Journal of Green Management, Vol.1, No.2, June 1401, pp86-102

Managerial evaluation of medicinal plant species in green area with environmental design in Mashhad municipality

Ali Ghaderi[1*], Amir Hossein Mehrabadi[2], Amir Ghorbanzadeh[3]

Received date: 2022/02/19 **Acceptance date:** 2022/05/08

Abstract

Increasing soil carbon sequestration, in addition to increasing plant biomass, production and improving soil fertility, also has a beneficial role in green space development and landscape management. In this study, in order to evaluate the carbon sequestration project in Khorasan Razavi province of Mashhad city, based on sampling from soil depths of 0-15 cm, soil physical and chemical traits and plant traits were calculated based on field and laboratory measurements. In the step, by sampling of aerial and aerial plants as well as litter, the weight of aerial biomass carbon, the weight of biomass carbon after E and the weight of litter carbon in the soil and water laboratory are determined. Finally, with the total carbon content of soil, plants and litter, the amount of carbon sequestration per user per square meter is determined. After these steps, the database was prepared in EXCEL and SPSS software. In the comparisons, it is found that the components and chemical components have a significant difference at the 95% confidence level. The results showed that the percentage of soil organic carbon in the use of Atriplex (1.76) is higher than other applications, followed by the use of rosemary (1.71). The results of three-use carbon sequestration also showed that most of the cases were related to Mohammadi flower for 6 years and Mohammadi planting project was successful in increasing carbon sequestration in Mashhad areas. Also, the results showed that 3200 lands from the study area in terms of physiography and water resources have the potential to develop green space with the first priority. The use of rosemary in addition to the high ability of carbon sequestration, in the development of green space is also an acceptable efficiency.

Keywords: Carbon sequestration, Mohammadi flower, Atriplex, Scissors, Khorasan Razavi, Mashhad

1- Department of Agricultural Sciences, Iqbal Lahori University, Mashhad, Iran; (Corresponding Author) ghaderi885@yahoo.com
2- Department of Agricultural Sciences, Iqbal Lahori University, Mashhad, Iran
3- Department of Agricultural Sciences, Iqbal Lahori University, Mashhad, Iran;
ISSN:2821-005

ارزیابی مدیریتی گونه‌های گیاهان دارویی در طراحی فضای سبز با رویکرد حفظ محیط‌زیست در شهرداری مشهد مقدس

علی قادری[۱] امیرحسین مهرآبادی[۲] امیر قربانزاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۲/۱۸

چکیده

افزایش ترسیب کربن خاک علاوه برافزایش بیوماس گیاهی، تولید و بهبود حاصلخیزی اراضی، در توسعه فضای سبز و مدیریت منظر نیز نقش مفیدی دارد. در این تحقیق به‌منظور ارزیابی پروژه ترسیب کربن مناطق استان خراسان رضوی شهرستان مشهد، بر اساس نمونه‌برداری از عمق‌های ۱۵-۰ سانتیمتر خاک، صفات فیزیک و شیمایی خاک و صفات گیاه بر اساس اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایشگاهی محاسبه شد. در مرحله بعد، با نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان و نیز لاش برگ، مقادیر وزن کربن بیوماس هوایی، وزن کربن بیوماس ریشه‌ای و وزن کربن لاش برگ در آزمایشگاه آب‌وخاک تعیین گردید. درنهایت نیز با مجموع مقادیر ترسیب کربن خاک، گیاه و لاش برگ، مقدار ترسیب کربن هر کاربری در واحد گرم بر متربع مشخص شد. پس از طی این مراحل، بانک داده‌ها در نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS تهیه شد. در مقایسه کاربری‌ها مشخص شد که پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند. نتایج نشان داد درصد کربن آلی خاک در کاربری آتریپلکس (۱/۷۶) بیشتر از سایر کاربری‌ها می‌باشد و پس‌ازآن کاربری گل محمدی با (۱/۷۱) قرار دارد. نتایج ترسیب کربن کل در سه کاربری نیز نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به کاربری گل محمدی ۶ ساله بوده و پروژه کاشت گل محمدی به جهت افزایش ترسیب کربن در مناطق مشهد موفقیت‌آمیز بوده است. همچنین، نتایج نشان داد که ۳۲۰۰ هکتار از محدوده مطالعاتی ازنظر فیزیوگرافی و منابع آب پتانسیل توسعه فضای سبز با اولویت اول را دارد. لذا کاربری گل محمدی علاوه بر قابلیت بالای ترسیب کربن، در توسعه فضای سبز نیز از کارایی قابل‌قبول برخوردار می‌باشد.

کلمات کلیدی: ترسیب کربن، گل محمدی، آتریپلکس، قیچ

۱ - گروه علوم کشاورزی، دانشگاه اقبال لاهوری مشهد، ایران (نویسنده مسئول) ghaderi885@yahoo.com

۲ – گروه علوم کشاورزی، دانشگاه اقبال لاهوری مشهد، ایران

۳ – گروه علوم کشاورزی، دانشگاه اقبال لاهوری مشهد، ایران

مقدمه

یکی از بحران‌های مهم عصر حاضر بحران‌های زیست‌محیطی است که از آن جمله می‌توان به تخریب و کاهش بیش‌ازاندازه منابع طبیعی، توسعه صنایع و افزایش آلاینده‌ها، نابود شدن لایه ازن، اثر گلخانه‌ای و تغییرات آب‌وهوا، جنگل‌زدایی، بیابان‌زایی، غیرقابل استفاده شدن اراضی زراعی، تغییر کیفیت منابع آبی و کاهش شدید آن، نابودی منابع ژنتیکی، فرسایش شدید خاک و دخالت‌های خارج از ظرفیت توسط انسان اشاره کرد. تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در توسعه پایدار محسوب می‌گردند که تأثیر منفی روی اکوسیستم‌های خشکی و دریایی دارند (فلر و بیمو کس)[1]. با افزایش گازهای گلخانه‌ای، میانگین درجه حرارت از اواخر قرن نوزدهم تاکنون، ۲ درجه سانتیگراد افزایش‌یافته است و بیشترین افزایش بین سال‌های ۱۹۱۰ تا ۱۹۴۵ میلادی و ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ میلادی به وقوع پیوسته است، به‌علاوه ۱۵ درصد پوشش برف و یخچال‌های کوهستانی از دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی ناپدیدشده و ۴۰ درصد یخ‌های قطب شمال کاهش‌یافته است (هیات بین الدول تغییر اقلیم)[2].

با ایجاد تغییر در دمای کره زمین، بسیاری از سامانه‌های کشاورزی و تمام اکوسیستم‌ها، دچار تغییر می‌شود و درنهایت موجب کاهش تنوع زیستی، افزایش وسعت کویرها و کاهش سطح جنگل‌ها خواهد شد؛ بنابراین جلوگیری از وقوع تغییرات دمایی امری ضروری به نظر می‌رسد که می‌بایست نسبت به کاهش دی‌اکسید کربن به اتمسفر، اقدام کرد. روش‌های مختلف جهت کاستن این گاز فقط به کاهش انتشار آن مربوط نمی‌شود، بلکه روش‌های ترسیب بیولوژیک کربن به‌وسیله پوشش گیاهی و خاک تحت پوشش آن را نیز شامل می‌شود (دفتر بودجه کنگره آمریکا)[3].

اکوسیستم‌های مرتعی پتانسیل بالایی در ترسیب کربن دارند، زیرا نیمی از خشکی‌های زمین را در برداشته و ذخیره کربن آن‌ها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم‌های خاکی و۳۰ درصد کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهند (درنر و اسکومان)[4]. میزان کربن محیط‌های خاکی، به کربن غیرآلی خاک، کربن آلی خاک و پوشش گیاهی تقسیم می‌شود که مقدار آنها به ترتیب ۹۵۰، ۱۵۵۰ و ۵۶۰ پتاگرم می‌باشد (لاکلا)[5].

علاوه بر این موضوع مسئله دیگری که حائز اهمیت ویژه است منظر و فضای سبز پیرامون بشر است. امروزه منظر را می‌توان به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌ها در تشخیص هویت، حیات و میزان پایداری محیط و وسیلهٔ ارتباطی بین محیط و استفاده‌کنندگان آن دانست. آنچه در چند دههٔ اخیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است، ارتباط منظر با استفاده‌کنندگان آنچه به‌صورت بیولوژیکی و یا فیزیکی و چه ازلحاظ ادراکی و رفتاری است (دنیل و وینینگ)[6].

اگرچه ارتباط انسان با محیط از طریق حواس گوناگون برقرار می‌شود، بیش از ۸۰ درصد آن از دیدن ایجاد می‌شود؛ بنابراین مشاهده و ادراک آن توسط انسان نقش مهمی در ادراک و شناخت وی از محیط و تعیین رضایت‌مندی و عدم رضایت‌مندی آن دارد (بل)[7](پورتس)[8].

---

[1]-Feller and Bernoux
[2]-Intergovernmental Panel on Climate Change
[3] Congressional Bodget Office (CBO)
[4]-Derner and Schuman
[5]-Laclau
[6] Daniel and Vining
[7]-Bell
[8]-Porteous

امروزه هدف از ارزیابی کیفیت بصری منظر، تعیین و مشخص کردن شاخص‌ها و معیارهایی است که از طریق آنها بتوان منظر را حفاظت، احیا و یا بازسازی کرد. درواقع از این طریق می‌توان مناظری را که ازلحاظ زیبایی مناسب هستند، حفظ کرده و در صورت لزوم، مناظری را ترمیم و احیا است (کین).

تاکنون مطالعات موردی در این راستا صورت گرفته که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره‌شده است. نصری (۱۳۹۵) با بررسی ترسیب کربن در تاغ زارهای دست کاشت کشور متوسط میزان ترسیب کربن در اندام‌های هوایی تاغ باسن ۲۰ سال را تن در هکتار بیان کردند با توجه به سطح ۲/۱ میلیون هکتاری تاغ زارهای دست کاشت اراضی بیابانی کشور،۱۴/۷ میلیون تن کربن در اندام‌های هوایی این تاغ زارها ترسیب شده است.

محمودی طالقانی و دیگران (۱۳۸۵) در برآورد میزان ترسیب کربن خاک در ۱۱ طرح جنگلداری در گنبد به این نتیجه رسیدند که مقدار ترسیب کربن خاک در طرح‌های مختلف جنگلداری متفاوت بوده است. نتایج مطالعات بیانگر اهمیت خاک‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ذخیره‌گاه‌های کربن است.

عبدی (۲۰۰۸) با بررسی نقش و پتانسیل گون زارها در ترسیب کربن و عوامل مؤثر بر آن در سه منطقه مرتعی مختلف نشان داد که در تمامی این مناطق، حدود ۹۰ درصد از ترسیب کربن کل را کربن آلی خاک تشکیل می‌دهد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد ذخیره کربن در بیوماس اندام هوایی بیش از ریشه‌ها بود و ترسیب کربن با ارتفاع و حجم بوته‌های گون، بیوماس هوایی، بیوماس زیرزمینی، بیوماس کل، مقدار لاش برگ و کربن آلی خاک رابطه مثبت و معنی‌داری دارد. در این مطالعه به توانایی بالای گون زارها در ترسیب کربن اشاره‌شده است.

فروزه و دیگران (۱۳۸۷) توان ترسیب کربن سه گونه بوته‌ای گل آفتابی، سیاه گینه و درمنه درشتی در مراتع خشک ایران – دشت گربایگان فسا باهم مقایسه نمودند.

زیاری (۱۳۸۷) نحوه انتخاب گیاهان در معماری سبز با تأکید بر اصول بصری را مطالعه کردند. آن‌ها ابتدا مشکلات ناشی از انتخاب نادرست گیاهان در فضای سبز را بررسی کردند و سپس گیاهان را به لحاظ بصری و اصول زیباشناختی موردبررسی قراردادند.

از بررسی منابع چنین استنباط می‌شود که بیشتر مطالعات در مبحث طرح‌های ترسیب کربن به‌صورت تک‌بعدی می‌باشند و در نظر گرفتن همه جوانب ازجمله طراحی منظر کمتر موردبررسی قرارگرفته است؛ بنابراین ضرورت دارد تا ضمن در نظر گرفتن پارامترهای کیفی و کمی بهبودیافته در خاک، به‌طور همزمان، مهندسی فضای سبز و طبیعت نیز مورد ارزیابی و پایش قرار گیرد. لذا در این تحقیق سعی شده است به ارزیابی گونه‌های مختلف برای بازسازی منظر و احیا آن و بررسی میزان ذخیره کربن و اکسیژن تولیدشده توسط زیست‌توده هوایی گیاهان شهرستان مشهد پرداخته شود.

مواد و روش

معرفی منطقه مطالعاتی

فیزیوگرافی

اجرای طرح ملی ترسیب کربن در شهرستان مشهد باهدف توانمندسازی جوامع محلی گامی مؤثر در کنترل بیابان‌زایی کشور به‌ویژه در شمال شرق استان خراسان رضوی است. با توجه به شرایط منطقه‌ای و مشکلات ناشی از فرسایش در منطقه، فقر و مهاجرت ناشی از بیابان‌زایی و وجود پتانسیل‌های بسیار زیاد ازجمله منابع آبی و خاک، مشارکت مردمی و حمایت هم جانبه مسئولان اجرائی استان خراسان رضوی برای اجراء پروژه ترسیب کربن انتخاب‌شده است.

۱-Kane

پوشش گیاهی

فهرست گیاهان شناسایی‌شده منطقه طرح ترسیب کربن شهرستان مشهد در جدول ۱ آمده است.

جدول شماره ۱: برخی از گیاهان شناسایی‌شده منطقه طرح ترسیب کربن

ردیف	نام علمی	خانواده	موارد استفاده	سن	فرم رویشی	نام فارسی
۱	*Acantholimon bracteatum*	Plumbaginaceae	حفاظت خاک علوفه	دائمی	بوته	کلاه میرحسن
۲	*Acanthophyllum sp*	Caryophyllaceae	حفاظت خاک علوفه	دائمی	بوته	چویک
۳	*Achillia millefolium*	Compositae	دارویی	چندساله	فورب	بومادران
۴	*Ajuga chamaecistus*	Labiatae	حفاظت خاک علوفه	چندساله	فورب	سفید مشکک
۵	*Alhagi camelorum*	Leguminoseae	حفاظت خاک -داروئی	دائمی	فورب	خارشتر
۶	*Alhagi camelorum*	Leguminoseae	حفاظتی، دارویی	دائمی	فورب	خارشتر
۷	*Alyssum murale*	Cruciferae	حفاظت خاک -داروئی	چندساله	فورب	قدومه
۸	*Amygdalus lycioides*	Rosaceae	حفاظت خاک	دائمی	درختچه	بادام‌کوهی
۹	*Artemisia auchiri*	Compositae	علوفه‌ای	دائمی	فورب	درمنه کوهی
۱۰	*Artemisia herbalba*	Compositae	علوفه‌ای	دائمی	فورب	درمنه دشتی
۱۱	*Artemisia siberi*	Compositae	حفاظت خاک -علوفه	دائمی	بوته	درمنه
۱۲	*Astragalus effusus*	Leguminoseae	حفاظت خاک		بوته	گون علفی
۱۳	*Astragalus gossypinus*	Leguminoseae	حفاظت خاک -علوفه	دائمی	بوته	گون سفید
۱۴	*Astragalus parrowianus*	Leguminoseae	حفاظت خاک -علوفه	دائمی	بوته	گون زرد
۱۵	*Atraphaxis candida*	Polygonaceae	حفاظت خاک	دائمی	درختچه	کاروانکش
۱۶	*Bromus danthoniae*	Gramineae	علوفه‌ای	یک‌ساله	گراس	جو میش
۱۷	*Carex stenophylla*	Cyperaceae	حفاظت خاک -علوفه	چندساله	فورب	جگن
۱۸	*Carthamus lanatus*	Compositae	حفاظت خاک -صنعتی	چندساله	فورب	گلرنگ
۱۹	*Carthamus oxyacantha*	Gramineae	حفاظت خاک -علوفه	چندساله	فورب	گلرنگ وحشی
۲۰	*Centaurea virgata*	Compositae	حفاظت خاک	چندساله	فورب	گل گندم

روش تحقیق

شرح خدمات ارزیابی پتانسیل ترسیب کربن

۱- تهیه نقشه‌های واحد کاری.

۲- تعیین درصد پوشش گونه‌های غالب و لاش برگ در هر واحد کاری.

۳- تعیین گونه متوسط از هرگونه غالب جهت کاهش تخریب برآورد.

۴- نمونه‌برداری از گونه‌های متوسط.

۵- تعیین بیوماس اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونه‌های غالب در کل عرصه.

۶- تعیین ضرایب تبدیل کربن برای اندام‌های مختلف گونه‌های غالب.

۷- تعیین مقادیر ترسیب کربن گونه‌های غالب در هکتار و در کل عرصه.

۸- حفر پروفیل جهت نمونه‌برداری از خاک.

۹- تعیین مقادیر کربن آلی و ازت خاک.

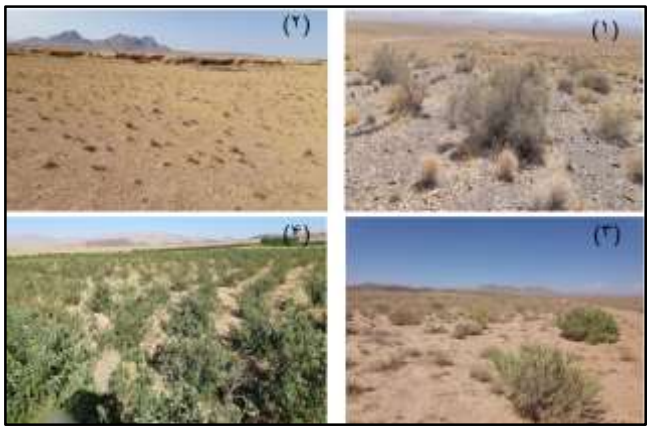
۱۰- تعیین ترسیب کربن خاک و لاش برگ در هکتار.

۱۱- تعیین ترسیب کربن کل (گونه‌های گیاهی، لاش برگ و خاک).

۱۲- ارائه فهرستی از عوامل مؤثر بر ترسیب یا مخازن کربنی اراضی در منطقه.

نمونه‌برداری

در اراضی اطراف شهرستان مشهد، چهار کاربری مرتع شاهد، کشت گل محمدی، آتریپلکس و قیچ موردمطالعه قرار گرفتند. نمونه‌برداری از خاک و بیوماس کل (آسمانه، ریشه) و لاش برگ برای چهار نمونه انجام شد (شکل ۱).



شکل شماره ۱: (۱) نمونه‌های قیچ کاشته شده، (۲) مرتع شاهد، (۳) گونه‌های آتریپلکس کاشته شده، (۴) مزرعه گل محمدی

نمونه‌برداری خاک با حفر پروفیل در نقاط هدف از عمق ۱۵-۰ انجام شد. در هر کاربری از ۳ ترانسکت ۵۰ متری استفاده شد. در امتداد هر ترانسکت از ۴ پلات ۲*۲ متری با فواصل تصادفی از هم استفاده شد. نمونه‌های خاک از مرکز هر ترانسکت برداشت گردید.

در هر پلات تعدادی بوته معرف از هرگونه و یا درصدی از تاج پوشش گونه درختی معرف انتخاب شد و با کل ریشه جمع‌آوری‌شده، خشک و توزین گردید. سپس بیوماس تاج پوشش و ریشه به روش میانگین وزنی محاسبه شد. همچنین بیوماس ریشه با انجام نمونه‌برداری مستقیم از بوته‌ها و یا با استفاده از شواهد موجود در منطقه (نظیر ریشه گونه‌های موجود در ترانشه‌های واقع در عرصه طرح) تخمین زده شد (شکل ۲).

شکل شماره ۲: (۱) ترانسکت و نمونه‌برداری خاک، (۲) اندازه‌گیری وزن اندام زیرزمینی، (۲) اندازه‌گیری متریک نمونه‌ها

عملیات آزمایشگاهی

تعیین مشخصه‌های خاک

- **بافت خاک:** با استفاده از روش دانسیمتری بایکاس که بر مبنای تئوری تغییرات وزن مخصوص (وزن در واحد حجم) مخلوط خاک و آب طی رسوب‌گذاری پایه‌گذاری شده است تعیین گردید؛ و برای طبقه‌بندی بافت خاک از سیستم سازمان کشاورزی ایالات‌متحده[۱](USDA) استفاده شد.
- **وزن مخصوص ظاهری**: به روش کلوخه برحسب گرم بر سانتیمتر مکعب مطالعه شد.
- **اسیدیته خاک:** به روش پتانسیومتری از طریق دستگاه pH متر الکترونیکی انجام گردید.
- **هدایت الکتریکی خاک:** با استفاده از دستگاه EC سنج الکترونیکی تعیین شد.
- **نیتروژن خاک:** تعیین نیتروژن کل خاک با مقدار ۰/۵ گرم خاک خشک و ۱ عدد قرص کاتالیزور و مقدار ۱۰ سی‌سی اسیدسولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) با دستگاه کجدال انجام شد.
- **درصد کربن آلی خاک (SOC)** با روش والکی بلاک تعیین شد و با داشتن عمق (d) و وزن مخصوص ظاهری خاک، ذخیره کربنی (Cs) هر لایه و در هکتار با فرمول زیر محاسبه گردید (رابطه ۱):

$$Cs= 10000\times\%SOC\times Bd\times d \quad (۱)$$

سپس با میانگین‌گیری وزنی، ذخیره کربن خاک در کل پروفیل و در واحد سطح محاسبه شد و درنهایت برای کل عرصه هر سایت، میزان ذخیره کربن خاک یا ظرفیت ترسیب کربن محاسبه گردید (جعفری حقیقی).[۲]

- **تعیین ضرایب تبدیل کربن در نمونه‌های بیوماس و لاش برگ**

ابتدا تمام نمونه‌های ساقه، شاخه، ریشه و لاش برگ در آون و در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. جهت تعیین درصد کربن آلی نمونه‌ها، از روش احتراق در کوره الکتریکی استفاده شد. بر این اساس نمونه‌هایی که کاملاً خشک شدند، آسیاب شده و از هرکدام ۳ نمونه ۳ گرمی تهیه گردید. نمونه‌ها پس از توزین، در کوره قرار داده‌شده و به مدت ۴-۳ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد سوزانده شدند. نمونه‌های سوخته شده پس از خشک‌کردن در دستگاه دسیکاتور، توزین گردیدند. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس رابطه ۲، میزان کربن آلی در هرکدام از اندام‌های گونه‌های گیاهی غالب و لاش برگ، به‌صورت جداگانه محاسبه گردید (عبدی).[۳]

$$OM\ \frac{1}{2} = OC \quad (۲)$$

OC= کربن آلی و OM= ماده آلی

پس از محاسبه ضریب تبدیل کربن برای هر نمونه درنهایت کربن بیوماس و لاش برگ در هکتار محاسبه شد.

۱United States Department of Agriculture

۲ Jafari Haghighi

۳ Abdi

• تعیین مقادیر شاخص‌های ترسیب و ذخایر کربنی اراضی

در این بخش ذخیره کربن آلی خاک، ذخیره کربن بیوماس و لاش برگ و کل ذخیره کربن ترسیب یافته به‌صورت سالانه در هر هکتار و برای کل سایت مطالعاتی به دست آمد. شایان‌ذکر است از این شاخص‌ها به‌عنوان شاخص‌های پایش و ارزیابی استفاده خواهد شد.

تخمین میزان ذخایر کربن موجود

در این مرحله به‌منظور تخمین میزان ذخایر کربن موجود در اراضی محدوده مطالعاتی و مقایسه کاربری‌ها با یکدیگر، روش‌های آماری کلاسیک استفاده شد. برای این منظور آنالیزهای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات موردمطالعه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20.0 انجام گردید.

الگوی فضای سبز

در اراضی اطراف شهرستان مشهد، چهار کاربری مرتع شاهد، کشت گل محمدی، آتریپلکس و قیچ موردمطالعه قرار گرفتند.

در مورد گل محمدی: فاصله بین ردیف‌ها ۲ تا ۲/۵ متر و فاصله بین بوته‌ها ۱ تا ۱/۵ متر است.

در مورد آتریپلکس: فاصله بین ردیف‌ها ۲ تا ۳ متر و فاصله بین بوته‌ها نیز ۱ تا ۲ متر است.

در مورد قیچ: فاصله بین ردیف‌ها ۲ تا ۳ متر و فاصله بین بوته‌ها نیز ۲ تا ۲/۵ متر است.

در این بخش، ابتدا لایه‌ها رقومی شیب و منابع آب که از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مرکزی تهیه‌شده بودند، همپوشانی شدند. سپس باکلاس بندی هر لایه و درنهایت همپوشانی لایه‌ها، مناطق مناسب برای توسعه فضای سبز در منطقه مطالعاتی مشخص شد.

نتیجه‌گیری

خلاصه پارامترهای آماری خاک

خصوصیات پارامترهای آماری اندازه‌گیری شده خاک شامل درصدهای رس، سیلت، شن، بافت، سنگ و سنگریزه، اسیدیته، هدایت الکتریکی، وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد کربن آلی و درصد رطوبت گل اشباع برای هر یک از مناطق نمونه‌برداری شده (کاربری گل محمدی، کاربری آتریپلکس، کاربری قیچ و کاربری مرتع شاهد) در جدول شماره۲ آمده است.

جدول شماره۲ : مقادیر میانگین پارامترهای آماری صفات مرتبط با خاک

پارامتر	کاربری گل محمدی ۳ ساله	کاربری گل محمدی ۶ ساله	کاربری آتریپلکس	کاربری قیچ	کاربری مرتع شاهد
درصد رس خاک	۱۳/۹۳	۲۰/۳۸	۱۲/۶۴	۲۳/۴۳	۱۶/۳۵
درصد سیلت خاک	۲۰/۶۸	۴۲/۸۶	۱۸/۹۳	۱۲/۰۰	۲۹/۲۹
درصد شن خاک	۶۵/۳۸	۳۶/۷۵	۶۸/۴۳	۶۴/۵۷	۵۴/۴۵
بافت خاک	sandy loam	sandy clay loam	sandy loam	loam	sandy loam
درصد سنگ و سنگریزه خاک	۲۹/۵۰	۳۴	۱۹/۵۲	۳۰/۷۶	۳۳/۷۰
pH	۷/۶۸	۷/۴۹	۷/۲۳	۷/۷۴	۷/۵۵
EC (دسی زیمنس بر متر)	۴۷۰/۸۳	۹۷۵	۴۹۰/۰۰	۳۰۷۵/۰۰	۲۳۱۹/۲۵
وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۱/۸۲	۲/۰۸	۱/۷۵	۱/۷۹	۱/۸۸
درصد کربن آلی خاک	۱/۲۲	۱/۲۱۵	۱/۷۶	۱/۷۱	۰/۶۵
درصد رطوبت گل اشباع	۲۱/۱۷	۲۴/۱۶	۲۰/۳۰	۲۶/۱۵	۲۴/۰۷

خلاصه پارامترهای آماری گیاه

خصوصیات پارامترهای آماری اندازه‌گیری شده گیاه شامل میانگین ارتفاع بوته، میانگین سطح تاج پوشش، میانگین تراکم تاج پوشش، میانگین وزن خشک بیوماس هوایی، وزن بیوماس ریشه‌ای، میانگین وزن لاش برگ و تعداد شاخه اصلی برای هر یک از مناطق نمونه‌برداری شده (کاربری گل محمدی، کاربری آتریپلکس، کاربری قیچ و کاربری مرتع شاهد) در جدول شماره ۳ آمده است.

جدول شماره ۳: مقادیر میانگین پارامترهای آماری صفات مرتبط با گیاه در کاربری‌های مختلف

پارامتر	کاربری گل محمدی ۳ ساله	کاربری گل محمدی ۶ ساله	کاربری آتریپلکس	کاربری قیچ	کاربری مرتع شاهد
میانگین ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۷۴/۰۰	۱۲۳/۰۰	۲۸/۰۰	۴۵/۰۰	۳۴/۶۷
میانگین سطح تاج پوشش (درصد)	۲۱/۰۰	۷۰/۰۰	۱۷/۰۰	۲۷/۰۰	۱۸/۳۳
تراکم گیاه شاخص (تعداد بر مترمربع)	۰/۲۴	۰/۳۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۱/۵۵
میانگین وزن خشک بیوماس هوایی (گرم بر مترمربع)	۲۷۶/۵۰	۱۱۵۳/۰۰	۷۲/۰۰	۱۲۵/۰۰	۴۹/۰۰
وزن بیوماس ریشه‌ای (گرم در مترمربع)	۳۴۵/۰۰	۳۱۰۴/۰۰	۱۸/۰۰	۵۱/۰۰	۲۲/۶۷
میانگین وزن لاش برگ (گرم بر مترمربع)	۸۶/۵۰	۸۸۰/۰۰	۴۵/۰۰	۴۲/۰۰	۲۵/۳۳
تعداد شاخه اصلی	۱۷/۰۰	۲۷/۶۷	۸/۳۳	۵/۰۰	۴/۶۷

خلاصه پارامترهای آماری کربن ترسیب شده گیاه

خصوصیات پارامترهای آماری مربوط به اندازه‌گیری کربن ترسیب شده گیاه شامل وزن کربن بیوماس هوایی، وزن کربن بیوماس ریشه‌ای و وزن کربن لاش برگ برای هر یک از مناطق نمونه‌برداری شده (کاربری گل محمدی، کاربری آتریپلکس، کاربری قیچ و کاربری مرتع شاهد) در جدول شماره ۴ آمده است.

جدول شماره۴ : مقادیر میانگین پارامترهای آماری صفات مرتبط با کربن ترسیب شده گیاه در کاربری‌های مختلف

پارامتر	کاربری گل محمدی ۳ ساله	کاربری گل محمدی ۶ ساله	کاربری آتریپلکس	کاربری قیچ	کاربری مرتع شاهد
وزن کربن بیوماس هوایی (گرم در مترمربع)	۱۲۹/۹۶	۵۴۱/۹۱	۳۳/۸۴	۵۸/۷۵	۲۳/۰۳
وزن کربن بیوماس ریشه‌ای (گرم در مترمربع)	۱۴۸/۳۵	۱۳۳۴/۷۲	۷/۷۴	۲۱/۹۳	۹/۷۵
وزن کربن لاش برگ (گرم در مترمربع)	۳۶/۳۳	۳۶۹/۶۰	۱۸/۹۰	۱۷/۶۴	۱۰/۶۴

خلاصه پارامترهای آماری کربن ترسیب شده خاک

خصوصیات پارامترهای آماری مربوط به محاسبه کربن ترسیب شده خاک برای هر یک از مناطقه نمونه‌برداری شده (کاربری گل محمدی، کاربری آتریپلکس، کاربری قیچ و کاربری مرتع شاهد) در جدول شماره۵ آمده است.

جدول شماره ۵: مقادیر میانگین پارامترهای آماری صفات مرتبط با کربن ترسیب شده خاک در کاربری‌های مختلف (واحد: تن در هکتار)

پارامتر	کاربری مرتع شاهد	کاربری قیچ	کاربری آتریپلکس	کاربری گل محمدی ۶ ساله	کاربری گل محمدی ۳ ساله
کربن ترسیب شده خاک	۶۷/۱۶	۷۶/۱۸	۹۲/۹۰	۹۱/۵۸	۳۶/۶۱

خلاصه پارامترهای آماری کل ترسیب کربن

خصوصیات پارامترهای آماری مربوط به محاسبه ترسیب کل کربن برای هر یک از مناطق نمونه‌برداری شده (کاربری گل محمدی، کاربری آتریپلکس، کاربری قیچ و کاربری مرتع شاهد) در جدول شماره۶ آمده است. مشاهده می‌شود بیشترین مقدار کربن ترسیب شده مربوط به کاربری کشت گل محمدی با مقدار ۱۱۴/۰۴ تن در هکتار است و پس‌ازآن کاربری آتریپلکس با مقدار ۹۳/۵۰ تن در هکتار قرار دارد.

جدول شماره۶: مقادیر میانگین پارامترهای آماری صفات مرتبط با ترسیب کربن کل در کاربری‌های مختلف(واحد: تن در هکتار)

پارامتر	کاربری مرتع شاهد	کاربری قیچ	کاربری آتریپلکس	کاربری گل محمدی ۶ ساله	کاربری گل محمدی ۳ ساله
کل ترسیب کربن	۶۴/۵۹	۷۷/۱۶	۳۶/۵۰	۱۱۴/۰۴	۳۹/۷۶

مقایسه میانگین خصوصیات خاک کاربری‌ها

جدول شماره۷ مقایسه میانگین خصوصیات خاک کاربری‌ها را نشان می‌دهد. طبق نتایج به‌جز اسیدیته خاک، سایر خصوصیات خاک کاربری‌ها نسبت به هم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ دارند.

جدول شماره۷: تجزیه واریانس خصوصیات خاک کاربری‌ها

پارامتر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
درصد رس	۳۲۳/۰۵۷	۴	۸۰/۷۶۴	۱۲/۱۵۲	۰/۰۰۰
درصد سیلت	۲۲۲۲/۷۶۲	۴	۵۵۵/۶۹۰	۳۲/۰۴۳	۰/۰۰۰
درصد شن	۲۶۶۹/۳۴۰	۴	۶۶۷/۳۳۵	۱۶/۴۶۶	۰/۰۰۰
درصد سنگ و سنگریزه	۵۳۷/۸۷۸	۴	۱۳۴/۴۶۹	۱۶/۳۶۴	۰/۰۰۰
اسیدیته	۰/۶۴۲	۴	۰/۱۶۱	۰/۹۹۳	۰/۴۴
هدایت الکتریکی	۲/۱۲۴	۴	۵۳۰/۰۵۷	۲۱۳/۳۲۸	۰/۰۰۰
وزن مخصوص ظاهری	۰/۲۶۹	۴	۰/۰۶۷	۶/۴۶۴	۰/۰۰۰
درصد کربن آلی	۲/۵۳۱	۴	۰/۶۳۳	۱۸/۶۴۴	۰/۰۰۰
درصد رطوبت گل اشباع	۹۰/۶۷۷	۴	۲۲/۶۶۹	۱۵/۲۳۳	۰/۰۰۰

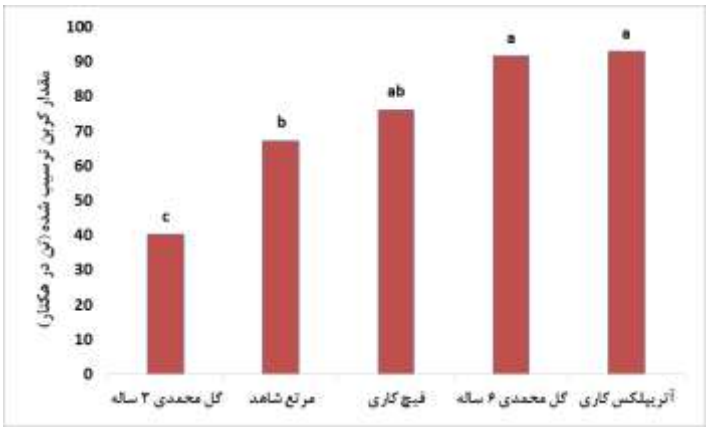
مقایسه میانگین ترسیب کربن

مقایسه میانگین ترسیب کربن خاک

جدول شماره ۸ مقایسه میانگین ترسیب کربن کاربری‌ها را نشان می‌دهد. طبق نتایج، ترسیب کربن خاک بین کاربری‌ها نسبت به هم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ دارند. با توجه به نتایج آزمون دانکن، این اختلاف سطح معنی‌داری مربوط به هر چهار نوع خاک کاربری‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که بیشترین میزان ترسیب کربن خاک مربوط به کاربری آتریپلکس کاری و گل محمدی ۶ ساله است.

جدول شماره۸: مقایسه میانگین ترسیب کربن خاک بین کاربری‌ها

نوع		جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	اختلاف معنی‌داری
ترسیب کربن خاک بین کاربری‌ها	بین گروه‌ها	۶۲۶۳/۶۲۷	۴	۱۵۵۶/۹۰۷	۹/۳۸۰	۰/۰۰۱
	درون گروها	۲۸۷,۲۳۳۷	۱۴	۱۶۶/۹۴۹		
	کل	۸۶۰۰/۹۱۴	۱۸			



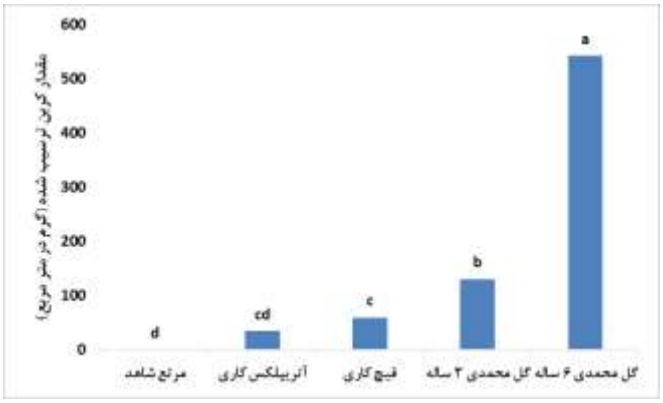
شکل شماره۳: مقایسه میانگین ترسیب کربن خاک بین کاربری‌ها

مقایسه میانگین ترسیب کربن گیاه

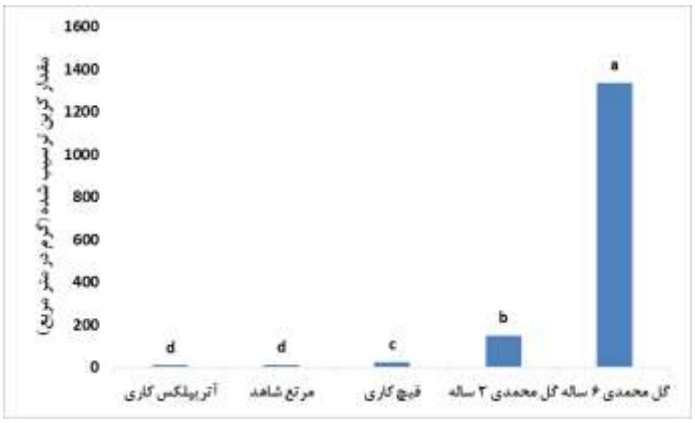
جدول شماره۹ مقایسه میانگین ترسیب کربن گیاه رابین کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که وزن کربن بیوماس هوایی، وزن کربن بیوماس ریشه‌ای و وزن کربن لاش برگ بین سه کاربری اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. نتایج آزمون دانکن در شکل‌های ۴ تا ۶ نشان می‌دهد که این اختلاف مربوط به همه کاربری‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که بیشترین ترسیب کربن بیوماس هوایی، ریشه‌ای و لاش برگ مربوط به کاربری گل محمدی ۶ ساله است و پس‌ازآن گل محمدی ۳ ساله می‌باشد.

جدول شماره ۹: مقایسه میانگین ترسیب کربن گیاه بین کاربری‌های مختلف

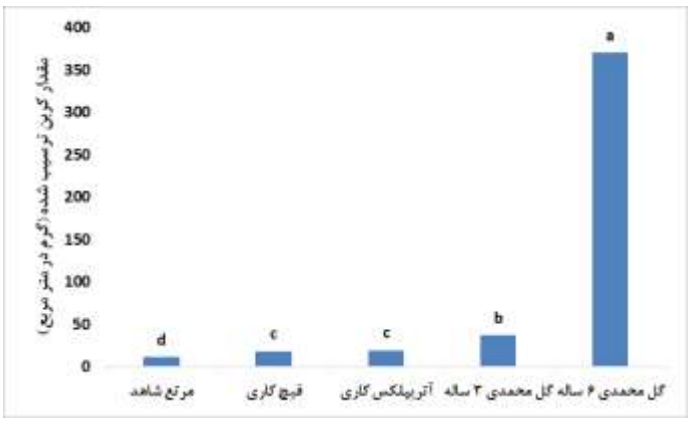
پارامتر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
وزن کربن بیوماس هوایی	۷۶۵۸۲۲/۴۸۰	۴	۱۹۱۴۵۵/۶۳۰	۶۲۱/۷۱۳	۰/۰۰۰
وزن کربن بیوماس ریشه‌ای	۵۳۳۶۴۴۴/۳۳۱	۴	۱۳۳۴۱۱۱/۰۸۳	۲/۲۵۳	۰/۰۰۰
وزن کربن لاش برگ	۳۸۷۴۷۲/۷۷۵	۴	۹۶۸۶۸/۱۹۴	۱/۴۶۵	۰/۰۰۰



شکل شماره۴: مقایسه میانگین ترسیب کربن بیوماس هوایی در بین کاربری‌ها



شکل شماره۵: مقایسه میانگین ترسیب کربن بیوماس ریشه‌ای در بین کاربری‌ها



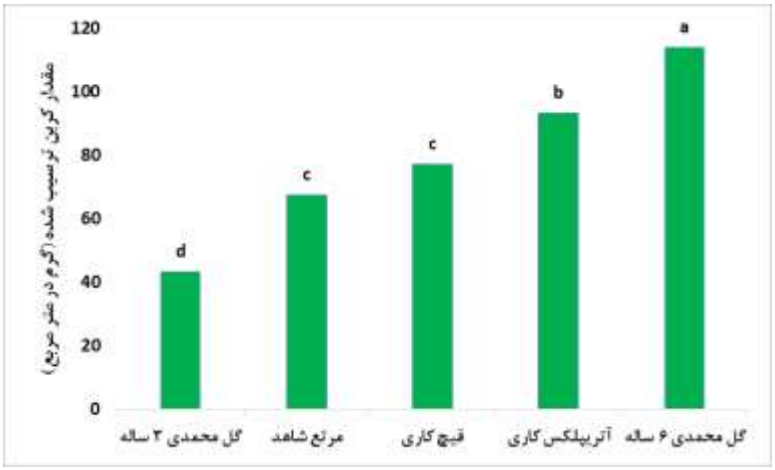
شکل شماره۶: مقایسه میانگین ترسیب کربن لاش برگ در بین کاربری‌ها

مقایسه میانگین ترسیب کربن کل

جدول شماره۱۰ مقایسه میانگین ترسیب کربن کل رابین کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که بین سه کاربری اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. نتایج آزمون دانکن در شکل ۶ نشان می‌دهد که این اختلاف مربوط به همه کاربری‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که بیشترین ترسیب کربن کل مربوط به کاربری گل محمدی ۶ ساله است و پس‌ازآن آتریپلکس کاری می‌باشد.

جدول شماره ۱۰: مقایسه میانگین ترسیب کربن کل بین کاربری‌های مختلف

نوع		جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	اختلاف معنی‌داری
وزن کربن کل	بین گروه‌ها	۱۰۰۲۲/۹۹۱	۴	۲۵۰۵/۷۴۸	۱۵/۰۶۰	۰/۰۰۰
	درون گروها	۲۳۲۹/۳۲۴	۱۴	۱۶۶/۳۸۰		
	کل	۱۲۳۵۲/۳۱۶	۱۸			



شکل شماره۷: مقایسه میانگین ترسیب کربن کل در بین کاربری‌ها

الگوی طراحی فضای سبز گونه‌های کشت‌شده

در بررسی و مقایسه صفات گیاهی سه کاربری موردمطالعه نیز کاملاً مشخص است که وضعیت تیپ و فنولوژی اراضی گل محمدی متفاوت با اراضی آیش و مرتع است. کشت بوته‌های گل محمدی به‌صورت ردیفی و با تراکم ۰/۲۵ در مترمربع می‌باشد. درحالی‌که در کاربری‌های مرتع رویش خودکار و نامنظم گیاهان کم ارتفاع و یک‌ساله کاملاً مشهود است. لذا الگوی فضای سبز طراحی‌شده بر اساس پتانسیل مناطق مناسب برای کاربری گل محمدی لحاظ می‌شود. در شکل‌های ۳-۶ تا ۳-۸ نقشه عوامل مؤثر در توسعه فضای سبز منطقه مطالعاتی آمده است. در جدول شماره۱۱ مساحت اولویت‌بندی طراحی فضای سبز در شهرستان مشهد آمده است.

جدول شماره۱۱: مساحت اولویت‌بندی طراحی فضای سبز در شهرستان مشهد

اولویت طراحی فضای سبز	مساحت	درصد مساحت
۱	۳۲۰۰	۷۶
۲	۱۰۳۰	۲۴

بحث

افزایش ترسیب کربن معادل افزایش بیوماس گیاهی، افزایش تولید، بهبود حاصلخیزی اراضی، حفاظت آب‌وخاک و جلوگیری از فرسایش و تخریب اراضی است. به همین سبب علاوه بر ارزش‌های حفاظتی و پایه‌ای، افزایش تولید بیوماس ازنظر اقتصادی دارای ارزش است (عبدی). در بسیاری از مطالعات، ترسیب کربن، به‌عنوان ارزش‌افزوده برای پروژه‌های اصلاح، احیاء و مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی در نظر گرفته می‌شود. (عبدی) معتقد است بایستی در متون علمی مرتع‌داری و منابع طبیعی، ترسیب کربن

به‌عنوان یکی از ارزش‌ها و تولیدات مراتع و منابع طبیعی در کنار استفاده‌های شناخته‌شده‌ای مانند تولید علوفه، گیاهان دارویی، محصولات فرعی، چرای دام و حیات‌وحش، تنوع زیستی، استفاده‌های تفرجگاهی، تولید اکسیژن و تلطیف هوا گنجانده شود.

ترسیب کربن می‌تواند به یک تجارت جهانی استاندارد و تضمین‌شده تبدیل گردد. این موضوع می‌تواند در کشورهای درحال‌توسعه‌ای همچون ایران که با بحران فرسایش خاک نیز مواجه می‌باشند، به ایجاد یک صنعت نو که درعین‌حال حفاظت و بهره‌وری بهینه اراضی و همچنین اصلاح و احیاء اراضی تخریب یافته را نیز به دنبال دارد، منجر گردد (فروزه)[1].

در این تحقیق به‌منظور ارزیابی پروژه ترسیب کربن شهرستان مشهد، بر اساس نمونه‌برداری از عمق‌های ۱۵-۰ سانتیمتر خاک، صفات فیزیکوشیمیایی شامل درصدهای رس، سیلت، شن، بافت، سنگ و سنگریزه، اسیدیته، هدایت الکتریکی، وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد کربن آلی و درصد رطوبت گل اشباع برای چهار کاربری گل محمدی، کاربری آتریپلکس، کاربری قیچ و کاربری مرتع شاهد در آزمایشگاه معتمد محیط‌زیست تعیین شد. همچنین بر اساس اندازه‌گیری‌های میدانی از گیاهان این چهار کاربری، صفات گیاه شامل میانگین ارتفاع بوته، میانگین سطح تاج پوشش، میانگین تراکم تاج پوشش، میانگین وزن خشک بیوماس هوایی، وزن بیوماس ریشه‌ای، میانگین وزن لاش برگ و تعداد شاخه اصلی محاسبه شد. در مرحله بعد، با نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان و نیز لاش برگ، مقادیر وزن کربن بیوماس هوایی، وزن کربن بیوماس ریشه‌ای و وزن کربن لاش برگ در آزمایشگاه آب‌وخاک تعیین گردید. درنهایت نیز با مجموع مقادیر ترسیب کربن خاک، گیاه و لاش برگ، مقدار ترسیب کربن هر کاربری در واحد گرم بر متربع مربع مشخص شد. پس از طی این مراحل، بانک داده‌ها در نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS تهیه شد. داده‌های پژوهش شامل آمار توصیفی و تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات می‌باشد.

در مقایسه کاربری‌ها نیز مشخص شد که اسیدیته چهار کاربری نسبت به هم اختلاف معنی‌داری ندارند؛ اما سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند. این نتایج نشان می‌دهد که خصوصیات خاک هر چهار کاربری از هم متفاوت می‌باشد که می‌تواند مرتبط با نحوه مدیریت و بهره‌برداری از اراضی باشد.

طبق نتایج، هدایت الکتریکی خاک گل محمدی بیشتر از زمین آیش و مراتع می‌باشد. به‌طوری‌که هدایت الکتریکی خاک گل محمدی ۶ ساله برابر ۳۰۷۵/۰۰ دسی زیمس بر متر و برای کاربری گل محمدی ۳ ساله ۲۳۱۹/۲۵ دسی زیمس بر متر بود. همچنین مقدار اسیدیته خاک برای کاربری گل محمدی ۶ ساله نیز ۷/۷۴ بود. این نتایج نشان می‌دهد تجمع املاح شور کننده خاک در کاربری گل محمدی بیشتر از سایر کاربری‌ها بوده است که نتیجه آن می‌تواند در ارتباط با وضعیت بافت خاک این کاربری باشد. طبق نتایج، خاک کاربری گل محمدی از جنس لوم- رسی- شنی بوده که به دلیل ریزدانه بودن، قابلیت نفوذپذیری و زهکشی پایینی دارد و همین امر منجر به تجمع املاح در سطح خاک می‌شود. هرچند خاک سایر کاربری‌ها نیز از غالبتی جنس لومی برخوردار است، اما به دلیل محدودیت منابع آبی در دهه اخیر، این کاربری تحت زراعت و کشت نبوده و به‌صورت آیش نمایان است و درنتیجه عدم آبیاری خاک آن، شوری به‌مراتب کمتر از خاک گل محمدی می‌باشد. اراضی مرتعی کمتر در معرض تجمع املاح بوده‌اند و کمترین مقادیر هدایت الکتریکی (کمتر از ۱۰۰۰ دسی زیمس بر متر) رادارند.

نتایج نشان داد درصد کربن آلی خاک در کاربری آتریپلکس (۱/۷۶) بیشتر از سایر کاربری‌ها می‌باشد و پس‌ازآن کاربری گل محمدی با (۱/۷۱) قرار دارد. طبق نتایج، بیشترین مقدار کربن ترسیب شده خاک نیز مربوط به کاربری آتریلکس است و پس‌ازآن کاربری گل محمدی قرار دارد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین وزن ترسیب کربن خاک چهار کاربری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد. به نظر می‌رسد مهم‌ترین دلیل این امر تجمع چندساله لاش برگ و بقایای

[1] Forooze

گیاهی در اراضی مرتعی آتریپلکس است که در چندین سال اخیر به حالت دست‌نخورده باقی‌مانده است. به عبارتی عدم شخم و بر هم زدن خاک منجر به آن شده تا لاش برگ و بقایای گیاهی با فرصت مناسب در خاک تجزیه‌شده و درنتیجه درصد کربن آلی خاک افزایش یابد. همچنین در کاربری گل محمدی ۶ ساله نیز مقدار ترسیب کربن خاک بالاست که می‌تواند به دلیل استقرار و پایداری اندام این گیاه در خاک باشد؛ اما در کاربری گل محمدی ۳ ساله به دلیل عملیات هرس و نیز آشفتگی خاک، امکان افزایش درصد ماده آلی خاک به‌صورت طبیعی و درگذر زمان با احتمال کمتری روبرو بوده است و کمترین ترسیب کربن خاک دیده می‌شود. نتایج تحقیقات باده‌یان و دیگران (۱۳۹۳) نیز نشان داد که از بین مناطق موردبررسی منطقه هفت و منطقه یازده استان خراسان رضوی، بیشترین مقدار کربن آلی خاک مربوط به اراضی منطقه شمال شرق است که به دلیل منطقه حفاظت‌شده و عدم آشفتگی و یا اختلال کمتر خاک، کربن آلی بالاتری رادارند. بااین‌حال کمیت و کیفیت مواد آلی تعیین‌کننده کمیت و کیفیت خاک ازلحاظ تولید زیست‌توده تلقی می‌شود (برینی)[۱] به‌طوری‌که نتایج مطالعه (استرنج و دیگران)[۲] نشان دادند که ترسیب کربن خاک با ماده آلی و با درصد لوم و رس خاک همبستگی داشت. در منطقه یازده مشهد نیز خاک اراضی آیش از بافت لوم می‌باشد و به دلیل عدم دست‌خوردگی خاک، ماده آلی ذخیره‌شده خاک بالاست.

در بررسی و مقایسه صفات گیاهی سه کاربری موردمطالعه نیز کاملاً مشخص است که میانگین ارتفاع و سطح تاج پوشش کاربری گل محمدی به‌مراتب بیشتر از زمین آیش و مرتع بوده و با همین روند، میانگین وزن‌تر بیوماس هوایی و ریشه‌ای، ماده خشک و لاش برگ نیز بیشتر است. ارجحیت این صفات مسبب انگیزه افزایش ترسیب کربن با کاشت بوته‌های گل محمدی می‌باشد. وضعیت تیپ و فنولوژی اراضی گل محمدی متفاوت با اراضی آیش و مرتع است. کشت بوته‌های گل محمدی به‌صورت ردیفی و با تراکم ۰/۲۵ در مترمربع می‌باشد. درحالی‌که در کاربری‌های مرتع رویش خودکار و نامنظم گیاهان کم ارتفاع و یک‌ساله کاملاً مشهود است. لذا به‌منظور طراحی فضای سبز در مناطق مشهد، اولویت‌بندی طراحی فضای سبز برای گونه گل محمدی لحاظ شد. نتایج نشان داد که ۳۲۰۰ هکتار از محدوده مطالعاتی ازنظر فیزیوگرافی و منابع آب پتانسیل توسعه فضای سبز با اولویت اول را دارد. لذا کاربری گل محمدی علاوه بر قابلیت بالای ترسیب کربن، در توسعه فضای سبز نیز از کارایی قابل‌قبول برخوردار می‌باشد.

در بررسی وزن کربن ترسیب شده گیاه نتایج نشان داد بیشترین وزن کربن بیوماس هوایی، وزن کربن بیوماس ریشه‌ای و وزن کربن لاش برگ مربوط به کاربری گل محمدی ۶ ساله می‌باشد. به‌طوری‌که وزن کربن بیوماس هوایی برابر ۵۴۱/۹۱، وزن کربن بیوماس ریشه‌ای ۱۳۳۴/۷۲ و وزن کربن لاش برگ ۳۶۹/۶۰ گرم بر مترمربع برای این کاربری است و پس‌ازآن کاربری گل محمدی ۳ ساله می‌باشد. طبق نتایج مقایسات میانگین، این اختلافات در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است. به عبارتی این نتایج نشان می‌دهد که پروژه کاشت گل محمدی به جهت افزایش ترسیب کربن در مناطق مشهد موفقیت‌آمیز بوده است.

نتایج ترسیب کربن کل در سه کاربری نیز نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به کاربری گل محمدی ۶ ساله ۱۱۴/۰۴ تن در هکتار ترسیب کربن کل را شامل می‌شود. در اینجا نیز اختلاف معنی‌دار بین چهار کاربری مشاهده می‌شود. لذا می‌توان با قطعیت نتیجه گرفت که ترسیب کربن کل در کاربری گل محمدی ۶ ساله با اختلاف معنی‌داری بیشتر از سایر کاربری‌هاست. طبق مطالعات فرآیندهایی مانند فرسایش، فشردگی و کاهش نفوذپذیری خاک، از دست رفتن ساختمان خاک، معدنی شدن و

۱- Borrini

۲- Strange et al

اکسیداسیون مواد هوموسی سبب کاهش مواد آلی خاک می‌شوند (استرنج و دیگران)[1] که در مراتع خراسان رضوی نیز به دلیل چرای سنگین دام، این عوامل کاملاً نمایان است.

نتیجه‌گیری

به‌منظور افزایش ترسیب کربن، گزینه‌های کاربردی مدیریت اکوسیستم باید بر سه محور خاک، بیوماس و لاش برگ استوار باشند. با توجه به اینکه دست‌کاری و اعمال تغییرات در خاک و لاش برگ معمولاً به‌طور مستقیم میسر نیست، بنابراین ابزار مدیریتی مستقیم بر تغییرات بیوماس متمرکز می‌گردد. به همین سبب در بسیاری از پروژه‌های ترسیب کربن، با اعمال مدیریت صحیح اکولوژیکی در جهت افزایش بیوماس گیاهی و جلوگیری از کاهش توان بیولوژیک سرزمین گام برداشته می‌شود. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان این‌گونه بیان کرد که ترسیب کربن وابسته به خصوصیات خاک و نحوه مدیریت اراضی است. طبق نتایج، عدم آشفتگی خاک و یا دست‌کاری خاک با حداقل تغییرات بایستی در پروژه‌های ترسیب کربن مدنظر باشد. همچنین از گونه‌های مقاوم و سازگار به شرایط اقلیمی و ادافیکی در پروژه‌های ترسیب کربن استفاده نمود که در این پژوهش کاشت گل محمدی باهدف افزایش ترسیب کربن موفقیت‌آمیز بوده است؛ بنابراین با شناخت گونه‌هایی که دارای قابلیت بیشتری جهت ترسیب کربن می‌باشند و همچنین بررسی عوامل مدیریتی که بر فرآیند ترسیب تأثیرگذار هستند، می‌توان اصلاح و احیاء اراضی را از منظر شاخص ترسیب کربن دنبال نمود. این امر می‌تواند یک نگرش سیستمی به اصلاح و احیاء اراضی تخریب‌شده باشد؛ چراکه ضمن تأمین حفاظت کمّی و کیفی شرایط خاک، می‌تواند راهکاری جهت مقابله با آلودگی هوا، بحران تغییر اقلیم و درنهایت دستیابی به توسعه پایدار زیست‌محیطی تلقی گردد. در صورت اعمال مدیریت غلط و غیرعلمی در مراتع و حوزه‌های آبخیز، سیر قهقرای در پوشش گیاهی و خاک به وقوع خواهد پیوست که نتیجه آن کاهش پتانسیل بیولوژیک اراضی می‌باشد.

[1] Strange et al

منابع

بادەیان، ض. مشایخی، ز. زبردست، ل؛ و مبرقی، ن. (۱۳۹۳). برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در دو توده جنگلی خالص و آمیخته راش (مطالعه موردی: جنگل خیرود نوشهر). *پژوهش‌های محیط‌زیست* (۹)، ۱۵۶-۱۴۷.

زیاری. (۱۳۸۷). نحوه انتخاب گیاهان در معماری فضای سبز با تأکید بر اصول بصری، *سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری*، (۲۷)، ۸۷-۷۸. فروزه م، حشمتی غ، قدیریان غ و مصباح س. ح. (۱۳۸۷). مقایسه توان ترسیب کربن سه گونه بوته‌ای گل آفتابی، سیاه گینه و درمنه دشتی در مراتع خشک ایران. *مجله محیط‌شناسی*، (۴۶)، ۵۶-۷۲.

محمودی طالقانی، ع. زاهدی امیری، ق. عادلی، ا. ثاقب طالبی، خ. (۱۳۸۶)، برآورد میزان ترسیب کربن خاک در جنگل‌های تحت مدیریت (مطالعه موردی: جنگل گل‌بند در شمال کشور)، *مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، (۳)، ۲۴۱-۲۵۲.

نصری. (۱۳۹۵). برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در مراتع خشک و نیمه‌خشک (منطقه موردمطالعه: شهرستان ملارد)، *فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، (۲)، ۴۰۳-۳۹۶.

Abdi, N. (2008). 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)

Bell, S. (1993). Elements of Visual Design in the Landscape, London. E & FN Spon press. 6-7

Borrini, G. (1999). Collaborative management of protected areas. Journal of Environmental Planning and Management, 47, ۲۲۴-۲۳۴.

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

Daniel, T.C. J. Vining. (1983). Methodological issues in the assessment of landscape quality. New York:Plenum, 90-9۱

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

Feller, C. and Bernoux, M. (2008). Historical advances in the study of global terrestrial soil organic carbon sequestration, Waste Management, 28,734-740.

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, 236. (In Persian)

Kane, P.S. (1981). Assessing landscape attractiveness: A comparative test of two new methods. Applied Geography, 1,77–۹۶.

Laclau, P. (2003). Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. Forest Ecology and Management, 180, 317-333.

Porteous, J. (1996). Environmental Aesthetics,ideas,policy and planning. London: Fontledge.88-8۹

Strange, N. Trap, P. Helles, F and Brodie. J. D. (1999). A four-stage approach to evaluate management alternatives in multiple-use forestry. Forest Ecology and Management, 124,79-91.