نقش کاربری های مختلف در میزان ترسیب کربن خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نومه رود شهرستان نور)

محمد رضا جوادی طبالوندانی[1]، غلامرضا زهتابیان[2]، حسن احمدی[2]، شمس الله ایوبی[3]، محمد جعفری[3]، میثم علیزاده[4]

تاریخ دریافت : 89/8/18 تاریخ پذیرش: 89/11/7

چکیده

افزایش غلظت دی اکسید کربن در جو زمین به عنوان اصلی ترین عامل تغییرات اقلیمی است که تغییر در اکوسیستم ها و در نتیجه کاهش تنوع زیستی از عواقب و خسارت ناشی از آن هستند. بنابراین جلوگیری از ورود و کاهش پیش از سطح آستانه تحمل آلایندگی دی اکسید کربن اتمسفری، امری ضروری به نظر می رسد. حوزه های آبخیز در هر منطقه به عنوان بزرگترین واحدهای فیزیکی و توپوگرافیک با تنوع اکوسیستم ها از اهمیت خاصی برخوردار هستند. خاک، از مهمترین اجزای این اکوسیستم ها، در مقیاس جهانی سومین منبع ذخیره کربن است و در توازن جهانی کربن و ترسیب مجدد آن نقش به سزایی دارد. به منظور برآورد ترسیب کربن خاک، در حوزه آبخیز نومه رود تحت پنج تیمار شامل دیمزارهای رها شده، مراتع، جنگل های انبوه، جنگل های نیمه انبوه و جنگل های تنک انتخاب گردید. نمونه برداری خاک در عمق 30-0 سانتی متری به صورت تصادفی با سه نمونه و یا بیشتر در شبکه های یک کیلومتر مربعی (در نقشه توپوگرافی) برای هر کاربری و در مجموع 85 نمونه برداشت گردید. نمونه ها در هوای آزاد خشک شده و از الک 2 میلی متری در آزمایشگاه عبور داده شد. اندازه گیری کربن آلی خاک با روش والکی- بلاک انجام گردید. نتایج نشان داد که کاربری های مختلف اثرات متفاوتی در مقدار ترسیب کربن دارند. به طوری که در واحد سطح، جنگل های انبوه و مراتع به ترتیب بیشترین و کمترین ترسیب کربن را به خود اختصاص دادند. همچنین اعمال مساحت هریک از کاربری ها در مقدار ترسیب کربن در واحد سطح نشان داد که جنگل های انبوه و جنگل های تنک به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ترسیب کربن را دارا بودند. هرچند میزان ترسیب کربن مراتع در واحد سطح ناچیز اما به واسطه وسعت بالا، در این منطقه از مقدار ترسیب کربن بالایی برخوردار بوده است. به طور کلی مقدار ترسیب کربن خاک در کل سطح این حوزه آبخیز بیشتر از 311473 تن بوده است.

واژه های کلیدی: ترسیب کربن، کاربری اراضی، دیمزارهای رهاشده، جنگل، مرتع، حوزه آبخیز نومه رود

1- هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
2- هیأت علمی دانشگاه تهران
3- هیأت علمی دانشگاه اصفهان
4-دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در طی قرون گذشته تمرکز گازهای گلخانه ای و به طور خاص دی اکسید کربن در جو کره زمین به تدریج افزایش یافت، به طوری که در حال حاضر همه ساله 32×10^{12} تن دی اکسیدکربن به واسطه فعالیت های بشری وارد جو می شود (دفتر بودجه کنگره آمریکا[1]، 2007). بسیاری از اثرات محیطی ناشی از افزایش غلظت دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه ای به طور کامل مشخص نیست، ولی عمده ترین دلیل افزایش دمای کره زمین را می توان از این ناحیه دانست (سازمان زمین شناسی آمریکا[2]، 2003). اگر روند کنونی انتشار دی اکسید کربن ادامه یابد، در سال 2100 میلادی دمای هوا 1/4 تا 5/8 درجه سانتیگراد نسبت به سال 1990 افزایش خواهد یافت (پنل بین دولتی تغییرات اقلیمی[3]، 2000). پور خباز (1381) اظهار می دارد، با ایجاد تغییر در دمای کره زمین، بسیاری از سامانه های کشاورزی و تمام اکوسیستم ها، دچار تغییر می شود و در نهایت موجب کاهش تنوع زیستی، افزایش وسعت کویرها و کاهش سطح جنگل ها خواهد شد. بنابراین جلوگیری از وقوع تغییرات دمایی امری ضروری به نظر می رسد که می بایست نسبت به کاهش دی اکسید کربن به اتمسفر، اقدام کرد. روش های مختلف جهت کاستن این گاز فقط به کاهش انتشار آن مربوط نمی شود، بلکه روش های ترسیب بیولوژیک کربن بوسیله پوشش گیاهی و خاک تحت پوشش آن را نیز شامل می شود (دفتر بودجه کنگره آمریکا، 2007). این روش ساده ترین، ارزانترین و عملی ترین راهکار جهت کاهش دی اکسید کربن اتمسفری است (ویلیام[4]، 2002). میزان گاز کربنیک در چرخه طبیعت معادل 200 میلیارد تن در سال است که در پنج منبع مهم شامل اقیانوس ها، اعماق زمین، اتمسفر، منابع زنده و خاک ذخیره است (لال[5]، 2004). با توجه به این که 75 درصد کربن اکوسیستم های خشکی در خاک ذخیره شده است (محمودی طالقانی و همکاران، 1386) ، یک روش پیشنهادی برای کاهش میزان دی اکسید کربن و افزایش ذخیره جهانی کربن، ترسیب دوباره آن در خاک ها است. هم چنان که لال (2004) خاک های جهان را سومین ذخیرگاه اصلی کربن و حدود 4 برابر کربن موجود در بیوماس و 3/3 برابر میزان کربن موجود در جو می داند. آرادوتیر و همکاران[6] (2000) نیز در تحقیقات خود خاک ها را مخزن اصلی کربن آلی در اکوسیستم مرتعی معرفی نمودند. محمودی طالقانی و همکاران (1385) در برآورد میزان ترسیب کربن خاک در 11 طرح جنگلداری در گنبد به این نتیجه رسیدند که مقدار ترسیب کربن خاک در طرح های مختلف جنگلداری متفاوت بوده است. نتایج مطالعات بیانگر اهمیت خاک ها به عنوان یکی از مهمترین ذخیره گاه های کربن است. حوزه های آبخیز به عنوان بزرگترین واحدهای فیزیکی و توپوگرافیک در هر منطقه محسوب می شوند. آبخیزها دربرگیرنده اشکال مختلفی از اکوسیستم ها از جمله جنگل ها، مراتع، زراعت و غیره هستند و پسندیده است که به لحاظ گوناگون مورد بررسی قرار گیرند. خاک به عنوان یکی از اجزای این اکوسیستم ها مطرح و به لحاظ میزان ذخیره کربن حائز اهمیت هستند. هر گونه تغییر در نوع این اکوسیستم

1- Congressional Budget Office (CBO)
2- United States Geological Survey (USGS)
3- Intergovermental Panel on Climate Change (IPCC)
4- William
5- Lal
6- Aradottir

Archive of SID

www.SID.ir

ممکن است سبب کاهش یا افزایش در مقدار ذخیره کربن در پوشش گیاهی، خاک و در نهایت در توان ترسیب کربن کل گردد. به طوری که اوجیما و همکاران[1] (2000) در مطالعه ذخیره کربن اراضی تحت مدیریت مراتع و کشتزار به بررسی استفاده بی رویه از مراتع و تبدیل آن به کشتزار پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این تغییر کاربری سبب افزایش فرآیند فرسایش و رسوب و کاهش توان ترسیب کربن خواهد شد. همچنین نتایج مطالعات لال (2003) نشان داد که تبدیل اکوسیستم های جنگلی و مرتعی به اکوسیستم های زراعی موجب هدر رفت حدود 30 تا 50 تن کربن در هکتار در طول هر سال می شود. بنابراین مدیریت منابع خاکی و به خصوص کنترل فرسایش و رسوب می تواند سبب مهیا نمودن ترسیب کربن شود (مک کارتی و ریتچی،[2] 2000). با عنایت به این موضوع، این تحقیق با فرض اینکه مقدار ترسیب کربن در سطح حوضه های آبخیز متأثر از کاربری های گوناگون با نوع پوشش زمین است، به برآورد میزان ذخیره کربن در انواع کاربری ها انجام گردید تا با شناخت این عامل مدیریتی بتوان نگرشی سیستمی به نوع استفاده از زمین داشت تا علاوه بر تضمین بقا و سلامتی این منابع خدادادی، به راه حلی مناسب جهت مقابله با بحران تغییر اقلیم و در نهایت به توسعه پایدار محیط زیستی دست یافت.

مواد و روشها

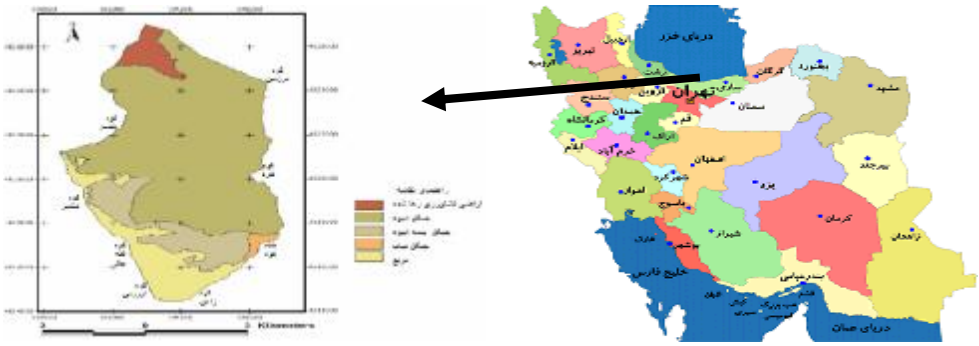
خصوصیات منطقه مورد مطالعه

در تحقیق حاضر، حوزه آبخیز نومه رود با وسعت تقریبی 50 کیلومتر مربع انتخاب گردید. این حوزه با فاصله 20 کیلومتری از شهرستان نور دارای متوسط بارندگی سالیانه در حدود 640 میلیمتر با حداقل ارتفاع 650 و حداکثر 3405 متر است. این منطقه در طول جغرافیایی590000 تا 597000 و عرض 4016000 تا 4022000 بر حسب UTM واقع شده است (شکل 1). به لحاظ نوع خاک نیز سه نوع خاک شامل رگوسل، لیتوسل و چرنوزم در آن مشاهده می شود. پوشش گیاهی این منطقه در سه بخش پوشش جنگلی، مرتعی و اراضی مزروعی رهاشده است که در مناطق جنگلی گونه هایی از قبیل Lipsky *Fagus orientalis*، *Quercus* Sp، *Carpinus orientalis* Miller، *Carpinus schuschaensis* H.Winkl، در مراتع انواع گرامینه ها شامل گونه های *Dactylis glomerata* L.، *Bromus* Sp. و گونه های بالشتکی نظیر *Acantholimon* Sp.، *Onobrychis* Sp. و در اراضی مزروعی رهاشده نیز *Berberis orthobotrys* L.، *Crataegus* L. و... از گونه های غالب هستند (جوادی طبالوندانی، 1389).

1- Ojima
2- McCarty & Ritchie

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1: موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز نومه رود

روش تحقیق

با توجه به اهداف تحقیق، در ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:25000 هر کدام از کاربری ها روی نقشه تعیین و به منظور نمونه برداری انتخاب شد. در این مطالعه نمونه برداری به روش سیستماتیک- تصادفی انجام گرفت. به این صورت که نقشه به شبکه هایی با وسعت 1 کیلومتر مربع تقسیم و در هر کدام از این شبکه ها به شیوه تصادفی اقدام به نمونه برداری گردید (محمدی، 1385). برای هر کاربری، 5 شبکه تصادفی و در هر شبکه 3 نمونه و یا بیشتر (بسته به شرایط توپوگرافی و در دسترس بودن منطقه) نمونه خاک تا عمق 30 سانتیمتری برداشت گردید. زیرا مطالعات نشان داد تغییرات کربن در اعماق بیشتر از 30 سانتیمتری معنی دار نیست (ژائو و همکاران[1]، 2007). نمونه ها در هوای آزاد خشک و از الک 2 میلیمتری عبور داده شد. اندازه گیری کربن آلی خاک به روش والکی- بلاک[2] صورت گرفت. به منظور محاسبه درصد کربن کل، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه به دست آمد (مک دیکن[3]، 1997). به منظور تعیین میزان ترسیب کربن با مقیاس گرم در هر متر مربع از نمایه $Cc=10000\times C(\%)\times Bd\times e$ استفاده شد (زاهدی، 1377). در این فرمول Cc میزان وزن کربن ترسیب شده در سطح یک مترمربع، C درصد تراکم کربن در عمق مشخصی از خاک، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و e ضخامت عمق خاک بر حسب سانتی متر است. تجزیه و تحلیل داده ها در محیط نرم افزاری SPSS انجام شد. به منظور مقایسه میزان ترسیب کربن خاک در کاربری های گوناگون از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA و جهت کلاسه بندی مقدار میانگین ترسیب کربن در پنج منطقه از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج

برآورد میزان ترسیب کربن در واحد سطح

نتایج برآورد میزان ترسیب کربن خاک در واحد سطح (کیلوگرم در متر مربع و تن در هکتار) در هر منطقه در جداول 1، 2، 3، 4 و 5 آمده است. نتایج نشان داد میانگین مقدار ترسیب کربن در هر هکتار از اراضی رها شده 57/42، مراتع 24/40، جنگل انبوه 78/35، جنگل نیمه انبوه 49/18 و جنگل تنک 36/40 تن بر هکتار بوده است.

1- Gao
2- Walkley- Black
3- Mac Dicken

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1: میانگین مقدار ترسیب کربن در اراضی رها شده

محل نمونه برداری	عمق خاک (e) Cm	تراکم کربن(c) %	وزن مخصوص ظاهری gr/cm³ (Bd)	ترسیب کربن (Cc) Kg/m²	ترسیب کربن ton/ha
1	30	1/367	1/363	5/589	55/89
2	30	1/352	1/266	5/134	51/34
3	30	1/326	1/646	6/547	65/47
4	30	1/336	1/511	6/056	60/56
5	30	1/391	1/291	5/387	53/87
میانگین				5/742	57/42

جدول 2: میانگین مقدار ترسیب کربن در مراتع

محل نمونه برداری	عمق خاک (e) Cm	تراکم کربن(c) %	وزن مخصوص ظاهری gr/cm³ (Bd)	ترسیب کربن (Cc) Kg/m²	ترسیب کربن ton/ha
1	30	0/681	1/281	2/617	26/17
2	30	0/411	1/421	1/752	17/52
3	30	0/594	1/433	2/553	25/53
4	30	0/651	1/453	2/837	28/37
5	30	0/653	1/401	2/445	24/45
میانگین				2/440	24/40

جدول 3: میانگین مقدار ترسیب کربن در جنگل انبوه

محل نمونه برداری	عمق خاک (e) Cm	تراکم کربن(c) %	وزن مخصوص ظاهری gr/cm³ (Bd)	ترسیب کربن (Cc) Kg/m²	ترسیب کربن ton/ha
1	30	1/901	1/331	7/590	75/90
2	30	2/521	1/351	10/217	102/17
3	30	1/851	1/293	7/180	71/80
4	30	1/963	1/333	7/850	78/50
5	30	1/633	1/294	6/339	63/39
میانگین				7/835	78/35

جدول 4: میانگین مقدار ترسیب کربن در جنگل نیمه انبوه

محل نمونه برداری	عمق خاک (e) Cm	تراکم کربن(c) %	وزن مخصوص ظاهری gr/cm³ (Bd)	ترسیب کربن (Cc) Kg/m²	ترسیب کربن ton/ha
1	30	1/587	1/266	6/027	60/27
2	30	0/978	1/271	3/729	37/29
3	30	1/501	1/273	5/732	57/32
4	30	1/071	1/341	4/308	43/08
5	30	1/171	1/366	4/798	47/98
میانگین				4/918	49/18

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 5: میانگین مقدار ترسیب کربن در جنگل تنک

محل نمونه برداری	عمق خاک (e) Cm	تراکم کربن(c) %	وزن مخصوص ظاهری gr/cm³ (Bd)	ترسیب کربن (Cc) Kg/m²	ترسیب کربن ton/ha
1	30	0/829	1/416	3/521	35/21
2	30	0/936	1/466	4/116	41/16
3	30	0/766	1/486	3/414	34/14
4	30	0/772	1/296	3/001	30/01
5	30	0/946	1/463	4/151	41/51
میانگین				3/640	36/40

مقایسه مقدار ترسیب کربن خاک در واحد سطح کاربری های مختلف با یکدیگر

نتایج حاصل از مقایسه ترسیب کربن با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس در کاربری های مختلف، حاکی از وجود اختلاف در هریک از مناطق است (جدول 6). به طوری که تفکیک گروه ها از طریق آزمون دانکن نشان داد که ارضی رهاشده و جنگل نیمه انبوه در یک گروه و سه کاربری دیگر به طور جداگانه در گروه های مجزا قرار گرفتند (جدول 7).

جدول 6: نتایج تجزیه واریانس مقدار ترسیب کربن درکاربری های مختلف

منابع متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
واریانس های بین گروهی	8479/132	4	2119/783	28/271	0/ 000*
واریانس های درون گروهی	1499/595	20	74/980		
واریانس کل	9978/727	24			

* بیانگر اختلاف معنی دار در سطح 5% می باشد.

جدول 7: نتایج آزمون دانکن در مقایسه مقدار ترسیب کربن در سه منطقه

محل نمونه برداری	معنی دار در سطح 0/5			
	1	2	3	4
مراتع	24/40 a			
جنگل های تنک		36/40 b		
جنگل های نیمه انبوه			49/18 c	
اراضی رهاشده			57/42 c	
جنگل های انبوه				78/35 d
سطح معنی داری	1/000	1/000	0/148	1/000

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح 5 درصد است.

برآورد و مقایسه مقدار ترسیب کربن کل در سطح حوزه

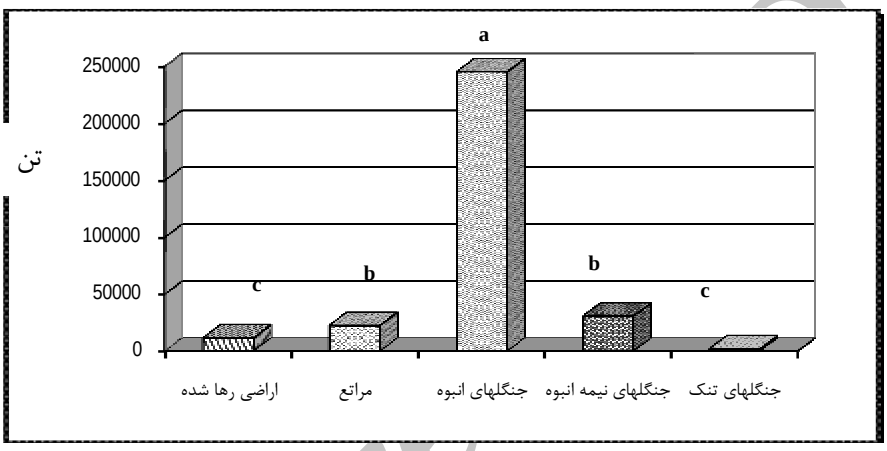
نتایج برآورد میزان کل ترسیب کربن خاک در سطح حوزه آبخیز نومه رود حاصل از اعمال مقدار ترسیب کربن در هر هکتار از اراضی تحت مطالعه در مساحت های آن در جدول 8 آمده است. نتایج مقایسه کاربری ها نیز نشان داد اختلاف آماری در سطح 95 درصد بین هریک از مناطق در میزان ترسیب کربن کل وجود دارد (شکل 2).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 8: مقدار ترسیب کربن کل در سطح حوزه آبخیز

محل نمونه برداری	مساحت (هکتار)	ترسیب کربن در هر هکتار (تن)	ترسیب کربن کل (تن)
اراضی رهاشده	198 /16	57/42	11378/347
مراتع	917 /8	24/40	22394/320
جنگل های انبوه	3129 /48	78/35	245194/750
جنگل های نیمه انبوه	623	49/18	30639/140
جنگل های تنک	51 /3	36/40	1867/320
مجموع	4919/74		311473/87



Archive

www.SID.ir

بحث و نتیجه گیری

برآورد مقدار ترسیب کربن خاک و نتایج حاصل از آن نشان داده است که میزان کل ذخیره کربن در واحد سطح هریک از تیمارهای مختلف، متفاوت بوده است. به طوری که مقایسه حاصل از آزمون تجزیه واریانس بیانگر وجود اختلاف معنی دار در مقدار ترسیب کربن در کاربری های گوناگون است که در این بین جنگل های انبوه با پوشش متراکم درختی بیشترین و مراتع با پوشش علفی و بوته ای کمترین مقدار ترسیب کربن را داشتند. تفاوت در اختلافات موجود ناشی از تفاوت در نوع اکوسیستم و به بیان دیگر اختلاف در نوع گونه های گیاهی است زیرا توان ترسیب کربن برحسب نوع گونه گیاهی، مکان و شیوه مدیریت متفاوت است (مورتنسون و شومن[56]، 2002). در اکوسیستم جنگلی حوزه آبخیز نومه رود، به طور تخمینی جنگل های انبوه دارای بیشترین میزان بیوماس در هر هکتار نسبت به جنگل های نیمه انبوه و جنگل های تنک هستند و به عنوان فعال ترین اکوسیستم جنگلی مطرح و در نتیجه دارای بالاترین ذخیره کربن هستند. نتایج مطالعات بردبار و همکاران (1386) نیز نشان داده است که میزان بیوماس جنگل رابطه مستقیمی با ترسیب کربن دارد. اراضی زراعی حاشیه مناطق مسکونی که در زمانی نه چندان دور به قلمرو جنگل ها تعلق داشتند، پس از چند سال کشت و زرع اکنون جز اراضی رها شده محسوب می شوند. این مناطق پس از جنگل های انبوه بیشترین میزان ترسیب کربن در واحد سطح را به خود اختصاص داده است. هرچند پوشش گیاهی موجود در آن در شرایط فعلی اغلب از گونه های بوته ای، درختچه ای و مهاجم است اما تمرکز کربن موجود ناشی از فعال بودن این اکوسیستم در گذشته است. لال (2003) نیز معتقد است تبدیل اراضی جنگلی به اراضی زراعی سبب هدررفت کربن خواهد شد. مراتع این حوزه با پوشش علفی و بوته ای طی سالیان متمادی مورد تعلیف دام های بومی منطقه قرار گرفته است و مقدار ترسیب کربن آن در واحد سطح کمتر از سایر رویشگاه ها می باشد. به طوری که این تفاوت در تیپ های مختلف مرتعی نیز مشهود بوده است. شومن و همکاران (2002) نیز معتقدند میزان ترسیب کربن مراتع در واحد سطح، ناچیز است. نتایج برآورد مقدار کل ترسیب کربن خاک در سطح حوزه آبخیز نومه رود حاصل از اعمال مقدار ترسیب کربن در هر هکتار از اراضی تحت مطالعه در مساحت های آن بیانگر این است که جنگل های انبوه با دارا بودن بالاترین میزان ترسیب کربن در هر هکتار و بیشترین مساحت، قسمت عمده ترسیب کربن کل در سطح حوزه آبخیز را به خود اختصاص داده است. همچنین در جنگل های تنک نیز که به عنوان یکی از مناطقی که کمترین میزان ترسیب کربن در واحد سطح را دارا است با کمترین وسعت، پایین ترین مقدار ترسیب کربن رخ داد. هرچند مقدار ترسیب کربن در واحد سطح مراتع نسبت به سایر مناطق ناچیز بوده است اما به دلیل وسعت بالای این مناطق، میزان ترسیب کربن نیز در سطح بالایی قرار دارد. این نتایج با یافته های شومن و همکاران (2002) نیز مشابهت دارد. برآورد ها در کل سطح حوزه آبخیز نومه رود نشان داد این حوزه پتانسیلی برابر با 311473/87 تن در هکتار ترسیب کربن را داراست. حال اگر ارزش اقتصادی هر تن ترسیب کربن حداقل 50 دلار در نظر گرفته شود

1- Mortenson & Schuman

Archive of SID

www.SID.ir

(لوکیوک[57] و همکاران، 2000)، با اعمال آن در مقدار کل ترسیب کربن ارزش افزوده ای سالانه برابر با 15573694 دلار را می توان برای این حوزه در نظر گرفت که به ترتیب بیشتر از 89 و 78 درصد این مقدار مربوط به کل مناطق جنگلی و جنگل های انبوه اختصاص دارد. لذا می توان بیان نمود در بین جوامع گیاهی، اکوسیستم های جنگلی قابلیت بالاتری نسبت به سایر پوشش گیاهی در جذب و نگهداشت کربن دارا هستند. بنابراین می توان اظهار داشت که در رویکرد جدید مدیریت، ضمن استفاده بخردانه از آبخیزها، میزان ذخیره کربن می تواند به عنوان شاخص عملکرد تولیدی آن به حساب آید که در این بین نقش جنگل به عنوان قابل ترین عنصر ترسیب کننده کربن انکار ناپذیر است. بنابراین مدیریت اکوسیستم ها در حوزه های آبخیز بایستی به گونه ای هدایت شود که ضمن در نظر گرفتن اقتصاد محیط زیستی، به عملکرد و توان اکولوژیک آن نیز بپردازد. به طوری که در بحث کلان، توجیه بهینه و پایدار معادلات اقتصادی می تواند به عنوان ضامن اجرای طرح های متعدد در سطح حوزه آبخیز به منظور توسعه پایدار تلقی گردد.

1- Luciuk

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1. بردبار، ک.، مرتضوی جهرمی، س.م.، 1385، بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگلکاریهای اکالیپتوس وآکاسیا در مناطق غربی استان فارس، مجله پژوهش وسازندگی در منابع طبیعی، شماره 70، صفحه 103-95.

2. پورخباز، ع.، پورخباز، ح.ر.، 1381، عمده ترین آشفتگی های زیست محیطی قرن حاضر(باران اسیدی، لایه اوزون، گرمایش جهانی)، انتشارات آستان قدس رضوی، 376 صفحه.

3. جوادی طبالوندانی، م.ر.، 1389، بررسی تغییرات فرسایش پذیری خاک در کاری های مختلف اراضی به وسیله باران ساز، پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم- تحقیقات، 130صفحه.

4.محمدی، ج.، 1385، پدولوژی (جلد دوم)، انتشارات پلک، 307 صفحه.

5. محمودی طالقانی، ع.، زاهدی امیری، ق.، عادلی، ا.، ثاقب طالبی، خ.، 1386، برآورد میزان ترسیب کربن خاک در جنگل های تحت مدیریت(مطالعه موردی: جنگل گلبند در شمال کشور)، مجله تحقیقات جنگل وصنوبر ایران، شماره 3(15)، صفحه 252-241.

6. Aradottir, A., L. Ssavarsdottir, H. Kristian, P. Jonsson, & G. Gudbergson., 2000. Carbon accumulation in vegetation and soil by reclamation of degraded areas, Icelandic Agricultural Sciences, 13: 99-113.

7. Congressional Bodget Office (CBO), 2007. The potential for carbon sequestration in the United States, congress of the U.S Washington DC, 1-22.

8. Gao, Y.H., P. Luo, N. Wu, H. Chen, & G.X. Wang., 2007. Grazing intensity impacts on carbon sequestration in an alpine meadow on the Eastern Tibetan Plateau, Agricultural and Biological Sciences, 3(6): 642-647.

9. IPCC, 2000. Land use, land use change and forestry special report, Cambridge University Press, 377Pp.

10.Lal, R., 2003. Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect, Critical Review in Plant Sciences, 22(2): 151-184.

11. Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change, Geoderma, 123: 1-22.

12. Luciuk, G.M., M.A. Boonneau, D.M. Boyle, & E. Vibery., 2000. Prairie farm rehabilitation, administration paper, carbon sequestration additional environmental, benefits of forests in the Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA). ID No 1967, Session 22:191-194.

13. Macdicken, K.G., 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects, Winrock international institute for agricultural development, forest carbon monitoring program. Washington D.C, 357p.

14. McCarty, G.w., & J.C. Ritchie., 2000. Impact of soil movement on carbon sequestration in agricultural ecosystems, Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurments, and Monitoring, Conference in Raleigh North Carolina, October 3-5, 2000.

15. 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 of Wyoming.

16. Ojima, D., D. Stephen, W.J. Parton, A. Mosier, J. Morgan, R. Conant, & K. Paustian., 2000. Carbon storage in land under cropland and rangeland management, Advances in terrestrial ecosystem carbon inventory, measurments, and monitoring. Conference in Raleigh North Carolina, October 3-5, 2000.

Archive of SID

www.SID.ir

17. Schuman, G.E., H. Janzen, & J.E. Herick., 2002. Soil carbon information and potential carbon sequestration by rangelands, Environmental Pollution, 116: 391-396.

18. United States Geological Survey (USGS)., 2003. Carbon sequestration, http//www.USGS.gov/.

19. William, E., 2002. Carbon Dioxide fluxes in a semi arid environment with high carbonate soils, Agricultural and Forest Meteorology, 116: 91-102.

20. Zahedi, Gh., 2002. Spatial dependence between soil carbon and nitrogen storage in two forest types. Proceeding of the XII Word Forestry Congress in Canada, Quebec, 357-358.

Archive of SID

www.SID.ir