



تأثیر درختچه گز *Tamarix ramosissima* Ledeb. بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و ترسیب کربن خاک‌های بیابانی

مسعود بازگیر^{۱*}، کیانوش شادیوند^۲، علی رستمی^۳

۱. استادیار، گروه مهندسی آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
 ۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران
 ۳. استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.
- * نویسنده مسئول: m.bazgir@ilam.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۱۸

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک، درختان تأثیر زیادی بر توزیع عناصر غذایی خاک و فرآیندهای زیست‌شیمی دارند. شناخت و مدیریت درختچه‌گز *Tamarix ramosissima* Ledeb در مناطق بیابانی کشور با توجه به قابلیت‌های آن و تأثیر بر ویژگی‌های خاک، از اهمیت زیادی برخوردار است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر درختچه‌های گز بر شاخصه طبیعی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ترسیب کربن در منطقه بیابانی فرخ آباد دهلران صورت گرفت. به منظور بررسی ویژگی‌های خاک، نمونه برداری از عمق‌های سطحی ۰-۵ سانتی‌متری و تحتانی ۲۰-۵ سانتی‌متری خاک زیر تاج پوشش و خارج تاج پوشش درختچه‌های گز با بهره‌گیری از روش نظام‌مند (سیتماتیک) تصادفی انجام شد. در پژوهش حاضر، متغیرهای شیمیایی خاک مانند درصد ماده آلی، مقدار ترسیب کربن، pH، EC، N، P، K، CEC، CaCO₃، CaSO₄ متغیرهای فیزیکی خاک شامل FC، BP، BD، PWP، SP و بافت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ویژگی‌های خاک نظیر مقدار ترسیب کربن، ماده آلی، pH، EC، CEC، N و درصد CaSO₄ در زیر تاج پوشش درختچه گز با فضای باز و در عمق‌های سطحی و تحتانی خاک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان می‌دهد. نتایج رگرسیون گام به گام نیز نشان داد که مقدار pH، K و سیلت از مهم‌ترین اجزای تأثیرگذار بر مقدار ترسیب کربن خاک در زیر تاج پوشش درختچه‌های گز هستند. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که درختچه گز از سازگاری مطلوبی با شرایط آب و هوایی منطقه برخوردار است. تأثیر مثبت این درختچه بر ویژگی‌های خاک با افزایش ماده آلی در سطح خاک می‌باشد که در طولانی مدت موجب بهبود ساختمان خاک می‌شود. همچنین درختچه گز موجب افزایش حاصلخیزی خاک منطقه با افزایش عناصر غذایی ضروری خاک مانند نیتروژن و فسفر شده‌است، بنابراین حفظ و احیاء این گیاه با ارزش برای منطقه و استان ایلام بسیار ضروری است.

واژگان کلیدی: منطقه خشک؛ ویژگی‌های خاک؛ کربن خاک؛ پوشش گیاهی؛ دهلران

■ مقدمه

این زمینه بررسی‌های انجام شده است که به چند مورد از آنها اشاره می‌شود:

در مطالعه‌ای تأثیر بادشکن‌های درختی گز و اکالیپتوس بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دشت هامون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که دو بادشکن مقدار ماده آلی، EC، Ca، K، Na و نسبت C/N در مقایسه با منطقه شاهد به‌طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد افزایش یافته است. همچنین گونه گز در مقایسه با اکالیپتوس، موجب افزایش ماده آلی، نسبت C/N، Ca و K خاک شده است. به‌طور کلی، بادشکن گز در مقایسه با بادشکن اکالیپتوس از سازگاری بیشتری با شرایط آب و هوایی منطقه برخوردار بوده و باعث افزایش مواد آلی خاک شده است و نیز موجب افزایش عناصر غذایی ضروری خاک N، P و K شده است (۱۴).

در پژوهشی دیگر، تأثیر گونه‌های گز *Tamarix L.* و *aphylla*، سیاه‌تاغ *Bunge Haloxylon aphyllum* و اشنان *Seidlitzia rosmarinus Boiss.* بر خاک منطقه افضل یزد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بیانگر افزایش معنی‌دار K و کاهش EC در عرصه تاغ کاری است. در اراضی زیر کشت گونه گز *Tamarix aphylla L.* افزایش معنی‌داری در مقدار C، نسبت C/N، K، pH و ماده آلی مشاهده شد. در این اراضی تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک زیر گیاه مقدار بیشتری نسبت به خاک شاهد دارد. همچنین پوشش گیاهی اشنان *Seidlitzia rosmarinus Boiss.* معنی‌داری را در مقدار ماده آلی خاک نشان داد (۱).

در منطقه نیاتک سیستان تأثیر کشت گز *L.* *Tamarix aphylla* بر ویژگی‌های خاک مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت که نتایج حاصل نشان داد که درختچه گز *Tamarix aphylla L.* در میان مدت موجب افزایش ماده آلی خاک و در طولانی مدت بهبود ساختمان خاک و افزایش عناصر N، P و K خاک می‌شود (۹). در پژوهشی رابطه خاک با ویژگی‌های رویشی گونه گز پرشاخه *Tamarix ramosissima Ledeb.* مورد تحقیق قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو عمق ۲۰-۰ سانتی متری و ۴۰-

حدود دو سوم از مساحت ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار گرفته است که این مساحت با کمربند خشک جهان از نظر طول و عرض جغرافیایی تطابق دارد. عوامل مختلفی مانند شرایط اقلیمی، شرایط زمین‌ساخت و انسان می‌توانند موجب تشدید بیابان‌زایی شوند.

انسان با مدیریت صحیح می‌تواند باعث کاهش روند بیابان‌زایی و یا با استفاده بیش از حد از منابع محیطی باعث تشدید آن شود. یکی از تأثیرگذارترین اقدامات برای کاهش روند بیابان‌زایی، استقرار پوشش گیاهی و یا جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی می‌باشد. بر همین اساس، محققان سعی در انتخاب گونه‌هایی دارند که در شرایط سخت بیابانی، توانایی مقاومت و جلوگیری از فرسایش را داشته باشند (۴).

در طرح‌های احیای مناطق خشک و نیمه خشک باید اثر متقابل گونه‌های کشت شده بر خاک مناطق کشت بررسی شود. گیاهان موجب تغییرات فیزیکی خاک مانند بافت، ساختمان، چگالی ظاهری خاک، پایداری خاکدانه و شیمیایی نظیر مقدار ماده آلی، pH، EC، نسبت جذب سدیم (SAR) خاک زیر کشت خود می‌شوند. به‌طور کلی ویژگی‌های و منابع غذایی در خاک به شدت تحت تأثیر پوشش گیاهی است (۶).

گز از خانواده *Tamaricaceae* درختچه‌ای بیابانی با ۵۴ گونه می‌باشد که بومی مناطق خشک اوراسیا و آفریقا است (۷). گز سازگاری وسیعی نسبت به شرایط مختلف و مقاومت زیادی نسبت به تنش‌های محیطی دارد. به طوری که قادر است در خاک‌های شور رشد می‌کند و درجه حرارت زیاد محیط را تحمل کند که از نظر زیست‌بومی گونه مهمی به شمار می‌آید (۳۱). گونه‌های گز (شکل ۲)، به دلیل داشتن ریشه‌های عمیق، یون‌های خاک را از اعماق خاک جذب و به واسطه برگ‌ها به سطح خاک منتقل می‌کنند. به واسطه این ویژگی، گونه مقاوم در مناطقی با شوری زیاد می‌باشد (۲۹) و به عنوان یکی از گونه غالب در مناطق خشک و نیمه خشک تلقی می‌شود (۳۱). در

محدوده با طول شرقی $52^{\circ}16'$ تا $47^{\circ}15'21''$ و عرض شمالی $32^{\circ}39'26''$ تا $32^{\circ}39'46''$ از عرصه جنگلی درختان گز انتخاب شد (شکل ۱).

این منطقه دشتی از تلاقی دو رودخانه میمه که از ارتفاعات میمه سرچشمه می‌گیرد و رودخانه شورماهی که حاصل آب چشمه‌های گرم دهلران می‌باشد بوجود آمده است. بیشینه و کمینه ارتفاع از سطح دریابه ترتیب برابر با ۲۰۰ و ۱۸۰ متر است. بر پایه داده‌های اداره کل هواشناسی استان ایلام- ایستگاه هم‌دید (سینوپتیک) دهلران، شهرستان دهلران از نظر اقلیم گرم و خشک است، میزان بارندگی منطقه در حدود ۲۵۰ تا ۲۸۰ میلی‌متر با پراکنش نامنظم است. بیشینه دمای مطلق منطقه ۵۳ درجه سانتی‌گراد و حداقل مطلق دما ۱- درجه سانتی‌گراد است دامنه تغییرات رطوبت نسبی در منطقه بین ۲۳ و ۲۴ درصد در خرداد و تیر تا ۶۷ درصد تا آذر و دی ماه می‌باشد. بر پایه بررسی‌های صورت گرفته خاک منطقه فرخ آباد جزء خاک‌های خیلی عمیق به رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ با بافت متوسط Silty Loam و ساختمان فشرده و با شوری بسیار بالا ($EC > 50$ dS/m) می‌باشد. گیاه غالب و مهم دشت فرخ آباد دهلران درختچه گز پر شاخه طبیعی با نام علمی *Tamarix ramosissima* Ledeb. می‌باشد (شکل ۲).

علاوه بر این گونه درختانی نظیر پده *OLiv.*، *Populus euphratica*، کنار *Ziziphus spina*- L.، *christi* و دیگر گونه‌ها شامل فریون *petiolate* Banks، *Euphorbia* گل‌گندم *depressa* Bieb.، *Centaurea*، شبدر *Trifolium spumosum* L.، گون *Hook.*، *Astragalus bisulcatus*، خارشتر *Alhagi Medik.*، پیچک وحشی *Convolvulus oxyphyllus*، علف‌مار *Cleome sp*، کلاه میرحسن *Boiss.*، *Acantholimon oliganthum*، سنگ *Tragopogon* L.، کنگر *graminifolius*، *Gundelia tournefortii* L.، کلپوره *Teucrium polium* L. و بابونه *Mathricaria* *L.* *chamomilla* نیز وجود دارد.

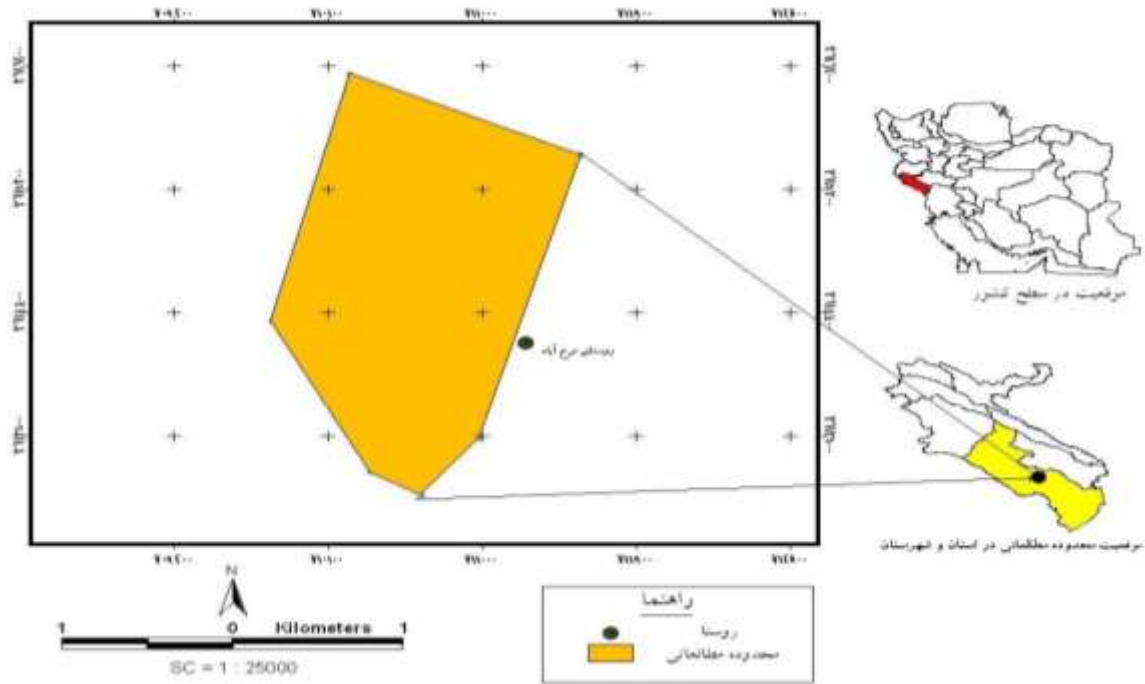
۲۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در عمق سطحی ماده آلی و درصد اشباع خاک با متغیرهای گیاهی شامل تاج پوشش و ارتفاع متوسط درختچه گز پر شاخه همبستگی زیادی دارند و در اعماق پایین‌تر عوامل واکنش خاک، درصد گچ و درصد اشباع خاک همبستگی بیشتری با فاکتورهای گیاهی دارند (۱۶).

دشت فرخ آباد دهلران به‌طور کاملاً طبیعی از درختچه‌های گز پر شاخه *Tamarix ramosissima* Ledeb. پوشیده شده که یکی از زیبای‌های طبیعی استان ایلام محسوب می‌شود که می‌تواند از لحاظ گردش‌گری و صنعت اکوتوریسم مورد توجه مسئولین استان و حتی کشور قرار گیرد. از بین حیات وحش این منطقه چه از لحاظ جانوری و گیاهی گونه درختچه گز منحصر به فرد بوده و بوم‌نظام دشت را در تأثیر خود قرار داده، بنابراین حفظ و احیاء این درختچه با ارزش بسیار ضروری است. در حوضه جنوبی استان ایلام که رویشگاه طبیعی و گسترده درختچه گز می‌باشد، مطالعه‌ای در زمینه تأثیر درختچه گز بر ویژگی‌های خاک به ویژه ترسیب کربن خاک انجام نشده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیرگذاری گونه گز بر ترسیب کربن خاک همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شده تا بتوان با آگاهی از تأثیر این درختچه بر اکولوژی خاک، شناخت بهتری از مدیریت خاک‌های منطقه داشته باشیم. از سوی دیگر منطقه مورد بررسی از مناطق مستعد به فرسایش بادی بوده که حفظ و احیاء این پوشش گیاهی می‌تواند در مناطق خشک عامل موثری در حفاظت خاک و بهبود شرایط بوم‌شناختی خاک شود.

■ مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به وسعت ۳۴۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری جنوب شهر دهلران در منطقه فرخ آباد و شورماهی می‌باشد که با توجه به موقعیت منطقه



شکل ۱. منطقه مورد بررسی در فرخ آباد دهلران



شکل ۲. نمایی از جنگل گز در دشت فرخ آباد دهلران

نمونه برداری

تعداد ۹۳ نمونه، ۶۲ نمونه زیر تاج پوشش و ۳۱ نمونه خارج تاج پوشش از دو عمق سطحی ۵-۰ سانتی متری و تحتانی ۲۰-۵ سانتی متری، در امتداد ۱۰ ترانسکت به روش نظام مند (سیستماتیک) - تصادفی (۳۲) تهیه شد. بدین صورت که نمونه برداری در طول نوارهایی (ترانسکت)، اولین نوار با شروع تصادفی در جهت شمالی جنوبی که ۲۵۰ متر از یکدیگر فاصله داشتند انجام شد. درختچه‌هایی که تمام یا قسمتی از تاج آنها ترانسکت‌ها را قطع می‌کرد

محل نمونه برداری بودند. پس از نمونه برداری از خاک سطحی و تحتانی نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل گ و پس از کوبیدن و عبور از الک ۲ میلی‌متر برای انجام آزمایش‌های لازم شامل بافت خاک به روش هیدرومتری، ظرفیت زراعی FC و نقطه پژمردگی دائم PWP بر پایه صفحه‌های فشاری بر روی نمونه‌های دست نخورده، جرم مخصوص ظاهری Bd به روش استوانه، چگالی حقیقی Pd با روش پیکنومتر (۵) درصد اشباع خاک SP از روش وزنی تعیین شدند. کربن آلی OC به

سطح زیر تاج و خارج تاج درختچه گز بود. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با نرم‌افزار SAS (9.1) انجام شد. علاوه بر تجزیه واریانس، برای معرفی مهم‌ترین صفت‌های مؤثر در افزایش ترسیب کربن، از روش تجزیه رگرسیون گام به گام در محیط نرم افزار SAS (9.1) استفاده شده است. همچنین قبل از انجام تجزیه رگرسیون گام به گام ابتدا عامل تورم واریانس (variance inflation factor; VIF) و ضریب تحمل (Tolerance) با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS محاسبه شد که نشان‌دهنده عدم وجود رابطه هم‌خطی بین متغیرها بود. برای رسم نمودارها از Excel استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر تاج پوشش بر Pd، FC، PWP و SP در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. عمق خاک تأثیر معنی‌داری بر شن و سیلت در سطح احتمال یک درصد و بر FC، PWP و SP در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده معنی‌داری بودن تأثیر تاج پوشش گز بر ترسیب کربن، ماده آلی، pH، CEC، غلظت N و درصد CaSO₄ در سطح احتمال یک درصد بود. همچنین عمق خاک تأثیر معنی‌داری بر ترسیب کربن، ماده آلی، pH، CEC، غلظت N، غلظت P و CaCO₃ داشت (جدول ۲).

روش والکی بلاک، نیتروژن کل N به روش کجلدال با دستگاه اتوکجلیتیک، فسفر P به روش اسپکتروفوتومتر، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک CEC به روش استات سدیم اندازه‌گیری شد. همچنین اسیدیته خاک نمونه‌های خاک با استفاده pH متر، هدایت الکتریکی (EC) یا شوری خاک با دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری شدند. برای تعیین درصد آهک CaCO₃ به وسیله تیتراسیون با سود، درصد گچ CaSO₄ با روش استون اندازه‌گیری نیز شدند (۱۱). مقدار کربن ترسیب شده در خاک نیز با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۲).

$$Cc = 10000 \times C (\%) \times Bd \times e \quad (1)$$

در این رابطه، Cc: مقدار وزن کربن ترسیب شده در سطح یک متر مربع، C: درصد تراکم کربن در عمق مشخصی از خاک، Bd: جرم مخصوص ظاهری بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و e: ضخامت عمق خاک بر حسب سانتی‌متر است.

قبل از انجام تجزیه واریانس، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون‌های شاپیرو-والک و کولموگراف-اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون و بارتلت با نرم‌افزار SAS (9.1) مورد بررسی قرار گرفتند (۲۷). در پژوهش حاضر تجزیه آماری در قالب طرح آزمایشی فاکتوریل کاملاً تصادفی نامتعادل شامل عمق خاک در دو سطح عمق سطحی و تحتانی و تاج پوشش درختچه در دو

جدول ۱. تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی خاک در منطقه مطالعاتی دشت فرخ آباد دهلران

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		شن	سیلت	رس	تخلخل	Pd	Bd	FC
درخت	۱	۰/۵۶۳ ^{ns}	۱/۵۱۷ ^{ns}	۰/۲۳۲ ^{ns}	۱/۶۶۵ ^{ns}	۰/۰۵۴۹ ^{**}	۰/۰۲۶ ^{ns}	۳۸/۹۸ ^{**}
عمق خاک	۱	۲۹۳/۱۶۱ ^{**}	۴۸۲/۵۹۵ ^{**}	۲۳/۴۸۴ ^{ns}	۹/۷۳۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۷/۷۱۹ [*]
درخت×عمق خاک	۱	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۶۴۵ ^{ns}	۰/۴۸۴ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۴/۰۰ ^{ns}
خطای آزمایش	۷۶	۸/۴۱۳	۹/۴۰۳	۷/۱۴۸	۱۹/۴۹۷	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۹	۲/۱۹
ضریب تغییرات	-	۵/۰۱	۲۳/۲۳	۹/۲۵	۹/۳۹	۳/۲۲	۷/۱۴	۸/۵۱

ns: عدم معنی‌دار. به ترتیب: Pd = جرم مخصوص حقیقی، Bd = جرم مخصوص ظاهری، FC = ظرفیت زراعی، PWP = نقطه پژمردگی دائم، SP = رطوبت اشباع.

جدول ۲. تجزیه واریانس ترسیب کربن و ویژگی‌های شیمیایی خاک در منطقه مطالعاتی دشت فرخ آباد دهلران

میانگین مربعات											درجه آزادی	منابع تغییر
CaSO ₄	CaCO ₃	TDS	K	P	N	CEC	EC	pH	مواد آلی	ترسیب کربن		
۰/۲۵**	۸۱/۳ ^{ns}	۳۹۲/۷ ^{ns}	۳۳۰۵۹ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۲۰۹**	۳۱۸/۲۲**	۱۶۳/۹ ^{ns}	۰/۴۵۱**	۸۱/۴**	۳۶۱۵**	۱	درخت
۰/۰۷ ^{ns}	۶۰۰/۶*	۲۹۱/۴ ^{ns}	۲۳ ^{ns}	۶/۹۲**	۰/۰۲۰*	۶۲/۸۷*	۶۱۸/۹ ^{ns}	۵/۲۲۲**	۷/۵۷*	۹۵۲**	۱	عمق خاک
۰/۰۱ ^{ns}	۵/۰۸ ^{ns}	۶۰/۱۹ ^{ns}	۲۷۹۲۱ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۳۷/۸۵ ^{ns}	۱۲۵۷ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۸/۴۱ ^{ns}	۱۹۵ ^{ns}	۱	درخت*عمق خاک
۰/۰۲	۱۲۱/۶۵	۱۷۹/۱	۱۲۹۹۲	۰/۲۵	۰/۰۰۵	۹/۹۸	۵۶۹/۵	۰/۰۶۳	۲/۰۹	۶۰/۴۶	۷۶	خطای آزمایش
۱۰/۵۰	۲۲/۶۵	۳۸/۶۱	۲۸/۳۹	۴/۶۵	۶۰/۴۹	۱۶/۳۶	۳۵/۹۷	۳/۱۶	۵۹/۶۱	۴۶/۰۸	-	ضریب تغییرات

ns، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns عدم معنی‌دار. به ترتیب: EC=هدایت الکتریکی یا شوری خاک، CEC=ظرفیت تبادل کاتیونی، N=نیترژون، P=فسفر، K=پتاسیم، TDS=کل نمکهای محلول، CaCO₃=آهک، CaSO₄=گچ.

و SP در خاک زیر تاج پوشش درختچه گز مشاهده شد، به طوری که مقدار FC، PWP و SP در مقایسه با خاک فضای آزاد به ترتیب ۱۰/۴۴٪، ۱۱/۳۰٪ و ۱۱/۲۹٪ بیشتر بود (جدول ۳). با افزایش عمق خاک، میزان FC، PWP و SP به ترتیب ۵/۸۵، ۶/۸۰ و ۶/۶۶٪ کاهش یافتند (جدول ۳).

بیشترین مقدار شن خاک ۶۰/۲٪ در عمق سطحی خاک مشاهده شد و با افزایش عمق خاک، مقدار آن ۸/۲۷٪ و مقدار سیلت ۳۷/۰۳٪ کاهش یافت (جدول ۳). با افزایش عمق خاک، بیشترین Pd خاک ۲/۶۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب در خاک خارج تاج پوشش درختچه گز و کمترین ۲/۵۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب در خاک زیر تاج پوشش گز به دست آمد. بیشترین درصد FC، PWP

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات درخت و عمق خاک بر ویژگی‌های فیزیکی خاک

تاج پوشش	شن (%)	سیلت (%)	Pd (gr/cm ³)	FC (%)	PWP (%)	SP (%)
زیر درخت	۵۷/۹ ^a ± ۰/۴۶	۱۳/۳ ^a ± ۰/۵۵	۲/۵۷ ^b ± ۰/۰۱	۱۷/۸ ^a ± ۰/۲۲	۸/۹ ^a ± ۰/۱۲	۳۴/۶ ^a ± ۰/۴۷
خارج درخت	۵۸/۱ ^a ± ۱/۲۸	۱۲/۹ ^a ± ۱/۴۲	۲/۶۳ ^a ± ۰/۰۹	۱۶/۱ ^b ± ۰/۱۶	۸/۰ ^b ± ۰/۰۸	۳۱/۱ ^b ± ۰/۳۳
عمق خاک						
سطحی	۶۰/۲ ^a ± ۰/۳۳	۱۰/۲ ^b ± ۰/۳۷	۲/۴ ^a ± ۰/۰۱	۱۷/۹ ^a ± ۰/۳۳	۹/۰ ^a ± ۰/۱۸	۳۴/۹ ^a ± ۰/۷۰
تحتانی	۵۵/۶ ^b ± ۰/۵۵	۱۶/۳ ^a ± ۰/۵۷	۲/۲ ^a ± ۰/۰۶	۱۶/۹ ^b ± ۰/۱۵	۸/۴ ^b ± ۰/۰۸	۳۲/۷ ^b ± ۰/۳۲

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. اعداد با علامت ± بیانگر خطای استاندارد هستند. به ترتیب: Pd=جرم مخصوص حقیقی، FC=ظرفیت زراعی، PWP=نقطه پژمردگی دائم، SP=رطوبت اشباع.

خاک در زیر تاج پوشش در مقایسه با خاک فضای آزاد گز ۵/۴ برابر بود. خاک زیر تاج پوشش درختچه گز قلیایی بود و بیشترین مقدار pH ۸/۰ را به خود اختصاص داد. با افزایش عمق خاک مقدار pH خاک کاهش یافت، به طوری که بیشترین مقدار pH در خاک سطحی (۵-۰ سانتی-متری) با مقدار ۹/۸۴ درصد افزایش نسبت به خاک عمقی (۲۰-۵ سانتی-متری) مشاهده گردید (جدول ۴).

بیشترین مقدار ترسیب کربن ۲۰/۵ تن در هکتار در خاک زیر تاج پوشش درختچه گز به دست آمد، که ۴/۶۶ برابر خاک خارج تاج پوشش درختچه گز بود. بیشترین مقدار ترسیب کربن ۲۲/۰ تن در هکتار در عمق تحتانی خاک اندازه‌گیری شد. ماده آلی خاک روند مشابهی را نشان داد و خاک زیر تاج پوشش درختچه گز بیشترین مقدار ماده آلی را به خود اختصاص داد. مقدار ماده آلی

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات درخت و عمق خاک بر ویژگی‌های شیمیایی خاک

تاج پوشش	ترسیب کربن (ton/ha)	ماده آلی (%)	pH	EC (dS/m)	CEC (cmol ⁺ /kg)
زیر درخت	۲۰/۵ ^a ± ۱/۳۳	۳/۰ ^a ± ۰/۱۳	۸/۰ ^a ± ۰/۰۵	۶۷/۱ ^a ± ۲/۵۸	۲۰/۴ ^a ± ۰/۴۹
خارج درخت	۴/۴ ^b ± ۰/۴۰	۰/۶ ^b ± ۰/۱۰	۷/۸ ^b ± ۰/۱۷	۶۳/۷ ^a ± ۵/۴۸	۱۵/۶ ^b ± ۰/۶۰
عمق خاک					
سطحی	۱۱/۷ ^b ± ۱/۰۱۴۲	۳/۰ ^a ± ۰/۲۴	۸/۳ ^a ± ۰/۰۴	۷۲/۳ ^a ± ۳/۰۷	۲۰/۸ ^a ± ۰/۷۵
تحتانی	۲۲/۰ ^a ± ۱/۸۳	۱/۹ ^b ± ۰/۱۳	۷/۷ ^b ± ۰/۰۱۴	۶۰/۴ ^b ± ۲/۹۳	۱۷/۸ ^b ± ۰/۳۹

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. اعداد با علامت ± بیانگر خطای استاندارد هستند. به ترتیب: EC = هدایت الکتریکی یا شوری خاک، CEC = ظرفیت تبادل کاتیونی.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات درخت و عمق خاک بر ویژگی‌های شیمیایی خاک

تاج پوشش	(%) N	(%) P	(%) CaCO ₃	(%) CaSO ₄
زیر درخت	۰/۱۴ ^a ± ۰/۰۱	۱۰/۹ ^a ± ۰/۰۸	۵۰/۶ ^a ± ۱/۵۷	۱/۳ ^b ± ۰/۰۲
خارج درخت	۰/۰۳ ^b ± ۰/۰۱	۱۰/۸ ^a ± ۰/۴۷	۴۸/۱ ^a ± ۲/۲۳	۱/۵ ^a ± ۰/۰۲
عمق خاک				
عمق سطحی	۰/۱۵ ^a ± ۰/۰۱	۱۱/۱ ^a ± ۰/۱۷	۴۷/۳ ^a ± ۱/۶۹	۱/۳ ^a ± ۰/۰۳
عمق تحتانی	۰/۰۹ ^b ± ۰/۰۱	۱۰/۵ ^b ± ۰/۰۴	۵۱/۳ ^b ± ۱/۷۷	۱/۴ ^a ± ۰/۰۲

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. اعداد با علامت ± بیانگر خطای استاندارد هستند. به ترتیب: N = نیتروژن، P = فسفر، K = پتاسیم، CaCO₃ = آهک، CaSO₄ = گچ.

تغییرات ترسیب کربن خاک در زیر تاج پوشش درختچه گز را توجیه نمودند (جدول ۶).

چهار صفت CaCO_3 ، CEC، P و سیلت به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و به ترتیب ۳۲، ۲۷، ۲۲ و ۶ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. این چهار صفت در مجموع ۸۷ درصد از تغییرات ترسیب کربن در خاک خارج تاج پوشش درختچه گز را توجیه کردند و سایر صفات مورد بررسی تأثیر معنی داری بر مدل نداشتند (جدول ۷).

برای تشخیص مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیرگذار بر ترسیب کربن خاک از رگرسیون گام به گام استفاده شد. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام، نشان داد که نیتروژن کل اولین صفتی بود که وارد معادله رگرسیونی شد و ۴۱ درصد از تغییرات ترسیب کربن را در خاک زیر تاج پوشش درختچه گز را توجیه کرد و بعد از آن صفتهای اسیدیته، سیلت و پتاسیم وارد معادله شدند که در مجموع ۷۵ درصد از

جدول ۶. تجزیه رگرسیون مرحله‌ای (گام به گام) برای ترسیب کربن در خاک زیر تاج پوشش درختچه گز

مرحله	متغیر وارد شده به مدل	پارامترهای مدل (ضریب رگرسیون)	خطای معیار برآورد	ضریب تبیین جزء (R^2)	ضریب تبیین تجمعی (R^2)	F
	عرض از مبدأ خط رگرسیون (Y)	۱۳۵/۳۰	۲۲/۹۰			
۱	(X1) N	۸۸/۹۷	۸/۷۵	۰/۴۱	۰/۴۲	۷۸/۲۶**
۲	(X2) pH	-۱۷/۸۲	۲/۵۶	۰/۲۸	۰/۶۹	۲۲/۹۴**
۳	سیلت (X3)	۰/۵۸	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۷۲	۴/۹۵*
۴	(X4) K	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۷۵	۷/۰۱*

$$Y = 135.30 + 88.97X_1 - 17.82X_2 + 0.058X_3 + 0.02X_4$$

جدول ۷. تجزیه رگرسیون مرحله‌ای (گام به گام) برای ترسیب کربن در خاک خارج تاج پوشش درختچه گز

مرحله	متغیر وارد شده به مدل	ضریب رگرسیون	خطای معیار برآورد	ضریب تبیین جزء (R^2)	ضریب تبیین تجمعی (R^2)	F
	عرض از مبدأ خط رگرسیون (Y)	-۱۳/۱۱	۸/۴۸			
۱	(X1) CaCO_3	۰/۲۶	۰/۰۵	۰/۳۲	۰/۳۲	۱۴/۴۲**
۲	(X2) CEC	۱/۳۷	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۵۹	۱۱/۰۶**
۳	(X3) P	-۱/۸۶	۰/۵۷	۰/۲۲	۰/۸۱	۱۱/۵۰**
۴	سیلت (X4)	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۸۷	۵/۸۲*

$$Y = -13.11 + 0.26X_1 + 1.37X_2 - 1.86X_3 + 0.25X_4$$

■ بحث و نتیجه‌گیری

بررسی مناطق تحت پوشش درختچه‌های گز نشان داد که وجود درختچه گز موجب افزایش معنی‌دار در مقدار ماده آلی، pH، CEC، غلظت P، C، BD، FC، PWP و SP در لایه سطحی (۰-۵ سانتی‌متر) بین ناحیه شاهد و منطقه زیر تاج پوشش درختچه شد، به طوری که بیشترین مقدار ویژگی‌های ذکر شده در خاک ناحیه زیر تاج پوشش نسبت به خارج آن بود. مقدار ماده آلی تحت تأثیر چند متغیر است که مهم‌ترین آن کربن تثبیت شده به صورت ماده آلی بر اثر انفعالات فتوسنتزی است. در مناطقی که پوشش گیاهی کم و یا از بین رفته است تجزیه ذخایر قبلی گیاهی در خاک به علت افزایش دما در طول فصل گرم، مواد آلی کاهش می‌یابد. مقدار ماده آلی در خاک‌های که دارای پوشش گیاهی با ریشه فراوان هستند، مواد آلی و N بیشتری هم دارند (۱۲). در یک بررسی در سال ۲۰۰۲، وجود گز سبب افزایش معنادار ماده آلی، pH، مقدار کربن در سطح خاک شد. در پژوهش حاضر نیز این روند مشاهده گردید و افزایش ماده آلی و در پی آن افزایش برخی عناصر غذایی ضروری از نتایج مثبت درختچه گز در منطقه مورد مطالعه بود (۳۱). بیشترین مقدار ماده آلی در عمق سطحی خاک وجود داشت که با افزایش عمق خاک از مقدار آن کاسته شد. مطالعات نشان می‌دهد که با افزایش عمق، مقدار کربن آلی خاک کاهش پیدا می‌کند که علت آن می‌تواند به ورود بیشتر بقایای گیاهی در سطح نسبت به عمق اشاره کرد همچنین تفاوت در تجزیه لاشبرگ در سطح خاک نسبت به عمق خاک و عدم بهم‌خوردگی خاک سطحی و عمقی مرتبط دانست (۹). مقدار N در زیر تاج پوشش درختچه گز در مقایسه با خارج از تاج پوشش مقدار بیشتری داشت. ریزش اندام‌های هوایی درختچه گز به سطح خاک و وجود لاشبرگ و حجم بالای ریشه در خاک و در پی آن افزایش جمعیت میکروارگانیسم به ویژه باکتری‌ها در خاک زیر تاج پوشش گونه گز دانست (۱۲). مقدار P خاک در ناحیه سایه‌انداز درختچه گز نیز نسبت به خاک خارج از سایه‌انداز بیشتر بود که در بررسی تأثیر بادشکن گز در منطقه نیاتک سیستان، محققان به این

نتیجه رسیدند که در خاک تحت پوشش درختچه گز، عناصر P، N و ماده آلی خاک در مقایسه با شاهد تفاوت معناداری دارد، که دلیل آن بازگشت زیست‌توده هوایی گیاهان به سطح خاک مرتبط نمود (۹). بر اساس نتایج پژوهشی به دست آمده، بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک زیر تاج پوشش گز مشاهده شد و دارای اختلاف معنی‌داری با خاک خارج از سایه‌انداز داشت. طی بررسی‌های که روی نحوه پراکنش ویژگی‌های خاک در زیر تاج درختان جنگل‌های نیجریه انجام شد، نتایج نشان داد که هر چقدر مقدار کربن آلی در زیر تاج پوشش درخت بیشتر باشد به مراتب CEC هم بیشتر می‌شود و در تجمع دیگر کاتیون‌ها نیز می‌تواند مؤثر واقع شود (۱۹). افزایش pH و EC در سطح خاک زیر تاج پوشش درختچه گز نسبت به عمق تحتانی، بیانگر انتقال املاح توسط ریشه‌های درخت از عمق به سطح خاک می‌باشد که این تغییر موجب شور و قلیایی شدن سطح خاک می‌شود و نیز شوری خاک‌ها با افزایش غلظت املاح محلول افزایش می‌یابد (۱). در تحقیق دیگری که در شمال استان ایلام انجام گردید (۱۸) درختچه گز در شوری‌های پایین یعنی کمتر از دو دسی‌زیمنس بر متر نیز رویش داشته، در حالیکه در پژوهش حاضر با وجود شوری بسیار زیاد در منطقه فرخ آباد دهلران ($EC > 55$ dS/m) این گونه گیاهی کماکان به زندگی خود ادامه می‌دهد که بیانگر تحمل و مقاومت این درختچه به دامنه وسیعی به شوری خاک می‌باشد.

در بررسی‌های صورت گرفته روی درختان آکاسیا *Acacia salicina* Lindl. نتایج نشان داد که هدایت الکتریکی خاک بین ناحیه سایه‌انداز درختان و فضای آزاد اختلاف معنی‌داری وجود دارد که علت آن را فعالیت بیشتر ریزموجودها در ناحیه زیر سایه‌انداز که موجب افزایش مواد غذایی و در ناحیه ریشه دانستند و به مراتب موجب افزایش هدایت الکتریکی می‌شود (۸). نتایج تحقیق حاضر اختلاف معنی‌داری را در مقدار pH خاک بین دو ناحیه زیر تاج پوشش و خارج تاج پوشش را نشان داد به طوری که بیشترین مقدار pH خاک در ناحیه تاج پوشش درختچه‌های گز وجود داشت. تجزیه لاشبرگ‌های گیاهی موجب تولید اسیدهای آلی می‌شود که سبب تغییر

در خارج تاج پوشش افزایش یافته است که این اختلاف معنی دار بود که با تحقیقی که در سال ۲۰۰۸ در این زمینه انجام گرفت مطابقت داشت (۴). در مطالعه‌ای دیگر در ارتباط با اثر درخت دافنه *Daphne Royle mucronata* و بادام کوهی *Prunus dulcis Mill.* در منطقه یاسوج، نتایج نشان داد که احتمالاً بر اثر فعالیت ریزموجودات و تولید دی‌اکسید کربن و اسید کربنیک، حلالیت کلسیم کربنات بیشتر می‌شود و منجر به آبشویی سریع‌تر کربنات کلسیم نیم‌رخ خاک می‌گردد (۲۰). در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۶ انجام گرفت، درختان بلوط اثر معناداری بر روی بافت خاک داشتند. بافت خاک از جمله ویژگی‌هایی است که در کوتاه مدت متحمل تغییر زیادی نمی‌شود. مگر اینکه نیروهای خارجی مانند جریان باد، آب و دخالت انسان موجب تغییر آن گردد. مقدار بالای سیلت و رس در زیر سایه‌انداز بلوط، به این علت است که ذرات شن معلق در باد، در خاک سطحی زیر سایه‌انداز درخت به دام افتادند (۲۵). در مطالعه‌ای دیگر، روی گیاه گز و تاغ نتایج نشان داد که مقدار شن در زیر تاج پوشش درخت گز نسبت به خارج آن بیشتر ولی در سایه‌انداز درخت تاغ برعکس این روند بلعکس بود، دلیل این امر اختلاف شکل ظاهری دو گونه و تفاوت در تجمع ذرات معلق در باد دانستند که نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی داشت (۱۹).

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام، نشان داد که کربن آلی خاک اولین صفتی بود که وارد معادله رگرسیونی شد و ۴۲ درصد از تغییرات ترسیب کربن در خاک زیر تاج پوشش درخت گز را توجیه کرد و بعد از آن صفت‌های K، pH و سیلت وارد معادله شدند. مقدار ذخیره کربن آلی در خاک در اکوسیستم‌های پیچیده زمین از جمله جنگل‌ها که باعث کاهش هدررفت کربن، کاهش گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی می‌شود بسیار حائز اهمیت است. بر همین اساس برآورد دقیق مقدار ترسیب کربن بسیار ضروری است (۱۷). تحقیق حاضر نشان می‌دهد که کربن آلی از پارامترهای مهم و اثرگذار بر مقدار ذخیره کربن خاک است. نتایج مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۸ نشان داد که بین مقدار Bd و درصد کربن آلی یک رابطه متقابل وجود دارد. در واقع هر چقدر مقدار ماده آلی خاک بالا باشد، Bd خاک

در مقدار کاتیون‌های قلیایی و اسیدی در خاک می‌شود تغییرات اسیدیته را در خاک سبب می‌شود که با بررسی‌های انجام شده (۱۹۹۸) که تأثیرهای متقابل خاک و تاج پوشش را بررسی کرد، مطابقت دارد (۱۰). لایه اول خاک، معمولاً به عنوان لایه‌ای که بیشترین ظرفیت قابلیت ترسیب کربن را دارد معرفی می‌شود، چرا که تراکم و حجم ریشه‌ها در عمق اول خاک بیشتر از عمق تحتانی می‌باشد (۲۸). در مطالعه حاضر، بیشترین مقدار ترسیب کربن در خاک زیر تاج پوشش درختچه گز و در عمق تحتانی به دست آمد. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه بیابانی می‌باشد، و به طور طبیعی خاک زیر پوشش گیاهی به خاطر ورود بیشتر ماده آلی دارای ترسیب کربن بیشتری خواهد بود. نتایج پژوهش حاضر همچنین با مطالعه‌ای که مقدار ترسیب کربن بین دو گونه تاغ *Haloxylon aphyllum Bunge* و اسکنبیل *Calligonum comosum L.* صورت گرفت و در آن گونه تاغ *Haloxylon aphyllum Bunge* در عمق تحتانی بیشترین مقدار ترسیب کربن را داشت که علت آن را شرایط و اقلیم منطقه و وجود بادهای شدید دانستند، هم‌خوانی داشت (۲). از طرفی با بررسی تأثیر عمق خاک بر مقدار ترسیب کربن، می‌توان به این نتیجه رسید که در نواحی خشک و نیمه خشک بین مقدار ترسیب کربن و عمق خاک رابطه غیر مستقیمی وجود دارد (۲۳). همچنین در مطالعه‌ای دیگر نیز دلیل رابطه غیر مستقیم بین مقدار ترسیب کربن و عمق خاک را روند تدریجی تجزیه لاشبرگ‌های گیاهی و تبدیل آن به هوموس خاک می‌دانند که در لایه‌های سطحی خاک آغاز می‌شود (۲۶). در تحقیق حاضر جرم مخصوص حقیقی خاک در ناحیه خارج از تاج پوشش درختچه گز در عمق تحتانی بیشترین مقدار را داشت. که درصد ماده آلی بالا در خاک‌ها، ممکن است باعث کاهش Pd و Bd شود (۲۴ و ۳۰).

در پژوهش حاضر مقدار CaCO_3 خاک نیز تحت تأثیر تاج پوشش گز قرار نگرفت و مقدار آن در عمق تحتانی خاک بیشتر از عمق سطحی بود. در بررسی اثر گونه‌های گز *Tamarix aphylla L.* و تاغ *Haloxylon aphyllum Bunge* بر ویژگی‌های خاک، مقدار کربنات کلسیم معادل از ۲۳/۳ درصد در زیر تاج پوشش به ۲۸/۸ درصد

شامل قسمت‌های هوایی، ساقه، ریشه گیاهی و علف‌ها مقادیر زیادی پس‌ماندهای آلی را فراهم می‌کنند. بنابراین حفاظت از خاک‌هایی با مقادیر ماده آلی بالا و مدیریت کشاورزی و جنگل برای افزایش ترسیب کربن و حفظ کربن بسیار مهم و اساسی است (۲۱).

همچنین در کرمانشاه با استفاده از روش رگرسیون گام به گام شاخص‌های مؤثر بر ذخیره کربن در خاک شناسایی شدند که تحلیل مدل نشان داد که متغیرهای $CaCO_3$ ، SP، خاک و سیلت از مهم‌ترین مشخصه‌های اثرگذار بر مقدار ترسیب کربن آلی در خاک‌اند و باید برای بهبود شرایط خاک به منظور حفظ ذخیره کربن آلی بیشتر مورد توجه قرار گیرند که با تحقیق حاضر هم‌خوانی داشت (۱۳). یکی از بوم‌نظام‌های ویژه مناطق خشک و نیمه خشک، مناطق بیابانی هستند. از عوامل زیستی محدودکننده در این مناطق کمبود شدید پوشش گیاهی و تنوع آن است. انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار و مقاوم با شرایط بیابانی برای احیای پوشش گیاهی امری بسیار ضروری است و موفقیت در این امر منوط به شناسایی گونه‌های سازگار و تأثیرگذاری مثبت آن‌ها بر روی خاک است. با توجه به نتایج به دست آمده و مقایسه آن‌ها با هم و نیز معناداری عناصر غذایی ضروری و افزایش میانگین این عناصر مؤثر در حاصلخیزی خاک دشت فرخ آباد دهلران مشاهده شد که گونه گز در منطقه مورد مطالعه بر افزایش شاخص‌های کیفیت خاک مؤثر بوده است و اجرای آن در طولانی‌مدت در منطقه موجب بهبود ساختار خاک می‌شود و در آخر شرایط کاشت گیاهان بومی را در منطقه فراهم می‌آورد. با این حال این امر مستلزم بررسی‌های بیشتری است.

کاهش می‌یابد و مقدار نفوذپذیری خاک افزایش پیدا می‌کند، که به مراتب باعث کاهش رواناب شده و در نهایت مانع هدررفت کربن از طریق فرسایش می‌شود (۲۲). در پروژه حاضر مقدار pH نیز یکی دیگر از پارامترهای اثرگذار بر ترسیب کربن بود. در این خصوص مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۰ روی مقدار اسیدیته در لایه‌های مختلف خاک در دو گونه افاقیا *Robinia Pseudoacacia* L. و سرو نقره‌ای Var. *Cupressus Arizona* صورت گرفت و نتایج نشان داد که اسیدیته خاک ارتباط معناداری با ذخیره کربن آلی خاک دارد (۲۸).

در خاک‌های تکامل یافته معمولاً مقدار ذرات ریز خاک نظیر سیلت و رس بالا می‌باشد که بالا بودن مقدار ذرات ریز خاک در حفظ و تثبیت کربن آلی نقش اساسی دارند (۲۱). خاک‌های که دارای مقدار رس و سیلت بالا می‌باشند معمولاً دارای شرایط خاکدانه‌سازی مطلوبی می‌باشند که این امر باعث چسبیده شدن مواد آلی کربن‌دار به ذرات رس می‌شود و در نهایت باعث تثبیت بلندمدت کربن گردیده و از خطر تجزیه محفوظ می‌ماند (۳). همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که از بین پنج پارامتر ورودی ماده آلی، شن، $CaCO_3$ ، P و EC به مدل رگرسیونی گام به گام، سه پارامتر ماده آلی، شن و $CaCO_3$ بعنوان مهم‌ترین متغیرهای مستقل تبیین‌کننده مقدار ترسیب کربن خاک خارج از تاج پوشش درختچه گز در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. به همین دلیل این پارامترها در مدیریت خاک و جنگل‌بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرد و اقدامات لازم در جهت حفظ و افزایش این پارامترها صورت گیرد. منبع اصلی ماده آلی خاک، بافت‌های گیاهی است که سالانه قسمت‌های مختلف گیاه

References

1. Aardakani Mahdavi, S.R., Jafari, M., Zargham, N., Zare Chahoki, M. A., Baghestani Meibodi, N., & Tavili, A. (2011). Investigating on the effects of *Haloxylon aphyllum*, *Seidlitzia rosmarinus* and *Tamarix aphylla* on soil properties in Chah Afzal-Kavir (Yazd), *Forest of Iran*, 2(4), 357-365 (in Farsi).
2. Ahmadi, H., Heshmati, Gh., & Naseri, H. R. (2014). Soil carbon sequestration potential in desert lands under two species of *Haloxylon aphyllum* and *Juncus effusus* (Case Study: Aran & Bidgol). *Desert Ecosystem Engineering*, 5, 29-36 (in Farsi).

3. Amato, M., & Ladd, J. (1992). Decomposition of ¹⁴C-labelled glucose and legume material in soils: properties influencing the accumulation of organic residue C and microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 24(5), 455-464.
4. Bahrami, A., Jareyani, M., & Mohammadkhan, Sh. (2003). *Haloxylon aphyllum* and its role in wind erosion control, Proceedings of the National *Haloxylon spp.* Conference in Iran, 301-311 (in Farsi).
5. Baybordi, M. (2000). Soil physics. Tehran: Tehran University Press (in Farsi).
6. Belsky, J., & Canham, C. (1994). Forest gaps and isolated savanna trees. *BioScience*, 44(2), 77-84.
7. Baum, B. (1967). Introduced and naturalized tamarisks in the United States and Canada (*Tamaricaceae*). *Baileya*, 15, 19-25.
8. Falah shojaee, J. (2005). *The effect of certain species of Acacia salicina plant on physical and chemical properties of soils in Garbayeghan plain of Fasa*. M.Sc. thesis, College of Agriculture, Shiraz University (in Farsi).
9. Farahi, M., Khatibi, R., Pahlavanravi, Sh., & Kohkan, A. (2011). The impact of alternative cultivation on soil properties Niatak Sistan area. The 3rd National Conference of wind erosion and Dust Storms, Yazd University.
10. Finzi, A., Canham, C., & Breemen, N. (1998). Canopy tree-soil interactions within temperate forests: species effects on pH and cations. *Ecological Society of America*, 2, 447-454.
11. Jafari Haghighi, M. (2003). Methods of soil analysis: Sampling and important physical and chemical analyses with emphasis on theoretical and applied principles). Sari: Neda Zahi (in Farsi).
12. Jafari, M., & Tavili, A. (2013). Reclamation of arid lands. Tehran: Tehran University Press (in Farsi).
13. Kaveh, A., Mahdian, M. H., Parvizi, Y., Sokouti Oskouei, R., & Masihabadi, M.S. (2014). Investigating Effects of Topography, Soil and climate factors on soil organic Carbon storage in drylands of Kermanshah province. *Desert Management*, 4, 51-65 (in Farsi).
14. Lalozae, A., Dahmardeh Ghaleno, M., & Ebrahimi, M. (2016). Effect of the tree windbreakers of Tamarix and Eucalyptus on some physical and chemical properties of soil in Hamoon Plain. *Watershed Engineering and Management*, 7(4): 536-542 (in Farsi).
15. Li, F., Wang, T., & Cao, J. (1998). Effect of organic matter on total amount and availability of nitrogen and phosphorus in loess soil of Northwest China. *Communications in soil science and plant analysis*, 29(7-8), 947-953.
16. Matinkhah, S.H., & Kave Sedeihe, Z. (2017). Soil relationship with vegetative characteristics of *Tamarix ramosissima* in Abyaneh, Isfahan province, *Applied Ecology*, 3, 89-99 (in Farsi).
17. MacDicken, K.G. (1997). A Guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Winrock International Institute for Agricultural Development, USA, Blacksburg.
18. Mohammadi, M., Mirzaei, J., Moradi, M., & Naji, H.R. (2017). Soil physicochemical properties of Tamarisk (*Tamarix ramosissima* Ledeb.) sites in Ilam province. *Forest and Poplar Research*, 25(3), 419-430.
19. Moghalu, J., & Awokunle, H. (1994). Spatial patterns of soil properties under tree canopy in Nigerian rain forest region. *Tropical Ecology*, 35(2), 219-228.
20. Morshedi, M. (2009). *Evaluation of the effect of canopy cover of Daphne mucronata and Prunus dulcis on the physical, chemical and soil characteristics of Yasouj area*. M.Sc. thesis, College of Agriculture, Yasouj University (in Farsi).

21. Ostle, N., Levy, P., Evans, C., & Smith, P. (2009). UK land use and soil carbon sequestration. *Land Use Policy*, 26, 274-283.
22. Perie, C., & Ouimet, R. (2008). Organic carbon, organic matter and bulk density relationships in boreal forest soils. *Canadian journal of soil science*, 88(3), 315-325.
23. Rice, C. (2000). Soil organic C and N in rangeland soils under elevated CO₂ and land management. In: *Proceedings of Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurement, and Monitoring*, Raleigh, NC, USA, 83 p.
24. Ritter, E., Vesterdal, L., & Gundersen, P. (2003). Changes in soil properties after afforestation of former intensively managed soils with oak and Norway spruce. *Plant and soil*, 249(2), 319-330.
25. Shukla, M., Lal, R., Ebinger, M., & Meyer, C. (2006). Physical and chemical properties of soils under some piñon-juniper-oak canopies in a semi-arid ecosystem in New Mexico. *Arid environments*, 66(4), 673-685.
26. Schuman, G., Janzen, H., & Herrick, J. (2002). Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental pollution*, 116(3), 391-396.
27. Soltani, A. (2014). Application of SAS in statistical analysis. Mashhad: Jahad Daneshgahi Press (in Farsi).
28. Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N., & Akbarinia, M. (2010). Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. *Forest*, 2(1), 25-35 (in Farsi).
29. Wall, L., Child, L., Wade, P., & Brock, J. (1994). Ecology and management of invasive riverside plants. New York, John Wiley & Sons Ltd.
30. Wall, A., & Hytönen, J. (2005). Soil fertility of afforested arable land compared to continuously. *Plant and Soil*, 275(1-2), 247-260.
31. Zhang, D., Yin, L., & Pan, B. (2002). Biological and ecological characteristics of *Tamarix* L. and its effect on the ecological environment. *Earth Sciences*, 45(1), 18-22.
32. Zobeiry, M. (2009). Forest inventory. Tehran: Tehran University Press (in Farsi).



Effect of Tamarix Shrub *Tamarix Ramosissima* Ledeb. on Soil Physiochemical Properties and Carbon Sequestration of Desert Soils

M. Bazgir^{1*}, K. Shadivand², A. Rostami³

1. Assistant Professor, Department of Water and Soil Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran.
2. M.Sc. Graduated, Department of Natral Resources, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Natral Resources, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ilam, Iran.

* Corresponding Author: m.bazgir@ilam.ac.ir

Received date: 04/02/2019

Accepted date: 09/08/2019

Abstract

In arid and semi-arid regions, trees have a great influence on distribution of soil nutrient elements and biochemical processes. Considering the capabilities of *Tamarix ramosissima* Ledeb shrub in affecting soil properties, identification and management of this shrub will be important in deserts of Iran. The aim of this study was to investigate the effect of Tamarix shrub on soil physical and chemical properties and carbon sequestration in Farokhabad desert region of Dehloran. In order to study soil characteristics, soil sampling carried out from topsoil 0-5 cm and subsoil 5-20 cm under canopy cover and open area by using systematic randomized method. In this research, soil chemical parameters including organic matter percentage, carbon sequestration amount, pH, EC, N, P, K, CEC, CaCO₃, and CaSO₄ and soil physical parameters including texture, BD, BP, FC, PWP, and SP were measured. Results showed that there was significant difference at 1% probability level among soil properties such as soil carbon sequestration, organic matter, pH, EC, CEC, N concentration and CaSO₄ percentage between under canopy and open area and even in different soil depths. The results of stepwise regression showed that pH, silt and K are one of the most important components affecting the amount of carbon sequestration in the soil under the canopy of Tamarix shrub. In general, climate condition of the study area is suitable for Tamarix shrub which has a positive effect on soil properties by increasing organic matter and improvement of soil structure. As well as, Tamarix shrub increased soil fertility by increasing nutrient elements of soil, hence protection and reclamation of this species is essential for Ilam province.

Keywords: Arid regions; Soil properties; Soil carbon; Vegetation cover; Dehloran