

تعیین مهم‌ترین عوامل مرتبط با تغییرات ذخیره کربن در کاربریهای مختلف اراضی (مطالعه موردی: اخترآباد، استان تهران)

• نادیا کمالی

استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

• احمد صادقی‌پور

استادیار دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۲

Email: a.sadeghipour@semnan.ac.ir

چکیده

به منظور مشخص کردن عوامل تاثیرگذار بر تغییرات ذخیره کربن در کاربریهای مختلف اراضی در اخترآباد، تیمارهای گوناگون از نظر نوع و سن کشت و استفاده از زمین، همچنین شدت‌های چرای، شامل آتریپلکس ۱۸ ساله با چرای شدید، آتریپلکس ۱۸ ساله با چرای متوسط، آتریپلکس ۱۸ ساله قرق، آتریپلکس ۸ ساله با چرای کم، آتریپلکس ۳ ساله با چرای متوسط، آتریپلکس ۳ ساله با چرای کم، آتریپلکس ۳ ساله قرق، آتریپلکس ۲ ساله قرق، تاغ ۸ ساله قرق، گندم دیم، جو آبی و شاهد (مرتع طبیعی) مورد آزمون قرار گرفت و پس از تعیین مقادیر کربن ذخیره شده و همچنین پاره‌ای از خصوصیات خاکی (در سه عمق) و گیاهی منطقه مورد مطالعه، مهم‌ترین عوامل موثر بر تجمع کربن در این تیمارها توسط آزمون تجزیه مولفه‌های اصلی و با کمک نرم افزار PC ORD تعیین شد. نتایج نشان داد که، بطور کلی مهم‌ترین عوامل مرتبط با ذخیره کربن در تیمارهای مختلف شامل رس عمق دوم و سوم و بیکربنات عمق دوم، همچنین ازت عمق دوم، هدایت الکتریکی عمق سوم، وزن اندام هوایی و کربن ریشه می‌باشد. مقدار کربن آلی در اراضی کشت جو آبی و آتریپلکس‌های ۱۸ ساله قرق که دارای بیش‌ترین مقادیر کربن در بین تیمارها هستند، به شدت وابسته به رس و بون بیکربنات است و مقدار کربن در اراضی کشت آتریپلکس ۸ ساله قرق وابستگی شدیدی به EC و کربن ریشه دارد.

کلمات کلیدی: دگرآسیبی، کهور پاکستانی، کرت، کنار، یولاف وحشی، جوانه‌زنی.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 111 pp: 2-8

Determining the most important factors related to carbon storage in different land uses (case study: shahriar, Iran)

By: N. Kamali: Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangeland, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. A. Sadeghipour: Assistant Professor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran (Corresponding Author).

According to determine the factors influencing carbon storage in different land uses in Shahriar, different treatments of cultivation, age and land use, also grazing intensities were selected. These treatments included 18-year old Atriplex enclosure, mean and high grazing intensities, 8-year old Atriplex mean grazing intensity, 3-year old Atriplex enclosure and mean grazing intensity, 2-year old Atriplex enclosure, 8-year old Haloxylon enclosure, rain fed wheat, irrigated barley and control treatment (natural rangeland). after specifying the amount of carbon stored in ecosystem, also some soil and plant properties of study area, the most important factors associated with carbon storage, were tested using PCA test and PC ORD software. Results showed that the most important factors influencing carbon storage are clay of the 2nd and 3rd depth and HCO₃ of 2nd depth, also N of 2nd depth, EC of 3rd depth, above ground biomass weight and root carbon. Irrigated barely and enclosure of 18 year old Atriplex fields have the most carbon content, which depends on clay and HCO₃, on the other hand, Carbon is related to EC and root carbon in enclosure of 8 year old Atriplex fields.

Keywords: Carbon storage, Shahriar, Principal Component Analysis (PCA), Land use, Enclosure.

مقدمه

خاک مهمترین مخزن کربن در اکوسیستم‌های مرتعی محسوب می‌شود. مواد آلی خاک تنها منبع بزرگ کربن آلی در مراتع مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد، به همین دلیل شناخت عوامل خاکی موثر بر ذخیره کربن بسیار مهم و ضروری است.

قابلیت ذخیره کربن در اجزاء یک اکوسیستم به طور معنی داری تحت تاثیر تغییرات مکانی، توپوگرافی، سنگ مادری یا نوع پوشش گیاهی می‌باشد (Bruce et al, 2003, Garten and Ashwood, 2003, Al, 1999). این عوامل بر منابع ورود کربن به اکوسیستم و همچنین منابع خروجی و هدررفت کربن از اکوسیستم تاثیرگذار خواهند بود. در فرآیند ترسیب کربن عوامل متعددی دخیل می‌باشند که به طور کلی می‌توان آنها را در دو دسته فیزیکی و مدیریتی دسته بندی نمود. عوامل فیزیکی را میتوان به سه دسته عوامل خاکی، اقلیمی و فرم هندسی زمین تقسیم نمود. کنترل این عوامل مشکل و چه بسا غیرممکن است. لذا در مدیریت ترسیب کربن فقط عوامل مدیریتی در کنترل بشر می‌باشند (Lashanizand et al, 2013).

در مطالعات گوناگون به عوامل مختلفی از نظر تاثیرگذاری بر مقدار ذخیره کربن اشاره شده است، از جمله وزن مخصوص ظاهری، مقدار و نحوه مصرف کود، سیستمهای کشت و فعالیتهای مدیریتی (Brar et al, 2013)، بازگشت باقیمانده‌های گیاهی و مواد آلی به خاک، فعالیتهای میکروبی و ساختمان خاک (Yan et al, 2013).

فعالیت‌های مدیریتی مثل آبیاری، کوددهی و اکنش خاک و نوع کشت و کار (Sanderman, 2012)، درصد رس، یون کلسیم، کربن آلی و CEC (Nguyen and Marschner, 2013) و واکنش خاک، درصد شن، سیلت و رس و درصد سنگ و سنگریزه (Varamesh et al, 2011) شرایط اقلیمی، دما، رطوبت خاک، بافت و نوع خاک، کاربری قبلی اراضی، الگوی بازگشت مواد آلی به خاک، آشفتگی خاک عمق خاک و مقدار مواد آلی (Corsi, 2012).

به‌طور کلی، مراتع و جنگلها قابلیت ذخیره کربن بیشتری نسبت به اراضی کشاورزی در خود دارند و تغییر کاربری تاثیر زیادی در مقادیر کربن خاک دارند به‌طوری‌که تبدیل مرتع به کشت گیاهان ۱۰٪، جنگل به کشت گیاهان ۱۳٪، جنگل به کشاورزی ۴۲٪، مرتع به کشاورزی ۵۹٪ کاهش در ذخایر کربن را موجب می‌شود و تبدیل جنگل به مرتع ۸٪، کشاورزی به مرتع ۱۹٪، کشاورزی به کشت گیاهان ۱۸٪ و کشاورزی به جنگل‌های ثانویه ۵۳٪ ذخایر کربن اکوسیستم را افزایش می‌دهد (Stockmann et al, 2013). با توجه به اهمیت بحث ذخیره و ترسیب کربن در عصر حاضر که افزایش گازهای گلخانه‌ای معضلات زیادی از جمله گرمایش جهانی را موجب شده، شناخت عوامل موثر بر این فرایند و تقویت این عوامل می‌تواند نقش مهمی در افزایش ذخیره و ترسیب کربن در خاک و اندامهای گیاهی و در نتیجه کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای داشته باشد.

یا ۳ پلات ۷×۸ متری برای تاغ و ۳ پلات ۱×۱ متری در داخل هر پلات اصلی و بر روی قطر آن برای مطالعه لاشبرگ و گیاهان زیر آشکوب در هر تیمار انجام شد. در تیمارهای کشاورزی و شاهد از ۹ پلات ۱×۱ متری بصورت تصادفی استفاده شد. جهت نمونه برداری خاک، در هر یک از قطعات مورد مطالعه توسط اگر از عمق‌های ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ و ۱۰۰-۳۰ سانتی‌متری خاک، شش نمونه برداشت شد که هر سه نمونه، با هم مخلوط شده و در نهایت در هر قطعه ۲ نمونه و در هر یک از اعماق هر تیمار، شش نمونه مورد آزمایش قرار گرفت. درصد ماده آلی گیاه به روش احتراق در کوره الکتریکی اندازه‌گیری شد. بر این اساس درصد کربن آلی محاسبه شد و جهت اندازه‌گیری کربن آلی خاک از روش واکنشی و بلک استفاده شد. در ادامه با محاسبه وزن مخصوص ظاهری خاک در هر عمق و ضرب میزان کربن آلی در وزن مخصوص ظاهری، وزن کل کربن خاک در واحد سطح مترع محاسبه گردید.

پس از آن همگنی داده‌ها از آزمون لیون و نرمال بودن آنها از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف سنجیده شد و جهت بررسی مهمترین عوامل تاثیرگذار بر ذخیره کربن در تیمارهای مطالعاتی از آزمون تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. جهت انجام آنالیزهای آماری از نرم افزارهای SPSS و PC ORD استفاده شد.

نتایج و بحث

مقادیر کربن تجمع یافته در تیمارهای مختلف در جدول ۱ ارائه شده است.

تجزیه به مولفه‌های اصلی بر روی ۵۷ متغیر خاکی و گیاهی در ۱۲ تیمار صورت گرفت که نشان دهنده توجیه ۹۷/۰۹۸ درصد از تغییرات کربن ذخیره شده در اکوسیستم توسط دو مولفه اصلی اول و دوم می‌باشد. ۹۱/۶۵۱ درصد از این تغییرات توسط عوامل قرار گرفته بر محور اول و ۶/۴۴۷ درصد توسط عوامل قرار گرفته بر محور دوم توجیه می‌گردند (جدول ۲). بر این اساس ارتباط بین متغیرها با مولفه‌های اصلی بدین صورت است که، محور اول شامل رس عمق دوم و سوم و بیکربنات عمق دوم می‌باشد و محور دوم شامل ازت عمق دوم، هدایت الکتریکی عمق سوم، وزن اندام هوایی و کربن ریشه می‌باشد (جدول ۳).

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، نمودار مولفه‌های اصلی توزیع تیمارهای مورد بررسی را در ارتباط با خصوصیات قرار گرفته بر محورهای اول و دوم نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

مقدار مواد آلی در یک نقطه مشخص از خاک نتیجه تعاملات پیچیده مواد مادری، اقلیم، پوشش گیاهی، توپوگرافی و ... در طول زمان است. در نقاط مختلف در مقیاس منطقه‌ای محتوای مواد آلی به میزان وسیعی توسط رسوب، دما، بافت خاک و نوع پوشش گیاهی کنترل می‌شود (Six and Jastrow, 2006). همانطور که مشاهده می‌شود مقدار کربن آلی در اراضی کشت جو آبی و آتریپلکسهای ۱۸ ساله قرق که دارای بیشترین مقادیر کربن در بین تیمارها هستند،

به طور کلی مطالعات مربوط به ذخیره و ترسیب کربن، به نسبت دیگر مطالعات به میزان محدودی انجام گرفته است و اینگونه مطالعات هم عموماً بر میزان ذخیره و نرخ ترسیب متمرکز هستند و کمتر به بررسی عوامل موثر بر انجام این پدیده که می‌تواند نقش بسیار مهمی در ارایه راهکارهای مدیریتی، به خصوص در اراضی مرتعی داشته باشد، پرداخته شده است. لذا هدف این مطالعه تعیین مهمترین عوامل مرتبط با تغییرات کربن ذخیره شده در کاربری‌های مختلف اراضی می‌باشد.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در منطقه اختراآباد واقع در استان تهران با مختصات $50^{\circ} 44' 40''$ تا $50^{\circ} 12' 5''$ طول شرقی و $35^{\circ} 33' 5''$ تا $21^{\circ} 44' 35''$ عرض شمالی انجام شد. متوسط بارندگی سالانه منطقه بر اساس دوره ۱۸ ساله معادل ۲۴۱ میلی‌متر است. متوسط درجه حرارت سالانه $13/5$ درجه سانتیگراد و متوسط تبخیر سالیانه 203 سانتی‌متر می‌باشد. با استفاده از روش آمبرژه اقلیم منطقه جزء مناطق با آب و هوای خشک سرد ($Q2$) محسوب می‌شود. وضعیت زمین شناسی منطقه متأثر از وضعیت کلی دشت کرج بوده که از نظر زمین شناسی کاملاً جوان بوده و متشکل از پادگانه‌ها و مخروط‌های افکنه می‌باشد که ضخامت آبرفتها کمتر از صد متر می‌باشد (Ministry of Jihad-e-Keshavarzi, 2001). شیب عمومی منطقه $0/95$ درصد می‌باشد و قسمت دشتی منطقه که تحقیق حاضر در آن صورت گرفته است بدون شیب است.

در سال ۲۲-۱۳۷۱ طرح کشت گونه آتریپلکس کانینسنس توسط فائو و از سال ۱۳۷۹ عملیات اصلاح بیولوژیک در بخش‌های مختلف این منطقه توسط اداره منابع طبیعی شهرستان شهریار انجام شده است. بخشی از این عملیات شامل نهالکاری آتریپلکس کانینسنس به مساحت $4718/4$ هکتار و نهالکاری سیاه تاغ به مساحت $1179/6$ هکتار می‌باشد.

روش تحقیق

به منظور مطالعه مقادیر کربن ذخیره شده، در ابتدا با توجه به شرایط منطقه و پروژه‌های انجام شده، اقدام به شناسایی مناطق مناسب مطالعاتی، شامل تیمارهای آتریپلکس ۱۸ ساله با چرای شدید، آتریپلکس ۱۸ ساله با چرای متوسط، آتریپلکس ۱۸ ساله قرق، آتریپلکس ۸ ساله با چرای کم، آتریپلکس ۳ ساله با چرای متوسط، آتریپلکس ۳ ساله با چرای کم، آتریپلکس ۳ ساله قرق، آتریپلکس ۲ ساله قرق، تاغ ۸ ساله قرق، گندم دیم، جو آبی و شاهد گردید. از هر تیمار، سه قطعه برای انجام مطالعات در نظر گرفته شد و نمونه‌برداری نظیر به نظیر از خاک، پوشش گیاهی و لاشبرگ در تیمارهای فوق در تابستان ۱۳۸۹ انجام شد. تمامی ویژگی‌های توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) و اقلیمی در همه تیمارها یکسان می‌باشند. نمونه برداری از پوشش گیاهی در هر قطعه به روش تصادفی سیستماتیک و در قالب ۳ پلات 5×7 متری برای بوت‌های آتریپلکس

را به عنوان یکی از منابع تولید یون بیکربنات نشان می‌دهد. با تجزیه مواد آلی گاز دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود که می‌تواند در اثر انحلال به H_2CO_3 تبدیل شود که این اسید نیز یونیزه شده و یون بیکربنات را به وجود می‌آورد (Owsat, 2009). مقدار کربن در اراضی کشت آتریپلکس ۸ ساله قرق وابستگی شدیدی به EC و کربن ریشه دارد. در ارتباط با هدایت الکتریکی در اراضی با شوری بالاتر به دلیل انحلال مواد آلی مقادیر کربن خاک افزایش می‌یابد. بیوماس ریشه‌های و تولیدات آن دارای نقش بسیار مهم و کلیدی در تامین منابع ورودی کربن به خاک بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. چرا که در این مناطق بدلیل بارندگی کم و دمای بالاتر نسبت اندام هوایی به زیرزمینی کاهش و بخش زیادی از بیوماس گیاهی به ریشه‌ها اختصاص خواهد یافت. اگر چه بیوماس ریشه‌ای نسبت به خاک بخش قابل توجهی از کربن کل اکوسیستم را به خود اختصاص نمی‌دهد اما ریشه‌ها بخش مهم اولیه در فرایند ترسیب مواد آلی در این اکوسیستم‌ها هستند (Kumar, Pandey and Pandey, 2006).

هستند، شدیداً وابسته به رس و یون بیکربنات است. بطور کلی ذرات رس در حفظ و نگهداری کربن خاک نقش بسیار مهمی دارند. از میان ویژگی‌های ذاتی خاک، بافت بیشترین تاثیر را بر مقدار کربن آلی خاک دارد. در صورت برابر بودن شرایط محیطی، خاکهای ریز بافت تر کربن آلی بیشتری را ذخیره می‌کنند (Boye and Albrecht, 2006). خاک‌های با محتوای بالای رس مقادیر بالای مواد آلی و بیشترین حفاظت فیزیکی و شیمیایی از مواد آلی را دارند. مقادیر بالای سیلت و رس ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی و در نهایت تولید توده زنده گیاهی را افزایش و جریان اکسیژن را برای تجزیه کاهش می‌دهد. hoton, Emmerich, Goodrich, Miller and McChesney (2006) اثبات کردند که میزان کربن آلی بطور معنی داری با میزان رس و سیلت خاک مرتبط است و کربن آلی خاک به طور عمده از طریق فرسایش ذرات رس و سیلت از خاک به داخل آبراهه‌های حوزه آبخیز منتقل می‌شود. Joneidi Jafari (2009) نشان داد که کربن و ازت ذخیره شده در خاک همبستگی ۸۰ درصدی با محتوای رس خاک دارد. رابطه مثبت بین محتوای کربن آلی و بیکربنات، نقش مواد آلی خاک

جدول ۱- میانگین درصد کربن تیمارهای مورد بررسی

میانگین \pm اشتباه معیار	تیمار
۰/۰۲۹ \pm ۰/۳۷۳ ^{ab}	آتریپلکس ۱۸ ساله قرق
۰/۰۰۸ \pm ۰/۱۸۲ ^f	آتریپلکس ۱۸ ساله شدت چرای زیاد
۰/۰۲۰ \pm ۰/۰۲۵۶ ^{de}	آتریپلکس ۱۸ ساله شدت چرای متوسط
۰/۰۰۵ \pm ۰/۲۸۱ ^{cd}	آتریپلکس ۳ ساله قرق
۰/۰۱۰ \pm ۰/۱۷۶ ^f	آتریپلکس ۳ ساله شدت چرای متوسط
۰/۰۲۰ \pm ۰/۲۹۹ ^{cd}	آتریپلکس ۳ ساله شدت چرای کم
۰/۰۳۰ \pm ۰/۲۱۴ ^{ef}	آتریپلکس ۲ ساله قرق
۰/۰۴۳ \pm ۰/۳۰۲ ^{cd}	آتریپلکس ۸ ساله شدت چرای کم
۰/۰۰۸ \pm ۰/۲۵۲ ^{de}	تاغ ۸ساله قرق
۰/۰۱۳ \pm ۰/۴۰۵ ^a	جو آبی
۰/۰۱۶ \pm ۰/۲۶۳ ^{cde}	گندم دیم
۰/۰۰۷ \pm ۰/۳۲۹ ^{bc}	شاهد

جدول ۲- مقادیر ویژه و درصد واریانس مربوط به هر یک از مولفه‌ها

مولفه	مقادیر ویژه	واریانس توجیه شده (%)	واریانس تجمعی توجیه شده (%)	مقادیر ویژه عسای شکسته (Broken-stick Eigenvalue)
۱	۱۲۹۴۲۸۷۲۸	۹۱/۶۵۱/	۹۱/۶۵۱	۱۳۱۱۸۱۰۳
۲	۱۹۱۰۳۹۵۷	۶/۴۴۷	۹۸/۰۹۷	۱۰۱۷۶۰۳۱
۳	۱۱۷۵۹۳۴/۶۲۵	۰/۸۳۳	۹۸/۹۳	۸۷۰۴۹۹۵
۴	۸۵۴۳۲۸/۶۲۵	۰/۶۰۵	۹۹/۵۳۵	۷۷۲۴۳۰۴/۵
۵	۶۴۰۸۰۹/۸۱۲	۰/۴۵۴	۹۹/۹۸۹	۶۹۸۸۷۸۶/۵
۶	۶۳۲۷/۴۵۱	۰/۰۰۴	۹۹/۹۹۳	۶۴۰۰۳۷۶

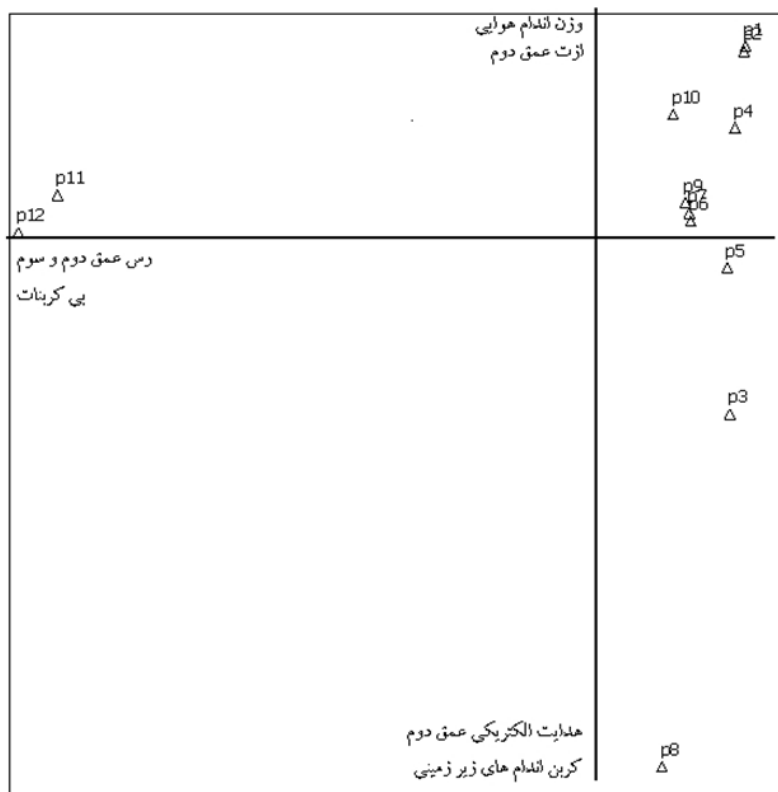
جدول ۳- مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرهای موثر در دو مولفه اول و دوم*

متغیر	مولفه					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
بیکربنات عمق دوم	-۰/۰۴۵۱	-۰/۰۰۸۱	-۰/۰۱۳۲	-۰/۰۳۲۹	-۰/۰۲۶۶	۰/۰۱۰۱
ازت عمق دوم	-۰/۳۰۶۲	۰/۸۴۲۳	۰/۱۵۳۹	-۰/۳۸۰۵	۰/۰۵۸۸	۰/۱۰۴۷
درصد رس عمق دوم	-۰/۷۰۱۵	۰/۰۹۶۱	-۰/۱۳۵	-۰/۶۰۲۵	-۰/۲۰۳۹	۰/۰۹۶۵
هدایت الکتریکی عمق سوم	-۰/۱۲۶۶	-۰/۹۸۳۳	۰/۰۰۷	-۰/۱۲۱۹	-۰/۰۳۷۲	۰/۰۱
درصد رس عمق سوم	-۰/۹۳۱۵	۰/۱۰۱۴	۰/۰۷۶۷	۰/۲۲۴۷	-۰/۲۵۲۱	-۰/۰۱۷۵
کرین ریشه	-۰/۴۸۹۴	۰/۷۵۲۹	۰/۳۰۳۶	۰/۱۶۹۸	۰/۰۰۱۸	-۰/۰۱۳۱
وزن اندام هوایی	-۰/۰۸۶۱	۰/۹۹۵۳	۰/۰۳۳۲	۰/۰۱۹۲	-۰/۰۰۹۱	-۰/۰۰۹۱

* متغیرهای غیر تاثیرگذار (۵۰ متغیر) جهت کاهش حجم جدول ارائه نشده‌اند.

وضوح این مسئله را نمایان می‌کند. بقیه تیمارها وابستگی شدیدی به صرفا یکی از فاکتورهای مورد بررسی نداشته و بطور بینابینی تحت تاثیر مجموعه‌ای از عوامل قرار دارند.

در منطقه مطالعاتی این تحقیق با توجه به تابش شدید، تشعشعات نور خورشید، کمبود رطوبت، وزش بادهای بعضا شدید و فشردگی خاک سطحی، بخش اعظم مواد آلی ورودی به خاک از طریق ترشحات و تجزیه ریشه تامین می‌شود و ارتباط بین کربن ریشه و کربن خاک به



شکل ۱- نمودار حاصل از تجزیه مولفه‌های اصلی برای خصوصیات خاک و گیاه در تیمارهای مطالعاتی

P1: آتریپلکس ۱۸ ساله با چرای شدید، P2: آتریپلکس ۳ ساله با چرای کم، P3: تاغ ۸ ساله قرق، P4: آتریپلکس ۲ ساله قرق، P5: آتریپلکس ۳ ساله با چرای متوسط، P6: آتریپلکس ۳ ساله قرق، P7: آتریپلکس ۱۸ ساله با چرای متوسط، P8: آتریپلکس ۸ ساله با چرای کم، P9: گندم دیم، P10: شاهد، P11: آتریپلکس ۱۸ ساله قرق، P12: جو آبی.

منابع مورد استفاده

- Anderson, D.W. (1995). Decomposition of organic matter and carbon emissions from soils, pp. 175-165. In: R. Lal, J. Kimble, E. Levine and B.A. Stewart (eds.) Soils and global change. Advances in soil science series. CRC Press Inc.
- Boye, A. and Albrecht A. (2006). Soil erodibilities control and soil carbon losses under short term tree fallows in the in Western Kenya, Chapter 13 in: Soil erosion and carbon dynamics. 213pp.
- Brar B.S., Kamalbir S., Dheri G.S. and Kumar B. (2013). Carbon sequestration and soil carbon

بنابراین به‌طور کلی برای افزایش ذخیره کربن نیاز به مدیریتی است که منجر به افزایش درصد رس خاک گردد. هر چند باید جنبه‌های دیگر این تغییر در بافت خاک نیز لحاظ گردد. تعاملات بین کربن آلی و معدنی خاک نیز نیاز به بررسی دارد. در خاکهای با EC بالا علی‌رغم افزایش مقدار کربن آلی، کیفیت خاک بالا نیست و صرفا از دید ذخیره کربن می‌تواند مورد توجه قرار گیرد و کاربریهای دیگر را محدود می‌نماید. در شرایط نامساعد و دشوار مناطق خشک و نیمه خشک، حفظ پوشش گیاهی و اندامهای فتوسنتز کننده برای افزایش بیومس و گسترش ریشه می‌تواند کمک شایانی به افزایش کربن خاک نماید، علاوه بر این توجه به سیستم ریشه‌ای و نحوه گسترش ریشه نیز باید از جهت پراکنش عمودی کربن در خاک مورد توجه قرار گیرد.

clay properties, *Science of The Total Environment*, 406-400 ,471&470

12. Owsat, M. (2009). changes in organic carbon according to land use change (Case study: Central Karaj). MSc thesis of soil science, University of Tehran. (in persian).

13. Rhoton, F.E., Emmerich, W.E., Goodrich, D.C., Miller, S.N., & McChesney, D.S. (2006). Soil geomorphological characteristics of a semiarid watershed: influence on carbon distribution and transport. *Soil Science Society of America Journal*, 1540_1532 ,70.

14. Sanderman J. (2012). Can management induced changes in the carbonate system drive soil carbon sequestration? A review with particular focus on Australia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77-70 ,155.

15. Six, J and Jastrow J. D. (2006). Organic matter turnover. *Encyclopedia of soil science*. 942-936.

16. Stockmann U., Mark A. Adams, John W. Crawford, Damien J. Field, Nilusha Henakaarchchi, Meaghan Jenkins, Budiman Minasny, Alex B. McBratney, Vivien de Remy de Courcelles, Kanika Singh, Ichsani Wheeler, Lynette Abbott, Denis A. Angers, Jeffrey Baldock, Michael Bird, Philip C. Brookes, Claire Chenu, Julie D. Jastrow, Rattan Lal, Johannes Lehmann, Anthony G. O'Donnellk, William J. Partonl, David Whiteheadm, Michael Zimmermann. (2013). The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 99-80 ,164.

17. Varamesh, S., Hosseini S.M., Abdi N. (2011). Effect of afforestation with broad leaf species on carbon sequestration in soil of Chitgar forest park of Tehran, *Iranian journal of soil research*, 196-187;(3)25. (in persian).

18. Yan X., Zhou H., Zhu Q.H., Wang X.F., Zhang Y.Z., Yu X.C., Peng X., (2013). Carbon sequestration efficiency in paddy soil and upland

pools in a rice-wheat cropping system: Effect of long-term use of inorganic fertilizers and organic manure, *Soil and Tillage Research*, 36-30 ,128.

4. Bruce, J.P., Frome, M., Haites, E., Janzen, H., Lal, R., and Paustian, K. (1999). Carbon sequestration in soils. *Journal of Soil and Water Conservation*. 389-382,(1)54.

5. Garten, C.T. and Ashwood T.L. (2002). Landscape level differences in soil carbon and nitrogen: Implications for soil carbon sequestration. *Global Biogeochem. Cycles* 14-1 ,16.

6. Corsi, S. (2012). Organic carbon accumulation and greenhouse gas emission reduction from conservation agriculture. In *Sustainable crop production intensification around the world*. FAO publication.

7. Joneidi Jafari, H. (2009). Investigation on Effect of Some Ecological Factors and Management Practices on Carbon Sequestration in *Artemisia sieberi* Species Rangelands (Case Study: Semnan Province). Ph.D thesis. University of Tehran. 126 pp. (in persian).

8. Kumar, R., Pandey, S. and Pandey, A. (2006). Plant roots and carbon sequestration, *Current Science*. 890-885 ,91.

9. Lashanizand, M., Siahmansour, R., Taghavi goodarzi, S. and Zolfaghari, F. (2013). Evaluation of the effectiveness of biomechanical practices of watershed management on carbon sequestration for climate change mitigation, case study: Kouhdasht aquifer management and Romeshkan flood spreading. *Engineering and watershed management*, 16-9 ,(1)5. (in persian).

10. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi. (2001). Integrated report of Akhtarabad Shahriar, Gomrokan watershed, consulting of Tehran university research deputy of Tehran University. (in persian).

11. Nguyen T.T., Marschner P. (2014). Retention and loss of water extractable carbon in soils: Effect of

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □