planning*, 98: 75-85.
68. Snyder, C.S., T.W. Bruulsema, T.L. Jensen and P.E. Fixen. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133: 247-266.
69. Thevenot, M., M.F. Dignac and C. Rumpel. 2010. Fate of lignins in soil: a review. *Soil Biol Biochem*, 42: 1200-1211.
70. UNDP. 2000. Carbon sequestration in the decertified rangelands of Hossein Abad, through community based management, program coordination, pp: 1-7.
71. Varamesh, S., S.M. Hosseini, N. Abdi and M. Akbarinia. 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. *Iranian Journal of Forest*, 2(1): 25-35 (In Persian).
72. Walter, K., A. Don and H. Flessa. 2015. No general soil carbon sequestration under Central European short rotation coppices. *Global Change Biology Bioenergy*, 7: 727-740.

73. Wang, Sh., X. Wang and Zh. Ouyang. 2012. Effects of land use, climate, topography and soil properties on regional soil organic carbon and total nitrogen in the upstream watershed of Miyun Reservoir, North China. *Journal of Environmental Sciences*, 24(3): 387-395.
74. Wang, X., C. Wang and Y. Han. 2015. Effects of tree species on soil organic carbon density: A common garden experiment of five temperate tree species. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 39: 1033-1043.
75. Yang, Y., A. Mohammat, J. Feng, R. Zhou and J. Fang. 2007. Storage, patterns and environmental controls of soil organic carbon in China. *Biogeochemistry*, 84: 131-141.
76. Yazdian, A.R. and S.A. Kowsar. 2003. The Agha Jari Formation: A potential source of ammonium and nitrate nitrogen fertilizers. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 5: 153-163.
77. Zarafshar, M., M.J. Rousta, M. Matinizadeh, S.K. Bordbar, K. Enayati, Y. Kooch, M. Nehgahdar Saber and A. Abbasi. 2020. Comparison of carbon and nitrogen sequestration in soils under plantations, natural forest, and agricultural farm land uses in Arjan Plain in the Fars Province. *Ecology of Iranian Forest*, 8(16): 165-172 (In Persian).
78. Zhao, W., Z.M. Hu, H. Yang, L.M. Zhang, Q. Guo, Z.Y. Wu, D.Y. Liu and Sh.G. Li. 2016. Carbon density characteristics of sparse *Ulmus pumila* forest and *Populus simonii* plantation in Onqin Daga Sandy Land and their relationships with stand age. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 40(4): 318-326.
79. Zhao, X., X. Sun, X. Kang and H. Wang. 2012. Dynamics of soil organic carbon and total nitrogen contents in short-rotation triploid *Populus tomentosa* plantations. *Acta Ecologica Sinica*, 32: 4714-4721.

Comparison of Soil Carbon and Nitrogen Stocks in Gareh-Bygone Plain of Fasa in Fields with and without Flood Spreading

Mohammad Javad Rousta¹, Seyed Masoud SoleimaniPour², Maryam Enayati³ and Mojtaba Pakprvar⁴

1- Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran, (Corresponding Author: m.roosta@areeo.ac.ir)

2 and 4- Assistant professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

3- M.Sc. Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Received: 31 Junuary, 2021 Accepted: 7 April, 2021

Extended Abstract

Introduction and objective: Land use change is a major factor in changes in soil organic carbon and nitrogen storage and the global carbon cycle. The aim of this study was to investigate the changes in soil organic carbon and nitrogen storage after afforestation and rangeland cultivation along with flood spreading.

Material and Methods: This investigation was carried out on the sandy lands of Gareh-Bygone Plain of Fasa located at southeastern of Fars province. A total of 45 soil composite samples were collected from Acacia, Eucalyptus, Atriplex and Planted Range from a depth of 0-30 cm in two conditions with and without flood spreading. The organic carbon and the total nitrogen content were measured in laboratory. Then, the amount of carbon and nitrogen storage was calculated and their economic value was determined by carbon tax method. The data were analyzed using SAS software as a factorial experiment in a completely randomized block design and the means were compared with Duncan's test at $p<0.05$.

Results: The results showed that the effect of flood spreading on the percentage of organic carbon and the amount of organic carbon storage in the soil was significant at the $p<0.01$, not significant on the percentage of the total nitrogen, but its effect on the amount of nitrogen storage at the $p<0.05$ was significant. The effect of land use (vegetation type) on all these indices were significant at the $p<0.01$. The interaction effect of flood spreading and land use on the percentage of organic carbon and soil nitrogen storage at the $p<0.01$ was significant, but its effect on the amount of carbon storage and the percentage of total nitrogen was not significant. The amount of organic carbon storage in the soils of Acacia, Eucalyptus, Atriplex and Range, from 10.23, 22.49, 12.3 and 6.21 Mg/ha in conditions without flood spreading, respectively, increased to 23.14, 40.23, 24.12 and 13.96 Mg/ha in flood spreading conditions. The spread of floods on these land uses increased the economic value of carbon and nitrogen storage equal to 53.59, 48.00, 75.46 and 43.52 percent, respectively.

Conclusion: On average, flood spreading increased the economic value of total carbon and nitrogen storage in the soil equal to 54.31%.

Keywords: Carbon storage, Eucalyptus, Flood spreading, Gareh Bygone Plain, Nitrogen storage