

## تأثیر پخش سیلاب بر کانی‌های رسی خاک در استان بوشهر (مطالعه موردی: ایستگاه پخش سیلاب تنگستان)

- ❖ **علی جعفری\***؛ استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، ایران.
- ❖ **فاطمه توکلی‌راد**؛ دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- ❖ **علی اکبر نظری سامانی**؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

### چکیده

در بیشتر پروژه‌های منابع طبیعی و آبخیزداری، انجام پژوهش‌هایی برای پایش، ارزیابی و مقایسه نتایج با شاخص‌های مذکور در پروژه نیاز اساسی به شمار می‌آید. در طرح‌های پخش سیلاب نیز وجود چنین ضرورتی جهت اندازه‌گیری، پردازش و ارزیابی اطلاعات به دست آمده از نتایج عملکرد آن، ضروری به نظر می‌رسد. ورود حجم زیادی از سیلاب محتوی املاح و بار معلق با برخاسته متفاوت از یک سو و برجای گذاردن رسوبات از سوی دیگر، به مرور زمان سبب بروز تغییراتی در خواص خاک خواهد شد. در این تحقیق تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات کانی‌شناسی خاک ایستگاه پخش سیلاب پس از ۱۰ سال عمر آن مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی این تغییرات در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب، سه نوار اول که سیل‌گیری آن‌ها قطعی بود، به عنوان محل‌های نمونه‌برداری انتخاب شد. به منظور بررسی و شناسایی کانی‌های رسی عرصه پخش سیلاب و مقایسه آن با عرصه شاهد در مجاورت عرصه پخش سیلاب، سیزده نمونه خاک از افق ۰-۱۵ سانتی‌متری به نحوی که حتی الامکان کل سه نوار پخش و نهرهای رسوب‌گیر را تحت پوشش قرار دهد، انتخاب شد. نتایج منحنی‌های حاصل از پراش پرتو ایکس نشان می‌دهد که کانی‌های پالیگورسکیت، ایلیت، کلریت، اسمکتیت و کائولینیت در عرصه شاهد، هر سه نهر رسوب‌گیر و نوارهای عرصه پخش سیلاب حضور دارند. کانی‌های موجود در عرصه شاهد از لحاظ نوع تفاوتی با رسوب‌گیرها و نوارهای پخش سیلاب ندارند اما از لحاظ آماری مقدار برخی از این کانی‌ها در این سه موقعیت متفاوت است. به نظر می‌رسد شرایط آب و هوایی خشک منطقه عامل جدی در عدم تغییر و تحول کانی‌ها بوده و پخش سیلاب تأثیر چندانی بر نوع کانی‌ها نداشته است و فقط توانسته مقدار برخی از کانی‌ها را در نوارهای عرصه پخش تغییر دهد.

**کلید واژگان:** پخش سیلاب، کانی‌های رسی، پرتو ایکس، تنگستان.

## ۱. مقدمه

رشد بی رویه جمعیت و نیاز به مواد غذایی از یک طرف و محدودیت منابع آب و خاک از سوی دیگر، ضرورت حفاظت آب و خاک را برای ادامه حیات بشر ایجاد نموده است. بنابراین لازم است با توجه به تجربیات گذشتگان و فن‌آوری‌های جدید در خصوص حفظ این منابع و بهره‌برداری بهینه از آنها همت گماشت. در حال حاضر بحران ناشی از کمبود آب یکی از اساسی‌ترین مسائل امروز و فردای جوامع بشری می‌باشد. به طوری که بررسی‌های انجام شده بر روی منابع آب موجود در کره زمین، نشان می‌دهد آب این کره خاکی، محدود و غیرقابل جایگزین می‌باشد. از طرف دیگر وقوع سیلاب از قدیمی‌ترین مشکلات انسان و موجودات زنده بوده که ادامه حیات آنان را با مشکلات گوناگونی روبه‌رو ساخته است. بنابراین یکی از اهداف آبخیزداری و آبخوانداری جلوگیری از فرسایش ناشی از سیلاب و نیز هدررفت آب‌های غیر شور از طریق مدیریت هرزآب‌ها است. از روش‌هایی که از دیرباز مورد توجه قرار داشته، استفاده از سیلاب و هرزآب‌ها بوده است و از جمع‌آوری سیلاب و هرزآب و باران برای رسیدن به اهداف مختلف بهره می‌برده‌اند. از این قبیل روش‌ها که در ایران کاربرد دارد (در گذشته بیشتر مورد استفاده قرار می‌گرفته به طوری که امروزه به دلیل عدم پاسخ‌گویی تکنولوژی، کمتر استفاده می‌شود) می‌توان به خوشاب، بند، بندسار، دربند، هوتک، لایز، گوراب و... اشاره کرد. روش نوین بهره‌برداری از سیلاب در سال‌های اخیراً استفاده از سیستم‌های پخش سیلاب می‌باشد که تاکنون در ۳۷ نقطه از کشور ایستگاه‌های پخش سیلاب احداث شده است. اهداف مختلفی برای توجیه اجرای عملیات پخش سیلاب وجود دارد، اما تأثیر این عملکرد بر ویژگی‌های خاک، پوشش گیاهی و وضعیت کمی و کیفی آب از مهم‌ترین موارد هستند. خاک نیز به عنوان جزئی از یک اکوسیستم بسیار

پیچیده و منظم می‌باشد، به طوری که هر گونه تغییر اعم از فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در آن سبب ایجاد تغییراتی اندک یا شگرف در سایر قسمت‌های این مجموعه می‌شود. آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در مطالعات آبخیزداری بسیار مهم بوده و در انجام پروژه‌های عمرانی، بسیار مؤثر می‌باشد. ترکیبات کانی شناسی، اساس پتانسیل تولید را در تمام خاک‌های موجود در جهان تشکیل می‌دهند. نوع کانی تشکیل شده در خاک بیشتر تحت تأثیر عوامل اقلیمی و مواد مادری می‌باشد [۲۱]. در این بین کانی‌های رسی، به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های فاز جامد خاک مطرح می‌باشند. تأثیر کانی‌های رسی در خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگه‌داری آب، حاصلخیزی خاک، تهویه و غیره بسیار چشمگیر است. این تأثیر به نوع و میزان کانی‌ها بستگی دارد. در نتیجه شناسایی نوع کانی‌های رسی خاک اهمیت ویژه‌ای دارد [۲۲]. وجود کانی‌های کلریت، ایلیت، اسمکتیت، ورمیکولیت، کائولینیت و رس‌های مخلوط میکا - ورمیکولیت و میکا - کلریت در خاک‌های خشک و نیمه‌خشک ایران گزارش شده است [۱۸]. بررسی کانی‌های رسی غالب در خاک‌های ایران و عوامل مؤثر بر فراوانی نسبی آن‌ها همچنین تجزیه بیش از ۵۰ نمونه خاک از نقاط مختلف کشور، نشان داد کانی‌شناسی کانی‌های رسی خاک‌های ایران به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیشتر تابع مواد مادری خاک‌ها و شامل کانی‌های ایلیت و کلریت می‌باشد. همچنین بررسی تأثیر آب‌های زیرزمینی شور و قلیا - بر روی تحول خاک‌ها در منطقه اطاق نیمه‌خشک جنوب ایران نشان داده نقش کانی‌های پالیگورسکیت و اسمکتیت بیشتر از سایر کانی‌ها می‌باشد [۲]. مطالعه رسوبات ته‌نشستی تازه در رسوب‌گیرهای طرح تغذیه مصنوعی گربایگان فسا و بررسی کانی‌های رسی و غیر رسی آن‌ها را با کاربرد پراش پرتو ایکس نشان داد که در تمام نمونه‌ها کانی‌های

تداوم استفاده و اجرای هر چه بیشتر آن را توصیه کرد، یا جهت افزایش بهره‌وری تغییرات لازم را پیشنهاد کرد. با توجه به اهمیت و تأثیر کانی‌های رسی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر عملیات پخش و گسترش سیلاب بر کانی‌شناسی رسی خاک سطحی عرصه پخش سیلاب و ارتباط آن با حوزه آبخیز بالادست و همچنین تعیین تأثیر این عملیات بر روند تکامل رس‌های موجود در خاک صورت گرفت.

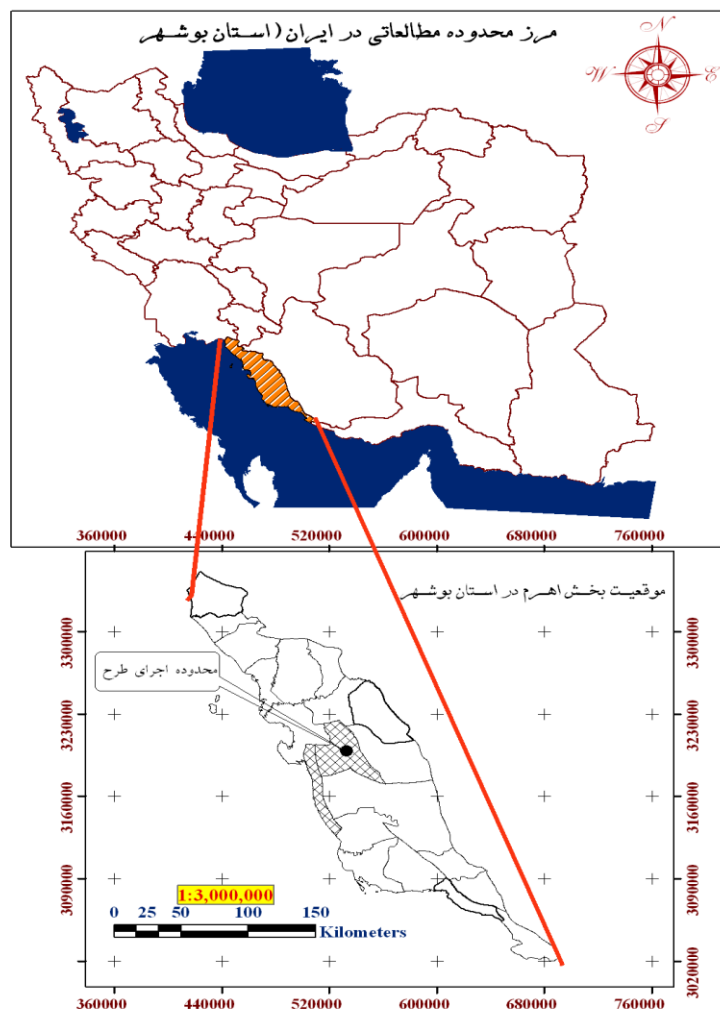
## ۲. روش شناسی

### ۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده اجرای تحقیق در شمال شرق شهر اهرم و در دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های زاگرس با نام محلی قلعه دختر، با طول جغرافیایی  $51^{\circ} 17'$  تا  $51^{\circ} 20'$  شرقی و عرض جغرافیایی  $28^{\circ} 55'$  تا  $29^{\circ} 06'$  شمالی واقع شده است (شکل ۱). منبع اصلی بارش‌های منطقه ناشی از جریان‌های مرطوب و نظیر سایر مناطق استان عمدتاً منشاء مدیترانه‌ای دارد و مسیر حرکت آن‌ها از غرب به شرق می‌باشد. متوسط بارندگی منطقه بر اساس آمار ایستگاه باران‌سنجی اهرم که در ۱۵ کیلومتری عرصه طرح واقع می‌باشد در طول دوره آماری ۸۸-۱۳۵۱،  $260/5$  میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه  $25$  درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس نقشه‌های اقلیمی به روش دومارتن اصلاح شده محدوده محل تحقیق در منطقه خشک بیابانی گرم واقع شده است.

بر اساس مطالعات صحرایی و نقشه‌های زمین‌شناسی سازندهای موجود در منطقه شامل سازندهای هرمز، پابده، آسماری، گچساران، میشان، آغاچاری و بختیاری می‌باشد. با توجه به رژیم حرارتی هایپرترمیک<sup>۱</sup> و رژیم رطوبتی یوستیک<sup>۲</sup> همچنین پروفیل‌های حفر شده، خاک عرصه مورد مطالعه از رده رگوسول<sup>۳</sup> می‌باشد.

کلریت، میکا (ایلیت) و اسمکتیت وجود دارد ولی کائولینیت و پالیگورسکیت تنها در یکی از نمونه‌ها مشاهده شد [۲۰]. بررسی کانی‌شناسی ورتی سول‌های استان فارس نیز نشان دهنده وجود کانی‌های کلریت، پالیگورسکیت، ایلیت و مقدار کمی کائولینیت می‌باشد [۸]. تحقیقات صورت گرفته در خاک‌های خشک و نیمه‌خشک نشان داد ایلیت کانی عمده خاک‌های این مناطق بوده و کائولینیت نیز به میزان اندک وجود دارد [۲۶]. مطالعه کانی‌شناسی رسی برخی از خاک‌های استان فارس نشان داد که وجود رس کائولینیت زیاد در رسوبات کرتا سه پائین و عدم حضور یا مقدار کم رس‌های کلریت، اسمکتیت، پالیگورسکیت و ایلیت در آن‌ها دلیلی بر غلبه داشتن آب و هوای بسیار گرم و مرطوب آن دوره بوده است [۳]. تشکیل پالیگورسکیت در خاک‌های مناطق خشک رابطه نزدیکی با تشکیل افق‌های تجمع آهک، انبوهه گچ و کلریت دارد. وجود مقادیر کمتری از رس کائولینیت و حضور بیشتر رس اسمکتیت در رسوبات کرتا سه بالایی دلیلی بر گذر از آب و هوای گرم و مرطوب به آب و هوای معتدل تر است. عدم مشاهده کائولینیت و غلبه پالیگورسکیت و اسمکتیت در رسوبات پالئوسن بالایی نشان دهنده افزایش خشکی آن دوره بوده که تا به امروز ادامه داشته است [۱۳]. همچنین، وجود پالیگورسکیت در افق کلسیک مناطق خشک معمول است [۶]. در شرایط منطقه‌ای قزوین نیز وجود کانی کائولینیت موجود در نمونه‌های خاک به دلیل آب و هوای خشک و نیمه خشک و موروثی منطقه بوده است [۱۹]. با توجه به تعدد طرح‌های بهره‌وری از سیلاب و تغذیه آبخوان‌ها در ایران و درج مطالب علمی و فنی مبنی بر تأثیر اجرای این عملیات بر خصوصیات خاک، پوشش گیاهی و افزایش آب زیرزمینی، امکان تصمیم‌گیری قطعی و نهایی بر نقش مفید و یا منفی آن چندان آسان نمی‌باشد. بنابراین با بررسی تأثیرات آن‌ها می‌توان در صورت اثبات کارایی،



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده اجرای طرح پخش سیلاب

## ۲.۲. روش کار

بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها بستگی به نوع و مقدار رس آن‌ها دارد و از آنجا که عرصه پخش سیلاب به عنوان مکان‌های اصلی نفوذ، کاشت گونه‌های درختی، ته نشست رسوب و افزایش باروری خاک و دیگر فعل و انفعالات محسوب می‌شود، لذا به منظور بررسی تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات کانی‌های رسی عرصه پخش در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب، سه نوار اول که سیل‌گیری آن‌ها قطعی بود، به عنوان محل‌های نمونه‌برداری انتخاب و از هر نوار سه نمونه خاک

از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری برداشته شد. همچنین از سه نهر رسوبگیر و عرصه شاهد نیز یک نمونه خاک گرفته شد. در مجموع سیزده نمونه خاک سطحی تهیه و بخش کوچک‌تر از ۲ میکرون آن‌ها جدا و مورد بررسی کانی‌شناسی قرار گرفت. جهت تهیه نمونه‌های خالص رس مواد سیمانی‌کننده مانند کربنات‌ها و مواد آلی، با کاربرد روش کیتریک و هوپ از نمونه‌ها خارج شد [۱۱]. اکسید آهن موجود در نمونه‌ها با روش مهرا و جکسون [۱۶] با محلول بافر نیترات دی تیونات در  $\text{PH} = 7/3$  و گرم کردن نمونه‌ها در حمام آبی تا دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد،

نظر می‌رسد شرایط آب و هوایی خشک منطقه، عامل جدی در عدم تغییر و تحول کانی‌ها بوده و پخش سیلاب تأثیر چندانی بر نوع کانی‌ها نداشته است و فقط توانسته مقدار برخی از کانی‌ها را در نوارهای عرصه پخش تغییر دهد. احتمالاً سازندهای بالادست منطقه نیز از لحاظ کانی‌شناسی رسی تفاوتی با خاک عرصه شاهد ندارند. جدول (۱) میانگین مقدار هر قله (نیمه کمی) در نمونه‌های مربوط به عرصه شاهد و نوارهای عرصه پخش سیلاب را در نمونه مربوط به تیمار منیزیم - گلیسرول نشان می‌دهد. بر اساس این جدول بیشترین میانگین قله ۱۰/۵ مربوط به عرصه شاهد است. مقدار قله ۱۰/۵ آنگستروم در نوارهای اول و دوم به طور معنی‌داری نسبت به عرصه شاهد افزایش نشان می‌دهد، اما بین نوار سوم و عرصه شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری از لحاظ مقدار قله ۱۰/۵ مشاهده نشد. کاهش نسبت ارتفاع قله ۱۰/۵ آنگستروم در نوار دوم عرصه پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد احتمالاً به دلیل افزایش شدت نسبی قله سایر کانی‌ها مانند قله ۳/۳۷ آنگستروم در این نوار می‌باشد. به دلیل یکسان بودن مقدار اولیه رسی مورد استفاده جهت آنالیز، افزایش مقدار یک کانی می‌تواند باعث کاهش شدت قله سایر کانی‌ها در نمونه گردد. بین عرصه شاهد و نوارهای عرصه پخش سیلاب از نظر مقدار قله ۷ آنگستروم تفاوت معنی‌داری نیست. بیشترین مقدار قله ۵ آنگستروم در نوار دوم مشاهده شد و فقط این نوار از لحاظ آماری در مقدار این قله با عرصه شاهد تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهد. بین عرصه شاهد و نوار دوم از نظر مقدار قله ۳/۳۷ تفاوت معنی‌دار وجود دارد، اما هیچ تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین نوارهای اول و سوم با عرصه شاهد وجود ندارد. قله ۳/۳۷ در نوار دوم بیشترین مقدار را دارد (جدول ۱). به جز قله‌های ۱۰/۵، ۷، ۵ و ۳/۳۷ آنگستروم، بین عرصه شاهد و نوارها از نظر مقدار سایر قله‌ها (۱۸، ۱۴، ۱۰، ۴/۷ و ۳/۵۴ آنگستروم) تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد (جدول ۱).

حذف گردید. سپس بخش رس آن‌ها با استفاده از سانتریفیوژ جدا گردید. دو نمونه ۴۰ میلی‌گرمی رس با منیزیم یا پتاسیم اشباع شد و هر کدام از آن‌ها روی اسلایدهای شیشه‌ای به ضخامت یکسان پخش گردید. علاوه بر این برای آزمایشات کانی‌شناسی با استفاده از پراش پرتو ایکس، نمونه‌های اشباع با منیزیم و گلیسرول و نمونه‌های تیمار حرارتی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد اسلایدهای اشباع شده با پتاسیم نیز آماده گردید. نمونه‌های تهیه شده با دستگاه پراش سنج پرتو ایکس از نوع زیمنس D500، لامپ مس، ولتاژ ۴۰ کیلوولت و شدت جریان ۴۰ میلی‌آمپر در آزمایشگاه کانی‌شناسی گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران مورد بررسی کانی‌شناسی قرار گرفتند [۲۴]. شناسایی گونه‌های رس با استفاده از جدول‌های تهیه شده با کاربرد روش بیتر تحقق یافت. مقادیر هر قله (نیمه کمی) با استفاده از نسبت ارتفاع هر قله به مجموع قله‌ها در تیمار منیزیم - گلیسرول به دست آمد. تفاوت بین میانگین مقادیر نیمه کمی قله‌ها، در نرم‌افزار SPSS بر اساس آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد آماری بررسی گردید.

### ۳. نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات خاک‌شناسی، بافت خاک منطقه مطالعاتی لومی شنی می‌باشد. اگر چه به نظر می‌رسد به علت شرایط خاص آب و هوایی مناطق خشک و نیمه‌خشک در این مناطق، کانی‌های متعددی یافت نشود، نتایج منحنی‌های حاصل از پراش پرتو ایکس نشان می‌دهد که در منطقه مطالعاتی کانی‌های پالیگورسکیت، میکا (ایلایت)، کلریت، اسمکتیت و کائولینیت حضور دارد. در هر سه نهر رسوبگیر و نوارهای عرصه پخش سیلاب این کانی‌ها حضور دارند. کانی‌های موجود در عرصه شاهد از لحاظ نوع، تفاوتی با رسوبگیرها و نوارهای پخش سیلاب ندارند اما از لحاظ آماری مقدار برخی از این کانی‌ها در این موقعیت‌ها متفاوت است. به

جدول ۱. میانگین نسبت ارتفاع هر قله به مجموع قله‌ها در تیمار منیزیم - گلیسرول در هر پراش نداشت

قله (آنگستروم)	عرصه شاهد	نوار اول	نوار دوم	نوار سوم
۱۰/۵	۱۲/۴ <sup>a*</sup>	۵/۹ <sup>bc</sup>	۴/۶ <sup>c</sup>	۱۰/۳ <sup>ab</sup>
۷	۲۲/۴ <sup>ab</sup>	۲۲/۶ <sup>۳a</sup>	۱۷/۸ <sup>۶b</sup>	۲۳ <sup>ab</sup>
۵	۳/۱۳ <sup>b</sup>	۳/۸۳ <sup>b</sup>	۶/۸ <sup>a</sup>	۴/۶۶ <sup>ab</sup>
۳/۳۷	۹/۳ <sup>b</sup>	۶/۶۶ <sup>b</sup>	۱۴/۳۶ <sup>a</sup>	۹/۳ <sup>b</sup>
سایر قله‌ها	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>

\* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

تأثیری در مقدار این کانی نداشته است (جدول ۱). با توجه به اطلاعات پراش پرتو ایکس، بازتاب از صفحات ۰۰۱، ۰۰۲، ۰۰۳، و ۰۰۴ کلریت دارای قله‌های ۱۴، ۷، ۴/۷ و ۳/۵۴ آنگستروم است که حضور تمامی این قله‌ها در تیمار اشباع با منیزیم و همچنین باقی ماندن قله ۱۴ در تیمار حرارتی نمونه اشباع با پتاسیم نشان دهنده حضور کانی کلریت در عرصه شاهد، رسوب‌گیرها و نوارهای عرصه پخش می‌باشد. با توجه به عدم تکامل خاک‌های منطقه مطالعاتی که رگوسول می‌باشند و همچنین بالا بودن اسیدیتته خاک به دلیل آهکی بودن عمده مواد مادری منطقه، این کانی به ارث رسیده از ماده مادری است و شرایط تشکیل این کانی در خاک‌های منطقه وجود ندارد. مشاهده قله ۱۰ آنگستروم در تمامی تیمارهای مربوط به هر سه موقعیت، نشان دهنده حضور کانی میکا (ایلپیت) است. این کانی نیز مشابه کلریت به ارث رسیده از مواد مادری است [۵]. قله ۷ آنگستروم در تیمارهای اشباع با منیزیم، گلیسرول و پتاسیم حضور دارد. اما با اعمال دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد بر نمونه‌های اشباع با پتاسیم این قله حذف شده است که این به دلیل ناپایداری و متلاشی شدن ساختمان کائولینیت در این دما است. وجود نقطه اوج ۳/۳۷ آنگسترومی به عنوان رده دوم این کانی در تیمارهای اشباع با منیزیم نیز خود تأییدی بر وجود رس کائولینیت است [۷]. حضور کانی ۱:۱ در این شرایط آب و هوایی

حضور قله ۱۰/۵ آنگستروم در تیمار اشباع با منیزیم، عدم تغییر آن در تیمارهای اشباع با گلیسرول و پتاسیم و حذف آن در تیمار حرارتی نمونه اشباع با پتاسیم، نشان دهنده حضور کانی پالیگورسکیت در نمونه‌های مربوط به عرصه شاهد، تمامی نهرهای رسوبگیر و نوارهای پخش سیلاب می‌باشد که بر اساس جدول (۱) بیشترین مقدار (نیمه کمی) مربوط به نمونه شاهد می‌باشد که از نظر آماری مقدار این کانی در نوار دوم نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافته است، که علت آن را می‌توان به افزایش نسبی مقادیر قله‌های ۵ و ۳/۳۷ آنگستروم نسبت داد. این قله‌ها به ترتیب مربوط به کانی‌های میکا (ایلپیت) و کائولینیت است. حضور پالیگورسکیت در این منطقه به دلیل شرایط آب و هوایی خشک آن، طبیعی به نظر می‌رسد. در واقع فراوانی مقدار آهک در خاک‌های این مناطق شرایط لازم جهت تشکیل پالیگورسکیت را فراهم می‌کند [۲۵]. قله ۱۴/۲ آنگستروم در تیمارهای اشباع با منیزیم تمامی نمونه‌ها، قابل مشاهده است که این قله مربوط به کانی‌های ورمی‌کولیت، کلریت و اسمکتیت است. اشباع این نمونه‌ها با گلیسرول نشان داد که بخش ناچیزی از قله ۱۴/۲ به طرف قله ۱۸ آنگستروم متمایل شده که نشان دهنده حضور اسمکتیت در این نمونه‌ها می‌باشد. با توجه به اینکه از لحاظ آماری بین نمونه عرصه شاهد و نوارها از نظر مقدار (نیمه کمی) این قله تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، می‌توان گفت پخش سیلاب

[۱۵]. ثابت ماندن نقطهٔ اوج ۱۴ تا ۱۴/۴ آنگسترومی در تمامی تیمارهای اعمال شده، دلیل بر وجود کانی کلریت در خاک‌های منطقه می‌باشد [۸]. نظر به جوان بودن خاک‌های منطقه و نیز آهکی بودن مواد مادری آن‌ها، کلریت موجود در آن‌ها احتمالاً از مواد مادری به ارث رسیده است. ثابت ماندن نقطهٔ اوج ۱۰ آنگسترومی در کلیهٔ تیمارهای اعمال شده، دلیل بر وجود رس میکا (ایلایت) در منطقه می‌باشد. حضور این کانی نیز به دلیل جوان بودن خاک منطقه، موروثی می‌باشد [۵]. در بررسی کانی‌شناسی خاک‌های خشک و نیمه‌خشک بیان شده است که در این خاک‌ها ایلایت و کلریت دو کانی نسبتاً غالب می‌باشند که اغلب تغییرات ناچیزی با عمق نشان می‌دهند که احتمالاً به منشأ توارثی این کانی‌ها بر می‌گردد [۱۹]. کاهش نسبتاً محسوس شدت نقطهٔ اوج ۷/۲-۷/۱ آنگستروم در نمونهٔ اشباع با پتاسیم و دمای ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد، به دلیل متلاشی شدن شبکهٔ تبلور کانی کائولینیت می‌باشد که وجود قلهٔ ۳/۵۴ آنگسترومی به عنوان ردهٔ دوم این کانی نیز خود تأییدی بر وجود رس کائولینیت است [۷، ۸]. با توجه به اقلیم منطقه و جوان بودن خاک‌های مورد مطالعه، این کانی احتمالاً منشأ موروثی خواهد داشت. کانی کائولینیت در تمامی نمونه‌های مورد بررسی و در مقادیر کم حضور دارد و بخشی از جزء رس درشت خاک‌ها را به خود اختصاص داده است. در آب و هوای خشک و نیمه‌خشک شرایط لازم برای تشکیل پدوژنیک کائولینیت مهیا نیست. مطالعهٔ انجام شده در قزوین نشان داد که کائولینیت موجود در خاک‌های این منطقه نیز منشأ توارثی داد [۱۹]. بنابراین با توجه به نتایج حاصل و مطالعات پیشین به نظر می‌رسد شرایط آب و هوایی خشک منطقه، عامل جدی در عدم تغییر و تحول کانی‌ها بوده و پخش سیلاب نیز تأثیر چندانی بر نوع کانی‌ها نداشته است و فقط توازن سته مقدار برخی از کانی‌ها را در نوارهای عرصهٔ پخش تغییر دهد. احتمالاً سازندهای بالادست منطقه نیز از لحاظ کانی‌شناسی رسی تفاوتی با خاک عرصهٔ شاهد ندارند.

نشان دهندهٔ منشأ توارثی آن است. زیرا این کانی در شرایط بارش بالا و اسیدیتهٔ پائین خاک تشکیل می‌شود. بر اساس جدول (۱) از لحاظ مقدار نسبت قله ۷ به مجموع قله‌ها در تیمار اشباع با گلیسرول بین رسوب‌گیرها، نوارهای پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌دار آماری وجود ندارد.

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که در منطقهٔ مطالعاتی کانی‌های پالیگورسکیت، میکا (ایلایت)، کلریت، اسمکتیت و کائولینیت، در هر سه نهر رسوب‌گیر و نوارهای عرصه پخش سیلاب حضور دارند و تفاوتی با عرصه شاهد از نظر نوع کانی نشان نمی‌دهند. با توجه به فراوانی آهک در خاک‌های مورد مطالعه، تشکیل کانی پالیگورسکیت در آن‌ها قطعی به نظر می‌رسد [۲۴]. مطالعات انجام شده در خاک‌های مناطق خشک وجود پالیگورسکیت را در افق کلسیک اثبات کرده است [۶، ۱۴]. نتایج مطالعات در منطقهٔ خوراسگان اصفهان نشان داده است که اقلیم خشک فعلی و همراهی آهک و گچ شرایط را برای تشکیل و پایداری پالیگورسکیت در خاک‌های این منطقه فراهم نموده است [۱۰]. نتایج نشان داد که کانی اسمکتیت نیز در منطقهٔ مورد مطالعه وجود دارد. احتمالاً این کانی از هوادیدگی کانی پالیگورسکیت تشکیل شده است. با توجه به مقادیر نسبتاً بالای اسیدیتهٔ خاک، کلسیم و منیزیم، احتمال تشکیل پدوژنیک اسمکتیت دور از انتظار نیست [۱، ۲۳، ۱۵]. اسمکتیت کانی اصلی در مناطق جنوبی ایران با زهکشی ضعیف است. اسمکتیت در خاک‌هایی با زهکشی خوب، با افزایش رطوبت قابل دسترس خاک، یک روند افزایشی نشان می‌دهد و افزایش رطوبت قابل دسترس خاک و به دنبال آن یک محیط با آبشویی نسبی بیشتر برای آزادسازی  $K^+$  از کانی‌های میکایی و مشخصاً ایلایت، در محیط آهکی با  $Mg^{2+}$  بالا و تحرک Si بالا ممکن است، شرایط مطلوبی برای تشکیل اسمکتیت از طریق تغییر شکل را فراهم کند

## References

- [1] Aba-Husayn, M.M., Dixon, J.B. and Lee, S.Y. (1980). Mineralogy of Saudi Arabia: Southwestern. Soil Sci.Soc.Am. J. 44:643-649.
- [2] Abtahi, A. (1980). Soil genesis as affected by topography and time in highly calcareous parent material under semiarid conditions of Iran, Soil Sci. Soc. Am. J. 44 (1980) 329-336.
- [3] Abtahi, A. (2005). Clay mineralogy of some soils of Fars Province, Research Project, University of Shiraz.
- [4] Abtahi, A. and Khormali, F. (2001). Genesis and morphological characteristics of Mollisols formed in a catena under water table influence in southern Iran. Commun. Soil Plant Anal. 32: 1643-1658.
- [5] Barnhisel, R. I. and Bertsch, P. M. (1989). Chlorites and hydroxy interlayered vermiculite and smectite. In: Dixon J. B. and S. B. Weed. Minerals in soil environments. 2<sup>nd</sup> ed., SSSA Book Series, No.1, Madison, WI.U.S.A.
- [6] Bouza P.J., Simon, M. and Aguilar, J., Valle, H. and Rostage, M. (2007). Fibrous-clay mineral formation and soil evolution in Aridisols of northeastern Patagonia, Argentina, Geoderma 139, 38-50 pp.
- [7] Grim, E. E. (1968). Clay mineralogy. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw Hill book company, New York, 596pp.
- [8] Heidari, A. and Mahmoodi, S.H. (2004). Investigation of Fars Province Vertisols mineralogy and its relation to some physical parameters in this soils, Journal of Engineering Geology, Vol. 1, No. 1, 1-24 pp.
- [9] Hillel, D. (1982). Introduction to Soil Physics. Academic Press, New York, 99-103 pp.
- [10] Honarjoo, N. and Jalalian, A. (2009). Evolution of soil in land Khorasgan of Islamic Azad University, Journal of Agricultural Science, Vol. 4, No. 2, 254-266 pp.
- [11] Hubbell, D. S. and Gardner, J. L. (1944). Some edaphic and ecological effects of water spreading on range land, Ecology J.25:27-44.
- [12] Kalantari, R. and Rahmani, H. R. (1999). Evaluation of an artificial recharge system. A case study in Southern Iran, Proceeding of Groundwater and Watershed Development, Dhule Indian. 182-191 pp.
- [13] Karimi, A., Khademi, H. and Jalalian, A. (2009). Genesis and distribution of palygorskite and associated clay minerals in soils and sediments of southern Mashhad, Iran Journal of Crystallography and Mineralogy, Vol. 16, No. ۴, ۵۴۵-۵۵۸.
- [14] Khademi H. and Mermut A.R., 1999. Submicroscopy and stable isotope geochemistry of carbonate and associated palygorskite in Iranian Aridisols", Eur.J. Soil Sci. 50 (1999), 207-216.
- [15] Khormali, F. and Abtahi, A., 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semiarid soils of Fars Province, Southern Iran. Clay Minerals, 38, 511-527.
- [16] Kowasar, S. A. (1997). Aquifer management A key to food security in the desert of the Islamic Republic of Iran, Proceedings of the 8<sup>th</sup>, Int.Conference Rain. Catch, Syst, April25-29, Theran.
- [17] Lee S. Y., Dixon, J. B. and Aba-Husan, M. M. (1983). Mineralogy of Saudi Arabia,: Eastern region, SSSA. J. 47: ۳۲۱-۳۲۶.
- [18] Mahjoory, R.A. (1979). The nature and genesis of some salt-affected soils in Iran, Soil Sci. Soc. Am. J. 43 (1979) 1019-1024.
- [19] Manafi, SH. (2009). Mineralogical and micromorphological investigation on arid and semiarid soils and possibility of use these data for reconstruction of paleoclimate in some part in Southern Alborz, PhD thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University, Department of Soil, 334 pp.
- [20] Mirnia, S. K. and Kowsar, S. A. (2000). Reclamation of a Sandy Desert Through Floodwater Spreading: II. Characterization of Clay Minerals in the Watershed and the Freshly-Laid Sediment, J. Agr. Sci. Tech. (2000) Vol. ۲: ۱۹۷-۲۰۶.



- [21] Owliaei, H.R. and Abtahi, A. (2003). Clay mineralogy of selected soils in Kuhgiluyeh Boyer Ahmad provinces. 8th Congress of Soil Science. Gilan Univ.
- [22] Owliaei, H.R., Abtahi, A. and Adhami, A. (2008). Origin and distribution of clay minerals in soils of different climatic regions of Kohgiluyeh oyerahmad province, Karaj, Iranian Soil Science Congress.
- [23] Reid D. A., Graham, R. C., Douglas, L. A. and Amrhein, C. (1996). Smectite mineralogy and charge characteristics along an arid geomorphic transect, SSSA, J. 60: 1602-1611.
- [24] Signor, D.C., Hauser, V.L. and Jones, O.R. (1969). Groundwater recharge through modified shafts. Am. Soc. Agric. Eng. Trans. 12 (4), 486-489 pp.
- [25] Singer, A. (1989). Palygorskite and sepiolite group minerals. Pp: 829-875, In: J. B and S. B. Weed. 1989. Minerals in soil environments. 2<sup>nd</sup> ed., SSSA Book Series, No.1, Madison, WI.
- [26] Smith, B.R. and Buol, S.W. (1968). Genesis and relative weathering intensity studies in three semiarid soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32: 261-265.

