

اثر سایه‌انداز اسفند و خارشتر بر شکل‌های شیمیایی روی در دو منطقه باجگاه و چاهتیز در استان فارس

رضا قاسمی فسایی^{۱*}، سمیرا کشاورز^۲، زهره بوالحسینی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲

چکیده:

روی عنصر غذایی ضروری برای گیاه است و کمبود آن در اراضی زراعی، مرتعی و بیابانی مشاهده می‌شود. اطلاع از توزیع روی بین شکل‌های شیمیایی مختلف برای درک واکنش‌های شیمیایی این عنصر در خاک و توسعه روش‌های آزمون خاک اهمیت دارد. خارشتر و اسفند از گونه‌های غالب و با اهمیت مناطق بیابانی است و اثرات مثبت بر این مناطق دارد. در این مطالعه، شکل‌های شیمیایی روی در خاک زیر سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز گیاهان اسفند (*Peganum harmala*) و خارشتر (*Alhagi camerolom*) واقع در زمین‌های مرتعی باجگاه واقع در ۱۵ کیلومتری شیراز و چاهتیز جهرم با روش عصاره‌گیری دنباله‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد خاک زیر سایه‌انداز ماده آلی بیشتری دارد اما میزان pH در سایه‌انداز کمتر است. از بین شکل‌های شیمیایی روی، میزان روی محلول و تبادل، آلی و متصل به اکسید منگنز در خاک زیر سایه‌انداز هر دو گیاه بیشتر از خاک خارج از سایه‌انداز بود. مقایسه دو منطقه مورد مطالعه نشان داد که در منطقه باجگاه، فراهمی روی در مقایسه با منطقه چاهتیز بیشتر است. به‌طور کلی به نظر می‌رسد اثرات مثبت سایه‌انداز گیاهان خارشتر و اسفند بر خاک زیر سایه‌انداز همچون کاهش pH و افزایش ماده آلی، باعث افزایش فراهمی روی در خاک زیر سایه‌انداز نسبت به خاک خارج سایه‌انداز می‌شود. این گیاهان می‌توانند به‌عنوان پوشش گیاهی مناسب در این مناطق به کار برده شوند و ویژگی‌های مثبت در سایه‌انداز این گیاهان می‌تواند برای کاشت گیاهان مرغوب‌تر مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: عصاره‌گیر دنباله‌ای، خاک‌های آهکی، فراهمی روی.

۱. دانشیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، نویسنده مسئول؛ ghasemif@shirazu.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

مناطق خشک حدود ۴۱ درصد سطح خشکی های زمین را پوشش می دهند و پیوسته در معرض خطر بیابانزایی قرار دارند. مراتع بیابانی ایران حدود ۵۰۰ هزار کیلومتر را می پوشانند و به طور عمده برای دام سبک مورد استفاده قرار می گیرند. افزایش پوشش گیاهی با تأمین غذای دام، به خصوص در مناطق تحت فشار چرای دام باعث کاهش مضرات چرای دام می شود (احمدی و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه بر این، با پوشش گیاهی می توان از فرسایش آبی و بادی مناطق بیابانی جلوگیری کرد. اسفند و خارشتر از گونه های گیاهی متداول در مناطق خشک و نیمه خشک هستند که مقاومت زیادی به شرایط خشکی دارند و علاوه بر تغذیه دام ها، باعث کاهش فرسایش آبی و بادی در این مناطق می شوند. برای مثال این گیاهان با وجود آوردن نمک در مناطق بیابانی از فرسایش جلوگیری می کنند.

روی یکی از عناصر کم مصرف و ضروری برای گیاهان بوده که نقش های متابولیکی زیادی را در گیاه ایفا می کند. ضیائیان و ملکوتی (۲۰۰۱) بیان کردند بررسی روی در خاک های آهکی ایران می تواند مطالعه ای مهم باشد؛ زیرا بیش از ۶۰ درصد از خاک های ایران دارای مشکل کمبود روی با متوسط کاهش محصول در حدود ۵۰ درصد هستند. دلایل اصلی کمبود روی در خاک های ایران عبارت است از: ۱. خاک های آهکی با مقادیر بالای pH (اغلب بیشتر از ۳۰ درصد کربنات کلسیم در دامنه ۸۵-۱۶ درصد)؛ ۲. کاربرد بالای کودهای فسفوری؛ ۳. غلظت بالای بی کربنات (HCO_3) در آب آبیاری؛ ۴. عدم کاربرد کود روی (سپهوند و فرقانی، ۲۰۱۱). با توجه به اینکه اندازه گیری غلظت کل فلز در خاک اطلاعات کافی از فراهمی و زیست فراهمی فلزات نمی دهد و شکل های شیمیایی عنصر روی در خاک تأثیر مهمی در فراهمی و زیست فراهمی آن دارد، آگاهی از شکل های شیمیایی روی برای ارزیابی پویایی آن در خاک ها ضروری به نظر می رسد. در این راستا از روش های مختلفی برای کمی کردن شکل های مختلف و مرتبط با پویایی فلزات در خاک استفاده می شود که از جمله می توان به روش های استخراج

اشاره کرد (لی و شومن^۱، ۱۹۹۶). روش استخراج متوالی شامل استفاده پی در پی از عصاره گیرهای شیمیایی است که بر روی یک نمونه انجام شده و برای حل کردن انتخابی اجزای شیمیایی مختلف یک عنصر در نظر گرفته شده اند. سینگ^۲ و همکاران (۱۹۸۸) با بررسی توزیع شکل های روی در ۱۱ خاک آهکی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مختلف بیان کردند که ۸۲ درصد روی کل به صورت باقی مانده، ۷ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن متبلور، ۵ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن بی شکل، ۱ درصد به شکل آلی، ۲ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای منگنز، ۲ درصد به صورت کربناتی و میانگین روی قابل تبادل نیز ۲ درصد بود. به طور کلی، بیشترین شکل شیمیایی عناصر روی، آهن، کروم، مس و نیکل تمه است (پاولویک^۳ و همکاران، ۲۰۱۸). از عوامل مؤثر بر مقادیر مختلف شکل های شیمیایی روی و به دنبال آن قابلیت دسترسی این عنصر می توان به برخی ویژگی های خاک همچون pH، ماده آلی، بافت، ظرفیت تبادل، مقادیر اکسیدهای آهن آبدار، وضعیت کانی شناسی خاک و رژیم رطوبتی اشاره کرد (زنگ و زنگ^۴، ۲۰۱۱).

سایه انداز گیاهان درصد زیادی از گیاهان و جانوران زنده را در خود نگه می دارد. مطالعات نشان داده است که رشد گیاهان ممکن است باعث بهبود شرایط بیوفیزیکی و بیوشیمیایی شود (دوهن^۵ و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از اثرات مهم سایه انداز، افزایش و بهبود وضعیت عناصر غذایی در سایه انداز است که به علت وجود سه مکانسیم به دام انداختن خاک شست و شوشده غنی از عناصر غذایی در فرسایش آبی (اسچولز^۶، ۱۹۹۰)، به دام انداختن گرد و خاک ناشی از فرسایش بادی (برنهارد-روسات^۷، ۱۹۸۲) و افزایش ماده آلی به واسطه کود حیوانات و پرندگان (تریدت^۸ و همکاران، ۲۰۱۰) است. گیاهان با ترشحات ریشه ای ریزوسفر را اسیدی

1. Li & Shuman
2. Singh
3. Pavlovic
4. Zheng
5. Dohn
6. Scholes
7. Bernhard-Reversat
8. Treydte

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، دو منطقه بررسی شد. منطقه اول حوالی باجگاه با عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۵ دقیقه و ۴۴ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۴ دقیقه و ۲۸ ثانیه شرقی در ۱۵ کیلومتری شهر شیراز واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه منطقه اول ۳۱۶ میلی‌متر با رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی مزیک و متوسط دمای ۱۶/۸ است. تیپ غالب گیاهی این منطقه خارشتر، اسفند، قدومه کوهی، تاج خروس، بادام کوهی، گون و گاوزبان وحشی است. منطقه مورد مطالعه دوم با نام چاهتیز با عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۶ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۸ ثانیه شرقی در فاصله ۳۵ کیلومتری در جنوب شرق جهرم در جاده جهرم به لارستان واقع شده و دارای متوسط بارندگی سالانه ۲۰۴ میلی‌متر و رژیم رطوبتی یوستیک و رژیم حرارتی هایپرترمیک و متوسط دمای ۲۰/۴ است. تیپ غالب گیاهی در این منطقه شامل درمنه، گز، خارشتر، اسفند، کنگر، بومادران و گاو زبان وحشی است. این دو منطقه دارای برخی گیاهان مرتعی مشترک نظیر خارشتر و اسفند هستند که در این مطالعه بررسی شده‌اند.



شکل (۱): تصویر گوگل ارث منطقه باجگاه
Figure (1): Google earth image of Bajgah

می‌کنند و قسمتی از عناصر را حل می‌کنند و به فرم کمپلکس با مواد آلی درمی‌آورند (چن^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). فعالیت بیشتر ریزجانداران در ریزوسفر و سایه‌انداز گیاهان بیشتر است و به موجب آن معدنی شدن مواد آلی، تثبیت نیتروژن و حلالیت عناصر پتاسیم، فسفر و روی افزایش می‌یابد (مینا و همکاران، ۲۰۱۷).

در خصوص افزایش محلی عناصر غذایی با کاشت گیاهان، می‌توان به جنوب غربی استرالیا و ساوانا آفریقا (هاگوس و اسمیت^۲، ۲۰۰۵) اشاره کرد. علاوه بر گیاهان با کشت معمولی، گیاهان با کشت غرقابی نیز باعث بهبود وضعیت عناصر می‌شوند؛ مثلاً در کشت اکالیپتوس، میزان ماده آلی، کل نیتروژن، پتاسیم قابل دسترس و آهن و منگنز قابل استخراج با EDTA در خاک عمق ۸۰ سانتی‌متری سایه‌انداز افزایش می‌یابد، درحالی‌که سدیم، pH و هدایت الکتریکی در خاک سایه‌انداز کاهش می‌یابد (خانمیرزایی و همکاران، ۲۰۱۱). با افزایش میزان ماده آلی و برگ‌های افتاده در سایه‌انداز میزان تجزیه و جامعه میکروبی در سایه‌انداز نسبت به خارج از سایه‌انداز تغییر می‌کند و به غنی‌سازی در سایه‌انداز کمک می‌کند (موونگوی^۳ و همکاران، ۲۰۱۵). کریم و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی اثر برخی درختچه‌ها بر ویژگی‌های خاک به این دست یافتند که هدایت الکتریکی و میزان عناصر غذایی معدنی مثل کلر، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، سدیم، سولفات، فسفات، ماده آلی نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی در سایه‌انداز بیشتر است، پس کاشت گیاهان در مناطق بدون پوشش گیاهی با افزایش حاصلخیزی خاک، می‌تواند یک روش مؤثر برای افزایش کارایی خاک‌های مراتع و بیابان‌ها باشد.

هدف از تحقیق حاضر، بررسی و مقایسه شکل‌های شیمیایی روی در خاک زیر سایه‌انداز و خارج از سایه‌انداز دو گیاه خارشتر و اسفند در دو اقلیم متفاوت به منظور بررسی نقش سایه‌انداز بر توزیع شکل‌های شیمیایی و زیست‌فراهمی این عنصر است.

1. Chen
2. Hagos & Smit
3. Muvengwi

نمونه‌ها سانتریفیوژ شد و به وسیله کاغذ صافی صاف شد. غلظت روی به وسیله دستگاه اتمیک ابزوربشن مدل Shimadzu-AA-670 G, japan) اندازه‌گیری شد. برای بررسی تأثیر بوته‌های خارشتر و اسفند بر خاک اطراف آن تجزیه واریانس داده‌ها در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد که در آن فاکتور اول دو نوع گیاه مورد مطالعه، فاکتور دوم منطقه مورد مطالعه در دو سطح و فاکتور سوم موقعیت نمونه‌برداری (سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز) در دو سطح و چهار تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین به روش دانکن انجام شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS و Exel استفاده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

طبق گزارشات ارائه‌شده توسط قاسمی فسایی و همکاران (۲۰۱۵) pH و ماده آلی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر شکل‌های شیمیایی عناصر است؛ به همین منظور در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به جدول (۱)، گیاه، منطقه، موقعیت نمونه‌برداری از نظر آماری بر درصد ماده آلی خاک در سطح یک درصد معنی‌دار است. و اثر موقعیت نمونه‌برداری در سطح ۱ درصد و منطقه مورد مطالعه در سطح ۵ درصد بر pH خاک معنی‌دار است.

طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) میزان ماده آلی در سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز گیاه اسفند بیشتر از خارشتر است. میزان ماده آلی در خاک زیر سایه‌انداز به‌طور میانگین در هر دو گیاه بیشتر از خاک خارج سایه‌انداز است. به‌طور کلی در سایه‌انداز گیاهان به‌علت تجزیه برگ‌های ریخته‌شده و پوسیدن ریشه‌ها کمیت و کیفیت ماده آلی در سایه‌انداز گیاهان افزایش می‌یابد (کیوآ و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر افزایش ماده آلی در سایه‌انداز (زنگ و همکاران، ۲۰۰۸) در خاک ریزوسفری گیاه گندم نیز افزایش ماده آلی مشاهده شد (خوش‌گفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۸). چاهتیز به‌دلیل آب‌وهوای گرم و خشک‌تر و به‌دنبال آن تجزیه بیشتر ماده آلی (کریم و همکاران، ۲۰۰۹) برای هر دو گیاه نسبت به خاک باجگاه ماده آلی کمتری دارد (جدول ۲).



شکل (۲): تصویر گوگل ارث منطقه چاهتیز

Figure (2): Google earth image of Chahtiz

در سال ۱۳۹۶، نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام گرفت. نمونه‌های خاک از سایه‌انداز و خارج از سایه‌انداز (با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از گیاه) دو گیاه اسفند (*Peganum harmala*) و خارشتر (*Alhagi camerolum*) از عمق ۰-۲۰ جمع‌آوری شد. از هر پایه گیاه ۴ تکرار نمونه‌برداری از سایه‌انداز و خارج از سایه‌انداز جمع‌آوری شد، تعداد کل نقاط نمونه‌برداری ۳۲ نقطه بود. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک شد و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد. میزان pH با استفاده از دستگاه pH متر و میزان ماده آلی به روش اکسایش با بی‌کرومات پتاسیم و تیتراژ کردن با فرسولفات آمونیوم (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. هفت فرم شیمیایی روی به روش سینک و همکاران (۱۹۸۸) استخراج شد که شامل روی محلول و تبدالی با عصاره‌گیر $Mg(NO_3)_2$ ۱ مولار، روی کربناتی با عصاره‌گیر NaOAc و CH_3COOH با پ‌هاش ۵، روی متصل به ماده آلی با عصاره‌گیر $NaOCl$ ۰/۷ مولار در پ‌هاش ۸/۵، روی متصل به اکسید منگنز با عصاره‌گیر HNO_3 و $NH_2OH.HCl$ در پ‌هاش ۲، روی متصل به اکسید آهن بی‌شکل با عصاره‌گیر $NH_2OH.HCl$ ۰/۲۵ مولار و HCl ۰/۲۵ مولار، روی متصل به اکسید آهن کریستالی با عصاره‌گیر $(NH_4)_2C_2O_4$ ۰/۲ مولار، $H_2C_2O_4$ ۰/۲ مولار و $C_5H_8O_5$ ۰/۱ مولار با پ‌هاش ۳ و روی تتمه با عصاره‌گیر HF و $HClO_4$ و HNO_3 است. بعد از هر مرحله عصاره‌گیری

جدول (۱): نتایج تجزیه واریانس و مقدار معنی‌داری میزان pH و ماده آلی و شکل‌های شیمیایی محلول، تبادل و کربناتی روی

Table (1): Analysis of variance for the values of pH, organic matter and soluble, exchangeable and carbonates forms of Zn

منبع تغییر		درجه آزادی		pH		ماده آلی		روی محلول و تبدیلی		روی کربناتی	
میانگین	معنی	میانگین	معنی	میانگین	معنی	میانگین	معنی	میانگین	معنی	میانگین	معنی
مربعات	داری	مربعات	داری	مربعات	داری	مربعات	داری	مربعات	داری	مربعات	داری
گیاه	۱	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۸۹۷	۰/۳۳۷ ^{**}	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۶۱ ^{ns}	۰/۲۶۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
منطقه	۱	۰/۱۴۶*	۰/۰۲۷	۴/۵۰**	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۷ ^{**}	۰/۰۰۰۱	۰/۳۳۸ ^{ns}	۰/۱۸۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
موقعیت نمونه	۱	۰/۴۴۶**	۰/۰۰۰۴	۱/۰۳**	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۰۱	۰/۱۵۳ ^{ns}	۰/۳۹۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
گیاه*منطقه	۱	۰/۰۲۹ ^{ns}	۰/۳۰۶	۰/۱۵۶**	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۷ ^{**}	۰/۰۰۰۱	۰/۳۸۷ ^{ns}	۰/۱۷۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
منطقه*موقعیت	۱	۰/۰۰۰۶ ^{ns}	۰/۸۸۰	۰/۱۸۰**	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۹*	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۹۷۰	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}
گیاه*موقعیت	۱	۰/۰۰۱۵ ^{ns}	۰/۸۱۲	۰/۰۴۸ ^{ns}	۰/۱۱۰	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۱۷۳	۰/۱۷۸ ^{ns}	۰/۳۵۶	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}
گیاه*منطقه*موقعیت	۱	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۹۴۸	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۷۰۵	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۴۳۵	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۰/۸۴۴	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۲۶		۰/۰۱۷۵		۰/۰۰۰۱		۰/۲۰۱		۰/۲۰۱	
ضریب تغییرات		۲/۱۱		۲۵/۳		۲۶/۸		۲۹/۴		۲۹/۴	

* و ** با استفاده از آزمون دانکن به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می باشد و ns از نظر آماری معنی‌دار نمی باشد.

جدول (۲): اثر سایه‌انداز، نوع گیاه و منطقه نمونه‌برداری بر ماده آلی و pH خاک

Table (2): Influence of canopy, plant type and sampling location on the values of soil organic matter and PH

سایه‌انداز		سایه‌انداز		سایه‌انداز		سایه‌انداز	
میانگین	اسفند	میانگین	اسفند	میانگین	اسفند	میانگین	اسفند
خارج سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
۷/۵۹B	۷/۶۹a-d	۷/۴۸d	۷/۶۹a-d	۱/۰۷A	۰/۷۹b	۱/۳۵a*	۱/۳۵a*
۷/۷۸A	۷/۹۰a	۷/۶۶a-d	۷/۶۶a-d	۰/۱۸C	۰/۰۳e	۰/۳۳cd	۰/۳۳cd
	۷/۷۹A	۷/۵۷B	۷/۵۷B		۰/۴۱C	۰/۸۴A	۰/۸۴A
خارشتر				خارشتر			
۷/۶۵AB	۷/۷۷a-c	۷/۵۳cd	۷/۵۳cd	۰/۷۳B	۰/۵۰c	۰/۹۵b	۰/۹۵b
۷/۷۳AB	۷/۸۵ab	۷/۶۰b-d	۷/۶۰b-d	۰/۱۱C	۰/۰۶e	۰/۱۷de	۰/۱۷de
	۷/۸۱A	۷/۵۶B	۷/۵۶B		۰/۲۸C	۰/۵۶B	۰/۵۶B

* اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

در روش عصاره‌گیری دنباله‌ای عصاره‌گیرهای شیمیایی مختلف به‌طور متوالی به خاک اضافه می‌شوند که با پیشرفت مراحل عصاره‌گیری، عصاره‌گیرها قوی‌تر می‌شوند. لذا فراهمی عناصر با پیشرفت مرحله عصاره‌گیری کاهش می‌یابد. از بین شکل‌های شیمیایی، روی شکل‌های محلول و تبدیلی بیشترین فراهمی را دارد که طبق جدول (۱) اثر گیاه، منطقه، موقعیت نمونه‌برداری و اثر متقابل گیاه و منطقه بر آن در سطح یک درصد معنی‌دار است. خاک‌های مورد مطالعه آهکی هستند که عموماً از نظر روی قابل دسترس فقیر هستند؛ زیرا آهک قادر است روی خاک را به ترکیبات با حلالیت کم تبدیل کند (ناوروت و راویکوویچ^۲، ۱۹۶۸). اما سایه‌انداز گیاهان اثر مثبت

با توجه به میزان بیشتر جمعیت ریزجانداران و ماده آلی در خاک سایه‌انداز گیاهان، گونه‌های اسیدی حاصل از تجزیه مواد آلی بیشتر شده و باعث کاهش pH در خاک سایه‌انداز می‌شود (کریم و همکاران، ۲۰۰۹) که با نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه برای گیاه خارشتر و اسفند همخوانی دارد. کاردلوس^۱ و همکاران (۲۰۰۹) نیز با بررسی گونه‌های مختلف گیاهی جنگلی در مناطق حاره، مقدار بیشتر ماده آلی و میزان کمتر pH در خاک سایه‌انداز نسبت به خاک خارج سایه‌انداز را گزارش کردند. در گیاه اسفند، pH در منطقه چاهتیز بیشتر از باجگاه بود اما میانگین کلی pH برای گیاه خارشتر در دو منطقه باجگاه و چاهتیز تفاوت معنی‌داری نداشت.

روی فراهمی روی داشته است به طوری که میانگین کلی روی سایه انداز بیشتر است (جدول ۳).
محلول و تبادل برای هر دو گیاه در سایه انداز نسبت به خارج

جدول (۳): اثر سایه انداز، نوع گیاه و منطقه نمونه برداری بر روی محلول و تبدلی و کربناتی خاک

Table (3): Influence of canopy, plant type and sampling location on the soluble and exchangeable and carbonate forms of Zn

روی کربناتی			روی محلول و تبدلی		
سایه انداز		خارج سایه انداز	سایه انداز		خارج سایه انداز
میانگین	اسفند	سایه انداز	میانگین	اسفند	سایه انداز
۱/۶۲A	۱/۶۳a	۱/۶۰a	۰/۰۹۱A	۰/۰۶۸b	۰/۱۱۵a*
۱/۶۱A	۱/۵۹a	۱/۶۴a	۰/۰۱۶C	۰/۰۰۷d	۰/۰۲۶c
	۱/۶۱A	۱/۶۲A		۰/۰۳۷B	۰/۰۷۰A
خارشر			خارشر		
۱/۲۲A	۱/۳۵a	۱/۰۹b	۰/۰۴۰B	۰/۰۲۶c	۰/۰۵۵b
۱/۶۵A	۱/۸۱a	۱/۵۰a	۰/۰۲۴C	۰/۰۱۷cd	۰/۰۳۱c
	۱/۵۸A	۱/۲۹A		۰/۰۲۱C	۰/۰۴۳B

*اعدادی که در یک حرف کوچک مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار آماری ندارند.

این منطقه نسبت به چاهتیز کمتر است؛ گزارش شده است که افزایش ماده آلی سبب کاهش معنی دار شکل کربناتی روی در مقایسه با خاک شاهد می شود (کلمنت و همکاران، ۲۰۰۳). در سایه انداز درخت بلوط شکل کربناتی عنصر روی و سایه انداز پنج گونه گیاهی مختلف شکل کربناتی عنصر آهن افزایش یافت که علت آن را میزان بیشتر ماده آلی در سایه انداز بیان کردند (اسدی و همکاران، ۲۰۱۳؛ قاسمی فسایی و همکاران، ۲۰۱۵).

اگرچه روی قابل جذب برای گیاهان محلول و تبدلی است، روی متصل به مواد آلی نیز می تواند تحت تأثیر واکنش خاک قرار گیرد و با حل شدن و قرار گرفتن در بخش محلول، فراهمی آن را برای گیاه افزایش داده و مقدار روی جذب شده توسط گیاه افزایش یابد. البته در این مورد ترکیب مواد آلی بسیار اهمیت دارد (شریفی و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به همبستگی بین روی جذب شده توسط گیاه با روی تبدلی و روی متصل به مواد آلی، بررسی این دو فرم از شکل های شیمیایی روی می تواند برای بررسی کفایت روی در خاک مناسب باشد (خوش گفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۸). اثر گیاه، منطقه و موقعیت نمونه برداری بر فرم شیمیایی روی متصل به مواد آلی در سطح ۱ درصد معنی دار است (جدول ۴). طبق نمودار (۱) و (۲) مقدار روی متصل به مواد آلی در

کاردلوس و همکاران (۲۰۰۹) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. به طور کلی میزان بیشتر عناصر غذایی، کاتیون ها، آنیون ها در سایه انداز باعث حاصلخیزی خاک سایه انداز می شود. طبق گزارش قاسمی فسایی و دهقانی (۲۰۱۵) نیز میزان آهن محلول و تبدلی در خاک زیر سایه انداز پنج گونه گیاهی مختلف بیشتر از خارج سایه انداز بود. برای هر دو گیاه میزان روی محلول و تبدلی به دلیل رژیم رطوبتی متفاوت، در منطقه باجگاه بیشتر از چاهتیز بود. به طور کلی رژیم رطوبتی متفاوت با اثر بر ویژگی های خاک همچون pH و اکسیدهای آهن بر توزیع عناصر در شکل های مختلف شیمیایی اثر می گذارد (زنگ و زنگ، ۲۰۱۱). در این مطالعه در منطقه باجگاه به علت رژیم رطوبتی مرطوب تر با کاهش pH (جدول ۲) باعث افزایش فرم محلول و تبدلی روی شده است. طبق جدول تجزیه واریانس هیچ یک از عوامل بر شکل شیمیایی کربناتی روی اثر معنی داری ندارد (جدول ۱). زنگ و زنگ (۲۰۱۱) با بررسی شکل های شیمیایی مختلف برخی فلزات سنگین نیز با وجود تفاوت در رژیم های رطوبتی خاک غرقاب، تفاوتی در شکل های شیمیایی کربناتی و تمه مشاهده نکردند. با توجه به جدول (۲) میزان ماده آلی در سایه انداز گیاه خارشر در منطقه باجگاه بیشتر است و به دنبال آن میزان روی کربناتی نیز در

بالاست (خوش‌گفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۸). سپهوند و فرقانی (۲۰۱۱) با بررسی توزیع شکل‌های مختلف روی و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک به این نتیجه رسیدند که بین میزان ماده آلی و روی متصل به ماده آلی همبستگی وجود دارد. و طبق جدول (۲) در خاک‌های سایه‌انداز و منطقه باجگاه که میزان ماده آلی بیشتر است، شکل روی متصل به ماده آلی نیز بیشتر است. قاسمی فسایی و دهقانی (۲۰۱۵) نیز با بررسی اثر سایه‌انداز چند گیاه در مرتع بیان کردند که سایه‌انداز، با میزان ماده آلی بیشتر باعث تبدیل آهن از فرم غیرفعال به فرم‌های قابل دسترس‌تر مثل تبادل و آلی می‌شود.

هر دو منطقه و گیاه نسبت به شکل‌های دیگر به‌جز محلول و تبدالی به‌دلیل کمبود ماده آلی در این مناطق کمتر است، اما به نسبت مقدار ماده آلی در سایه‌انداز و باجگاه بیشتر از خارج سایه‌انداز و چاهتیز است (جدول ۲). در سایه‌انداز به‌دلیل ریختن برگ گیاهان و کود حیوانات، ماده آلی بیشتر از خارج سایه‌انداز است (تریدت و همکاران، ۲۰۱۰)، طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نیز میزان روی متصل به ماده آلی برای هر دو گیاه در سایه‌انداز و منطقه باجگاه بیشتر است. در بررسی شکل‌های شیمیایی روی در خاک ریزوسفری و غیر ریزوسفری گیاه گندم علت افزایش روی تبدالی و متصل به ماده آلی در خاک ریزوسفری مربوط به pH پایین و ماده آلی

جدول (۴): نتایج تجزیه واریانس و معنی‌داری شکل‌های شیمیایی روی

Table (4): Analysis of variance of Zinc chemical forms

منبع تغییر	درجه آزادی	آلی	متصل به اکسید منگنز	متصل به اکسید آهن بی‌شکل	متصل به اکسید آهن متبلور	تمه
میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	
مربعات	مربعات	مربعات	مربعات	مربعات	مربعات	معنی‌داری
گیاه	۱	۰/۰۲۰**	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۹ ^{ns}	۰/۰۱۱
منطقه	۱	۰/۰۸۱**	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۲	۴/۲۰**	۰/۷۷۲
موقعیت نمونه	۱	۰/۲۹۶**	۳/۱۸۱**	۱/۸۱۴**	۱/۷۱۱**	۰/۰۴۲
گیاه*منطقه	۱	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۱۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۹ ^{ns}	۰/۰۸۴
منطقه*موقعیت نمونه	۱	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۵۵۷	۰/۱۲۰ ^{ns}	۰/۱۱۴
گیاه*موقعیت نمونه	۱	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{ns}	۰/۱۶۵	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۶۰۳
گیاه*منطقه*موقعیت	۱	۰/۰۱۷**	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۵۶۳	۰/۱۰۳ ^{ns}	۰/۷۰۶
خطا	۲۴	۰/۰۰۲	۰/۱۳۵	۰/۱۴۵	۰/۱۳۰	۶۰/۶
ضرب تغییرات		۱۷/۵	۲۰/۰	۱۳/۱	۱۱/۱	۱۶/۹

* و ** با استفاده از آزمون دانکن به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است و ns از نظر آماری معنی‌دار نیست.

به اکسید منگنز در سایه‌انداز ۵۵/۸ درصد نسبت به خارج سایه‌انداز افزایش یافته است. اما بین دو منطقه و دو گیاه تفاوت معنی‌داری در روی متصل به اکسید منگنز مشاهده نشد.

اکسیدهای منگنز جزء شکل‌های شیمیایی است که به‌طور مستقیم قابلیت استفاده برای گیاه ندارد (مکنزی^۱، ۱۹۷۸). طبق جدول (۴) نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تنها موقعیت نمونه‌برداری بر روی متصل به اکسید منگنز معنی‌دار است. میزان روی متصل به اکسید منگنز برای هر دو گیاه در سایه‌انداز بیشتر است (جدول ۵). اسدی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی شکل‌های شیمیایی روی در سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز درخت بلوط گزارش کردند که روی متصل

جدول (۵): اثر سایه‌انداز، نوع گیاه و منطقه نمونه‌برداری بر روی متصل به ماده آلی و اکسیدهای منگنز

Table (5): Influence of canopy, plant type and sampling location on the Zn associated to organic matter and Mn oxides

روی متصل به ماده آلی			روی متصل به اکسید منگنز		
سایه‌انداز		خارج سایه‌انداز	سایه‌انداز		خارج سایه‌انداز
اسفند		میانگین	اسفند		میانگین
باجگاه	۰/۴۲۰a*	۰/۲۴۸b	۰/۳۳۴A	۲/۱۰ab	۱/۶۴b-d
چاهتیز	۰/۳۵۹a	۰/۱۰۷c	۰/۲۳۳C	۲/۱۰ab	۱/۴۵cd
میانگین	۰/۳۸۹A	۰/۱۷۸C		۲/۱۰A	۱/۵۴B
خارشر		میانگین	خارشر		میانگین
باجگاه	۰/۳۹۵a	۰/۱۷۱c	۰/۲۸۳B	۲/۴۱a	۱/۶۱b-d
چاهتیز	۰/۲۴۴b	۰/۱۲۲c	۰/۱۸۳D	۲/۰۰a-c	۱/۳۹d
میانگین	۰/۳۲۰B	۰/۱۴۷C		۲/۲۰A	۱/۵۰B

*اعدادی که در یک حرف کوچک مشترک‌اند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

روی متصل به اکسید آهن متبلور بیشتری نسبت به خاک سایه‌انداز مشاهده شد که آن را می‌توان به pH بالاتر خاک در خارج سایه‌انداز و منطقه چاهتیز ربط داد که با گزارش‌های اسدی و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. در رژیم‌های رطوبتی مختلف برای عناصر مس، سرب و کادمیوم با افزایش فرم شیمیایی تبدیلی، فرم‌های اکسیدی کاهش می‌یابد (زنگ و زنگ، ۲۰۱۱). با توجه به اینکه در منطقه باجگاه نسبت به چاهتیز، میزان روی محلول و تبدیلی بیشتر است، کاهش فرم‌های اکسیدی مورد انتظار است.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، گیاه و موقعیت نمونه‌برداری در سطح ۵ درصد بر مقدار تنمۀ روی معنی‌دار است (جدول ۴). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین میزان غلظت روی تنمۀ برای هر دو گیاه در منطقه و موقعیت نمونه‌برداری مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷). به‌طور کلی بیشترین شکل شیمیایی روی در خاک‌ها مربوط به شکل تنمۀ است (سینگ و همکاران، ۱۹۸۸) که با نتایج قاسمی فسایی و دهقانی (۲۰۱۵) در مورد عنصر آهن مشابه است. سیمز^۴ (۱۹۸۶) گزارش داد شکل شیمیایی تنمۀ عناصر روی، منگنز و مس به‌اندازه دیگر قسمت‌های قابل دسترس تحت‌تأثیر ویژگی‌های خاک همچون pH و ماده آلی نیست و طبق نتایج با وجود تفاوت برخی پارامترهای خاک در منطقه و موقعیت نمونه‌برداری

گیاه، منطقه، موقعیت نمونه‌برداری و اثر متقابل گیاه و منطقه مورد مطالعه از نظر آماری در سطح ۱ درصد بر اکسید آهن بی‌شکل مؤثر است (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد غلظت روی متصل به اکسید آهن بی‌شکل در گیاه اسفند در سایه‌انداز و در منطقه باجگاه بیشتر است (جدول ۶). اسدی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند در سایه‌انداز ۵۲ درصد افزایش اکسید آهن بی‌شکل مشاهده شده است. در سایه‌انداز و منطقه باجگاه میزان ماده آلی بیشتر است (جدول ۲) و ممکن است به همین دلیل روی متصل به اکسید آهن بی‌شکل بیشتر باشد. کاربرد ماده آلی (آچیا و همکاران، ۲۰۰۹؛ شومن^۱، ۱۹۸۸) و کمپوست زباله شهری (ژلجاکو و وارمن^۲، ۲۰۰۴) غلظت روی متصل به اکسید آهن و منگنز را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. با توجه به جدول (۴) منطقه و موقعیت نمونه‌برداری در سطح ۱ درصد بر روی متصل به اکسید آهن متبلور معنی‌دار است. pH خاک یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده توزیع گونه‌های روی در خاک است و با افزایش pH خاک روی متصل به اکسیدهای آهن افزایش می‌یابد (زیانگ^۳ و همکاران، ۱۹۹۵). طبق نتایج میزان غلظت روی متصل به اکسید آهن متبلور برای هر دو گیاه به‌طور معنی‌داری در چاهتیز بیشتر است (جدول ۶). همچنین برای گیاه خارشر در خاک خارج سایه‌انداز مقدار

1. Shuman
2. Zheljzakov & Warman
3. Xiang

تفاوت معنی داری در میزان روی تتمه مشاهده نشد. همچنین شرایط رطوبتی متفاوت با وجود اینکه شکل‌های شیمیایی دیگر مثل محلول، تبادلی و اکسیدی را تغییر داد، اما موجب تغییر در میزان روی تتمه نشد (زنگ و زنگ، ۲۰۱۱). منطقه چاهتیز و باجگاه نیز با وجود اختلاف در رژیم رطوبتی و دمایی در میزان روی تتمه اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول (۶): اثر سایه‌انداز، نوع گیاه و منطقه نمونه‌برداری بر روی متصل به اکسید آهن بی‌شکل و متبلور

Table (6): Influence of canopy, plant type and sampling location on the Zn associated with amorphous and crystalline Fe oxides

روی متصل به اکسید آهن بی‌شکل				روی متصل به اکسید آهن متبلور			
سایه‌انداز		خارج سایه‌انداز		سایه‌انداز		خارج سایه‌انداز	
اسفند		اسفند		اسفند		اسفند	
باجگاه	۴/۸۱a*	۴/۱۵b	۴/۸۸A	باجگاه	۲/۸۹bc	۳/۰۴bc	۲/۹۶B
چاهتیز	۳/۰۵c	۲/۳۸de	۲/۷۱B	چاهتیز	۳/۲۷b	۳/۸۹a	۳/۵۸A
میانگین	۳/۹۳A	۳/۲۶B		میانگین	۳/۰۸AB	۳/۴۶A	
خارشتر				خارشتر			
باجگاه	۱/۹۷e	۱/۸۴e	۱/۹۱C	باجگاه	۲/۵۰c	۳/۰۴bc	۲/۷۷B
چاهتیز	۲/۷۳cd	۲/۲۹de	۲/۵۱B	چاهتیز	۳/۳۳b	۳/۸۸a	۳/۶۰A
میانگین	۲/۳۵C	۲/۰۶C		میانگین	۲/۹۱B	۳/۴۶A	

*اعدادی که در یک حرف کوچک مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

جدول (۷): اثر سایه‌انداز، نوع گیاه و منطقه نمونه‌برداری بر روی تتمه

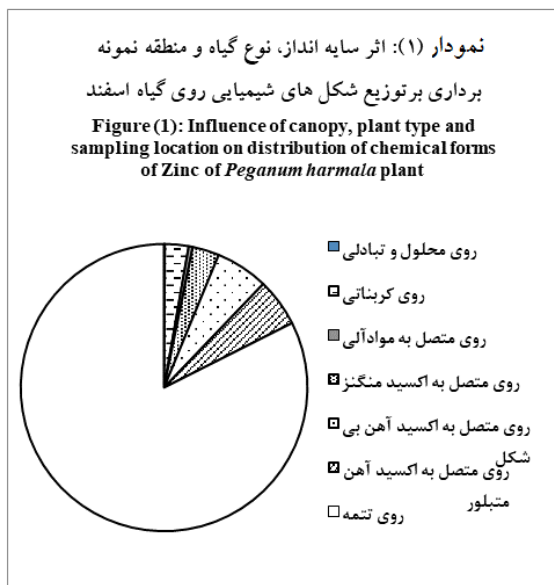
کمبود روی در خاک‌های آهکی است. به‌طور کلی میزان نسبی شکل‌های شیمیایی روی به‌صورت زیر است: تتمه << روی متصل به اکسید آهن متبلور >> روی متصل به اکسید آهن بی‌شکل < روی متصل به اکسید منگنز > روی کربناتی < روی آلی > روی محلول و تبادلی

جدول (۷): اثر سایه‌انداز، نوع گیاه و منطقه نمونه‌برداری بر روی تتمه

Table (7): Influence of canopy, plant type and sampling location on the residual Zn

سایه‌انداز		خارج سایه‌انداز	
اسفند		اسفند	
باجگاه	۵۲/۸a	۴۲/۸ a-c	۴۷/۸ AB
چاهتیز	۵۱/۴ ab	۵۲/۵ ab	۵۲/۰ A
میانگین	۵۲/۱A	۴۷/۷ A	
خارشتر			
باجگاه	۵۰/۶ab	۳۹/۸bc	۴۵/۲ AB
چاهتیز	۴۱/۴a-c	۳۷/۵c	۳۹/۵B
میانگین	۴۶/۰AB	۳۸/۷B	

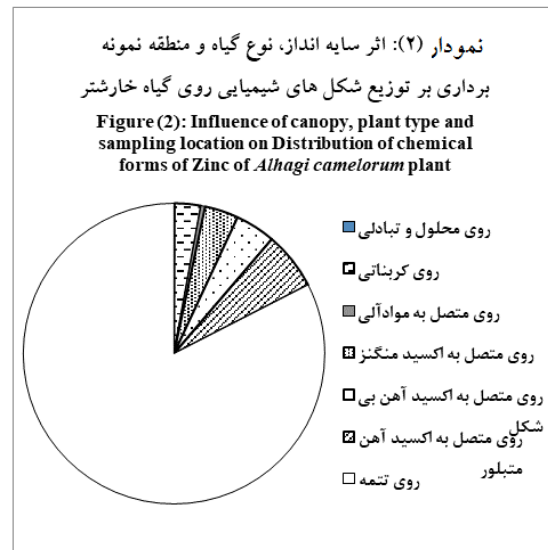
*اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.



با توجه به نمودار (۱) و (۲) برای هر دو گیاه کمترین شکل شیمیایی روی مربوط به شکل شیمیایی محلول و تبادلی و روی متصل به مواد آلی است و بیشترین میزان روی مربوط به روی تتمه که غیرقابل دسترس برای گیاه است، می‌باشد. این دو نمودار نشان‌دهنده این است که روی عمدتاً در شکل تتمه بوده است که برای گیاه قابل جذب نیست و قسمت محلول و تبادلی که برای گیاه در دسترس است کمترین مقدار را داشته است. این نتایج نشان‌دهنده علت

بیشتر و pH کمتر در سایه‌انداز و منطقه باجگاه نسبت به خارج سایه‌انداز و منطقه چاهتیز بیشتر است. اما میزان روی کربناتی در دو منطقه و دو موقعیت نمونه‌برداری و دو گیاه تفاوت معنی‌داری نداشت. میزان روی متصل به اکسید آهن متبلور نیز برای هر دو گیاه در منطقه چاهتیز بیشتر بود. به‌طور کلی میزان فرم‌های قابل دسترس در سایه‌انداز و منطقه باجگاه به‌علت pH کمتر و ماده آلی بیشتر است.

گیاه خارشتر و اسفند از گیاهان کم توقع و مهم‌تر مرابع هستند که می‌توانند به‌عنوان پوشش گیاهی استفاده شوند و باعث احیای مرابع تخریب‌شده در اثر چرای دام و بیابان‌ها شوند همچنین با افزایش شرایط مناسب خاک مانند کاهش pH، افزایش ماده آلی و روی قابل دسترس در سایه‌انداز خود ممکن است شرایط را برای گیاهان مرغوب مناسب کنند. در اراضی زراعی نیز می‌توان به‌جای آیش سیاه از آیش با این گیاهان استفاده کرد تا علاوه بر جلوگیری از فرسایش خاک باعث افزایش دسترسی روی در این اراضی شوند.



نتیجه‌گیری کلی

طبق گزارش‌های گذشته، مقدار ماده آلی و pH از عوامل مؤثر بر توزیع شکل‌های شیمیایی روی است. مقدار ماده آلی بیشتر و pH کمتر در سایه‌انداز و منطقه باجگاه نسبت به خارج سایه‌انداز و منطقه چاهتیز مشاهده شد. در هر دو گیاه میزان روی محلول و تبادل و روی آلی به‌علت ماده آلی

منابع

- Achiba, W.B., Gabteni, N., Lakhdar, A., Du Laing, G., Verloo, M., Jedidi, N., Gallali, T., 2009. Effects of 5-year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil. *Agriculture Ecosystem and Environment* 130, 156-163.
- Ahmadi, A., Sanadgol, A., Mohseni saravi, M., Arzani, H., Zahedi amiri, Gh., 2009. Investigation the behavior of grazing ration of sheep study age. *Scientific Journal of Rangeland* 3, 232-245.
- Asadi, Z., Yasrebi, j., Sameni, A.M., 2013. Distribution of Zinc chemical forms under and beneath canopy of Oak tree in calcareous soil of Sepidan (Fars Province). *The First National Conference on Sustainable Development Strategies*.
- Bernhard-Reversat, F., 1982. Biogeochemical cycle of nitrogen in a semi-arid savanna. *Oikos*, pp.321-332.
- Cardelús, C.L., Mack, M.C., Woods, C., DeMarco, J., Treseder, K.K., 2009. The influence of tree species on canopy soil nutrient status in a tropical lowland wet forest in Costa Rica. *Plant Soil* 318, 47-61.
- Chen, W., Chang, A.C., Wu, L., Page, A.L., Koo, B., 2010. Trace elements in biosolids-amended soils. *Trace Elements Soils*, pp.111-133.
- Clemente, R., Walker, D.J., Roig, A., Bernal, M.P., 2003. Heavy metal bioavailability in a soil affected by mineral sulphides contamination following the mine spillage at Aznalcóllar (Spain). *Biodegradation* 14, 199-205.
- Dohn, J., Dembélé, F., Karembé, M., Moustakas, A., Amévor, K.A., Hanan, N.P., 2013. Tree effects on grass growth in savannas: competition, facilitation and the stress gradient hypothesis. *Journal of Ecology* 101, 202-209.
- Ghasemi-Fasaei, R., Dehghani, S., 2015. Canopy influences of five range plant species

- on the redistribution of chemical forms of iron in a calcareous soil. *Agronomy and Soil Science* 61, 275-283.
10. Hagos, M.G., Smit, G.N., 2005. Soil enrichment by *Acacia mellifera* subsp. *detinens* on nutrient poor sandy soil in a semi-arid southern African savanna. *Journal of Arid Environments* 61, 47-59.
 11. Karim, B., Mukhta, A., Mukhtar, H., Athar, M., 2009. Effect of the canopy cover on the organic and inorganic content of soil in Cholistan desert. *Pakistan Journal of Botany* 41, 2387-2395.
 12. Khanmirzaei, A., Kowsar, S.A., Sameni, A.M., 2011. Changes of selected soil properties in a floodwater-irrigated eucalyptus plantation in the Gareh Bygone plain, Iran. *Arid Land Research and Management* 25, 38-54.
 13. Khoshgoftarmanesh, A.H., Afyuni, M., Norouzi, M., Ghiasi, S., Schulin, R., 2018. Fractionation and bioavailability of zinc (Zn) in the rhizosphere of two wheat cultivars with different Zn deficiency tolerance. *Geoderma* 309, 1-6.
 14. Li, Z., Shuman, L.M., 1996. Redistribution of forms of zinc, cadmium and nickel in soils treated with EDTA. *Science of the Total Environment* 191, 95-107.
 15. McKenzie, R.M., 1978. The effect of two manganese dioxides on the uptake of lead, cobalt, nickel, copper and zinc by subterranean clover. *Soil Research* 16, 209-214.
 16. Meena, V.S., Meena, S.K., Verma, J.P., Kumar, A., Aeron, A., Mishra, P.K., Bisht, J.K., Pattanayak, A., Naveed, M., Dotaniya, M.L., 2017. Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: A review. *Journal of Ecological Engineering* 107, 8-32.
 17. Muvengwi, J., Ndagurwa, H.G., Nyenda, T., 2015. Enhanced soil nutrient concentrations beneath-canopy of savanna trees infected by mistletoes in a southern African savanna. *Journal of Arid Environments* 116, 25-28.
 18. Navrot, J., Ravikovitch, S., 1968. Zinc Availability In Calcareous Soils: II. Relation Between "available" Zinc and Response to Zinc Fertilization. *Soil Science* 105, 184-189.
 19. Nelson, D.W., Sommers, L., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter 1. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methods of soil 2), pp.539-579.
 20. Pavlović, D., Pavlović, M., Čakmak, D., Kostić, O., Jarić, S., Sakan, S., Đorđević, D., Mitrović, M., Gržetić, I., Pavlović, P., 2018. Fractionation, Mobility, and Contamination Assessment of Potentially Toxic Metals in Urban Soils in Four Industrial Serbian Cities. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 75, 335-350.
 21. Qi, Y., Yang, F., Shukla, M.K., Pu, J., Chang, Q., Chu, W., 2015. Desert soil properties after thirty years of vegetation restoration in northern Shaanxi Province of China. *Arid Land Research and Management* 29, 454-472.
 22. Scholes, R.J., 1990. The influence of soil fertility on the ecology of southern African dry savannas. *Journal of Biogeography* 17, 415-419.
 23. Sepahvand, H., Forghani, A., 2011. Evaluation the distribution of different Zinc forms and their relations with soil properties in some calcareous soils of Lorestan province. *Journal of water and soil* 25, 1128-1137.
 24. Sharifi, Z., Astaraei, A., Fotovat, A., Barani Motlagh, M., Emami, H., 2017. Distribution of Zn fractions and their relationship with soil properties in some soils of Khorasan Razavi province. *Journal of Water and Soil*. 31, 1325-1339.
 25. Shuman, L.M., 1988. Effect of organic matter on the distribution of manganese, copper, iron, and zinc in soil fractions. *Soil Science* 146, 192-198.
 26. Sims, J.T., 1986. Soil pH effects on the distribution and plant availability of Manganese, Copper, and Zinc. *Soil Science Society of America Journal* 50, 367-373.
 27. Singh, J.P., Karwasra, S.P.S., Singh, M., 1988. Distribution and forms of copper, iron, manganese, and zinc in calcareous soils of India. *Soil Science* 146, 359-366.
 28. Treydte, A.C., Riginos, C., Jeltsch, F., 2010. Enhanced use of beneath-canopy vegetation by grazing ungulates in African savannas. *Journal of Arid Environments* 74, 1597-1603.
 29. Xiang, H.F., Tang, H.A., Ying, Q.H., 1995. Transformation and distribution of forms of zinc in acid, neutral and calcareous soils of China. *Geoderma* 66, 121-135.
 30. Zheljzkov, V.D., Warman, P.R., 2004. Source-separated municipal solid waste compost application to Swiss chard and basil. *Journal of Environmental Quality* 33, 542-552.
 31. Zheng, J., He, M., Li, X., Chen, Y., Liu, L., 2008. Effects of *Salsolapasserina* shrub

- patches on the microscale heterogeneity of soil in a montane grassland, China. *Journal of Arid Environments* 72, 150-161.
32. Zheng, S., Zhang, M., 2011. Effect of moisture regime on the redistribution of heavy metals in paddy soil. *Journal of Environmental Science* 23, 434-443.
33. Ziaean, A.H., Malakouti, M.J., 2001. Effects of Fe, Mn, Zn and Cu fertilization on the yield and grain quality of wheat in the calcareous soils of Iran. *Journal of Plant Nutrition* 840-841.

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

Reza Ghasemi-Fasaei^{1*}, Samira Keshavarz², Zohre Bolhasani³

Received: 20/11/2018

Accepted: 22/01/2019

Extended Abstract

Introduction: Zinc (Zn) is an essential nutrient for optimum plant growth and development. Zn deficiency is a constraint especially in calcareous soils located in arid and semi-arid zones of Iran. It is important to know the distribution of Zn among different chemical forms to understand the chemical reactions of this element in the soil and to develop soil testing procedures. Ziaeian and malakouti (2001) reported that due to different reasons such as high pH and exceed use of phosphorus fertilizers (Sepahvand and forghani, 2011), more than 60 percent of Iran's soils have a zinc deficiency problem, with an average product reduction of about 50 percent. Plant canopies keep a large percentage of plant and animals in itself. The characteristics of soils such as fertility and chemical forms of nutrients can be influenced by plant canopies because canopy with different mechanisms improves the nutritional status of the soil. Higher microbial activities in the soil beneath canopy is due to more rhizosphere leakage than the interspace soil resulted in increasing the organic matter mineralization, nitrogen fixation and solubility of potassium, phosphorus and zinc elements (Meena et al, 2017). Little information is available regarding the influence of plant canopies on the redistribution of chemical forms of Zn in arid and semi-arid zones. The objectives of present study are, therefore, to investigate the impact of canopies of *Alhagi camelorum* and *Peganum harmala*, two common plant species of arid and semi-arid regions on the redistribution of chemical forms of Zn using sequential extraction technique.

Material and methods: This study was conducted in Fars province at two areas with different climates, e.g., moisture and temperature. In present study, chemical forms of Zn in the soil beneath canopy and the interspaces soil of *Alhagi camelorum* and *Peganum harmala* plants in Bajgah and Chahtiz were investigated using sequential extraction method. Samples were collected from 0 to 20 cm depth under-canopy and interspace soil (about 75 cm far from the plants). Also, the values of pH and organic matter, which are effective on the chemical form of this element, were measured. Seven chemical forms of Zn including soluble and exchangeable, Zn associated to carbonates, organic materials, Mn oxides, amorphous Fe oxides and crystalline Fe oxides and also residual form were extracted using the method proposed by Singh et al. (1988). The concentration of Zn in each chemical form was measured using an atomic absorption spectrophotometer (Shimadzu-AA-670 G, Japan). Data related to the influences of plant species, canopy and location of sample collection on the chemical forms of Zn were statistically analyzed using SAS software package. Means were compared by using Duncan's multiple Range Test at $p \leq 0.05$.

Finding and Results: Results showed that the soil under canopy had higher organic matter, but lower pH as compared to interspaces. Among different chemical forms, the values of Zn in forms of soluble and exchangeable, organic matter-bound and bound to manganese oxide was higher in the soil beneath canopy of

1. Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University; ghasemif@shirazu.ac.ir

2. PhD Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University

3. MSc Graduated, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University

DOI: 10.22052/deej.2018.7.22.35

both plants as compared to the interspaces soil. In Bajgah site for both plants the values of soil organic matter and also organic matter bound Zn and soluble and exchangeable Zn were higher than those of Chahtiz. But in Bajgah, Zn bound to crystalline Fe oxide was lower. The amounts of carbonate bound Zn, and also Zn associated with Mn oxides and residual Zn were not significantly different among two sites. In general, the relative amount of the chemical forms of zinc were as follows: residual >> crystalline iron oxide bound > amorphous iron oxide bound > Manganese oxide bound > Carbonate bound > organic matter bound > soluble and exchangeable.

Discussion and Conclusion: This study showed that most of Zn most was present in the residual form that is unavailable to plants. Comparison of the two studied regions showed that in Bajgah region available forms of Zn such as soluble and exchangeable and organic matter bound were higher than Chahtiz region. Generally, it appears that the positive effects of *Alhagi camelorum* and *Peganum harmala* plants canopies on increasing the available forms of Zn in the soil beneath canopies, was due to lower pH and higher organic matter in the soil beneath canopy in comparison with interspace soil. Also, lower pH and higher organic matter in the soil beneath canopy of Bajgah as compared to Chahtiz caused the presence of higher values of available forms in the former as compared to the latter. Overall, it appears that the presence of plant species including *Alhagi camelorum* and *Peganum harmala* caused increases in the values of Zn forms with higher availability in the soils of arid and semi-arid regions.

Keywords: Sequential extraction, Calcareous soils, Zinc availability.