مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و شش، شماره یک، فروردین ماه ۱۴۰۳ (۸۴-۷۵)

مقایسه میزان ترسیب کربن خاک در کاربری‌های مختلف

(مطالعه موردی: حوزه شهری شهرستان بهشهر)

کبریا جعفری [۱]

مرضیه علی خواه اصل [۲*]

alikhahasl@pnu.ac.ir

یحیی کوچ [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۱۵**

چکیده

زمینه و هدف: افزایش غلظت گازهای گلخانه ای در سال‌های اخیر منجر به افزایش گرمای جهانی و تغییرات اقلیمی شده است. ساده‌ترین راهکار برای کاهش سطح این گاز فرآیند ترسیب کربن است. طی این فرآیند، کربن در بخش‌های مختلف اکوسیستم‌ها ذخیره می‌شود که مهم‌ترین این بخش‌ها، خاک است. هدف از این پژوهش ارزیابی میزان ترسیب کربن خاک در کاربری‌های زراعت گندم، باغ مرکبات و مرتع در حوزه شهری بهشهر می‌باشد.

روش بررسی: در این تحقیق، نمونه‌برداری خاک در ده نقطه در هر یک از کاربری‌ها تا عمق ۳۰سانتی‌متری با استفاده از روش تصادفی سیستماتیک انجام شد. بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، رطوبت، کربن آلی، نیتروژن در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. برای بررسی تفاوت یا عدم تفاوت میزان ترسیب کربن و مشخصه‌های مختلف خاک در کاربری‌های مختلف، از آزمون تجزیه واریانس و برای بررسی ارتباط بین میزان ترسیب کربن با مشخصه های مختلف خاک از همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان داد، به‌طور متوسط میزان ترسیب کربن در کاربری باغ مرکبات ۰/۵۴ تن در هکتار، زراعت گندم ۰/۳۶ تن در هکتار و مرتع ۰/۵۱ تن در هکتار می‌باشد. در نتیجه بین کاربری‌های مورد بررسی، کاربری باغی در اولویت اول و کاربری‌های مرتع و زراعت گندم در اولویت‌های بعد قرار گرفتند. همبستگی پیرسون نیز نشان داد از بین پارامترهای مورد بررسی، مشخصه نیتروژن بر تغییرپذیری میزان ترسیب کربن خاک موثرتر بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این پژوهش، کاربری‌های مختلف اثر متفاوتی بر میزان انباشتگی ترسیب کربن خاک دارد که در جهت مدیریت اراضی واقع در شمال کشور می بایست مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، مرتع، باغی مرکبات، زراعت گندم.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته محیط زیست (گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین)، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲- استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس نور، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 26, No. 1, April, 2024

Comparison of carbon sequestration in different land uses
(Case Study: Some part of catchment of Behshahr)

Kebriya Jafari [1]
Marzieh Alikhah-Asl [2] *
alikhahasl@pnu.ac.ir
Yahya Kooch [3]

Admission Date: April 3, 2024 Date Received: February 28, 2024

Abstract

Background and Objective: In recent years, increasing of greenhouse gases results in global warming and climate changes. Carbon sequestration is a result of carbon capturing in different parts of ecosystems, particularly in soil. The purpose of the present study is evaluation of carbon sequestration potential in wheat field, citrus garden and grassland in urban district of Behshahr.

Material and Methodology: The soil samples were collected from ten different points for each land use. They were randomly taken from a depth of 30 cm using systematic random sampling. Texture, apparent specific density, acidity, humidity, organic carbon and nitrogen of the soil were measured in laboratoty. The analysis of variance of soil properties indicates significant difference in studied land uses regarding to carbon sequestration.

Findings: The results showed that the average carbon sequestration in wheat field, citrus garden and grassland were 36% (Ton/Ha), 54% (Ton/Ha), 51%(Ton/Ha) , respectively. Totally, citrus garden had the highest carbon sequestration among studied land uses. Grassland and wheat field were ranked in second and third places, respectively. Via Pearson product-moment correlation, it was revealed that among all analyzed parameters, nitrogen had the most effect on soil carbon sequestration.

Discussion and Conclusion: The results of the present study show how land use effects on soil carbon sequestration, hence considering these results is necessary for Lands Management in North of Iran.

Keywords: Land use, Citrus garden, Grassland, Wheat field.

1- M.S. student, Environmental field (trend: assessment and land use planning), Payame Noor university, Branch of Tehran-Shargh, Iran.
2- Assistant professor, Department of Agriculture and Natural Resources, Payame Noor University, Tehran, Iran.*(*Corresponding Authur*)
3- Assistant professor of forestry, Natural resources faculty, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

مقدمه

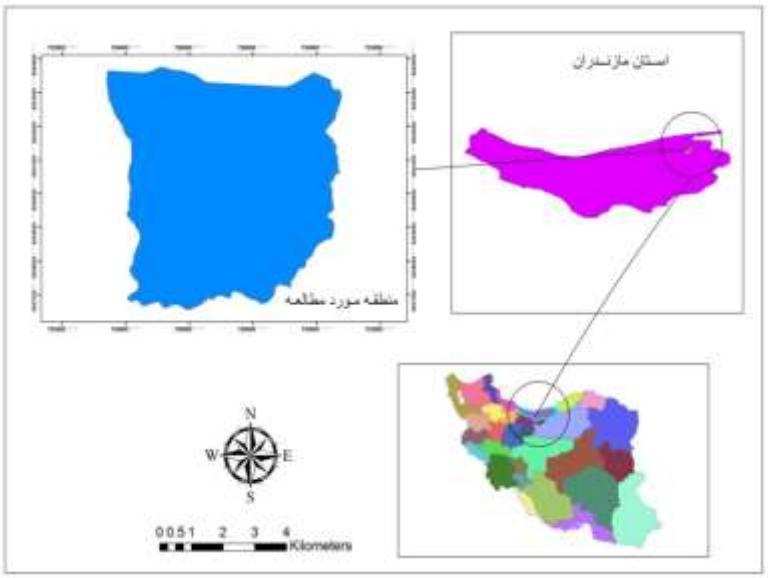
یکی از مهم ترین عوامل ایجاد گرمایش جهانی پدیده انتشار غیرمجاز گازهای گلخانه ای است (۱). اگر روند کنونی انتشار دی اکسید کربن ادامه یابد، در سال ۲۱۰۰ میلادی دمای هوا ۱/۴ تا ۵/۸ درجه سانتی گراد نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش خواهد یافت (2). ترسیب کربن در خاک به عنوان یک راه حل ممکن برای کاهش تغییرات آب و هوایی شناخته شده است (۳) و یک شاخص کلیدی پایداری محیطی است. بنابراین، تخمین ترسیب کربن و کربن خاک برای تصمیمات مبتنی بر شواهد مهم است و ارائه کمی سازی ترسیب کربن و کربن خاک، تحت تأثیر تغییرات کاربری زمین در پرداختن به آب و هوا توجه زیادی را به خود جلب کرده است (۴). در نتیجه به عنوان یکی از خدمات اکوسیستم، اجزای حیاتی برای توسعه پایدار به شمار می آید (۵). کربن آلی خاک بزرگترین مخزن کربن در اکوسیستم های زمینی است (۶) و برای تثبیت ساختار خاک، حفظ مواد مغذی گیاه، ظرفیت نگهداری آب و تنظیم آب و هوا بسیار مهم است (۷). در واقع، در طول دو قرن گذشته، تغییرات آب و هوایی و همچنین عوامل ناشی از فعالیتهای انسانی مانند تغییرات کاربری زمین، فعالیت های کشاورزی فشرده، و فرسایش خاک منجر به کاهش قابل توجه کربن آلی در خاک شده است (۸،۹،۱۰). افزایش ترسیب کربن معادل افزایش تولید، بهبود حاصل‌خیزی اراضی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، حفاظت آب و خاک و جلوگیری از فرسایش آبی و بادی در اراضی است. به‌همین سبب ترسیب کربن می‌تواند به‌عنوان منفعت و سود اضافی حاصل از فعالیت‌ها و عملیات احیاء اراضی تخریب شده مطرح گردد (۱۱). درک اثر کاربری اراضی بر تنوع پوشش گیاهی و درختی و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک و رابطه این متغیرها، برای مدیریت پایدار تنوع زیستی ضروری است(۱۲). براساس گزارشها، تبدیل بومسازگانهای طبیعی مانند جنگل و مرتع به کشاورزی مدیریت شده منجر به کاهش ۱۰ تا ۵۹ درصدی ذخایر کربن خاک میشود، درحالیکه محصولات زراعی با کشت گیاهان مرتعی و پوشش چوبی باعث افزایش کربن آلی خاک میشود (۱۳). در یک تحقیق Bastin, Et al (۲۰۱۹)(۱۴) و IPCC (۲۰۱۹) (۱۵) جنگل ها را تنها و بزرگترین منبع کربن زمین دانستند و بیان کردند که جنگلها، سهم قابل توجهی در چرخه جهانی کربن (C) دارند. آنها با ترسیب کربن در زیست توده و خاک، نقش اساسی در کاهش تغییرات آب و هوا دارند. در یک بررسی Gutierrez, Et al (۲۰۲۳) (۱۶) نشان داد که کاهش ترسیب کربن خاک در زمینهای کشاورزی به شدت تحت تأثیر دمای گرمتر و محتوای خاک رس قرار گرفت. ذخیره اولیه ترسیب کربن از ۱۰ تا ۱۸۱ میلی گرم در هکتار در مناطق مختلف کشور متغیر بود. پیش‌بینی‌ها کاهش ترسیب کربن را ۸،۱ میلی‌گرم در هکتار برای اراضی کشاورزی با کشت معمول و ۶ میلی‌گرم در هکتار در هکتار پس از پذیرش تغییر تناوب محصول نشان دادند و تناوب زراعی پیشنهادی برای اقدام کاهشی در برابر تأثیر منفی تغییرات آب و هوایی بر تجمع ترسیب کربن، به ویژه در خاک‌های شنی با تراکم دام بالا تبدیل شد. حوزه های آبخیز به عنوان بزرگ‌ترین واحدهای فیزیکی و توپوگرافیک منطقه محسوب می‌شوند که در برگیرنده اشکال مختلف کاربری‌ها از جمله مرتع، زراعت، باغ و... هستند و خاک به عنوان یکی از اجزای اصلی این کاربری ها مطرح و به لحاظ میزان ذخیره کربن حایز اهمیت است. لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی میزان ترسیب کربن خاک در کاربری های زراعت گندم، باغی مرکبات و مرتع در حوزه شهری شهرستان بهشهر بر اساس مشخصه های مختلف خاک می باشد که بر توان ترسیب کربن خاک موثر است. نتایج این تحقیق می تواند به منظور مدیریت صحیح اراضی و شناسایی کاربری های مناسب با قابلیت بالای ترسیب کربن خاک مدنظر قرار گیرد.

مواد و روش ها

منطقه موردمطالعه:

منطقه مورد بررسی در این پژوهش حوزه شهری بهشهر در استان مازندران می‌باشد که از مساحتی حدود ۴۱۲۰ هکتار برخوردار می‌باشد. بین طول‌های جغرافیایی "۲۳ ´۳۰ ˚ ۵۳ تا "۵۴ ´۳۵ ˚ ۵۳ و عرض جغرافیایی "۳۹ ´۳۷ ˚ ۳۶ تا "۰۵ ´۴۲ ˚ ۳۶ قرار دارد. حداقل ارتفاع ۱۱ و حداکثر ارتفاع ۸۵۵ متر از سطح دریا

می‌باشد. عمده شیب منطقه ۱۵ تا ۳۰ درصد، بارندگی سالانه حدود ۶۰۰ میلی متر و جهت باد شمال غربی _ جنوب شرقی می‌باشد. منشا خاک محدوده مورد مطالعه براساس نقشه سازمان زمین شناسی از سنگ‌های آهکی، دولومیت، آهک دولومیتی در نقاطی لایه نازک مارن می باشد. بافت خاک عمدتا کمی سنگین Clay loam تا سنگین Clay و بسیار سنگین Silty Clay می باشد. کاربری مرتع با مساحت ۳۳۷/۶۰ هکتار و پوشش مرتعی منطقه شامل گونه های: *Poa annua*، *Lolium temulentum*، *Cortaderia selloana*، *Trifolium resupinatum* می باشد. کاربری باغی با مساحت ۳۹۰/۸۰ هکتار و دارای گونه غالب باغ مرکبات *Citrus sinensis* و کاربری زراعت گندم با مساحت ۳۳۸/۷۶ هکتار که گونه زراعی غالب *Triticum monococcum* را دارا هستند (۱۷).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه، استان مازندران- ایران

Figure 1. Study area, Mazandaran province- Iran

نمونه گیری از خاک

به منظور انجام این تحقیق بخش همگنی از هر کاربری نمونه-برداری شد. پس از بازدیدهای مقدماتی در کاربری ها مساحت ۲/۵ هکتار(۲۵۰ متر× ۱۰۰ متر) از هر یک از کاربری ها مدنظر قرار گرفت. به منظور برداشت نمونه های خاک، از روش تصادفی-سیستماتیک استفاده شد، بدین صورت که در داخل هر یک از کاربری‌های مورد بررسی پنج ترانسکت به‌صورت موازی قرار گرفت که در امتداد هر ترانسکت ۲ پروفیل خاک‌برداری شد. فواصل بین ترانسکت و پروفیل های خاک ۵۰ متر ×۵۰ متر در نظر گرفته شد. در مجموع در هر یک از کاربری ها ۱۰ پروفیل خاک از عمق ۳۰ سانتی متری و در سطح ۵۰ سانتی متر* ۵۰ سانتی متر گودبرداری شد و به منظور کاهش هزینه های آزمایشگاهی، نمونه‌های خاک برداشت شده از هر ترانسکت با یکدیگر مخلوط گشته و یک نمونه خاک از هر ترانسکت به آزمایشگاه منتقل گردید که مجموعا ۵ نمونه از هر کاربری به آزمایشگاه انتقال یافت. در هر حال به منظور کاهش اثرات مرزی، حاشیه کاربری ها برای نمونه‌برداری در نظر گرفته نشد و نمونه برداری‌ها به بخش مرکزی هر کاربری متمایل بودند.

تجزیه آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک به منظور تعیین میزان مشخصه های فیزیکی و شیمیایی خاک در هر کاربری و بررسی ارتباط و یا عدم ارتباط این مشخصه ها با میزان ترسیب کربن خاک مورد تجزیه و آزمایش قرار گرفتند. نمونه خاک در فضای باز پخش و بعد از خشک شدن، خاک حاصله خرد و از الک دو میلی متری عبور

داده شد. بافت خاک با استفاده از روش دانسیمتری بایکاس برای تعیین درصد ذرات سیلت، شن و رس، وزن مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر، اسیدیته خاک به روش پتانسیومتری از طریق دستگاه PH متر الکتریکی، رطوبت خاک به روش توزین، نیتروژن خاک از روش کجدال و کربن آلی خاک به روش والکی بلاک اندازه‌گیری شد (۱۸).

میزان ترسیب کربن خاک (گرم بر متر مربع) نیز با استفاده از معادله $OC= 10000 \times \%OC \times BD \times E$ محاسبه گردید که در این معادله OC میزان کربن آلی بر حسب گرم بر متر مربع، %OC درصد کربن آلی اندازه گیری شده، BD وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و E عمق نمونه برداری خاک بر حسب سانتی متر می باشد (۱۹).

تجزیه وتحلیل آماری

داده‌ها در نرم افزار اکسل به عنوان بانک اطلاعات، ذخیره شد. سپس به منظور تجزیه و تحلیل و همچنین مقایسه داده ها، ابتدا نرمال بودن داده ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون تست شد. سپس به منظور بررسی معنی داری یا عدم معنی داری مقادیر میزان ترسیب کربن و مشخصه های مختلف خاک در ارتباط با کاربری‌های مختلف، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده گردید. آزمون دانکن نیز به منظور مقایسه چندگانه میانگین میزان کربن به کار گرفته شد. در نهایت به منظور بررسی ارتباط بین میزان ترسیب کربن و مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از همبستگی پیرسون استفاده شد تا مشخص شود کدام یک از مشخصه های فیزیکی و شیمیایی خاک بیش‌ترین سهم را بر ترسیب کربن خاک دارند. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری در بسته نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفته است.

نتایج

ترسیب کربن

پس از اندازه گیری مقادیر مشخصه های درصد کربن و جرم مخصوص ظاهری، مقادیر ترسیب کربن خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی متری در کاربری های باغی، مرتع و زراعت گندم محاسبه گردید. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که میزان ترسیب کربن خاک در کاربری باغی ۰/۵۴ تن در هکتار، در کاربری گندمزار ۰/۳۶ تن در هکتار است در حالی که در کاربری مرتع ۰/۵۱ تن در هکتار برآورد گردید (جدول۱).

جدول ۱- میانگین میزان کربن آلی و ترسیب کربن در کاربری‌ها

Table 1. Average of carbon sequestration and organic carbon in different land uses

کاربری ها	تراکم کربن (C) ٪	ترسیب کربن Kg/m^2	ترسیب کربن Ton/ha
باغ	۱/۲۸	۵۴۵/۶۸	۰/۵۴
مرتع	۱/۰۷	۵۱۷/۹۵	۰/۵۱
زراعت گندم	۰/۸۳	۳۶۱/۷۳	۰/۳۶

مشخصه های خاک

تجزیه واریانس یک طرفه برای صفات اندازه‌گیری شده شامل صفات: درصد رس، ماسه و لای، مقدار pH و رطوبت خاک، وزن مخصوص ظاهری، کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن و میزان ترسیب کربن خاک در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری انجام گرفته است. مقادیر مشخصه های خاک حاکی از آن است که در کاربری‌های مختلف، از نظر مشخصه های فیزیکی و شیمیایی خاک، به‌جز نسبت کربن به نیتروژن، تفاوت معنی‌داری وجود داشت که نشان‌دهنده این است که کاربری‌ها تاثیرات متفاوتی برخاک دارند (جدول۲ و۳). از آزمون دانکن برای مقایسه چندگانه میانگین مشخصه ترسیب کربن خاک استفاده شد که نشان داد باغ مرکبات در یک گروه، مرتع در دو گروه و گندمزار در یک گروه مجزا قرار گرفتند (نمودار ۱).

جدول ۲- میانگین مشخصه های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف

Table 2. Average of physical and chemical properties of the soil in different land uses.

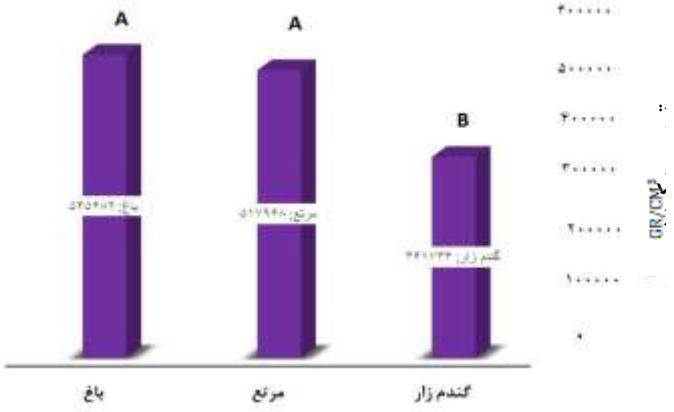
محل نمونه‌برداری	ماسه	لای	رس	PH	رطوبت خاک	نیتروژن	C/N
باغ	۲۸	۴۳	۲۹	۷/۵۳	۲۹	۰/۱	۱۲/۹۹
مرتع	۴۳	۳۹	۱۸	۷/۶۶	۲۲	۰/۰۸	۱۳/۹۲
زراعت گندم	۳۸/۸	۳۸	۲۳/۲	۷/۶۲	۲۴	۰/۰۷	۱۱/۹۷

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مشخصه های خاک در کاربری ها

Table 3. Results of variance analysis of soil's properties in different land uses.

مشخصه خاک	F	معنی‌داری	مشخصه خاک	F	معنی‌داری
جرم مخصوص ظاهری	۳۱/۶۶	۰/۰۰۰*	PH	۱۲۹/۲۶۴	۰/۰۰۰*
ماسه	۷۰/۷۲۴	۰/۰۰۰*	کربن	۷/۳۰۴	۰/۰۰۰*
سیلت	۱۲/۳۵۳	۰/۰۰۱*	نیتروژن	۲۶۶/۵۲۵	۰/۰۰۰*
رس	۱۲۲/۷۵۷	۰/۰۰۰*	نسبت کربن به نیتروژن	۱/۲۶۳	۰/۳۱۸ns
رطوبت خاک	۷/۹۵۹	۰/۰۰۶*	ترسیب کربن	۴۷/۲۰۵	۰/۰۰۰*

*: معنی‌داری در سطح ۵٪ و ns عدم معنی داری می باشد.



شکل ۲- میانگین مشخصه ترسیب کربن در کاربری‌های مختلف مورد مطالعه

Figure 2. Average of carbon sequestration in different land uses.

همچنین برای برآورد همبستگی بین ترسیب کربن خاک با فاکتورهای مورد آزمایش از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد که با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون پیرسون، مشخص شد که بین ترسیب کربن خاک با میزان نیتروژن و کربن همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴).

جدول ۴- همبستگی مشخصه ترسیب کربن با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 4. Correlation of carbon sequestration with soil's physical and chemical parameters.

	رطوبت خاک	PH	نیتروژن	کربن	ماسه	سیلت	رس
مقدار همبستگی	۰/۲۶۶	-۰/۱۱۴	۰/۰۱۵	۰/۹۴۰	-۰/۲۸۷	۰/۴۷۱	۰/۱۴۱
معنی داری	۰/۳۳۷	۰/۶۸۶	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۳۰۰	۰/۰۷۷	۰/۶۱۶

* : معنی داری در سطح ۵٪ می باشد.

برآورد و مقایسه مقدار ترسیب کربن کل در سطح حوزه

نتایج برآورد میزان کل ترسیب کربن خاک در سطح حوزه شهری شهرستان بهشهر حاصل از اعمال مقدار ترسیب کربن در هر هکتار از کاربری حوزه مورد مطالعه و در مساحت کل آن در جدول (۵) نمایش داده شده است.

جدول ۵- میزان ترسیب کربن در هر کاربری

Table 5. Carbon sequestration in different land uses.

نوع کاربری	مساحت به هکتار	میزان ترسیب کربن (تن/ کل مساحت هر کاربری)
باغ	۳۹۰/۸۰	۲۱۲/۹۸
مرتع	۳۳۷/۶۰	۱۷۲/۱۷
گندم زار	۳۳۸/۷۶	۱۲۲/۵۳

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش انجام شده در زمینه کاربری مرتع و کاربری های کشاورزی، مقادیر ترسیب کربن متفاوتی را نشان داده است. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که میزان ترسیب کربن در کاربری باغی کمی بیش‌تر از کاربری مرتع است و به ترتیب مرتع و کاربری زراعت گندم در اولویت‌های بعدی قرار دارند. روند کاهش مقدار مشخصه ترسیب کربن از کاربری باغی به مرتع و زراعت گندم می تواند نشان‌دهنده تاثیر چوبی بودن درختان در کاربری باغی و تفاوت‌های فیزیولوژیکی ایجاد شده در آنها بر افزایش ترسیب کربن به خاک باشد (۲۰). با توجه به دلیل ذکر شده، Alidoust, Et al (۲۰۱۸) (3) نیز به نتیجه مشابهی دست یافتندکه نشان داد میزان ترسیب کربن در مرتع، جنگل، زمین های کشاورزی دیم و آبی به ترتیب ۱۰/۳، ۲۰/۲، ۹/۲و ۱۰/۱ گرم در کیلوگرم بود. میزان ترسیب کربن در خاک جنگل به طور قابل توجهی بیشتر از سایر کاربری ها بود و هر گونه کاهش در مساحت جنگل منجر به کاهش ذخایر کربن ترسیب شده می شود. فرهادی فر و همکاران درسال (۲۰۱۹) (۲۱) در کجور نوشهر نشان دادند که کل کربن ترسیب شده در رویشگاه جنگلی (۱۰۴۲۰۸۸ کیلوگرم در هکتار)، علفزار (۷/۲۹۶۵۱ کیلوگرم در هکتار) و بوته زار (۷/۲۳۷۴۶۶ کیلوگرم در هکتار) بود. ترسیب کربن خاک در رویشگاه جنگلی بیشتر از علفزار و بوته زار بوده است. و نیز، پهلوان یلی و همکاران در سال (۲۰۱۶) (۲۲) به نتایج مشابهی دست یافتند که مقدار ترسیب کربن خاک در باغ مرکبات بیش‌تر از زراعت بوده است با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر می‌توان این طور بیان کرد که تغییر کاربری مرتع و گندم‌زار به کاربری باغی در این حوزه باعث افزایش میزان ترسیب کربن خاک می شود و تغییر کاربری از مرتع به گندم‌زار نیز باعث کاهش میزان ترسیب کربن می گردد. دلیل این نتایج را می توان این‌طور بیان کرد که، کاربری باغ مرکبات به دلیل دایمی بودن برگ درختان، تجمع بیش‌تر لاشبرگ در سطح خاک و کود دهی خاک دارای ترسیب کربن خاک بیش‌تری می باشد.

از طرفی میزان کاهش ترسیب کربن در زمینهای زراعی گندم را می توان به دلیل شخم زدن زمین هنگام کشت بیان کرد، که این امر مانع ذخیره ترسیب کربن در خاک این نوع کاربری‌ها می باشد که هم راستا با نتایج تحقیقات صورت گرفته در ایران و جهان میباشد، که بیان‌گر آن است که اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی درمناطق مختلف متقاوت است همان‌طور که Larionova, Et al. در سال ۲۰۰۲ (۲۳) طی تحقیقاتی بیان نموده است که لخت بودن و در معرض قرار گرفتن خاک، میزان کاهش و از دست رفتن مقادیر کربن آلی (به علت ایجاد فرسایش، آبشویی کربن آلی غیر حل شده) را تسریع می بخشد. در تحقیق مشابه دیگری Puget & Lal، (۲۰۰۵) (۲۴) نیز ثابت کردند که شخم کامل باعث تلفات زیادی در کربن آلی خاک است. همچنین، تفاوت در اختلاف موجود، ناشی از تفاوت در نوع اکوسیستم و به بیان دیگر اختلاف در نوع گونه های گیاهی است زیرا توان ترسیب کربن بر حسب نوع گونه گیاهی، مکان و شیوه مدیریتی متفاوت است (۲۵). کوچ و همکاران (۲۰۲۳) (۲۶) نیز نشان دادند که بیشترین میزان کربن آلی و همچنین توانایی ترسیب کربن در رویشگاههای جنگلی و به ویژه جنگل طبیعی مشاهده شد و کمترین کربن ترسیب شده متعلق به کاربری کشاورزی بود. در پژوهش حاضر، برآوردها در کل این ۳ کاربری در حوزه شهری بهشهر نشان دادند این کاربری ها در حوزه، پتانسیلی برابر با ۵۰۷/۶۸ تن در هکتار ترسیب کربن را داراست. حال اگر ارزش اقتصادی هر تن ترسیب کربن حداقل ۵۰ دلار در نظر گرفته شود (۲۷). با اعمال آن در مقدار کل ترسیب کربن، ارزش افزوده ای سالانه برابر با ۲۵۳۵۰ دلار را می توان برای این حوزه در نظر گرفت. با توجه به نقش مهمی که خاک در ترسیب کربن داشته، به عنوان یکی از ارزش‌های شناخته شده اکوسیستم های طبیعی لحاظ می شود، بنابراین به عنوان راهکاری علمی می توان با شناخت کاربری هایی که دارای قابلیت بیش‌تری جهت ذخیره ترسیب کربن می باشند، خاک را به عنوان منبع پایدار کربن و مواد آلی حفظ کرد و همچنین توصیه می شود با بررسی عوامل مدیریتی که بر فرآیند ترسیب تاثیرگذار هستند، اصلاح و احیاء اراضی از منظر ترسیب کربن را دنبال نمود.

تقدیر و تشکر و قدردانی

بدین وسیله از سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران، واحد ارزیابی و همچنین از جناب آقای مهندس توکل و آقای مهندس علی جعفری که در طول انجام این تحقیق مارا یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

References

1. Osabohien, R., Matthew, O., Aderounmu, B., and olawande, T.I. 2019. Greenhouse gas emissions and crop production in West Africa: Examining the mitigating potential of social protection. International J. of Energy Economics and Policy. 9: 1. 57-66.
2. IPCC, 2000. Land use, land use change and forestry special report, Cambridge university Press, 377Pp.
3. Alidoust,E., Afyuni,M., Hajabbasi,M.A., Mosaddeghi,M.R. 2018. Soil carbon sequestration potential as affected by soil physical and climatic factors under different land uses in a semiarid region. Catena.171: 62-71.
4. Tilahun, E., Haile, M., Gebresamuel, G., Zeleke, G. 2022. Spatial and temporal dynamics of soil organic carbon stock and carbon sequestration affected by major land-use conversions in Northwestern highlands of Ethiopia, Geoderma, Vol.406, 115506.
5. Xia, F.,Yang ,Y., Zhang, Sh., Yang, Y., Li , D., Sun, W., Xie,Y. 2022. Influencing factors of the supply-demand relationships of carbon sequestration and grain provision in China: Does land use matter the most?, Science of The Total Environment, Vol. 832, 154979.
6. Friedlingstein, P., Jones, M.W., O'Sullivan, M., Andrew, R.M., Bakker, D.C.E., 2022. Global carbon budget 2021. Earth Syst. Sci. Data 14, 1917–2005.

7. Johnston, A.E., Poulton, P.R., Coleman, K., 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. In: Advances in Agronomy. Elsevier Inc., pp. 1–57.
8. Riggers, C., Poeplau, C., Don, A., Frühauf, C., Dechow, R., 2021. How much carbon input is required to preserve or increase projected soil organic carbon stocks in German croplands under climate change? Plant and Soil 460, 417–433.
9. Georgiou, K., Jackson, R.B., Vinduˇskov´ a, O., Abramoff, R.Z., Ahlstrom, ¨ A., Feng, W., Harden, J.W., Pellegrini, A.F.A., Polley, H.W., Soong, J.L., Riley, W.J., Torn, M.S., 2022. Global stocks and capacity of mineral-associated soil organic carbon. Nat. Commun. 13.
10. Zhao, F., Wu, Y., Hui, J., Sivakumar, B., Meng, X., Liu, S., 2021. Projected soil organic carbon loss in response to climate warming and soil water content in a loess watershed. Carbon Balance Manag. 16, 1–14.
11. Abdi, N. 2006. Introducing carbon sequestration as an indicator for measuring the sustainable development of natural resources. Abstract Articles of the Third Conference on Sustainable Development in Agriculture and Natural Resources, Arak, Iran, December 5, 57-62. (In Persian)
12. Appiah-Badu, K., Anning, A.K., Eshun, B., and Mensah, G. 2022. Land use effects on tree species diversity and soil properties of the Awudua Forest, Ghana. Global Ecology and Conservation. 34, p.e02051.
13. Guo, L.B., and Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta-analysis. Global Change Biology. 8: 4. 345-360.
14. Bastin, J.F., Finegold, Y., Garcia, C., Gellie, N., Lowe, A., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Sacande, M., Sparrow, B., Zohner, C.M., 2019. Response to comments on “The global tree restoration potential”. Science 366 (6463).
15. IPCC, 2019. Land is a critical resource, IPCC report says it is under pressure from humans and climate change, but it is part of the solution. Retrieved from. https://www.ipcc. ch/site/asset s/uploads/2019/08/Pr_SRCCL.pdf.
16. Gutierrez,S., Grados, D., Møller, A.B ., Gomes, L.D.C., Beucher, A.M., Franca Giannini-Kurina, F., Jonge, L.W., Greve, M.H. 2023. Unleashing the sequestration potential of soil organic carbon under climate and land use change scenarios in Danish agroecosystems, Science of the Total Environment 905 : 166921.
17. Forestry Management Booklet, Series 4, Division 3, Natural Resources and Watershed Management Organization of Mazandaran Province, 2006(In Persian).
18. Ghazashahi,J. 1997. Soil and plant analysis. Homa Publishing House, 311p. (In Persian)
19. Mahmodi-Taleghani, A., Zahedi-Amiri, GH., Adeli,E., Sagheb-Talebi, KH. 2007. Estimation of soil carbon sequestration in managed forests (Case Study of Golband Forest in the North of Iran). Journal of Iranian Forest and Poplar Research. 15: 241-252. (In Persian)
20. Forozeh, M.R., Heshmati, GH.A., GHanbarian, GH.A., Mesbah, S.H. 2008. Comparison of carbon monoxide power in 3 species of sunny, black Guinea and Artemisia plains in dry rangelands of Iran, Journal of Environmental Studies,

Volume 34, Number 46, p 65- 72. (In Persian)

21. Farhadi Far,A., Dianti Tilki, Q.A., Koch, Y. 2018, comparison of soil carbon sequestration in three forest habitats, grassland and shrubland (case study: Kajur Nowshahr), the second national conference on natural resources and sustainable development in Zagros, Shahrekord.
22. Pahlavan-Yali, Z., Zarin kafsh, M., Moini, A. 2016. Quantitative estimation of soil carbon sequestration in 3 types of use (citrus, mallard and forest) in parts of Ramsar lands, north of Iran. Journal of Water and Soil Science. Volume 30, Number 3, Year 2016. P 758-e768. (In Persian)
23. Larionova, A.A., Rozonova. L. N., Evdokimov, I. V., and Ermollaev, A. M. 2002. Carbon budget in natura and anthropogenic forest steppe ecosystems. Poch vovedenie, 2: 177- 185.
24. Puget, P., Lal, R. (2005). Soil organic carbon and nitrogen in Mollisol in central ohio as affected by tillage and landuse. Soi Till. Res, 80, 201 – 213.
25. Mortenson, M., & G.E. Shuman., 2002. Carbon sequestration in rangeland interseeded with yellow-flowering Alfalfa (Medicago sativa spp. Falcata, USDA symposium on natural resource management to offset greenhouse gas emission in University Wyoming.
26. Alidadi, F., Hojjati , S.M., Mohammadreza Purmajidian, M.R., Kooch,Y. 2023. The effect of different types of landuse on the physical, chemical and carbon deposition characteristics of the soil along the Karkhe River, Journal of Wood and Forest Science and Technology,29 (4), 1-21. (In Persian)
27. Luciuk, G. M., M.A.Boonneau, D. M. Boyle, & E. vibery, 2000. Prairie farm rehabilition, inistration paper, carbon sequestration additional environmental, benefits of forests in the Prairie Farm bilitation Administration (PFRA). ID No 1967, Session 22: 191-194.