DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2023.19813.1927

تأثیرپذیری ویژگی‌های خاک از لاشبرگ گیاه *Ziziphus spina-christi* در رویشگاه صحارا-سیندی (مقالهٔ پژوهشی)

۱- بنفشه یثربی، استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.
b.yasrebi@areeo.ac.ir
۲- محمد متینی‌زاده، دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۵
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱

چکیده
در بسیاری از طرح‌های احیای اراضی، به خصوص در مناطق خشک که با محدودیت منابع روبرو هستند، توجه به نوع گونه و اثر آن بر ویژگی‌های کیفی خاک موجب پایداری طولانی مدت عرصه‌های احیایی می‌شود. هدف این مطالعه بررسی تأثیر درخت کنار بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبیولوژی و نسبت‌های مواد مغذی خاک در رویشگاه کنار در ناحیه رویشی صحارا-سیندی در استان خوزستان است. برای این منظور، ۱۵ نمونه خاک ترکیبی به طور تصادفی از خاک سطحی پای درخت کنار و ۱۵ نمونه ترکیبی از مناطق شاهد در مکان‌هایی که درخت کنار حضور ندارد، برداشت گردید. ویژگی‌هایی مانند بافت خاک، اسیدیته، کربن آلی، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، بیکربنات، تنفس پایه، تنفس برانگیخته، بیوماس میکروبی کربن و پتانسیل نیتریفیکاسیون در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. پس از انجام پیش نیازهای دو گروه نمونه مانند تست نرمالیته و همگنی واریانس‌ها، آزمون t مستقل برای بررسی وجود تفاوت معنی‌دار بین دو گروه اجرا گردید. نتایج نشان داد که در نمونه‌های خاک پای درخت کنار از نظر کربن آلی ۴۱ درصد، مواد آلی ۴۷ درصد، نیتروژن ۶۹ درصد، نسبت کربن به پتاسیم ۲۴ درصد، نسبت نیتروژن به پتاسیم ۴۲ درصد نسبت به منطقه شاهد که کنار وجود ندارد، رشد نشان می‌دهد. در گروه شاخص‌های بیولوژیک نیز نمونه‌های پای کنار از نظر تنفس پایه ۹۱ درصد و از نظر زیتوده میکروبی کربن ۹۰ درصد نسبت منطقه شاهد رشد نشان می‌دهد که حاکی از افزایش سرعت معدنی‌شدن مواد آلی و سلامت خاک است. در خصوص تعادل یون‌های دو ظرفیتی و تک ظرفیتی در فاز تبادلی و محلول نتایج نشان داد که با افزایش یک واحد در SAR میزان ESR در نمونه‌های شاهد به نسبت نمونه‌های پای کنار ۱/۶ برابر افزایش می‌یابد. این امر بدان معناست که با افزایش یون‌های دو ظرفیتی در فاز محلول، جایگاه‌های تبادلی در مناطقی که درخت کنار حضور ندارد با سرعت بیشتری توسط یون سدیم اشغال می‌شود و خاک با سرعت بیشتری به سمت سدیمی شدن پیش می‌رود. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت گونهٔ کنار همزمان باعث احیای خاک و افزایش حاصلخیزی و سلامت آن از طریق بهبود شرایط میکروبی می‌شود.

واژگان کلیدی: کنار، ناحیه رویشی صحارا-سیندی، ویژگی‌های بیولوژیک، نسبت‌های مواد مغذی، خوزستان.

مقدّمه
خاک یکی از اجزای مهم اکوسیستم است و کیفیت آن نشانگر ظرفیتش برای عملکرد به عنوان یک سیستم زنده حیاتی است. خاک حاوی عناصر بیولوژیکی است که نقش کلیدی در عملکرد اکوسیستم‌ها دارد [۳۰]. واضح است که سلامت یک اکوسیستم به طور مستقیم به سلامت خاک وابسته است. جوامع میکروبی جزء لاینفک خاک هستند و باید در مفاهیم طبقه‌بندی و ارزیابی کیفیت خاک گنجانده شوند [۳۲].

خاک با تأمین آب و مواد مغذی به صورت مستقیم بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد. میکروارگانیسم‌ها نیز با فرآیندهای تجزیه و تبدیل به طور غیرمستقیم بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارند. از سوی دیگر، پوشش گیاهی از طریق کاهش فرسایش خاک (فرسایش بادی و فرسایش

آبی) به کاهش تلفات مواد مغذی کمک می‌کند. افزایش مواد آلی (لاشبرگ و ترشحات ریشه) به خاک، تجمع مواد مغذی را افزایش می‌دهد و به‌علاوه، خواص فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد [۱۲]. تفکیک اثرات گیاهان روی خاک از اثرات خاک بر خود گیاهان دشوار است، زیرا فعل و انفعالات گیاه و خاک در هر دو مقیاس زمانی و مکانی رخ می‌دهند و دلیل عدم تنوع گونه‌ای در منطقه مورد مطالعه را فقر خاک عنوان می‌کنند [۳۴]. میکروارگانیسم‌ها هم نقش حیاتی در حفظ ساختار خاک، تهویه خاک، کاهش جرم ظاهری خاک، تجزیه مواد آلی، چرخهٔ بیوژئوشیمیایی مواد، حمایت از رشد گیاه و تحمل تنش دارند و در نهایت باعث بهبود کیفیت خاک می‌شوند [۵].

تنفس میکروبی فرآیندی است که میزان فعالیت بیولوژیکی خاک را منعکس می‌کند. فعالیت میکروبی کمِ خاک نشانهٔ وجود یک اکوسیستم تحت تنش است [۱۶]. بررسی میزان نیتروژن و زیتوده میکروبی و تنوع آنها در خاک سه تیپ جنگل کاج اروپایی نشان داد ترکیب جامعه گیاهی و همچنین بکربودن آنها می‌تواند ساختار و عملکرد جامعه میکروبی خاک را تغییر دهد[۳۰]. مطالعهٔ خاک جوامع گیاهی هالوفیت در دشت‌های ساحلی چین نشان داد نوع کاتیون و آنیون بر میزان و تنوع زیتوده میکروبی خاک مؤثر است که در نهایت بر روند توالی گیاهی تأثیرگذار خواهد بود[۳۶].

گیاهان با تأثیر بر شیمی و بیولوژی خاک شرایط را به نفع خود تغییر داده و می‌توانند به گونهٔ غالب تبدیل شوند [۱۳]. دلیل این تغییر، ترکیبات لاشبرگ و هم‌چنین ترکیبات ترشحات شیمیایی ریشه بیان می‌شود [۲۸].

در جنگل‌های کردستان ساختار جنگل بر مشخصه‌های میکروبی خاک شامل تنفس پایه، تنفس برانگیخته و زیتوده میکروبی کربن نیز مؤثر بوده است [۱۰]. خاک تیپ راش-ممرز از نظر شاخص‌های بیولوژیکی (تنفس میکروبی و زیتوده میکروبی کربن) در مقایسه با سایر تیپ‌های مطالعه‌شده، بالاترین کیفیت را داشته است [۸].

در پژوهش انجام گرفته به منظور مقایسهٔ تنفس میکروبی در کاربری‌های مرتعی، زراعی و باغی در کردستان نشان داد که خاک اراضی باغی در مقایسه با سایر کاربری‌ها دارای بالاترین تنفس میکروبی بوده است [۳۲] از نتایج مشابه در خصوص تبدیل کاربری اراضی از جنگل به باغ و اراضی کشاورزی و اُفت کیفیت و حاصلخیزی خاک در ساری به دست آمده است [۲۰].

جهت پایش خاک، مدل‌سازی اکوسیستم و بررسی کیفیت رویشگاه‌ها اندازه‌گیری‌های میکروبیولوژی سیستم خاک از قبیل نرخ تنفس خاک، زیست‌تودهٔ میکروبی، فعالیت آنزیمی خاک باید در اولویت قرار بگیرد [۲۷]. در ایتالیا، تأثیر آتش‌سوزی بر تنوع زیتوده باکتری و قارچی در خاک جنگل و درختچه‌زار بررسی شده و نتایج نشان داد که سه سال پس از آتش‌سوزی، جوامع باکتری و قارچ خاک درختچه‌زارها از نظر تنوع، تراکم و غنا به حالت اولیه بازگشته‌اند، در صورتی‌که در جنگل‌ها پس از آتش‌سوزی، فون خاک مشابه خاک درختچه‌زارها شده است [۱۹].

بررسی شاخص‌های بیولوژیک خاک در تناوب‌های مختلف کشت برنج در آرژانتین نشان داد که بیولوژی خاک و شاخص‌های کیفیت آن تحت تأثیر گونه‌ای است که درکشت همراه با برنج (سویا یا ذرت) انتخاب می‌شود [۳]. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل دما، رطوبت و ترکیبات شیمیایی در عصاره اشباع در دو منطقه با پوشش گیاهی متفاوت علفی و درختی دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر هستند [۲۱]. احیای پوشش گیاهی در مناطق تخریب‌یافتهٔ نیمه‌گرمسیری چین، تأثیرات مثبتی بر غنا و تنوع باکتری‌های خاک دارد [۳۵].هر چند بررسی درختان سمر و کهور ایرانی در عسلویه نشان داد این دو گونه تفاوت معنی‌داری بر آنزیم‌ها و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نداشتند [۱].

مقایسه بین تأثیر درخت بلوط در دو تیپ دانه‌زاد و شاخه‌زاد در استان ایلام نشان می‌دهد که تیپ بلوط دانه‌زاد باعث بهبود شرایط بیولوژیک خاک در مقایسه با بلوط شاخه‌زاد شده است [۲].

در پژوهشی تأثیر هفت گونهٔ درختی کاشته‌شده در جنوب شرقی بلژیک را بر خصوصیات شیمیایی خاک مطالعه شد. نتایج نشان داد که میان درختان کشت‌شده تفاوت معنی‌داری از نظر تأثیر بر شیمی خاک و فراوانی آنیون‌ها و کاتیون‌ها و در نتیجه حاصلخیزی خاک وجود دارد [۴].

نتایج مطالعه توده‌های اقاقیا، زبان گنجشک، سرو نقره‌ای و کاج تهران در پارک چیتگر، نشان داد که همهٔ مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک و لاشبرگ شامل رطوبت، اسیدیته، کربن آلی، نیتروژن کل، نیترات، آمونیوم، زی‌تودهٔ میکروبی کربن و نیتروژن، تنفس میکروبی در توده‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در مقایسه با منطقه شاهد داشته‌اند. تنفس، زیتوده میکروبی کربن و نیتروژن در خاک توده جنگلی اقاقیا در بین گونه‌های مورد مطالعه بیشترین بوده است [۹]. نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که پوشش‌های گیاهی می‌توانند خاک را از نظر شاخص‌های شیمیایی و بیولوژیکی تحت تأثیر قرار دهد. اما تأثیر گونه‌های متفاوت در شرایط محیطی متفاوت مشابه نیست.

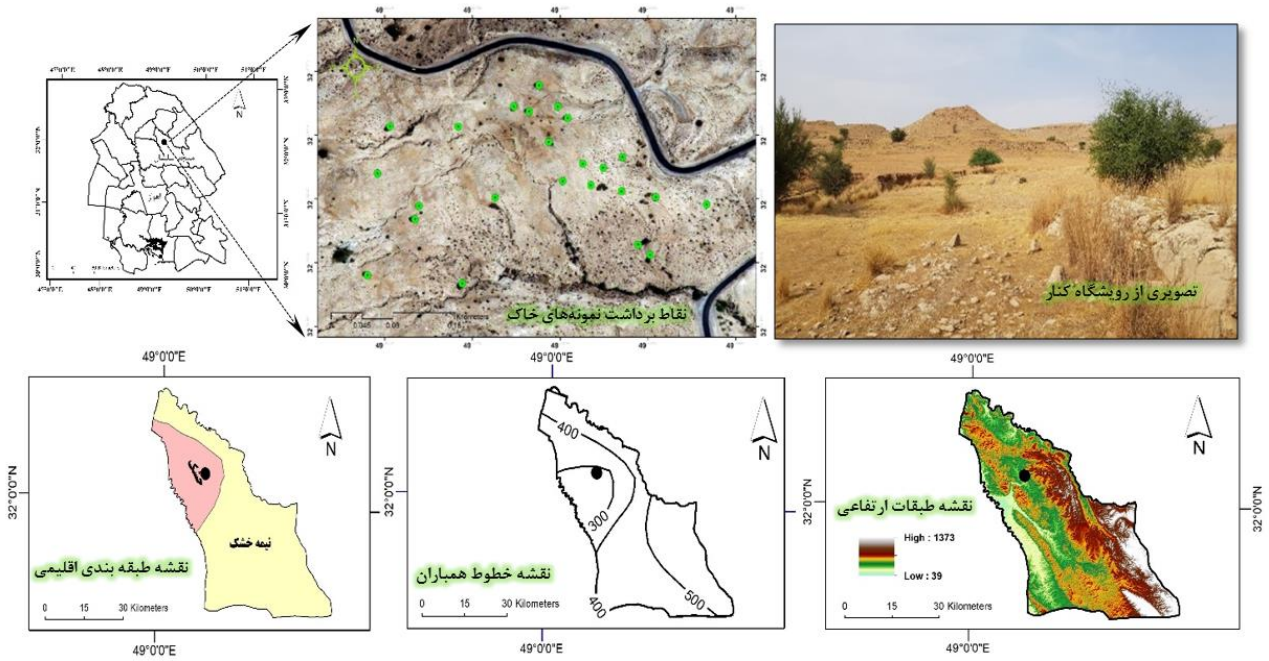
اطلاع از چگونگی تأثیر گونه‌های گیاهی بر خاک تنها زمانی می‌تواند جامع باشد که امکان و مقایسه گونه‌های متفاوت در شرایط محیطی متفاوت وجود داشته باشد. در اجرای پروژه‌های بیولوژیک برای احیا اراضی تخریب‌یافته، انتخاب گونه به نحوی که بتواند به پایداری و سلامت خاک کمک نماید بسیار ارزشمند است. تنها با شناخت تأثیرات گونه‌های متفاوت می‌توان تناوب و الگوی کشت به تناسب مشخصات عرصه‌ها پیشنهاد و ریسک استقرار پوشش گیاهی را کاهش داد و با افزایش کیفیت خاک و همچنین افزایش حاصلخیزی به استقرار سایر گیاهان کمک نمود.

این پژوهش به بررسی تأثیر گونه کنار به عنوان گونه غالب در رویشگاه صحارا-سندی بر خاک سطحی می‌پردازد. کیفیت و سلامت خاک سطحی جهت افزایش مقاومت آن در مقابل انواع فرسایش و به خصوص فرسایش بادی، بسیار اهمیت دارد. انتظار می‌رود نتایج این تحقیق بتواند تأثیر درخت کنار بر خاک سطحی را کمّی نماید و به دنبال پاسخگویی به این پرسش است که آیا تعاملات درخت کنار با محیط اطراف در مقایسه با منطقه شاهد باعث حاصلخیزی و بهبود شاخص‌های بیولوژیک خاک می‌گردد؟

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه رویشگاه کنار در شهرستان مسجدسلیمان در استان خوزستان است. موقعیت رویشگاه مورد مطالعه در استان و شهرستان در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه برداری در استان خوزستان و شهرستان مسجدسلیمان

منطقه مورد مطالعه از نظر اقلیمی در منطقهٔ خشک واقع شده است. بارش سالانه آن ۳۰۰ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. از نظر پوشش گیاهی گونهٔ غالبِ منطقه کنار (*Ziziphus spina-christi*) و گونهٔ همراه رملیک (*Ziziphus nummularia*) است. کنار درختی به ارتفاع ۵ تا ۸ متر و از تیره‌ای به همین نام (*Rhamnaceae*) می‌باشد. درختی همیشه‌سبز با تاجی کروی و گاهی به صورت درختچه‌ای است. کنار یکی از درختان رایج در مناطق مختلف استان خوزستان و منطقه رویشی صحارا-سندی است و گسترش و پراکندگی جغرافیایی قابل توجهی در استان دارد. از پودر برگ آن به عنوان سدر و برای شستشو استفاده می‌کنند و میوه آن مورد استفاده مردم محلی قرار می‌گیرد.

روش مطالعه

نمونه برداری خاک

در تحقیق پیش رو ابتدا یک قطعه ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر در رویشگاه کنار در ناحیه رویشی صحارا-سیندی انتخاب گردید. تلاش گردید در قطعه نمونه انتخابی کمترین تغییر کاربری و دست‌خوردگی در زیر اشکوب انجام شده باشد. قطعه یک هکتاری به ۵ قسمت تقسیم و در هر زیر قسمت به طور تصادفی پایه‌های کنار انتخاب شدن. تعداد ۹ نمونه خاک و در مجموع ۴۵ نمونه از عمق ۰ تا ۱۵ سانتیمتر در زیر تاج درختان (در فاصله میان تنه تا لبهٔ انتهایی تاج) در جهت شرق با استفاده از اوگر برداشت گردید [۱۰،۶].

هر سه نمونه در هر زیر قطعه به طور تصادفی با یکدیگر ترکیب شد و در آخر، ۱۵ نمونه خاک به آزمایشگاه برای تجزیه و تحلیل ارسال شد. در قطعه نمونه انتخابی فاصله پایه‌های کنار با یکدیگر حدود ۳۰ تا ۶۰ متر است بنابراین، مناطق شاهد در حد فاصل بین پایه‌های کنار در نظر گرفته شد. در هر زیر قطعه نیز به همان صورت که در نمونه‌برداری از کنارها شرح داده شد در آخر، ۱۵ نمونه نیز از مناطق شاهد برداشت در ادامه نمونه‌های برداشت شده با استفاده از یخدان و بطری‌های یخزده به آزمایشگاه حمل شد.

از نمونه‌های برداشت شده ۲۰۰ گرم جداسازی شد و برای اندازه‌گیری مشخصات بیولوژیکی شامل تنفس پایه، تنفس برانگیخته، بایومس میکروبی کربن و پتانسیل نیتریفیکاسیون در یخچال نگهداری شد.

اندازه‌گیری تنفس پایه به روش تیتراسیون انجام پذیرفت. در این روش به ۲۰ گرم خاک مرطوب ۲۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکسی سدیم اضافه می‌شود و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شود سپس با اضافه‌شدن کلریدباریم دی‌اکسید کربن به صورت کربنات باریم رسوب می‌کند. در آخر، باقی‌مانده هیدروکسید سدیم با اسید کلریدریک تیتر می‌شود و میزان تنفس با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$(C\text{-}S) \times 2.2 \times 100/SW \times \%dm \qquad (۱)$$

در این رابطه، C میانگین حجم اسید کلریدریک مصرفی توسط نمونه‌های شاهد (میلی‌لیتر)، S میانگین حجم اسید مصرفی نمونه (میلی‌لیتر)، ۲/۲ فاکتور تبدیل، SW وزن اولیهٔ خاک (گرم)، dm% فاکتور تبدیل برای خاک خشک است.

برای اندازه‌گیری تنفس برانگیخته، به ۱۰۰ گرم خاک مرطوب، ۵ گرم گلوکز اضافه شده و سپس CO_2 آزادشده به طور مداوم در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در طی ۴ ساعت بر حسب $CO_2 100gr^{-1}dm.h^{-1}$ گزارش می‌شود و برای اندازه‌گیری پتانسیل نیتریفیکاسیون نیز به ۵ گرم خاک مرطوب سولفات آمونیوم و کلرات سدیم اضافه و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت نیتریت آزادشده بوسیله کلرید پتاسیم و بر روش رنگ‌سنجی در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری می‌شود.

در ادامه برای اندازه‌گیری بیومس میکروبی کربن نیز از روش تدخین استفاده شد [۶]. در این روش، نمونه‌های خاک با کلروفرم تدخین شده و با محلول سولفات پتاسیم عصاره‌گیری و کربن آلی موجود در عصاره اندازه‌گیری شده و در آخر به کربن زیتوده تبدیل می‌شود.

برای بررسی خصوصیات شیمیایی نمونه‌های خاک میزان کربن آلی به روش والکلی بلک، فسفر به روش کولوریمتری، پتاسیم و سدیم با استفاده از فلیم فتومتر، کلسیم و منیزیوم با کمپلکسومتری، کلر روش موهر، ازت کلدال، بیکربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک،

اسیدیته و شوری به صورت الکتریکی در عصاره اشباع اندازه‌گیری شد. از خصوصیات فیزیکی نیز بافت خاک نمونه‌ها با روش بایکاس تعیین شد [۳۳].

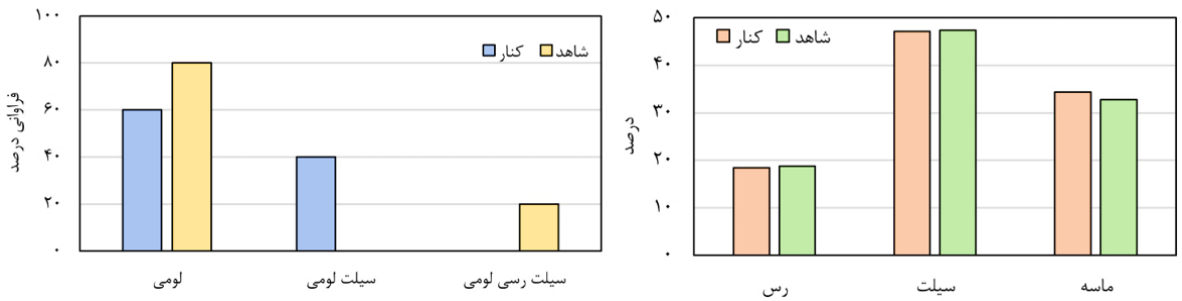
در پایان، به منظور انجام تحلیل‌های آماری دو گروه نمونه ابتدا از آزمون کلموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها استفاده شد. سپس آزمون T مستقل برای مقایسه میانگین‌ها اجرا گردید. به منظور بررسی میزان وابستگی ویژگی‌های مختلف و میزان تأثیرپذیری از یکدیگر از ماتریس همبستگی پیرسون استفاده شد [۱۴].

نتایج

برای مقایسه ویژگی‌های خاک در زیر تاج پوشش درختان کنار با منطقه شاهد، ویژگی‌ها در چهار بخش شیمیایی، فیزیکی، حاصلخیزی و بیولوژی به تفکیک بررسی شد. نتایج مربوط به هر بخش جداگانه ارائه شده است.

ویژگی‌های فیزیکی خاک

خصوصیات فیزیکی بافت خاک در نمونه‌های زیر تاج‌پوشش درختان کنار و منطقه شاهد بررسی شد. توزیع بافت خاک نمونه‌ها و میانگین درصد ذرات آنها در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، بیشترین فراوانی نمونه‌ها مربوط به بافت خاک لومی بوده و سیلت با فراوانی حدود ۵۰ درصد در هر دو دسته نمونه فراوان‌ترین ذره است.



شکل ۲- مقایسه فراوانی بافت و ذرات خاک در نمونه‌ها

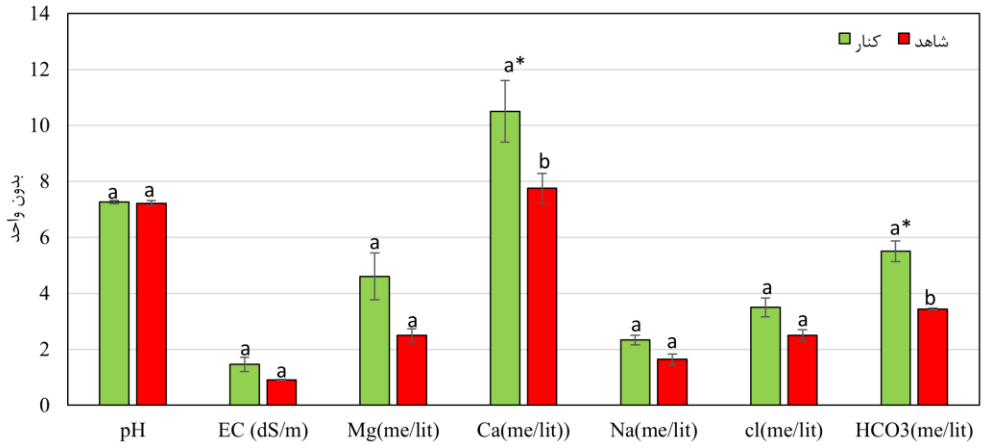
نتایج آزمون t مستقل نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین فراوانی ذرات بافت خاک در نمونه‌های زیر تاج‌پوشش و شاهد وجود ندارد و فرض صفر مبنی بر تأثیر درخت کنار بر خصوصیات فیزیکی خاک، رد می‌شود. (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج آزمون t مستقل در بافت خاک نمونه های کنار و شاهد

	کلموگروف اسمیرنوف	لون	t	معنی‌داری
رس	۰/۵۵	۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۹۳
سیلت	۰/۸۶	۰/۰۳	-۰/۶۷	۰/۵۳
ماسه	۰/۶۱	۰/۵۸	-۰/۳۵	۰/۷۳

ویژگی‌های شیمیایی خاک

از ویژگی‌های شیمیایی خاک غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها و هم‌چنین میزان شوری و اسیدیته مورد بررسی قرار گرفت. در شکل ۳ میانگین‌های دو گروه و نتایج آزمون t مستقل نشان داده شده است. پیش از آن نیز نرمال‌بودن و هم-چنین همگنی واریانس دو گروه با آزمون لون مورد آزمون قرار گرفت و فرض صفر تأیید گردید.



شکل ۳- میانگین‌ها و نتایج آزمون t در مقایسه ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها

بر اساس نتایج در مقادیر اسیدیته، شوری، منیزیم، سدیم و کلر تفاوت معنی‌داری بین دو گروه نمونه مشاهده نشد، اما غلظت کلسیم و بیکربنات در سطح ۵ درصد در نمونه‌های خاک پای درخت کنار افزایش نشان می‌دهد که با نتایج ژو و همکاران [۳۶] نیز تطابق دارد. ایشان دلیل افزایش یون‌های مذکور را میزان رس و یا مواد آلی بیان می‌کنند که بر اساس نتایج همبستگی پیرسون (جدول ۲) افزایش کلسیم و بیکربنات در خاک کنار مربوط به افزایش میزان کربن آلی و ماده آلی در سطح معنی داری ۱ درصد است. ماده آلی عناصر دو ظرفیتی به خصوص کلسیم را جذب می‌کند و در ساختار آن کلسیم جایگزین منیزیم می‌شود و بخش اعظم منیزیم در خاک در بخش غیرتبادلی و در ساختمان شبکه کانی‌ها قرار می‌گیرد [۷]. منشأ بیکربنات در خاک، مواد آلی و تنفس ریشه‌ای است [۳۶].

جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون ویژگی‌های شیمیایی به کربن آلی خاک نمونه‌ها

	pH	EC	Mg	Ca	Na	Cl	HCo_3	SAR	ESR
OC	-.452 .190	.178 .624	-.042 .909	.945** .000	-.002 .995	.136 .707	.937** .000	-.341 .335	-.562 .091

به منظور بررسی حالت تعادل بین کاتیون‌های قابل تبادل و کاتیون‌های محلول از روابط نسبت جذبی سدیم (SAR) و سدیم قابل تبادل (ESR) استفاده شد [۱۱،۲۴] که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- روابط SAR-ESR در نمونه‌های خاک

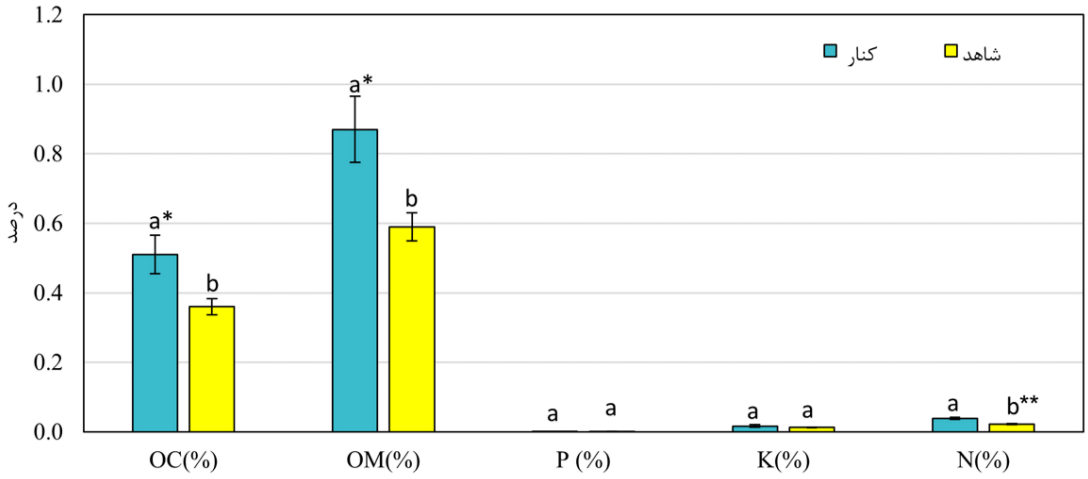
نمونه خاک	رابطه	ضریب تبیین	سطح معنی‌داری رابطه
پای کنار	ESR=0.11SAR+0.026	۰/۶۱	۰/۰۳۵
شاهد	ESR=0.18SAR-0.03	۰/۹۸	۰/۰۰۰

با دقت در شیب خط روابط ارایه شده می‌توان گفت که با افزایش یک واحد در SAR میزان ESR در نمونه‌های شاهد به نسبت نمونه‌های پای کنار ۱/۶ برابر افزایش می‌یابد. این بدان معناست که با افزایش یون‌های دو ظرفیتی در فاز محلول، جایگاه‌های تبادلی در مناطقی که درخت کنار حضور ندارد با سرعت بیشتری توسط یون سدیم اشغال می‌شود. دلیل آن را می‌توان به افزایش هرچند اندک ماده آلی در پای کنار نسبت داد چراکه مواد آلی ترجیح زیادی برای جذب کاتیون‌های دو ظرفیتی

دارند و مواد آلی ضریب تناسب سدیم را با توجه به میـزان کلسیم و منیزیم کاهش می‌دهد [۱۱].

حاصلخیزی خاک

در بخش حاصلخیزی بـه بررسـی وجـود تفـاوت معنـی‌دار کربن آلی، ماده آلی، فسفر، پتاسیم و نیتروژن در دو گـروه نمونه پرداخته شده اسـت. بـر اسـاس شـکل ۴، در مقـدار میانگین‌های کربن آلی، مواد آلی به در سطح معنی‌داری ۵ درصد و در مقدار نیتروژن در سـطح معنـی‌داری ۱ درصـد تفاوت در نمونه‌های خـاک پـای درختـان کنـار و منـاطق شاهد وجود دارد. ضرایب همبستگی پیرسون بـین عوامـل شـیمیایی و حاصـلخیزی خـاک در جـدول ۴ آورده شـده است.



شکل ۴- میانگین‌ها و نتایج آزمون t در مقایسه حاصلخیزی نمونه‌ها

جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین حاصلخیزی و ویژگی‌های شیمیایی خاک

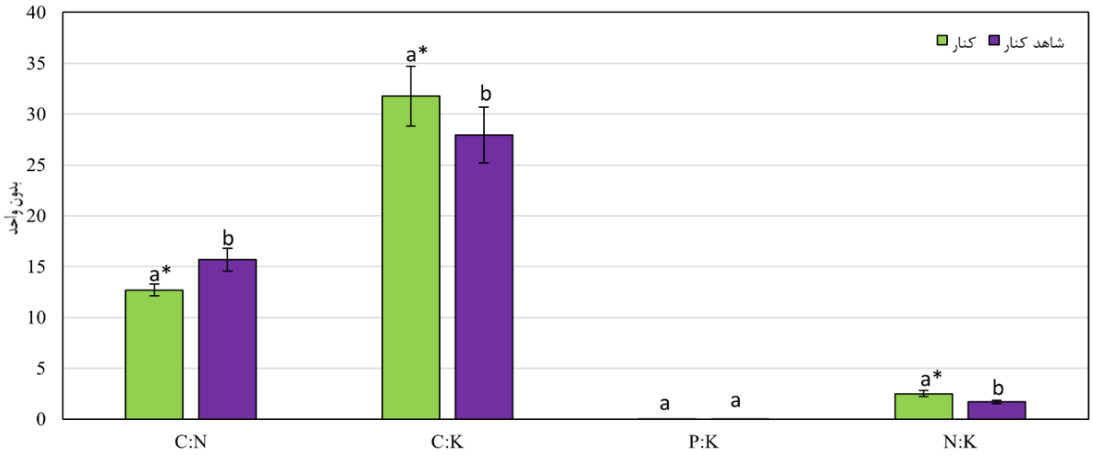
		OC	P	K	N	pH	EC	Mg	Ca	Na	Cl	HCo_3	SAR	ESR
OC	Pearson	1	.046	.808**	.867**	-.452	.178	-.042	.945**	-.002	.136	.937**	-.341	-.562
	Sig. (2-tailed)		.900	.005	.001	.190	.624	.909	.000	.995	.707	.000	.335	.091
P	Pearson		1	.022	-.136	-.230	-.147	-.092	.160	-.557	.060	-.102	-.744*	-.710*
	Sig. (2-tailed)			.952	.708	.522	.685	.800	.659	.094	.870	.780	.014	.021
K	Pearson			1	.615	-.442	.200	-.007	.902**	.011	.161	.830**	-.285	-.448
	Sig. (2-tailed)				.058	.201	.579	.985	.000	.976	.658	.003	.424	.195
N	Pearson				1	-.160	.332	.139	.740*	.239	.345	.896**	-.060	-.339
	Sig. (2-tailed)					.658	.349	.701	.015	.506	.329	.000	.870	.338

بر اساس نتایج می‌توان گفت تغییرات میـزان نیتـروژن کل و پتاسیم در سطح معنـی داری ۱ درصـد بـا تغییـرات کربن آلی خاک وابستگی مثبت دارند. علاوه بـر آن میـزان نیتروژن و پتاسیم در خاک با یون‌های کلسیم و بیکربنـات به ترتیب در سطح یک و پنج درصد ارتباط مثبت معنی‌دار دارند بنابراین، افزایش میزان آنها در نمونه‌های پـای کنـار دور از انتظار نیست. مواد آلی، عناصـر C، N و P را تحـت تجزیه میکروارگانیسم ها آزاد می‌کنند، اما راندمان استفاده میکروبی N و P از C بیشتر است. عـلاوه بـر ایـن، جـذب نیتروژن و فسفر توسط ریشـه‌های گیـاه منجـر بـه تجمـع بیشتر C در خـاک در مقایسـه بـا N و P مـی‌شـود [۱۷]. علاوه بر این، میزان OC، N و K با P همبسـتگی نـدارد که نشان مـی‌دهـد تغییـرات C، N و K از P در رویشـگاه کنار جدا شده است. به نظر می‌رسد محدودیت مواد مغذی در اکوسیستم مـورد مطالعـه P-Limited اسـت و ممکـن است دلیل آن وابستگی معنی‌دار معکوس میزان فسـفر بـا

افزایش میزان سدیم در جایگاه تبادلی و فاز محلول خاک و کاهش عناصر دو ظرفیتی باشد که با نتایج بیان شده در تحقیقات صورت گرفته در اراضی کشاورزی همخوانی دارد [۲۳].

نتایج به دست آمده مبنی بر تأثیر مثبت درخت کنار بر بهبود حاصلخیزی خاک توسط نتایج سایر پژوهش‌ها که افزایش حاصلخیزی را به طور کلی با افزایش پوشش گیاهی مرتبط می‌دانند تأیید می‌شود. دلیل آن، تأثیر گیاه بر محتوای مواد مغذی خاک از طریق جذب مواد مغذی، افزایش لاشبرگ و ترشحات ریشه است [۱۵،۱۶].

میزان عناصر مغذی در خاک به تنهایی دارای اهمیت نیستند بلکه نسبت‌ها و روابط آنها به طور مستقیم بر جذب و استفاده از عناصر توسط گیاهان تأثیرگذار است. آن‌ها می‌توانند به عنوان شاخص‌های سلامت و عملکرد خاک به کار بروند. افزئن بر این، تغییرات کمّی و کیفی آنها بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نتیجه حفظ و بهبود حاصلخیزی خاک تأثیر می‌گذارد. در شکل ۵ مقایسه نسبت‌های مواد مغذی در دو گروه و در جدول ۵ ضرایب همبستگی پیرسون نسبت‌های مواد مغذی آورده شده است.



شکل ۵- مقایسه نسبت‌های مواد مغذی در دو گروه نمونه

جدول ۵- ضرایب همبستگی پیرسون بین نسبت‌های مواد مغذی

		P	K	N	C:P	C:K	P:K	N:K	N:P	SAR
C:N	Pearson	.264	.059	-.488	-.339	-.070	.250	-.588	-.466	-.389
	Sig. (2-tailed)	.462	.871	.153	.338	.847	.486	.074	.175	.267
C:P	Pearson	-.632*	-.055	.338	1	.345	-.585	.465	.989**	.246
	Sig. (2-tailed)	.050	.880	.340		.329	.076	.176	.000	.493
C:K	Pearson	.036	-.572	.139		1	.210	.842**	.374	-.043
	Sig. (2-tailed)	.921	.084	.702			.561	.002	.287	.905
P:K	Pearson	.964**	-.240	-.279			1	-.023	-.564	-.646*
	Sig. (2-tailed)	.000	.503	.435				.950	.089	.044
N:K	Pearson	-.166	-.469	.401				1	.555	.208
	Sig. (2-tailed)	.646	.172	.251					.096	.563
N:P	Pearson	-.621	-.100	.376					1	.287
	Sig. (2-tailed)	.055	.784	.284						.421

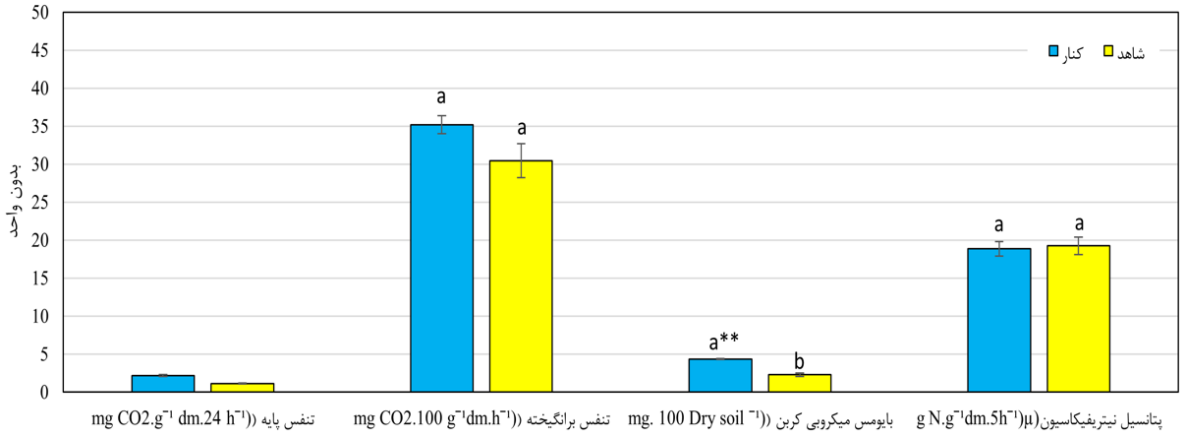
وجود تفاوت معنی‌دار در نسبت‌های مواد مغذی در دو گروه مورد مطالعه نشان‌دهندهٔ تأثیر درخت کنار بر آنها است که با نتایج مطالعات مختلف مبنی بر تأثیر پوشش گیاهی به ویژه درخت بر نسبت‌های مواد مغذی هم‌خوانی دارد [۲۵،۲۸،۱۵].

نسبت کربن به نیتروژن یکی از مهم‌ترین متغیرهای منعکس‌کننده کیفیت خاک و عملکرد اکولوژیکی و شاخصی برای ارزیابی تعادل تغذیه کربن و نیتروژن خاک است. هم‌چنین سرعت تجزیه مواد آلی را نشان می‌دهد و نسبت C:N کمتر مربوط به سرعت تجزیه سریع‌تر است [۲۵]. از آنجا که نسبت‌های C:K و N:K توسط OC تحت تأثیر یکدیگر قرار می‌گیرند بنابراین، افزایش معنی‌دار آنها در نمونه‌های پای کنار به دلیل افزایش مواد آلی دور از انتظار نیست و می‌توان گفت به دلیل دینامیک OC استوکیومتری و مواد مغذی خاک به طور مداوم با عوامل محیطی می‌توانند در حال تغییر باشند.

نسبت N:P به طور قابل توجهی به دلیل ناچیزبودن محتوای P در هر دو گروه بسیار بالاست (۳۹۰ در نمونه‌های پای کنار و ۱۴۱ در نمونه‌های شاهد) و وابستگی بسیار نزدیکی با تغییرات C:P دارد و برعکس باز به دلیل فقر فسفر نسبت P:K در هر دو گروه (۰/۰۰۷ در نمونه‌های پای کنار و ۰/۰۱۹ در نمونه‌های شاهد) بسیار پایین است و تحت تأثیر تعادل بین یون‌های دو ظرفیتی و یک ظرفیتی قرار می‌گیرد.

ویژگی‌های بیولوژیک خاک

از ویژگی‌های بیولوژیک خاک چهار مشخصه تنفس پایه، تنفس برانگیخته، بیومس میکروبی کربن و پتانسیل نیتریفیکاسیون در دو گروه نمونه خاک پای کنار و شاهد بررسی گردید (شکل ۶).



شکل ۶- میانگین‌ها و نتایج آزمون t در دو گروه نمونه خاک پای کنار و شاهد

بر اساس نتایج بین نمونه‌های دو گروه از نظر تنفس پایه و بایومس میکروبی کربن در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. در جدول ۶ ضرایب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های بیولوژیک آن آورده شده است.

تنفس پایه به عنوان معیاری برای فعالیت میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری تنفس پایه اطلاعاتی در خصوص مقدار زیست‌توده فعال در آن فراهم می‌کند. بر اساس نتایج، واضح است که تنفس خاک در نمونه‌های پای درخت کنار افزایش یافته و روند مشابهی با زیست‌توده میکروبی کربن نشان می‌دهد. تنفس پایه و زیست‌توده میکروبی کربن با کربن آلی خاک و نیتروژن همبستگی مثبت دارند که نشان دهنده این است که در دسترس‌بودن مواد آلی عامل اصلی تأثیرگذار بر اندازه و فعالیت جامعه میکروبی در رویشگاه کنار است که با نتایج مطالعات پیشین مبنی بر تأثیر مواد آلی بر فعالیت زیتوده میکروبی کربن تأیید می‌شود [۱۷،۸، ۱۵].

تنفس پایه با میزان شوری و همچنین سدیم رابطه معکوس دارد در حالی که با افزایش مقادیر یون‌های کلسیم و منیزیم رابطه مثبت دارد. دلیل آن را می‌توان به

کاهش سمیت سدیم در حضور یون‌های دو ظرفیتی دانست که توسط نتایج ژو و همکاران [۳۶] در اکوسیستم‌های ساحلی تأیید می‌شود. در فازهای ابتدایی تجزیه لاشبرگ، نیتروژن موجود در آن معدنی‌شده و برای رشد باکتری‌ها استفاده می‌شود به همین دلیل غلظت نیتروژن در لاشبرگ بالاست [۲۲] و بر اساس نتایج، میزان تنفس میکروبی و زیتوده میکروبی کربن با نیتروژن همبستگی بالایی نشان می‌دهد و با نسبت C:N هم نسبت عکس دارد. در قسمت حاصلخیزی دیده شد که نسبت کربن به نیتروژن در نمونه‌های پای کنار نیز پایین‌تر است که تأییدی بر افزایش زیتوده میکروبی در نمونه‌های پای کنار است. افزایش تنفس و زیتوده میکروبی نشان‌دهندهٔ بهبود کیفیت خاک و افزایش تجزیه لاشبرگ و معدنی‌شدن سریع‌تر مواد آلی است.

جدول ۶- ضرایب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های شیمیایی، حاصلخیزی و بیولوژیکی خاک

	OC	P	K	N	C:N	C:P	C:K	P:K	N:K	N:P	pH	EC	Mg	Ca	Na
تنفس پایه	.558*	-.410	.337	.737*	-.404	.388	.191	-.473	.423	.428	-.158	-.744*	.644*	.741*	-.700*
تنفس برانگیخته	.134	-.030	-.011	.482	-.765**	.408	.210	-.013	.571	.497	.365	.345	.339	.339	.302
زیتوده میکروبی کربن	.529*	-.487	.307	.845**	-.754*	.619	.181	-.547	.573	.685*	.160	.394	.297	.399	.478
پتانسیل نیتریفیکاسیون	-.079	.198	-.044	.021	-.305	.368	.022	.208	.140	.384	.615	-.374	-.291	-.356	-.429

نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی تأثیر درخت کنار در منطقه رویشی خشک خلیج فارس در استان خوزستان است. نتایج مقایسه نمونه‌های خاک پای کنار و منطقه شاهد نشان می‌دهد که نمونه‌های خاک پای درخت کنار از نظر کربن آلی ۴۱ درصد، مواد آلی ۴۷ درصد، نیتروژن ۶۹ درصد، نسبت C:K ۲۴ درصد، نسبت N:K ۴۲ درصد نسبت به منطقه شاهد که کنار وجود ندارد رشد نشان می‌دهد.

از نظر شاخص‌های بیولوژیک نیز نمونه‌های پای کنار از نظر تنفس پایه ۹۱ درصد و از نظر زیتوده میکروبی کربن ۹۰ درصد نسبت منطقه رشد دارد که نشان‌دهنده افزایش معدنی‌شدن مواد آلی و سلامت خاک است. با توجه به عدم‌وابستگی فسفر به کربن آلی و وابستگی آن به تعادل بین یون‌ها می‌توان گفت رویشگاه کنار با کمبود فسفر روبروست. همچنین در خصوص تعادل یون‌های دو ظرفیتی و تک ظرفیتی در فاز تبادلی و محلول نتایج نشان می‌دهد با افزایش یک واحد در SAR میزان ESR در نمونه‌های شاهد به نسبت نمونه‌های پای کنار ۱/۶ برابر افزایش می‌یابد. این بدان معناست که با افزایش یون‌های دو ظرفیتی در فاز محلول، جایگاه‌های تبادلی در مناطقی که درخت کنار حضور ندارد با سرعت بیشتری توسط یون سدیم اشغال می‌شود و خاک با سرعت بیشتری به سمت سدیمی‌شدن پیش می‌رود. در مجموع، با توجه به ارایه‌شده می‌توان گفت درخت کنار علاوه بر نقش فیزیکی در مبارزه با فرسایش خاک، باعث اصلاح و بهبود خاک و افزایش حاصلخیزی آن نیز می‌گردد.

در پایان محدودیت‌های این پژوهش هزینهٔ بسیار بالای آزمایش‌های خاک به خصوص آزمایش‌های مربوط به بیولوژی خاک است. همچنین مشکلات مربوط به حمل و نگهداری نمونه‌ها که می‌باید تا رسیدن به آزمایشگاه در یخ نگهداری شوند. پیشنهاد می شود که سایر گونه‌های گیاهی به خصوص بومی از نظر تأثیر آنها بر خاک و مقایسه آنها با گیاهیان غیربومی که در طرح‌های بیابان‌زدایی استفاده می‌شوند، بررسی شود.

References

[1]. Alizadeh, T., Habashi, H., Matinizadeh, M., & Sadeghi, S. M. (2021). Investigating the enzyme activities and physicochemical properties of soil in the habitat of Prosopis cineraria (L.) Druce and P. juliflora (SW.)

DC. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 3*(1), 69-58 .

[2]. Bazgir. M, Menati. T, Rostaminya, M., & Mahdavi, A. (2020). Soil microbial biomass and activity of oak forest in three different regions in Ilam province. *soil biology, 2*(8), 155-165 . [in Farsi]

[3]. Benintende, S. M., Benintende, M. C., Sterren, M. A., & De Battista, J. J. (2008). Soil microbiological indicators of soil quality in four rice rotations systems. *Ecological Indicators, 8*(5), 704-708. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.12.004

[4]. Carnol, M., & Bazgir, M. (2013). Nutrient return to the forest floor through litter and throughfall under 7 forest species after conversion from Norway spruce. *Forest Ecology and Management, 309*, 66-75. doi: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.04.008

[5]. Douterelo, I., Goulder, R & ,.Lillie, M. (2010). Soil microbial community response to land-management and depth, related to the degradation of organic matter in English wetlands: Implications for the in situ preservation of archaeological remains. *Applied Soil Ecology*, *44*(3), 219-227 .doi: https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.12.009

[6]. Fchinner, Ohlinger. R, & Kandeler. E. (2012). *Methods in Soil Biology* (N. A. Zadeh, Trans. R. Margesin Ed.). Tabriz-Iran: Tabriz University. [in Farsi]

[7]. Ghaderi, J., Sepehr, I., & Malakouti, M. J. (2006). Magnazium. In M. J. Malakouti & P.Keshavarz (Eds.), *A look at the fertility status of Irainian Soils* (pp. 503). Iran: Sana. [in Farsi]

[8]. Habashi, H. (2015). Microbial respiration and microbial biomass C relationship with soil organic matter in different types of mixed beech forest. *Forest Research and Development, 1*(2), 135-144 . [in Farsi]

[9]. Haghverdi, K. (2017). The effect of tree covers on soil microbiological indices and CO2 emission. *Water and Soil Conservation, 24*(4), 81-63 .[in Farsi]

[10]. Haidari, M., Teimouri, M., Pourhashemi, M., & Alizadeh, T. (2023). Study Changes in Biological Indicators in Forest Stands with Different Structure in Kurdistan Province. *Ecology of Iranian Forests, 20,* 9. [in Farsi]

[11]. Harron, W. R. A., Webster, G. R., & Cairns, R. R. (1983). Relationship between exchangeable sodium and sodium adsorption ratio in a soloneztic soil. *Canadian Journal of Soil Science, 63*(3), 461-467. doi:10.4141/cjss83-047

[12]. Huang, L., Hu, H., Bao, W., Hu, B., Liu, J., & Li, F. (2023). Shifting soil nutrient stoichiometry with soil of variable rock fragment contents and different vegetation types. *Catena, 220*. doi:10.1016/j.catena.2022.106717

[13]. Jones, G. L., Scullion, J., Worgan, H., & Gwynn-Jones, D. (2019). Litter of the invasive shrub Rhododendron ponticum (Ericaceae) modifies the decomposition rate of native UK woodland litter. *Ecological Indicators, 107*, 105597. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105597

[14]. Kalantari, K. (2003). *Data Processing and analysis in Socio-Economic Research*: Sharif.

[15]. Li, C., Zhao, L., Sun, P., Zhao, F., Kang, D., Yang, G., ... Ren, G. (2016) .Deep Soil C, N, and P Stocks and Stoichiometry in Response to Land Use Patterns in the Loess Hilly Region of China. *PLOS ONE, 11*(7), e0159075. doi:10.1371/journal.pone.0159075

[16]. Limbu, D., Koirala, M., Shang, Z., & Associate, C. (2020). Soil Microbial Biomass Carbon and Nitrogen in Himalayan Rangeland of Eastern Nepal: A Comparison between Grazed and Non-grazed Rangelands. *The Rangeland Journal, 10*, 217-227 .

[17]. Liu, X., Ma, J., Ma, Z.-W., & Li, L.-H. (2017). Soil nutrient contents and stoichiometry as affected by land-use in an agro-pastoral region of northwest China. *Catena, 150*, 146-153. doi: https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.11.020

[18]. Lu, X., Toda, H., Ding, F., Fang, S., Yang, W., & Xu, H. (2014). Effect of vegetation types on chemical and biological properties of soils of karst ecosystems. *European Journal of Soil Biology, 61*, 49-57. doi:10.1016/j.ejsobi.2013.12.007

[19]. Memoli, V., Santorufo, L., Santini, G., Ruggiero, A. G., Giarra, A., Ranieri, P., ... Maisto, G. (2022). The combined role of plant cover and fire occurrence on soil properties reveals response to wildfire in the

Mediterranean basin. *European Journal of Soil Biology, 112*, 103430. doi: https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2022.103430

[20]. Moazami Goodarzi. H, Jalili, B., Sepanlou, M. G., & Salek-Gilani, S. (2022). Effects of deforestation and land uses on some chemical and microbial properties of soil in northern Iran (a case study: Salim Sheykh area of Sari). *Soil biology, 9*(2), 123-139. [in Farsi] .

[21]. Özkan, U., & Gökbulak, F. (2017). Effect of vegetation change from forest to herbaceous vegetation cover on soil moisture and temperature regimes and soil water chemistry. *Catena, 149*, 158-166. doi: https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.09.017

[22]. Phillips, C.L. and N. Nickerson, *Soil Respiration*, in *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. 2015, Elsevier.

[23]. Rezaei, H. (2006). Phosphor. In M. J. Malakouti & P.Keshavarz (Eds.), *A look at the fertility status of irainian soils*. Tehran: Sana. [in Farsi]

[24]. Shinberg ,I., & Oster, J. D. (1998). *Quality of Irrigation Water* (A. Alizadeh, Trans. fivth ed.). Mashhad, Iran: Ghods. [in Farsi]

[25]. Sun, G., Li, W., Zhu, C., & Chen, Y. (2017). Spatial variability of soil carbon to nitrogen ratio and its driving factors in Ili River valley ,Xinjiang, Northwest China. *Chinese Geographical Science, 27*(4), 529-538. doi:10.1007/s11769-017-0885-7

[26]. Tan, K. H. 2005. *Soil Sampling, Preparation, and Analysis*, CRC Press

[27]. Vanhala, P., Kiikkilä, O., & Fritze, H. (1996). Microbial responses of forest soil to moderate anthropogenic air pollution. *Water, Air, and Soil Pollution, 86*(1), 173-186. doi:10.1007/BF00279154

[28]. Wang, C., Li, L., Yan, Y., Cai, Y., Xu, D., Wang, X., ... Xin, X. (2021). Effects of cultivation and agricultural abandonment on soil carbon, nitrogen and phosphorus in a meadow steppe in eastern Inner Mongolia . *Agriculture Ecosystems & Environment, 309*, 107284.

[29]. Winding, A., Hund-Rinke, K., & Rutgers, M. (2005). The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 62*(2), 230-248. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.03.026

[30]. Xiao, R., Man, X., Duan, B., Cai, T., Ge, Z., Li, X., & Vesala, T. (2022). Changes in soil bacterial communities and nitrogen mineralization with understory vegetation in boreal larch forests. *Soil Biology and Biochemistry, 166*. doi:10.1016/j.soilbio.2022.108572

[31]. Yuan, B.-C., & Yue, D.-X. (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. doi: https://doi.org/10.1016/S1002-0160(11)60186-0

[32]. Zandi, l., Erfanzadeh, R., & Joneidi, H. (2020). The effect of introduced Species on rangelands soil quality with emphasizing on Microbial Respiration. *Rangeland, 14*(1), 1-1. [in Farsi]

[33]. Zarrinkafsh ,M. (1993). *Applied soil science*. Tehran-Iran: Tehran University.

[34]. Zhao, Y., Zhao, M., Qi, L., Zhao, C., Zhang, W., Zhang, Y., ... Yuan, J. (2022). Coupled Relationship between Soil Physicochemical Properties and Plant Diversity in the Process of Vegetation Restoration. *Forests, 13*(5). doi:10.3390/f13050648

[35]. Zheng, X., Lin, C., Guo, B., Yu, J., Ding, H., Peng, S., ... Zhang, Y. (2020). Effects of re-vegetation restoration on soil bacterial community structure in degraded land in subtropical China. *European Journal of Soil Biology, 98*. doi:10.1016/j.ejsobi.2020.103184

[36]. Zhou, Z., Hua, J., & Xue, J. (2022). Salinity drives shifts in soil microbial community composition and network complexity along vegetation community succession in coastal tidal flats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 276*. doi:10.1016/j.ecss.2022.108005.

Influence of *Ziziphus spina-christi* Residue on soil characteristics in Sahara-Sindy Ecosystem (Research Paper)

1- Banafshe Yasrebi*, Assistant Professor, Natural Resources Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.
b.yasrebi@areeo.ac.ir
2- Mohamad Matinizadeh, Associate Professor, Forest and Rangeland Research Institute, AREEO, Tehran, Iran.

Received: 26 May 2022
Accepted: 12 Sep. 2022

Abstract
The health of the soil, as an ecosystem, influences the health of other ecosystems. The most essential factors associated to soil quality are its physical, chemical, and biological features, as well as its fertility. However, it is influenced by the type of plant that grows in it. Paying attention to the type of species and their effects on the qualitative characteristics of the soil as a management strategy can help maintain the quantity and long-term stability of restored areas in arid and desert areas in many land restoration projects, particularly in arid lands with limited resources. The purpose of this research is to look into the effect of the Ziziphus tree on physicochemical, microbiological, and stoichiometric ratios of soil in the arid region surrounding the Persian Gulf in the province of Khuzestan. For this purpose, 15 mixed soil samples were randomly selected from the surface soil at the foot of the Ziziphus tree, and 15 mixed samples were selected from the control areas in locations where the Ziziphus tree is not present. The characteristics of the soil samples were the same, including texture, acidity, organic carbon, organic matter, nitrogen, phosphorus, and potassium. The independent t-test was carried out to determine whether there was a significant difference between the two sample groups once the prerequisites for the two sample groups, such as the normality test and the homogeneity of variances, were completed. The results showed that in the Ziziphus samples, organic carbon was 41%, organic matter 47%, nitrogen 69%, C:K ratio 24%, and N:K ratio was 42% higher than in the control area with no Ziziphus. In terms of biological indicators, the Ziziphus samples rose 91% in basic respiration and 90% in microbial biomass carbon, indicating an increase in organic matter mineralization and soil health. In terms of the balance of ions in the exchange phase and solution. The results demonstrate that an increase of one unit in SAR raises the ESR level in the control samples by 1.6 times, compared to the side samples. This indicates that as the concentration of divalent ions in the solution phase increases, the exchange sites where the tree is absent, sodium ions will fill those spaces more quickly. According to the above findings, it can be concluded that using Ziziphus in land restoration projects improves microbiological conditions while also restoring the soil and enhancing its fertility and health.

Keywords: Ziziphus, Sahara-Sindy zone, biological characteristics, stoichiometric ratios, Khuzestan, Iran.