نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد چهارم، شماره اول، ۱۳۹٤
http://ejang.gau.ac.ir

بررسی ظرفیت ترسیب‌کربن و برآورد ارزش اقتصادی آن در گونه *Atriplex canescens*

*ضیاءالدین بادەیان[۱]، معصومه منصوری[۲] و حسین آذرنیوند[۳]

[۱]استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، [۲]کارشناس‌ارشد رشته جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، [۳]دانشیار گروه مرتع، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰٦/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۲/۱۷

چکیده

این تحقیق به بررسی پتانسیل ترسیب‌کربن گونه آتریپلکس‌کانیسنس (*Atriplex canescens*) و برآورد ارزش اقتصادی آن در ایستگاه مرتع‌داری نودهک در استان قزوین که در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی و در سه تکرار کاشته شده بود، می‌پردازد. نمونه‌برداری‌ها از تیمارهای اصلی فواصل کاشت بوته (تراکم) در دو سطح ۲×۲ متر و ٤×٤ متر که هر تیمار اصلی شامل تیمارهای فرعی ارتفاع هرس در چهار سطح تیمار نظیر بدون هرس یا شاهد، هرس کامل یا کف بر، هرس از ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و هرس از ارتفاع ٤۰ سانتی‌متر بودند صورت گرفت، مقادیر کربن در بیوماس هوایی و زیرزمینی و خاک به تفکیک تیمارهای اصلی و فرعی محاسبه گردید. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین کربن بیوماس هوایی و زیرزمینی در واحد سطح در تیمار اصلی تراکم ۲×۲ متر و تراکم ٤×٤ متر وجود دارد. همچنین تیمارهای بدون هرس (شاهد) و هرس از ارتفاع ٤۰ سانتی‌متر با قرار گرفتن در یک سطح، نسبت به سایر تیمارهای ارتفاع هرس وضعیت بهتری داشتند. بین تیمارهای اصلی تراکم و همچنین تیمارهای فرعی ارتفاع هرس به لحاظ ترسیب‌کربن کل خاک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. میانگین ترسیب‌کربن کل در تراکم ۲×۲ متر، ٥۹/۱٦ تن در هکتار و در تراکم ٤×٤ متر، ٥۹/۸۱ تن در هکتار بوده است که ارزش اقتصادی آن‌ها معادل ٤۷٥۸۸ دلار است. تجزیه همبستگی نیز نشان داد که بین میزان کربن ترسیب شده کل و کربن آلی رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. بنابراین می‌توان بیان داشت که مدیریت مناسب اراضی مرتعی، تأثیر قابل‌توجهی در افزایش ذخیره کربن در گیاه و خاک خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی، ترسیب‌کربن، *Atriplex canescens*

---

*مسئول مکاتبه: badehian.z@lu.ac.ir

مقدمه

تغییر اقلیم و افزایش گرمای کرەزمین به عقیده بسیاری از محققان ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانەای در اتمسفر است. گرم شدن زمین اثرات مخربی بر حیات موجودات داشته و سبب تخریب اکوسیستمهای طبیعی، وقوع سیل و خشکسالی و برهمخوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی میشود (عبدی، ۲۰۰۵). اکوسیستمهای مرتعی پتاسیل بالایی در ترسیبکربن دارند، زیرا نیمی از خشکیهای زمین را در برداشته و ذخیره کربن آنها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستمهای خاکی و ۳۰ درصد کربن آلی خاک را تشکیل میدهند (درنر و اسکومان، ۲۰۰۷). در مقیاس جهانی مراتع سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن ترسیب میکنند. از طرف دیگر اراضی خشک بیش از ٤٥ درصد از سطح زمین را در برگرفته و علیرغم محتوی کم کربن آلی در این خاکها، این مناطق ١٦ درصد از کل ذخیره کربن خاکهای جهان را شامل میشوند (لوکیک، ۲۰۰۰). هر چند ورودی کربن آلی به خاکهای مناطق خشک کم است، اما این مناطق ممکن است دارای پتانسیل بالا در ترسیب و ذخیره کربن باشند به شرطی که کربن آلی ورودی به خاک با مدیریت صحیح افزایش و تجزیه و هدر رفت محتوی کربن خاک کاهش یابد (باتجیس، ۱۹۹۸). مراتع ایران با ۹۰ میلیون هکتار وسعت ٥٤ درصد از عرصه حیاتی کشور را احاطه کردهاند و شامل ١٤ میلیون هکتار علفزار، ١٦ میلیون هکتار مراتع کویری و بیابانی و ٦٠ میلیون هکتار بوتهزار است (مصداقی، ۱۹۹۸). با توجه به گستردگی و سطح و جایگاه مراتع و نقش اساسی آن در توسعه پایدار، ضرورت مطالعه و شناخت آنها از جنبههای مختلف زیستمحیطی بهمنظور برنامهریزی و مدیریت بهینه این منابع اهمیت ویژهای مییابد. محققان زیادی بر اهمیت اکوسیستمهای مرتعی از دیدگاه ترسیبکربن تأکید کردهاند. اسنوراسون و همکاران (۲۰۰۲)، مقدار ترسیبکربن در یک دوره ۳۲ ساله را برای یک مرتع چرا شده ۱۵۷ تن در هکتار برآورد نموده و بیان نمودند که قسمت اعظم ترسیبکربن در خاک صورت میگیرد. پارک و اوگا (٢٠٠٤)، مطالعاتی در خصوص فاکتورهای تأثیرگذار بر روی تغییرات ترسیبکربن در خاک انجام داده و بیان کردند که شرایط اقلیمی، گونههای موجود گیاهی و قابلیت اراضی بر روی ترسیبکربن تأثیر گذارند. همچنین این مطالعات نشان داد که کشت گونههای بوتهای در مراتع مشجربه جای گونههای درختی و درختچهای منجربه کاهش ذخایر کربن خاک شده است. در ایران نیز در ارتباط با بررسی توان ترسیبکربن در اراضی مرتعی مطالعات بسیاری صورت گرفته که میتوان به مهمترین آنها اشاره کرد. عبدی (۲۰۰۵)، با بررسی نقش و پتانسیل گونزارها در ترسیبکربن و عوامل مؤثر بر آن در سه منطقه مرتعی مختلف نشان داد که در تمامی این مناطق، حدود ۹۰ درصد از ترسیبکربن کل را کربن آلی

خاک تشکیل می‌دهد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد ذخیره کربن در بیوماس اندام هوایی بیش از ریشه‌ها بود و ترسیب‌کربن با ارتفاع و حجم بوته‌های گون، بیوماس هوایی، بیوماس زیرزمینی، بیوماس کل، مقدار لاشبرگ و کربن آلی خاک رابطه مثبت و معنی‌داری دارد. در این مطالعه به توانایی بالای گون زارها در ترسیب‌کربن اشاره شده است. در بررسی دیگری، عبدی و همکاران (٢٠٠٨)، در برآورد ظرفیت ترسیب‌کربن در منطقه مالمیر شهرستان شازند به‌این نتیجه دست یافتند که گون‌زارها نقش مهمی در ذخیره کربن آلی در خاک دارند. فروزه و همکاران (٢٠٠٨)، توان ترسیب‌کربن را در سه گونه گل آفتابی، سیاه‌گینه و درمنه‌دشتی در مراتع خشک ایران بررسی و مقایسه کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که گونه درمنه دشتی بیشترین توان ترسیب‌کربن در منطقه را داشته است. در مورد اثر فاصله کشت بر میزان ترسیب‌کربن در گونه آتریپلکس، مهدوی و همکاران (٢٠٠٧)، نشان دادند که ذخیره کربن بین دو منطقه با تراکم بوته‌ای متفاوت، اختلاف معنی‌داری نداشته است. نوبخت و همکاران (٢٠١١)، نیز به‌بررسی تأثیر انواع مختلف گونه‌های چوبی بر میزان ترسیب‌کربن اشاره داشته و دریافتند که میزان عناصری مانند نیتروژن بر ذخیره کربن خاک تأثیرگذار است. در زمینه ارزش‌گذاری میزان کربن ترسیب‌شده در اکوسیستم‌های طبیعی مطالعات محدودی بر روی گونه‌های درختی انجام گرفته است. در جدیدترین این تحقیقات ورامش و همکاران (٢٠١١)، در بررسی خود مقدار ذخیره کربن خاک در پارک چیتگر تهران را در توده‌های اقاقیا (*Robinia Pseudoacacia* L.) و کاج تهران (*Pinus eldarica Medw*)، به‌طورکلی معادل ١٤٦ تن در هکتار تخمین زدند و در نهایت به برآورد ارزش اقتصادی میزان کربن ترسیب‌شده با توجه به مساحت توده‌ها پرداختند و مقدار کلی آن‌را معادل ٦/٥٣١ میلیون دلار محاسبه نمودند. درهمین راستا باده‌یان و همکاران (٢٠١٤)، در مطالعه خود به برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب‌کربن در دو توده جنگلی خالص و آمیخته راش در منطقه جنگلی خیرود نوشهر پرداختند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های آماری در این بررسی حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در میزان ترسیب‌کربن در دو توده خالص و آمیخته راش بود. به‌طوری‌که نتایج نشان داد، توده خالص راش کربن بیشتری را به‌نسبت توده آمیخته آن ذخیره می‌کند (٥٩٣٤/٢ تن در توده آمیخته راش و ٧٢٨٤/٨ تن در توده خالص راش). نهایتاً ارزش کارکرد ترسیب‌کربن با استفاده از روش هزینه‌های خسارت اجتناب شده در مطالعه مذکور نشان داد که توده خالص راش از ارزش اقتصادی معادل ٩/٥ میلیون ریال (هکتار/ سال) و عرصه توده آمیخته راش از ارزشی معادل ٨/٣ میلیون (هکتار/ سال) برخوردار است. اکوسیستم‌های مرتعی به‌دلیل در برداشتن نیمی از کل اراضی جهان، پتانسیل بالایی در ترسیب‌کربن دارند. از آن‌جایی که منطقه البرز مرکزی از اهمیت زیست‌محیطی

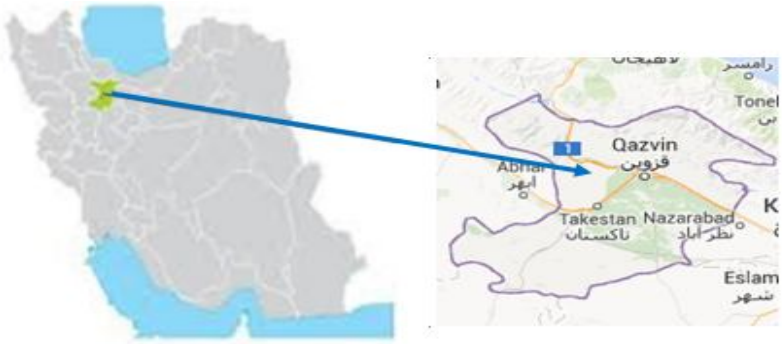
جهانی برخوردار است و امروزه در معرض خطرهای متعددی نیز قرار گرفته است، مطالعه پوشش‌گیاهی این مناطق به‌دلیل توانایی بالای ترسیب‌کربن بسیار حائز اهمیت است. از سوی‌دیگر به‌دلیل تأثیر عوامل انسانی از جمله چرای دام بر میزان ترسیب‌کربن، ضروری است میزان ترسیب‌کربن در مراتع مورد ارزیابی قرار گیرد. از بین گونه‌های جنگلکاری‌شده موجود در منطقه، گیاهان خانواده چغندریان از جمله آتریپلکس که گیاهی علوفه‌ای و پایا است، می‌تواند سهم بالایی در ترسیب‌کربن در این‌گونه اراضی داشته باشد. در این تحقیق جهت بررسی پتانسیل گیاه آتریپلکس برای ترسیب‌کربن، گونه آتریپلکس‌کانیسنس (*Atriplex canescens*) که در ایستگاه مرتعداری نودهک قزوین کاشته شده بود، مورد بررسی قرار گرفت. هدف از انجام تحقیق حاضر برآورد میزان کربن ترسیب‌شده توسط گونه آتریپلکس‌کانیسنس در واحد سطح در ایستگاه نودهک قزوین همچنین برآورد ارزش اقتصادی این عملکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه: ایستگاه مرتع نودهک با مساحت حدود ۷٦ هکتار در ۳۵ کیلومتری شهرستان قزوین و در محدوده جغرافیایی ٤۸ درجه و ٤۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ٢٤ دقیقه الی ۳٦ درجه و ۸۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). طبق اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهرستان، این منطقه دارای اقلیم حیاتی نیمه‌خشک معتدل می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در حدود ۲۱۵ میلی‌متر و ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۲٦۵ متر است. کاربری اراضی منطقه به‌صورت مرتعی می‌باشد که مورد چرای شدید دام‌های روستاییان قرار دارد. منطقه مذکور یک منطقه معرف از تیپ‌گیاهی آتریپلکس‌کانیسنس (*Atriplex canescens*) به مساحت حدود ۲ هکتار است، سایر گونه‌های همراه عبارتند از:

Hulthemia persica, Astragalus schitosas, Iris songarica, Cousinia belangeri, Onosma bulbotrichum, Lactuca orientalis, Fumaria asepala, Senecio vernalis, Astragalus curvirostris, Chorispera tenella, Crepis sancta, Acantholimon sp.

لازم به ذکر است که تاریخ شروع طرح و کشت آتریپکس‌ها بهمن ماه ۱۳۷۳ می‌باشد. نمونه‌برداری از توده موردنظر طی سه‌ماه، از اردیبهشت تا پایان تیرماه سال ۱۳۹۱ انجام گرفته است.



شکل ١- موقعیت منطقه مورد مطالعه.

روش تحقیق

جهت انجام این مطالعه آتریپلکس‌هایی که در یک طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی و در سه تکرار کاشته شده بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارهای اصلی فواصل کاشت بوته (تراکم) در دو سطح ٢×٢ متر و ٤×٤ متر (به‌منظور بیان اثر تراکم پوشش) که هر تیمار اصلی شامل تیمارهای فرعی ارتفاع هرس (هرس به‌منظور بیان اثر شدت چرا بر میزان ترسیب‌کربن) در چهار سطح تیمار شامل؛ بدون هرس یا شاهد، هرس کامل یا کف‌بر، هرس از ارتفاع ٢٠ سانتی‌متر و هرس از ارتفاع ٤٠ سانتی‌متر در نمونه‌برداری‌ها اعمال شد (جدول ١). تیمار بدون هرس یا شاهد بیانگر منطقه بدون چرا، تیمار هرس کامل یا کف‌بر بیانگر چرای سنگین، هرس از ارتفاع ٢٠ سانتی‌متر بیانگر چرای متوسط و هرس از ارتفاع ٤٠ سانتی‌متر بیانگر چرای سبک پوشش‌گیاهی منطقه می‌باشد. در این مطالعه جهت تعیین هرس از ارتفاعات مشخص شده علاوه‌بر بحث مربوط به چرا، مطالعه گیاه در یک ارتفاع و در یک زمان خاص به‌دلیل جلوگیری از بزرگ‌شدن و خشبی شدن بوته‌ها بوده که این عامل از مشکلات انجام بیشتر بررسی‌ها بر روی گونه آتریپلکس است. چرا که ممکن است تخمین میزان کربن ترسیب‌شده و در نهایت برآورد ارزش اقتصادی ناشی از آن را با مشکل مواجه کند. با احتساب سطوح کرت‌های اصلی و فرعی، تعداد تیمارها در هر بلوک ٨ کرت و در مجموع ٢٤ کرت بودند. با توجه به سطوح کرت‌های اصلی و فرعی و تکرار از مجموع ٢٤ کرت موجود از هر کرت ٢ نمونه به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شد، به‌این دلیل که از همه کرت‌ها به‌صورت یکسان نمونه‌برداری شده باشد. در مجموع ٤٨ نمونه (به‌جهت داشتن تعداد نمونه لازم برای انتخاب جامعه آماری نرمال با تعداد ٣٠ نمونه و بیشتر) مورد بررسی قرار گرفت. پس از اندازه‌گیری ارتفاع بوته و سطح تاج پوشش (اقطار بزرگ و کوچک) در هر یک از کرت‌های تحت

مطالعه، به‌منظور تعیین وزن‌تر اندام هوایی و زیرزمینی آتریپلکس در تمامی نمونه‌ها، از روش قطع و توزین استفاده گردید. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک، در تمامی ٢٤ کرت موجود نمونه‌گیری انجام شد، در هر کرت در دو لایه: ١- لایه متأثر از ماده آلی (٣٠-٠ سانتی‌متر) و ٢- لایه حداکثر گسترش ریشه‌دوانی، نمونه‌گیری در پای بوته‌ها صورت گرفت و به آزمایشگاه منتقل گردید. در این مطالعه، درصد کربن آلی نمونه‌ها با استفاده از روش احتراق در کوره الکتریکی محاسبه گردید. تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری (جی و بادر، ١٩٨٦) و با استفاده از هیدرومتر بایکاس انجام شد. جهت تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک از روش کلوخه استفاده شد. برای تعیین pH خاک، ابتدا گل اشباع تهیه شد و سپس اندازه‌گیری pH گل‌اشباع به روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pH متر انجام شد. جهت تعیین مقدار EC خاک، ابتدا عصاره گل‌اشباع تهیه شد و سپس هدایت الکتریکی عصاره گل‌اشباع با استفاده از دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد آهک خاک، از روش کلسیمتری استفاده شد. مقدار پتاسیم خاک با روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم نرمال اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین درصد کربن آلی خاک، از روش واکلی و بلاک استفاده شد درصد رطوبت خاک نیز به روش خشک کردن مقدار معین خاک‌تر در اون یا خشک‌کن در دمای ١٠٥ درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد (غازان‌شاهی، ١٩٩٥؛ جعفری‌حقیقی، ٢٠٠٣). محاسبه ترسیب‌کربن بر حسب کیلوگرم بر هکتار براساس رابطه ١ زیر محاسبه گردید:

$$Cs = 10000 \times OC\ (\%) \times Bd \times E$$ رابطه (١)

Cs، کربن آلی بر حسب کیلوگرم بر هکتار، Bd، وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، OC، درصد کربن آلی و E، عمق نمونه‌برداری خاک برحسب سانتی‌متر است (محمودی‌طالقانی و همکاران، ٢٠٠٧). با توجه به اهداف تحقیق جهت انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و همگنی آن‌ها با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی کلی تفاوت یا عدم تفاوت مشخصه‌های مورد بررسی در ارتباط با تیمارها و عمق خاک از تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه[1] استفاده شد. برای کلاسه‌بندی مقدار میانگین‌ها نیز با در نظر گرفتن قبولی فرض برابری واریانس‌ها از آزمون دانکن در سطح ٥ درصد استفاده شد. در نهایت، همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه پوشش‌گیاهی و عوامل خاک در تراکم ٢×٢ متر و ٤×٤ متر مورد بررسی قرار گرفت. در جدول ١، به مهمترین صفات اندازه‌گیری شده

1- ANOVA

جهت بررسی کرت‌ها در دو تراکم مذکور اشاره شده است. در نهایت جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS 19 و EXCEL استفاده گردید.

جدول ١- مهمترین صفات بررسی شده کرت‌ها در منطقه دهنوک.

ردیف	موقعیت بررسی / صفات مورد بررسی	لایه اول خاک	لایه دوم خاک	پوشش گیاهی	تیمار تراکم ٢×٢ متر	تیمار تراکم ٤×٤ متر	تیمار بدون هرس (شاهد)	تیمار هرس کف‌بر	تیمار هرس از ٢٠ سانتی‌متر	تیمار هرس از ٤٠ سانتی‌متر
١	درصد رس	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٢	درصد لوم	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٣	درصد شن	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٤	درصد آهک	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٥	میزان pH	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٦	میزان EC	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٧	میزان پتاسیم	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٨	وزن مخصوص ظاهری خاک	×	×	–	×	×	×	×	×	×
٩	ارتفاع بوته‌ها	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١٠	حجم بوته‌ها	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١١	بیوماس هوایی	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١٢	کربن بیوماس هوایی	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١٣	بیوماس زیرزمینی	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١٤	کربن بیوماس زیرزمینی	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١٥	بیوماس کل	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١٦	کربن بیوماس کل	–	–	×	×	×	×	×	×	×
١٧	در صد کربن آلی خاک	×	×	–	×	×	×	×	×	×
١٨	کربن آلی خاک	×	×	–	×	×	×	×	×	×

نتایج

جدول ۲، مربوط به درصد کربن آلی خاک در لایه اول است، که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین درصد کربن آلی خاک در تیمارهای تراکم، ارتفاع هرس و اثر متقابل آن‌ها وجود ندارد. همچنین مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد، نشان داد که تیمارهای موجود از لحاظ درصد کربن آلی در یک سطح قرار می‌گیرند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس درصد کربن آلی خاک لایه (۱) در تیمارهای تراکم و ارتفاع هرس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F
تراکم	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۰۵^{ns}
ارتفاع هرس	۳	۰/۰٦۲	۰/۰۲۱	۰/۹۳۱^{ns}
اثر متقابل تراکم و ارتفاع هرس	۳	۰/۰۳۸	۰/۰۱۲	۰/٦۳۲^{ns}
خطا	۱٦	۰/۲۵۸	۰/۰۱٦	
کل	۲۳	۰/۳۵۹		

**: تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns: تفاوت معنی‌دار نیست.

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ مربوط به درصد کربن آلی خاک در لایه دوم می‌باشد، که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین درصد کربن آلی خاک در تیمارهای تراکم، ارتفاع هرس و اثر متقابل آن‌ها وجود ندارد. همچنین مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد، نشان داد که تیمارهای موجود از لحاظ درصد کربن آلی در یک سطح قرار می‌گیرند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس درصد کربن آلی خاک لایه (۲) در تیمارهای تراکم و ارتفاع هرس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F
تراکم	۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۳/۳۹۳^{ns}
ارتفاع هرس	۳	/۰۱۱	۰/۰۰٤	۱/۳۷٤^{ns}
اثر متقابل تراکم و ارتفاع هرس	۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۳٦۳^{ns}
خطا	۱٦	۰/۰٤۳	۰/۰۰۳	
کل	۲۳	۰/۰۷۸		

**: تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns: تفاوت معنی‌دار نیست.

نتایج تجزیه واریانس جدول ٤ مربوط به میانگین کربن بیوماس زیرزمینی می باشد، که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار در سطح ١ درصد بین میانگین کربن بیوماس زیرزمینی در تیمارهای تراکم وجود دارد و تراکم ٢×٢ متر با میانگین ٦٦٤ کیلوگرم بر هکتار در سطح بالاتری قرار دارد، اما در تیمارهای ارتفاع هرس و اثر متقابل تراکم و ارتفاع هرس تفاوت معنی‌دار نیست. از طرف دیگر، مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ٥ درصد، نشان داد که تیمارهای موجود از لحاظ میانگین کربن بیوماس زیرزمینی در یک سطح قرار می‌گیرند.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس میانگین کربن بیوماس زیرزمینی در تیمارهای تراکم و ارتفاع هرس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F
تراکم	١	٩١٦٧٦١	٩١٦٧٦١	١٤/٦٥٢**
ارتفاع هرس	٣	٤٠٨١٩	١٣٦٠٦	٠/٢١٧ns
اثر متقابل تراکم و ارتفاع هرس	٣	٢٨٢٩٢١	٩٤٣٠٧	١/٥٠٧ns
خطا	٤٠	٢٥٠٢٧٧٦	٦٢٥٦٩	
کل	٤٧	٣٧٤٣٢٧٧		

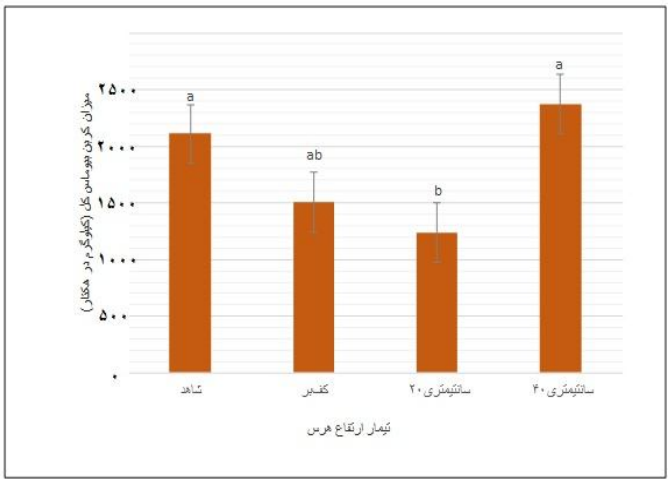
**: تفاوت معنی‌دار در سطح ١ درصد، ns: تفاوت معنی‌دار نیست.

نتایج تجزیه واریانس جدول ٥ مربوط به میانگین کربن بیوماس کل پوشش‌گیاهی می باشد، که نشان می‌دهد که بین میانگین کربن بیوماس کل تفاوت معنی‌دار در سطح ١ درصد در تیمارهای تراکم و در سطح ٥ درصد در تیمارهای ارتفاع هرس وجود دارد، اما در اثر متقابل تراکم و ارتفاع هرس تفاوت معنی دار نیست. تراکم ٢×٢ متر با میانگین ٢٣٧١ کیلوگرم بر هکتار از لحاظ کربن بیوماس کل در سطح بالاتری قرار دارد، همچنین مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ٥ درصد، در شکل ٢ نشان می‌دهد که بیشترین میانگین کربن بیوماس کل در تیمار ارتفاع هرس ٤٠ سانتی‌متر با میانگین ٢١٠٩ کیلوگرم بر هکتار و کمترین در تیمار ارتفاع هرس ٢٠ سانتی‌متر با میانگین ١٣٣٨ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد.

جدول ٥- نتایج تجزیه واریانس میانگین کربن بیوماس کل در تیمارهای تراکم و ارتفاع هرس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F
تراکم	١	١٨٣٩٨١٧٨	١٨٣٩٨١٧٨	٣٥/٣٠٧**
ارتفاع هرس	٣	٥٣٦٦٧٣٨	١٧٨٨٩١٣	٣/٤٣٣*
اثر متقابل تراکم و ارتفاع هرس	٣	٣٢٥٦٣٢١	١٠٨٥٤٤٠	٢/٠٨٣ns
خطا	٤٠	٢٠٨٤٣٧٥٦	٥٢١٠٩٤	
کل	٤٧	٤٧٨٦٤٩٩٣		

*، **: تفاوت معنی‌دار به‌ترتیب در سطح ١ و ٥ درصد، ns: تفاوت معنی‌دار نیست.



شکل ۲- مقایسه میانگین کربن بیوماس کل با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد.

میزان کربن ترسیب‌شده کل در دو تراکم ۲×۲ و ٤×٤ متر نیز در این بررسی به‌ترتیب معادل ۵۹/۱٦ و ۵۹/۸۱ تن در هکتار تخمین زده شد. نتایج تجزیه واریانس موجود در جدول ٦ مربوط به مقایسه میانگین ترسیب‌کربن کل می‌باشد، که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین میانگین ترسیب‌کربن کل در تیمارهای تراکم، ارتفاع هرس و اثر متقابل آن‌ها وجود ندارد. همچنین مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد، نشان داد که تیمارهای موجود از لحاظ میانگین ترسیب‌کربن کل در یک سطح قرار می‌گیرند.

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس میانگین ترسیب‌کربن کل در تیمارهای تراکم و ارتفاع هرس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F
تراکم	۱	۲۵۷۲٤۳٤	۲۵۷۲٤۳٤	۰/۰۲۰^{ns}
ارتفاع هرس	۳	۷۱۸۰۳۳٤۲	۲۳۹۳٤٤٤۷	۰/۱۸۵^{ns}
اثر متقابل تراکم و ارتفاع هرس	۳	٤۹۸۱۰٦۸۹۳	۱٦٦۰۳۵٦۳۱	۱/۲۸٤^{ns}
خطا	۱٦	۲۰٦۹۱۸٦۵۱۰	۱۲۹۳۲٤۱۵۷	
کل	۲۳	۲٦٤۱٦٦۹۱۷۹		

ns: تفاوت معنی‌دار نیست.

با توجه به این‌که شناخت رابطه بین صفات و عوامل خاک و پوشش گیاهی از اهداف مهم تحقیق حاضر بوده است. به همین منظور همبستگی بین این صفات در این مطالعه بررسی شده است، که نتایج آن به تفکیک تیمارهای اصلی تراکم ۲×۲ متر و ٤×٤ متر در جداول ۷ تا ۹ آورده شده‌اند.

بررسی همبستگی بین صفات مورد مطالعه پوشش‌گیاهی و عوامل خاک در تراکم ۲×۲ متر:

با توجه به جداول ۷ و ۸ مربوط به تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه در تراکم ۲×۲ متر، بیوماس هوایی و کربن بیوماس هوایی با ارتفاع و حجم بوته‌ها در سطح ۱ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری دارند. بیوماس زیرزمینی و کربن بیوماس زیرزمینی با ارتفاع و حجم بوته‌ها در سطح ۵ درصد، و با بیوماس هوایی در سطح ۱ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری دارند. بیوماس کل و کربن بیوماس کل با ارتفاع بوته‌ها، حجم بوته‌ها، بیوماس هوایی و بیوماس زیرزمینی در سطح ۱ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری دارند. ضمن این که بین صفات مورد مطالعه پوشش گیاهی از جمله بیوماس هوایی، بیوماس زیرزمینی و بیوماس کل با عوامل اندازه‌گیری شده خاک در هر دو عمق، همبستگی وجود ندارد.

در بین عوامل اندازه‌گیری شده در خاک، تنها کربن آلی خاک در عمق اول با درصد آهک در سطح ۵ درصد رابطه منفی و معنی‌داری دارد، به‌عبارتی هر اندازه مقدار آهک موجود در خاک زیادتر باشد، از میزان کربن آلی خاک کاسته خواهد شد. نتایج نشان داد که کربن آلی خاک در عمق اول و دوم با هیچ کدام از صفات پوشش مورد بررسی همبستگی نداشت. ترسیب کربن کل با کربن آلی خاک عمق اول و دوم در سطح ۵ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری را دارا بود. بین ترسیب کربن کل با سایر صفات اندازه‌گیری شده پوشش و خاک همبستگی وجود نداشت.

بررسی همبستگی بین صفات مورد مطالعه پوشش و عوامل خاک در تراکم ٤×٤ متر:

با توجه به جداول ۹ و ۱۰ مربوط به تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه در تراکم ٤×٤ متر، بیوماس هوایی و کربن بیوماس هوایی با ارتفاع و حجم بوته ها رابطه مثبت و معنی داری را در سطح ۱ درصد داراست. بیوماس زیرزمینی و کربن بیوماس زیرزمینی با ارتفاع بوته‌ها، حجم بوته‌ها و بیوماس هوایی در سطح ۵ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری دارند. بیوماس کل و کربن بیوماس کل با ارتفاع بوته‌ها، حجم بوته‌ها، بیوماس هوایی و بیوماس زیرزمینی در سطح ۱ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری دارند. ضمن این‌که بین صفات مورد مطالعه پوشش گیاهی از جمله بیوماس هوایی، بیوماس زیر زمینی و بیوماس کل با عوامل اندازه گیری شده خاک در هر دو عمق، همبستگی وجود ندارد. که کربن آلی خاک در عمق اول و دوم با هیچ‌کدام از صفات مورد بررسی پوشش و خاک همبستگی نداشت. ترسیب کربن کل با کربن آلی خاک عمق اول و دوم در سطح ۱ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری را دارا بود. بین ترسیب کربن کل با سایر صفات اندازه‌گیری شده پوشش و خاک همبستگی وجود نداشت.

جدول ۷- تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه پوشش و عوامل خاک اندازه‌گیری شده لایه (۱) در تراکم ۲×۲ متر.

	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد آهک	میزان pH	میزان EC	میزان پتاسیم	وزن مخصوص ظاهری	ارتفاع هرس	ارتفاع بوته‌ها	حجم بوته‌ها	بیوماس هوایی	کربن بیوماس هوایی	بیوماس زیرزمینی	کربن بیوماس زیرزمینی	بیوماس کل	کربن بیوماس کل	کربن آلی خاک
								(g/cm^3)		(m)	(m^3)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
درصد سیلت	-۰/۶۲۵*																	
درصد شن	-۰/۸۳۲**	۰/۱۰۰																
درصد آهک	-۰/۱۲۰	۰/۲۲۰	-۰/۰۰۳															
میزان pH	-۰/۳۳۹	-۰/۱۵۶	۰/۵۴۸	-۰/۵۰۰														
میزان EC	-۰/۶۳۶*	-۰/۰۵۹	۰/۸۶۲**	-۰/۲۹۷	۰/۸۱۴**													
میزان پتاسیم	-۰/۴۵۸	۰/۲۴۳	-۰/۲۱۵	۰/۰۷۹	۰/۰۶۱	۰/۴۳۹												
وزن مخصوص ظاهری	۰/۵۸۳*	-۰/۰۹۲	-۰/۶۸۵*	-۰/۴۸۸	-۰/۱۵۸	-۰/۳۸۸	-۰/۲۲۱											
ارتفاع هرس	-۰/۵۶۳	۰/۵۶۸	۰/۳۶۰	-۰/۰۱۸	۰/۲۸۰	۰/۳۱۸	-۰/۰۰۷	-۰/۳۲۱										
ارتفاع بوته‌ها	۰/۲۵۳	-۰/۲۲۱	-۰/۱۶۸	۰/۱۷۲	-۰/۱۳۲	-۰/۱۴۷	-۰/۳۱۸	۰/۰۵۷	۰/۰۵۸									
حجم بوته‌ها	۰/۵۳۶	-۰/۲۴۹	-۰/۵۱۲	-۰/۱۴۲	-۰/۲۷۶	-۰/۳۸۷	-۰/۲۱۷	۰/۵۲۵	-۰/۲۶۵	۰/۷۸۵**								
بیوماس هوایی	۰/۲۳۷	-۰/۰۶۴	-۰/۲۵۹	-۰/۱۰۶	-۰/۱۳۰	-۰/۰۸۲	-۰/۱۳۱	۰/۳۵۶	۰/۱۶۷	۰/۷۴۱**	۰/۸۵۳**							
کربن بیوماس هوایی	۰/۲۳۸	-۰/۰۷۴	-۰/۲۵۴	-۰/۱۲۴	۰/۰۳۰	-۰/۰۸۸	-۰/۱۴۶	۰/۳۵۵	۰/۱۷۴	۰/۷۳۳**	۰/۸۵۵**	۰/۹۹۸**						
بیوماس زیرزمینی	-۰/۱۴۴	۰/۲۷۷	-۰/۰۱۳	۰/۰۱۰	۰/۲۰۲	۰/۱۸۱	۰/۱۹۱	۰/۱۷۶	۰/۳۹۲	۰/۶۷۴*	۰/۷۱۶*	۰/۸۲۸**						
کربن بیوماس زیرزمینی	-۰/۱۲۴	۰/۲۸۰	-۰/۰۴۱	۰/۰۲۲	۰/۲۲۲	۰/۱۶۹	۰/۱۷۸	۰/۱۷۹	۰/۳۸۳	۰/۶۶۱*	۰/۶۸۳*	۰/۸۱۰**	۰/۷۹۳**					
بیوماس کل	۰/۱۶۴	۰/۰۱۳	-۰/۲۱۰	-۰/۰۸۲	۰/۰۷۱	-۰/۰۲۴	-۰/۰۶۱	۰/۳۲۵	۰/۲۲۴	۰/۷۲۷**	۰/۷۹۸**	۰/۹۹۲**	۰/۹۸۷**	۰/۸۹۴**				
کربن بیوماس کل	۰/۱۶۴	۰/۰۰۵	-۰/۲۱۵	-۰/۰۹۵	۰/۰۷۶	-۰/۰۳۲	-۰/۰۷۸	۰/۳۲۸	۰/۲۲۸	۰/۷۲۱**	۰/۸۰۰**	۰/۹۹۲**	۰/۹۹۰**	۰/۸۸۶**	۰/۸۷۱**			
کربن آلی خاک	-۰/۳۵۲	-۰/۰۳۳	۰/۰۸۷	-۰/۶۵۹*	۰/۴۶۱	۰/۳۵۷	-۰/۰۹۶	۰/۳۱۸	۰/۵۳۴	۰/۳۵۹	۰/۲۸۹	۰/۵۲۸	۰/۵۳۶	۰/۴۰۹	۰/۳۸۴	۰/۵۱۷	۰/۵۲۱	
ترسیب کربن کل	-۰/۰۶۶	۰/۲۸۲	-۰/۱۱۸	-۰/۳۵۵	۰/۱۱۶	-۰/۰۹۳	-۰/۲۰۶	۰/۱۵۴	۰/۵۶۶	-۰/۰۲۲	-۰/۰۸۰	۰/۱۴۰	۰/۱۶۷	۰/۰۹۳	۰/۰۸۸	۰/۱۳۳	۰/۱۵۵	۰/۶۲۱*

** و *: به‌ترتیب ضرایب همبستگی در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ٨- تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه پوشش و عوامل خاک اندازه‌گیری شده لایه (٢) در تراکم ٢×٢ متر.

	درصد سیلت	درصد شن	درصد آهک	میزان pH	میزان EC (ds/m)	میزان پتاسیم (mg/kg)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	ارتفاع هرس	ارتفاع بوته‌ها (m)	حجم بوته‌ها (m^3)	بیوماس هوایی (kg/ha)	کربن بیوماس هوایی (kg/ha)	بیوماس زیرزمینی (kg/ha)	کربن بیوماس زیرزمینی (kg/ha)	بیوماس کل (kg/ha)	کربن بیوماس کل (kg/ha)	کربن آلی خاک (kg/ha)
درصد رس	٠/٠١٦	-٠/٧٨٤**	٠/٠٢٨	٠/٢٦٤	٠/١٢١	٠/٥٩٨*	-٠/٠٠٨	-٠/٤٤٣	-٠/٠٢١	-٠/٠٥٥	-٠/٠٦٤	-٠/٠٧١	-٠/٠٧٦	٠/٤٢١	٠/٤٧٧	٠/١٥٥	٠/٦٧٣*
درصد سیلت		-٠/٦٣٣*	٠/٠٧٧	-٠/٣٩٤	٠/٣٧٧	٠/٣٢٧	-٠/١٧٧	-٠/٦٩٦*	٠/٠٢٥	-٠/٣٤٥	٠/٣٩٩	-٠/٠٤٧	-٠/٠٤٧	-٠/١١٤	٠/١٢٩	-٠/٢٤١	٠/١٣٣	-٠/٤٧٩
درصد شن			-٠/٧٠	٠/٠٤١	-٠/٣٢٨	-٠/٦٦٦*	٠/١١٧	٠/٠٨٩	٠/٠٠١	-٠/١٩٦	٠/٠٨٦	٠/٠٨٨	٠/٢٥٧	٠/٢٥٤	٠/١٢٨	٠/١٢٩	-٠/٤٠٦	-٠/٢٢٠	-٠/٤٠٠	-٠/٤٧٩
درصد آهک				٠/٠١٢٧	٠/١٤٧	٠/٢٤٣	٠/٦٩٧*	-٠/٢٥١	-٠/٠٩٨	٠/٠١١	-٠/٠٧٨	-٠/٠٥٥	-٠/١٧٢	-٠/١٦٤	-٠/١٠٢	-٠/٠٨٢	٠/٣١٢	-٠/١٥٨	-٠/٤٠١	-٠/٤٧٩	-٠/٤٧٩
میزان pH				-٠/١٥٤	-٠/١٩٨	٠/٣٨٣	٠/٣٧٣	٠/٢٧٤	-٠/٥٨٩*	-٠/٥٢٥	-٠/٥٠٦	-٠/٤٧٠	-٠/٣٠٦	-٠/٣١٧	-٠/٤٧٦	-٠/٤٦٠	٠/٣٦٠	٠/١٠٤	-٠/٤٠٥	-٠/٤٠٢	-٠/٤٠٢
میزان EC (ds/m)					٠/٣٨٨	٠/١٢٥	٠/٠٥١	-٠/٤٠٩	٠/١٥١	٠/٠٣٦	-٠/٢٨٠	-٠/٢٩٣	-٠/٤٤١	-٠/٤٧٤	-٠/٣٢٦	-٠/٣٤٦	٠/٤٨٤	٠/٠٥٣	-٠/٠١٩	٠/١٤٠	٠/٠٨٨	٠/١٣٣
میزان پتاسیم (mg/kg)							٠/١٢٥	٠/٤٠	-٠/١٦٦	-٠/٠٧٧	-٠/١٧٧	-٠/١٤٥	٠/٠٠٢٢	٠/٠٣٥	-٠/٠٩٧	-٠/١٠٩	٠/٤٤٤	٠/٥٣٥	٠/٥٦٦	-٠/٠٨٠	-٠/٤٧٩	-٠/٤٩٩
وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)								-٠/١٤٤	-٠/٤٤٧	-٠/٤٢٣	-٠/٤١٦	-٠/٤٠٧	-٠/٣٧٦	-٠/٢٥١	-٠/٣٩٧	-٠/٣٨٦	٠/٤٩٢	٠/١٩٥	٠/٤٧٥	-٠/٤٨٨	-٠/٤٢١	-٠/٤٠٠	٠/١٥٥
ارتفاع هرس									٠/٠٥٨	-٠/٢٦٥	٠/١٦٧	٠/١٧٤	٠/٣٩٢	٠/٣٨٣	٠/٢٢٤	٠/٢٢٨	٠/١٩٥	٠/٤٧٥	-٠/٤٧٩	-٠/٥٠٢	-٠/٤٧٩	-٠/٤٧٩
ارتفاع بوته‌ها (m)										٠/٧٨٥**	٠/٧٤١**	٠/٧٣٣**	٠/٦٧٤*	٠/٦٦١*	٠/٧٧٧**	٠/٧٢١**	٠/٨٠٠**	٠/٨٢٨**	٠/٨١٠**	٠/٩٩٢**	٠/٨٨٦**	٠/٨٧١**
حجم بوته‌ها (m^3)											٠/٨٥٣**	٠/٨٥٥**	٠/٧١٦*	٠/٦٨٣*	٠/٧٩٨**	٠/٩٩٠**	٠/٩٩٢**	٠/٨٧٨**	٠/٧٩٣**	٠/٨٧٨**	٠/٨٧١**	٠/٩٩٩**
بیوماس هوایی (kg/ha)												٠/٩٩٨**	٠/٨٢٨**	٠/٨١٠**	٠/٩٩٢**	٠/٩٩٢**	٠/٩٩٠**	٠/٨٢٨**	٠/٨١٠**	٠/٩٩٢**	٠/٨٨٦**	٠/٨٧١**
کربن بیوماس هوایی (kg/ha)													٠/٨١٣**	٠/٧٩٣**	٠/٩٨٧**	٠/٩٩٠**	٠/٩٩٠**	٠/٨٢٨**	٠/٧٩٣**	٠/٨٧٨**	٠/٨٧١**	٠/٩٩٩**
بیوماس زیرزمینی (kg/ha)														٠/٩٩٧**	٠/٩٨٤**	٠/٨٨٦**	٠/٨٧١**	٠/٨٧١**	٠/٩٩٩**			
کربن بیوماس زیرزمینی (kg/ha)															٠/٨٧٨**	٠/٨٧١**	٠/٩٩٩**					
بیوماس کل (kg/ha)																٠/٩٩٩**						
کربن بیوماس کل (kg/ha)																						
کربن آلی خاک (kg/ha)																						

** و *: به‌ترتیب ضرایب همبستگی در سطح احتمال ١ و ٥ درصد معنی‌دار است.

جدول ۹- تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه پوشش و عوامل خاک اندازه‌گیری شده لایه (۱) در تراکم ۴×۴ متر.

	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد آهک	میزان pH	میزان EC (ds/m)	میزان پتاسیم (mg/kg)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	ارتفاع هرس	ارتفاع بوته‌ها (m)	حجم بوته‌ها (m^3)	بیوماس هوایی (kg/ha)	کربن بیوماس هوایی (kg/ha)	بیوماس زیرزمینی (kg/ha)	کربن بیوماس زیرزمینی (kg/ha)	بیوماس کل (kg/ha)	کربن بیوماس کل (kg/ha)	کربن آلی خاک (kg/ha)
درصد سیلت	۰/۰۲۰																	
درصد شن	-۰/۸۷۷**	-۰/۴۹۸																
درصد آهک	۰/۲۵۵	۰/۱۹۴	-۰/۳۱۵															
میزان pH	-۰/۳۴۹	-۰/۴۸۱	۰/۵۳۴	-۰/۰۲۳														
میزان EC	-۰/۱۴۷	۰/۱۲۷	۰/۰۶۶	۰/۰۹۲	-۰/۰۶۳													
میزان پتاسیم	-۰/۰۵۲	۰/۱۶۴	-۰/۰۳۴	۰/۲۰۰	-۰/۴۲۲	۰/۱۳۰												
وزن مخصوص ظاهری	۰/۰۸۸	-۰/۵۰۶	۰/۱۶۷	۰/۰۴۹	۰/۲۹۰	-۰/۳۸۳	-۰/۶۳۶*											
ارتفاع هرس	-۰/۴۵۳	۰/۳۶۷	۰/۲۱۷	۰/۱۴۰	۰/۳۵۹	۰/۴۰۹	۰/۰۹۵	-۰/۵۱۳										
ارتفاع بوته‌ها	-۰/۰۳۸	۰/۳۳۶	-۰/۱۲۳	۰/۱۰۶	-۰/۴۱۱	۰/۲۸۰	-۰/۰۹۵	۰/۲۹۸	-۰/۳۱۰									
حجم بوته‌ها	۰/۲۵۲	-۰/۰۵۵	-۰/۱۹۲	۰/۲۴۶	-۰/۰۶۹	-۰/۰۷۶	-۰/۳۶۴	۰/۶۸۸*	-۰/۵۷۰	۰/۷۵۲**								
بیوماس هوایی	۰/۰۱۱	۰/۰۲۸	-۰/۰۲۴	۰/۳۸۸	-۰/۰۶۱	۰/۱۱۹	-۰/۱۶۶	۰/۵۴۹	-۰/۳۵۸	۰/۸۰۱**	۰/۹۲۵**							
کربن بیوماس هوایی	۰/۰۰۳	۰/۰۱۰	-۰/۰۰۷	۰/۴۱۱	-۰/۰۳۰	۰/۱۲۹	-۰/۱۵۹	۰/۵۵۱	-۰/۳۴۴	۰/۷۹۴**	۰/۹۲۰**	۰/۹۹۸**						
بیوماس زیرزمینی	۰/۳۵۶	۰/۰۵۱	-۰/۳۳۴	۰/۲۳۶	-۰/۴۵۶	۰/۰۸۲	۰/۲۱۲	۰/۲۸۲	-۰/۵۱۷	۰/۶۴۷*	۰/۶۲۶*	۰/۶۲۵*						
کربن بیوماس زیرزمینی	۰/۳۴۴	۰/۰۳۶	-۰/۳۱۵	۰/۲۰۸	-۰/۴۴۹	۰/۰۹۹	۰/۲۱۰	۰/۲۹۵	-۰/۵۲۳	۰/۶۵۴*	۰/۶۲۵*	۰/۶۱۷*	۰/۶۲۱*	۰/۹۹۸**				
بیوماس کل	۰/۱۴۴	۰/۰۴۰	-۰/۱۴۴	۰/۳۶۸	-۰/۲۱۸	۰/۱۱۶	-۰/۰۳۸	۰/۵۰۱	-۰/۴۵۴	۰/۸۲۰**	۰/۹۰۲**	۰/۹۵۴**	۰/۹۵۴**	۰/۸۲۹**	۰/۸۲۳**			
کربن بیوماس کل	۰/۱۳۸	۰/۰۲۱	-۰/۱۳۰	۰/۳۷۲	-۰/۱۹۹	۰/۱۱۸	-۰/۰۲۸	۰/۵۰۵	-۰/۴۵۰	۰/۸۱۹**	۰/۸۹۵**	۰/۹۴۷**	۰/۹۵۱**	۰/۸۳۸**	۰/۸۳۴**	۰/۹۹۸**		
کربن آلی خاک	-۰/۳۰۳	-۰/۵۲۰	۰/۵۶۱	-۰/۲۴۷	۰/۴۰۹	۰/۰۳۲	-۰/۱۲۵	۰/۴۷۸	-۰/۰۳۰	۰/۰۲۲	۰/۱۸۲	۰/۲۲۵	۰/۲۳۴	۰/۲۷۵	۰/۲۹۳	۰/۲۶۶	۰/۲۸۱	
ترسیب کربن کل	-۰/۰۷۸	-۰/۴۸۷	۰/۳۰۲	-۰/۱۶۶	۰/۲۹۷	-۰/۰۵۱	۰/۰۷۳	۰/۳۵۶	-۰/۱۴۳	۰/۰۹۱	۰/۳۰۲	۰/۳۰۹	۰/۳۲۰	۰/۴۷۷	۰/۴۹۵	۰/۴۰۳	۰/۴۲۲	۰/۷۹۶**

** و *: به‌ترتیب ضرایب همبستگی در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ١٠- تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه پوشش و عوامل خاک اندازه‌گیری شده لایه (٢) در تراکم ٤×٤ متر.

	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد آهک	میزان pH	میزان EC	میزان پتاسیم	وزن مخصوص ظاهری	ارتفاع هرس	ارتفاع بوته‌ها	حجم بوته‌ها	بیوماس هوایی	کربن بیوماس هوایی	بیوماس زیرزمینی	کربن بیوماس زیرزمینی	بیوماس کل	کربن بیوماس کل	کربن آلی خاک	ترسیب کربن کل
درصد سیلت	٠/١٣٩																		
درصد شن	-٠/٧٨٠**	-٠/٧٢٩**																	
درصد آهک	٠/٨٣٨**	٠/٠٤٢	-٠/٦٠٧*																
میزان pH	-٠/٠٦٦	-٠/٠٨٥	٠/١٠٠	-٠/٣٦٧															
میزان EC	٠/٠٠٣	٠/٢٨٥	-٠/١٨٢	٠/١٤١	-٠/٣٠٩														
میزان پتاسیم	٠/٣٠٢	-٠/١٦٣	-٠/١٠٦	٠/١٠٣	٠/١٦٣	٠/١١٧													
وزن مخصوص ظاهری	٠/٤٢٨	-٠/١٧٠	-٠/١٨٩	٠/٤٩٨	٠/٢١٧	-٠/٤٦٤	-٠/٠٩٠												
ارتفاع هرس	-٠/١١٢	-٠/٣٣٣	٠/٢٨٨	-٠/٠٦٢	٠/٣٢٣	-٠/٢٤٢	-٠/٣٥٨	٠/١٨٦											
ارتفاع بوته‌ها	٠/٠٩٩	٠/٤١٢	-٠/٣٢٩	-٠/٢١٩	٠/٣٤٩	-٠/٤١٣	٠/٣١٠	-٠/٠٢٣	-٠/٣١٠										
حجم بوته‌ها	٠/٢٤٨	٠/٣١٧	-٠/٣٧٢	٠/١٣٢	٠/١٩٠	-٠/٣٣٣	٠/٣٢٢	٠/٤٢٢	-٠/٥٧٠	-٠/٧٥٢**									
بیوماس هوایی	٠/٢٦٥	٠/٢٣١	-٠/٣٣٠	٠/٠٣٩	٠/٤٩٩	-٠/٣٩٨	٠/٤٥٦	٠/٤٢٠	-٠/٣٥٨	٠/٨٠١**	٠/٩٢٥**								
کربن بیوماس هوایی	٠/٢٥٢	٠/٢٤٣	-٠/٣٢٨	٠/٠٤٠	٠/٥١٢	-٠/٣٨٧	٠/٤٣٨	٠/٤١٥	-٠/٣٤٤	٠/٧٩٤**	٠/٩٢٠**	٠/٩٩٨**							
بیوماس زیرزمینی	٠/٢٧٨	٠/٤٨٨	-٠/٥٠١	-٠/٠٣٩	٠/٢٢٥	٠/٠١٤	٠/٣٦٤	٠/٠٢١	-٠/٥١٧	٠/٦٤٧*	٠/٦٢٦*	٠/٦٢٥*	٠/٦٢٨*						
کربن بیوماس زیرزمینی	٠/٢٨٣	٠/٥١٥	-٠/٥٢١	-٠/٠٣٥	٠/٢١٥	٠/٠٠٢	٠/٣٣٠	٠/٠١٢	-٠/٥٢٣	٠/٦٥٤*	٠/٦٢٥*	٠/٦١٧*	٠/٦٢١*	٠/٩٩٨**					
بیوماس کل	٠/٢٩٦	٠/٣٥٢	-٠/٤٢٨	٠/٠١٣	٠/٤٤٣	٠/٢٨٠	٠/٤٦٦	٠/٣٠٨	-٠/٤٥٤	٠/٨٢٠**	٠/٩٠٢**	٠/٩٥٤**	٠/٩٥٤**	٠/٨٢٩**	٠/٨٦٣**				
کربن بیوماس کل	٠/٣٧٦	٠/٤٣٨	-٠/٤٣٨	٠/٠١٤	٠/٤٤٦	-٠/٢٧٢	٠/٤٣٩	٠/٢٩٧	-٠/٤٥٠	٠/٨١٩**	٠/٨٩٥**	٠/٩٤٧**	٠/٩٥١**	٠/٨٣٨**	٠/٨٣٤**	٠/٩٩٨**			
کربن آلی خاک	٠/٥٦٣	٠/٣٤١	-٠/٥٠٥	-٠/٥١٢	-٠/٠٦٢	-٠/٠٨١	٠/١٧١	٠/٤١٤	-٠/٢٢٧	٠/١١١	٠/٣١٨	٠/٢٧٠	٠/٢٨٠	٠/٥٥٤	٠/٥٦٥	٠/٤٠٥	٠/٤٢١		
ترسیب کربن کل	٠/٢٥٠	٠/٣٥٢	-٠/٣٩٥	٠/١١٨	٠/٢٥٥	-٠/٢٧٨	-٠/١٠٤	٠/٤٨١	-٠/١٤٣	٠/٠٩١	٠/٣٠٢	٠/٣٠٩	٠/٣٢٠	٠/٤٧٧	٠/٤٩٥	٠/٤٠٣	٠/٤٢٢	٠/٧٩٠**	

** و *: به‌ترتیب ضرایب همبستگی در سطوح احتمال ١ و ٥ درصد معنی‌دار است.

بحث و نتیجه‌گیری

کربن عمده‌ترین عنصر گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود که ترسیب آن توسط فرآیند فتوسنتز و از طریق اندام‌های مختلف گیاهان ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی ارزان‌ترین روش برای کاهش کربن به‌شمار 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 می‌باشند (فروزه و همکاران، ۲۰۰۸). میزان ترسیب‌کربن در واحد زمان به خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی و شیوه‌های مدیریت، روش احیاء و شرایط محیطی به‌ویژه مقدار بارندگی، تغییر کاربری اراضی، شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک و ذخیره قبلی کربن در خاک بستگی دارد (پست و کوون، ۲۰۰۰؛ اسچومن و همکاران، ۱۹۹۹). رابطه مستقیمی بین کربن ترسیب‌شده با نوع گونه گیاهی وجود دارد، به‌طوری‌که برای گونه‌های مختلف، ضرایب متفاوتی برای ترسیب‌کربن ارائه شده است (کیلبراید و همکاران، ۱۹۹۹؛ فرانک و کارن، ۲۰۰۳؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۳). در این مطالعه با توجه به تجزیه واریانس درصد کربن آلی و مقدار کربن آلی خاک در لایه اول و دوم خاک، چنین استنباط می‌شود که این صفات متأثر از تیمارهای تراکم و ارتفاع هرس اعمال شده نبوده‌اند که این یافته در راستای نتایج مطالعه پارک و اوگا (۲۰۰٤)، قرار دارد که نشان دادند میزان ذخیره کربن خاک تحت تأثیر دوره قطع یا فاصله کاشت بین درختان بید (*Salix spp.*) نیست. میانگین ارتفاع و حجم بوته ها در تیمار اصلی تراکم ٤×٤ متر بیش از تراکم ۲×۲ متر بوده، که این امر نشان‌دهنده افزایش ارتفاع و حجم بوته‌ها با افزایش فاصله آن ها است. در بین تیمارهای ارتفاع هرس نیز تیمار شاهد از لحاظ میانگین ارتفاع و حجم بوته ها در وضعیت بهتری قرار داشت، که این موضوع نشان می‌دهد که انجام هرس باعث کاهش ارتفاع و حجم بوته‌ها می‌شود و در مناطق بدون هرس (مراتع قرق)، بوته ها از ارتفاع و حجم بیشتری برخوردارند. برای صفت بیوماس زیرزمینی اختلاف بین تیمارهای ارتفاع هرس معنی‌دار نبود و هر ٤ تیمار در یک سطح قرار داشتند. با توجه به این که مقدار وزنی کربن موجود در بیوماس، ضریبی از بیوماس است، نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های کربن بیوماس هوایی، کربن بیوماس زیرزمینی و کربن بیوماس کل مشابه نتایج بیوماس مربوطه آن‌هاست. این نتایج مشابه نتایج تحقیقات فنگ و همکاران (۲۰۰٦) می‌باشد که بیان کردند با کاهش فاصله کاشت میزان بیوماس کل افزایش می‌یابد. از طرف دیگر نتایج این بررسی نشان داد که ذخیره کربن در بیوماس اندام هوایی، بیش از ریشه ها بود که با نتایج مطالعات آرادوتیر و همکاران (۲۰۰۰) و لاکلائو (۲۰۰۳) و عبدی (۲۰۰۵) مطابقت دارد. همان‌طور که در بخش نتایج مطرح شد از

نظر میزان ترسیب‌کربن کل و مقدار کربن آلی خاک، بین تیمارهای اصلی تراکم و همچنین تیمارهای فرعی ارتفاع هرس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در صورتی‌که نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که بین ترسیب‌کربن کل با مقدار کربن آلی خاک در دو تراکم (٢×٢ و ٤×٤ متر) رابطه مثبت و معنی‌داری (به‌ترتیب در سطح ١ و ٥ درصد) وجود دارد که این یافته در راستای نتایج تحقیقات آرادوتیر و همکاران (٢٠٠٠) و اسنوراسون و همکاران (٢٠٠٢)، گائو و همکاران (٢٠٠٧) و عبدی (٢٠٠٥)، نقی‌پوربرج و همکاران (٢٠١٢) قرار دارد. به این‌دلیل که قسمت اعظم کربن ترسیب‌شده در خاک قرار دارد، بنابراین می توان بیان داشت که در اکوسیستم‌های مرتعی، خاک مهمترین مخزن کربن آلی است (آرادوتیر و همکاران، ٢٠٠٠؛ اسنوراسون و همکاران، ٢٠٠٢؛ مهدوی و همکاران، ٢٠٠٧؛ عبدی و همکاران، ٢٠٠٨؛ نقی‌پور برج و همکاران، ٢٠١٢). نتایج این بررسی نشان داد که در تراکم ٢×٢ متر، مقدار بیوماس کل و کربن بیوماس کل به‌ترتیب با ٥٣٦٥ کیلوگرم بر هکتار و ٢٣٧٠ کیلوگرم بر هکتار در حدود دو برابر مقدار بیوماس کل و کربن بیوماس کل در تراکم ٤×٤ متر می‌باشد. ضمن این که در بین تیمارهای ارتفاع هرس، تیمار بدون هرس (شاهد) و هرس از ارتفاع ٤٠ سانتی‌متر با میانگین بیوماس کل و کربن بیوماس کل بالاتر، بهترین تیمار ارتفاع هرس محسوب می شوند. با وجود تفاوت زیاد بین میزان بیوماس کل و کربن بیوماس کل در تراکم ٢×٢ متر و تراکم ٤×٤ متر، بین مقدار کربن آلی خاک و ترسیب کربن کل در بین این دو تراکم اختلاف معنی داری وجود نداشت، که این می تواند به‌دلیل تغییرات تدریجی کربن خاک و افزایش کربن آلی خاک در بلندمدت باشد. در این رابطه تحقیقات تورنر و کوئرپر (١٩٩٥)، نشان داد که تغییر کاربری اراضی در حالی که می‌تواند باعث افزایش سریع ذخایر کربن گیاهی شود، اما سبب افزایش تدریجی کربن خاک خواهد شد که توضیح مناسبی برای این نتیجه است. با توجه به‌این نکته که مقدار وزنی کربن موجود در بیوماس ضریبی از بیوماس است، نتایج تجزیه همبستگی کربن بیوماس هوایی، کربن بیوماس زیرزمینی و کربن بیوماس کل مشابه نتایج بیوماس مربوطه آن‌هاست. به‌عبارت دیگر با افزایش ارتفاع و حجم بوته ها بر میزان بیوماس هوایی افزوده می‌شود، که این افزایش سبب افزایش بیوماس زیرزمینی و در نهایت بیوماس کل گیاه شده و در نتیجه باعث افزایش ذخیره کربن گیاه می شود. در این رابطه هوندا و همکاران (٢٠٠٠)، بیان کردند بیوماس و محتوای کربن گیاه بیشترین همبستگی را با هم دارند و کربن موجود در گیاه بخشی از بیوماس است. آرادوتیر و همکاران (٢٠٠٠)، در مطالعه خود گزارش کردند که افزایش پوشش‌گیاهی موجب افزایش تجمع کربن در بیوماس هوایی و زیرزمینی و خاک می گردد. بین کربن

آلی خاک با بیوماس کل رابطه‌ای وجود نداشت، به‌عبارتی افزایش یا کاهش بیوماس بر کربن آلی خاک اثری ندارد. جهت ارزش‌گذاری میزان کربن ترسیب‌شده باید اذعان نمود که پالایش کربن اتمسفری با استفاده از روش‌های مصنوعی هزینه‌های سنگینی را در بردارد، به‌طوری که این هزینه را در آمریکا حدود ۳۰۰-۱۰۰ دلار تخمین زده‌اند و متوسط هزینه ترسیب‌کربن به ازای هر تن ۲۰۰ دلار در نظر گرفته می‌شود (ورامش و همکاران، ۲۰۱۰). از آن‌جایی که در منطقه مورد مطالعه سطح آتریپلکس کاری‌شده در دو تراکم ۲×۲ و ٤×٤ متر ۲ هکتار می‌باشد و طبق نتایج میزان کربن ترسیب‌شده در دو تراکم مذکور به‌ترتیب معادل ۵۹/۱٦ و ۵۹/۸۱ تن در هکتار بوده است، بنابراین ارزش اقتصادی ترسیب‌کربن خاک در دو تراکم توسط گونه آتریپلکس به‌طورکلی معادل ٤۷۵۸۸ دلار تخمین زده می‌شود. چنانچه مقادیر ترسیب‌کربن توسط سایر اندام‌های گونه مذکور به ارقام ذکرشده اضافه شود اهمیت اقتصادی پروژه‌های مرتع‌کاری از نظر ترسیب‌کربن بیشتر خواهد بود. نتایج این تحقیق همانند بسیاری از تحقیقات مشابه انجام شده در دنیا نشان می‌دهد که کاشت گونه‌های مختلف در عرصه‌های جنگلی به صورت مصنوعی می‌تواند صفات شیمیایی خاک‌ها را تحت تأثیر قرار دهد که این تأثیر بیش‌تر ناشی از سرشت طبیعی و ویژگی‌های اختصاصی هر گونه درختی و ترکیب شیمیایی اندام‌های مختلف آن به‌ویژه ترکیب شیمیایی لاشبرگ‌ها و مواد خارج شده از ریشه و نیز نیازهای تغذیه‌ای مختلف گونه‌های درختی می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر، که در قالب طرح آترپلکس‌کاری، بررسی فاصله کاشت و ارتفاع هرس انجام شده است، می‌توان اذعان نمود که مدیریت صحیح اراضی مرتعی، افزایش ذخیره کربن گیاه را در پی خواهد داشت و سبب افزایش ترسیب‌کربن می‌شود. توسعه پوشش‌گیاهی علاوه‌بر تأثیر مثبت بر روی ترسیب‌کربن، مزایایی چون کاهش رواناب و فرسایش، جلوگیری از فشردگی خاک‌ها و بهبود شرایط زیستی حیات‌وحش را به‌دنبال دارد. همان‌طور که نتایج این تحقیق نیز نشان داد قسمت اعظم کربن ترسیب‌شده در خاک قرار دارد، بنابراین هرگونه عملیات بیولوژیک که باعث افزایش کیفیت خاک شود و مانع سیر قهقرایی خاک گردد، به‌طور قطع افزایش توان بیولوژیکی منطقه را در پی خواهد داشت و گام مثبتی در جهت افزایش ترسیب‌کربن خواهد بود. بنابراین بهتر است اثر عملیات بیولوژیکی رایج در طرح های مرتع و بیابان از قبیل بذرکاری، کپه‌کاری، میان‌کاری، نهال‌کاری به‌ویژه طرح‌های آتریپلکس‌کاری و تاغ‌کاری، قرق و کودپاشی به‌لحاظ کربن ترسیب شده مورد مطالعه قرار گیرند. از طرف دیگر در مطالعات ترسیب‌کربن لازم است اثر شدت چرای دام و سیستم‌های مختلف چرایی بر ترسیب‌کربن بررسی شود تا با در نظر

گرفتن این فرایند مهم محیط‌زیستی سیستم‌های چرایی را براساس آن طرح‌ریزی نمود. همچنین جهت پروژه‌های ترسیب‌کربن در خاک، بهتر است خاک‌هایی را انتخاب نمود که بیشترین قابلیت و ظرفیت را برای افزایش سطح کربن داشته باشند، مانند خاک‌هایی که در گذشته به‌دلیل مدیریت ضعیف یا کشت محصولات زراعی یکساله در آن‌ها، تولید پایینی دارند. در نهایت با توجه به وسعت زیاد مراتع و هزینه بالای روش‌های اندازه‌گیری بیوماس، باید روش‌های اندازه‌گیری بیوماس به‌منظور برآورد مقدار ترسیب‌کربن در بیوماس مطالعه شده و کم هزینه‌ترین و سریع‌ترین روش‌ها ارائه شود.

رهیافت ترویجی

مراتع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌ها، جهت ترسیب‌کربن به‌شمار می‌روند. اگرچه مقدار ترسیب‌کربن آن‌ها در واحد سطح ناچیز است، ولی با توجه به وسعت زیاد آن‌ها، این اراضی دارای قابلیت زیادی برای ترسیب‌کربن هستند. در مقیاس جهانی مراتع سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن ترسیب می‌کنند. با توجه به این‌که قسمت اعظم مراتع ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد برای احیاء و اصلاح این مراتع، نیاز به کشت گونه‌های سازگار هست که بتواند با شرایط محیطی سازش پیدا کند و عوامل نامساعد اقلیمی و خاکی حاکم بر این مناطق را تحمل کند. بنابراین با مدنظر قرار دادن نقش پوشش‌های گیاهی و علفی مراتع در ذخیره‌کربن، وجود گونه‌هایی نظیر آتریپلکس به‌عنوان گونه‌ای شاخص در اکثر مناطق بخصوص منطقه مورد مطالعه می‌تواند به‌نحوی توان ذخیره‌کربن را در خاک افزایش دهد زیرا این گونه همان‌طور که نتایج این بررسی نشان داد دارای توان ترسیب‌کربن حائز اهمیتی می‌باشد. از طرف دیگر، این گیاه از خانواده اسفناجیان است که سال‌هاست به‌عنوان یک گونه کلیدی وارداتی جهت بیابانزدایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی حاصل از این مقدار ذخیره‌کربن که گونه مذکور به‌طور طبیعی انجام می‌دهد (٤٧٥٨٨ دلار)، می‌توان گام مؤثری در جهت مدیریت و حفاظت از این منطقه و سایر مراتع با شرایط مشابه برداشت. به‌بیان دیگر، استفاده از گونه مرتعی نظیر آتریپلکس جهت ترسیب‌کربن می‌تواند به‌عنوان یکی از ارزش‌ها و محصولات منطقه مرتعی نودهک در کنار سایر مزایا و بهره‌برداری‌های شناخته شده مانند استفاده‌های تفرجگاهی، حفاظت از خاک و تولید اکسیژن، می‌تواند شاخصی برای سنجش پایداری محیط‌زیست در منطقه و سایر مناطق مشابه مرتع‌کاری شده با گونه مورد نظر باشد.

منابع

1. Abdi, N. 2005. Estimate the carbon sequestration capacity by *Astragalus* in Markazi and Isfahan provinces. MSc thesis (Rangland Science). Science and Research, Islamic Azad University, Tehran Branch. 194p. (In Persian)
2. Abdi, N., Maddah 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. (In Persian)
3. Aradottir, A., Savarsdottir, L., Kristin, H., Jonsson, P., and Gudbergsson, G. 2000. Carbon accumulation in vegetation and solids by reclamation of degraded areas. Icelandic Agricultural Sciences, 13: 99-113.
4. Badehian, Z., Mashayekhi, Z., Zebardast, L., and Mobarghai, N. 2014. Estimation of carbon sequestration in forest stand pure and mixed *Fagus Orientalis* (Case study: Noshahr, Kheyrud forest). Journal of Environmental Research, 9(5): 146-156. (In Persian)
5. Batjes, N.H. 1998. Mitigation of atoms pheric cor concentration by increased carbon sequestion in the soil. Biology and Fertility of Soils, 7: 230-235.
6. Derner, J.D., and Schuman, G.H. 2007. Carbon sequestration and rangelands: A Synthesis of land management and precipitation effects. Journal of Soil and Water Conservation, 62(2): 77-85.
7. Fang, S., Xue, J., and Tang, L. 2006. Biomass production and carbon sequestration potential in poplar plantations with different management patterns. Journal of Environmental Management, 85: 672-679.
8. Forozeh, M.R., Heshmati, Gh., Ghanbarian, Gh., and Mesbah, S.H. 2008. Comparing carbon sequestration potential of three shrub species in arid rangeland of Iran (Case study: Fasa Garibaygan plain). Environmental Studies Journal, 46: 65-72. (In Persian)
9. Frank, A.B., and Karn, J.F. 2003. Vegetation indices, CO_2 flux, and biomass for Northern planis grassland. Journal of Range Management, 55: 16-22.
10. Gao, Y.H., Luo, P., Chen, H., and Wang, G.X. 2007. Grazing intensity impacts on carbon sequestration in an Alpine Meadow on the Eastern Tibetan plateau. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 642-647.
11. Ghazan Shahi, J. 1995. Analysis of soil and plant. Homa Publications, 311p. (In Persian)
12. Honda, Y., Yamamoto, H., and Kajiwara, K. 2000. Biomass Information in Central Asia. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University: 1-33, Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba, 263-285, JAPAN.
13. Jafari Haghighi, M. 2003. Methods of soil analysis, sampling and important physical and chemical analysis (with emphasis on theory and practical principals). Nedaye Thoha Publishers, 236p. (In Persian)
14. Kilbride, C.M., Byrne, K.A., and Gardiner, J.J. 1999. Carbon sequestration and Irish forests. Dublin Coford, 37p.

15. Laclau, P. 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa *pine plantat*ions and native cypress forests in northwest Patagonia. Forest Ecology and Management, 180(1-3): 317-333.
16. Luciuk, G.M, Boonneau M.A, Boyle, D.M., and Vibery, E. 2000. Prairie rehabilitation, administration paper, carbon sequestration additional environmental, benefits of forests in the Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA), 1967(22): 191-194.
17. Mahdavi, M., Arzani, H., Farahpoor, M., Malekpoor, B., and Abedi, M. 2007. Efficiency investigation of rangeland inventory with rangeland health method. Gorgan Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(1): 158-173. (In Persian)
18. Mahmodi taleghani, E., Zahedi amiri, G., Adeli, E., and Sagheb talebi, Kh. 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian Journal of Forest and Spruce Research, 15(3): 241-252. (In Persian)
19. Mesdaghi, M. 1998. Rage management in Iran. Astane ghods publications, 259p. (In Persian)
20. Naghipour Borji, A., Heydariyan agakhani, M., and Nasri, M. 2012. An investigation of carbon sequestration and plant biomass in modified rangeland communities (Case study: Sisab rangelands of Bojnord). Watershed Management Research (Pajouhesh and Sazandegi), 94: 19-26. (In Persian)
21. Nobakht, A., Pourmajidian, M., Hojjati, M., and Fallah, A. 2011. A comparison of soil carbon sequestrationin hardwood and softwood monocultures. Iranian Journal of Forest, 3(1): 13-23. (In Persian)
22. Park, G.S., Ohga, S. 2004. Effects of cutting cycle and spacing on carbon of willow. Journal Fac Agric Kyushu University, 49: 13-24.
23. Post, W.M., and Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change, processes and potential. Global Change Biology, 6(3): 317-327.
24. Schuman, G.E., Reeder, J.P., Manley, R., Hart, H., and Manley, W.A. 1999. Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. Ecological Application, 9: 65-71.
25. Singh, G., Bala, N., Chaudhuri, K., and Meena, R.L. 2003. Carbon sequestration potential of common access resources in arid and semi-arid regions of northwestern India. Indian Forester, 129(7): 859-864.
26. Snorrason, A., Sigurdsson, B.D., Gudbergsson, G., Svavarsdottir, K., and Jonsson, T.H. 2002. Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. Buvisindi, 15: 81-93.
27. Turner, D.P., and Koerper, G.J. 1995. A carbon budjet for forests of the conterminous United States. Ecological Applications, 5(2): 421-436.
28. Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N., and Akbarinia, M. 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)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 4 (1), 2015
http://ejang.gau.ac.ir

Estimation of carbon sequestration capacity and estimating its economic value in *Atriplex canescens*

***Z. Badehian[1], M. Mansoori[2] and H. Azarnivand[3]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lorestan, Iran, [2]M.Sc. of Forestry, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran, [3]Associate Prof., Dept. of Range Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
Received: 2014/09/03; Accepted: 2015/05/07

Abstract

This study aims to investigate the role of *Atriplex canescens* in carbon sequestration and estimates its economic value in rangeland research station of Nodehak in Qazvin province. Main treatment applied in a split plot design using randomized complete block including two spacing of 2×2 and 4×4 m. In each treatment, four pruning height treatments were applied including without pruning as control, completely pruned, pruned at 20 cm and 40 cm above ground. Carbon amount were estimated for above and underground biomass and soil in different spacing and pruning heights separately. The results showed that the mean carbon values in the above and underground biomass per area unit in the 2×2 m spacing treatment are significantly higher than that of the 4×4 m spacing treatment. Also, pruning height treatment of no pruning (control) and pruned at 40 cm above ground had a better condition in comparison to the other pruning height treatments. No significant difference was observed in the total sequestrated carbon in the plant spacing and pruning height treatments. Mean total carbon sequestration per hectare were 59.16 and 59.81 ton per ha in the 2×2 m and 4×4 m spacing treatments, respectively. Their economic values were equal to 47588 dollars respectively. Correlation analysis indicated that there is a significant and positive relationship between the total sequestrated carbon and the organic carbon. Therefore, results suggest that good management practices in rangelands will have a considerable impact on increase of carbon storage in plant and soil.

Keywords: Economic value, Carbon sequestration, *Atriplex canescens*

*Corresponding author: