Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره چهار، تیرماه ۹۸

تأثیر قرق بر ترسیب کربن و برخی خصوصیات ادافیکی خاک در جنگل‌های تنگ دالاب ایلام

سارا یاری [۱]

علی رستمی [۲*]

ali_rostami1974@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۰۶/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: تغییر کاربری اراضی سبب آشفتگی اکوسیستم می‌شود و می‌تواند ذخیره کربن و جریان آن را تحت تأثیر قرار دهد، به‌ویژه تبدیل اراضی جنگلی برای مقاصد کشاورزی، چرای دام و تفرج، اثرات متعددی روی خصوصیات خاک به‌ویژه ذخیره کربن آلی خاک دارد. هدف از این مطالعه تعیین میزان و مقایسه ترسیب کربن و خصوصیات ادافیکی خاک بین دو رویشگاه جنگلی تحت چرا و قرق ۳۰ ساله در تنگ دالاب شهرستان ایلام بود.

روش بررسی: جهت بی‌اثر کردن متغیرهای توپوگرافی، نمونه‌های خاک در دو منطقه قرق و تحت چرا، با در نظر گرفتن شرایط توپوگرافی یکسان از لحاظ جهت دامنه، ارتفاع و شیب و به روش تصادفی سیستماتیک از هر منطقه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری زمین برداشت و از هر منطقه ۳۰ نمونه خاک جمع‌آوری گردید.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین درصد آهک، اسیدیته و بافت خاک بین دو منطقه قرق و قرق نشده وجود ندارد. همچنین نتایج نشان داد که میزان وزن مخصوص ظاهری و حقیقی، هدایت الکتریکی، ازت کل، فسفر، پتاسیم تبادلی، کربن آلی، ماده آلی و ترسیب کربن بین دو منطقه قرق شده و قرق نشده دارای اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۹۵ درصد است.

بحث و نتیجه‌گیری: مقایسه خصوصیات ادافیکی خاک در دو منطقه قرق و تحت چرا نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری برای بیش‌تر فاکتورها بود. همچنین مقادیر ترسیب کربن در خاک منطقه جنگلی قرق شده با میزان ۶۰/۰۳ تن در هکتار بیش‌تر از مقادیر آن در خاک منطقه قرق نشده و تحت چرا با میزان ۴۱/۱۷ تن در هکتار به دست آمد. درنهایت، برای برآورد ترسیب کربن خاک، دو مدل رگرسیونی معتبر با ضریب تبیین (R^2)، ۰/۹۹۵ و ۰/۹۹۸ به ترتیب برای منطقه قرق شده و قرق نشده به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تنگ دالاب ایلام.، جنگل تحت چرا، جنگل قرق شده، ترسیب کربن، مدل‌سازی.

۱- کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.

۲- استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران. *(مسؤول مکاتبات)

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.4, June, 2019

Effect of protection on carbon sequestration and some edaphic properties of soil in Tang Dalab Forests in Ilam

Sara Yari [1]
Ali Rostami [2*]
ali_rostami1974@yahoo.com

Admission Date: September 6, 2017 Date Received: May 18, 2017

Abstract

Background and Objective: Land use change causes perturbation in the ecosystem and can influence the C stocks and fluxes. In particular, conversion of forests to agricultural ecosystems, grazing lands and recreational places affects various soil properties especially soil organic carbon (SOC) concentration. The objective of this study was to investigate and compare the amount of carbon sequestration and edaphic properties of soil in both grazed and 30-year-old protected forest habitats in Tang Dalab forests in Ilam province.

Method: To deactivate the topography variable, soil samples were taken from two areas of grazed and protected sites according to the same topographical conditions of geographical aspect, height and slope. In each area, 30 soil samples were taken from a depth of 0-30 cm using the randomly-systematically method.

Findings: The results showed no significant difference between the percentage of lime, acidity (pH) and soil texture in the two areas. Moreover, bulk density, particle density, electrical conductivity (EC), total nitrogen (N), phosphorus (P), exchangeable potassium (K), organic carbon (OC%), organic matter (OM%) and carbon sequestration (SOC) were found to be significantly different (95%) in the two areas statistically.

Discussion and Conclusion: Comparison of the edaphic properties of soil in grazed and protected sites showed a significant difference among most of the studied factors. Also The amount of soil carbon sequestration is higher in the protected forest area (60.03 ton/ha) than in the grazed forest area (41/17 ton/he). Finally, two authentic regression models with R^2=0.995 and R^2=0.998 were obtained in the protected and the grazed areas, respectively, for estimating soil carbon sequestration.

Keywords: Tang Dalab in Ilam, Grazed forest, Protected forest, Carbon sequestration, Modeling.

1- Master of Silviculture and Forest Ecology, Department of Natural Resources, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Natural Resources, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
* *(Corresponding Author)*

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اعمال مدیریت صحیح و اتخاذ روش‌های مناسب احیاء جنگل‌ها و مراتع به‌منظور افزایش سطح تولید و احیاء آن‌ها مستلزم داشتن اطلاعات و دانش کافی در خصوص این اکوسیستم‌ها می‌باشد (۱). قرق یکی از روش‌های حفاظت است که از نظر علمی به‌منظور جلوگیری از ورود دام‌های محلی و در برخی موارد حیات‌وحش به داخل مرتع و جنگل باهدف ایجاد تغییرات موردنظر کمی و کیفی در پوشش گیاهی، استفاده بهینه از ذخیره نزولات آسمانی و حفاظت خاک و کاهش در تولید رسوب (۲) در مدت معین در محدوده‌ای با مساحت مشخص، صورت می‌گیرد. قرق ازجمله روش‌های ساده و نسبتاً ارزان در اصلاح پوشش گیاهی است که با دوره‌های زمانی مختلف بسته به شرایط اکولوژیک منطقه و شدت تخریب پوشش و یا اهداف موردنظر مدیران توصیه می‌شود. با اجرای عملیات قرق علاوه بر تقویت گیاهان، تغییر بارزی در پوشش گیاهی و خصوصیات ادافیکی خاک روی می‌دهد (۳). از طرف دیگر طی دهه‌های اخیر، مسایل زیست‌محیطی خصوصاً آلودگی ناشی از گازهای گل‌خانه‌ای در اتمسفر در سطح بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل، روش‌های زیادی در جهت کاهش گازهای گل‌خانه ای به وجود آمده است که می‌توان به ترسیب کربن خاک‌ها و گیاهان اشاره کرد (۴ و ۵).

ترسیب کربن عبارت از تغییر دی‌اکسید کربن اتمسفری به شکل ترکیبات آلی کربن دار توسط گیاهان و ترسیب آن در خاک برای مدت‌زمان معین می‌باشد(۶). ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌های تحت این زی‌توده، به‌عنوان یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکارها برای کاهش دی‌اکسید کربن مطرح است (۴). تغییر کاربری اراضی سبب آشفتگی اکوسیستم می‌شود و می‌تواند ذخیره کربن و جریان آن را تحت تأثیر قرار دهد، به‌ویژه تبدیل اراضی جنگلی برای مقاصد کشاورزی اثرات متعددی روی خصوصیات خاک به‌ویژه ذخیره کربن آلی خاک *(Soil Organic Carbon (SOC))* دارد. تبدیل و استفاده بی‌رویه از جنگل‌ها سبب تخلیه ۲۰ تا ۵۰ درصدی SOC می‌شود (۷). کاهش ذخیره SOC به فاکتورهای متعددی ازجمله کاهش مقدار بیوماس (بیوماس سطحی و عمقی خاک) برگشتی به خاک، تغییر در رطوبت خاک و رژیم‌های دمایی که نرخ تجزیه مواد آلی را نشان می‌دهد، اختلاف در نسبت C/N که خود ناشی از تغییر در پوشش جنگلی است، کاهش دانه‌بندی خاک، کاهش در حفاظت فیزیکی ماده آلی خاک و افزایش فرسایش خاک نسبت داده می‌شود. بنابراین خاک‌های کشاورزی و تحت بهره‌برداری‌های مختلف به‌ویژه خاک‌های فرسایش یافته معمولاً حاوی ذخیره SOC کم‌تری نسبت به ظرفیت بالقوه‌شان دارند. اعمال مدیریت، جنگل‌کاری و پروژه‌های حفاظتی می‌تواند برخی از فرآیند تخریب را معکوس کند و سبب بالا رفتن یا ترسیب SOC شود (۸).

علاقه به مطالعه در مورد توانایی خاک‌های جنگلی ترسیب CO_2 اتمسفر به‌خاطر تهدید تغییرات اقلیم افزایش یافته است. بنابراین درک مکانیسم‌ها و فاکتورهای پویایی SOC در خاک‌های جنگلی برای شناسایی و افزایش ترسیب کربن جهت کاهش تغییرات اقلیم، مهم است. توان ترسیب کربن از طریق زی‌توده گیاهی برحسب مکان و شیوه‌های مدیریتی (قرق یا تحت چرا) و نوع گونه‌های گیاهی متفاوت است (۹). جنگل‌های استان ایلام با ۶۴۱۶۶۷ هکتار وسعت نقش اساسی در توسعه پایدار داشته و ضرورت برنامه‌ریزی برای مدیریت بهینه این منابع اهمیت ویژه‌ای دارد. که در صورت احیاء و اعمال مدیریت صحیح (ازجمله قرق)، این جنگل‌ها قابلیت ترسیب میلیون‌ها تن کربن آلی را دارا می‌باشند. محقیق مختلفی عوامل مؤثر بر میزان ترسیب کربن را به دو گروه عوامل انسانی و محیطی طبقه‌بندی نموده و بیان کردند که میزان کربن خاک به‌طور معنی‌داری با تغییرات مکان، توپوگرافی، سنگ مادری یا نوع پوشش گیاهی و مدیریت قبلی، تغییر نشان می‌دهد (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷). همچنین این مطالعات ذکر کردند که در بعد زمانی، میزان کربن طی فصل رشد گیاهی و زمان انجام فرآیندهای تجزیه، می‌تواند در ریشه‌ها، لاشبرگ و زیست‌توده‌های میکروارگانیسم‌های خاک متفاوت باشد. چرای دام و استفاده‌های جنگل نشینان از عوامل اصلی تخریب در

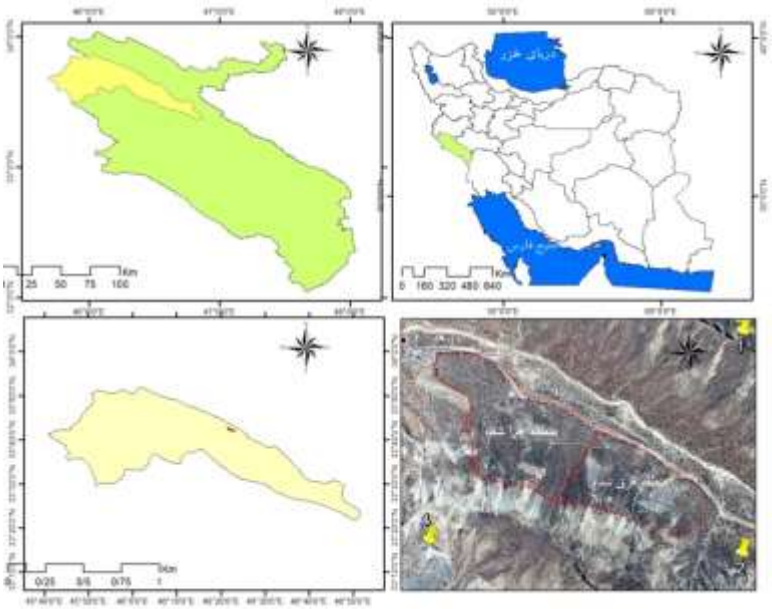
www.SID.ir

مناطق جنگلی به‌حساب می‌آید. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی توان ترسیب کربن و برخی خصوصیات ادافیکی خاک در جنگل‌های قرق شده و غیر قرق منطقه تنگ دالاب ایلام انجام شده که نتایج حاصل از آن می‌تواند راهکارهای مدیریتی قابل قبولی را در اختیار مدیران قرار دهد تا بتوان در جهت احیاء جنگل‌های تخریب یافته به‌درستی گام برداشت. همچنین با توجه به این‌که در بخشی از منطقه موردمطالعه که قریب به ۳۰ سال است، قرق می‌باشد کار عمده، دقیق و متمرکزی جهت تعیین توان تولیدی جنگل از نظر ترسیب کربن خاک صورت نگرفته است، لذا انجام چنین مطالعه‌ای از این نظر ضروری و مهم به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

جامعه آماری در این مطالعه شامل رویشگاه جنگلی حفاظت‌شده تنگ دالاب و رویشگاه تحت چرای مجاور آن می‌باشد. منطقه مذکور در استان ایلام، شهرستان ایلام و بخش چوار واقع شده است، وسعت کل منطقه ۱۰۰۰ هکتار می‌باشد که قسمت قرق شده آن ۴۰۰ هکتار و مساحت قسمت تحت چرا و حفاظت نشده ۶۰۰ هکتار است و یک‌چهارم سطوح مذکور جهت این مطالعه در نظر گرفته شده است. این منطقه در محدوده مختصات جغرافیایی بین عرض‌های جغرافیایی ″۲۸ ′۴۱ °۳۳ و ″۲۰ ′۴۳ °۳۳ شمالی و طول جغرافیائی ″۴۲ ′۲۲ °۴۶ تا ″۱۸ ′۲۴ °۴۶ شرقی واقع شده است (شکل ۱). بر اساس داده‌های آماری ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام که مربوط به دوره آماری بیست‌وهشت‌ساله (۹۳ – ۶۵) می‌باشد، میزان متوسط بارندگی سالیانه در حدود ۵۹۰ میلی‌متر است. میانگین دمای حداکثر سالیانه در ایلام ۲۲/۱ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل درجه حرارت ماهیانه ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با توجه به جدول محدوده ضریب خشکی دومارتن منطقه موردمطالعه در اقلیم مدیترانه‌ای قرار می‌گیرد. با توجه به این‌که اقلیم مدیترانه‌ای خود دارای تقسیمات فرعی می‌باشد و یکی از تقسیمات آن مدیترانه‌ای نیمه‌خشک است بنابراین اقلیم منطقه، مدیترانه‌ای نیمه‌خشک با آب‌وهوای معتدل می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه در استان و شهرستان ایلام

Figure1- The location of study" s area in Ilam county and province

www.SID.ir

Archive of SID

شیوه اجرای پژوهش

بعد از بازدید صحرایی، دو منطقه جنگل تحت چرا و جنگل قرق شده انتخاب شد. جنگل تحت چرا، جنگلی است که همواره مورد چرای دام بوده و جنگل قرق شده به مدت ۳۰ سال تحت قرق بوده و هیچ دامی وارد آن نشده است. جهت بی‌اثر کردن متغیرهای توپوگرافی، نمونه‌های خاک در دو منطقه قرق شده و تحت چرا، با توجه به در نظر گرفتن شرایط توپوگرافی یکسان از لحاظ جهت دامنه، ارتفاع و شیب برداشت شد (جهت جغرافیایی هر دو منطقه در امتداد جهت دامنه‌ای شمالی بوده، دو کلاسه درصد شیب ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ درصد در مناطق موردمطالعه مشخص گردید و با توجه به در کنار هم بودن دو منطقه دامنه ارتفاع از سطح دریا در هر دو منطقه از ۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰ متر می‌باشد). نمونه‌های خاک به روش تصادفی - سیستماتیک از هر منطقه از سطح صفر تا عمق ۳۰ سانتی‌متری زمین برداشت شد، از هر منطقه ۳۰ نمونه خاک جمع‌آوری گردید. طریقه برداشت خاک بدین‌صورت بود که ابتدا سطح منطقه موردنظر از پوشش گیاهی پاک شده، سپس به کمک بیل از سطح تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری صورت گرفت. بعد از پایان برداشت، خاک‌ها با الکی با منافذ ۲ میلی‌متر الک گردید و سپس اقدام به خشک‌کردن خاک‌ها شد (۱۸). در این مرحله خاک‌ها برای عملیات آزمایشگاهی آماده شدند و نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی مربوطه به آزمایشگاه خاک‌شناسی انتقال داده شدند. در آزمایشگاه خاک‌شناسی خصوصیاتی ازجمله بافت خاک، اسیدیته، آهک، هدایت الکتریکی، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، وزن مخصوص حقیقی، وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی، ماده آلی و درصد ترسیب کربن اندازه‌گیری شد.

برای تعیین بافت و درصد ذرات خاک از روش هیدرومتری الن[1] و همکاران (۱۹۷۴) استفاده شد (۱۹) و همچنین به کمک مثلث بافت خاک، نوع بافت خاک نیز تعیین شد. هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک به روش رودز[2]، ۱۹۸۲ تعیین گردید(۲۰). با تهیه گل اشباع میزان اسیدیته خاک با استفاده از pH متر تعیین شد، و با قرار دادن گل اشباع تهیه شده در سانتریفوژ با دور ۶ هزار دور به مدت ۱۰ دقیقه عصاره موردنظر برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی استفاده شده و توسط دستگاه EC سنج برحسب دسی زیمنس بر متر (ds/m) قرائت شد، همچنین دمای عصاره توسط ترمومتر تعیین شد، سپس با استفاده از جدول تصحیحات دمایی مقدار هدایت الکتریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید.

وزن مخصوص ظاهری به روش استوانه و میزان درصد کربن به روش والکی و بلاک[3](۱۹۳۴) تعیین گردید(۲۱). اندازه‌گیری کربن آلی به‌عنوان اساس اندازه‌گیری ماده آلی و نیتروژن کل نیز تلقی می‌گردد. ماده آلی خاک به‌طور متوسط حاوی ۵۸ درصد کربن آلی است که از طریق اندازه‌گیری کربن آلی خاک و ملحوظ کردن ضریب خاص (۱/۷۲۴) می‌توان به میزان ماده آلی خاک پی برد (۱۸). درنهایت با استفاده از معادله زیر میزان ترسیب کربن آلی در نمونه‌های خاک به دست آمد (۲۲):

رابطه- ۱

$$Cc\ (g/m^2) = 10000*C\ (\%)*BD*D$$

که در آن، C: متغیر میزان تراکم کربن به درصد، BD: متغیر وزن مخصوص ظاهری (برحسب g/cm^3)، D: ضخامت لایه خاک به سانتی‌متر و Cc: میزان ترسیب کربن (برحسب g/m^2) هستند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف- اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون تی مستقل جهت مقایسه میانگین‌ها بین دو منطقه قرق و تحت چرا استفاده گردید. علاوه بر این برای بررسی همبستگی خصوصیات خاک و ترسیب کربن هر منطقه نیز از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

برای برآورد ترسیب کربن خاک در دو منطقه از رگرسیون چندگانه به روش گام‌به‌گام استفاده شده است تا با داشتن اطلاعات متغیرهای مستقل به میزان ترسیب کربن بدون اندازه‌گیری و آزمایشات رسید. در این روش با توجه به همبستگی‌های بین متغیر وابسته (ترسیب کربن) و متغیرهای

1- Allen
2- Rhoades
3- Walkley & Black

www.SID.ir

مستقل (مشخصات خاک) قوی‌ترین متغیرها یک‌به‌یک وارد معادله می‌شوند و این کار تا زمانی ادامه می‌یابد که خطای آزمون معنی‌داری به ۵ درصد برسد. با استفاده از رگرسیون چندگانه می‌توان رابطه موجود بین مجموعه‌ای از متغیرهای خاکی را به شیوه‌ای مطالعه نمود که در آن روابط موجود بین متغیرهای مستقل نیز مورد ملاحظه قرار گیرد.

نتایج

نتایج نشان داد که درصد شن در منطقه جنگلی تحت چرا بیش‌تر از جنگل‌های قرق شده می‌باشد ولی این مقدار در حدی نبود که بافت خاک را تغییر دهد و بافت خاک در هر دو نوع تیپ جنگلی قرق و تحت چرا لومی شنی (sandy loam) می‌باشد. مشخصه اسیدیته خاک و درصد آهک در دو منطقه قرق و تحت چرا تقریباً خنثی بوده با این تفاوت که اسیدیته خاک و درصد آهک در منطقه قرق شده اندکی کم‌تر از منطقه تحت چرا است که شاید خود به دلیل آهکی بودن بیش‌تر خاک در منطقه قرق نشده نسبت به منطقه قرق باشد. (جدول ۱).

جدول ۱- آمار توصیفی مشخصه اسیدیته و درصد آهک بین دو تیپ جنگلی قرق و تحت چرا

Table1: Descriptive statistics on acidity and the lime percent between two types of protected and unprotected area

متغیر	رویشگاه	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار	حداقل	حداکثر
درصد آهک	قرق	۴۳/۳۱	۱۳/۵۷	۱/۳۲	۸	۵۹/۲۵
	تحت چرا	۴۸/۸۵	۵/۵۵	۱/۰۲	۳۸/۵۰	۵۵/۷۵
اسیدیته	قرق	۷/۲۲	۰/۱۳۸	۰/۰۱۷۸	۷/۱۱	۷/۶۹
	تحت چرا	۷/۳۱	۰/۰۹۷	۰/۰۱۷۸	۷/۱۸	۷/۵۰

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده وزن مخصوص ظاهری و وزن مخصوص حقیقی در تیپ‌های جنگلی تحت چرا به ترتیب با میانگین ۱/۴۰ و ۲/۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب بیش‌تر از مقدار آن در تیپ‌های جنگلی قرق شده با میانگین ۱/۳۰ و ۲/۳۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود و نتایج آزمون t مستقل نیز حاکی از اختلاف معنی‌داری این دو مشخصه در دو رویشگاه بود. در ارتباط با هدایت الکتریکی نتایج نشان داد که مقدار این مشخصه در خاک منطقه تحت چرا ۰/۳۹ دسی زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از مقدار آن در خاک منطقه قرق شده ۰/۳۰ دسی زیمنس بر متر می‌باشد (جدول ۲). در مورد مشخصه کربن آلی که یکی از مهم‌ترین مشخصه‌ها در بررسی خصوصیات خاکی است، نتایج نشان داد که میزان کربن آلی خاک به‌طور معنی‌داری در منطقه جنگلی قرق شده (۴/۵۶) درصد خیلی بیش‌تر از مقدار آن در خاک منطقه جنگلی قرق نشده (۲/۹۰) درصد است. همچنین نتایج نشان داد که میزان ماده آلی خاک در منطقه جنگلی قرق شده با میانگین ۷/۵۳ درصد بیش‌تر از مقدار آن در خاک منطقه جنگلی قرق نشده با میانگین ۵/۲۶ درصد است، که این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مطالعه عناصر پرمصرف (NPK) در دو رویشگاه نشان داد که میزان عناصر نیتروژن و پتاسیم در منطقه قرق شده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از مقدار آن در منطقه تحت چرا بوده و در مورد عنصر فسفر عکس این حالت مشاهده شد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج آزمون t مستقل مقایسه میانگین فاکتورهای خاک در منطقه قرق و تحت چرا

Table 2- The independent t-test results comparing the mean of soil factors in protected and unprotected area

فاکتور خاک	درجه آزادی	آماره t	سطح معنی‌داری Siq.(2-tailed)
وزن مخصوص ظاهری	۵۸	۳/۰۸۳	۰/۰۰۳**
وزن مخصوص حقیقی	۵۸	۲/۷۱۲	۰/۰۱۱**
هدایت الکتریکی (EC)	۵۸	۴/۰۵۷	۰/۰۰۰***
کربن آلی	۵۸	۴/۴۵۱	۰/۰۰۰***
ماده آلی	۵۸	۳/۷۳۸	۰/۰۰۰***
ازت کل	۵۸	۳/۴۳۶	۰/۰۰۱***
پتاسیم	۵۸	۶/۸۵۲	۰/۰۰۰***
فسفر	۵۸	۲۵/۲۹۴	۰/۰۰۰***

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد *** معنی‌داری در سطح ۹۹/۹ درصد

با توجه به نتایج جدول ۳، مقادیر ترسیب کربن در خاک منطقه جنگلی قرق شده با میزان ۶۰/۰۳ تن در هکتار بیش‌تر از مقادیر آن در خاک منطقه قرق نشده و تحت چرا با میزان ۴۱/۱۷ تن در هکتار به دست آمد. نتایج مقایسه میانگین‌های آزمون t مستقل بین دو منطقه نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار میزان ترسیب کربن خاک منطقه قرق شده و قرق نشده بود، که نشان‌دهنده نقش قرق مناطق جنگلی در افزایش ترسیب کربن خاک است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه ترسیب کربن خاک بین منطقه جنگلی قرق و تحت چرا

Table3- The independent t-test results comparing soil carbon sequestration in protected and unprotected area

فاکتور خاک	درجه آزادی	آماره t	سطح معنی‌داری Siq.(2-tailed)
ترسیب کربن	۵۸	۳/۳۷۶	۰/۰۰۱***

*معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد *** معنی‌داری در سطح ۹۹/۹ درصد

ضرایب همبستگی بین خصوصیات خاک و میزان ترسیب کربن خاک در دو منطقه قرق و غیر قرق به روش پیرسون محاسبه و نتایج آن در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. در بررسی همبستگی بین ترسیب کربن و مشخصه‌های خاک منطقه قرق شده مشخص شد که ترسیب کربن در سطح احتمال ۹۹ درصد با ماده آلی، کربن آلی، نیتروژن، پتاسیم و هدایت الکتریکی دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار است. همچنین بین ترسیب کربن منطقه تحت چرا و ماده آلی، کربن آلی، نیتروژن، فسفر و هدایت الکتریکی در سطح احتمال ۹۹ درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد.

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج تجزیه ضرایب همبستگی پیرسون بین متغیرهای خاک در منطقه جنگلی قرق

Table4- The results of Pearson correllated coefficient among soil variable in protected area

متغیر	PH	EC	DD	BD	OC	OM	N	P	K	L	SOC
PH	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC	۰/۰۳۸	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DD	۰/۱۳۳	*۰/۴۰۶	۱	-	-	-	-	-	-	-	-
BD	۰/۰۹۸	۰/۱۰۲	۰/۱۲۷	۱	-	-	-	-	-	-	-
OC	-۰/۰۹۳	**۰/۴۷۶	۰/۳۰۷	۰/۱۴۵	۱	-	-	-	-	-	-
OM	-۰/۱۹۳	**۰/۴۸۹	۰/۲۲۶	۰/۱۱۸	**۰/۹۵۶	۱	-	-	-	-	-
N	-۰/۱۳۷	**۰/۴۷۲	۰/۲۷۷	۰/۱۳۲	**۰/۹۹۵	**۰/۹۶۱	۱	-	-	-	-
P	۰/۰۶۹	۰/۳۲۰	**۰/۴۸۴	۰/۲۳۴	۰/۲۷۹	۰/۲۷۵	۰/۲۹۲	۱	-	-	-
K	-۰/۰۹۶	*۰/۴۱۵	۰/۱۸۳	۰/۰۹۸	**۰/۵۶۹	**۰/۴۸۲	*۰/۵۶۵	۰/۱۳۷	۱	-	-
L	۰/۰۷۰	۰/۱۶۰	-۰/۰۶۶	-۰/۰۶۴	-۰/۲۸۲	-۰/۲۶۰	-۰/۲۸۸	۰/۰۴۳	-۰/۳۲	۱	-
SOC	-۰/۰۵۵	**۰/۵۰۲	۰/۳۵۰	*۰/۴۵۹	**۰/۹۳۹	**۰/۸۹۰	**۰/۹۳	۰/۳۲۳	**۰/۵۴	-۰/۲۵	۱

اسیدیته: (pH H2o)، EC (هدایت الکتریکی): (دسی زیمنس بر متر)، DD (وزن مخصوص حقیقی): BD (g/cm3) (وزن مخصوص ظاهری): (g/cm3)، OC: کربن آلی: (درصد)، OM: ماده آلی : (درصد)، ، N، نیتروژن (درصد)، P: فسفر (Ava ppm)، K: پتاسیم (Ava ppm)، L: آهک: (درصد)، SOC: ترسیب کربن (تن در هکتار)

جدول ۵- نتایج تجزیه ضرایب همبستگی پیرسون بین متغیرهای خاک در منطقه جنگلی قرق نشده

Table5- The results of Pearson correllated coefficient among soil variable in unprotected area

متغیر	PH	EC	DD	BD	OC	OM	N	P	K	L	SOC
PH	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC	-۰/۲۸۷	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DD	۰/۱۴۴	*۰/۴۰۶	۱	-	-	-	-	-	-	-	-
BD	-۰/۰۴۵	۰/۲۷۷	۰/۰۶۷-	۱	-	-	-	-	-	-	-
OC	۰/۱۰۹	**۰/۷۹۱	*۰/۴۱۶	۰/۲۴۱	۱	-	-	-	-	-	-
OM	۰/۰۲۶	**۰/۸۲۱	*۰/۴۱۳	۰/۳۰۴	**۰/۹۴۶	۱	-	-	-	-	-
N	-۰/۱۰۲	**۰/۷۹۹	*۰/۴۱۰	۰/۲۵۸	**۰/۸۱۹	**۰/۹۲۰	۱	-	-	-	-
P	-۰/۰۲۵	**۰/۷۲۲	۰/۱۰۵	۰/۳۴۴	**۰/۸۱۱	**۰/۸۰۲	**۰/۷۴۱	۱	-	-	-
K	-۰/۰۸۴	**۰/۴۸۶	۰/۰۰۳	۰/۱۲۶	*۰/۴۳۵	*۰/۴۱۰	*۰/۳۶۴	**۰/۴۸۳	۱	-	-
L	۰/۱۱۳	-۰/۰۰۲	-۰/۲۳۸	-۰/۰۵۸	-۰/۱۹۹	-۰/۲۶۲	-۰/۳۴۰	-۰/۰۴۷	۰/۰۹۷	۱	-
SOC	۰/۰۸۸	**۰/۸۰۳	*۰/۳۶۷	۰/۳۵۰	**۰/۹۹۱	**۰/۹۴۳	**۰/۸۱۶	**۰/۸۲۹	*۰/۴۵۲	-۰/۱۹۳	۱

اسیدیته: (pH H2o)، EC (هدایت الکتریکی): (دسی زیمنس بر متر)، DD (وزن مخصوص حقیقی): BD (g/cm3) (وزن مخصوص ظاهری): (g/cm3)، OC: کربن آلی: (درصد)، OM: ماده آلی : (درصد)، ، N، نیتروژن (درصد)، P: فسفر (Ava ppm)، K: پتاسیم (Ava ppm)، L: آهک: (درصد)، SOC: ترسیب کربن (تن در هکتار)

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج جدول ۶ آماره محاسبه‌شده در فاصله ۱/۵ و ۲/۵ قرار دارد بنابراین فرض استقلال بین خطاها پذیرفته است و می‌توان از رگرسیون استفاده کرد. معادله نهایی رگرسیون برای برآورد ترسیب کربن خاک منطقه جنگلی قرق شده در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۶- خلاصه مدل رگرسیونی برای منطقه جنگلی قرق شده

Table 6- Summary of regression model for protected forest area

گام	ضریب همبستگی چندگانه	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل‌شده	دوربین – واتسون
اول	۰/۹۳۹	۰/۸۸۱	۰/۸۷۷	-
دوم	۰/۹۹۴	۰/۹۸۷	۰/۹۸۶	-
سوم	۰/۹۹۵	۰/۹۹۰	۰/۹۸۹	۲/۴

جدول ۷- اطلاعات آماری معادله رگرسیونی برآورد ترسیب کربن خاک منطقه جنگلی قرق شده

Table7-Statistic information on regression equation estimating soil carbon sequestration in protected area

پارامتر	B	Std. Error	t	Sig.
ضریب ثابت	-۶۰/۰۲۱	۳/۶۵۰	-۱۶/۴۴۲	۰/۰۰۰***
کربن آلی	۱۳/۰۹۷	۰/۳۴۳	۳۸/۲۳۲	۰/۰۰۰***
وزن مخصوص ظاهری	۴۲/۳۵۳	۲/۵۸۰	۱۶/۴۱۴	۰/۰۰۰***
هدایت الکتریکی	۱۶/۳۳۰	۶/۴۲۲	۲/۵۴۳	۰/۰۱۷**

*معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد *** معنی‌داری در سطح ۹۹/۹ درصد

با توجه به نتایج جدول ۷ معادله نهایی رگرسیون برای برآورد ترسیب کربن خاک منطقه جنگلی قرق شده را می‌توان به شرح زیر نوشت:

$$Y = -۶۰/۰۲۱ + ۱۳/۰۹۷ x۱ + ۴۲/۳۵۳ x۲ + ۱۶/۳۳۰ x ۳$$

که در معادله بالا X1 میزان کربن آلی، X2 وزن مخصوص ظاهری و X3 میزان هدایت الکتریکی می‌باشد.

در منطقه قرق نشده نیز نتایج خلاصه مدل (جدول ۸) نشان داد که مقدار آماره دوربین - واتسون (۲/۰۲) به‌دست‌آمده و این یعنی اینکه می‌توان از مدل رگرسیون برای برآورد ترسیب کربن در منطقه قرق نشده استفاده کرد. مدل نهایی رگرسیون برای برآورد ترسیب کربن خاک منطقه جنگلی قرق نشده در جدول ۹ نشان داده شده است.

جدول ۸- خلاصه مدل رگرسیونی برای منطقه جنگلی قرق نشده

Table8- Summary of regression model for unprotected forests area

گام	ضریب همبستگی چندگانه	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل‌شده	دوربین – واتسون
اول	۰/۹۹۱	۰/۹۸۳	۰/۹۸۲	-
دوم	۰/۹۹۸	۰/۹۹۶	۰/۹۹۵	-
سوم	۰/۹۹۸	۰/۹۹۶	۰/۹۹۶	۲/۰۲

www.SID.ir

جدول ۹- اطلاعات آماری معادله رگرسیونی برآورد ترسیب کربن خاک منطقه جنگلی قرق نشده

Table9- Statistic information on regression equation estimating soil carbon sequestration in unprotected area

پارامتر	B	Std. Error	t	Sig.
ضریب ثابت	-۲۹/۱۱۳	۵/۴۸۱	-۵/۳۱۱	۰/۰۰۰***
کربن آلی	۱۴/۲۸۶	۰/۱۹۵	۷۳/۱۲۷	۰/۰۰۰***
وزن مخصوص ظاهری	۲۶/۵۳۴	۲/۸۷۷	۹/۲۲۴	۰/۰۰۰***
وزن مخصوص حقیقی	-۳/۳۲۲	۱/۳۲۸	-۲/۵۰۱	۰/۰۱۹**

*معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد *** معنی‌داری در سطح ۹۹/۹ درصد

با توجه به نتایج جدول ۹ مدل نهایی رگرسیون برای برآورد ترسیب کربن خاک منطقه جنگلی قرق نشده را می‌توان به شرح زیر نوشت:

$$Y = -۲۹/۱۱۳ + ۱۴/۲۸۶ x۱ + ۲۶/۵۳۴ x۲ - ۳/۳۲۲ x ۳$$

که در معادله بالا X1 میزان کربن آلی، X2 وزن مخصوص ظاهری و X3 وزن مخصوص حقیقی می‌باشد.

بحث

مقایسه خصوصیات ادافیکی خاک در دو منطقه قرق و تحت چرا (جدول ۱) نشان داد که اسیدیته خاک تقریباً خنثی بوده با این تفاوت که اسیدیته خاک در منطقه قرق شده اندکی کم‌تر از منطقه قرق نشده بوده که شاید خود به دلیل آهکی بودن بیشتر خاک در منطقه قرق نشده نسبت به منطقه قرق باشد. وانگ و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه خود به کاهش pH خاک بعد از اعمال چرا در مناطق قرق نشده اشاره کردند (۱۵). وزن مخصوص ظاهری، از فاکتورهایی است که بلافاصله با اعمال چرا و تردد گردشگران و انجام لگدکوبی بر اثر فشرده شدن خاک، تغییر می‌یابد. در منطقه جنگلی قرق نشده به علت لگدکوبی دام و به‌خصوص چرای زودرس و در هنگام مرطوب بودن خاک (۳) که باعث تشدید این فرآیند می‌شود، وزن مخصوص ظاهری به میزان قابل‌ملاحظه و معنی‌داری بیش‌تر از منطقه جنگلی قرق شده (جدول ۲) می‌باشد (قرق نشده ۱/۴۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب و قرق شده ۱/۳۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب). این نتایج توسط محققانی نظیر احمدی و همکاران، ۱۳۹۰؛ بخشی و همکاران، ۱۳۹۰ و شاعری و همکاران، ۱۳۹۳ نیز بیان شده است (۱۳، ۲۳ و ۱۰). در اکثر مطالعات صورت گرفته نتایج نشان داده است که تغییر در وزن مخصوص ظاهری در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک مشاهده می‌گردد و در عمق‌های بیش‌تر از ۲۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌دار دیده نمی‌شود. به همین خاطر در مطالعه حاضر برای جمع‌آوری نمونه‌های خاک از عمق ۰ تا ۳۰ نمونه خاک برداشت گردید. در ارتباط با وزن مخصوص حقیقی خاک همانند وزن مخصوص ظاهری، نتایج نشان داد که میزان این مشخصه در تیپ‌های جنگلی تحت چرا به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از منطقه قرق (جدول ۲) است (با سطح احتمال ۹۵ درصد). به نظر می‌رسد همان‌گونه که بیان شد بالا بودن میزان وزن مخصوص ظاهری و حقیقی در خاک منطقه جنگلی قرق نشده بیش‌تر ناشی از تردد انسان و دام باشد. همچنین افزایش ماده آلی در این زمینه عامل مؤثری می‌باشد (۲۴). علاوه بر این نتایج آزمون مقایسه میانگین‌های t مستقل نشان داد که EC (هدایت الکتریکی) خاک منطقه تحت چرا به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از مقدار آن در خاک منطقه جنگلی قرق می‌باشد. میزان EC خاک نمایان‌گر میزان املاح خاک می‌باشد و به نظر می‌رسد افزایش میزان EC خاک در منطقه قرق نشده نسبت به قرق شده پوشش گیاهی کم‌تر در منطقه تحت چرای دام باشد که موجبات تشدید خشک‌زایی و افزایش تبخیر، املاح خاک و EC را فراهم آورده است، موضوعی که میرزاعلی و همکاران (۱۳۸۵)، در بررسی تأثیر قرق بر روی پوشش گیاهی و خاک سطحی مراتع شور گمیشان در استان گلستان، نیز به آن اشاره کرده‌اند (۲۵).

www.SID.ir

Archive of SID

موریتی و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود در مورد تأثیر مدیریت قرق بر خصوصیات خاک و بیوماس میکروبی در مناطق نیمه‌خشک کنیا بیان کردند که در مناطق قرق شده میان‌مدت (قرق ۱۳ تا ۲۳ ساله) به‌طور معنی‌داری میزان هدایت الکتریکی خاک کم‌تر از مقدار آن در مناطق قرق نشده می‌باشد (۲۶).

نتایج مطالعه حاضر (جدول ۲) نشان داد که در مناطق قرق شده تنگ دالاب همگام با افزایش مقدار ماده آلی در اثر عدم دسترسی دام به این مناطق و رویش مناسب‌تر گیاهان و افزایش بقایای گیاهی، مقادیر ازت کل بیش‌تر از منطقه قرق نشده می‌باشد. با توجه به اینکه یکی از راه‌های اصلی فراهم شدن نیتروژن در خاک آزاد شدن آن از طریق مواد آلی است، می‌توان بیان نمود که بالا بودن میزان نیتروژن در مناطق قرق شده بستگی مستقیم به افزایش مواد آلی در مناطق قرق و طول مدت قرق دارد. به‌طورکلی اعمال چرای دام در مقایسه با حالت عدم چرا، موجب کاهش درصد نیتروژن خاک می‌شود (۲۷) و هر چه شدت چرا افزایش یابد، میزان نیتروژن خاک کاهش می‌یابد (۲۸). نتایج مقایسه عنصر فسفر در دو منطقه جنگلی قرق شده و قرق نشده نشان داد که میزان این عنصر پرمصرف در خاک منطقه جنگلی تحت چرا بیش‌تر از منطقه جنگلی قرق شده می‌باشد که این اختلاف میزان فسفر در منطقه قرق شده و قرق نشده از لحاظ آماری در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار بود. نتیجه حاصله با نتایج مطالعات حسن خانی و همکاران (۱۳۸۹)، حیدریان آقاخانی و همکاران (۱۳۸۹) و علیزاده و همکاران (۱۳۸۸) همخوانی نداشت (۲۹، ۱۴ و ۳۰) که به نظر می‌رسد به دلیل تفاوت شرایط آب و هوایی مناطق مورد مطالعه باشد.

نتایج بررسی مشخصه عنصر پتاسیم تبادلی در دو منطقه جنگلی قرق شده و قرق نشده نشان داد که میزان این عنصر در خاک منطقه جنگلی قرق شده خیلی بیش‌تر از منطقه جنگلی قرق نشده می‌باشد. نتیجه حاصله با نتایج مطالعات صالحی و نورمحمدی (۱۳۹۰)، شاعری و همکاران (۱۳۸۹) و وانگ و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد (۳۱، ۱۰ و ۱۵). پتاسیم جزء کاتیون‌های پایه و ضروری برای گیاه می‌باشد. بالا بودن میزان پتاسیم قابل تبادل در منطقه جنگلی قرق شده نسبت به منطقه قرق نشده نتیجه مستقیم ظرفیت تبادل کاتیونی بالاست که خود ناشی از بالا بودن میزان مواد آلی است. نتیجه حاصله مؤید این مطلب است که بالا بودن مواد آلی در منطقه قرق نسبت به منطق غیر قرق، مسوول ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر می‌باشد که این خود سبب افزایش پتاسیم قابل تبادل گردیده است.

یکی از تغییرات و تفاوت‌های اساسی بین مناطق موردمطالعه در تنگ دالاب میزان اختلاف در ماده آلی است. مواد آلی به‌خصوص در خاک‌های جنگلی و در مناطق قرق به واسطه تجمع لاشبرگ در زیر تاج پوشش درختان و همچنین به دلیل نسبت بالای افزایش پوشش گیاهی افزایش می‌یابد و این افزایش می‌تواند سرمنشأ بسیاری از تغییرات و رویدادها در خاک باشد (۳۱)، اتفاقی که در مناطق قرق شده در این مطالعه حادث شده است. در منطقه قرق نشده که توسط دام مورد چرا قرار گرفته و یا مورد تخریب انسان واقع شده است از میزان این مواد مهم در خاک کاسته شده است (۲۶).

در تحقیق حاضر به اندازه‌گیری توان ترسیب کربن خاک و مقایسه آن در دو منطقه جنگلی قرق شده (میان‌مدت) و قرق نشده تنگ دالاب شهرستان ایلام پرداخته شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مقدار ترسیب کربن در خاک منطقه جنگلی قرق شده با میزان ۶۰/۰۳ تن در هکتار بیش‌تر از مقدار آن در خاک منطقه قرق نشده و تحت چرا با میزان ۴۱/۱۷ تن در هکتار می‌باشد، که نشان‌دهنده نقش قرق مناطق جنگلی در افزایش ترسیب کربن خاک است. نتیجه حاصله با نتایج مطالعات مختلف ازجمله تمرتاش و همکاران (۱۳۹۱)، بخشی و همکاران (۱۳۹۰)، علی زاده و همکاران (۱۳۹۰)، محمودی طالقانی و همکاران (۱۳۸۶)، نورمتس و همکاران (۲۰۱۵)، وانگ و همکاران (۲۰۱۵) موریتی و همکاران (۲۰۱۴) ، فرینوگلو و همکاران (۲۰۰۷) و نوستو و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد(۱۲، ۲۳، ۳۰، ۳۲، ۲۸، ۱۵، ۲۶، ۳۳ و ۳۴).

با استفاده از روابط رگرسیونی برقرارشده برای منطقه قرق شده بین ترسیب کربن و مشخصه‌های کربن آلی، وزن مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی، با ضریب تعیین (R^2) ۹۹۰/. و

www.SID.ir

همچنین رابطه رگرسیونی برقرارشده برای منطقه قرق نشده بین ترسیب کربن و مشخصه‌های کربن آلی، وزن مخصوص ظاهری و وزن مخصوص حقیقی، با ضریب تعیین (R^2) ۰/۹۹۶، می‌توان مقادیر متغیر وابسته نظیر در هر رابطه (ترسیب کربن) در واحد سطح را برآورد کرد. همچنین تجزیه واریانس این روابط نشان‌دهنده معنی‌دار بودن آن‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که مدیریت جنگل‌های زاگرس در قالب پروژه‌های حفاظتی همانند قرق رویشگاه‌های بلوط ایرانی تأثیر بسزایی در بهبود خصوصیات ادافیکی خاک دارد و با قرق میان‌مدت و طولانی‌مدت مناطقی مانند رویشگاه تنگ دالاب می‌توان گامی اساسی و پایدار جهت بالا بردن حاصل‌خیزی خاک‌های جنگلی و به‌تبع آن بهبود پوشش گیاهی منطقه و افزایش تنوع زیستی درختان، درختچه‌ها و گونه‌های بوته‌ای و علفی یک‌ساله و چندساله برداشت.

Reference

1. Jalilvand, H., Tamartash, R., Heydarpour, H., 2007. Grazing impact on vegetation and some soil chemical properties in Kojour Rangelands, Noushahr, Iran. Rangeland, 1: 53- 66. (In Persian)
2. M.c Lean, A., Tisdale, E.W., 1972. Recovery rate of depleted range sites under protection form grazing. Journal of Range Management, 25: 178- 184.
3. Moghaddam, M.R., 1998. Pasture and range management. Tehran University Press, 470 pages. Tehran, Iran. (In Persian)
4. Noel, D., Bloodworth, H., 2000. Global climate change and the effect of conservation practices in US agriculture. Global of Environmental Change, 10 (6): 197-209.
5. William, E., 2002. Carbon dioxid fluxes in a semi arid environment with high carbonate soils. Agricultural and Forest Meteorology, 116:91-102.
6. Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123 (2): 1-22.
7. Davidson, E.A., Ackerman, I.L., 1993. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. Biogeochemistry, 11 (2): 161–193.
8. Ross, D.J., Tate, K.R., Scott, N.A., Wilde, R.H., Rodda, N.J., Townsend, J.A., 2002. Afforestation of pastures with Pinus radiata influences soil carbon and nitrogen pools and mineralization and microbial properties. Australian Journal of Soil Research, 40: 1303– 1318.
9. Mortenson, M., Shuman, G.E., 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.
10. Rashe Shaeri, S., .Salehi, A., Pourbabaie, H., EshaghiRad, J., Moradi, S., 2014. Effect of short term exclosure on physical and chemical properties of soil in northern Zagros (Case study: Piranshahr forests). The Second Iranian Conference on Natutal Resources Research with the emphasis on forest sciences, Sanandaj, 175-187. (In Persian)
11. Fahim, Z., Delavar, M.A., Golchin, A., 2013. The Effect of Vegetative Cover on Carbon Sequestration and Soil Properties in Khairoodkenar Region, Noshahr. Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technolology of Agriculture and Natural Resources, 17(2):137-149. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

12. Tamartash, R., Yousefian, M., Mahdavi, K.H., Mahdavi, M., 2012. Investigation of Enclosure Effect on Artemisia Carbon Sequestration in the Arid Zone of Semnan Province. Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources, 65 (3): 341-352. (In Persian)
13. Ahmadi, T., MalekPoor, B., Kazemi Mazandarani S.S., 2011. Investigation of exclosure effect upon physical and chemical properties of soil at Kohneh lashak Mazandaran. Journal of Plant ecophysiology, 3 (1): 89-100. (In Persian)
14. Haidarian Aghakhani, M., Naghipour Borj A.A., Nasri, M., 2010. The effects of exclosure on vegetation and soil chemical properties in sisab rangelands, bojnord, Iran. Journal of Renewable Natural Resources Research, 1:14-27. (In Persian)
15. Wang, D., Liu, Y., Wu, G., Ding, L.M., Yang Z., Hao, H., 2015. Effect of rest grazing management on soil water and carbon storage in arid grassland (China). Journal of Hydrology, 527: 754–760.
16. Li, F.R., Liu, J.L., 2011. Degraded vegetation and wind erosion influence soil carbon, nitrogen and phosphorus accumulation in sandy grasslands. Plant Soil, 317: 79–92.
17. Jeddi, K. and M. Chaieb, 2010. Changes in soil properties and vegation following livestock grazing exclusion in degraded arid environment of south Tunisia, Flora, 205: 184-189.
18. Jafari Haghighi, M., 2003. Soil analysis, sampling and important physical and chemical analysis method with emphasis on theory and application basics. Nedaye zoha press, 240 p. (In Persian)
19. Allen, S.E., Grimshow, H.M., Parkinson, J.A., Quarmby, C., 1974. Chemical Analysis of Ecological Materials Osney Mead. Blackwell Scientific Publications Oxford, London, UK.
20. Rhoades, J.D., 1982. Soluble salts, P 167-179. In: Page, A.L. (ed.), Method of soil analysis. part2. Chemical and microbiological Properties. Agronomy Monograph no. 9. 2nd ed. SSSA and ASA, Madison, WI.
21. Walkly, A., Black, I.A., 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.
22. Li, Z., Zhao, Q.G., 2001. Organic carbon content and distribution in soils under different land uses in tropical and subtropical China. Plant Soil, 11: 175–185.
23. Bakhshi, H., Zahedi Amiri, Gh., Bayat, M., 2011. Assessment role of fenced on the recovery of soil properties after recreation activities (case study: Nour Forest Park). Research Journal of Forest Sciences and Engineering, 1 (2): 13-19. (In Persian).
24. Wang, D., Lin Wu, G., Jun Zhu, Y., Hua Shi, Z., 2014. Grazing exclusion effects on above and below ground C and N pools of typical grassland on the Loess Plateau (China). CATENA, 123: 113-120.
25. Mirzaali, E., Mesdaghi, M., Erfanzadeh, R., 2006. The study of effects of exclosure on vegetation and soil surface in saline ranges of Gomishan, Golestan province. Journal

www.SID.ir

of Agricultural Sciences and Natural Resources, 13(2): 104-201. (In Persian).

26. Mureithi, S.M., Verdoodt, A., Gachene, Ch.K., Njoka J.T., Wasonga, V.O., Stefaan, D.N., Meyerhoff E., Ranst, E.V., 2014. Impact of enclosure management on soil properties and microbial biomass in a restored semi-arid rangeland Kenya, Journal of Arid Land, 6 (5): 561-570.
27. Sanadgol, A., Moghadam, M., Jafari, M., 2002. Effects of short-term grazing on some soil physical and chemical characteristics in a Bromus tomentellus pasture. Iranian Journal of Natural Resources, 55 (4): 581- 597 (In Persian).
28. Noormets, A., Epron, D., Domec, J.C., McNulty, S.G., Fox, T., Sun, G., King, J.S., 2015. Effects of forest management on productivity and carbon sequestration: A review and hypothesis. Forest Ecology and Management, 355: 124–140.
29. Musa Hasankhani, M., Eshaghei Rad, J., Asadpour, A., 2010. Investigation of Exclosure effects in composition & density of vegetation and soil conditions in forest region Baft-Kerman. Journal of Renewable Natural Resources Research, 1 (3): 41-52. (In Persian)
30. Alizadeh, M., Mahdavi, M., Mahdavi, S.KH., 2009. Influences of grazing and exclosure on carbon sequestration Artemisia sieberi Besser (Case study:Artemisia rangeland Rudshur, Saveh). Journal of Plant Ecophysiology, Azad University of Arsanjan Branch, 1 (3): 89-100. (In Persian)
31. Salehi, A., noormohammadi, E., 2012. Effect of grazed and surface scrafication on soil properties and regeneration in centeral Zagros forests (Case study: Aleshtar city forests). Journal of Forest and Wood Products, 3 (4): 315-325. (In Persian)
32. Mahmodi taleghani, E., Zahedi amiri, GH., Adeli, E., Saghebtalebi, KH., 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian Journal of forest and poplar Research, 15(3): 241-252. (In Persian)
33. Firinioglu, H.K., Seefeldt, S.S., Sahin, B., 2007. The effects of long-term grazing exclosures on range plants in the central Anatolian region of turkey. Journal of environment management, l39: 326- 337.
34. Nosetto, M.D., Jobbagy, E.G., Paruelo, J.M., 2006. Carbon sequestration in semi-arid rangelands: Comparison of Pinus ponderosa plantations and grazing exclusion in NW Patagonia. Journal of Arid Environments, 67: 142–156.

www.SID.ir