تأثیر سه گونه گیاهی شورروی بر برخی ویژگی‌های خاک و شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های تحت تأثیر نمک

مهدی نجفی قیری[۱*]، علیرضا محمودی[۱] و شاهرخ عسکری[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۸)

چکیده

پتاسیم از کاتیون‌های مهم در خاک‌های شور مناطق خشک بوده که مقدار، توزیع و قابلیت استفاده آن می‌تواند تحت تأثیر گیاهان بومی این خاک‌ها قرار گیرد. جهت بررسی تأثیر گونه‌های گیاهی شورروی بر شکل‌های مختلف پتاسیم در منطقه کرسیا واقع در غرب داراب (استان فارس)، سه گونه گیاهی غالب شامل *Juncus gerardi* با نام محلی سازوی شور، *Halocnemum strobilaceum* با نام محلی باتلاقی شور و *Salsola rigida* با نام محلی خریت انتخاب گردید و از خاک زیر گیاه و بین گیاه در دو عمق ۱۵-۰ (سطحی) و ۳۰-۱۵ (زیرسطحی) سانتی‌متری در سه تکرار نمونه‌برداری انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها شامل بافت، ماده آلی، کربنات کلسیم، پ- هاش، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد رطوبت اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی و شکل‌های مختلف پتاسیم شامل پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که مقدار ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، پ- هاش و قابلیت هدایت الکتریکی خاک تحت تأثیر گونه گیاهی قرار می‌گیرد. گونه *Juncus gerardi* سبب افزایش پتاسیم تبادلی و کاهش پتاسیم محلول در خاک شد اما تأثیری بر مقدار پتاسیم غیرتبادلی و قابل استخراج با اسید نیتریک نداشت. گونه *Halocnemum strobilaceum* سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم محلول، تبادلی و قابل استخراج با اسید نیتریک در خاک سطحی و زیرسطحی نسبت به خاک بین گیاه گردید که این می‌تواند در نتیجه جذب گیاهی این عنصر از خاک‌های عمقی و همچنین انتقال آن همراه آب از خاک‌های بین گیاه به سمت ریشه باشد. گونه *Salsola rigida* هیچ تأثیری بر وضعیت پتاسیم خاک نداشت. به‌طور کلی خاک‌های بین گیاهان دارای پتاسیم محلول و تبادلی بیشتر در افق سطحی نسبت به افق زیرسطحی بودند. سه گونه گیاهی مطالعه شده دارای تفاوت در الگوی رشد و توسعه، جذب و دفع املاح محلول و پتاسیم، مورد استفاده قرار گرفتن توسط دام، مقدار ماده آلی قابل برگشت به خاک، ذخیره املاح محلول و پتاسیم در بافت‌های خود و جذب شدید آب از خاک و در نتیجه پخشیدگی آب و پتاسیم محلول از خاک‌های دور از خاک‌ریشه به سمت ریشه بوده و می‌توانند تأثیرات مختلفی بر توزیع پتاسیم در خاک‌ها داشته باشند. گیاه *Juncus gerardi* با توجه به تأثیری که در کاهش شدید شوری و پتاسیم محلول و افزایش پتاسیم تبادلی دارد می‌تواند به‌عنوان گونه مناسب جهت اصلاح این خاک‌ها توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: *Juncus gerardi*، *Salsola rigida*، *Halocnemum strobilaceum*، داراب، کانی‌شناسی

۱. بخش مرتع و آبخیزداری دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mnajafighiri@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]

مقدمه

پتاسیم از عناصر ضروری و پرمصرف گیاهی بوده و اهمیت آن در کشاورزی به‌خوبی شناخته شده است. این عنصر در خاک به چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی یا تثبیت شده و ساختمانی وجود دارد. پتاسیم محلول و تبادلی به آسانی مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرند؛ اما پتاسیم غیرتبادلی که در بین لایه‌های کانی‌های میکایی قرار گرفته دارای قابلیت جذب کمتری می‌باشد. پتاسیم ساختمانی در ساختمان کانی‌های مختلف مانند میکاها و فلدسپات‌ها قرار گرفته و غیرقابل استفاده گیاه می‌باشد (۸ و ۲۱). در واقع سه شکل پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی هستند که در طول یک فصل رشد می‌توانند نیاز گیاه به این عنصر را برطرف کنند. هر چهار شکل پتاسیم دارای روابط تعادلی بوده و تغییر در مقدار یک شکل سبب تبدیل شکل‌های مختلف پتاسیم به یکدیگر و برقراری مجدد تعادل در خاک می‌شود.

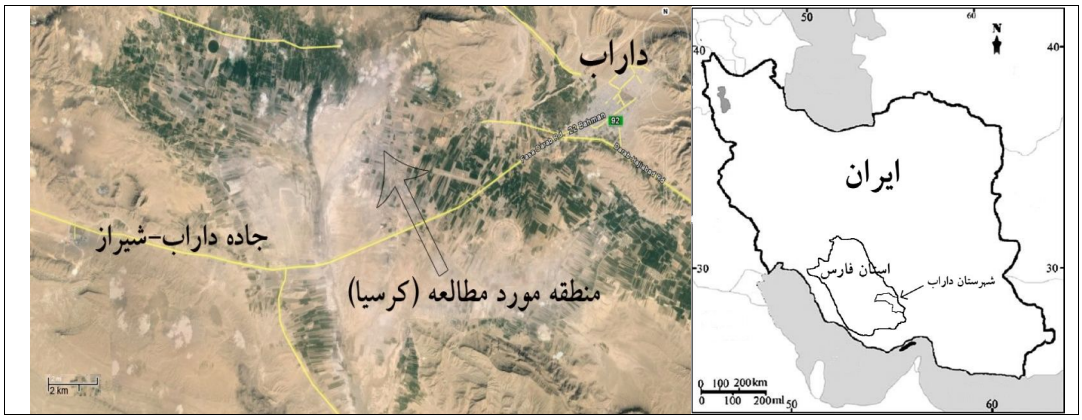
عوامل مختلفی می‌تواند بر مقدار شکل‌های مختلف پتاسیم تأثیرگذار باشند. این عوامل شامل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند توزیع اندازه ذرات، مقدار کربنات‌های خاک، مقدار ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و قابلیت هدایت الکتریکی خاک، نوع و مقدار کانی‌های پتاسیم‌دار خاک مانند میکاها و فلدسپات‌ها، مقدار کانی‌های تثبیت کننده پتاسیم در خاک مانند اسمکتیت‌ها، ورمیکولیت‌ها و میکاهای هوادیده، شرایط رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، تکامل خاک، نوع کاربری اراضی و وضعیت فیزیوگرافی خاک در زمین‌نما می‌باشد (۱۳، ۱۵، ۱۶، ۲۲ و ۲۳). در مقیاس‌های کوچک که چنین تغییراتی کمتر اتفاق می‌افتد گیاهان بومی خاک‌ها می‌توانند سبب غیریکنواختی ویژگی‌های خاک و در نتیجه تأثیر بر توزیع و قابلیت استفاده پتاسیم در خاک اطراف ریشه و سایه‌انداز خود گردند. گیاهان مختلف با توجه به الگوی مختلف رشد و توسعه، تأثیر بر ماده آلی خاک، جذب آب و عناصر مختلف و تأثیر بر فرسایش خاک می‌توانند غیریکنواختی خاک را سبب شوند. مطالعات کافی در مورد تأثیر درختان و گیاهان زراعی بر پتاسیم خاک صورت گرفته است (۶، ۹، ۱۱ و ۱۲) اما تاکنون پژوهشی در مورد تأثیر درختچه‌ها و بوته‌های چندساله بومی اراضی بر وضعیت پتاسیم مخصوصاً در خاک‌های شور صورت نگرفته است.

منطقه کرسیا واقع در غرب داراب در استان فارس اگر چه از رسوبات آبرفتی آهکی تشکیل شده اما تحت تأثیر گنبدهای نمکی فعال به‌جا مانده از دوران پرکامبرین زمین‌شناسی که با نام سازند هرمز شناخته می‌شوند قرار گرفته است. این منابع عظیم نمک که به‌صورت دائمی به این اراضی افزوده می‌شوند سبب افزایش شدید شوری خاک و غیرقابل کشت شدن آنها گردیده است.

بنابراین در منطقه مورد مطالعه گونه‌های گیاهی بومی و زراعی به‌تدریج جای خود را به بوته‌ها و درختچه‌های شورروی داده است. مهم‌ترین گونه‌های گیاهی رشد یافته در این خاک‌ها *Juncus gerardi* با نام محلی سازوی شور، *Halocnemum strobilaceum* با نام محلی باتلاقی شور و *Salsola rigida* با نام محلی خریت می‌باشد که همگی از گونه‌های شور روی محسوب می‌شوند.

گیاه *Juncus gerardi* متعلق به خانواده سازو بوده و شبه گراس چندساله، توده‌ای و دارای ریزوم می‌باشد. گیاه *Halocnemum strobilaceum* متعلق به خانواده اسفناجیان بوده و گیاهی چندساله، بوته‌ای و دارای انشعابات جوان گوشتی می‌باشد. استقرار این گیاه نیز همانند *Juncus gerardi* به‌صورت توده‌ای است (۵). گونه *Salsola rigida* نیز از خانواده اسفناجیان بوده و گیاهی چندساله، دارای انشعابات گوشتی اما غیرتوده‌ای می‌باشد. با توجه به تفاوت در الگوی رشد و توسعه گیاه و مکانیسم‌های مقابله با شوری که این گیاهان از خود نشان می‌دهند می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر ویژگی‌های خاک و در نتیجه وضعیت توزیع و چرخه پتاسیم در خاک داشته باشند. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر سه گونه گیاهی شورروی شامل *Juncus gerardi*، *Halocnemum strobilaceum* و *Salsola rigida* بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان فارس (سمت چپ) و نسبت به شهر داراب (سمت راست)

شور و همچنین تأثیر این گیاهان بر مقدار و توزیع شکل‌های مختلف پتاسیم شامل پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

براساس نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و استفاده از عکس‌های هوایی، منطقه کرسیا واقع در غرب داراب، استان فارس (شکل ۱) انتخاب گردید. این منطقه در محدوده طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریاهای آزاد از ۱۰۴۰ تا ۱۰۷۰ متر متغیر است. میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه منطقه به‌ترتیب ۲۸۰ میلی‌متر و ۲۲ درجه سلسیوس می‌باشد. از آنجا که قسمت اعظم بارندگی در فصل زمستان می‌بارد منطقه دارای رژیم رطوبتی یوستیک و رژیم حرارتی هایپرترمیک می‌باشد (۱).

جهت انجام پژوهش سه منطقه با سه گونه گیاهی غالب شامل *Halocnemum strobilaceum*، *Juncus gerardi* و *Salsola rigida* انتخاب گردید. نمونه‌های خاک زیر گیاه و بین گیاه (فاصله یک متری از وسط گیاه) در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر در هر منطقه با سه تکرار به‌صورت کاملاً تصادفی جمع‌آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه هواخشک و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. آزمایش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک به‌روش هیدرومتر (۱۸)، پ- هاش در خمیر اشباع (۱۹)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (۱۹)، ماده آلی به‌روش سوزاندن تر (۱۷)، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به‌روش استات آمونیوم ۱ نرمال (۷) و کربنات کلسیم با استفاده از اسید کلریدریک و تیتراسیون برگشتی با هیدروکسید سدیم (۱۹) روی نمونه‌ها صورت گرفت.

پتاسیم محلول خاک در عصاره اشباع اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری پتاسیم تبادلی، ۵ گرم خاک چهار مرتبه به‌وسیله ۲۵ میلی لیتر استات آمونیوم ۱ نرمال پ- هاش ۷ به مدت ۱۰ دقیقه تکان داده شده، سانتریفوژ و سپس محلول زلال رویی جمع‌آوری گردید. محلول به‌دست آمده با استات آمونیم به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پتاسیم تبادلی از تفاضل پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیم و پتاسیم محلول به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری پتاسیم قابل عصاره‌گیری با اسید نیتریک جوشان (مجموع پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی)، ۲/۵ گرم خاک و ۲۵ میلی لیتر اسیدنیتریک ۱ نرمال به مدت ۱۰ دقیقه جوشانده شد و پس از آن عصاره صاف شده به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد (۱۰). پتاسیم غیرتبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به‌وسیله اسیدنیتریک از استات آمونیم محاسبه گردید. با توجه به این‌که پتاسیم ساختمانی غیرقابل استفاده برای گیاهان می‌باشد از اندازه‌گیری این شکل پتاسیم صرف‌نظر گردید. غلظت پتاسیم در عصاره‌ها با استفاده از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]

شکل ۲. سه گونه گیاهی مورد مطالعه شامل: الف) *Juncus gerardi* ، ب) *Halocnemum strobilaceum* و ج) *Salsola rigida*

دستگاه شعله‌سنج مدل Corning 405 اندازه‌گیری گردید. همه اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار صورت گرفت.

جهت آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم‌افزارهای SPSS و Excel و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

شکل ۲ سه گونه گیاهی مورد مطالعه شامل *Juncus gerardi*، *Halocnemum strobilaceum* و *Salsola rigida* و الگوی رشد و توسعه آنها را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. دو گونه *Juncus gerardi* و *Halocnemum strobilaceum* توده‌ای بوده و قابلیت بیشتری در حفاظت خاک و ایجاد میکروتوپوگرافی دارند. به‌نظر می‌رسد گونه *Salsola rigida* دارای تأثیر کمتری بر خاک سایه‌انداز خود می‌باشد. هر سه گونه در منطقه مورد چرای دام قرار می‌گیرند؛ گونه *Juncus gerardi* خوشخوراک‌تر و مرغوب‌تر از دو گونه دیگر می‌باشد.

تأثیر گونه‌های *Juncus gerardi*، *Halocnemum strobilaceum* و *Salsola rigida* بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. این گونه‌های گیاهی تأثیری بر توزیع اندازه ذرات خاک و همچنین مقدار کربنات‌های خاک نداشتند. مقدار کربن آلی زیر گیاه *Juncus gerardi* به‌طور معنی‌داری بیشتر از بین گیاه می‌باشد. این درحالی است که *Halocnemum strobilaceum* و *Salsola rigida* تأثیری بر تغییرات کربن آلی خاک نداشته‌اند. درصد رطوبت اشباع خاک نیز تحت تأثیر گونه گیاهی قرار گرفت، به‌طوری‌که گیاه *Juncus gerardi* سبب افزایش مقدار رطوبت اشباع خاک شد. اندازه‌گیری پ- هاش در نمونه‌های خاک نشان داد که گیاه *Juncus gerardi* سبب کاهش پ- هاش در خاک سطحی زیر گیاه نسبت به خاک زیرسطحی و همچنین خاک بین گیاه شده است. *Halocnemum strobilaceum* تأثیری بر مقدار پ- هاش خاک نداشت. در زیر گیاه *Salsola rigida* مقدار پ- هاش خاک سطحی کمتر از خاک زیرسطحی بود که این تفاوت برای نمونه‌های بین گیاه نیز دیده شد. قابلیت هدایت الکتریکی در خاک زیر *Juncus gerardi* در افق سطحی و زیر سطحی بدون تفاوت اما به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از خاک بین گیاه بود. در بین گیاه نیز شوری خاک سطحی بیشتر از خاک زیرسطحی اندازه‌گیری شد. گونه *Halocnemum strobilaceum* تأثیری بر شوری خاک نداشت اما سبب یکنواخت شدن شوری در افق سطحی و زیرسطحی شد. گونه *Salsola rigida* نیز تأثیری بر شوری خاک نداشت؛ اما در زیر گیاه و بین گیاه، خاک سطحی بسیار شورتر از خاک زیرسطحی بود. با توجه به این‌که این گونه گیاهی دارای تراکم کمتر نسبت به دو گونه دیگر بوده و در نتیجه مقدار بازگشت بقایای گیاهی به سطح خاک کمتر بوده و این سبب تأثیر غیرمعنی‌دار این گونه بر مقدار املاح خاک می‌شود. از طرف دیگر حفاظت خاک به‌وسیله این گیاه با توجه به الگوی رشد و پراکنش آن ضعیف بوده و ممکن است فرسایش آبی و سیلاب‌های ایجاد شده سبب یکنواخت شدن املاح محلول در خاک زیر گیاه و بین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در زیر گیاه و بین گیاه در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر

محل نمونه	عمق (سانتی‌متر)	درصد						پ- هاش	CEC* (cmol/kg)	EC* (dS/m)
		شن	سیلت	رس	CCE*	کربن آلی	رطوبت اشباع			
Juncus gerardi										
زیر گیاه	۱۵-۰	۴۴^{a}	۴۶^{a}	۱۰^{a}	۳۶^{a}	۰/۷۱^{a}	۳۷^{a}	۸/۰۸^{b}	۷/۷^{a}	۲۸^{c}
زیر گیاه	۳۰-۱۵	۴۴^{a}	۴۹^{a}	۷^{a}	۳۵^{a}	۰/۲۰^{b}	۳۵^{a}	۸/۳۴^{a}	۳/۲^{b}	۲۸^{c}
بین گیاه	۱۵-۰	۴۸^{a}	۴۴^{a}	۸^{a}	۳۴^{a}	۰/۱۷^{b}	۲۹^{a}	۸/۲۸^{a}	۴/۵^{b}	۵۲^{a}
بین گیاه	۳۰-۱۵	۴۸^{a}	۴۳^{a}	۹^{a}	۳۲^{a}	۰/۲۵^{b}	۳۰^{a}	۸/۴۱^{a}	۳/۸^{b}	۳۵^{b}
Halocnemum strobilaceum										
زیر گیاه	۱۵-۰	۴۶^{a}	۴۶^{ab}	۸^{a}	۲۹^{a}	۰/۳۷^{a}	۳۶^{a}	۸/۱۶^{a}	۶/۰^{a}	۴۵^{a}
زیر گیاه	۳۰-۱۵	۴۵^{a}	۴۵^{ab}	۱۰^{a}	۲۷^{a}	۰/۱۱^{b}	۳۶^{a}	۸/۱۵^{a}	۴/۳^{b}	۴۳^{a}
بین گیاه	۱۵-۰	۵۳^{a}	۴۰^{b}	۷^{a}	۳۰^{a}	۰/۳۷^{a}	۳۲^{a}	۸/۲۰^{a}	۷/۴^{a}	۴۴^{a}
بین گیاه	۳۰-۱۵	۳۳^{b}	۵۷^{a}	۱۰^{a}	۳۱^{a}	۰/۱۵^{b}	۳۵^{a}	۸/۱۶^{a}	۶/۳^{a}	۲۸^{b}
Salsola rigida										
زیر گیاه	۱۵-۰	۴۹^{a}	۳۸^{a}	۱۳^{a}	۳۷^{a}	۰/۳۲^{a}	۳۴^{a}	۸/۲۵^{b}	۱۰/۶^{a}	۵۳^{a}
زیر گیاه	۳۰-۱۵	۵۱^{a}	۳۴^{a}	۱۵^{a}	۲۹^{b}	۰/۲۲^{b}	۳۵^{a}	۸/۵۷^{a}	۵/۸^{b}	۱۸^{b}
بین گیاه	۱۵-۰	۳۳^{b}	۴۷^{a}	۲۰^{a}	۳۴^{ab}	۰/۳۶^{a}	۳۶^{a}	۸/۱۶^{b}	۹/۳^{a}	۶۸^{a}
بین گیاه	۳۰-۱۵	۵۰^{a}	۳۶^{a}	۱۴^{a}	۲۵^{b}	۰/۱۹^{b}	۳۴^{a}	۸/۴۲^{a}	۵/۲^{b}	۲۷^{b}

CCE: کربنات کلسیم معادل؛ CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی؛ EC: قابلیت هدایت الکتریکی

گیاه شده باشد.

تأثیر سه گونه گیاهی بر تغییر شکل‌های مختلف پتاسیم خاک

مقادیر شکل‌های مختلف پتاسیم شامل پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی و توزیع پتاسیم بین این شکل‌ها در نمونه‌های خاک مطالعه شده در جدول ۲ آورده شده است. مقادیر پتاسیم محلول در همه خاک‌های مورد مطالعه بیشتر از حد معمول آن در خاک‌های غیر شور بود. نجفی قیری و همکاران (۱۶) مقدار میانگین پتاسیم محلول در خاک‌های استان فارس را ۲۰ و ۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌ترتیب برای افق‌های سطحی و زیرسطحی به‌دست آوردند و بیان کردند که بیش از ۹۰ درصد خاک‌های استان فارس دارای پتاسیم محلول کمتر از ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک سطحی می‌باشند. پتاسیم محلول ارتباط نزدیکی با سایر شکل‌های پتاسیم خاک دارد. در خاک‌های مورد مطالعه نیز همبستگی مثبت و معنی دار (ضریب همبستگی **۰/۵۴) بین پتاسیم محلول و تبادلی به‌دست آمد. ارتباط بین پتاسیم محلول و غیرتبادلی معنی‌دار نبود. به‌طورکلی پتاسیم محلول در خاک‌ها دارای دامنه تغییرات گسترده‌ای بوده و مهم‌ترین عامل مؤثر بر آن قابلیت هدایت الکتریکی خاک می‌باشد؛ چرا که پتاسیم همراه با سدیم، کلسیم و منیزیوم به‌عنوان مهم‌ترین کاتیون‌های محلول در خاک‌های شور مناطق خشک مطرح می‌باشند (۴ و ۱۵). در خاک‌های مورد مطالعه نیز ارتباط مثبت و معنی‌داری (ضریب همبستگی **۰/۷۷) بین پتاسیم محلول و قابلیت هدایت الکتریکی به‌دست آمد. مقدار پتاسیم محلول به شدت تحت تأثیر عمق خاک قرار می‌گیرد. به‌طوری که در مناطق خشک همراه با انتقال رطوبت از عمق به

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]

سطح خاک و تبخیر آن از سطح خاک املاح محلول از جمله پتاسیم نیز به سطح آمده و تجمع می‌یابند. این را می‌توان در خاک‌های بین گیاهان (در شرایط عدم وجود گیاه) در هر سه منطقه مشاهده نمود. در هر سه منطقه مقدار پتاسیم محلول در خاک سطحی بین گیاهان به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک عمقی بود.

یکی از عواملی که می‌تواند بر توزیع پتاسیم محلول در خاک مؤثر باشد پوشش گیاهی خاک است. گیاهان با توجه به الگوی رشد و توسعه، مقدار ماده آلی که به خاک برمی‌گردانند، مکانیسم جذب و دفع املاح محلول موجود در محیط ریشه، جذب آب از خاک اطراف ریشه و در نتیجه پخشیدگی آب همراه با املاح از مناطق دورتر به سمت ریشه و میزان نیاز به کاتیون‌هایی مانند پتاسیم به‌عنوان یک عنصر ضروری پرمصرف می‌توانند سبب تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک بخصوص شکل‌های پتاسیم در خاک اطراف خود نسبت به خاک بین گیاه و همچنین خاک زیرسطحی گردند. گونه *Juncus gerardi* سبب کاهش مقدار پتاسیم محلول در خاک زیر گیاه نسبت به بین گیاه شده است. اما مقدار پتاسیم محلول در خاک سطحی هم در زیر گیاه *Juncus gerardi* و هم خاک بین گیاه بیشتر از خاک زیرسطحی می‌باشد. این درحالی‌است که *Halocnemum strobilaceum* سبب افزایش پتاسیم محلول خاک در افق‌های سطحی و زیرسطحی زیر گیاه نسبت به بین گیاه شده است. گونه *Salsola rigida* تأثیری بر مقدار پتاسیم محلول نداشته است؛ اما در خاک سطحی مقدار پتاسیم محلول بسیار بیشتر از خاک عمقی بوده که این هم در خاک زیر گیاه و هم بین گیاه دیده می‌شود و نمی‌توان به‌عنوان تأثیر گیاه در نظر گرفت.

گونه *Juncus gerardi* به‌دلیل توده‌ای بودن سبب انباشت و نگهداری خاک در اطراف خود شده و مانع از فرسایش می‌شود. از طرف دیگر فرسایش شدیدتری که در بین بوته‌ها نسبت به خاک زیر بوته‌ها اتفاق می‌افتد سبب ایجاد میکروتوپوگرافی در اراضی می‌شود. این بدان معنی است که نقاط پست‌تر بین بوته‌ها که فرسایش خاک سطحی را تحمل کرده‌اند دارای سطح پایین‌تری نسبت به کپه گیاهی شده و بنابراین بیشتر تحت تأثیر سیلاب‌های حاوی املاح محلول قرار می‌گیرند و دارای املاح بیشتری خواهند بود.

در واقع گونه *Juncus gerardi* به‌دلیل تجمع خاک اطراف خود و کپه‌ای شدن کمتر تحت تأثیر سیلاب‌های حاوی املاح قرار می‌گیرد. از طرف دیگر گیاه *Juncus gerardi* بر خلاف گیاهانی مانند *Halocnemum strobilaceum* و *Salsola rigida* خاصیت جذب و نگهداری املاح کمتری را در اندام‌های هوایی خود داشته (۵) و بنابراین مواد آلی اضافه شده از طریق این گیاهان دارای املاح محلول کمی می‌باشد. عامل دیگر که می‌تواند مؤثر باشد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک است. مقدار بالاتر ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک زیر گیاه *Juncus gerardi* که به‌علت مقدار ماده آلی بالاتر آن بوده سبب تغییر در توزیع شکلهای پتاسیم در خاک می‌گردد. با توجه به این‌که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار پتاسیم تبادلی در خرک‌های استان فارس گزارش شده است (۱۶) مقدار بیشتر پتاسیم تبادلی در زیر گیاه Juncus gerardi قابل توجیه می‌باشد. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود توزیع شکل‌های پتاسیم در خاک زیر گیاه *Juncus gerardi* به‌صورتی است که پتاسیم محلول ۱۰ درصد از مجموع پتاسیم را به خود اختصاص می‌دهد در حالی‌که این مقدار برای خاک بین گیاهان ۱۶ درصد می‌باشد. در مقابل پتاسیم تبادلی در خاک زیر گیاه بیشتر از بین گیاه (به‌ترتیب ۳۵ در مقابل ۲۹) اندازه‌گیری شده است. چرای گیاهانی مانند *Juncus gerardi* به‌وسیله دام نیز از دیگر عواملی است که می‌تواند در طول زمان سبب عدم برگشت مجدد عناصر پرمصرفی مانند پتاسیم به خاک شود.

مقدار پتاسیم محلول در خاک زیر *Halocnemum strobilaceum* به مراتب بیشتر از خاک بین گیاه می‌باشد. نگاهی به وضعیت سایر شکل‌های پتاسیم در خاک زیر *Halocnemum strobilaceum* نشان می‌دهد که این روند در مورد آنها نیز صدق می‌کند. توزیع پتاسیم محلول در خاک زیر گیاه و بین گیاه دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد. این بدان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]

جدول ۲. تأثیر *Juncus gerardi*، *Halocnemum strobilaceum* و *Salsola rigida* بر شکل‌های مختلف پتاسیم خاک

شماره نمونه	محل نمونه	عمق (سانتی‌متر)	شکل‌های پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)				توزیع شکل‌های پتاسیم (٪)		
			محلول	تبادلی	غیرتبادلی	مجموع[1]	محلول	تبادلی	غیرتبادلی
Juncus gerardi									
۱	زیر گیاه	۰–۱۵	۲۸^{b}	۹۶^{a}	۱۵۰^{a}	۲۷۳^{a}	۱۰^{b}	۳۵^{a}	۵۵^{b}
۲	زیر گیاه	۱۵–۳۰	۲۰^{c}	۵۵^{c}	۱۴۲^{ab}	۲۱۷^{b}	۹^{b}	۲۵^{b}	۶۶^{a}
۳	بین گیاه	۰–۱۵	۴۲^{a}	۷۷^{b}	۱۴۲^{ab}	۲۶۰^{a}	۱۶^{a}	۲۹^{b}	۵۵^{b}
۴	بین گیاه	۱۵–۳۰	۲۵^{bc}	۵۲^{c}	۱۳۷^{b}	۲۱۳^{b}	۱۲^{b}	۲۴^{b}	۶۴^{a}
Halocnemum strobilaceum									
۵	زیر گیاه	۰–۱۵	۴۳^{a}	۱۱۷^{a}	۱۸۰^{a}	۳۴۰^{a}	۱۳^{a}	۳۴^{a}	۵۳^{b}
۶	زیر گیاه	۱۵–۳۰	۳۶^{b}	۱۱۳^{a}	۱۹۲^{a}	۳۴۰^{a}	۱۰^{ab}	۳۳^{a}	۵۷^{b}
۷	بین گیاه	۰–۱۵	۲۵^{b}	۶۶^{b}	۱۷۶^{a}	۲۶۷^{c}	۹^{ab}	۲۵^{b}	۶۶^{a}
۸	بین گیاه	۱۵–۳۰	۲۰^{c}	۶۸^{b}	۱۹۲^{a}	۲۸۰^{b}	۸^{b}	۲۴^{b}	۶۸^{a}
Salsola rigida									
۹	زیر گیاه	۰–۱۵	۳۸^{a}	۱۲۹^{a}	۱۸۷^{a}	۳۵۳^{a}	۱۱^{a}	۳۶^{a}	۵۳^{b}
۱۰	زیر گیاه	۱۵–۳۰	۱۱^{b}	۹۶^{b}	۱۸۷^{a}	۲۹۳^{b}	۴^{b}	۳۳^{ab}	۶۳^{a}
۱۱	بین گیاه	۰–۱۵	۳۵^{a}	۱۳۲^{a}	۲۱۳^{a}	۳۸۰^{a}	۹^{a}	۳۵^{a}	۵۶^{b}
۱۲	بین گیاه	۱۵–۳۰	۱۴^{b}	۸۳^{b}	۱۹۰^{a}	۲۸۷^{b}	۵^{b}	۲۹^{a}	۶۶^{a}

a، b و c: حروف متفاوت در هر ستون مربوط به هر گیاه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

[1]: مجموع شکل‌های محلول، تبادلی و غیرتبادلی پتاسیم (قابل استخراج با اسیدنیتریک) را شامل می‌شود.

معنی است که افزایش پتاسیم محلول در خاک زیر *Halocnemum strobilaceum* نسبت به خاک بین گیاه به‌دلیل افزایش مجموع پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی است (۳۳۰ در مقابل ۲۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌ترتیب زیر گیاه و بین گیاه). به‌عبارت‌دیگر *Halocnemum strobilaceum* سبب افزایش ۴۵ درصدی مجموع سه شکل پتاسیم شده است. *Salsola rigida* تأثیر معنی‌داری بر مقدار و توزیع پتاسیم محلول خاک نداشته است. این یافته مخالف نتایج قربانیان و جعفری (۲) می‌باشد که بیان می‌کنند گونه *Salsola rigida* سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم در خاک زیر گیاه نسبت به بین گیاه شده است. میرمحمدی میبدی و همکاران (۳) بیان کردند که گونه‌های *Aeluropus littoralis* و *Aeluropus lagopoides* دارای مقدار پتاسیم محلول کمتری در خاک رویشگاه‌های خود نسبت به گونه‌های *Halocnemum strobilaceum* و *Salicornia europea* می‌باشند. ولی (۵) با مطالعه تأثیر دو گونه *Juncus gerardi* و *Halocnemum strobilaceum* نتیجه گرفت که هر دو گونه سبب کاهش معنی‌دار پتاسیم، سدیم، کلسیم و کلر محلول در خاک زیر گیاه نسبت به خاک بین گیاه شدند.

مقدار پتاسیم تبادلی در خاک‌های مورد مطالعه کمتر از میانگین مقدار آن در خاک‌های استان فارس می‌باشد. بر اساس گزارش نجفی قیری و همکاران (۱۶) مقدار میانگین پتاسیم تبادلی در خاک‌های استان فارس برای افق‌های سطحی و زیرسطحی به‌ترتیب ۲۴۴ و ۱۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. گونه *Juncus gerardi* سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم تبادلی نسبت به خاک بین گیاه و همچنین خاک زیرسطحی شده است. با توجه به مقدار بالای ظرفیت تبادل کاتیونی خاک زیر گیاه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]

Juncus gerardi این امر طبیعی به نظر می‌رسد، چرا که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین پتاسیم تبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک توسط پژوهشگران بیان شده است (۱۳ و ۲۰). گونه *Halocnemum strobilaceum* نیز همانند *Juncus gerardi* سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم تبادلی در خاک سطحی نسبت به خاک بین گیاه شده است. همان‌گونه که قبلاً بیان شد *Halocnemum strobilaceum* سبب افزایش مقدار پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک در زیر گیاه شده است که این با توجه به روابط تعادلی موجود بین شکل‌های پتاسیم در محیط خاک سبب افزایش هر سه شکل شده است. علت افزایش مقدار پتاسیم محلول و تبادلی می‌تواند در نتیجه جذب گیاهی این عنصر از خاک‌های عمقی و همچنین انتقال آن همراه آب از خاک‌های بین گیاه به سمت ریشه باشد. به هر حال این نکته قابل توجه است که اگرچه این گیاه تأثیری بر شوری خاک و کاهش و یا افزایش املاح نداشته اما سبب افزایش همه شکل‌های پتاسیم گردیده است. توزیع شکل‌های پتاسیم نیز نشان می‌دهد که *Halocnemum strobilaceum* سبب توزیع بیشتر پتاسیم در بخش تبادلی و توزیع کمتر آن در بخش غیرتبادلی شده است. *Salsola rigida* هیچ تأثیری بر مقدار و توزیع پتاسیم تبادلی خاک نداشته است.

در حالی که هر سه گیاه تأثیری بر مقدار پتاسیم غیرتبادلی خاک نداشتند اما *Halocnemum strobilaceum* سبب توزیع کمتر پتاسیم در فاز غیرتبادلی خاک شد. به هر حال کانی‌هایی مانند اسمکتیت‌ها در خاک‌های آهکی جنوب ایران می‌توانند سبب تبدیل شکل‌های محلول و تبادلی پتاسیم به شکل غیرتبادلی یا تثبیت شده شوند (۱۴). تثبیت پتاسیم سبب تبدیل اسمکتیت‌ها به کانی‌های میکایی می‌شود (۸). با توجه به عدم تأثیر سه گونه گیاهی بر مقدار پتاسیم تثبیت شده نمی‌توان انتظار تغییر قابل ملاحظه در مقدار نسبی اسمکتیت‌ها و میکاها در خاک را داشت.

مجموع شکل‌های محلول، تبادلی و غیرتبادلی پتاسیم (پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک) تحت تأثیر گیاه *Juncus gerardi* و *Salsola rigida* قرار نگرفت؛ اما *Halocnemum strobilaceum* سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم کل گردید. این می‌تواند در نتیجه بازگشت مجدد پتاسیم جذب شده به وسیله گیاه به خاک سایه انداز باشد. از طرف دیگر *Halocnemum strobilaceum* با توجه به جذب زیاد آب و نگهداری آن در اندام‌های هوایی خود سبب پخشیدگی رطوبت همراه املاح محلول موجود در آن به سمت ریشه گیاه و در نتیجه افزایش مقدار پتاسیم خاک زیر گیاه گردد.

توزیع شکل‌های پتاسیم با تقسیم مقدار هر شکل به مجموع مقدار پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی (پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک) بر حسب درصد به‌دست می‌آید. جدول ۲ نشان می‌دهد که مقدار پتاسیم در خاک زیر گیاه *Juncus gerardi* نسبت به خاک بین گیاه در فاز محلول کمتر و در فاز تبادلی بیشتر می‌باشد. این در حالی‌است که پتاسیم غیرتبادلی در دو خاک مشابه یکدیگر می‌باشد. گونه *Halocnemum strobilaceum* سبب توزیع کمتر پتاسیم در بخش غیرتبادلی شده و افزایش پتاسیم تبادلی را سبب گردیده است. گونه *Salsola rigida* تغییری در توزیع شکل‌های پتاسیم نسبت به خاک بین گیاه نداشته است.

به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که گونه *Juncus gerardi* سبب افزایش پتاسیم تبادلی و کاهش پتاسیم محلول در خاک شد اما تأثیری بر مقدار پتاسیم غیرتبادلی و قابل استخراج با اسیدنیتریک نداشت. گونه *Halocnemum strobilaceum* سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم محلول، تبادلی و قابل استخراج با اسید نیتریک در خاک سطحی و زیرسطحی نسبت به خاک بین گیاه گردید که این می‌تواند در نتیجه جذب گیاهی این عنصر از خاک‌های عمقی و همچنین انتقال آن همراه آب از خاک‌های بین گیاه به سمت ریشه باشد. گونه *Salsola rigida* هیچ تأثیری بر وضعیت پتاسیم خاک نداشت. گیاه *Juncus gerardi* با توجه به تأثیری که در کاهش شدید شوری و پتاسیم محلول و افزایش پتاسیم تبادلی دارد می‌تواند به‌عنوان گونه مناسب جهت اصلاح این خاک‌ها توصیه شود.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]

منابع مورد استفاده

۱. بنائی، م. ح. ۱۳۷۸. *نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران*. موسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی، ایران.

۲. قربانیان، د. و م. جعفری. ۱۳۸۶. بررسی روابط متقابل برخی خصوصیات خاک و گیاه در گونه مرتعی *Salsola rigida* در مناطق بیابانی. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان در ایران ۱۴(۱): ۷-۱.

۳. میرمحمدی میبدی، س. ع. م.، ع. امینی حاجی‌آبادی و ج. خواجه‌الدین. ۱۳۸۱. عوامل مؤثر در استقرار چهار گونه گیاه شورپسند در شمال باتلاق گاوخونی، با استفاده از روش اوردیناسیون. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶(۲): ۲۲۸-۲۱۵.

۴. نجفی قیری، م. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کانی‌شناسی و وضعیت پتاسیم در خاک‌های استان فارس. پایان نامه دکتری بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۵. ولی، ع. ۱۳۸۵. تأثیر گونه‌های *Juncus gerardi* و *Halocnemum strobilaceum* بر برخی خصوصیات خاک محیط ریشه، مطالعه موردی در شوره‌زار کرسیای داراب. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۱): ۲۷۰-۲۶۱.

6. Bourbia, S. M., P. Barré, M. B. Naït Kaci, A. Derridj and B. Velde. 2013. Potassium status in bulk and rhizospheric soils of olive groves in North Algeria. Geoderma 197-198: 161-168.
7. Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. PP. 891-901. *In*: Black, C. A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
8. Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. Prentice-Hall International (UK) Limited, London.
9. Hebsur, N. S. and T. Satyanarayana. 2002. Potassium status and clay mineralogical composition of some sugarcane soils of north Karantaka. 17th World Congr. Soil Sci, Bangkok, Thailand.
10 Helmke, P. A. and D. L. Sparks. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. PP. 551-574. *In:* Sparks D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
11. Hosseinifard, S. J., H. Khademi and M. Kalbasi. 2010. Different forms of soil potassium as affected by the age of pistachio (*Pistacia vera* L.) trees in Rafsanjan, Iran. Geoderma 155: 289-297.
12. Li, D. C., B. Velde, F. M. Li, M. S. Zhao and L. M. Huang. 2011. Impact of long-term alfalfa cropping on soil potassium content and clay minerals in a semi-arid loess soil in China. Pedosphere 21(4): 522-531.
13. Nabiollahy, K., F. Khormali, K. Bazargan and S. Ayoubi. 2006. Forms of K as a function of clay mineralogy and soil development. Clay Miner. 41: 739-749.
14. Najafi-Ghiri, M. and A. Abtahi. 2012. Factors affecting potassium fixation in calcareous soils of southern Iran. Arch. Agron. Soil Sci. 58(3): 335-352.
15. Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, F. Jaberian and H. R. Owliaie. 2010. Relationship between soil potassium forms and mineralogy in highly calcareous soils of southern Iran. Austr. J. Basic App. Sci. 4(3): 434-441.
16. Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, H. R. Owliaie, S. S. Hashemi and H. Koohkan. 2011. Factors affecting potassium pools distribution in highly calcareous soils of southern Iran. Arid Land Res. Manage. 25: 313-327.
17. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. PP. 961-1010. *In*: Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.
18. Rowell, D. L. 1994. Soil Science: Methods and applications. Longman Scientific and Technical, UK.
19. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. 60. Washington (DC): United States Department of Agriculture (USDA).
20. Sharma, B. D., S. S. Mukhopadhyay and J. S. Sawhney. 2006. Distribution of potassium fractions in relation to landforms in a Himalayan catena. Arch. Agron. Soil Sci. 52: 469-476.
21. Sparks, D. L. and P. M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. PP. 201-276. *In:* Mounson, R. D. (Ed.), Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Madison. WI.
22. Srinivasarao, S., T. R. Rupa, A. Subba Rao and S. K. Bansal. 2000. Potassium fixation characteristics of Major benchmark soils of India. J. Indian Soc. Soil Sci. 48: 220–228.
23. Srinivasarao, C., R. N. Singh, A. N. Ganeshamurthy, G. Singh and A. Masood. 2007. Fixation and recovery of added phosphorus and potassium in different soil types of pulse-growing regions of India. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 38: 449-460.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.1.1]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.1]