

پتانسیل ترسیب کربن در اراضی زراعی گندم دیم منطقه کیاسر

زینب جعفریان^{1*} و لیلا طایفه سید علیخوانی²

تاریخ دریافت: 90/8/25 تاریخ پذیرش: 91/4/14

1- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

2- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*مسئول مکاتبه E-mail: Jafarian79@yahoo.com

چکیده

کربن مهمترین عنصر گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود که در دهه‌های اخیر افزایش مقدار آن در اتمسفر سبب گرم شدن هوای کره زمین شده است. فرآیند ترسیب کربن در زیتوده گیاهی و خاک‌هایی که تحت تأثیر این زیتوده هستند، ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکار ممکن برای کاهش سطح این گاز اتمسفری است. از آنجا که زمین‌های زراعی سطح زیادی از مساحت کشورها از جمله ایران را شامل می‌شود، این مطالعه با هدف ارزیابی توان ترسیب کربن گندم دیم (*Triticum aestivum*) در منطقه نیمه خشک کیاسر انجام شده است. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک به روش تصادفی سیستماتیک در قالب 30 پلات 0/5 متر مربعی و در طول 3 ترانسکت 100 متری صورت گرفت. به منظور بررسی میزان کربن بیوماس هوایی و زیرزمینی اقدام به نمونه‌برداری کامل از بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی گردید. برای مطالعه ترسیب کربن خاک نیز در پای نمونه‌های گیاهی اقدام به حفر پروفیل‌هایی به عمق 30 سانتیمتر در امتداد هر ترانسکت شد. ضریب تبدیل ترسیب کربن هر یک از اندام‌های چهارگانه گیاهی (سنبله، ساقه، برگ، ریشه) به صورت جداگانه توسط روش احتراق تعیین شد. در نمونه‌های خاک نیز میزان کربن آلی با روش والکی بلک تعیین گردید. نتایج این بررسی نشان داد که میزان ترسیب کربن در اندام‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد داشته و سنبله‌ها بیشترین و ریشه‌ها کمترین توان ترسیب کربن را داشتند. همچنین میزان ترسیب کربن در زیتوده گیاهی 1/884 تن در هکتار و در خاک آن 16/332 تن در هکتار می‌باشد که توانایی این گیاه را در ترسیب کربن و کاهش گازهای گلخانه‌ای در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر و سطح زیر کشت گندم در کشور این گیاه با توان ترسیب کربن بالا می‌تواند نقش موثری در کاهش گازهای گلخانه‌ای ایفاء کند.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، گندم دیم، پشرت کیاسر

Carbon Sequestration Potential in Dry Farmed wheat in Kiasar Region

Z Jafarian^{1*} and L Tayefeh Seyyed Alikhani²

Received: November 16, 2011 Accepted: July 4, 2012

¹Assist Prof, Collage of Natural Resources, Sari Agriculture Science and Natural Resources University, I.R. Iran

²MSc. Student of Collage of Natural Resources, Sari Agriculture Science and Natural Resources University, IR. Iran

Corresponding outer: E-mail: Jafarian79@yahoo.com

Abstract

Carbon is the most important of greenhouse gas that in recent decades increasing of it has been caused earth warming in the atmosphere. Warming has devastating effects on lives and was caused destruction of natural ecosystems, occurrence of drought, climatic and ecological imbalance. Carbon sequestration in plant biomass and soils under the biomass is the most simple and cheapest possible way to reduce levels of this atmospheric gas. Since agricultural lands cover the most of area of countries such as Iran, This study was performed with aim of assessment of wheat (*Triticum aestivum*) carbon sequestration potential. Sampling of vegetation and soil were performed with random-systematic method with 30 plots $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$ and along 3 transect of 100 meters. The evaluations of shooted and rooted organs of wheat were performed complete sampling. Also for study of soil carbon sequestration were attempted to 5 profiles digging with depth by 30 cm under plant samples along each transect. After transfer to the laboratory, the different organs of plant were separated from each other that were obtained 120 samples. After drying in oven, carbon sequestration coefficients each of the four plant organs (spikes, stems, leaves, roots) were determined with combustion method separately. Organic carbon of soil samples was determined using the Walcky- Black. Results showed that the amount of carbon sequestration in different organs had significant difference ($P>0.05$) and spikes and roots had the largest and lowest carbon sequestration potential respectively. Also, the amount of carbon sequestration in plant biomass was 1.884 ton/ ha, and in the soil was 16.332 ton/ ha which shows the ability of this plant in carbon sequestration and reduce greenhouse gas in the study area. According to results of this research and area of under cultivation of this plant in Iran, it with high power of carbon sequestration have important role of reduce greenhouse gases.

Keywords: Carbon Sequestration, wheat, Peshert Kiasar

مقدمه

اختلالات مکانیکی بوجود می‌آورند که می‌تواند روی ترسیب کربن تأثیر بسیار بیشتری داشته باشد. شاید یکی از بارزترین اختلافات بین زمین‌های کشاورزی موجود و اکوسیستم‌هایی که قبلاً وجود داشتند این است که سیستم‌های کشاورزی در مقایسه با جنگل‌ها و مراتع، بیشتر تحت تسلط محصولات زراعی یکساله قرار دارند (باکر و همکاران 2007). در حال حاضر محتوای کربن اکثر زمین‌های کشاورزی حدود یک سوم کمتر از جنگل‌ها و مراتع است (زوبل و همکاران 1992). میزان کربن ذخیره شده در طی یک دوره رویشی مشابه در غلات و گراس‌های مرتعی به طور متوسط حدود 1500 و 2200 کیلوگرم در هکتار است (باون و همکاران 1999). بازگرداندن نسبت‌های بیشتری از پسمانده محصولات زراعی به زمین، خاکورزی حفاظتی از قبیل شخم کم و عدم شخم هدر رفت کربن را کاهش می‌دهند (نی 1981). همزمان با این اقدامات، مدیریت بهتر کوددهی از طریق انجام آزمایشات خاک، کشاورزی دقیق و به کارگیری مواد مغذی مناسب به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شوند (بومن و لیمنز 1995). در مطالعه‌ای که توسط فابریزی و همکاران (2007) با هدف تعیین تأثیر اقدامات مدیریتی بلند مدت از قبیل شدت شخم، استفاده از کود ازته و تناوب زراعی روی محتوای کربن خاک و همچنین برآورد میزان ترسیب کربن تحت شرایط مذکور انجام شد مشاهده گردید که محتوای کربن خاک تحت شرایط بدون شخم به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط شخم معمولی بود. این تفاوت‌ها در عمق بیشتر خاک، کمتر بود. همچنین تناوب‌هایی که در آن‌ها از گندم یا ذرت استفاده شده بود بیشترین میزان کربن و تناوب‌هایی که از سویای دائمی استفاده کرده بودند کمترین مقدار کربن را به خود اختصاص داده بودند. استفاده از کود ازته نیز میزان ترسیب کربن خاک را افزایش داده بود. شرود و همکاران (2003) دریافتند که تحت برداشت مستمر میزان کربن آلی خاک بیشتر از مقدار آن در یک سیستم

در قرن حاضر چندین موضوع عمده زیست محیطی شامل تخریب زمین و بیابان‌زایی، تهدید تنوع زیستی، تضعیف منابع آب، تخریب جنگل‌ها و مراتع، و بالاخره تغییر اقلیم از چالش‌های مهم در توسعه پایدار و فقر - زدایی به شمار می‌روند (امیر اصلانی 1382). با افزایش گازهای گلخانه‌ای زمین در حال گرم‌تر شدن است و گرم شدن هوا اثرات مخربی بر حیات موجودات داشته و سبب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، وقوع سیل و خشکسالی و برهم خوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی می‌شود (عبدی و همکاران 2008). ترسیب کربن در بیوماس گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زیتوده هستند ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن جهت کاهش CO₂ اتمسفری می‌باشد (فروزه و همکاران 1387). ترسیب کربن فرآیندی است که طی آن دی-اکسیدکربن اتمسفر جذب شده و در بافت‌های گیاهی به صورت هیدرات‌های کربن تجمع و رسوب می‌کند. ترسیب کربن در زمین‌های کشاورزی یک گزینه کوتاه مدتی است که غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفری را کاهش می‌دهد. برخی از روش‌های مدیریتی برای کاهش هدررفت کربن عبارت از کاهش شدت شخم، افزایش دوره‌های آیش و تناوب زراعی و همچنین استفاده از محصولات زراعی زمستانه می‌باشند (فابریزی و همکاران 2007). در مطالعات بخش کشاورزی، بیشتر تحقیقات ترسیب کربن در درجه اول روی سیستم‌های تولیدی زراعی متمرکز شده‌اند و مطالعات کمی منحصراً بهترین روش مدیریتی برای بهبود ذخیره کربن را نشان داده‌اند و تعداد کمتر از آن اقدامات کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را ارزیابی کرده‌اند (مورگان و همکاران 2010). تبدیل زیستگاه‌های طبیعی به زمین‌های زراعی و مراتع و همچنین اقدامات زمینی ناپایدار مانند شخم بیش از حد، کربن را از مواد آلی آزاد می‌کند و دی‌اکسیدکربن اتمسفری را افزایش می‌دهد (کومار و همکاران 2006). این اقدامات، تغییرات دیگری را فراتر از

نیمه خشک، در کشور سودان، جانسون و اولسون (2003) با استفاده از مدل Century ترسیب فعلی و آتی کربن را به عنوان یک فرایند منتج از مدیریت زمین و همچنین اقلیم در دوره زمانی 2000 تا 2100 برای زمین‌های کشاورزی، علفزارها و ساواناها شبیه سازی کردند. نتایج این بررسی حاکی از آنست که تغییرات ماده آلی زمین‌های زراعی، به آب و هوا، خاک، شدت زراعت، فراوانی آتش‌سوزی و شدت چرا بستگی داشته و در علفزارها و ساواناها نیز این عامل به شدت چرا و همچنین دوره‌های آتش‌سوزی بستگی دارد.

مسئله افزایش گاز کربنیک و گرم شدن زمین یک مسئله جهانی است و تحقیقات در این زمینه در کلیه کشورها از جمله کشور ما امری ضروری است و مطالعات انجام گرفته در این مورد در مورد گونه‌های مختلف طبیعی و دست کاشت در مناطق مختلف کافی نیست لذا در این تحقیق سعی شده تا توان ترسیب کربن گندم دیم در یک منطقه نیمه خشک ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

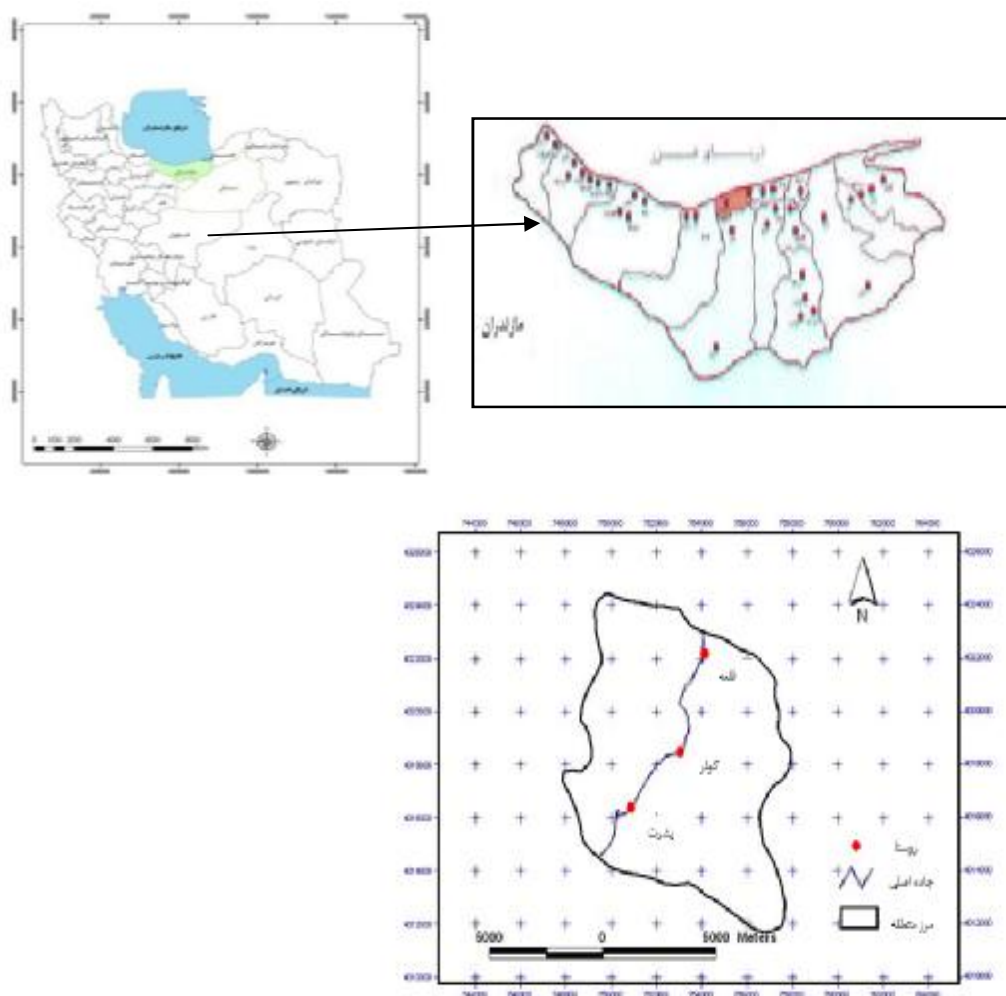
منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی در 110 کیلومتری جنوب شرقی ساری و 40 کیلومتری شهر کیاسر در بخش چهار دانگه و دهستان پشتکوه (روستای پشرت) واقع شده است (شکل 1). این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی $36^{\circ} 7' 37''$ تا $36^{\circ} 24' 37''$ شمالی و طول‌های جغرافیایی $53^{\circ} 40' 22''$ تا $53^{\circ} 58' 38''$ قرار گرفته است. حداقل ارتفاع آن 1350 متر و حداکثر ارتفاع 3280 متر از سطح دریا می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه از نوع نیمه خشک سرد است. نمونه برداری در مزرعه‌ای با حدود یک هکتار مساحت متعلق به یک کشاورز در روستای پشرت کیاسر در سال 1389 انجام شد. میانگین بارندگی و تبخیر بالقوه سال آزمایش به ترتیب 362 میلیمتر و 1680 میلیمتر و میانگین دمای آن 8 درجه سانتیگراد است. بافت خاک

آیش - گندم است. هالورسون و همکاران (2002) نشان دادند که در سیستم‌های کشت سالانه محتوای کربن خاک به ترتیب برای عدم شخم و شخم کم به ترتیب 0/23 و 0/025 میلی‌گرم کربن در هکتار در سال افزایش می‌یابد. سینجو و همکاران (2006) گزارش کردند که شخم و تناوب زراعی، محتوای کربن آلی خاک را در طی دوره 6 ساله تحت تأثیر قرار نداده که این ممکن است به علت زمان لازم برای تشخیص تغییرات میزان کربن آلی باشد. کاهش شدت شخم می‌تواند تلفات کربن را کاهش دهد و حتی محتوای کربن خاک را افزایش دهد که این امر به علت کاهش اختلال در خاک و تجمع بیشتر ذرات خاک است (فابریزی و همکاران 2007). چائوهان و همکاران (2010) از سال 2004 تا 2006 در یک سیستم آگروفارستری متشکل از گونه‌های گندم زراعی (*Triticum aestivum*) و صنوبر (*Populus deltoids*) توان ترسیب کربن توسط صنوبر و تغییر در کربن آلی خاک را ارزیابی کردند و مشاهده گردید که در کشت مختلط نسبت به کشت گندم خالص، توان ترسیب کربن به مقدار زیادی افزایش یافته است. به گونه‌ای که میزان خالص ترسیب کربن در اختلاط گندم- صنوبر 34/61 تن در هکتار در مقایسه با 18/74 تن در هکتار گندم خالص بود. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که 6 سال پس از کاشت صنوبر، میزان کربن در خاک در عمق 0-15 سانتی‌متری حدود 35/6 درصد نسبت به کشت گندم خالص افزایش یافته است. خاک‌ها بزرگترین مخازن چرخه کربن در خشکی می‌باشند و حدود 3 برابر پوشش گیاهی و 2 برابر نسبت به میزان موجود در اتمسفر، کربن بیشتری را شامل می‌شوند (باجس 1996). مک کارتی و همکاران (2000) به بررسی اثر عملیات مدیریت خاک بر ترسیب کربن پرداخته و به این نتیجه رسیدند که مدیریت منابع خاکی به ویژه کنترل فرسایش و رسوب می‌تواند شرایط را برای ترسیب کربن مهیا نماید. به دنبال بررسی‌ها پیرامون ترسیب کربن در مناطق خشک و

اوره 200 کیلو در سال و کود فسفات و پتاسه حدود 100 کیلوگرم در سال بوده است. همچنین بیش از 40 سال است که منطقه مذکور کاربری کشاورزی دارد.

مزرعه لومی با pH 8/67 و EC 121/76 میکروزیمنس بر سانتیمتر، درصد نیتروژن کل و کربن آلی در مزرعه به ترتیب 0/09 و 1/16 بوده است. در مصاحبه با کشاورز مزرعه مشخص شد که میزان مصرف کود



شکل 1- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان مازندران

ریشه سعی شد تا آنجا که ممکن است بخش اعظم ریشه تا عمق نفوذ آن برداشت شود. البته از تارهای نازک ریشه در عمق بیش از یک متر صرف نظر شد. زمان رشد کامل گیاه قبل از برداشت کشاورز اقدام به نمونه برداری شد. سپس اجزای مختلف گیاه شامل سنبله، ریشه، ساقه و برگ از هم جدا شدند و در مجموع 120 نمونه گیاهی حاصل شد. برای هر اندام 30 نمونه موجود بود و با ترکیب کردن آنها 10 نمونه حاصل

روش نمونه برداری

نمونه برداری به روش تصادفی سیستماتیک (کامبرز و براون 1983) انجام شد. به این ترتیب که در داخل منطقه 3 ترانسکت به طول 100 متر به صورت تصادفی مستقر گردید، سپس در امتداد هر ترانسکت، 10 پلات $0/5$ مترمربعی به صورت سیستماتیک و در فواصل 10 متری مستقر شد و در هر پلات اقدام به برداشت کامل زیست توده هوایی و زیرزمینی گردید. برای برداشت

تعیین میزان ترسیب کربن خاک

برای تعیین میزان کربن آلی خاک در آزمایشگاه ابتدا وزن مخصوص ظاهری نمونه‌های خاک به روش سیلندر بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین شد و سپس درصد کربن آلی از روش والکی بلک بدست آمد (زرین کفش 1993 و نوستو و همکاران، 2006). در پایان برای محاسبه میزان ترسیب کربن خاک بر حسب گرم در هر متر مربع از رابطه (2) استفاده شد.

$$\text{رابطه (2): } Cc = 10000 \times C (\%) \times BD \times E$$

که در این رابطه Cc: میزان وزن کربن ترسیب شده در سطح یک متر مربع، C: درصد کربن اندازه‌گیری شده، BD: وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و E عمق نمونه‌برداری خاک بر حسب سانتی‌متر می‌باشد (محمودی طالقانی و همکاران 2007).

تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه میزان ترسیب کربن بین اندام‌های مختلف گیاه زراعی گندم از آنالیز واریانس یکطرفه، و برای کلاسه‌بندی مقدار میانگین‌ها از آزمون دانکن در نرم افزارهای آماری SPSS نسخه 16 و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

میزان ترسیب کربن اندام‌های مختلف گندم

با توجه به رابطه (1) نتایج ضریب تبدیل اندام‌های گیاهی گندم به کربن آلی نشان داد که سنبله بیشترین درصد ضریب تبدیل را نسبت به سایر اندام‌ها دارد. در مقابل ریشه کمترین درصد ضریب تبدیل را داراست (جدول 1).

شد. برای مطالعه خاک، از بین پلات‌های مستقر شده در امتداد هر ترانسکت پنج پلات به صورت تصادفی انتخاب شد و در داخل هر یک پروفیلی در زیر تاج پوشش گیاه نمونه برداری شده حفر گردید و از عمق 0-30 سانتی‌متری (چون میکروارگانیزم‌ها در عمق 30 سانتی‌متر اول خاک بیشترین استقرار را دارند (مهدوی 1387) نمونه‌برداری خاک به روش سیلندر صورت گرفت. نمونه‌های گیاهی و خاک به آزمایشگاه منتقل شده و میزان ترسیب کربن در آن‌ها تعیین شد.

تعیین ضریب تبدیل و میزان ترسیب کربن اندام‌های گندم

برای تعیین ضریب تبدیل ترسیب کربن در اندام‌های چهار گانه (سنبله، ساقه، برگ، ریشه) از روش احتراق (عبدی و همکاران 2008، بردبار و مرتضوی 1385 و فروزه و همکاران 1387)، استفاده شد. برای هر اندام 30 نمونه موجود بود که پس از خشک شدن نمونه‌ها در دستگاه اتو (در دمای 60 درجه سانتیگراد و به مدت 24 ساعت)، با ترکیب آن‌ها 10 نمونه 2 گرمی، جهت قرارگیری در کوره حاصل شد. این نمونه‌ها به مدت 3 ساعت در دمای 500 درجه سانتیگراد داخل کوره احتراق قرار گرفت. خاکستر نمونه‌ها پس از خنک شدن در دستگاه دسیکاتور، توزین شده و برای اطمینان از تثبیت وزن آنها دوباره به مدت 1 ساعت در دمای مذکور نگهداری شد. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه میزان مواد آلی نمونه‌ها محاسبه و با استفاده از رابطه 1 (عبدی و همکاران 2008، بردبار و مرتضوی 1385)، میزان کربن آلی در هر کدام از اندام‌های گیاه به صورت جداگانه محاسبه شد. در ادامه با ضرب ضریب تبدیل کربن آلی در بیوماس گیاهی، وزن کل کربن ترسیب شده در هر پلات و در نهایت در هر هکتار سایت مطالعاتی محاسبه شد.

$$\text{رابطه (1): } OC = 0/54 OM$$

که در آن OC: کربن آلی و OM: مواد آلی می‌باشد.

جدول 1- ضریب تبدیل اندام های 4 گانه و مقدار کربن حاصل شده از نمونه خشک 2 گرمی

گونه	اندام		خوشه		ساقه		برگ		ریشه	
	مقدار کربن	ضریب تبدیل (%)	مقدار کربن	ضریب تبدیل (%)	مقدار کربن	ضریب تبدیل (%)	مقدار کربن	ضریب تبدیل (%)	مقدار کربن	ضریب تبدیل (%)
<i>Triticum aestivum</i>	1/010	50/515	1/007	50/335	0/903	45/155	0/772	38/63		

گندم انجام می‌دهد. برگ و ریشه گندم نیز از این نظر هم با یکدیگر و هم با سنبله و ساقه اختلاف معنی‌دار داشته و کمترین میزان ترسیب کربن مربوط به ریشه می‌شود (جدول 3). نتایج آنالیز واریانس میزان ترسیب کربن در اندام‌های مختلف گندم در جدول 2 آمده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اندام‌های مختلف از نظر ترسیب کربن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سنبله و ساقه گندم از نظر ترسیب کربن با هم اختلاف معنی‌داری ندارند و بیشترین میزان ترسیب را خوشه

جدول 2- نتایج آنالیز واریانس میزان ترسیب کربن در اندام‌های مختلف گندم

F	مربعات میانگین	درجه آزادی	مجموع مربعات	ترسیب هر اندام (تن در هکتار)
495/576*	1/487	3	4/462	بین گروه‌ها
	0/003	36	0/122	درون گروه‌ها
		39	4/584	کل

*: در سطح 5% معنی‌دار است.

جدول 3- نتایج آزمون دانکن میزان ترسیب کربن در اندام‌های مختلف گندم

گونه	اندام	سنبله	ساقه	برگ	ریشه
<i>Triticum aestivum</i>	1/010 _a	1/007 _a	0/903 _b	0/772 _c	

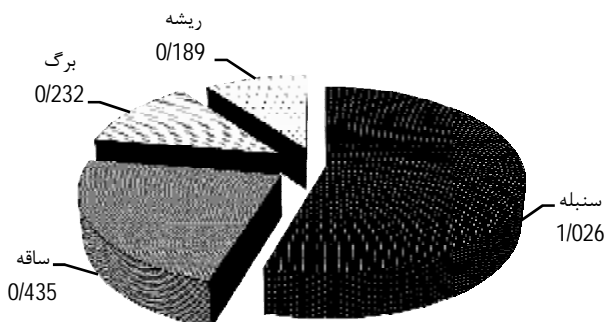
حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار و حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 5% است.

که اندام‌های مختلف در سطح 5 درصد با هم اختلاف معنی‌داری داشتند به طوری که خوشه‌ها با دارا بودن

نتایج مقایسه میانگین ترسیب کربن در هر هکتار در اندام‌های مختلف گونه *Triticum sativum* نشان‌داد

(کلبرید و همکاران 1999، فرانک و کام 2003، سینگ و همکاران 2003). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پتانسیل ذخیره کربن در اندام‌های مختلف در سطح 5 درصد دارای اختلاف معنی‌داری است به طوری که خوشه بیشترین و ریشه‌ها کمترین توان ذخیره کربن را داشتند. در میان اندام‌های هوایی نیز کمترین میزان ترسیب کربن مربوط به برگ‌ها و بیشترین مقدار آن در خوشه بود. بنظر می‌رسد که کاهش ضریب تبدیل در برگ‌ها به علت بالا بودن مواد معدنی در آن‌ها باشد. همچنین علت بالا بودن ضریب تبدیل در خوشه‌ها احتمالاً میزان کم آب در این اندام باشد. همچنین توزیع کربن بیوماس کل نشان داد که ذخیره کربن در بیوماس اندام‌های هوایی بیش از ریشه‌ها بود که این یافته با نتایج مطالعات جائو و همکاران (2007) و یانگ ژانگ (2007) که نشان دادند میزان ترسیب کربن در بیوماس هوایی بیشتر از بیوماس زیرزمینی است مطابقت دارد. همچنین پس از بررسی میزان کربن خاک و بیوماس گیاهی مشاهده شد که میزان ترسیب کربن در خاک بیشتر از بیوماس گیاهی است که این یافته با نتایج حاصل از مطالعات آرادوتیر و همکاران (2000) و باجس (1996) که نشان دادند بیشترین سهم از کربن ترسیب شده به بخش خاک اختصاص یافته و خاک بزرگترین مخزن ذخیره کربن محسوب می‌شود، مطابقت دارد. مقادیر بالای کربن موجود در خاک را در زمین‌های زراعی می‌توان به اجرای اقدامات کوددهی در آن‌ها مرتبط دانست چرا که این اقدامات در زمین‌های زراعی روی خصوصیات فیزیکی خاک تأثیر معنی‌داری داشته، ساختمان آنرا بهبود می‌بخشد و همچنین منجر به افزایش تراکم و وزن مخصوص خاک می‌گردند (محمدی و همکاران 1388) که مطابق رابطه 2 افزایش وزن مخصوص ظاهری، خود، میزان ترسیب کربن خاک را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش آن می‌گردد. عملیات کوددهی نیز به نوبه خود ساختمان خاک را بهبود بخشیده و باعث افزایش میزان مواد آلی

1/026 تن ترسیب کربن در هکتار (54/52 درصد) و ریشه‌ها با داشتن 0/189 تن ترسیب در هکتار (10/04 درصد) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ترسیب کربن را به خود اختصاص داده اند (شکل 2).



شکل 2- میانگین تولید کربن در اندام‌های مختلف به تن در هکتار

میزان کربن ترسیب شده در خاک

جهت تعیین میزان کل کربن ترسیب شده در خاک هر هکتار و با در دست داشتن عمق نمونه‌برداری میزان ترسیب کربن در خاک با استفاده از رابطه (2) محاسبه گردید و مقدار آن 16/332 تن در هکتار بدست آمد.

بحث و نتیجه گیری

فرایند ترسیب کربن توسط گیاهان ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی ارزان‌ترین روش برای کاهش کربن به شمار می‌رود که این نقش را گیاهان توسط عمل فتوسنتز و از طریق اندام‌های خود انجام می‌دهند و هر یک از اندام‌های آن‌ها دارای نقش متفاوتی در این فرایند هستند (فروزه و همکاران 1387). میزان ترسیب کربن در واحد زمان به خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی و شیوه‌های مدیریت، روش احیاء و شرایط محیطی بویژه مقدار بارندگی، تغییر کاربری اراضی، شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک و ذخیره قبلی کربن در خاک بستگی دارد (درنر و اسچومن، 2007 پست و کان 2000). رابطه مستقیمی بین کربن ترسیب شده با نوع گونه گیاهی وجود دارد، به طوری که برای گونه‌های مختلف، ضرایب متفاوتی برای ترسیب کربن ارائه شده است

به خود اختصاص داده است و از دیگر سو افزایش ترسیب کربن معادل افزایش بیوماس گیاهی، افزایش تولید، بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و جلوگیری از فرسایش آبی و بادی است. به همین سبب ترسیب کربن علاوه بر دارا بودن ارزش‌های حفاظتی و پایه‌ای، به دلیل افزایش تولید بیوماس، از نظر اقتصادی نیز دارای ارزش است و می‌تواند به عنوان منفعت و سود اضافی حاصل از فعالیت‌های زراعی مطرح گردد. در نهایت باید گفت با وجود اهمیت فرآیند ترسیب کربن در تعدیل گازهای گلخانه‌ای و کاهش دمای کره زمین توسط گونه‌های مرتعی و زراعی، مطالعات کمی در این مورد (بویژه در مورد گونه‌های زراعی) صورت گرفته است. اما به طور کلی با توجه به وجود مسائل پیچیده در اکوسیستم‌های زراعی و مسائلی مثل معدنی شدن مواد آلی، تأثیر عوامل اقلیمی و سایر عوامل بر روی جذب دی‌اکسید کربن، تحقیقات گسترده‌ای در این رابطه لازم به نظر می‌رسد.

خاک و بالطبع افزایش محصول و افزایش بیوماس هوایی و در نتیجه افزایش سطوح ترسیب کننده گیاهی می‌گردد (فابریزی و همکاران 2007). گلچین و عسگری (2004) نیز گزارش کردند که وزن مخصوص ظاهری خاک شخم شده با گاو آهن قلمی به میزان چهار تا 25 درصد بیشتر از خاک‌هایی بود که در آنها عملیات خاک-ورزی انجام نشده بود از آنجایی که بیوماس گیاهی در ترسیب کربن و کاهش سطح این گاز اتمسفری نقش فزاینده‌ای دارد بنابراین هرگونه اقدامی که باعث افزایش پوشش گیاهی گردد به طور غیر مستقیم در ترسیب کربن تأثیر گذار خواهد بود. تولید عملکرد مطلوب در کشت دیم به طور مستقیم به میزان بارندگی و ذخیره رطوبت در خاک بستگی دارد. سینگ و هایل (2007) نیز نشان دادند که عملیات خاک‌ورزی حداقل منجر به افزایش میزان رطوبت خاک می‌گردد که این امر نیز عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نظر به اینکه گندم مهم‌ترین گیاه خانواده غلات است که بیشترین سطح زیر کشت محصولات زراعی کشور را

منابع مورد استفاده

- امیراسلانی ف، 1382. ترسیب کربن در اراضی بیابانی. مجله جنگل و مرتع، شماره 62 صفحه‌های 171-176.
- بردبار س. ک و مرتضوی جهرمی س. م. 1385. بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل کاریهای اکالیپتوس و آکاسیا در مناطق غربی استان فارس. پژوهش و سازندگی. 70: صفحه‌های 95-103.
- زرین کفش م. 1372. خاکشناسی کاربردی، ارزیابی و مورفولوژی و تجزیه‌ای کمی خاک - آب - گیاه. انتشارات دانشگاه تهران. شماره 1955.
- گلچین ا و عسگری ح، 1383. تغییر تعدادی از ویژگی‌های خاک تحت تأثیر عملیات کشت، مجموعه مقالات نهمین کنفرانس خاک ایران، موسسه حفاظت خاک و آبخیزداری صفحه‌های 145-146.
- فروزه م، حشمتی غ، قدیریان غ و مصباح س. ح. 1387. مقایسه توان ترسیب کربن سه گونه بوته‌ای گل آفتابی، سیاه گینه و درمنه دشتی در مراتع خشک ایران. مجله محیط شناسی. شماره 46: صفحه‌های 65-72.
- محمودی طالقانی ع، زاهدی امیری ق، عادل ا و ثاقب‌طالبی خ. 1386. برآورد ترسیب کربن خاک در جنگلهای تحت مدیریت (مطالعه موردی جنگل گنبد در شمال کشور). فصلنامه جنگل و صنوبر. صفحه‌های 241-252.

مصدیقی م. 1382. مرتعداری در ایران، انتشارات آستان قدس رضوی.

مهدوی س. خ. 1387. بررسی اثر شدتهای برداشت، تراکم کاشت و دوره های بهره برداری بر میزان ترسیب کربن در چراگاههای آتریپلکس لنتی فرمیس در اردستان اصفهان. رساله دکترای مرتعداری. دانشگاه آزاد اسلامی تهران. واحد علوم تحقیقات.

Abdi N, Maadah Arefi H and Zahedi Amiri GH, 2008. Estimation of Carbon Sequestration in Astragalus Rangelands of Markazi Province (Case Study: Malmir Rangeland in Shazand Region), Iranian Journal of Range and Desert Research 15(2): 269-282.

Aradottir A, Savarsottri L, Kristin H, Jonsson P and Gudbergsson G, 2000. Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. Icelandic agricultural sciences 13: 99-113.

Baker JM, Ochsner TE, Venterea RT, Griffis and TJ. 2007. Tillage and soil carbon sequestration-What do we really know? Agriculture, Ecosystems and Environment 118: 1-5Pp.

Batjes NH, 1996. Total C and N in soils of the world. Eur. J. Soil Sci. 47: 151-163.

Bouwman AF and Leemans R, 1995. The role of forest soils in the global carbon cycle. In Carbon Forms and Functions in Forest Soils (eds McFee, W. W. and Kelly, J. M.), SSSA, Madison, WI. 503-526.

Bowen GD and Rovira AD, 1999. The rhizosphere and its management to improve plant growth. Adv. Agron. 66: 1-102.

Chambers JC, and Brown RE, 1983. Methods for Vegetation Sampling and Analysis on Revegetated Mined Lands. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report. INT.

Chauhan SKK, Sharma SC, Beri V, Ritu B, Yadav S and Gupta N, 2010. Yield and carbon sequestration potential of wheat (*Triticum aestivum*) -poplar (*Populus deltoides*) based agri-silvicultural system. The Indian Journal of Agricultural Sciences 80(2).

Derner JD and Schuman GE, 2007. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. Journal of Soil and Water Conservation, 62(2): 77-85.

Fabrizzi KP, Rice CW, Schlegel A, Peterson D, Sweeney DW and Thompson C, 2007. Soil Carbon Sequestration in Kansas: Long-Term Effect of Tillage, N Fertilization, and Crop Rotation. Kansas State University 1-44.

Frank AB and Karn JF, 2003. Vegetation indices, CO₂ Flux, and biomass for northern plains grasslands. Journal of Range Management 55:16-22.

Gao YH, Lue P, Wu, Chen H, and Wang GX, 2007. Grazing Intensity Impacts on Carbon Sequestration in an Alpine Meadow on the Eastern Tibetan Plateau. Journal of Agriculture and Biological Sciences 3(6):642-647.

Halvorson AD, Wienhold BJ and Black AL, 2002. Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. Soil Sci. Soc. Am. J. 66:906-912.

- Janson A and Olsson I, 2003. Assessment of soil organic carbon in semi-arid Sudan using GIS and the Century Model. *Journal of Arid Environments* 54: 633- 651.
- Kilbride CM, Byrne KA and Gardiner JJ, 1999. Carbon sequestration and Irish Forests. Dublin Coford.
- Kumar R, Pandey S and Pandey A, 2006. Plant roots and carbon sequestration. *Current Science* 91(7).
- McCarty GW and Ritcher JC, 2000. Impact of soil movement on carbon sequestration in agricultural ecosystems. *Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements, and Monitoring Conference*. In Raleigh, North Carolina 3-5.
- Morgan JA, Follett RF, Allen LH, Grosso SD, Derner JD, Dijkstra F, Franzluebbers A, Fry R, Paustian K and Schoeneberger MM, 2010. Carbon sequestration in agricultural lands of the United States. *Soil and Water Conservation Society*. All rights reserved *Journal of Soil and Water Conservation*. 65(1):6A-13A.
- Nosetto MD, Jobbagy EG and Paruelo JM, 2006. Carbon Sequestration in Semi-Arid Rangelands *Arid Environments* 67: 142–156.
- Nye PH, 1981. Changes of pH across the rhizosphere induced by roots. *Plant Soil* 61: 7–26.
- Post WM and Kwon KC, 2000. Soil carbon sequestration and land-use change, processes and potential. *Global Change Biology* 6(3): 317-327.
- Sainju UM, Lenssen A, Caesar-Tonthat T and Waddell J, 2006. Tillage and crop rotation effects on dry land soil and residue carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:668-678.
- Sherrod LA, Peterson GA, Westfall DG, and Ahuja LR, 2003. Cropping intensity enhances soil organic carbon and nitrogen in a no-till agro ecosystem. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1533-1543.
- Singh G, Bala N, Chaudhuri KK and Meena RL, 2003. Carbon sequestration potential of common access resources in arid and semi-arid regions of northwestern India. *Indian Forester* 129(7): 859- 864.
- Singh BR and Haile M, 2007. Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and soil properties. *Soil and Tillage Research* 94: 55-63.
- Tavakoli HE, Filehkesh H, Ahmadinejad M, Aliabadi, 2008. How can contribute to carbon sequestration and biodiversity in arid regions?. *The 3rd International conference on water resources and arid environments* 69-73.
- Yong Zhong Su, 2007. Soil Carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa land in northwest china, *journal of soil and Tillage Research* 92: 181-189.
- Zobel RW, 1992. Soil environmental constraints to root growth. *Adv. Soil Sci.* 19:27–51.