

## بررسی برخی از خصوصیات کانی شناسی و شیمیایی تلماسه‌ها حوضه آبریز کرخه در امتداد گسل اهواز

زینب گندمی<sup>۱\*</sup>، نرجس جوکار<sup>۲</sup>، امیرحسین چرخابی<sup>۳</sup>، حسن محسنی<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد، [gandomi.zeynab@yahoo.com](mailto:gandomi.zeynab@yahoo.com)

۲- کارشناس ارشد، [jokarnarjes73@gmail.com](mailto:jokarnarjes73@gmail.com)

۳- دانشیار، [charkhabi@yahoo.com](mailto:charkhabi@yahoo.com)

۴- دانشیار، [mohseni@basu.ac.ir](mailto:mohseni@basu.ac.ir)

### چکیده

واقع شدن ایران در کمربند خشک و موقعیت خاص ژئومورفولوژی و اقلیمی، باعث تشدید وقوع پدیده گرد و غبار شده است. عمده‌ترین دغدغه مناطق جنوبغرب ایران بحث گرد و غبار است که به نحو چشمگیری بر فعالیت و سلامت ساکنین تأثیرات مخربی گذاشته است. به علت فرسایش بادی بر شدت این تخریب افزوده شده و تکرار طوفان‌های گرد و غبار در استان خوزستان و بروز مشکلات زیست محیطی، هدف این مطالعه شناسایی نقاط برداشت و تعیین منشاء و خصوصیات کانی شناسی و شیمیایی موثر بر جابه‌جایی و انتقال رسوبات می‌باشد. بهترین مرحله مقابله با پدیده گرد و غبار در مرحله برداشت است. در این مطالعه، کانی شناسی به روش دیفراکسیون اشعه X و خصوصیات شیمیایی از قبیل اسیدیت، هدایت الکتریکی، مقدار گچ، آهک و کربن آلی رسوبات بادی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت تا بتوان با شناخت منشاء رسوبات برای مدیریت آنها برنامه‌ریزی انجام داد. بر اساس نتایج حاصل، بخش عمده رسوبات بادی منطقه متشکل از کانی‌های کوارتز و کلسیت می‌باشد و عدم وجود رس در رسوبات بادی خوزستان و غنی شدن این رسوبات از کوارتز (Quartz Dillution) و کربنات را میتوان در نتیجه قرار گرفتن در سیکل‌های پیایی رسوبی دانست. در خوزستان به علت تبخیر شدید و شوری بالا زمین عاری از پوشش گیاهی بوده و رسوبات به آسانی در معرض حمل قرار می‌گیرند. با توجه به خصوصیات شیمیایی رسوبات بادی از فاصله اندکی حمل شده اند و رسوبات سواحل کرخه و دشت‌های سیلابی غرب و شمالغرب استان، بیشترین سهم را در تشکیل این رسوبات دارند و به منطقه برداشت نزدیکتر می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** ریزگردها، خصوصیات کانی شناسی، خصوصیات شیمیایی، فرسایش بادی، خوزستان.

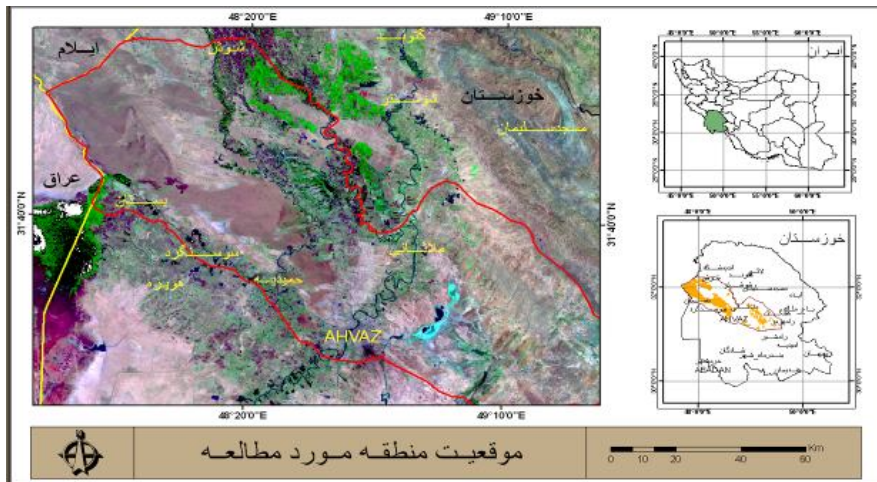
## مقدمه

وقوع طوفان‌های گرد و غبار خسارات شدید اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بر حیات بشری و منابع زیستی وارد می‌کند. استان خوزستان نیز به دلیل اینکه در مناطق نیمه خشک و گرمسیری قرار دارد، میزان فرسایش و تولید رسوب و به طبع آن پدیده ریزگردها بیش از مناطق دیگر است. در این منطقه شرایط اقلیمی، ساختار زمین شناختی و فقر پوشش گیاهی باعث تشدید این پدیده شده است. همچنین در نتیجه فرسایش، اراضی زراعی از بین می‌روند و این خود عامل مهمی در مهاجرت مردمان این مناطق است. شرط لازم و نه کافی برای وقوع فرسایش، وجود باد است، اما فرسایش تحت تأثیر عوامل دیگری از قبیل تغییر رطوبت سطح رسوبات، عوامل پایه ای مربوط به رسوبات (بافت، ساختمان و ...) و پوشش گیاهی است. باد در مناطق بیابانی به طور موثر عمل می‌کند، نه به دلیل آنکه باد در محیط‌های خشک قوی تر از محیط‌های مرطوب است، بلکه به دلایل داشتن سطوح خشک و عدم وجود پوشش گیاهی مناسب است. بادهایی با سرعت زیاد، همواره سبب وقوع فرسایش نمی‌شوند و نیز بادهای فرساینده سبب فرسایش یکسان در تمام موقعیت‌ها نمی‌گردند. موفقیت کامل در مبارزه با فرسایش و تثبیت رسوبات، شناخت کامل از مراحل فرسایش، کمی نمودن حمل رسوبات فرسایش یافته، شناسایی منشاء و شناخت شیوه‌های درست مبارزه و کنترل آن است (کریم زاده، ۱۳۸۷). ترکیب رسوبات، در واقع بوسیله ترکیب سنگهای منشاء آن رسوب و همچنین تغییر شکل‌های جزئی که در طی انتقال از نواحی منشاء به مناطق رسوب گذاری رخ می‌دهد، کنترل می‌شود. ترکیب داده‌های سنگ شناسی و محتوای ژئوشیمیایی سنگهای رسوبی می‌تواند طبیعت نواحی منشاء، خاستگاه تکتونیکی حوضه رسوبی و شرایط آب و هوایی دیرینه را برای ما مشخص نماید. (Crook و Bhatia, ۱۹۸۶). (Jafarzadeh و Hosseini, ۲۰۰۸) یکی از فناوری‌های رایج جهت تعیین منشاء رسوبات استفاده از کانی شناسی مناطق برداشت و ترسیب است (اشتری مهرجردی، ۱۳۸۰). با در نظر گرفتن اینکه عملیات اجرایی جهت کنترل فرسایش در ایران ایجاد پوشش گیاهی است، بنابراین بایستی مطالعات فرسایش در کشور در قالب طرح‌های جامع مورد بررسی قرار گیرد. رسوبات از هر نوعی که باشند از نظر ژنتیکی با مواد منشاءشان در ارتباط بوده و مطالعات کانی شناسی در بیشتر موارد ماهیت سنگ منشاء را نشان می‌دهند. ویژگی‌های کانی شناسی می‌تواند برای تعیین منشاء رسوبات و همچنین بررسی امکان تثبیت و مهار آن استفاده شود. همچنین ویژگی‌های شیمیایی نشان دهنده پتانسیل‌ها و محدودیت‌های رویشی برای انتخاب گونه‌های گیاهی جهت تثبیت رسوبات است (Roudgarmi و Abbasi, ۲۰۱۴). (El Gammal, ۲۰۱۰) با شناسایی خصوصیات کانی شناسی و همچنین پارامترهای آماری نسبت به منشاء رسوبات تپه‌های ماسه ای غرب نیل در مصر اقدام و به این نتیجه رسید که منبع رسوبات عمدتاً از شمال حوضه مورد مطالعه تأمین می‌شود. (Howari و همکاران، ۲۰۰۷) نیز با تلفیق روش‌های پردازش تصاویر ماهواره ای، بررسی کانی شناسی و خصوصیات رسوب شناسی و ژئومورفولوژی منشاء تپه‌های ماسه ای شرق امارات را بررسی نمودند. همچنین (Rao و همکاران، ۲۰۱۱) ماسه‌های ریزدانه و درشت دانه بیابان‌های چین را به منظور آنالیز کانی شناسی، خصوصیات ژئوشیمیایی عناصر کمیاب و نادر بررسی کردند. کانی شناسی را می‌توان یکی از راه‌های شناخت فرایندهای ایجاد تلماسه‌ها در نظر گرفت. به طوریکه تشابه کانی‌های مناطق برداشت و رسوبگذاری از طریق تفسیر میکروسکوپی مورد بررسی قرار می‌گیرد. (محمدیان بهبهانی، ۱۳۸۵) با تحلیل آماری داده‌های کانی شناسی و مورفومتری، به تعیین ارتباط ژنتیکی رسوبات حمل شده پرداخت. از طرف دیگر بلورهای نمک طعام، گچ و حتی آهک در مناطق خشک موجب پراکندگی ذرات می‌شوند. همچنین بلورهای نمکی به دلیل وزن مخصوص کم، وزن مخصوص رسوبات را کاهش داده و موجب کاهش سرعت آستانه فرسایش بادی می‌گردند (فرجی و محمدیان، ۱۳۸۹).

## مشخصات منطقه

استان خوزستان که در شکل شماره ۱ موقعیت آن در کشور نمایش داده شده است، از دو بخش جلگه‌ای و کوهستانی تشکیل شده و تنوع ارتفاعی استان نسبتاً قابل ملاحظه است. دامنه تغییرات استان از ارتفاع صفر در منطقه کم فراز مجاور خلیج فارس تا بیش از دو هزار متر در ارتفاعات شمال و شرق خوزستان در نوسان است. به تبعیت از گستردگی استان خوزستان، تنوع ارتفاعی و نیز وجود گستره آبهای خلیج فارس در بخشهای جنوبی آن، اقلیم‌های متنوع و گوناگونی در سرتاسر استان قابل شناسایی است. از نظر زمین شناسی، هر چند که در شمال شرق خوزستان رخنمون‌های محدودی از سازندهای ژوراسیک دیده می‌شود؛ ولی عمده سازندهای موجود در

خوزستان دارای سن کوتاه تا عهده حاضر می باشد. سازندهای محدوده خوزستان بسته به قابلیت فرسایش از پنج واحد اصلی ژئومورفولوژی تشکیل شده است (مقاومت بسیار زیاد، مقاومت زیاد، مقاومت متوسط، مقاومت کم و مقاومت بسیار کم) که هر یک شامل یک یا چند تیپ و رخساره می باشند (چرخایی، ۲۰۰۳).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

## روش تحقیق

قبل از انجام مطالعات میدانی، به منظور آگاهی از روند حرکت تلماسهها ابتدا مطالعاتی در زمینه اقلیم شناسی و رژیم بادهای غالب منطقه انجام شد. همچنین به منظور اطلاع از مکان حضور تلماسهها، از روی تصاویر ماهواره ای و عکسهای هوایی منطقه، نقشه پراکنش تلماسههای منطقه تهیه شد. با بررسیهای صحرایی، مورفولوژی تلماسهها از روی تصاویر ماهواره ای لندست ETM2002 بررسی و از نقشههای توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی و همچنین نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شد تا در نهایت با بهره جستن از نقشهها و تصاویر ماهواره ای واحدها و رخسارههای ژئومورفولوژی منطقه، مختصات نقاط لازم جهت بررسی رسوبات بادی فعال و غیرفعال با توجه به تغییرات قابل استحصال مشخص شود. با بررسی تلماسهها، همچنین می توان جهت رسوب گذاری، بادهای اصلی و فرعی و تپه های فعال، نیمه فعال و تثبیت شده را مشخص کرد. زیرا هر کدام از انواع تلماسهها و حتی موقعیت آنها می تواند اطلاعات مفیدی در رابطه با فرایندهای رسوب گذاری در اختیار بگذارد (احمدی، ۱۳۸۷). نمونه برداری از تلماسههای فعال و غیر فعال، اراضی تثبیت شده در ترانسکتی به طول ۱۷۸ کیلومتر از شمال غرب به جنوب شرق استان انجام شد. در طول ترانسکت مذکور، با توجه به حضور تلماسهها و هم چنین در دسترس بودن آنها، با فواصل ۵ کیلومتر و در هر نقطه سه نمونه از اعماق ۰ تا ۵، ۵ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری از سطح برداشت شد. این نمونهها در اعماق ذکر شده از بخشهای دامنه شیب تند، دامنه شیب ملایم، راس و دو یال تلماسهها برداشت شد. همچنین از آبراهه های خشک، سطوح سنگفرش بیابانی و بخشهای مختلف دشت هم به عنوان مناطق با پتانسیل برداشت نمونه برداری انجام گرفت. در مجموع تعداد ۲۲۰ نمونه تهیه و جهت بررسی به آزمایشگاه ارسال گردید.

## ۱- مطالعات کانی شناسی

کانی شناسی نمونهها و بررسی ارتباط ژنتیکی بین آنها می تواند اطلاعات مفیدی در رابطه با شناسایی و کنترل دقیق مناطق برداشت در اختیار بگذارد (احمدی، ۱۳۸۷). از طرف دیگر، بر اساس درصد انواع مختلف دانههای تشکیل دهنده یک ماسه سنگ و ترسیم این دادهها بر روی دیاگرامهای مثلثی، می توان اطلاعاتی برای تفکیک منشاء و خاستگاه تکتونیکی منشاء آن بدست آورد (تاکر، ۱۹۹۱). به همین منظور برای شناسایی کانیهای بزرگتر از ۲۵۰ میکرون از آنها مقاطع نازک تهیه شد و بوسیله میکروسکوپ پلاریزان مطالعه و انواع کانیهای آن شناسایی شد. همچنین در بخش مطالعات مورفوسکوپی، وضعیت دانه از لحاظ شاخصهای عمده مورفوسکوپی عناصر ماسه ای از قبیل گردشگری (ساییدگی)، بافت سطحی (خراشیدگی) و همچنین میزان درخشندگی دانه مورد بررسی قرار گرفته

است. علاوه بر مطالعات کانی شناسی و مورفوسکوپی، عناصر نادر خاکی (REE) و دو عنصر توریم و اسکاندیم در نمونه های ماسه بادی به منظور استفاده از آنها در تعیین ماهیت سنگ مادر این رسوبات، به روش فعال سازی نوترونی مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحقیق، کانی شناسی ذرات کوچکتر ۶۴ میکرون، از طریق دیفراکسیون اشعه ایکس (XRD) و از آنجا که تلماسه های فعال فاقد میزان رس کافی جهت انجام آنالیز مربوطه بوده، امکان پذیر نشد.

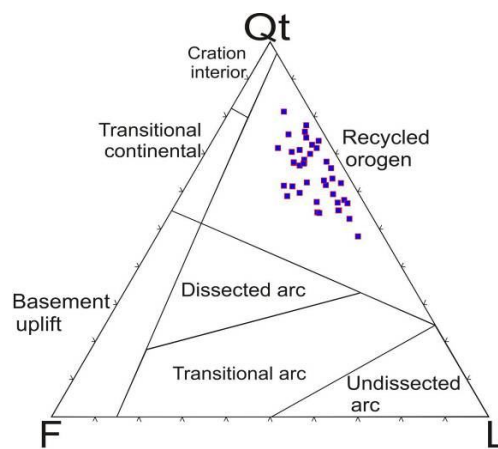
## ۲- آزمایش های شیمیایی

آزمایشات شیمیایی مشابه روش های کاربردی در بخش مطالعات آزمایشگاهی خاک انجام گرفت. برای تعیین pH در آزمایشگاه از نمونه گل اشباع تهیه و اسیدیته آنها اندازه گیری و ثبت گردید. به طور کلی pH رسوبات بین ۵ تا ۹ در نوسان است و پراکندگی رسوبات به ویژه رسوبات منطقه ای، حاصل اعمال یکسری شرایط جغرافیایی است. همچنین با افزایش اسیدیته خاک شدت فرسایش خاک افزایش می یابد. هدایت الکتریکی در واقع بیان کننده میزان شوری رسوب است. عوامل متعددی می توانند منشاء شوری رسوبات باشند که از جمله می توان به بسترهای نمکی، حوضه های آبگیر داخلی، وجود تشکیلات زمین شناسی شور، عامل باد و ... اشاره کرد. برای تعیین هدایت الکتریکی از نمونه های گل اشباع عصاره تهیه و میزان شوری اندازه گیری و سپس برای درجه حرارت استاندارد ۲۵ درجه سانتیگراد تصحیح انجام گرفت. اندازه گیری مقدار آهک به روش افزودن اسید کلریدریک و تیتراسیون با سود یک نرمال، اندازه گیری مقدار گچ به روش استون و اندازه گیری کربن آلی به روش سوزاندن در اسید سولفوریک انجام شد. ویژگی های شیمیایی نشان دهنده میزان حساسیت خاک منطقه به فرسایش می باشد. در منطقه خوزستان نیز وجود املاح گچی و نمکی در رسوبات باعث حساس شدن خاک منطقه به فرسایش شده است. بنابراین اصلاح اسیدیته خاک می تواند یکی از راهکارهای مبارزه با فرسایش خاک و مسئله ریزگردها باشد.

## نتایج

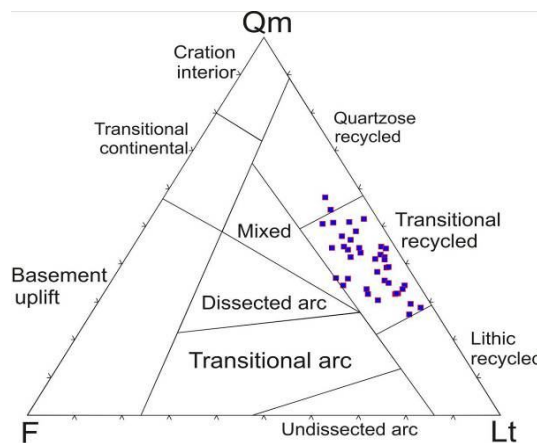
از آنجا که نقشه های تهیه شده از تلماسه های منطقه روند غالب را غرب به شرق نشان می دهند، براین اساس مناطق غربی و شمال غرب استان به عنوان مناطقی با پتانسیل برداشت، در نظر گرفته شد. بطوریکه تلماسه های استان در مقیاس های گوناگون، با جهت شیب تند به سمت شرق، نشان دهنده جهت غربی باد غالب منطقه می باشند. همچنین تلماسه های غربی در مقایسه با تلماسه های شرقی از ارتفاع بیشتری برخوردار بوده که بر همین اساس سرعت حرکت تلماسه های کم ارتفاع شرقی بیشتر از تلماسه های غربی است (محمودی، ۲۰۰۲). در تلماسه های شرق استان، ریبیل مارک های کوچکی که بر روی تلماسه های بزرگ مقیاس تشکیل شده است روندی کاملاً عکس تلماسه های بزرگ را نشان می دهند. تلماسه های اصلی روند غرب به شرق و ریبیل های کوچکی که اخیراً روی این تلماسه های بزرگ شکل گرفته اند روند جنوب شرق به شمال غرب را نشان می دهد که این امر احتمالاً در اثر وزش بادهای محلی در این مناطق است. بعلاوه، سوالاتی از افراد محلی و بومی در روستاهایی که در مجاورت تلماسه ها قرار داشتند پرسیده شد و نتایج حاکی از آن بود که طوفان های حاوی گرد و غبار همگی از سمت غرب و شمال غرب می وزند؛ طوفان های غربی به رنگ زرد و طوفان های شمال غربی نارنجی رنگ تا قرمز می باشند. مناطق با پتانسیل برداشت شامل آبراهه های خشک و فصلی، تالاب های خشک شده یا نیمه خشک، زمین های کشاورزی، مخروط افکنه ها، سازندهای زمین شناسی و ... می باشند. آبراهه های خشک و فصلی به دلیل گرم و خشک بودن منطقه و بروز بارش های شدید و کوتاه مدت فراوان دیده می شود. آبراهه های کوچک ایجاد شده نیز به دلیل سست بودن خاک و وزش بادهای شدید و فرساینده در فصول خشک و کم باران توسعه می یابد. در همه این آبراهه ها حضور ترک های گلی و ورق های رسی مشهود بود. علاوه بر این فرسایش خندقی در اشکال مختلف گسترش یافته، در اکثر این مناطق دیده می شود، که همین عوامل به برداشت رسوب در این مناطق توسط باد کمک کرده و باعث تجدید طوفان ها و تشکیل تلماسه ها می شود. وجود شیارهای جریانی و رسوبات به دام افتاده در پشت گیاهان در این مناطق به خوبی نشانگر فعال بودن فرسایش بادی در این مناطق است. همچنین زمین های کشاورزی ایجاد شده در بخش های حاصلخیز استان و در مناطق تثبیت شده، خود عاملی جهت تخریب بافت فیزیکی خاک در این مناطق و تشدید فرسایش بادی است. چرا که این زمین ها هر ساله شخم خورده و همین امر سبب از بین رفتن چسبندگی خاک

و حمل آن توسط باد می شود. بررسی خصوصیات مورفوسکوپی نشان می دهد که رسوبات بادی خوزستان از ضریب گرد شدگی کم تا متوسط (۴۱۶-۱۷۶) برخوردار بوده که کمترین ضریب سایش مربوط به غربی ترین نمونه و بیشترین ضریب سایش برای شرقی ترین نمونه بدست آمده است. این امر نشان دهنده افزایش ساییدگی از سمت شمال غرب خوزستان به سمت جنوب شرق می باشد. از نظر بافت سطحی، دانه ها دارای سطوح هاله و مات می باشند و همچنین از میزان ذرات هاله به سمت جنوب شرق کاسته شده و در همین راستا بر میزان دانه های مات افزوده می شود. محاسبات حاصل از نقطه شماری نشان دهنده مقادیر متفاوتی کوارتز (بین ۸/۲۹ تا ۳۰/۸۶ درصد)، فلدسپات (بین ۰/۵۷ تا ۵/۷۱ درصد) و مقادیر متغیر لیتیک (بین ۴/۸۶ تا ۳۵/۳۴ درصد) می باشد. نتایج بدست آمده از نقطه شماری مقاطع نازک در دیاگرام مثلثی QtFL دیکینسون در محدوده کوهزایی با چرخه مجدد و در دیاگرام مثلثی QmFLt در محدوده چرخه مجدد انتقالی قرار می گیرند (شکل شماره ۲ و شکل شماره ۳).



QtFL - Provenance diagram after Dickinson ( 1985 )

شکل ۲- دیاگرام مثلثی QtFL جهت تعیین منشأ ماسه سنگ، رسوبات ماسه بادی خوزستان در محدوده کوهزایی با چرخه مجدد قرار گرفته اند.



QmFLt - Provenance diagram after Dickinson ( 1985 )

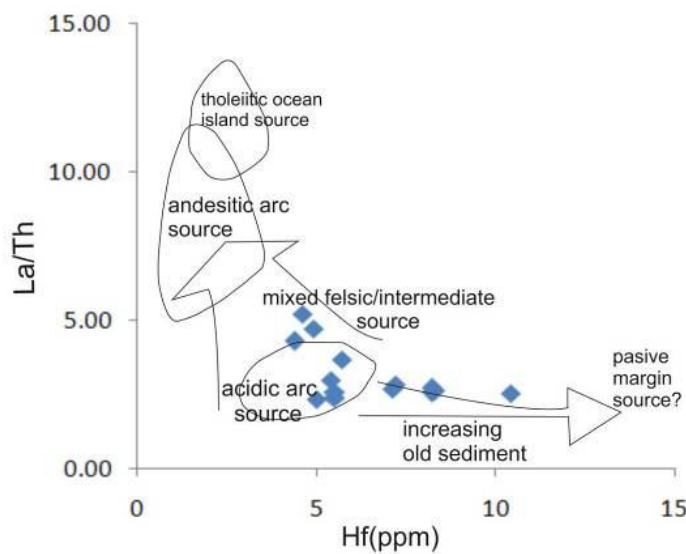
شکل ۳- دیاگرام مثلثی QmFLt جهت تعیین منشأ ماسه سنگ، نمونه های ماسه بادی خوزستان در محدوده چرخه مجدد انتقالی قرار گرفته اند.

بر اساس آنالیزهای ژئوشیمی و با توجه به این نکته که فراوانی عنصرهانیوم در سنگهای منشأ گوناگون متفاوت است و مقادیر آن از آندزیت به گرانیت و سنگ های رسوبی افزایش پیدا می کند و همچنین این مقدار با نسبت La/Th نیز رابطه عکس دارد. (Bhatia و Taylor، ۱۹۸۱) بنابراین می توان بر اساس دیاگرام ترسیم شده با قرار دادن مقادیر La/Th در مقابل Hf در نتیجه

سنگ مادر آن ماسه سنگ را تعیین نمود. (Kutterolf و همکاران، ۲۰۰۸) در اینجا نمودار حاصل بیانگر حضور سنگ مادر اسیدی تا حد واسط و در صد بسیار کمی رسوبات قدیمی تر در تشکیل ماسه های بادی منطقه مورد مطالعه می باشد (شکل ۴). همچنین فراوانی عناصری چون La و Th در سنگهای آذرین اسیدی بیشتر از آذرین مافیک بوده و در مقابل عناصری چون Sc, Cr و Co در این سنگها در مقایسه با سنگهای مافیک از فراوانی کمتری برخوردارند. در نتیجه در رسوباتی که از سنگ مادر آذرین اسیدی مشتق شده باشند نسبت Co/Th کاهش یافته و نسبت La/Sc افزایش می یابد. (MCLennan و همکاران، ۱۹۸۳). بر همین اساس، دیاگرام Co/Th در مقابل La/Sc رسم شده است (شکل ۵) که نشان می دهد بین ۹۰ تا ۷۵ درصد سنگهای مادر در مناطق منشاء اسیدی بوده و تنها ۱۰ تا ۲۵ درصد سنگهای مافیک دخالت داشته اند. همچنین براساس جدول زیر و مقایسه داده های حاصل از محتوای REE رسوبات بادی خوزستان با پارامترهای این جدول، داده های حاصل بیشترین نزدیکی را با داده های CIA دارد، اما مجموع فراوانی این عناصر بسیار کمتر از مجموع فراوانی داده های مربوط به CIA است. (Bhatia، ۱۹۸۳) در رسوبات بادی خوزستان و غنی شدن این رسوبات از کوارتز (Quartz Dillution) و کربنات در نتیجه قرار گرفتن در سیکل های پیاپی رسوبی ارتباط داد. زیرا میزان عناصر نادر خاکی در رسها و کانی های فلدسپات بالا بوده و کوارتز و کربنات در مقایسه با این دو میزان بسیار کمی REE دارند. به علاوه، کم بودن نسبت  $\sum LREE/\sum HREE$  نسبت به میزان آن در CIA احتمالاً به این دلیل است که میزان بسیاری از عناصر نادر سنگین زیر حد آشکارسازی دستگاه بوده و برای آنها مقادیری ارائه نشده است. (جدول ۱)

جدول ۱- مقایسه فراوانی REE رسوبات بادی خوزستان با فراوانی آن در موقعیت های مختلف تکتونیکی (Bhatia 1983)

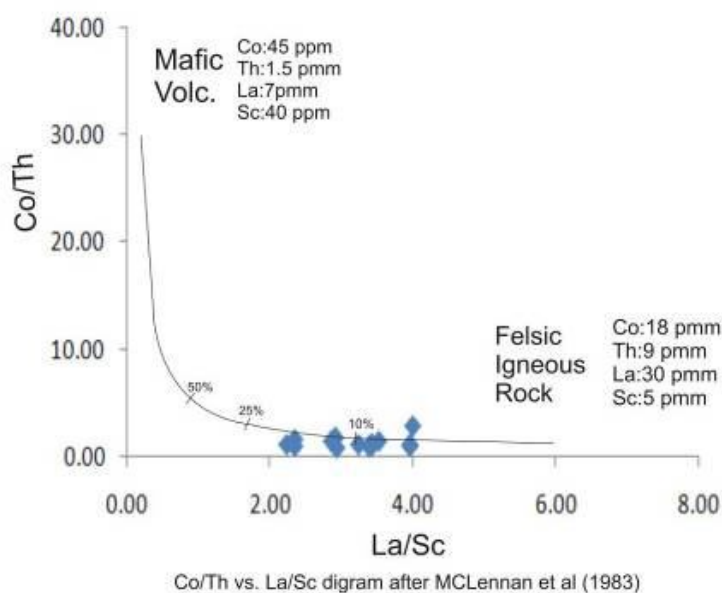
Tectonic settings	La	Ce	$\sum REE$	La/Yb	La/YbN	$\frac{\sum LREE}{\sum HREE}$	Eu/Eu*
Oceanic island arc	8 ± 1.7	19 ± 3.7	58 ± 10	4.2 ± 1.3	2.8 ± 0.9	3.8 ± 0.9	1.04 ± 0.11
Andean-type continetnal margin	37	78	186	12.5	8.5	9.1	0.6
Passive margins	39	85	210	15.9	10.8	8.5	0.56
Continental island arc	27 ± 4.5	59 ± 8.2	146 ± 20	11 ± 3.6	7.5 ± 2.5	7.7 ± 1.7	0.79 ± 0.13
Khuzestan samples	22.60	33.20	63.20	12	6.80	21.79	0.66



La/Th vs. Hf diagram after Floyd and Leveridge (1987)

شکل ۴- نمودار La/Th در مقابل Hf که نشان دهنده ماهیت سنگ منشا یک ماسه سنگ است. اقتباس از (Kutterolf et. al. 2008)





شکل ۵- نمودار  $Co/Th$  در مقابل  $La/Sc$  جهت تعیین ماهیت سنگ منشاء که نشان دهنده سنگ مادر آذرین اسیدی برای نمونه های ماسه بادی خوزستان است و حضور ۱۰ تا ۲۰٪ سنگهای مافیک را نیز در منشاء آنها تایید می کند. (McLennan et. al 1983)

نتایج آزمایشات شیمیایی نیز نشان میدهد pH رسوبات خوزستان بین  $7/46-8/58$  است که نشان دهنده محیط قلیایی بوده و در غرب و شرق تقریباً مساوی است همچنین با افزایش عمق مقدار اسیدیته خاک تغییر محسوسی نکرده است و در هر سه عمق نمونه برداری شده تقریباً یکسان است. دلیل عدم تغییر اسیدیته در عمق های مختلف نیز تابعی از شرایط اقلیمی است که به دلیل گسترش شرایط خشک و نیمه بیابانی، پوشش گیاهی چندانی وجود ندارد تا تجزیه مواد آلی آنها نقشی در تغییر pH به از عمق داشته باشد. مقدار Ece یا شوری رسوبات بین  $0/2-94/5$  ms است و این نشان دهنده رسوبات با شوری متغیر خیلی کم تا شوری بالاست. مقدار هدایت الکتریکی در عمق ۰ تا ۵ سانتیمتری رسوبات شرق خوزستان بیشتر از غرب بوده اما در عمق های ۵ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری رسوبات غرب بیشتر از شرق می باشد. در حالت کلی نیز مقدار شوری در استان یکنواخت است.

مقدار آهک بین  $10/26-68/02$  درصد بوده و مقدار درصد آهک در رسوبات غرب و شرق استان اختلاف بسیاری با هم دارند و این مقدار در نمونه های شرق بیشتر از غرب است. افزایش آهک در نمونه های رسوبات شرق به دلیل شرایط مرطوب حاکم بر آنهاست. همچنین افزایش آهک ممکن است به دلیل نزدیکتر بودن شرق منطقه مورد مطالعه با رخنمون های سازندهای آهکی و افزایش شانس حضور ذرات آهکی در ترکیب ماسه ها باشد. در نمونه های بررسی شده مقدار گچ بین  $0/04-2/07$  درصد و مقدار آن در رسوبات غرب به شرق کاهش می یابد، ممکن است منابع تأمین گچ نیز حضور سازندهای گچی در غرب خوزستان باشد. درصد کربن آلی یا TOC بین  $0/09-0/569$  درصد است. در عمق های ۰ تا ۵ و ۵ تا ۱۵ سانتیمتری مقدار درصد آن در غرب بیشتر از نمونه های شرق ولی در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری نمونه های شرق بیشتر از غرب است. در حالت کلی نیز نمونه های رسوبات غرب استان درصد کربن آلی بیشتری نسبت به شرق دارند. نمونه های مربوط به تلماسه های تثبیت شده و دارای پوشش گیاهی بیشتری مقدار کربن آلی را دارا بودند.

### نتیجه گیری

زاگرس یک کمربند کوهزایی فعال بوده که رسوبات آن همواره در حال تغییر و تبدیل می باشد، به عنوان مثال سازند امیران سازند فیلیشی حاصل از فرسایش افیولیت های کرمانشاه است (درویش زاده، ۱۳۸۳). که در سیکل های مجدد فرسایش و رسوبگذاری سازند

آغاچاری و سپس سازند کنگلومرایی بختیاری را تشکیل می دهد. بنابراین، بخشی از رسوبات کواترنری حمل شده توسط رودخانه، رسوبات حاصل از سازندهای جوان منطقه است که در اصل از سازندها و واحدهای قدیمی وارد سیکل مجدد رسوبی شده اند. بر این اساس در شکل ۲ و ۳ نقاط مربوط به ماسه های بادی خوزستان، نزدیک به ضلع QL و در محدوده کوهزایی با چرخه مجدد و چرخه مجدد انتقالی قرار می گیرند. بنا به گفته (Dickinson, ۱۹۸۵) ماسه هایی که در این محدوده قرار می گیرند، ماسه هایی با مچوریتی بالا بوده که از رسوبات قدیمی و سیکل مجدد مطابق با پلاتفرم ها یا حاشیه های غیر فعال قاره ای مشتق می شوند.

در بستر کرخه، به علت تبخیر شدید و در نتیجه شوری زیاد، زمین عاری از پوشش گیاهی بوده و رسوبات سست به آسانی در معرض فرسایش بادی قرار می گیرند. (اخضری و همکاران، ۱۳۹۵) تحقیقی را بر روی طوفانهای خاک غرب ایران انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که شوری خاک باعث تخریب پوشش گیاهی گردیده و خطر وقوع فرسایش بادی را شدت داده است. بنا بر نتایج حاصله، در ترکیب سنگ منشاء رسوبات بادی خوزستان، حدود ۷۰٪ سنگهای آذرین اسیدی و حدود ۲۰ تا ۲۵٪ سنگهای مافیک دخالت داشته اند، اما در مطالعات کانی شناسی این رسوبات کانی های آذرین مافیک دیده نمی شود. این امر را می توان به مقاومت کانی ها در مقابل تخریب و هوازدگی ربط داد. از آنجا که رسوبات بادی خوزستان حاصل چرخه های مجدد رسوبگذاری و فرسایش هستند بنابراین بخش اعظم آن شامل کانی های مقاومی چون کوارتز و کلسیت می باشد. همچنین بررسی و آنالیز محتوای ژئوشیمیایی این رسوبات نیز به صدق این موضوع کمک میکند. ترکیب سنگهای رسوبی همیشه تحت تاثیر هوازدگی، جورشدگی رسوبی، دیاژنز و ... می باشد و محتوای ژئوشیمیایی این سنگها بر اساس این عوامل تغییر می کند. اما برخی عناصر به میزان ناچیزی تحت این شرایط تغییر کرده، چرا که سیال نبوده و در حجم های جامد انتقال می یابند. عناصر نادر خاکی از این دسته اند و از همین رو در مطالعات منشاء یابی کاربرد دارند.

(MCLennan و همکاران، ۱۹۸۳) نسبت  $Eu/Eu^*$  در سنگهای آذرین مافیک و اسیدی به میزان قابل توجهی با هم متفاوت است، بنابراین می تواند اطلاعات قابل توجهی در مورد منشاء سنگهای رسوبی در اختیار بگذارد. مقدار آنومالی بدست آمده برای نمونه های بادی خوزستان ۰/۵۱ تا ۰/۹۸ (میانگین ۰/۶۶) می باشد که می توان آنرا با مقادیر بدست آمده برای رسوبات مشتق شده از سنگهای فلسیک (۰/۴۰ تا ۰/۹۴) همخوانی دارد. این امر را می توان به عدم وجود رس در رسوبات بادی خوزستان و غنی شدن این رسوبات از کوارتز (Quartz Dillution) و کربنات در نتیجه قرار گرفتن در سیکل های پیاپی رسوبی ارتباط داد. همچنین وجود خرده سنگ های رسوبی کربناته به دلیل اینکه معمولاً به آسانی شکسته و به دانه های تشکیل دهنده سنگ تبدیل می شوند فراوانی این خرده سنگ ها را می توان ناشی از نزدیکی سنگ منشاء به منطقه مورد مطالعه دانست. به طور کلی نتایج حاصل از بررسی های کانی شناسی و آنالیزهای شیمیایی منطقه بیانگر حمل های پی در پی رسوبات قدیمی در خود منطقه می باشد، که بنا به شرایط آب و هوایی خشک در منطقه و عدم پوشش گیاهی کافی در آنجا، بارها بارها در مسیر باد قرار گرفته و باعث تشدید پدیده گرد و غبار میگردد. در تحقیق حاضر، اگر چه سعی بر آن شد این موضوع جامع تر از مطالعات قبلی مطالعه شود، اما باز هم می توان با دید گسترده تری به موضوع نگریست. از این رو، پیشنهاد می شود سازندهای منطقه از نظر محتوای سنگ شناسی و ژئوشیمیایی به طور کامل بررسی و نتایج حاصل با محتوای رسوبات بادی منطقه مقایسه شود. همچنین ایجاد و تقویت پوشش گیاهی در منطقه به ویژه در نقاط برداشت می تواند راهکاری موثر جهت جلوگیری از حرکت و پیشروی رسوبات بادی و کنترل فرسایش و پدیده ریزگردها باشد. همچنین ایجاد و تقویت پوشش گیاهی در منطقه به ویژه در نقاط برداشت می تواند راهکاری موثر جهت جلوگیری از حرکت و پیشروی رسوبات بادی و کنترل فرسایش بادی و پدیده ریزگردها باشد.

## سیاسگزاری

از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری بابت تأمین اعتبارات و انجام آزمایشات تشکر و قدردانی می شود.

## منابع

احمدی، ح، ۱۳۸۷، "ژئومورفولوژی کاربردی"، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.



- اخضری، د، فرخزاده، ب، سعیدی، ا، گودرزی، م، ۱۳۹۵، "اثر فرسایش بادی و شوری خاک بر وقوع طوفان‌های خاک در غرب ایران". مجله علمی مرتع، جلد ۵، شماره ۱.
- اشتری مهرجردی، ع، ۱۳۸۰، "منشاء یابی شن‌های روان منطقه اردستان". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸ ص.
- تاگر، موریس ای، ترجمه موسوی حرمی، رضا، محبوبی، اسدالله، ۱۹۹۱، "سنگ شناسی رسوبی"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چ. سوم، ۱۵۵۰.
- چرخایی، ا، ح، ۲۰۰۳، "طرح مطالعاتی اطلس آلاینده‌های خاک خوزستان"، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- درویش زاده، ع، ۱۳۸۳، "زمین شناسی ایران"، انتشارات امیرکبیر ایران، چاپ سوم.
- فرجی، م، محمدیان بهبهانی، ع، ۱۳۸۹. "بررسی و نقد تحلیلی روش‌های منشاء‌یابی رسوبات تپه‌های ماسه ای در ایران". دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، دانشگاه یزد.
- کریم زاده، ح، ۱۳۸۷، "چگونگی تکوین و تکامل خاک در لندفرم‌های مختلف و منشاء‌یابی رسوبات فرسایش یافته بادی در شرق اصفهان، رساله دکتری، مهندسی کشاورزی (خاک شناسی)، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- محمدیان بهبهانی، علی، ۱۳۸۵، "بررسی و تعیین خطر حرکت ماسه‌های روان بر جاده‌های بیابانی و روش‌های کنترل آن"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- Bhatia, M.R., Crook, K.A.W., 1986, Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins: Contributions to Mineralogy and Petrology, 92, 181-193.
- Bhatia, M.R., 1983, Plate tectonics and geochemical composition of sandstones: Journal of Geology, 91, 611-627.
- Bhatia, Mukul, R. and Taylor, S.R., 1981, "Trace element Geochemistry and Sedimentary Provenance: a study from the Tasman Geosyncline, Australia", Chemical Geology, vol. 33, pp.115-125.
- Dickinson, W.R., 1985, Interpreting provenance relation from detrital modes of sandstones, in Zuffa, G.G. (ed.), Provenance of Arenites: NATO ASI Series, C 148, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 333-363.
- El Gammal, A. A. and El Gammal, E. A., 2010, "Hazard impact and genetic development of sand dunes west of Samalut-Egypt". The Egyptian journal of Remote Sensing and Space Science 13(2): 137-151.
- Howari, F.M., Baghdady, A., Goodell, P.C., 2007, "Mineralogical and geomorphological characterization of sand dune in the eastern part of United Arab Emirates using orbital remote sensing integrated with field investigations", Geomorphology, vol. 83, Issues. 1-2, pp.67-81.
- Kutterolf, Steffen, et. al., 2008, Provenance of the Carboniferous Hochwipfel Formation (Karawanken Mountains, Austria/Slovenia) — Geochemistry versus petrography, Sedimentary Geology, Volume 203, Issues 3-4, pp. 246-266.
- Mahmoodi, F., 2002. "Geographic Distribution of Sand Seas in Iran". Publisher Research institute of forests and rangelands, Tehran, 197p.
- MCLennen, S.M., Taylor, S. R., and Eixksson, K. A., 1983, "Geochemistry of Archean shales from the Pilbara Supergroup, Western Australia", Gmchrmtcna Cosmdimieo Aaa Q PerpmonR ap Ltd. P. rintedin U.S.A, Vol. 47,pp. 1211- 1222.
- MCLennan, S.M., 1989, "Rare earth element in sedimentary rocks: Influence of provenance and sedimentary processes: Mineralogical society of America Reviews in Mineralogy, Vol.21, pp.196 – 200.
- Osaе, S., Asiedu, D.K., Banoeng-Yakubo, B., Koeberl, C., Dampare, S.B., 2006, Provenance and tectonic setting of Late Proterozoic Buem sandstones of southeastern Ghana: Evidence from geochemistry and detrital modes: Journal of Asian Earth Sciences, 44, 85-96.
- Rao, W., Chen, j., Jiang, s. and Su., j., 2011. "Sr-Nd isotopic and REE geochemical constraints on the provenance of fine-grained sands in the orders deserts, north-central China". Geomorphology 132(3), 123-138.
- Roudgarmi, P. and Abbasi, H.R., 2014. "Features Morphology, physical, Chemical and mineralogy in sand dunes Abardezh Varamin". Iranian Journal of Soil Research, Vol. 28, No. 1.