دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

# تأثیر نوع پوشش‌گیاهی و ویژگی‌های شیمیایی خاک بر میزان کربن‌آلی در خاک عرصه‌های پخش‌سیلاب ایستگاه کوثر

**محمد جواد روستا[۱]، سید مسعود سلیمان‌پور[۲]، مریم عنایتی[۳] و مجتبی پاک‌پرور[۴]**

۱- دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، (نویسنده مسوول: m.roosta@areeo.ac.ir)
۲- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۳- کارشناس‌ارشد بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۴- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴
صفحه: ۱۷۱ تا ۱۸۲

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** افزایش کربن‌آلی خاک نه تنها، باعث ترسیب کربن جوی می‌شود بلکه اغلب، فرایندها و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را بهبود می‌بخشد. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر نوع پوشش‌گیاهی و ویژگی‌های شیمیایی خاک بر میزان کربن‌آلی خاک در سال ۱۳۹۸ در عرصه‌های پخش سیلاب ایستگاه کوثر واقع در دشت گربایگان فسا (استان فارس) انجام شد. پخش‌سیلاب برای تغذیه‌ی آبخوان‌ها از سال ۱۳۶۱ در پهنه‌ای به‌وسعت ۲۰۳۴ هکتار در این دشت اجرا شده است.

**مواد و روش‌ها:** کاربری‌های مورد بررسی عبارت بودند از: جنگل دست‌کاشت آکاسیا (Acacia salicina Lindl.)، جنگل دست‌کاشت اوکالیپتوس (Eucalyptus camaldulensis Dehnh.)، مرتع دست‌کاشت آتریپلکس [Atriplex lentiformis (Torr.) (Wats.)] و مرتع طبیعی که همگی از طریق پخش‌سیلاب آبیاری می‌شوند. با نمونه‌برداری مرکب در سه تکرار از خاک زیرپوشش کاربری‌های مختلف (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)، ۱۳ ویژگی شامل: اسیدیته‌ی گل‌اشباع (pH)، قابلیت هدایت‌الکتریکی عصاره‌ی اشباع ($EC_e$)، کربنات کلسیم، درصد کربن‌آلی، درصد نیتروژن‌کل، نسبت C/N، فسفر و پتاسیم قابل جذب، سدیم، کلسیم و منیزیم عصاره‌ی اشباع، کلسیم+منیزیم و نسبت جذب سدیم (SAR)، اندازه‌گیری و محاسبه شدند. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله‌ی آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی، تجزیه و تحلیل شده و میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

**یافته‌ها:** نتایج تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که از میان متغیرهای بررسی شده، تأثیر تیمار (نوع پوشش‌گیاهی) بر تمام ویژگی‌ها (به‌جز SAR) در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شده است. برای ارائه‌ی مدل، از روش رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. نتایج نشان داد متغیرهای نسبت C/N، نیتروژن‌کل و $EC_e$، بر میزان کربن‌آلی خاک مؤثر هستند و ۹۹/۷ درصد از تغییرات آن را توجیه می‌کنند. با توجه به ضرایب استاندارد شده در معادله‌ی رگرسیون، به‌ازای افزایش هر واحد نسبت C/N، مقدار ۰/۹۳۹ واحد و به‌ازای هر واحد نیتروژن‌کل، مقدار ۰/۳۳۸ واحد و با افزایش هر واحد EC، مقدار ۰/۱۰۹ واحد به میزان کربن‌آلی افزوده می‌شود.

**نتیجه‌گیری:** در مجموع، شناخت عوامل مؤثر بر ذخیره‌ی کربن‌آلی در خاک، می‌تواند باعث ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی مناسب برای افزایش میزان کربن آلی و توسعه‌ی ظرفیت ذخیره‌ی کربن در خاک شده، حاصل‌خیزی خاک را بهبود بخشیده و اثرات منفی تغییر اقلیم را تا حد زیادی کاهش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** ایستگاه کوثر، پخش‌سیلاب، کربن‌آلی، پوشش‌گیاهی، ویژگی‌های شیمیایی خاک

## مقدمه

تغییرات کربن‌آلی خاک به‌عنوان یکی از ذخایر کربن از عواملی مانند تغییرات اقلیمی و یا تغییر مدیریت و کاربری اراضی اثر می‌پذیرد (۵). مدیریت اراضی به‌عنوان مهم‌ترین عامل انسانی مؤثر بر تغییرات کربن‌آلی خاک و پایداری خاک‌دانه‌ها شناخته می‌شود. البته این میزان تأثیر، بسته به اقلیم و بافت خاک متفاوت است (۲۰). بنابراین می‌توان گفت عملیات پخش‌سیلاب، جنگل‌کاری و نوع گونه‌های مورد استفاده می‌تواند در میزان ذخیره‌ی کربن در خاک و گیاه تأثیر داشته باشد. تجمع کربن به‌عنوان شاخص حاصل‌خیزی و باروری خاک در نظر گرفته شده است (۵۵). هم‌چنین، میزان مواد غذایی خاک نیز شاخص خوبی برای کیفیت خاک است. ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها، متأثر از نوع کاربری و پوشش گیاهی است. با توجه به این‌که نوع لاشبرگ، بین گونه‌های مختلف متفاوت است، بنابراین وجود تفاوت‌ها در کیفیت لاشبرگ و تجزیه‌پذیری آن‌ها همراه با فعالیت میکروبی خاک، مهم‌ترین دلایل وجود تفاوت در ویژگی‌های شیمیایی خاک زیر پوشش گونه‌های مختلف است (۴۰)؛ به‌طور گسترده اذعان شده است که خاک با جذب دی‌اکسیدکربن اتمسفر و تبدیل آن به ذخیره‌ی کربن‌آلی، تغییرات آب و هوایی را کاهش می‌دهد (۲۸).

پژوهش‌های متعدد نشان داده است که عوامل مختلفی بر ذخیره‌ی کربن مؤثر هستند. عوامل محیطی و مدیریتی از عوامل مؤثر بر ذخیره‌ی کربن در خاک به‌شمار می‌روند. از عوامل محیطی مؤثر بر ذخیره‌ی کربن می‌توان ویژگی‌های خاک، پوشش گیاهی، پستی و بلندی و شرایط آب و هوایی را نام برد (۵،۳۶). مدیریت اراضی به‌عنوان مؤثرترین عامل تغییرات کربن‌آلی در خاک بسته به آب و هوا و بافت خاک در نظر گرفته شده است. به‌عبارت دیگر، تغییر نوع کاربری اراضی، از طریق تغییر میزان ورودی کربن‌آلی و سرعت تجزیه آن (۳۸،۵۸)، یک عامل مهم و مؤثر بر پویایی کربن‌آلی است. تقریباً ۷۵ درصد از عناصر معدنی جذب شده از خاک در برگ

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

گیاهان متمرکز می‌شود که بعد از ریختن برگ‌ها، این عناصر همراه با مواد آلی وارد خاک شده و ذخیره‌ی مواد آلی و سایر عناصر غذایی خاک را افزایش می‌دهند (۳). مقدار لیگنین و نیتروژن موجود در بقایای گیاهی بر تجزیه آن‌ها و بازگشت مواد غذایی به خاک تأثیر می‌گذارد (۲۷). گونه‌های گیاهی از نظر محتوای لیگنین متفاوت هستند، به‌طوری‌که درختان سوزنی‌برگ مقدار لیگنین بیش‌تری از گیاهان پهن‌برگ دارند (۲۵).

اسیدیته (pH) خاک یک ویژگی شیمیایی مهم خاک است که بسیاری از ویژگی‌های خاک را کنترل می‌کند و تحت تأثیر آب و هوا، نظام بافر خاک، گیاهان و غیره قرار می‌گیرد. اسیدیته‌ی خاک هم به‌طور معنی‌داری بر میزان ذخیره‌ی کربن‌آلی خاک تأثیر دارد؛ زیرا قابلیت استفاده‌ی زیستی عناصر غذایی، چرخش مواد آلی و مجموعه‌ای از فرآیندهایی که در خاک انجام می‌شود را تنظیم می‌کند (۲۱،۴۳).

کربن‌آلی و نیتروژن‌آلی خاک از ویژگی‌های مهم خاک هستند که تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار دارند. تسفای و همکاران (۵۰) گزارش کردند که میزان کربن و نیتروژن به شدت تحت تأثیر نوع کاربری و عمق خاک هستند. علاوه بر کربن، نیتروژن خاک نیز در حفظ کیفیت خاک، تولید محصولات و حفاظت از محیط زیست مهم است (۱۱). بنابراین، مهم است که در مورد کربن و نیتروژن خاک و همچنین ارتباط بین آن‌ها و سایر ویژگی‌های خاک، دانش خود را افزایش دهیم.

با توجه به نسبت C/N می‌توان کیفیت ماده‌ی آلی خاک را به‌ویژه در فرآیند تجزیه‌ی ماده‌ی آلی و نیترات‌سازی برآورد نمود (۹). بادهیان (۴) ارتباط معنی‌داری میان میزان ذخیره‌ی کربن در خاک و pH پیدا نکرد؛ درحالی‌که کاشی زنوزی و همکاران (۲۰) با پژوهش در حوزه‌ی آبخیز زیلبرچای (استان اردبیل) و شیدای‌کرکج و همکاران (۴۹) با بررسی ویژگی‌های خاک مراتع آذربایجان‌شرقی، گزارش کردند میزان کربن‌آلی خاک با متغیرهای اسیدیته و قابلیت هدایت الکتریکی، در خاک این مراتع، همبستگی منفی دارد.

در پژوهشی که در زمینه‌ی تأثیر انواع مختلف گونه‌های چوبی بر میزان ذخیره‌ی کربن انجام شده، پژوهشگران دریافتند که میزان عناصری مانند نیتروژن بر ذخیره‌ی کربن خاک تأثیرگذار است (۳۲،۵۱).

علاوه‌براین، پژوهش‌های متعددی از جمله صیاد و همکاران (۴۷) در شهرستان نور مازندران نشان داده‌اند که تغییر در مواد غذایی خاک، ناشی از تغییرات مقدار و کیفیت لاشبرگ، به‌طور قابل‌توجهی در پویایی کربن‌آلی خاک تأثیر می‌گذارد (۴۷).

نتایج پژوهش سیز و همکاران (۴۴) در غرب آفریقا نشان داد که ذخیره‌ی کربن‌آلی با مقدار نیتروژن و فسفر کل خاک همبستگی داشت. پژوهشگران دیگر مانند کلیولند و همکاران (۷) در جنوب‌غربی کاستاریکا و لیو و همکاران (۲۴) در نواحی نیمه‌گرمسیر چین، گزارش کرده‌اند که کم بودن مقدار فسفر می‌تواند تجمع کربن را محدود کند، جایی که اتصال فسفر و سزکویی اکسیدهای آهن یا آلومینیوم باعث کاهش میزان فسفر قابل استفاده برای رشد میکروبی می‌گردد (۷،۱۴،۲۴).

نتایج پژوهش آزادی و همکاران (۲) در پارک جنگلی مخمل‌کوه خرم‌آباد نشان داد که میزان ذخیره‌ی کربن در خاک با نسبت کربن به نیتروژن (C/N) و درصد کربنات کلسیم، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد و با قابلیت هدایت الکتریکی، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح پنج درصد ولی با درصد فسفر، همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح پنج درصد دارد. نتیجه‌ی رگرسیون گام به گام در پژوهش نوبخت و همکاران (۳۲) نیز نشان داد که درصد نیتروژن و نسبت C/N به‌ترتیب از مهم‌ترین اجزای تأثیرگذار بر مقدار کربن‌آلی خاک در توده‌های بررسی شده است (۳۲).

لشنی‌زند و همکاران (۲۳) بیان کردند که پخش‌سیلاب همراه با عملیات احیایی آبخیزداری در کوهدشت استان لرستان، میزان ذخیره‌ی کربن‌آلی در خاک و پوشش‌گیاهی را افزایش داده است.

هی و همکاران (۱۵) نشان دادند که ویژگی‌های شیمیایی مانند فسفر مؤثر، پتاسیم قابل استفاده سریع، نیتروژن‌کل، فسفر کل، پتاسیم کل و نسبت C/N خاک، به‌طور مثبت بر مقدار کربن‌آلی خاک در گوئیژو چین تأثیر می‌گذارد.

کمالی و صادقی‌پور (۱۹) با بررسی عوامل محیطی مؤثر بر ذخیره‌ی کربن در خاک منطقه‌ی هشتگرد استان البرز، نتیجه گرفتند که از میان عوامل بررسی شده، قابلیت هدایت الکتریکی، درصد شن، لای (سیلت) و رس، در مجموع، ۹۷/۸۴ درصد از تغییرات ذخیره‌ی کربن‌آلی خاک را توجیه می‌کنند.

با شناخت عوامل خاکی مؤثر بر ذخیره‌ی کربن‌آلی در خاک، می‌توان با راهکارهای مدیریتی مناسب، ضمن افزایش میزان کربن‌آلی و توسعه‌ی ظرفیت ذخیره‌ی کربن در خاک، علاوه بر بهبود حاصل‌خیزی (باروری)، پایداری تولید و حفاظت خاک، اثرات منفی تغییر اقلیم را تا حد زیادی کاهش داد.

بنابراین با توجه به گذشت ۳۵ سال از عملیات پخش‌سیلاب در دشت گربایگان فسا، و نبود آگاهی از میزان تأثیر نوع کاربری (پوشش گیاهی) و ویژگی‌های خاک بر کربن‌آلی خاک، این پژوهش، با هدف بررسی تأثیر نوع پوشش‌گیاهی و ویژگی‌های شیمیایی خاک بر میزان کربن‌آلی خاک در سال ۱۳۹۸ در عرصه‌های پخش‌سیلاب ایستگاه کوثر در دشت گربایگان فسا، به‌منظور ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی برای بهبود ظرفیت ذخیره‌ی کربن در خاک انجام شد.

فرضیه‌های پژوهش عبارت بودند از:

۱- در عرصه‌های پخش‌سیلاب، به‌دلیل وجود پوشش‌های طبیعی و دست‌کاشت مختلف (بوته‌ای و جنگلی)، میزان کربن آلی خاک، متأثر از نوع کاربری اراضی است.

۲- ویژگی‌های شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف، بر میزان کربن‌آلی خاک مؤثر هستند.

## مواد و روش‌ها

### منطقه‌ی مورد مطالعه

این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در ایستگاه آبخوان‌داری کوثر، واقع در دشت گربایگان فسا (استان فارس) انجام شد. پخش‌سیلاب برای تغذیه‌ی آبخوان‌ها از سال ۱۳۶۱ در

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

پهنه‌ای به‌وسعت ۲۰۳۴ هکتار در این دشت اجرا شده است. ایستگاه کوثر در ۵۰ کیلومتری جنوب‌شرقی فسا در موقعیت ′۴۵ °۵۳ تا ′۰۰ °۵۴ طول شرقی و ′۳۵ °۲۸ تا ′۴۰ °۲۸ عرض شمالی بر مخروط افکنه‌ی آبخیز ۱۹۲ کیلومتر مربعی بیشه‌زرد در بخش شیبکوه و دهستان میان‌ده واقع شده است. شیب عمومی منطقه ۶ در هزار است که بین خط ارتفاعی ۱۱۴۰ تا ۱۱۶۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. بر اساس آمار ۲۳ ساله (۱۳۹۷–۱۳۷۵) شاخص‌های آب و هوایی منطقه‌ای که ایستگاه در آن واقع شده به این صورت است: میانگین بارش سالانه، ۲۱۹ میلی‌متر، دمای بیشینه، ۴۶ درجه‌ی سانتی‌گراد، دمای کمینه، ۸– درجه‌ی سانتی‌گراد، میانگین دمای‌سالانه، ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، میانگین تبخیر سالانه، ۲۵۴۸ میلی‌متر، متوسط تعداد روزهای یخ‌بندان، ۲۷ روز در سال (۱۲).

**روش جمع‌آوری اطلاعات**

کاربری‌هایی که از آن‌ها برای تعیین و محاسبه‌ی ویژگی‌های شیمیایی خاک نمونه‌برداری شد به‌شرح زیر بودند: ۱– مرتع طبیعی– شبکه‌ی بیشه‌زرد یک، ۲– مرتع کاشته شده با آتریپلکس (*Atriplex lentiformis* (Torr.) Wats.) در بهمن و اسفند ۱۳۶۲، –شبکه‌ی رحیم‌آباد، ۳– جنگل دست کاشت اوکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) که در ۲۴ و ۲۵ دی ۱۳۶۴ درخت‌کاری شده‌ی شبکه‌ی بیشه زرد ۴، ۴– جنگل دست کاشت آکاسیا (*Acacia salicina* Lindl.) که در ۲۴ و ۲۵ دی ۱۳۶۴ درخت‌کاری شده شبکه‌ی بیشه‌زرد ۴. گیاهان غالب در مرتع بررسی شده، شامل گونه‌های گل‌آفتابی (*Heliantemum lippii* (L.) Pers.)، سیاه‌گینه (*Dendrostellera lessertii* (Wikstr.) Van Tiegh.) و درمنه‌ی دشتی (*Artemisia sieberi* Besser.) بود. از هر کاربری تعداد سه نمونه‌ی مرکب خاک از عمق ۳۰–۰ سانتی‌متری و سه نمونه لاشبرگ، برداشت شد.

پس از تهیه‌ی نمونه‌های خاک، هوا خشک کردن و عبور دادن آن‌ها از الک دو میلی‌متری، درصد کربن‌آلی نمونه‌ها به‌روش والکلی–بلاک (۳۱)، اسیدیته‌ی گل اشباع به‌روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pH متر الکتریکی (۱)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع با استفاده از دستگاه EC متر الکتریکی (۱)، کربنات کلسیم به‌روش تیتراسیون (۱)، درصد نیتروژن‌کل به‌روش کجلدال (۶)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (۱۶)، پتاسیم قابل جذب با روش عصاره‌گیری به‌وسیله‌ی استات‌آمونیوم نرمال و قرائت با دستگاه نورسنج شعله‌ای، سدیم، کلسیم و منیزیم عصاره‌ی اشباع به‌روش نورسنجی شعله‌ای اندازه‌گیری شدند (۱). نسبت C/N از تقسیم درصد نیتروژن‌کل به درصد کربن‌آلی، محاسبه شد. نسبت جذب سدیم نیز از رابطه‌ی (۱) محاسبه شد:

رابطه (۱) $SAR=Na^{+}/(Ca^{2+}+Mg^{2+})^{1/2}$

که در آن، غلظت سدیم، کلسیم و منیزیم بر حسب میلی‌اکی والان در لیتر است (۴۲). در نمونه‌های لاشبرگ، درصد رطوبت با استفاده از آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. درصد کربن‌آلی به‌روش خاکستر کردن در کوره‌ی الکتریکی به‌مدت ۴ ساعت در دمای ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (۴۱)، اسیدیته‌ی نمونه‌ها، پس از قرار دادن آن‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر، به‌روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pH متر الکتریکی (۱) و نیتروژن‌کل به‌روش کجلدال (۶)، اندازه‌گیری شد و نسبت C/N از تقسیم درصد نیتروژن کل به درصد کربن‌آلی، محاسبه گردید.

در نهایت، پراکنش نرمال داده‌های مربوط به ویژگی‌های شیمیایی خاک و میزان کربن‌آلی در خاک، به‌وسیله‌ی آزمون کولموگروف–اسمیرنوف، بررسی شد. سپس، از آزمون تجزیه‌ی واریانس بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم‌افزار آماری SAS برای بررسی معنی‌داری در هر یک از کاربری‌ها استفاده گردید و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت. با توجه به تعدد متغیرها، برای تحلیل تغییرپذیری میزان کربن‌آلی، روش تحلیل چند متغیره شامل رگرسیون گام به گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه‌ی ۱۶) به‌کار گرفته شد. به‌طوری‌که متغیرهای شیمیایی مورد بررسی و نوع پوشش‌گیاهی (نوع کاربری)، به‌عنوان متغیرهای مستقل و درصد کربن‌آلی خاک به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. برای تعیین روابط بین میزان کربن‌آلی با سایر متغیرها، از ضریب همبستگی پیرسون برای داده‌های نرمال و از ضریب همبستگی اسپیرمن برای داده‌های غیر نرمال (نوع پوشش گیاهی یا نوع کاربری) استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس تأثیر کاربری‌های مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی مورد بررسی و درصد کربن آلی خاک در جدول (۱) و مقایسه‌ی میانگین آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۳، ضرایب همبستگی میزان کربن‌آلی با متغیرهای شیمیایی خاک و نوع کاربری را نشان می‌دهد. هم‌چنین، نتایج تجزیه‌ی واریانس برخی ویژگی‌های لاشبرگ در زیر پوشش‌های گیاهی مختلف (نوع کاربری) در جدول ۴ و مقایسه‌ی میانگین این ویژگی‌ها در جدول ۵، نشان داده شده است.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

جدول ۱- نتایج تجزیه‌ی واریانس تأثیر کاربری‌های مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی و میزان کربن‌آلی در خاک
Table 1. Analysis of variance of land uses effects on soil chemical properties and soil organic carbon

| منبع تغییر | تکرار | تیمار (کاربری) | خطا | ضریب تغییرات |
|---|---|---|---|---|
| درجه‌ی آزادی | ۲ | ۳ | ۶ | - |
| | | میانگین مربعات | | |
| کربن‌آلی (OC) | ۰/۰۶ ns | ۱/۱۲** | ۰/۰۲ | ۱۸/۱۸ |
| اسیدیته‌ی گل‌اشباع (pH) | ۰/۰۱ ns | ۰/۲۳** | ۰/۰۱ | ۱/۷۳ |
| قابلیت هدایت الکتریکی ($EC_e$) | ۰/۰۲ ns | ۰/۲۲** | ۰/۰۱ | ۹/۱۷ |
| کربنات کلسیم | ۵/۷۴ ns | ۵۲/۱۰* | ۸/۱۹ | ۷/۱۵ |
| نیتروژن‌کل | ۰/۰۰ ns | ۰/۰۵** | ۰/۰۰ | ۸/۷۹ |
| نسبت C/N | ۰/۱۳ ns | ۲/۱۳** | ۰/۰۲ | ۱۱/۸۸ |
| فسفر قابل جذب | ۰/۰۹ ns | ۱/۳۵** | ۰/۱۳ | ۹/۰۵ |
| پتاسیم قابل جذب | ۱۲۳۴/۳۳ ns | ۸۹۴۵/۲۲** | ۴/۵۵ | ۷/۴۱ |
| سدیم محلول | ۰/۰۶ ns | ۰/۶۷* | ۰/۰۸ | ۱۵/۴۷ |
| کلسیم محلول | ۱/۰۲ ns | ۱۸/۲۱** | ۰/۵۳ | ۱۱/۵۱ |
| منیزیم محلول | ۰/۰۲ ns | ۱/۳۷* | ۰/۲۰ | ۱۸/۷۷ |
| کلسیم+منیزیم | ۰/۹۲ ns | ۲۲/۹۰** | ۰/۸۹ | ۱۰/۸۹ |
| نسبت جذب سدیم (SAR) | ۰/۳۰ ns | ۰/۰۷ ns | ۰/۳۰ | ۱۸/۱۶ |

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns: معنی‌دار نیست

با توجه به جدول ۱، مشخص می‌گردد از میان متغیرهای مورد بررسی، تأثیر تیمار (کاربری اراضی) بر درصد کربن‌آلی، اسیدیته (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی ($EC_e$)، نیتروژن کل، نسبت C/N، فسفر و پتاسیم قابل جذب، کلسیم محلول و کلسیم+منیزیم محلول در سطح یک درصد و بر درصد کربنات کلسیم، سدیم و منیزیم محلول در سطح پنج درصد معنی‌دار شده ولی اثر آن بر نسبت جذب سدیم (SAR) معنی‌دار نگردیده است.

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین (±اشتباه معیار) درصد کربن‌آلی و متغیرهای شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف
Table 2. Comparison of the means (±SD) of soil organic carbon and soil chemical properties in different land uses

| ویژگی | آکاسیا | اوکالیپتوس | آتریپلکس | مرتع |
|---|---|---|---|---|
| کربن‌آلی (٪) | ۰/۵۵$^{b}$± ۰/۰۸۵ | ۱/۶۸$^{a}$± ۰/۳۲۳ | ۰/۵۴$^{b}$± ۰/۰۸۵ | ۰/۳۳$^{b}$± ۰/۰۳۸ |
| اسیدیته‌ی گل‌اشباع (pH) | ۶/۵۶$^{ab}$± ۱/۸۵۱ | ۷/۲۵$^{b}$±۰/۰۵۸ | ۷/۸۱$^{a}$±۰/۱۸۱ | ۷/۸۵$^{a}$±۰/۰۲۰ |
| قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m) | ۱/۲۳$^{a}$± ۰/۱۶۲ | ۱/۰۰$^{a}$± ۰/۰۳۵ | ۱/۱۰$^{a}$± ۰/۰۹۷ | ۰/۵۹$^{b}$± ۰/۰۷۶ |
| کربنات کلسیم (٪) | ۴۳/۸۰$^{a}$± ۴/۱۵۸ | ۴۳/۱۷$^{ab}$± ۱/۹۱۴ | ۳۷/۹۳$^{ab}$± ۱/۸۵۰ | ۳۵/۱۷$^{b}$± ۲/۴۳۸ |
| نیتروژن‌کل (٪) | ۰/۴۵$^{b}$± ۰/۰۲۱ | ۰/۶۹$^{a}$± ۰/۰۵۳ | ۰/۶۲$^{a}$± ۰/۰۶۳ | ۰/۷۴$^{a}$± ۰/۰۴۹ |
| نسبت C/N | ۱/۲۳$^{b}$± ۰/۲۴۲ | ۲/۴۱$^{a}$± ۰/۲۷۵ | ۰/۸۹$^{c}$± ۰/۲۳۰ | ۰/۴۴$^{d}$± ۰/۰۷۸ |
| فسفر قابل جذب (mg/kg) | ۴/۸۷$^{a}$± ۰/۴۱۶ | ۳/۴۷$^{b}$± ۰/۴۱۶ | ۳/۵۲$^{b}$± ۰/۲۳۱ | ۴/۳۳$^{ab}$± ۰/۳۰۶ |
| پتاسیم قابل جذب (mg/kg) | ۲۷۴/۶۷$^{b}$± ۱۲/۷۰۲ | ۲۴۸/۰۰$^{bc}$± ۳۱/۱۷۷ | ۳۴۳/۳۳$^{a}$± ۳۵/۷۹۶ | ۲۱۴/۶۷$^{c}$± ۴/۶۱۹ |
| سدیم محلول (me/L) | ۲/۲۲$^{a}$± ۰/۲۰۷ | ۱/۴۸$^{ab}$± ۰/۱۶۱ | ۲/۲۵$^{a}$± ۰/۳۹۴ | ۱/۳۶$^{b}$± ۰/۲۸۲ |
| کلسیم محلول (me/L) | ۸/۹۸$^{a}$± ۱/۱۴۳ | ۷/۲۳$^{ab}$± ۰/۷۷۷ | ۵/۸۳$^{b}$± ۰/۵۶۹ | ۳/۱۵$^{c}$± ۰/۶۰۶ |
| منیزیم محلول (me/L) | ۲/۳۳$^{ab}$± ۰/۲۰۸ | ۲/۲۲$^{ab}$± ۰/۵۳۵ | ۳/۲۷$^{a}$± ۰/۲۸۹ | ۱/۶۳$^{b}$± ۰/۴۴۸ |
| کلسیم+ منیزیم (me/L) | ۱۱/۳۲$^{a}$± ۱/۲۸۷ | ۹/۴۵$^{a}$± ۰/۶۵۰ | ۹/۱۰$^{a}$± ۰/۸۰۰ | ۴/۷۸$^{b}$± ۰/۹۳۱ |
| نسبت جذب سدیم ($me/L^{0.5}$) | ۰/۹۳$^{a}$± ۰/۱۴۲ | ۰/۶۹$^{a}$± ۰/۱۰۱ | ۱/۰۵$^{a}$± ۰/۲۱۰ | ۰/۸۷$^{a}$± ۰/۱۸۷ |

*: در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند ولی میانگین‌های دارای حروف متفاوت، در سطح احتمال ۵ درصد، دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

با توجه به جدول ۲، مشخص می‌گردد پوشش‌های درختی دست‌کاشت آکاسیا و اوکالیپتوس و پوشش‌های بوته‌ای در مرتع دست‌کاشت آتریپلکس و مرتع طبیعی که همگی با پخش‌سیلاب، آبیاری می‌شوند، در طول ۳۵ سال آبیاری سیلابی، تأثیرات متفاوتی بر میزان ذخیره‌ی کربن‌آلی در خاک و سایر ویژگی‌های شیمیایی اندازه‌گیری شده بر جای گذاشته‌اند.

با توجه به جدول ۲، مشخص می‌شود از نظر درصد کربن آلی، کاربری جنگل اوکالیپتوس، با ۱/۶۸ درصد کربن‌آلی دارای بیش‌ترین مقدار و کاربری مرتع با ۰/۳۳ درصد کربن‌آلی دارای کم‌ترین مقدار است، تفاوت آماری درصد کربن‌آلی در کاربری اوکالیپتوس در مقایسه با سایر کاربری‌ها، با آزمون توکی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. از نظر میزان اسیدیته‌ی خاک (pH)، کاربری جنگل اوکالیپتوس با اسیدیته‌ی معادل ۷/۲۵، کم‌ترین مقدار اسیدیته‌ی خاک و کاربری مرتع، با اسیدیته‌ی معادل ۷/۸۵، بیش‌ترین مقدار اسیدیته را به خود اختصاص دادند. از نظر آماری با روش مقایسه‌ی گروهی میانگین‌های توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری میان دو کاربری اوکالیپتوس و آکاسیا مشاهده نشد؛ ولی تفاوت آماری اسیدیته‌ی خاک در کاربری اوکالیپتوس با دو کاربری آتریپلکس و مرتع در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. از نظر میزان شوری ($EC_e$)، خاک کاربری

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

جنگل آکاسیا، با شوری ۱/۲۳ دسی‌زیمنس بر متر، دارای بیش‌ترین شوری و خاک مرتع با شوری ۰/۵۹ دسی‌زیمنس بر متر دارای کم‌ترین شوری بود و تفاوت این دو کاربری از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. از نظر میزان کربنات کلسیم (آهک)، کاربری آکاسیا با ۴۳/۸۰ درصد آهک، دارای بیش‌ترین مقدار و کاربری مرتع با ۳۵/۱۷ درصد آهک، دارای کم‌ترین مقدار بود، ولی از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری میان سه کاربری آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس مشاهده نشد. از نظر میزان نیتروژن کل، کاربری مرتع، با ۰/۷۴ درصد، بیش‌ترین مقدار و کاربری جنگل آکاسیا با ۰/۴۵ درصد، کم‌ترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند، هر چند تفاوت آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد، بین کاربری‌های جنگل اوکالیپتوس، آتریپلکس و مرتع مشاهده نشد. از نظر نسبت C/N، کاربری اوکالیپتوس، با نسبت ۲/۴۱، بیش‌ترین مقدار و کاربری مرتع با نسبت C/N معادل ۰/۴۴، کم‌ترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند و تفاوت آماری این نسبت، در کاربری‌های مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. از نظر میزان فسفر قابل جذب، کاربری آکاسیا با میانگین ۴/۸۷ میلی‌گرم در کیلوگرم دارای بیش‌ترین و کاربری اوکالیپتوس با میانگین ۳/۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم دارای کم‌ترین مقدار فسفر قابل جذب بودند. هرچند تفاوت آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد، بین کاربری‌های جنگل اوکالیپتوس، آتریپلکس و مرتع مشاهده نشد. از نظر میزان پتاسیم قابل استفاده، کاربری آتریپلکس، با میزان پتاسیم معادل ۳۴۳/۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیش‌ترین مقدار و کاربری مرتع با میزان پتاسیم معادل ۲۱۴/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم، کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند، هر چند از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌های آکاسیا و اوکالیپتوس مشاهده نگردید.

از نظر میزان سدیم محلول، کاربری آتریپلکس، با میزان سدیم ۲/۲۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر، بیش‌ترین مقدار و کاربری مرتع با ۱/۳۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر، کم‌ترین مقدار سدیم محلول را به‌خود اختصاص دادند، هر چند از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌های آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس مشاهده نگردید. از نظر میزان کلسیم محلول، کاربری آکاسیا، با میزان کلسیم ۸/۹۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر، بیش‌ترین مقدار و کاربری مرتع با ۳/۱۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر، کم‌ترین مقدار کلسیم محلول را به‌خود اختصاص دادند، هر چند از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌های آکاسیا و اوکالیپتوس مشاهده نگردید. هم‌چنین، میزان کلسیم محلول در دو کاربری اوکالیپتوس و آتریپلکس با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد؛ ولی میزان کلسیم محلول در کاربری‌های آکاسیا، آتریپلکس و مرتع با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نشان دادند.

از نظر میزان منیزیم محلول، کاربری آتریپلکس، با میزان منیزیم ۳/۲۷ میلی‌اکی‌والان در لیتر، بیش‌ترین مقدار و کاربری مرتع با ۱/۶۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر، کم‌ترین مقدار منیزیم محلول را به‌خود اختصاص دادند؛ هر چند از نظر آماری، با آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌های آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس مشاهده نگردید؛ ولی تفاوت آماری میزان منیزیم محلول در دو کاربری آتریپلکس و مرتع معنی‌دار شد. از نظر مجموع کلسیم و منیزیم محلول (کلسیم+منیزیم)، کاربری اوکالیپتوس، با میزان ۱۱/۳۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر، دارای بیش‌ترین مقدار کلسیم+منیزیم محلول و کاربری مرتع با ۴/۷۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر دارای کم‌ترین مقدار بودند. هم‌چنین، تفاوت آماری سه کاربری آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس با یکدیگر معنی‌دار نشد؛ ولی تفاوت آماری این سه کاربری با کاربری مرتع، معنی‌دار گردید. شایان ذکر است از نظر نسبت جذب سدیم (SAR)، هیچ‌گونه تفاوت آماری بین کاربری‌های مختلف مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین میزان کربن‌آلی با متغیرهای شیمیایی خاک

Table 3. Correlation Pearson coefficients of soil organic carbon with soil chemical parameters

| | LU | pH | $EC_e$ | TNV | OC | TN | C/N | K | P | Ca | Mg | Ca+Mg | Na | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LU | ۰/۵۳۶ | | | | | | | | | | | | | |
| pH | -۰/۸۰۳** | -۰/۳۴۷ | | | | | | | | | | | | |
| $EC_e$ | -۰/۸۱۹** | -۰/۱۳۳ | ۰/۵۶۰ | | | | | | | | | | | |
| TNV | -۰/۳۶۶ | -۰/۱۴۰ | ۰/۲۰۸ | ۰/۴۷۲ | | | | | | | | | | |
| OC | ۰/۷۶۸** | ۰/۴۵۶ | -۰/۷۶۵** | -۰/۵۷۹* | ۰/۲۰۵ | | | | | | | | | |
| TN | -۰/۵۷۶ | -۰/۲۹۱ | ۰/۳۸۱ | ۰/۶۳۷* | ۰/۹۶۳** | -۰/۰۵۳ | | | | | | | | |
| C/N | -۰/۱۸۴ | -۰/۰۱۳ | ۰/۶۶۶* | -۰/۰۰۳ | -۰/۰۴۷ | -۰/۳۹۵ | ۰/۰۱۴ | | | | | | | |
| K | -۰/۲۶۴ | -۰/۳۴۴ | ۰/۱۱۲ | -۰/۰۵۲ | -۰/۴۸۶ | -۰/۴۵۲ | -۰/۳۷۲ | -۰/۲۰۷ | | | | | | |
| P | -۰/۹۴۶** | -۰/۴۱۶ | ۰/۹۰۷** | ۰/۷۱۸** | ۰/۳۸۳ | -۰/۷۱۹** | ۰/۵۵۹ | ۰/۲۶۴ | ۰/۲۵۵ | | | | | |
| Ca | -۰/۱۷۶ | ۰/۱۱۶ | ۰/۶۲۱* | ۰/۱۲۵ | -۰/۰۶۵ | -۰/۳۹۸ | ۰/۰۱۰ | ۰/۷۵۶** | -۰/۳۱۹ | ۰/۲۹۹ | | | | |
| Mg | -۰/۸۸۷** | -۰/۳۳۹ | ۰/۹۷۰** | ۰/۶۷۱* | ۰/۳۲۳ | -۰/۷۴۴** | ۰/۴۹۹ | ۰/۵۲۴ | ۰/۱۴۲ | ۰/۹۶۷** | ۰/۵۳۱ | | | |
| Ca+Mg | -۰/۴۳۴ | -۰/۱۷۳ | ۰/۶۶۷* | ۰/۲۸۹ | -۰/۲۷۷ | -۰/۷۸۹** | -۰/۰۸۳ | ۰/۷۰۳* | ۰/۲۰۱ | ۰/۴۷۱ | ۰/۶۷۳* | ۰/۵۹۷* | | |
| Na | ۰/۱۰۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۳۰۷ | -۰/۱۸۰ | -۰/۵۵۶ | -۰/۴۴۷ | -۰/۴۷۱ | ۰/۵۰۳ | ۰/۲۶۲ | ۰/۷۸۰ | ۰/۵۱۱ | ۰/۱۳۷ | ۰/۶۶۱* | |
| SAR | | | | | | | | | | | | | | |

LU: نوع کاربری یا نوع پوشش گیاهی؛ **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد و *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد

نتایج مندرج در جدول ۳، نشان می‌دهد که بین پوشش‌های گیاهی و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک، میزان کربنات کلسیم، کلسیم محلول و کلسیم+منیزیم محلول خاک، همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد و بین قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک و نیتروژن‌کل، همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد و با کلسیم محلول و کلسیم+منیزیم محلول همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد و با پتاسیم، منیزیم و سدیم محلول، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود دارد. به‌علاوه، کربنات کلسیم با کلسیم محلول، همبستگی

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد و با نسبت C/N و کلسیم+منیزیم محلول، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح پنج درصد و با نیتروژن کل، همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح پنج درصد دارد.

هم‌چنین، بین کربن‌آلی خاک و نسبت C/N، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده می‌شود. نیتروژن‌کل با کلسیم، کلسیم+منیزیم و سدیم محلول خاک، دارای همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد است. پتاسیم محلول با منیزیم محلول و سدیم محلول، دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد می‌باشد. کلسیم محلول با کلسیم+منیزیم محلول، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد دارد. منیزیم محلول، با سدیم محلول در سطح پنج درصد، دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار است. کلسیم+منیزیم محلول، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح پنج درصد با سدیم محلول دارد و همبستگی سدیم محلول با SAR، مثبت و در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است.

جدول ۴- نتایج تجزیه‌ی واریانس تأثیر نوع پوشش‌گیاهی بر ویژگی‌های مختلف لاشبرگ
Table 4. Analysis of variance of vegetation cover effects on litter properties

| منبع تغییر | تکرار | تیمار (نوع پوشش گیاهی) | خطا | ضریب تغییرات |
|---|---|---|---|---|
| درجه‌ی آزادی | ۲ | ۳ | ۶ | - |
| | | میانگین مربعات | | |
| درصد رطوبت (MC) | ۴/۱۶ ns | ۱۷/۰۰** | ۰/۹۲ | ۱۶/۴۴ |
| اسیدیته (pH) | ۰/۰۸ ns | ۱/۳۲ ** | ۰/۰۸ | ۴/۰۰ |
| درصد کربن‌آلی (OC) | ۲۸/۰۸ ns | ۵۶۳/۶۴** | ۳۳/۳۰ | ۱۶/۰۷ |
| درصد نیتروژن‌کل (TN) | ۰/۰۰۵ ns | ۰/۰۳۹* | ۰/۰۰۵ | ۱۲/۰۷ |
| نسبت C/N | ۳۶/۶۰ ns | ۱۱۲۷/۵۰** | ۶۴/۱۴ | ۱۲/۸۳ |

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns: معنی‌دار نیست

بر اساس جدول ۴، تأثیر نوع پوشش‌گیاهی، بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده لاشبرگ شامل درصد رطوبت، اسیدیته، درصد کربن‌آلی، درصد نیتروژن‌کل و نسبت C/N در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

جدول ۵- نتایج مقایسه‌ی میانگین (±اشتباه معیار) ویژگی‌های مختلف لاشبرگ در پوشش‌های گیاهی مختلف
Table 5. Comparison of the means (±SD) of litter properties in different vegetation covers

| ویژگی | کاربری | | | |
|---|---|---|---|---|
| | آکاسیا | اوکالیپتوس | آتریپلکس | مرتع |
| درصد رطوبت (MC) | ۶/۲۶$^{a}$± ۱/۱۲ | ۷/۱۹$^{a}$± ۱/۵۳ | ۶/۷۱$^{a}$± ۱/۷۸ | ۲/۴۱$^{b}$± ۰/۳۰ |
| اسیدیته (pH) | ۶/۵۸$^{bc}$± ۰/۳۶ | ۶/۱۶$^{c}$± ۰/۳۵ | ۷/۶۹$^{a}$± ۰/۱۸ | ۷/۱۲$^{ab}$± ۰/۱۳ |
| درصد کربن‌آلی (OC) | ۲۴/۶۷$^{b}$± ۰/۵۷ | ۲۳/۶۷$^{b}$± ۳/۵۱ | ۴۵/۳۳$^{a}$± ۵/۸۵ | ۵۰/۰۰$^{a}$± ۹/۰۰ |
| درصد نیتروژن‌کل (TN) | ۰/۶۳$^{ab}$± ۰/۱۲ | ۰/۴۴$^{b}$± ۰/۰۲ | ۰/۵۷$^{ab}$± ۰/۰۳ | ۰/۷۰$^{a}$± ۰/۰۴ |
| نسبت C/N | ۳۹/۸۳$^{c}$± ۶/۸۳ | ۵۴/۳۰$^{bc}$± ۸/۶۰ | ۸۴/۰۳$^{a}$± ۹/۹۹ | ۷۱/۶۰$^{ab}$± ۱/۵۱ |

*: در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند ولی میانگین‌های دارای حروف متفاوت، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند

بر اساس جدول مقایسه‌ی میانگین ویژگی‌های لاشبرگ در زیر پوشش‌های گیاهی بررسی شده (جدول ۵)، مشخص می‌شود از نظر درصد رطوبت، لاشبرگ موجود در زیر پوشش گیاهی اوکالیپتوس، با میزان ۷/۱۹ درصد، دارای بیش‌ترین مقدار و لاشبرگ موجود در زیر پوشش گیاهان مرتعی با ۲/۴۱ درصد، کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند.

از نظر اسیدیته (pH)، لاشبرگ موجود در زیر پوشش‌گیاهی اوکالیپتوس، با مقدار ۶/۱۶ دارای کم‌ترین مقدار و لاشبرگ موجود در زیر پوشش گیاهان مرتعی با مقدار ۷/۱۲، بیش‌ترین مقدار را داشته‌اند.

از نظر کربن آلی، لاشبرگ موجود در زیر پوشش گیاهان مرتعی، با میزان ۵۰/۰ درصد کربن‌آلی، دارای بیش‌ترین مقدار و لاشبرگ موجود در زیر پوشش جنگل دست‌کاشت اوکالیپتوس، با ۲۳/۶۷ درصد، کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند.

از نظر درصد نیتروژن‌کل، لاشبرگ موجود در زیر پوشش گیاهان مرتعی، با میزان ۰/۷۰ درصد دارای بیش‌ترین مقدار و لاشبرگ موجود در زیر پوشش درختان اوکالیپتوس، با ۰/۴۴ درصد، کم‌ترین مقدار را نشان داده‌اند.

از نظر نسبت C/N، لاشبرگ موجود در زیر پوشش‌گیاهی آتریپلکس، با میزان ۸۴/۰۳ دارای بیش‌ترین مقدار و لاشبرگ موجود در زیر پوشش جنگل دست‌کاشت آکاسیا با ۳۹/۸۳، کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند.

در تأیید نتایج پژوهش حاضر، پژوهش‌های زیادی نشان داده است که نوع پوشش گیاهی می‌تواند تغییرات مثبت یا منفی در ویژگی‌های خاک به‌وجود آورد (۴۸) که عمده‌ی این تغییرات ناشی از کیفیت و کمیت مواد آلی ورودی به خاک از طریق لاشبرگ‌ها و ترشحات ریشه‌ای است (۵۳).

از آنجا که هرگونه تغییر در رژیم رطوبتی خاک می‌تواند به شدت بر چرخه‌ی مواد غذایی و حاصلخیزی خاک تأثیر بگذارد، افزایش میزان پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم در خاک عرصه‌های پخش‌سیلاب، نشان‌دهنده‌ی این است که تأمین آب، شرایط بهتری برای رشد ریشه‌ی گیاهان فراهم کرده و ریشه می‌تواند فسفر را از افق‌های پایین‌تر خاک به اندام‌های هوایی منتقل کند (۵۶).

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

براساس یافته‌های سررشته‌داری (۴۶)، ممکن است فسفر از طریق مواد معلق موجود در سیلاب هم به خاک اضافه شود. نتایج پژوهش‌های مهدوی و همکاران (۲۶) و مسلمی (۳۰) نیز نشان داد که در عرصه‌های پخش‌سیلاب، درصد رطوبت اشباع خاک، درصد کربن‌آلی، نیتروژن‌کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده افزایش معنی‌دار داشته است.

افزایش میزان سدیم محلول و به‌دنبال آن، افزایش نسبت جذب سدیم در خاک می‌تواند ناشی از انتقال املاح محلول از طریق سیلاب ورودی به عرصه‌ها باشد. زهتابیان و رحیم‌زاده (۵۷) با بررسی تأثیر پخش‌سیلاب بر خاک‌های دشت موسیان استان ایلام، نشان دادند که در خاک‌های مناطق پخش سیلاب، درصد سدیم و نسبت جذب سطحی سدیم در مقایسه با مناطق شاهد، افزایش یافته است. مسلمی (۳۰) با بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک ناشی از پخش‌سیلاب در دشت هشتبندی بندرعباس گزارش کردند که در عرصه‌های پخش سیلاب، میزان کربن‌آلی، قابلیت هدایت الکتریکی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده در سطح یک درصد افزایش معنی‌داری نشان دادند.

همبستگی مثبت و معنی‌دار میزان کربن‌آلی در خاک با نسبت C/N، به این معنی است که با افزایش نسبت C/N، سرعت تجزیه‌ی مواد آلی کاهش یافته و در نتیجه، میزان کربن‌آلی در خاک افزایش می‌یابد. در همین راستا، آزادی و همکاران (۲) با بررسی همبستگی ترسیب کربن با ویژگی‌های خاک زیر پوشش توده‌های دست‌کاشت سوزنی‌برگ و پهن‌برگ؛ پاتو و همکاران (۳۷) با بررسی ارتباط بین میزان ذخیره‌ی کربن در خاک با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در چهار کاربری بکر، حفاظتی، بهره‌برداری و باغی در منطقه‌ی زاگرس؛ و هی و همکاران (۱۵) با بررسی ویژگی‌های شیمیایی مؤثر بر میزان کربن‌آلی خاک مانند: فسفر مؤثر، پتاسیم قابل استفاده سریع، نیتروژن‌کل، فسفر کل، پتاسیم کل و نسبت C/N خاک، نتایج مشابهی را برای خاک‌های منطقه‌ی گوئیژو در چین، گزارش کردند.

همبستگی مثبت و معنی‌دار نوع پوشش‌گیاهی (کاربری) با نیتروژن‌کل، با نتایج نوبخت و همکاران (۳۲) و زرافشار و همکاران (۵۶) هماهنگی دارد. نتایج پژوهش‌های بادەیان (۴)، پولادی و همکاران (۳۹)، دیناکاران و کریشنایا (۱۰)، سلوراج و همکاران (۴۸) و یانگ و همکاران (۵۳) نیز نشان داد که نوع پوشش گیاهی و کاربری اراضی، تأثیر معنی‌داری بر میزان ذخیره‌ی کربن‌آلی در خاک دارد و بین میزان کربن‌آلی خاک با درصد پوشش‌گیاهی و زی‌توده آن، رابطه‌ای مثبت وجود دارد. در اثر پخش‌سیلاب، محیط مناسبی برای رشد گیاهان، ایجاد شده زیرا این محیط، حاوی عناصر غذایی بیش‌تری (از جمله اضافه شدن یون‌های نیترات و آمونیوم از طریق سیلاب ورودی) بوده و دارای ظرفیت نگهداری آب بیش‌تری می‌باشد که به تکثیر خودبه‌خودی پوشش‌گیاهی موجود و گونه‌های مهاجم کمک می‌کند (۲۲،۵۴).

تفاوت مقدار کربن‌آلی در خاک زیر پوشش گونه‌های مختلف درختی آکاسیا و اوکالیپتوس، و گونه‌های بوته‌ای آتریپلکس، سیاه‌گینه، گل‌آفتابی و درمنه می‌تواند ناشی عوامل مختلفی از جمله نوع لاشبرگ تولیدی، مقدار لاشبرگ، سرعت تجزیه‌ی لاشبرگ (جدول ۵)، مقدار لیگنین موجود در بافت آن‌ها و نحوه‌ی توسعه‌ی ریشه‌ها باشد، همان‌طور که سیز و همکاران (۴۴) و اوئبا و همکاران (۳۳) نیز به این تفاوت‌ها اشاره کرده‌اند. در کاربری آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس متناسب با افزایش میزان کربن آلی خاک، میزان نیتروژن کل افزایش و اسیدیته‌ی خاک کاهش یافت. از آنجا که یکی از راه‌های اصلی افزایش نیتروژن خاک، تجزیه‌ی مواد آلی موجود در خاک است، بخشی از افزایش میزان نیتروژن در این کاربری‌ها را می‌توان به افزایش میزان مواد آلی در آن‌ها نسبت داد (۸،۵۲). علت این که خاک عرصه‌های بررسی شده، دارای مقادیر بالای نیتروژن کل است به سازند آغاجاری نسبت داده می‌شود. دشت گربایگان از این سازند تشکیل شده و ماسه‌سنگ این سازند، حاوی غلظت‌های غیرطبیعی بالای $NO_3^-$ و $NH_4^+$ است. بنابراین، فرض بر این است که بخشی از نیتروژن زمین شناختی، در آب حل شده و از طریق سیلاب به عرصه‌های پخش‌سیلاب وارد می‌شود (۵۴). پژوهشگران دریافتند که عرصه‌های پخش‌سیلاب در دشت گربایگان فسا، سالانه به‌ترتیب حدود ۹۰ و ۶۸ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن آمونیومی و نیتروژن نیتراتی از طریق پخش‌سیلاب، دریافت می‌کنند (۵۴).

تجزیه‌ی مواد آلی منجر به تولید اسیدهای آلی شده، بنابراین همان‌طور که هونگ و همکاران (۱۷) هم اظهار کرده‌اند، منجر به کاهش pH خاک شده است. هر چند به‌دلیل وجود مقادیر زیاد کربنات کلسیم در خاک و ایجاد شرایط بافری، تغییرات pH چشمگیر نبوده است.

در همین راستا، قاسمی و همکاران (۱۳) و پادیاب و همکاران (۳۵) نشان دادند که پخش‌سیلاب باعث کاهش pH خاک شد. نتایج پژوهش صیاد و همکاران (۴۷) بر ویژگی‌های خاک در جنگل‌های دست‌کاشت صنوبر خالص و آمیخته با توسکای ییلاقی نشان داد که بیش‌ترین مقدار نیتروژن، نسبت C/N، ماده‌ی آلی و قابلیت هدایت الکتریکی در عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری خاک جنگل دست‌کاشت با گونه‌ی صنوبر آمیخته با توسکای ییلاقی بوده است.

همبستگی میزان کربن‌آلی در خاک با نسبت C/N، مثبت و معنی‌دار شد، که با نتایج آزادی و همکاران (۲) و نوبخت و همکاران (۳۲) در یک راستا قرار دارد. نتایج پژوهش آزادی و همکاران (۲) نشان داد که میزان ذخیره‌ی کربن در خاک با نسبت C/N، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد دارد.

برای تعیین مناسب‌ترین مدل، از روش رگرسیون گام به گام استفاده گردید و رابطه‌ی خطی (۲) با ضریب تبیین ۹۹/۷ درصد که در سطح یک درصد معنی‌دار است، به‌دست آمد:

رابطه (۲)

$$Y\ (\%OC) = -1.286 + 0.685\ C/N + 1.557\ N + 0.228\ EC \qquad R^2=۹۹/۷\%^{**}$$

بر اساس این مدل، متغیرهای نسبت C/N، نیتروژن‌کل و قابلیت هدایت الکتریکی خاک، بیش‌ترین تأثیر را در ذخیره‌ی کرین‌آلی خاک دارند، به‌طوری‌که این سه عامل، ۹۹/۷ درصد از تغییرات کربن‌آلی خاک را توجیه می‌کنند.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

با توجه به ضرایب استاندارد شده در این معادله، به‌ازای افزایش هر واحد نسبت C/N، مقدار ۰/۹۳۹ واحد و به‌ازای افزایش هر واحد نیتروژن‌کل، مقدار ۰/۳۳۸ واحد و با افزایش هر واحد EC، مقدار ۰/۱۰۹ واحد به میزان کربن‌آلی افزوده می‌شود.

هر چه نسبت C/N مواد آلی بیش‌تر باشد سرعت تجزیه‌ی میکروبی این مواد کاهش یافته و به مقدار بیش‌تری در خاک تجمع می‌یابند. از طرف دیگر، افزایش نیتروژن خاک چه از طریق سیلاب ورودی به عرصه‌ها و چه از طریق تجزیه‌ی بقایای گیاهی، می‌تواند نیتروژن مورد نیاز برای رشد گیاهان را تأمین کرده و باعث افزایش میزان زی‌توده‌ی آن‌ها شده، برگشت بقایا را به خاک افزایش داده و سرانجام، باعث افزایش کربن‌آلی خاک شود. علاوه بر این، با زیاد شدن قابلیت هدایت الکتریکی خاک (شوری خاک)، رشد و فعالیت ریزجانداران تجزیه کننده مواد آلی، کاهش یافته و این امر، باعث تجمع بیش‌تر مواد آلی در خاک می‌شود.

نتیجه‌ی رگرسیون گام به گام در پژوهش انجام شده توسط نوبخت و همکاران (۳۲) نشان داد که درصد نیتروژن و نسبت C/N به‌ترتیب از مهم‌ترین اجزای تأثیرگذار بر مقدار کربن‌آلی خاک در توده‌های بررسی شده هستند (۳۲).

کمالی و صادقی‌پور (۱۹) با بررسی عوامل محیطی مؤثر بر ذخیره‌ی کربن در خاک، نتیجه گرفتند که قابلیت هدایت الکتریکی، درصد شن، لای (سیلت) و رس، در مجموع، ۹۷/۸۴ درصد از تغییرات ذخیره‌ی کربن‌آلی خاک را توجیه می‌کنند.

همبستگی مثبت و معنی‌دار میزان کربن‌آلی در خاک با نیتروژن‌کل، در راستای نتایج نوبخت و همکاران (۳۲)، ورامش و همکاران (۵۱) و سیز و همکاران (۴۴) بود.

در پژوهش انجام شده به‌وسیله‌ی ورامش و همکاران (۵۱) مشخص شد که درصد رس و نیتروژن به‌ترتیب از مهم‌ترین اجزای تأثیرگذار بر مقدار کربن‌آلی خاک هستند. نتایج پژوهش سیز و همکاران (۴۴) نشان داد که ذخیره‌ی کربن آلی با مقدار نیتروژن و فسفر کل در خاک همبستگی داشت.

همبستگی مثبت و معنی‌دار میزان کربن‌آلی در خاک با قابلیت هدایت الکتریکی خاک، با نتایج پژوهش کمالی و صادقی‌پور (۱۹) هم‌راستا ولی با نتایج پژوهش‌های کاشی زنوزی و همکاران (۲۰) و شیدای‌کرکج و همکاران (۴۹) متناقض است. ویژگی‌ها و ذخایر عناصر غذایی در خاک به شدت به نوع پوشش‌گیاهی وابسته است (۱۷). پژوهش محمدی‌سمانی و همکاران (۲۹) در خصوص تأثیر انواع درختان جنگلی زاگرس در مریوان، بر ویژگی‌های شیمیایی خاک، نشان داد که این درختان، عامل تغییر بسیاری از ویژگی‌های خاک، به‌ویژه ویژگی‌های تغذیه‌ای آن هستند. به‌طوری‌که میزان مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل استفاده، ظرفیت تبادل کاتیونی، کلسیم قابل تبادل و مقدار پتاسیم، در خاک زیر پوشش انواع درختان جنگلی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربری‌های مختلف از جمله جنگل‌کاری با گونه‌های آکاسیا و اوکالیپتوس، اثر یکسانی بر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک نداشته و میزان اثرگذاری گونه‌های مرتعی نیز متفاوت است. علاوه بر این، با اجرای عملیات پخش‌سیلاب در دشت گربایگان فسا طی ۳۵ سال گذشته، تغییرات زیادی در میزان کربن‌آلی، اسیدیته (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی ($EC_e$)، نیتروژن کل، نسبت C/N، فسفر و پتاسیم قابل جذب، کلسیم محلول، کلسیم+منیزیم محلول، درصد کربنات کلسیم، سدیم و منیزیم محلول در خاک، ایجاد شده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که عملیات پخش‌سیلاب، به‌دلیل رسوب‌گذاری بر روی آبرفت‌های درشت‌دانه و استقرار و رشد گیاهان مختلف، باعث شده میزان کربن‌آلی خاک، افزایش یابد. در مقایسه با سایر پوشش‌های گیاهی، جنگل‌کاری با اوکالیپتوس به‌علت تاج پوشش بزرگ‌تر، دارای تولید اولیه خالص بالا (NPP) است. ریزش بقایای فراوان و تجمع این بقایا بر روی سطح خاک و تجزیه‌ی تدریجی آن‌ها به‌وسیله‌ی ریزجانداران، باعث افزایش کربن‌آلی خاک شده است. بنابراین، می‌توان با انتخاب دقیق گونه‌های درختی، ظرفیت ذخیره‌ی کربن در خاک زیر پوشش گونه‌ها را افزایش داده و از طریق جذب بیش‌تر دی‌اکسیدکربن موجود در هوا، پیامدهای ناشی از گرم‌شدن زمین و تغییرات آب و هوا را کاهش داد.

با توجه به مناسب بودن قابلیت هدایت الکتریکی سیلاب ورودی و خاک، کاشت گونه‌های درختی تند رشد مانند انواع صنوبر، به‌منظور تجارت چوب و تولید کاغذ، کاشت مخلوط گونه‌های درختی پهن‌برگ و سوزنی‌برگ بومی و یا سازگار با آب و هوای منطقه، نیز با هدف افزایش میزان ذخیره‌ی کربن در خاک و اصلاح سایر ویژگی‌های خاک پیشنهاد می‌شود. برای افزایش بیش‌تر جذب آب و مواد غذایی از جمله فسفر و عناصر کم‌مصرف، و افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی، تلقیح نهال‌های مورد استفاده برای کاشت در عرصه‌های پخش‌سیلاب با قارچ‌های میکوریز بومی، ضرورت دارد. هم‌چنین، کاشت گونه‌های بوته‌ای برای بهبود وضعیت تاج پوشش در مراتع از طریق تقویت پوشش گیاهی و تولید علوفه، مدیریت چرای دام، جلوگیری از تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی کم بازده به‌منظور جلوگیری از هدررفت کربن‌آلی خاک، از طریق انواع فرسایش آبی و بادی، افزایش ظرفیت ذخیره‌ی کربن و افزایش کیفیت خاک و بهبود حاصل‌خیزی آن پیشنهاد می‌گردد.

## تشکر و قدردانی

این اثر برگرفته از بخشی نتایج پروژه‌ی تحقیقاتی مستقل و خاص، با عنوان "تعیین عوامل مؤثر بر ذخیره‌ی کربن‌آلی در خاک عرصه‌های پخش سیلاب و عرصه‌های بدون پخش سیلاب ایستگاه کوثر"، مصوب در پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری است. به‌همین دلیل، نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی این پژوهشکده و هم‌چنین، مدیریت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و راهنمایی‌های ارزشمند جناب آقای دکتر کوثر، نهایت تشکر و قدردانی خود را اعلام نمایند.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

## منابع

1. Ali Ahyaei, M. and A. Behbahanizadeh. 1993. Description of soil chemical analysis methods, Vol. I, Publication No. 893 (In Persian).
2. Azadi, A., S.M. Hojati, H. Jalilvand and H. Naghavi. 2014. Investigation on soil carbon sequestration and understory biodiversity of hard wood and soft wood plantations of Khoramabad city (Makhamalkoh site). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(4): 702-715 (In Persian).
3. Babaei Kafaki, S., A. Khademi and A.A. Mataji. 2009. Relationship between leaf area index and physiographical and edaphical condition in a Quercus macranthera stand (case study: Andebil's forest, Khalkhal). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(2): 280-289 (In Persian).
4. Badeian, Z. 2006. Relation between carbon stock and pH in the organic and mineral soil layers of a mixed forest of beech. A master thesis in faculty of natural forest, Tehran University, 69 p (In Persian).
5. Barancikova, G., J. Halas, M. Guttekova, J. Makovnikova, M. Navakova, R. Skalsky and Z. Tarasovicova. 2010. Application of Roth C model to predict soil organic carbon stock on agricultural soils of Slovakia. Soil and Water Research, 5(1): 1-9.
6. Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 595-624 pp.
7. Cleveland, C.C., A.R. Townsend and S.K. Schmidt. 2002. Phosphorus limitation of microbial processes in moist tropical forests: Evidence from short-term laboratory incubations and field studies. Ecosystems, 5: 680-691.
8. Deibert, E.J. and R.A. Utter. 2002. Edible dry bean plant growth and NPK uptake in response to different residue management systems. Community of Soil Science of Plant Analysis, 33: 1959-1974.
9. Dignac, M.F., I. Kogel-Knabner, K. Michel, E. Matzner and H. Knicker. 2002. Chemistry of soil organic matter as related to C: N in Norway spruce forest (*Picea abies* (L.) Karst.) Floors and mineral soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 165: 281-289.
10. Dinakaran, J. and N.S.R. Krishnayya. 2008. Variations in type of vegetal cover and heterogeneity of soil organic carbon in affecting sink capacity of tropical soils. Current Science, 94(9): 1144-1150.
11. Doran, J.W. and T.B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF, Stewart BA, eds. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Madison: Soil Science Society of America Journal, 35: 3-21.
12. Ghahari, G.R. 2019. Vegetation monitoring of Kowsar research aquifer management station. Annual report of research project, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 55 p (In Persian).
13. Ghasemi, A., H.E. Hydari, F. Fakhri, D. Azadfar and S.M. Sadeghi. 2009. Evaluation of the effect of flood spreading on some arid zone plant species with respect to physico-chemical properties of desert soils (A case study, Bushehr Province). Iranian Journal of Range and Desert Research, 16(3): 362-374 (In Persian).
14. Gijsman, A.J., A. Oberson, H. Tiessen and D.K. Friesen. 1996. Limited applicability of the CENTURY model to highly weathered tropical soils. Agronomy Journal, 88: 894-903.
15. He, G., Z. Zhang, J. Zhang and X. Huang. 2020. Soil Organic Carbon Dynamics and Driving Factors in Typical Cultivated Land on the Karst Plateau. Int. J. Environ. Res. Public Health, 17: 5697-5710.
16. Homer, C.D. and P.F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. University of California, Agricultural Sciences Press, Berkeley, 309 pp.
17. Hong, S., P. Gan and A. Chen. 2019. Environmental controls on soil pH in planted forest and its response to nitrogen deposition. Environmental Research, 172: 159-165.
18. Jafari, M., M.A. Zare Chahouki, A. Tavili and A. Kouhandel. 2007. Soil-vegetation relationships in rangelands of Qom Province. Pajouhesh-va-Sazandegi, 19(3): 110-116 (In Persian).
19. Kamali, N. and A. Sadeghipour. 2018. Investigation of the effect of some environmental factors on soil carbon storage (Case study: Hashtgerd Alborz). Procceding of 7th National Conference on Rangeland and Rangeland Management of Iran, 9-10 May 2018 (In Persian).
20. Kashi Zenouzi, L., S. Banej Shafiee and A.A. Jafari. 2016. Investigating the effect of some environmental factors on organic carbon in Zilber Chay watershed. Journal of Water and Soil Sciences, 20(76): 207-218 (In Persian).
21. Kemmitt, S.J, D. Wright, K.W.T. Goulding and D.L. Jones. 2006. PH regulation of carbon and nitrogen dynamics in two agricultural soils. Soil Biology and Biochemistry, 38(5): 898-911.
22. Kowsar, S.A. 1992. Desertification control through floodwater spreading in Iran. Unasylva, 168(43): 27-30.
23. Lashanizand, M., Y. Parvizi, L. Ebrahimi, B. Masoudi and B. Rafiee. 2016. Comparison of carbon sequestration resulting from biological operations in Rimele and Abkandari catchments. Iranian Journal of Range and Desert Research, 23(2): 219-230 (In Persian).
24. Liu, J., P. Jiang, H. Wang, G. Zhou, J. Wu, F. Yang and X. Qian. 2011. Seasonal soil $CO_2$ efflux dynamics after land use change from a natural forest to Moso bamboo plantations in subtropical China. Forest Ecology Management, 262(6): 1131-1137.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

25. Lourenço, A. and H. Pereira. 2017. Compositional Variability of Lignin in Biomass. A Chapter in Lignin-Trends and Applications. IntechOpen.
26. Mahdavi, S.Kh., A. Azaryan, M.R. Javadi and J. Mahmoudi. 2016. Effects of flood spreading on some physic-chemical properties and soil fertility, Case study: Band-E Alikhan area, Varamin. Journal of Rangeland, 10(5): 68-81 (In Persian).
27. Melillo, J.M., J.D. Aber and J.F. Muratore. 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology, 63: 621-626.
28. Minasny, B., B.P. Malone, A.B. McBratney, D.A. Angers, D. Arrouays, A. Chambers, V. Chaplot, Z.S. Chen, K. Cheng, B.S. Das, D.J. Field, A. Gimona, C.B. Hedley, S.Y. Hong, B. Mandal, B.P. Marchant, M. Martin, B.G. McConkey, V.L. Mulder, S. O'Rourke, A.C. Richer-de-Forges, I. Odeh, J. Padarian, K. Paustian, G. Pan, L. Poggio, I. Savin, V. Stolbovoy, U. Stockmann, Y. Sulaeman, C.C. Tsui, T.G. Vågen, B. van Wesemael and L. Winowiecki. 2017. Soil carbon 4 per millennium. Geoderma, 292: 59-86.
29. Mohammadi Samani, K., H. Jalilvand, A. Salehi, M. Shahabi and A. Galij. 2006. Investigation of the relationship between some soil chemical properties and several tree types of Zagros Forests (Case study of Marivan), Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14: 148-158 (In Persian).
30. Moslemi, H. 2018. Impact assessment of flood spreading project on some physicochemical properties and soil fertility, case study: Tigh Syah-Hashtbandi floodwater spreading in the Hormozgan Province. Journal of Watershed Engineering and Management, 10(1): 71-80 (In Persian).
31. Nelson, D.W. and L.P. Sommers. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter, p 539-579. In: Page, A.L. (ed.), *Methods of Soil Analysis*: Part 2, Agronomy Handbook No 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.
32. Nobakht, A.A., M.R. Pourmajidian, S.M. Hojjati and A. Fallah. 2011. A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood monocultures (Case study: Dehmian forest management plan, Mazindaran). Iranian Journal of Forest, 3(1): 13-23 (In Persian).
33. Oeba, V.O., S.C.J. Otor, J.B. Kung'u, M.N. Muchiri and L. Mahamane. 2018. Soil Carbon Sequestration Differentials among Key Forest Plantation Species in Kenya: Promising Opportunities for Sustainable Development Mechanism. Agriculture, Forestry and Fisheries, 7(3): 65-74.
34. Olsson, B.A., K. Hansson, T. Persson, E. Beuker and H.S. Helmisaari. 2012. Heterotrophic respiration and nitrogen mineralisation in soils of Norway spruce, Scots pine and silver birch stands in contrasting climates. For Ecolology Management, 269: 197-205.
35. Padyab, M., S. Feyznia and A. Shafie. 2013. Assessment of the effects of floodwater spreading on soil fertility (Case study: Gachsaran floodwater spreading station). Iranian Journal of Range and Desert Research, 20(1): 161-171 (In Persian).
36. Parvizi, Y., M. Gorji, M. Mahdian and M. Omid. 2010. Sensitivity analysis for determining priority of factors controlling SOC content in semiarid condition of west of Iran. World Academy of Science, Engineering and Technology, 71: 927-931.
37. Pato, M., A. Salehi, GH. Zahedi Amiri and A. Banj Shafiei. 2017. Soil carbon stock and its relationship with physical and chemical characteristics in soil of different land-use in Zagros region. Journal of Forest and Wood Products (JFWP) Iranian Journal of Natural Resources, 69(4): 747-756 (In Persian).
38. Poeplau, C., A. Don, L. Vesterdal, J. Leifeld, B. Van Wesemael, J. Schumacher and A. Gensior. 2011. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone carbon response functions as a model approach. Global Change Biology, 17(7): 2415-2427.
39. Puladi, N., M.A. Delavar, A. Golchin and A. Mosavi Koper. 2013. Effect of alder and popular plantation on soil quality and carbon sequestration (a case study: Safrabasteh Popular Experimental Station). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(2): 286-299 (In Persian).
40. Rahmani, R. and H. Zare Mayvan. 2003. Diversity and social structure of soil invertebrates (earthworms, other insects and larvae) in beech, hornbeam and oak-hornbeam forest types. Journal of Iranian Natural Resources, 56(4): 425-436 (In Persian).
41. Rice, C.W. 2000. Soil organic C and N in rangeland soils under elevation $CO_2$ and land management. Proceedings of the Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements and Monitoring Conference, October 3-5, 2000, Raleigh, North Carolina, 15-24 pp.
42. Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture, Washington, DC.
43. Robson, A.D., K. Snowball and A.D. Robson. 1989. Soil acidity and plant growth. Soil Science, 150(6): 903-918.
44. Saiz, G., M.I. Bird, T. Domingues, F. Schrodt, M. Schwarz, T.R. Feldpausch, E. Veenendaal, G. Djagbletey, F. Hien and H. Compaoré. 2012. Variation in soil carbon stocks and their determinants across a precipitationgradient in West Africa.Glob. Change Biology, 18: 1670-1683.
45. Salehi, A. and E. Noormohammadi. 2013. 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, 65(3): 315-325 (In Persian).

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

46. Sarreshtehdari, A. 2002. The Impact of a Flood Spreading Project on Soil Properties A case study in Iran, Kerman Province, Bam, Abbarik. Thesis submitted to the International Institute for Geo-Information Science & Earth Observation (ITC), Enschede the Netherlands, 73 pp.
47. Sayad, E., S.M. Hosseini, M. Akbarinia and S.H. Gholami. 2007. Comparison of soil properties in pure plantations of *Populus eurmaercana* (DODE) guinier and mixed with *Alnus subcordata* c.a. Mey. Journal of Environmental Studies, 33(41): 77-84 (In Persian).
48. Selvaraj, S., V. Duraisamy, Z. Huang, F. Guo and X. Ma. 2017. Influence of long-term successive rotations and stand age of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantations on soil properties. Geoderma, 306: 127-134.
49. Sheidai Karkaj, E., A. Sepehry, H. Barani and J. Motamedi. 2017. Soil organic carbon reserve relationship with some soil properties in East Azerbaijan rangelands. Journal of Rangeland, 11(2): 125-138 (In Persian).
50. Tesfaye, M.A., F. Bravo, R. Ruiz-Peinado, V. Pando and A. Bravo-Oviedo. 2016. Impact of changes in land use, species and elevation on soil organic carbon and total nitrogen in Ethiopian Central Highlands. Geoderma, 261: 70-79.
51. Varamesh, S., S.M. Hosseini, N. Abdi and M. Akbarinia. 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).
52. Wang, Q., Y. Bai, H. Gao, J. He, H. Chen, R.C. Chesney, N.J. Kuhn and H. Li. 2008. Soil chemical properties and microbial biomass after 16 years of no- tillage farming on the Loess Plateau, China. Geoderma, 144: 502-508.
53. Yang, M., D. Yang and X. Yu. 2018. Soil microbial communities and enzyme activities in sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) plantation at different ages. PLOS ONE, 13(1): e0190959.
54. Yazdian, A.R. and S.A. Kowsar. 2003. The Agha Jari Formation: A potential source of ammonium and nitrate nitrogen fertilizers. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 5: 153-163.
55. Yuan, B.C. and D.X. Yue. 2012. Soil microbial and enzymatic activities across a chronosequence of Chinese pine plantation development on the Loess Plateau of China. Pedosphere, 22(1): 1-12.
56. Zarafshar, M., S. Bazot, M. Matinizadeh, S.K. Bordbar, M.J. Rousta, Y. Kooch, K. Enayati, A. Abbasi and M. Negahdarsaber. 2020. Do tree plantations or cultivated fields have the same ability to maintain soil quality as natural forests? Applied Soil Ecology, 151: 1-10.
57. Zehtabian, Gh. and Gh. Rahimzadeh. 2010. Evaluating the effect of floodwater spreading on soil permeability, case study: Mousian Ilam Province. Journal of Natural Geography, 3(9): 15-22 (In Persian).
58. Zhang J., X. Wang and J. Wang. 2014. Impact of land use change on profile distributions of soil organic carbon fractions in the Yanqi Basin. Catena, 115: 79-84.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]

# Effect of Vegetation Type and Soil Chemical Properties on the Organic Carbon Content in the Soil of Flood Spreading Fields of Kowsar Station

**Mohammad Javad Rousta[1], Seyed Masoud Soleimanpour [2], Maryam Enayati[3] and Mojtaba Pakparvar[4]**

1- Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran, (Corresponding author: m.roosta@areeo.ac.ir)
2- Assistant professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
3- M.Sc., Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
4- Assistant professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
Received: 15 November, 2020 Accepted: 4 January, 2022

## Extended Abstract

**Introduction and Objective:** Enhancing the soil organic carbon (SOC), not only sequesters the atmospheric $CO_2$, but also often improves the processes and soil physical, chemical and biological properties. This investigation with the aim of evaluating vegetation cover and soil chemical properties on SOC was carried out in 2019 in the flood spreading fields of Kowsar station located in Gareh-Bygone Plain (Fasa, Fars Province). Flood spreading for feeding aquifers has been carried out since 1982 in an area of 2034 ha in this plain.

**Material and Methods:** Land uses included Acaci (*Acacia salicina* Lindl), Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), Atriplex ([*Atriplex lentiformis* (Torr.) (Wats.)]) Plantation and natural rangeland, all of which are irrigated by flood spreading. By sampling of soils (depth 0-30 cm) in three replications in mentioned land uses, 13 characteristics: pH, $EC_e$, $CaCO_3$, SOC, TN, C/N, P, K, Na, Ca, Mg, Ca+Mg, SAR were measured and determined. After confirming the normality of the data by Kolmogorov-Smirnov test, the obtained data were analyzed in a randomized complete block design (RCBD) and the means were compared with Tukey test at $p<0.05$.

**Results:** The analysis of variance showed that the effect of treatment (vegetation cover) on the all studied variables, except SAR was significant at $p<0.01$ and $p<0.05$. Stepwise regression method was used to present the model. The results showed that C/N, TN, and $EC_e$ affect the amount of SOC and explain 99.7% of the changes in SOC. According to the standardized coefficients in the regression equation, for each unit increase of C/N ratio, the value of 0.939 units and for each unit of TN, the value of 0.338 units and with the increase of each EC unit, the value of 0.109 units is added to the SOC.

**Conclusion:** In general, recognizing the factors affecting the organic carbon storage in the soil, can provide appropriate management strategies to increase the organic carbon content and develop carbon storage capacity in the soil, improve soil fertility and mitigate the negative effects of climate change to a great extent.

**Keywords:** Flood spreading, Kowsar station, Organic carbon, Soil chemical properties, Vegetation cover

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.10.5 ]
[ DOI: 10.52547/ifej.10.19.171 ]