DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2023.19981.1931

بررسی تغییرات ویژگی‌های شیمیایی خاک در ناحیهٔ ریشهٔ گیاه قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) (مقالهٔ پژوهشی)

۱- مجتبی جعفری‌حقیقی*، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
mjafarihaghighi@gmail.com
۲- عبدالمجید ثامنی، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۳- غلامعباس قنبریان، گروه مهندسی محیط زیست و منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۴- منیره مینا، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۰
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷

چکیده
نخستین گام انجام برنامه‌های اصلاح، احیاء یا بهره‌برداری از منابع طبیعی، شناخت پوشش گیاهی مناطق مختلف کشور است. رابطهٔ متقابلی بین خاک و پوشش گیاهی وجود دارد. خاک‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی هستند. استان فارس دارای رویشگاه‌های متعدد مرتعی و جنگلی است و می‌تواند به عنوان یک قطب تحقیقاتی برای انتخاب و معرفی گونه‌های گیاهی مناسب و سازگار با شرایط سخت بوم‌شناختی و ویژگی‌های خاک‌های کشور مورد استفاده قرار گیرد. هدف از این تحقیق، بررسی اثرات گونه گیاهی قیچ بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های رویشگاه آن در آباده، سروستان و خنج فارس بود. این مطالعه با استفاده از طرح فاکتوریل ۲×۲×۳ (سه منطقه، دو عمق و دو فاصله) و در قالب طرح کاملاً تصادفی و سه تکرار انجام گرفت. نمونه‌های خاک از دو نیمرخ واقع در فاصله‌های سایه‌انداز و خارج از سایه‌انداز، از دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتیمتر خاک در سه منطقه مورد اشاره برداشت شد. ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در pH، هدایت الکتریکی، غلظت آنیون‌های محلول (کلر، بیکربنات و سولفات)، نسبت جذبی سدیم، مادهٔ آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی بین مناطق، عمق‌های مختلف و فاصله سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز وجود دارد. کربنات کلسیم معادل در منطقه و عمق تفاوت معنی‌دار و در فاصله سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز تفاوت معنی‌داری نداشت. افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک سطحی، واقع در زیر سایه‌انداز گیاه قیچ سبب تغییر خاک رویشگاه خود به سمت یک خاک شور شده است. با وجود افزایش نسبت جذب سدیم در زیر سایه‌انداز، مقادیر به دست آمده تهدیدی در ارتباط با خطرات یون سدیم را نشان نمی‌دهد. گیاه قیچ مقدار بالای انباشت سدیم در اندام هوایی نشان داد. با توجه به این آثار، نقش مهم پوشش گیاهی قیچ در تغییر ویژگی‌های خاک سطحی مشخص می‌گردد.

واژگان کلیدی: آنیون‌های محلول، استان فارس، سایه‌انداز گیاه، عامل تجمع سدیم، نسبت جذب سدیم.

مقدّمه
نخستین گام انجام برنامه‌های اصلاح، احیاء یا بهره‌برداری از منابع طبیعی، شناخت پوشش گیاهی مناطق مختلف کشور است. با توجه به اهمیت نقش گیاهان در تعادل بوم‌سازگان و استفاده‌های مختلفی که بشر به طور مستقیم و غیرمستقیم از آنها می‌کند، شناخت روابط بین گیاهان و عوامل محیطی، برای ثبات و پایداری آن ضروری است [۴۷]. مدیریت و بهره‌برداری صحیح از مراتع، مستلزم شناسایی ویژگی‌های گونه‌های اصلی تشکیل‌دهندهٔ آن و اثرات آن گونه‌ها بر رویشگاه آنها است [۴۴].

از میان اجزاء و عوامل محیطی، یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رشد و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی مختلف عامل خاک می‌باشد [۴۹]. بر اثر کشت یک گیاه جدید در محیط، بویژه اگر آن گیاه غیربومی باشد، احتمال بروز تغییراتی در محیط طبیعی و بوم‌سازگان وجود دارد. این تغییرات می‌تواند در خاک، گیاهان و

موجودات زنده اثرات مثبتی از جمله ایجاد اقلیم مطلوب‌تر و بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی داشته باشند [۵۱]. بنابراین، بررسی اثرهای گونه جدید بر محیط تحت کشت و پوشش گیاهی بومی و مدیریت مناسب اهمیت زیادی دارد [۳۲].

خاک‌ها، تعیین‌کنندهٔ گونه‌های گیاهی هستند. از طرف دیگر، گیاهان بر چرخهٔ عناصر غذایی خاک‌ها اثر می‌گذارند [۱۳]. ویژگی‌ها و ذخایر عناصر غذایی در خاک به نوع پوشش گیاهی بسیار وابسته است [۵]. از طرف دیگر، بین حاصلخیزی خاک، رویش درختان و مقدار زی‌توده رابطهٔ مستقیمی وجود دارد [۳]. ویژگی‌های خاک متأثر از فعالیت‌های ریشه بوده و روند تجزیه ریشه و رهاسازی ماده در بستر خاک به طور قابل توجهی تحت تأثیر ریشه‌های زنده و میسلیوم‌ها قرار دارد [۲۰].

ریشه‌های گیاه، خاک را در سطح وسیعی تحت تأثیر انشعابات خود قرار داده و ترکیبات شیمیایی را از نقاط مختلف جذب می‌کند. گیاه، این مواد را در زی‌توده خود متمرکز می‌کند. علاوه بر خاک سطحی، فعالیت‌های ریشه و تجمع لاشبرگ در بوته‌های چندساله می‌تواند کیفیت خاک زیرین خود را نیز بهبود بخشد [۵۰]. شدت این تأثیر به گونه‌ای است که برخی از پژوهشگران معتقدند یکی از مهم‌ترین پدیده‌های بوم‌شناختی، تأثیر بوته‌های بیابانی بر پراکنش منابع خاکی و فرآیندهای بیوژئوشیمیایی در نقاط دور و نزدیک آن می‌باشد. این تأثیر می‌تواند به صورت افقی یعنی بر خاک منطقه سایه‌انداز هر گیاه و یا به صورت عمودی بر خاک سطحی و یا بر لایه‌های مختلف نیمرخ خاک اعمال گردد [۴۲].

حضور درختان و بوته‌ها باعث تغییر در هوادیدگی کانی‌ها، انتقال رس، سیلت، شن، همچنین تجزیهٔ کربنات‌ها و در نتیجه سبب ایجاد تغییرات قابل توجه‌ای بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زیر سایه‌انداز گیاه می‌شود [۲۲ و ۴۱].

پژوهش‌های بسیاری در ارتباط با گونه‌های آکاسیا [۴۶]، بلوط [۲۳] و آکاسیا سیبریانا [۲۵]، انجام شده است. نتایج آنها نشان می‌دهد که این گیاهان باعث افزایش مادهٔ آلی، نیتروژن کل، پتاسیم قابل استفاده، قابلیت هدایت الکتریکی، منگنز، بیکربنات، کلر، سولفات، کلسیم، منیزیم و پتاسیم محلول در زیر سایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز شده است که می‌تواند باعث استقرار بهتر گیاه بعدی در زیر سایه‌انداز گردد. محققانی علت رشد بهتر خارشتر و اسفند را جذب یون‌های غذایی از نواحی اطراف سایه‌انداز و توزیع مجدد آنها به نواحی زیر سایه‌انداز اعلام نموده‌اند که موجب بهبود شرایط خاک سایه‌انداز خود می‌شوند [۱۶].

با توجه به این که استان فارس از نظر اقلیم، سازندهای زمین‌شناسی، پستی‌وبلندی و ارتفاع اراضی، دارای رویشگاه‌های مرتعی و جنگلی بسیار متنوعی است، می‌تواند به عنوان یک قطب تحقیقاتی برای انتخاب و معرفی گونه‌های گیاهی مناسب و سازگار با شرایط سخت بوم‌شناختی و ویژگی‌های خاک‌های کشور مورد استفاده قرار گیرد. نتایج حاصل، در پیداکردن راه‌کارهای بهینه در حفاظت خاک بسیار مهم و اساسی خواهد بود. هدف از این تحقیق، بررسی اثرات گونهٔ گیاهی قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های رویشگاه آن در آباده، سروستان و خنج استان فارس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی مناطق مورد مطالعه

در پژوهش حاضر، نمونه‌برداری از سه منطقهٔ آباده، سروستان و خنج واقع در استان فارس صورت گرفت. منطقهٔ آباده در شمال استان فارس با ارتفاع ۲۱۸۰ متر از سطح دریا و در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۳ دقیقه قرار گرفته است. میانگین بارندگی سالیانه ۱۳۳/۱ mm می‌باشد که ۴۴/۶ درصد آن در زمستان، ۳۰/۲ درصد در پاییز، ۹ درصد در تابستان و ۲۴/۴ درصد در بهار می‌بارد.

میزان تبخیر سالانه ۲۴۹۹/۶ mm، حداقل مطلق دما ۲۱/۴- $^{\circ}C$ در دی ماه و حداکثر مطلق دما ۳۹/۶ $^{\circ}C$ در تیرماه گزارش شده است. میانگین دمای سالانه ۱۴/۳ و میانگین حداکثر دما ۲۲ و میانگین حداقل دما ۶/۶ $^{\circ}C$ است. ضریب خشکی بر اساس رابطه دومارتن در این منطقه ۵/۴۸ و در نتیجه اقلیم خشک می‌باشد.

منطقهٔ سروستان در مرکز استان فارس با ارتفاع ۱۷۶۰ متر از سطح دریا و در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه تا ۲۹ درجه و ۲۷ دقیقه، واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه ۲۴۴/۳ mm می‌باشد که ۵۶/۸ درصد آن در زمستان، ۲۶/۱ درصد در پاییز، ۱۵/۱ در بهار و ۱/۹ درصد در تابستان می‌بارد. میزان تبخیر سالانه ۲۵۷۹/۹ mm، حداقل مطلق دما ۱۴/۴- در دی ماه ۱۳۵۱ و حداکثر مطلق دما ۴۳/۲ $^{\circ}C$ در تیرماه ۱۳۷۷گزارش شده است. میانگین دمای سالانه ۱۸ و میانگین حداکثر دما ۲۵/۸ و میانگین حداقل دما ۱۰/۲ $^{\circ}C$ است. ضریب خشکی محاسبه شده بر اساس رابطه دومارتن برای این منطقه ۸/۷۲۵ بوده و اقلیم خشک می‌باشد.

منطقهٔ خنج در جنوب استان فارس با ارتفاع ۷۴۵ متر از سطح دریا و در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۴۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۱۷ دقیقه قرار گرفته است. میانگین بارندگی سالانه در ایستگاه باغان (نزدیک‌ترین ایستگاه به نقطه نمونه‌برداری) ۲۱۷/۸ mm می‌باشد که ۵۰/۹ درصد آن در زمستان، ۲۶/۸ درصد در پاییز، ۹/۲درصد در تابستان و ۱۳/۱ درصد در بهار می‌بارد. میزان تبخیر سالانه در ایستگاه سینوپتیک لارستان (نزدیک‌ترین ایستگاه به خنج) ۳۳۳۷/۶ mm، حداقل مطلق دما ۴/۸- در دی ماه و حداکثر مطلق دما ۴۷/۸ $^{\circ}C$ در مرداد ماه گزارش شده است. میانگین دمای سالانه ۲۳/۶ و میانگین حداکثر دما ۳۱/۸ و میانگین حداقل دما ۱۵/۴ $^{\circ}C$ است. ضریب خشکی دومارتن در این منطقه ۶/۴۸ و اقلیم خشک است.

نمونه‌برداری و تعیین ویژگی‌های خاک‌ها

نمونه‌برداری از دو نیمرخ واقع در فاصله‌های سایه‌انداز و خارج از سایه‌انداز، از دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ cm (در مجموع ۳۶ نمونه خاک) صورت گرفت. برای این که هر نمونه خاک به صورت یک نمونه ترکیبی باشد، برای هر عمق از هر چهار جهت نیمرخ، نمونه‌برداری شده و با هم مخلوط گردید.

نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده را بعد از خشک‌کردن و عبور از الک دو میلی‌متری، برای تعیین ویژگی‌های شیمیاییِ pH در خمیر اشباع خاک به وسیله pH متر [۴۸]، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به وسیله هدایت‌سنج الکتریکی [۳۶]، میزان مادهٔ آلی با روش اکسایش مرطوب [۲۸]، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی‌کردن با اسید کلریدریک [۱۹]، ظرفیت تبادل کاتیونی با روش جایگزینی با استات سدیم [۴۳]، غلظت سدیم محلول به وسیله شعله‌سنجی [۱۸]، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با EDTA [۳۷]، آنیون بیکربنات بوسیله تیتراسیون با اسید سولفوریک [۳۷]، کلر به روش تیتراسیون با نیترات نقره [۳۷] و آنیون سولفات با روش نیترات کلسیم [۳۷] مورد آزمایش قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۳ (سه منطقه، دو عمق و دو فاصله) و در قالب طرح کاملاً تصادفی و سه تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن با نرم‌افزار SAS 9-4 انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ آزمایشگاهی و مقایسه میانگین ویژگی‌های مورد بررسی شامل غلظت‌های محلول آنیون‌های کلر، بیکربنات و سولفات و همچنین مقادیر کربنات کلسیم معادل، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، نسبت جذب سطحی سدیم، مادهٔ آلی، گنجایش تبادل کاتیونی و واکنش خاکِ رویشگاه گیاه قیچ در سه منطقه مورد بررسی آباده، سروستان و خنج در دو عمق ۰-۲۰ و ۴۰-۲۰ cm و در دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ و شکل‌های ۱ و ۲ آورده شده است. به علاوه، نتایج حاصل از آنالیز واریانس نیز در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۱- غلظت‌های محلول آنیون‌های کلر، بیکربنات و سولفات ($cmol^{+}lit^{-1}$) در خاک رویشگاه گونه گیاهی قیچ در سه منطقه مورد بررسی آباده، سروستان و خنج در دو عمق و دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز

عمق (cm)		۰-۲۰						۲۰-۴۰					
فاصله		زیر سایه			خارج سایه			زیر سایه			خارج سایه		
ویژگی		Cl^{-}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}
آباده		۴/۵۰	۶/۰۰	۵۳/۸۶	۴/۷۳	۷/۳۰	۸/۰۴	۴/۰۰	۷/۰۰	۴۱/۸۹	۳/۳۳	۴/۲۰	۱۳/۲
سروستان		۳/۲۳	۶/۲۰	۴۷/۷۱	۳/۸۳	۵/۲۰	۵۹/۹۴	۳/۲۳	۵/۴۰	۵۰/۲۴	۳/۶۷	۵/۲۰	۵۴/۶۶
خنج		۴/۰۰	۷/۸۰	۱۵/۱۵	۲/۵۰	۷/۱۷	۶/۶۵	۳/۰۰	۵/۹۷	۲۹/۷۶	۲/۵۰	۶/۰۰	۱۴/۳۰
													میانگین
فاصله (Cl^{-})	زیر سایه	۳/۹۱						۳/۴۱					۳/۶۶A
	خارج سایه				۳/۶۹						۳/۱۷		۳/۴۳B
فاصله (HCO_3^{-})	زیر سایه		۶/۶۷						۶/۱۲				۶/۴A
	خارج سایه					۶/۵۶						۵/۱۳	۵/۸۴B
فاصله (SO_4)	زیر سایه			۳۸/۹۱						۴۰/۶۳			۳۹/۷۷A
	خارج سایه					۲۴/۸۸							۲۶/۱۳B
عمق (Cl^{-})	۰-۲۰	۳/۹۱			۳/۶۹								۳/۸۰A
	۲۰-۴۰							۳/۴۱			۳/۱۷		۳/۲۹B
عمق (HCO_3^{-})	۰-۲۰		۶/۶۷			۶/۵۶							۶/۶۱A
	۲۰-۴۰								۶/۱۲			۵/۱۳	۵/۶۳B
عمق (SO_4)	۰ -۲۰			۳۸/۹۱			۲۴/۸۸						۳۱/۸۹B
	۲۰ -۴۰									۴۰/۶۳			۳۴/۰۱A

Cl^{-}، HCO_3^{-} و SO_4^{2-} به ترتیب بیانگر آنیون‌های کلر، بیکربنات و سولفات می‌باشند.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند

جدول ۲- مقادیر کربنات کلسیم معادل (درصد)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dSm^{-1}) و نسبت سدیم قابل جذب (-) در خاک رویشگاه گونه گیاهی قیچ در سه منطقه مورد بررسی آباده، سروستان و خنج در دو عمق و دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز

عمق (cm)		۰-۲۰						۲۰-۴۰					
فاصله		زیر سایه			خارج سایه			زیر سایه			خارج سایه		
عنصر		CCE	EC	SAR	CCE	EC	SAR	CCE	EC	SAR	CCE	EC	SAR
آباده		۲۶/۴۳	۲/۹۹	۰/۵۲	۱۹/۱۵	۰/۸۹	۰/۲۵	۲۳/۹۲	۲/۳۸	۰/۵۴	۱۶/۴۲	۰/۹۴	۰/۲۵
سروستان		۲۲/۷۵	۲/۷۱	۰/۱۸	۳۱/۳۷	۲/۵۴	۰/۲۶	۱۹/۶۲	۲/۷۶	۰/۷۹	۲۰/۰۰	۲/۴۶	۰/۱۷
خنج		۷۶/۰۰	۱/۴۰	۰/۱۶	۸۱/۵۰	۱/۲۷	۰/۳۰	۶۶/۵۰	۱/۰۷	۰/۲۰	۸۱/۰۰	۰/۸۲	۰/۲۹
													میانگین
فاصله (CCE)	زیر سایه	۴۱/۷۳						۳۶/۶۸					۳۹/۲۰A
	خارج سایه				۴۴/۰۱						۳۹/۱۴		۴۱/۵۷A
فاصله (EC)	زیر سایه		۲/۳۷						۲/۰۷				۲/۲۲A
	خارج سایه					۱/۵۷						۱/۴۱	۱/۴۹B
فاصله (SAR)	زیر سایه			۰/۲۹						۰/۷۶			۰/۷۳A
	خارج سایه						۰/۲۷						۰/۲۵B
عمق (CCE)	۰-۲۰	۴۱/۷۳			۴۴/۰۱								۴۲/۸۷A
	۲۰-۴۰							۳۶/۶۸			۳۹/۱۴		۳۷/۹۱B
عمق (EC)	۰-۲۰		۲/۳۷			۱/۵۷							۱/۹۷A
	۲۰-۴۰								۲/۰۷			۱/۴۱	۱/۷۴B
عمق (SAR)	۰ -۲۰			۰/۲۹			۰/۲۷						۰/۲۸B
	۲۰ -۴۰									۰/۷۶			۰/۷۰A

CCE ، EC و SAR به ترتیب بیانگر کربنات کلسیم معادل، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع و نسبت سدیم قابل جذب می‌باشند.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند

تأثیر گونه گیاهی مورد بررسی بر غلظت آنیون‌های محلول خاک

تفاوت معنی‌داری در غلظت کلر، بیکربنات و سولفات محلول بین مناطق، عمق‌های مختلف و فاصله سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز وجود داشت (جدول‌های۱ و ۴). در حالی که اثر متقابل عمق و سایه‌انداز در غلظت کلر و سولفات و اثر متقابل منطقه در سایه‌انداز در غلظت بیکربنات معنی-دار نبود. آنیون‌های مورد بررسی به همراه کاتیون‌های بازی هنگامی که در غلظت‌های بالا در محلول خاک وجود داشته باشند، موجب تشکیل خاک‌های شور می‌شوند.

غلظت بالای آنیون کلرید سبب مقاومت گیاهان به برخی امراض خاکی می‌شود. اثرات ذکر شده در pH های بیش از ۶/۱ ناچیز بوده و به علاوه، خود سبب سمیت برای برخی گیاهان خواهد شد [۵۳]. شایان ذکر است، در پژوهشی آنیون کلرید به عنوان یک ریزمغذی دسته‌بندی شده است [۳۵].

جدول ۳- مقادیر ماده آلی (درصد)، ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol^{+}Kg^{-1}$) و pH رویشگاه گونه گیاهی قیچ در سه منطقه مورد بررسی آباده، سروستان و خنج در دو عمق و دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز

عمق (cm)		۰-۲۰						۲۰-۴۰					
فاصله		زیر سایه			خارج سایه			زیر سایه			خارج سایه		
عنصر		OM	CEC	pH	OM	CEC	pH	OM	CEC	pH	OM	CEC	pH
آباده		۲/۰۷	۱۱/۸۳	۷/۷۱	۰/۸۲	۱۱/۳۷	۷/۷۵	۱/۱۳	۱۳/۸۴	۷/۹۰	۰/۳۰	۱۲/۵۳	۸/۰۱
سروستان		۱/۲۲	۱۰/۶۶	۷/۴۶	۱/۲۶	۸/۲۴	۷/۴۹	۰/۶۴	۶/۴۷	۷/۵۲	۰/۴۹	۵/۷	۷/۴۹
خنج		۲/۶۹	۱۲/۷۳	۷/۵۲	۱/۱۶	۱۱/۰۵	۷/۸۲	۱/۲۱	۱۲/۲۴	۷/۸۶	۰/۹۰	۹/۹۷	۷/۷۹
													میانگین
فاصله (OM)	زیر سایه	۱/۹۹						۰/۹۹					۱/۴۹A
	خارج سایه				۱/۰۸						۰/۵۶		۰/۸۲B
فاصله (CEC)	زیر سایه		۱۱/۷۴						۱۰/۸۵				۱۱/۲۹A
	خارج سایه					۱۱/۲۲						۹/۴۰	۹/۸۱B
فاصله (pH)	زیر سایه			۷/۵۶						۷/۷۶			۷/۶۶B
	خارج سایه						۷/۶۹					۷/۷۶	۷/۷۳A
عمق (OM)	۰-۲۰	۱/۹۹			۱/۰۸								۱/۵۴A
	۲۰-۴۰							۰/۹۹			۰/۵۶		۰/۷۷B
عمق (CEC)	۰-۲۰		۱۱/۷۴			۱۱/۲۲							۱۰/۹۸A
	۲۰-۴۰								۱۰/۸۵			۹/۴۰	۱۰/۱۲B
عمق (pH)	۰-۲۰			۷/۵۶			۷/۶۹						۷/۶۲B
	۲۰-۴۰									۷/۷۶		۷/۷۶	۷/۷۶A

OM، CEC و pH به ترتیب بیانگر ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و واکنش خاک می‌باشند.

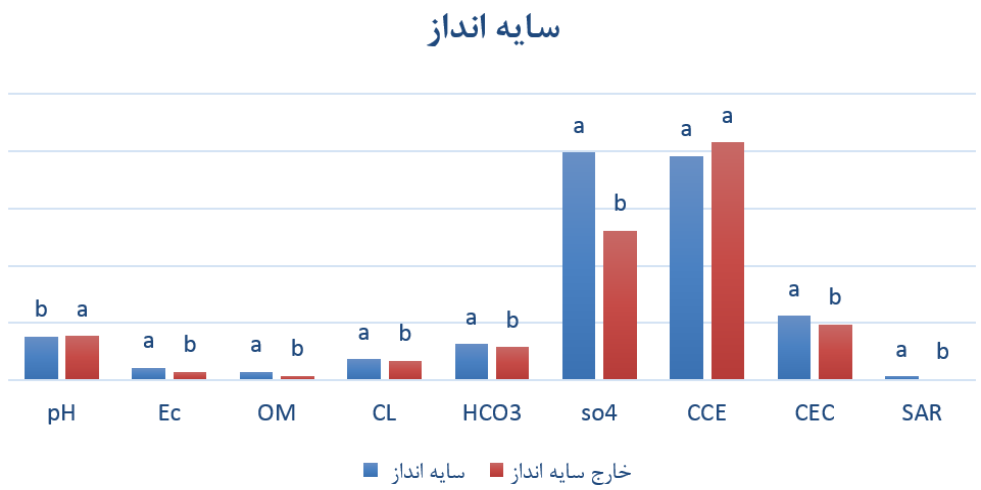
میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

در پژوهشی با مطالعه گونه‌هایی از آتریپلکس و تاغ میانگین غلظت کلر را به ترتیب ۱۳/۵ و ۱۷/۷۹ $meq\ lit^{-1}$ بدست آورند. نتایج نشان داد این دو گونه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، همچنین غلظت کلر در اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ cm را به ترتیب ۱۳/۲ و ۱۰/۱۲ $meqlit^{-1}$ گزارش نمودند. نتایج آنها نشان داد که بین دو عمق مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد و با افزایش عمق غلظت کلر محلول کاهش می‌یابد [۱] که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

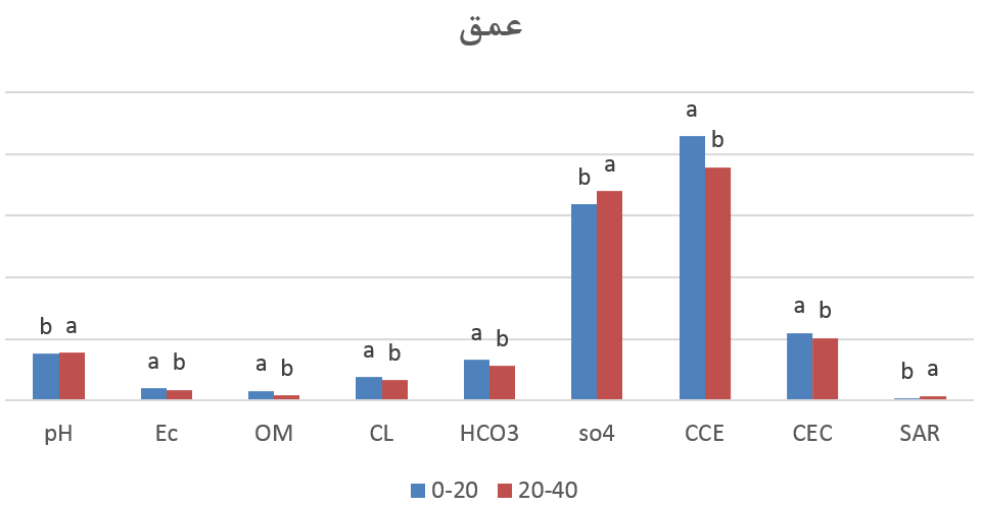
در این مطالعه با افزایش عمق غلظت کلر محلول کاهش یافت. هم‌چنین سایه‌انداز قیچ دارای کلر محلول بیشتری بود. در پژوهشی دیگر به بررسی ویژگی‌های خاک تحت رویش گونه‌های آکاسیا سالیسینا، سیانوفیلا و ویکتوریا پرداختند و به ترتیب غلظت کلر محلول را، ۱/۲۸، ۱/۰۲ و ۱/۱۵ $cmol^{+}lit^{-1}$ گزارش کردند که دارای اختلاف معنی‌داری با هم بودند [۱۲].

بیکربنات متداول‌ترین آنیون موجود در محلول خاک است. غلظت‌های بالای این آنیون سبب کاهش قابلیت دسترسی آهن و دیگر ریزمغذی‌ها می‌شود و خاک‌های قلیایی حساسیت زیادی به تغییرات فشار گاز کربنیک دارند [۳۳]. گاز کربنیک آزادشده از ریشه‌های در حال رشد و گاز کربنیک حاصل از تجزیه مواد آلی باعث

حل‌شدن آهک موجود در خاک و تولید آنیون بیکربنات می‌شوند [۸]. نتایج نشان داد که غلظت بیکربنات محلول در زیر سایه‌انداز قیچ بیشتر است. همچنین با افزایش عمق، غلظت بیکربنات کاهش می‌یابد.



شکل ۱- غلظت آنیون‌های کلر، بیکربنات و سولفات، قابلیت هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، محتوی ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل و pH در خاک رویشگاه گونه گیاهی قیچ در دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز



شکل ۲- غلظت آنیون‌های کلر، بیکربنات و سولفات، قابلیت هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، محتوی ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل و pH در خاک رویشگاه گونه گیاهی قیچ در دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰cm

جدول ۴- تجزیه آماری مربوط به آنیون‌های محلول، کربنات کلسیم معادل (CCE)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC)، نسبت جذب سطحی سدیم (SAR)، ماده آلی (OM)، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) و اسیدیته (pH) خاک رویشگاه گونه گیاهی قیچ در دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز و دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰cm

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		کلر محلول	بیکربنات محلول	سولفات محلول	CCE	EC	SAR	OM	CEC	pH
منطقه	۲	۳/۹۳۵***	۴/۵۶۴***	۴۱۵۷/۶۳۴***	۱۱۵۸۵/۶۷۹***	۶/۵۷۴***	۱/۲۳۱***	۱/۰۸۳***	۷۲/۱۶۱***	۰/۴۰۴***
عمق	۱	۲/۳۵۱***	۸/۷۰۳***	۴۰/۱۹۶**	۲۲۱/۲۶۶**	۰/۴۷۱***	۱/۶۲۷***	۵/۱۸۹***	۶/۵۵۹***	۰/۱۷۱***
سایه‌انداز	۱	۰/۴۹۰*	۲/۷۲۳***	۱۶۷۳/۸۷۴***	۵۰/۵۲۸^{ns}	۴/۰۹۱***	۲/۰۵۰***	۴/۰۷۲***	۱۹/۷۸۲***	۰/۰۳۷***
عمق × سایه‌انداز	۱	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۷۳۴**	۱/۳۹۹^{ns}	۰/۰۷۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۱/۹۴۱***	۰/۵۲۰***	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۰۳۲***
منطقه × عمق	۲	۰/۵۶۴**	۰/۹۱۸**	۱۸۵/۸۴۰***	۱۶/۰۴۷^{ns}	۰/۱۱۰***	۱/۵۶۰***	۰/۰۳۰^{ns}	۱۸/۴۱۷***	۰/۰۳۰***
منطقه × سایه‌انداز	۲	۱/۷۲۶***	۰/۱۵۸^{ns}	۱۵۶۴/۶۶۱***	۲۳۷/۰۶۶***	۲/۷۰۵***	۱/۵۰۹***	۰/۸۵۹***	۰/۹۲۱^{ns}	۰/۰۱۱**
منطقه × عمق × سایه‌انداز	۲	۰/۶۸۷**	۵/۸۴۴***	۱۵۰/۲۸۷***	۵۵/۸۸۰*	۰/۲۵۱***	۱/۷۷۰***	۰/۳۷۵***	۱/۴۱۳*	۰/۰۳۸***
خطا	۲۴	۰/۹۵۰	۰/۱۶۳	۳/۹۸۶	۱۵/۷۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۲۱	۰/۳۶۰	۰/۰۰۲

*، ** و *** به ترتیب در سطوح ۵، ۱ و ۰/۱ درصد معنی دار بوده و ^{ns} معنی‌دار نمی‌باشد.

پژوهشگران نشان دادند که بیکربنات محلول در خاک سطحی زیر سایه‌انداز گونه کاج نسبت به خاک خارج سایه‌انداز آن بیشتر است [۹]. نتایج چندین پژوهش در رویشگاه گونه‌های مختلف از جمله آکاسیا، آتریپلکس و تاغ نشان داد که غلظت بیکربنات در زیر سایه‌انداز به طور معنی‌داری بیش‌تر از خارج سایه‌انداز می‌باشد [۱۵].

در پژوهشی دیگر به بررسی غلظت بیکربنات برای گونه‌های گز در عمق‌های ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ cm پرداختند، نتایج نشان داد به ترتیب غلظت بیکربنات در اعماق مختلف برابر با ۹/۰۳، ۷/۹۹، ۶/۹۵ و ۵/۸۰ $cmol^{+}lit^{-1}$ است که به طور قابل ملاحظه‌ای از سطح به عمق کاهش می‌یابد و بالا بودن شدت تجزیه مواد آلی و تنفس در سطح نسبت به اعماق می‌تواند دلیل بر این موضوع باشد [۳۸].

سولفور یک پرمصرف با منشأ زیستی است. حدود ۹۵ درصد سولفور در خاک به شکل آلی است که پس از تجزیه توسط ریزجانداران به شکل معدنی و قابل جذب برای گیاهان (آنیون سولفات) تبدیل می‌شود. معدنی‌شدن سولفور به ندرت در صورت نبود گیاهان در حال رشد اتفاق می‌افتد [۲۷]. همچنین نتایج نشان داد که غلظت سولفات محلول در زیر سایه‌انداز قیچ بیشتر است. اما با افزایش عمق غلظت سولفات محلول افزایش می‌یابد. معدنی‌شدن ترکیبات استری (حاوی گوگرد) با جذب یون سولفات توسط گیاهان و پی‌آمد آن کاهش غلظت سولفات در محلول خاک و تحریک تولید سولفوهیدرولایسیس توسط ریزجانداران، افزایش می‌یابد. تجزیه ترکیب‌های گوگردی با اتصالات کربن-گوگرد در محیط خاک نیز وابسته به متابولیسم کربن در ریزجانداران است [۶].

دلایل فوق، علت بیش‌تر بودن غلظت سولفات را در زیرسایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز به درستی توجیه می‌کند. بنابراین، به دلیل تحرک بالای آن در خاک‌های با pH بالا، به راحتی آبشویی شده و غلظت‌های بالاتری از آن در اعماق نسبت به خاک سطحی دیده می‌شود.

محققانی با بررسی خاک رویشگاه درختان اکالیپتوس گونه ترتیکرنیس، غلظت سولفات محلول در زیرسایه‌انداز و در خارج سایه‌انداز را به ترتیب ۱۷ و ۲/۸ $cmol^{+}lit^{-1}$ گزارش کردند [۲۳]. در پژوهش دیگری با مطالعه گونه‌هایی از آتریپلکس و تاغ غلظت سولفات محلول در زیر و خارج سایه‌انداز را به‌ترتیب ۵۶/۸۰ و ۹۰/۶۴ $cmol^{+}lit^{-1}$بدست آوردند که باهم اختلاف معنی‌داری داشتند. هم‌چنین، غلظت سولفات در عمق‌های ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ cmسانتی‌متری را به ترتیب ۵۷/۴۳، ۵۷/۲۷ و ۱۰۶/۴۶ $cmol^{+}lit^{-1}$ بدست آورد. بررسی آن نشان داد که بین عمق ۶۰-۴۰ و بقیه اعماق تفاوت معنی‌داری وجود دارد و به طور کلی غلظت آن در اعماق خاک بیش‌تر است [۱۵].

تأثیر گونه گیاهی مورد بررسی بر کربنات کلسیم معادل خاک

بر اساس جدول‌های۲ و ۴، بین میزان کربنات کلسیم معادل در مناطق و عمق‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ اما در فاصله خارج و زیر سایه‌انداز قیچ تفاوت معنی‌داری در میزان کربنات کلسیم معادل وجود نداشت. غلظت کربنات کلسیم معادل از ۴۱/۵۷ درصد در خارج سایه‌انداز به ۳۹/۲ درصد در زیر سایه‌انداز کاهش داشته است که این کاهش معادل شش درصد می‌باشد.

pH خاک به شدت بر ترکیب، غنا و تنوع جامعه میکروبی و علاوه بر آن بر تولید CO_2 بین اشکال مختلف کربناته اثر می‌گذارد. فعالیت ریزجانداران و ریشه گیاه با تولید CO_2 و اسیدهای آلی مثل کربوکسیلیک اسید با کاهش pH خاک در ریزوسفر، موجب افزایش انحلال کربنات کلسیم می‌گردد [۴۰]. به علاوه، نفوذپذیری بیش‌تر خاک سایه‌انداز به دلیل گسترش بیشتر ریشه و تخلخل زیادتر منجر به آبشویی سریع‌تر کربنات کلسیم از نیمرخ خاک می‌شود [۴].

در مطالعه‌ای بیان شد که حضور درخت بلوط موجب کاهش معنی‌دار کربنات کلسیم معادل در بیشتر مناطق مورد مطالعه گردیده است. این میزان کاهش به طور میانگین در افق سطحی از ۲۵ درصد در خارج سایه‌انداز به ۱۴/۳ درصد در داخل سایه‌انداز و در پائین‌ترین افق از ۵۸ درصد به ۴۷/۴ درصد رسیده بود [۳۰].

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان کربنات کلسیم معادل در خاک سطحی بیشتر است. ریشه‌های زنده و پوسیده حفرات با ارتباط درونی خوب در خاک ایجاد

می‌نمایند که آبگذری این حفرات بسیار زیادتر از آبگذری معمول خاک است [۷]. بنابراین، کربنات کلسیم حل‌شده به راحتی از خاک خارج می‌گردد و مقدار کربنات کلسیم معادل کمتری در عمق ۲۰-۴۰ cm مشاهده شد.

در پژوهشی به بررسی اثر رویشگاه‌های بوته‌زار و گندمیان بر ویژگی‌های خاک پرداخته شد، نتایج نشان داد که کربنات کلسیم معادل از سطح به عمق کاهش یافته است [۴۵].

تأثیر گونه گیاهی مورد بررسی بر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک

نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین مناطق مورد بررسی، زیر و خارج سایه‌انداز و همچنین عمق‌های مختلف از نظر میزان EC وجود دارد (جدول‌های ۲ و ۴).

استقرار گونه مورد مطالعه باعث افزایش قابلیت هدایت الکتریکی در زیر سایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز شده است، به طوری که بیش‌ترین افزایش در آباده به مقدار ۲۳۶ و کم‌ترین میزان افزایش در سروستان به مقدار ۶/۶ درصد در عمق۲۰-۰ cm بوده است. همچنین، میزان افزایش در زیر سایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز بیش‌تر است.

به طور میانگین، قابلیت هدایت الکتریکی در زیر سایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز و در عمق ۲۰-۰ نسبت به عمق ۴۰-۲۰ cm به ترتیب به میزان ۴۵ و ۱۳ درصد افزایش داشته است. با وجود افزایش غلظت املاح در زیر سایه‌انداز، میانگین مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی هنوز به مرز تفکیک خاک‌های شور از خاک‌های غیرشور $۴dSm^{-1}$ نرسیده است. با این حال، کمیته اصطلاحات انجمن علوم خاک آمریکا مرز تفکیک خاک‌های شور را $۲dSm^{-1}$ در نظر گرفته است [۱۱].

با پذیرش مرز تفکیک بیان‌شده، می‌توان اظهار کرد که گیاه قیچ سبب تغییر هدایت الکتریکی محلول خاک رویشگاه خود به سمت یک خاک شور شده است. با این وجود، در پژوهشی گزارش کردند که کاشت گیاه غیربومی آتریپلکس کانسنس در جهت احیای مزارع تخریب‌شدهٔ کشور سبب افزایش مقدار قابلیت هدایت الکتریکی به صورت میانگین از dSm^{-1} ۰/۵۵ برای مناطق شاهد به dSm^{-1} ۷/۸ در زیر سایه‌انداز شده است [۳۹].

گیاهان به ویژه گیاهانی با تحمل بالا نسبت به شوری می‌توانند با جمع‌آوری مقادیر زیادی نمک از سطوح زیرین خاک و تجمع آن در اندام‌های هوایی سبب افزایش غلظت املاح خاک پس از ریزش و پوسیدگی این اندام‌ها شود [۳۸].

مطابق با جدول ۲، قابلیت هدایت الکتریکی با افزایش عمق کاهش می‌یابد. در پژوهشی با مطالعه گیاه مرتعی شوره دریافتند که قابلیت هدایت الکتریکی با افزایش عمق به طور چشمگیری کاهش می‌یابد [۵۲]. پژوهشی دیگر به بررسی گونه‌هایی از گیاهان تاغ و آتریپلکس پرداخته شد. میانگین قابلیت هدایت الکتریکی در اعماق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ cm به ترتیب ۴/۶۳، ۱۰/۰۲ و ۱۰/۵۷ dSm^{-1} بود که بررسی آن نشان می‌دهد که بین سه عمق تفاوت معنی‌داری وجود دارد و مقدار آن با افزایش عمق، افزایش می‌یابد [۱۵].

تأثیر گونه مورد بررسی بر نسبت جذب سدیم خاک

تفاوت معنی‌داری بین مقادیر نسبت جذب سدیم[1] در سه منطقه نمونه‌برداری، دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز و دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ cm وجود دارد. همچنین اثرات متقابل منطقه، عمق و فاصله نیز معنی‌دار است (جدول ۲و ۴). مقادیر نسبت جذب سدیم در خارج سایه به میزان ۱۸۹ درصد نسبت به زیر سایه کاهش و در عمق ۴۰-۲۰ به میزان ۱۵۳ درصد نسبت به عمق ۲۰-۰ cm افزایش پیدا کرده است.

مقدار سدیم در اندام هوایی قیچ ۱۶۰ برابر مقدار سدیم محلول خاک اطراف ریشه بود که نشان‌دهندهٔ قابلیت بالای قیچ در انباشت سدیم دارد. ریزش برگ‌ها در خاک سطحی و ریشه‌های پوسیده گیاه در عمق خاک منجر به تجمع سدیم در خاک و بالارفتن نسبت جذب سدیم گردیده است. نتایج پژوهشی مقدار بالای سدیم در ریشه و اندام گیاهی قیچ نشان داد [۲۴]. مقادیر به دست آمده تهدیدی در ارتباط با خطرات یون سدیم را نشان نمی‌دهد. حد بحرانی نسبت جذب سدیم $meqlit^{1/2}$ ۱۳ می‌باشد که با

1. Sodium Absorption Ratio (SAR)

مقادیر SAR در سایه‌انداز این گیاهان فاصله چشمگیری دارد. با این وجود، با مطالعه تغییرات شیمیایی حاصل از کاشت آتریپلکس جهت احیای مراتع مخروبه کشور، افزایش مقادیر نسبت جذب سدیم را در زیر منطقه سایه‌انداز و در نتیجه تبدیل خاک این منطقه نسبت به خارج سایه‌انداز و شاهد از یک خاک معمولی به یک خاک شور و قلیا را گزارش نمودند [۳۹]. بر اساس مطالعات خاکشناسی، گیاهان در نقل و انتقال و جابه‌جایی نمک‌ها در طبیعت نقش عمده‌ای دارند [۲۱].

گیاهان مقاوم به شوری می‌توانند نمک را در اندام‌های هوایی خود ذخیره و پس از مرگ به طور مستقیم در سطح زمین انباشته کنند [۲]. بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده در اتباط با افزایش غلظت املاح خاک سطحی، به نظر می‌رسد چرای دام‌ها می‌تواند اثرات سوء برگشت و تمرکز املاح در خاک سطحی را تعدیل کند.

تأثیر گونه گیاهی مورد بررسی بر درصد ماده آلی خاک

مطابق با جدول ۴ در هر سه منطقه مورد بررسی تفاوت معنی‌داری بین میزان ماده آلی در دو عمق ۲۰-۰ و ۲۰-۴۰ cm و در دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز در سطح ۰/۱ وجود دارد.

با توجه به نتایج جدول ۳ میانگین ماده آلی زیر سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز این گیاهان به ترتیب ۱/۴۹ و ۰/۸۲ درصد می‌باشد که نشان‌دهندهٔ افزایش ۸۲ درصدی در زیر سایه‌انداز است. در تمام عمق‌ها، افزایش ماده آلی در زیر سایه‌انداز نسبت به خارج آن معنی‌دار می‌باشد. وجود تفاوت مقدار ماده آلی در زیر سایه‌انداز گیاهان نسبت به خارج سایه‌انداز به علت ریزش برگ‌ها و تجزیه آنها در زیر سایه‌انداز گیاهان می‌باشد.

در پژوهشی اثر درختچه مورد بر ویژگی‌های خاک رویشگاه آن در منطقه بشت کهگلویه و بویراحمد بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار کربن آلی زیر سایه‌انداز این گیاه نسبت به خارج سایه‌انداز، افزایش چهار برابری دارد. افزایش ماده آلی خاک در زیر سایه‌انداز خود سبب افزایش تنوع زیستی و غنای پوشش گیاهی در نتیجه افزایش توانایی بوم‌سازگان در برابر اختلال‌های عمده طبیعی خواهد شد [۱۷]. در پژوهشی دیگر به بررسی تأثیر متقابل میان ویژگی‌های خاک و صفات گیاهی در دو کشت آتریپلکس و تاغ پرداختند، نتایج نشان داد که مقدار ماده آلی آتریپلکس در مقایسه با تاغ و شاهد، به طور معنی‌داری افزایش داشته است [۳۸].

روندی نزولی و معنی‌داری در میزان ماده آلی با افزایش عمق، (۱/۵۴ و ۰/۷۸ درصد به ترتیب برای اعماق ۲۰- ۰ و ۴۰-۲۰ cm) مشاهده می‌شود (جدول ۳). بالابودن مادهٔ آلی در عمق ۲۰- ۰ cm نشان‌دهندهٔ تأثیر قابل توجه گیاهان مورد مطالعه بر مادهٔ آلی خاک به ویژه در خاک سطحی می‌باشد که باعث اصلاح و بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود [۲۱].

تأثیر گونه مورد بررسی بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین زیر و خارج سایه‌انداز و عمق‌های مورد بررسی در ارتباط با ظرفیت تبادل کاتیونی وجود دارد (جدول‌های ۳ و ۴). به صورت میانگین، مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در عمق ۲۰- ۴۰ cm نسبت به سطح، ۸ درصد کاهش داشته است. همچنین، ظرفیت تبادل کاتیونی به صورت میانگین در زیر سایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز به میزان ۱۵درصد افزایش داشته است. اثرات گونه گیاهی بر pH خاک و مواد آلی خاک به طور قابل ملاحظه‌ای برظرفیت تبادل کاتیونی تاثیر می‌گذارد. این اعمال تأثیر از طریق افزودن مواد آلی به خاک اتفاق می‌افتد [۱۰]. پژوهشی دلیل آن را عمدتاً در ارتباط با ترکیبات پلی‌فنولیک می‌داند [۲۹].

نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که افزایش یک درصدیِ مادهٔ آلی سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خواهد شد [۳۴]. با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی با توجه به ارتباط مستقیم این مؤلفه با حاصلخیزی خاک می‌توان بیان کرد، مناطق زیر سایه‌انداز سبب افزایش قدرت باروری خاک می‌شوند. اگرچه، ظرفیت تبادل کاتیونی در مناطق زیر سایه‌انداز افزایش پیدا کرده است با این وجود، به نظر می‌رسد کاهش pH در این مناطق از شدت این افزایش تا حدودی کاسته باشد. کاهش pH خاک بر اثر افزودن مواد آلی، منجر به کاهش بارهای منفی سطح کانی‌ها و در پی

آن کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی می‌گردد. پژوهش‌هایی به بررسی رابطه بین pH و ظرفیت تبادل کاتیونی در ماده آلی و رس‌ها پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که افزایش pH به اندازه یک واحد سبب دو برابر شدن ظرفیت تبادل کاتیونی در برخی خاک‌ها می‌شود [۱۰].

در پژوهشی، ویژگی‌های خاک‌های دارای پوشش غالب درمنه دشتی در حوزه آبخیز دق سرخ اردستان را مورد بررسی قرار دادند. ظرفیت تبادل کاتیونی در منطقه تحت پوشش درمنه دشتی را ۱۳/۶ $cmol^{+}Kg^{-1}$ خاک بدست آوردند؛ در حالی که در منطقه فاقد پوشش سطحی، ظرفیت تبادل کاتیونی، ۲۰ $cmol^{+}Kg^{-1}$ خاک بود. به نظر می‌رسد سبک‌ترشدن بافت خاک سبب این کاهش شده است، دلیل کاهش آن در زیر سایه‌انداز به دلیل سبک‌ترشدن بافت خاک باشد [۱۴].

تأثیر گونه گیاهی مورد بررسی بر pH خاک

جدول ۳ میزان اسیدیته (pH) در خاک رویشگاه در سه منطقه مورد بررسی آباده، سروستان و خنج در دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ cm و در دو فاصله زیر و خارج سایه‌انداز را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه آماری تأثیر گونه مورد مطالعه بر pH خاک رویشگاه نیز در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین زیر و داخل سایه‌انداز و همچنین عمق‌های مختلف از نظر میزان pH وجود دارد. در زیر سایه انداز گیاه pH کاهش یافت. با افزایش عمق pH افزایش معنی داری نشان داد.

تولید CO_2 بر اثر تنفس ریشه‌ای، اسید ضعیف تولید نموده و با باقی‌مانده‌های گیاهی تجزیه شده در خاک ترکیب و اسیدهای آلی متفاوتی ایجاد می‌کند. این اسیدها سبب تغییر در مقدار کاتیون‌های قلیایی قابل تبادل کلسیم-منیزیم و کاتیون‌های اسیدی آهن و آلومینیوم در خاک گشته و باعث تغییر در pH خاک می‌شوند [۴۱].

نتایج یک پژوهش ۱۳ ساله، علت کاهش pH در خاک زیر سایه‌انداز را تولید اسیدهای ضعیف آلی ناشی از تنفس ریشه‌ای بیان می‌کند [۳۱]. همچنین در پژوهشی، روند کاهشی معنی‌داری در pH خاک رویشگاه گونه‌هایی از گیاهان تاغ و آتریپلکس با افزایش عمق گزارش شده است. بر این اساس، در عمق زیرین، میزان pH در خاک تحت کشت آتریپلکس نسبت به منطقه شاهد بیشتر بوده است [۳۸]. در حالی که در پژوهشی دیگر، با مطالعه بر روی گیاه مرتعی شوره به این نتیجه رسیدند که مقدار pH با افزایش عمق، تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد [۵۲]. pH در محیط ریزوسفر به عنوان شاخصی مهم در بررسی حاصلخیزی خاک و یکی از مهم‌ترین عامل‌های کنترل کننده قابلیت جذب عناصر از خاک و فعالیت ریزجانداران می‌باشد [۲۶].

نتیجه‌گیری

آگاهی از نقش گیاهان در تغییر ویژگی‌های شیمیایی خاک می‌تواند در بهبود حاصلخیزی خاک و تولیدات غذایی به ویژه بوم‌سازگان طبیعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تأثیر بسزایی داشته باشد. بر همین اساس، این پژوهش در ارتباط با نقش گیاه قیچ بر تغییر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در سه منطقه آباده، سروستان و خنج در استان فارس انجام شد.

غلظت آنیون‌های کلر، بیکربنات و سولفات، قابلیت هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، محتوی ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل و pH بین سه منطقه مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نشان داد. آباده دارای pH، کلر محلول و ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر نسبت به مناطق دیگر بود. خنج بیکربنات محلول، کربنات کلسیم معادل و ماده آلی بالاتری نسبت به دو منطقه دیگر نشان داد. سروستان دارای قابلیت هدایت الکتریکی، سولفات محلول و نسبت جذب سدیم بالاتری نسبت به مناطق دیگر بود.

نتایج نشان داد که رویش گیاه قیچ سبب تغییرات معنی‌داری در غلظت آنیون‌های کلر، بیکربنات و سولفات، قابلیت هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، محتوی ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و pH در فاصله زیر سایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز شده است.

رویش گیاه قیچ با افزایش در قابلیت هدایت الکتریکی خاک سطحی واقع در زیر سایه‌انداز سبب تغییر هدایت الکتریکی محلول خاک رویشگاه خود به سمت یک خاک شور شده است.

قیچ دارای قابلیت انباشت سدیم در اندام هوایی است. به نحوی که مقدار سدیم تجمع یافته در اندام هوایی قیچ به طور میانگین بیش از ۱۶۰ برابر مقدار سدیم در خاک اطراف ناحیه ریشه بود. همین ویژگی است که قیچ را قادر می‌سازد در شوره‌زارهای با هدایت الکتریکی بالا به حیات خود ادامه دهد. با وجود افزایش نسبت جذب سدیم در زیر سایه‌انداز، مقادیر به دست آمده تهدیدی در ارتباط با خطرات یون سدیم را نشان نمی‌دهد. حد بحرانی SAR، ۱۳ است در حالی که نتایج این پژوهش زیر یک می‌باشد. با توجه به این آثار نقش مهم پوشش گیاهی قیچ در تغییر ویژگی‌های خاک سطحی مشخص می‌گردد.

سپاسگزاری

از مساعدت مدیریت و کارکنان بخش علوم خاک دانشگاه شیراز کمال تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین یاد و خاطرهٔ استاد فقید دکتر نجفعلی کریمیان گرامی می‌داریم.

References

[1]. Ahmadi, A., Toranjzar, H., & Gomarian, M. (2018). Studying the effect of white saxaul (*Haloxylon persicum*) and fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) plantation on soil physico-chemical properties in rangelands of Mallard-Zarandiyeh. *Journal of Plant Ecophysiology*, *10*(32), 225-235. [in Farsi]

[2]. Amirian, H., Payamenoor, V., & Akbarloo, M. (2021). Introduction of the most Salt Tolerant Plants and their Reproduction Methods in the Turkmensahra Region. *Human & Environment*, *19*(2), 91-104.

[3]. Arias, D., Calvo-Alvarado, J., & Dohrenbusch, A. (2007). Calibration of LAI-2000 to estimate leaf area index (LAI) and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introduced tree species in Costa Rica. *Forest Ecology and management*, *247*(1-3), 185-193.

[4]. Azadi, A., Ronaghi, A., Ahmadi, Z., Sadri, M., Asadi, Z., & Heidari, S. (2020). Influence of Salinity and Supplementary Calcium on Growth, Concentration of Some Nutrients and Quality of Tomato Fruit under Hydroponic Conditions. *Journal of Environmental Science and Technology*, *22*(8), 1-13. [in Farsi]

[5]. Belsky, A. J., & Canham, C. D. (1994). Forest gaps and isolated savanna trees. *BioScience*, *44*(2), 77-84. http://doi.org/10.2307/1312205.

[6]. Blum, S. C., Lehmann, J., Solomon, D., Caires, E. F., & Alleoni, L. R. F. (2013). Sulfur forms in organic substrates affecting S mineralization in soil. *Geoderma*, *200*, 156-164. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.02.003.

[7]. Chandler, K. R., & Chappell, N. A. (2008). Influence of individual oak (*Quercus robur*) trees on saturated hydraulic conductivity. *Forest Ecology and Management, 256*(5), 1222-1229. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.06.033.

[8]. Chhabra, R., & Abrol, I. P. (1977). Reclaiming effect of rice grown in sodic soils. *Soil Science, 124*(1), 49-55.

[9]. Everett, R., Sharrow, S., & Thran, D. (1986). Soil nutrient distribution under and adjacent to singleleaf pinyon crowns. *Soil Science Society of America Journal, 50*(3), 788-792. https://doi.org/10.2136/sssaj1986.03615995005000030044x.

[10]. Eviner, V. T., & Chapin III, F. S. (2003). Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes. *Annual Review of Ecology, Evolution, & Systematics, 34*(1), 455-485.

[11]. Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (2010). *Growth and mineral nutrition of field crops*. Boka Roton: CRC press.

[12]. Fallah shojaei. J. (2007). *The effect of some species of acacia plant on the characteristics of the soil inside and outside their shade. 9th Soil Science Congress of Iran*. [in Farsi]

[13]. Farhadifar, A., Dianati Tilaki, G. A., & Kooch, Y. (2021). The effects of forest and rangelands covers on accumulation of soil nutrient elements in Kojour region. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *34*(3), 632-642. [in Farsi]

[14]. Gharehsheikhloo, A. H., Vahabi, M. R., & Karimzadeh, H. R. (2010). Comparison of soil characteristics of land with/without vegetation in Dagh-e-Sorkh Ardestan catchment. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, *14*(53 (B)), 89-97.

[15]. Ghasemi, N. (2011). *The effect of Atriplex and Tag plant species on the physical and chemical properties of their habitat soils in Tem Shuli area of Niriz city*. 11th Soil Science Congress of Iran.

[16]. Ghasemi-Fasaei, R., Keshavarz, S., & Bolhasani, Z. (2019). Influence of Alhagi camelorum and Peganum harmala Canopies on the Redistribution of Chemical form of Zinc in two Areas of Bajgah and Chahtiz in Fars province. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, *8*(22), 59-72. [in Farsi]

[17]. Jahanbin, R., Jahantab, E., Alirezanezhad, A., Javdani, Z., & Mirzaee, M. R. (2013). The effects of shrubs common myrtle (*Myrtus communis*) on soil chemical and physical characteristics of basht area. *Annals of Biological Research*, *4*(5), 158-164.

[18]. Knudsen, D., Peterson, G. A., & Pratt, P. F. (1982). Lithium, sodium and potassium. In A. L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed. (pp 225-246). Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America. https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c13

[19]. Loeppert, R. H., & Suarez, D. L. (1996). Carbonate and gypsum. In D. L. Sparks (eds). *Methods of Soil Analysis*. *Part 3. Chemical Methods* 3rd ed. (pp. 437-474). Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science. https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c15.

[20]. Liu, X., Luo, Y., Cheng, L., Hu, H., Wang, Y., & Du, Z. (2021). Effect of Root and Mycelia on Fine Root Decomposition and Release of Carbon and Nitrogen under Artemisia halodendron in a Semi-arid Sandy Grassland in China. *Frontiers in plant science*, *12*. 698054. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.698054

[21]. Mina, M., Rezaei, M., Sameni, A., Ostovari, Y., & Ritsema, C. (2022). Predicting wind erosion rate using portable wind tunnel combined with machine learning algorithms in calcareous soils, southern Iran. *Journal of Environmental Management*, *304*, 114171. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114171.

[22]. Mishra, A., Sharma, S. D., & Khan, G. H. (2003). Improvement in physical and chemical properties of sodic soil by 3, 6 and 9 years old plantation of Eucalyptus tereticornis: Biorejuvenation of sodic soil. *Forest Ecology and Management*, *184*(1-3), 115-124. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00213-5.

[23]. Mohammadi Samani, K., Hosseini, V., & Rostami, H. (2022). Physical and chemical properties of soil in sacred groves and surrounding oak woodlands in Baneh County. *Forest and Wood Products*, *74*(4), 383-394. https://doi.org/10.22059/JFWP.2021.317825.1154. [in Farsi]

[24]. Mousavi Kouhi, S.M., Moudi, M. Soltani Moghadam, E., & Sarchahi Moghadam, H. (2019). The investigating of sodium accumulation in some halophytic species of Zygophyllaceae, Polygonaceae, Asteraceae and Amaranthaceae. *–Nova Biologica Reperta* *6*(1): 96-105. https://doi.org/10.29252/nbr.6.1.96. [in Farsi]

[25]. Mugunga, C. P., & Mugumo, D. T. (2013). Acacia sieberiana effects on soil properties and plant diversity in Songa pastures, Rwanda. *International Journal of Biodiversity*, 2013, 1-11.

[26]. Nan, J., Chao, L., Ma, X., Xu, D., Mo, L., Zhang, X., ... & Bao, Y. (2020). Microbial diversity in the rhizosphere soils of three Stipa species from the eastern Inner Mongolian grasslands. *Global Ecology & Conservation*, *22*, e00992. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00992.

[27]. Narayan, O. P., Kumar, P., Yadav, B., Dua, M., & Johri, A. K. (2022). Sulfur nutrition and its role in plant growth and development. *Plant Signaling & Behavior*, 2030082.

https://doi.org/10.1080/15592324.2022.2030082

[28]. Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1996). Total carbon, organic carbon and organic matter. In D. L. Sparks et al., (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods* 3rd ed. (pp 961- 1010). Madison: American Society of Agronomy, https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c29.

[29]. Northup, R. R., Dahlgren, R. A., & McColl, J. G. (1998). Polyphenols as regulators of plant-litter-soil interactions in northern California's pygmy forest: a positive feedback? In *Plant-induced soil changes: Processes and feedbacks* (pp. 189-220). Dordrecht: Springer.

[30]. Owliaie, H. R., Adhami, E., Faraji, H., & Fayyaz, P. (2011). Influence of Oak (*Quercus brantii* Lindl.) on selected soil properties of oak forests in Yasouj Region. *Journal of Waterand Soil Science -Isfahan University of Technology*, *15*(56), 193-207. https://doi.org/20.1001.1.24763594.1390.15.56.15.5. [in Farsi]

[31]. Pal, R. C., & Sharma, A. (2001). Afforestation for reclaiming degraded village common land: a case study. *Biomass and Bioenergy*, *21*(1), 35-42. https://doi.org/10.1016/S0961-9534(01)00015-0.

[32]. Panahande, M., Morovati, M., Ravanbakhsh, M., & Javan, S. (2019). A review on the identification and assessment of the aggressive plant species environmental hazard in water ecosystems (case study: Water hyacinth). *Human & Environment*, *17*(1), 79-91. https://doi.org/20.1001.1.15625532.1398.17.1.7.5.

[33]. Poschenrieder, C., Fernández, J. A., Rubio, L., Pérez, L., Terés, J., & Barceló, J. (2018). Transport and use of bicarbonate in plants: current knowledge and challenges ahead. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(5), 1352. https://doi.org/10.3390/ijms19051352.

[34]. Ramos, F. T., Dores, E. F. D. C., Weber, O. L. D. S., Beber, D. C., Campelo Jr, J. H., & Maia, J. C. D. S. (2018). Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. Journal of the Science of Food and Agriculture, *98*(9), 3595-3602. https://doi.org/10.1002/jsfa.8881

[35]. Raven, J. A. (2017). Chloride: essential micronutrient and multifunctional beneficial ion. *Journal of Experimental Botany*, *68*(3), 359-367. https://doi.org/10.1093/jxb/erw421.

[36]. Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved salts. In D.L. Sparks et al., (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods* 3rd ed. (pp 417-436). Madison: American Society of Agronomy. https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c14.

[37]. Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. United State Salinity Laboratory Staff. USDA. Hand book (60). Washington, DC.

[38]. Rouhi Moghaddam, E., Heidari Sadegh, A., Fakhireh, A., Noori Kia, Z., & Noori, S. (2018). Impact of Tamarix aphylla and Atriplex canescens plantations on some Physico-chemical properties of the soil in Zahak region, Sistan. *Natural Ecosystems of Iran*, *8*(4), 1-14. [in Farsi]

[39]. Saghari, M., & Foroughifar, H. (2007). Study On the Effects of Atriplex Canescens Planting on the Chemical Charesteristics Changes of Pasture Soil in Birjand Area. *Pajouhesh and Sazandegi*. *19*(3), 157-160. [in Farsi]

[40]. Sauze, J., Jones, S. P., Wingate, L., Wohl, S., & Ogée, J. (2018). The role of soil pH on soil carbonic anhydrase activity. *Biogeosciences*, *15*(2), 597-612. https://doi.org/10.5194/bg-15-597-2018.

[41]. Skandari, F., Basiri, R., & Moradi, M. (2020). Effect of Quercus brantii Lindl and Cupresss sempervirens L. var. horizontahis on soil physical and chemical properties in Kohgiluyeh and boyerahmad. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *33*(4), 894-906. https://doi.org/20.1001.1.23832592.1399.33.4.12.8. (in Farsi).

[42]. Smith, J. L., Halvorson, J. J., & Bolton Jr, H. (1994). Spatial relationships of soil microbial biomass and C and N mineralization in a semi-arid shrub-steppe ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry*, *26*(9), 1151-1159.

https://doi.org/10.1016/0038-0717(94)90137-6.

[43]. Summer, M. E., & Miller, W. P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. In D. L. Sparks et al. (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*, 3 nd ed. (pp 1201-1229). Madison: American Society of Agronomy, https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c40.

[44]. Tahan, A., & Sabri, E. (2015). Evaluation of some soils chemical and physical properties in two rangel and sites (case study: summer rangel and of agh dash-shahindej county, western Azerbaijan province). *Renewable natural resources research journal*, *6*(2): 55-64.

[45]. Tajolldini. F. (2011). *The effect of species of sedge and sedge on the availability of nutrients and the amount of organic matter in the soil of their habitat*. 11th Soil Science Congress of Iran.

[46]. Tasisa, B. Y., & Nemomissa, S. (2019). Patch enclosure and localized effects of selected Acacia species on herbaceous richness and soil properties of rangelands in Somali regional state in Ethiopia. *Journal of Rangeland Science*, *9*(4), 319-332.

[47]. Thammanu, S., Marod, D., Han, H., Bhusal, N., Asanok, L., Ketdee, P., & Chung, J. (2021). The influence of environmental factors on species composition and distribution in a community forest in Northern Thailand. *Journal of Forestry Research*, *32*(2), 649-662.

[48]. Thomas, G. W. (1996). Soil pH and soil acidity. In *Methods of soil analysis: part 3 chemical methods, 3 nd* ed. (pp 475-490). Madison: American Society of Agronomy, https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c16.

[49]. Tilk, M., Tullus, T., & Ots, K. (2017). Effects of environmental factors on the species richness, composition and community horizontal structure of vascular plants in Scots pine forests on fixed sand dunes. *Silva Fennica*, *51*(3). https://doi.org/10.14214/sf.6986.

[50]. Wang, Z., Yuan, X., Wang, D., Zhang, Y., Zhong, Z., Guo, Q., & Feng, C. (2018). Large herbivores influence plant litter decomposition by altering soil properties and plant quality in a meadow steppe. *Scientific reports*, *8*(1), 1-12, https://doi.org/10.1038/s41598-018-26835-1

[51]. Zhang, C., Li, X., Chen, L., Xie, G., Liu, C., & Pei, S. (2016). Effects of topographical and edaphic factors on tree community structure and diversity of subtropical mountain forests in the Lower Lancang River Basin. *Forests*, *7*(10), 222, https://doi.org/10.3390/f7100222

[52]. Zheng, J., He, M., Li, X., Chen, Y., & Liu, L. (2008). Effects of Salsola passerina shrub patches on the microscale heterogeneity of soil in a montane grassland, China. *Journal of arid environments*, *72*(3), 150-1, https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.05.010

[53]. Zrafiee, M., Maddah, H. S., Hamidpour, M., & Mohammadi, M. A. (2019). Investigation on interaction of sodium chloride and cadmium on some physiological characteristics and Na and Cd uptake in roots and shoots of purslane (*Portulaca oleraceae L.*), *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, *8*(4), 43-60. [in Farsi]

Investigating the changes of soil chemical properties in the root zone of *Zygophyllum eurypterum* plant (Research Paper)

1- Mojtaba Jafari Haghighi*, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
mjafarihaghighi@gmail.com
2- Abdolmajid Sameni, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
3- Gholam Abbas Ghanbarian, Department of Environment and Natural Resources, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
4- Monireh Mina, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Received: 31 May 2022
Accepted: 29 Aug. 2022

Abstract
The first step in the implementation of natural resource improvement, restoration or exploitation programs is to know the vegetation of different regions of the country. There is a mutual relationship between soil and vegetation, and soil is the most important factor in plant growth and geographical distribution. Fars province has many pasture and forest habitats and can be used as a research center to select and introduce appropriate plant species that are compatible with harsh ecological conditions and soil characteristics of the country. The aim of this research was to investigate the effect of *Zygophyllum euryptrum* plant on some chemical characteristics of its habitat soils in Abadeh, Sarvestan and Khonj. This research was carried out using a factorial design in the dimensions of 2 × 2 × 3 (three zones, two depths and two distances) and in the form of a completely randomized design with three replications. Soil samples were taken from two profiles within canopy and outside the canopy, from two depths of 0-20 and 20-40 cm in the three indicated zones. The chemical properties of the soil have been measured. The results showed that there was a significant difference in pH, EC, concentration of soluble anions (chlorine, bicarbonate and sulfate), SAR, OM and CEC between different areas, depths and distances. There was a significant difference in the area and depth of CCE. There was no significant difference in the distance. The growth of *Zygophyllum eurypterum* plant has turned the soil of its habitat into saline soil by increasing the EC of the surface soil under the canopy. Despite the SAR increase under the canopy, the obtained values didn't show any threat related to sodium ion hazards. *Zygophyllum eurypterum* showed high sodium accumulation factor in the shoot (AF). According to this research, the important role of *Zygophyllum eurypterum* in surface characteristics of soil development is determined.

Keywords: Fars province, SAR, Sodium accumulation factor, Soluble anions, Sub-canopy.