

رسوب شناسی و ژئوشیمی نهشته‌های پلایای جازموریان

نویسنده:

علی محمدی، کارشناس ارشد رسوب شناسی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مدیریت زمین شناسی دریایی

manas_atila@yahoo.com

دریافت: ۸۹/۶/۱

پذیرش: ۸۹/۹/۱۸

چکیده

دریاچه‌های فصلی یا پلایاها به دلیل قرار گرفتن در مناطقی با توپوگرافی پست در نواحی خشک و بیابانی با سیستم بادهای قوی و نیز وجود ذرات دانه ریز و جدا از هم، منشأ مهمی برای رسوبات بادی و طوفان‌های گرد و غبار به شمار می‌آیند. پلایای فصلی جازموریان (هامون جازموریان)، دریاچه‌ای فصلی با حوزه آبریز بسته بوده، در جنوب شرق ایران واقع شده است. این پلایا در ۱۰ سال گذشته به دلیل خشکسالی‌های پی‌درپی کاملاً خشک بوده است. در این مطالعه، ۲۶ نمونه رسوب سطحی جهت مطالعات رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی از پلایای مذکور برداشت گردید. نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد آنالیزهای دانه بندی، کلسیمتری، آنالیز عنصری، کانی شناسی و شناسایی نوع کانی‌های رسی قرار گرفت. بررسی‌های رسوب شناسی نشان دهنده این است که رسوبات بیشتر در اندازه سیلت و رس بوده، می‌توانند به وسیله باد و طوفان‌ها برای مسافت و مدت زمان زیادی حمل گردند. از مهمترین تیپ‌های رسوبی، انواع گل و گل ماسه‌ای می‌باشند. مهمترین کانی‌های تشکیل دهنده رسوبات نیز به ترتیب کلسیت، کوارتز، فلدسپات و هالیت هستند. توزیع کانی‌ها در پلایا دارای الگوی منظمی است. کانی‌های رسی مونتموریلونیت، کلریت و ایلیت کانی‌های اصلی رسی بوده و کائولینیت به عنوان کانی فرعی و به صورت درج‌ازا در پلایا وجود دارد. بر اساس مطالعات ژئوشیمی رسوبی برای عنصر، دو منشأ اصلی آواری شامل سنگ‌های آذرین، آمیزه‌های رنگی و نیز رسوبات تبخیری را می‌توان نام برد. عناصر کلسیم، استرانسیوم و سدیم بیشتر به صورت شیمیایی در پلایا ته نشین می‌گردند. با توجه به وضعیت مورفولوژیکی و اقلیمی و ویژگی‌های رسوب‌شناسی، پلایای جازموریان منشأ مهم رسوبات بادی و طوفان‌های گرد و غبار در جنوب شرق ایران و حتی جنوب غرب آسیا می‌باشد.

واژگان کلیدی: پلایای جازموریان، رسوبات بادی، رسوب شناسی، ژئوشیمی رسوبی، کانی‌های رسی

مقدمه

چاله‌های بسته‌ای هستند. دریاچه‌های خشک (پلایاها) به عنوان مهمترین منبع رسوبات بادی بطور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Goudie 1978, 1983; Young & Evans 1986; Shaw & Thomas 1989; Gill, 1996; Prospero et al. 2002; Goudie & Middleton 2006; Washington et al. 2006). در نتیجه سرازیر شدن و ورود آب‌های سطحی، مواد و ذرات آواری وارد دریاچه‌های فصلی می‌شوند. مواد و ترکیب‌های شیمیایی در سطح دریاچه‌های فصلی بر اثر تبخیر رسوب می‌کنند (Eugster & hardie, 1978; Rosen 1994). نوع، اندازه، موقعیت مورفولوژیکی و هیدرولوژی پلایا و همچنین ویژگی رسوبات سطحی، تعیین‌کننده نوع، مقدار

بیشتر مناطق رسوبی تولید کننده گرد و غبار و رسوبات بادی عهد حاضر و قدیمی در مناطق خشک واقع شده‌اند (Gillette, 1999; Prospero et al., 2002; Washington et al., 2006). منشأ رسوبات بادی و گرد و غبار بیشتر مناطقی است که دارای توپوگرافی پست با اقلیم خشک و میانگین بارش کمتر از ۱۲۵ میلی‌متر در سال می‌باشند (Ochirkhuyag & Tosolmon, 2008). طوفان‌های گرد و غبار اغلب از حوزه‌های دریاچه‌های قدیمی و پلایاها که در آن‌ها رسوبات منفصل، سست و غیرسیمانی می‌باشند، منشأ می‌گیرند. این حوضه‌ها اغلب

فرونشست جازموریان

جازموریان فرورفتگی وسیعی در جنوب شرقی ایران، واقع در ارتفاع بین ۵۰۰-۳۶۰ متر از سطح دریا است. در حقیقت فروافتادگی جازموریان یک فروافتادگی خشکی‌زایی مربوط به اواخر پلیوسن می باشد (Namaki, 2003). طول آن تقریباً ۳۰۰-۲۸۰ کیلومتر (از کهنوج تا ایرانشهر) و عرض آن ۱۴۰-۸۰ کیلومتر و دارای شکل بیضوی است. این فرورفتگی از هر طرف توسط رشته کوه‌هایی احاطه شده که ارتفاع آنها به ۳۰۰۰-۱۰۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد. رشته کوه‌های آتشفشانی در شمال شرق (جبال بارز)، جازموریان را از کویر لوت جدا می‌کند. ارتفاعات غربی و جنوب شرقی این چاله از سنگ‌های آذرین نفوذی و بیرونی تشکیل شده است که سطح سنگ‌های کرتاسه فوقانی را پوشانیده‌اند. در امتداد حد شرقی آن سنگ‌های گسل خورده دوره میوسن مرکب از سنگ‌های تبخیری متعلق به تشکیلات قرمز بالایی قرار دارند. در حاشیه جنوبی آن آمیزه‌های رنگی مکران، جازموریان را از دریای عمان جدا می‌کند. میزان بارندگی سالانه در ارتفاعات شمال غربی بیش از ۲۰۰ میلی متر، در بخش شرقی آن بلافاصله در شرق ایرانشهر بیشتر از ۱۵۰ میلی متر و میزان بارندگی در جنوب غربی کمتر از یکصد میلی متر در سال است.

در مرکز جازموریان و در عمق این فرورفتگی (ارتفاع ۳۶۰ متر)، یک پلایای فصلی به طول تقریباً ۶۵ کیلومتر و عرض ۴۵ کیلومتر وجود دارد که در دوره بارندگی و زمستان به زیر آب رفته و سپس در تابستان خشک می‌گردد. البته به دلیل خشکسالی‌های پیاپی در طول ۱۰ سال اخیر، پلایا فاقد آب بوده است. مساحت این پلایا در حدود ۳۷۷۵ کیلومتر مربع و یا ۵٪ از سطح کل آبخیز است (جدول ۱).

برای نشان دادن خصوصیات سطح کویر از علامت‌های زیر استفاده می‌شود:

W = خیس یا Wet، M = مرطوب یا Moist، d = خشک یا Dry.

برای نشان دادن وضع توپوگرافی از علامت‌های زیر استفاده شده است:

O = باز یا open، C = بسته یا close.

تولید و پخش رسوبات بادی و گرد و غبار از پلایا می‌باشد (Reynold et al., 2009).

فرآیندهای رسوبگذاری در پلایا وابسته به هیدرودینامیک سطح پلایا بوده که در برخی موارد در معرض فرسایش بادی قرار می‌گیرند (Reheis, 2006; Reynolds et al., 2007). یافتن دقیق منشأ و مدل کردن چگونگی انتشار و پخش رسوبات بادی، به بررسی اجزاء عناصر رسوبات سطحی در طول زمان بستگی دارد. تأثیر پخش و پراکنش گرد و غبارها و رسوبات بادی روی اقلیم جهانی و منطقه‌ای، کیفیت هوا، سلامتی انسان و اکوسیستم نیز به تفصیل مورد مطالعه قرار گرفته است (Gill, 1996; Reheis 1997; Prospero et al. 2002;) Bryant, 2003; Washington et al. 2003; Goudie & Middleton 2006; Bryant et al. 2007; Reynolds et al. 2007). از نتایج طوفان‌های گرد و غبار برخورد و تصادم اقلیم‌ها، کاهش دمای هوا و در آخر سرد شدن اقیانوس‌ها می‌تواند باشد (Goudie & Middleton, 2006). فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار در دوره‌های خشک و سرد و یخچالی پلیستوسن بسیار شدیدتر از حال بوده است به گونه‌ای که شواهد آن از رسوبات اقیانوسی، دریاچه‌ای، چاله‌ها و نیز هسته‌های یخی قابل مشاهده می‌باشد (Goudie, 2008).

در طول آخرین دوره یخچالی (۱۸ الی ۲۰ هزار سال قبل) جهان بسیار غبار آلود و گرد و خاکی بوده است (Mahowald et al., 1999). علت این امر می‌تواند وجود منابع عظیم رسوبات به عنوان منشأ گرد و غبارها و نیز تغییر در ماهیت بادها به دلیل وجود صفحات یخی بزرگ باشد (Ruddiman, 1997).

کمر بند استپ خشک- بیابانی آسیای مرکزی و ایران- افغانستان، منطقه‌ای وسیع با بارش بسیار کم است. در این ناحیه به طور کلی بارش عمدتاً بین ماه‌های آبان تا اردیبهشت صورت می‌گیرد. مقدار بسیار کمی بارش را نیز در بین ماه‌های خرداد تا شهریور شاهد هستیم. در طول این دوره دمای هوا بسیار بالا است (GuangJian et al., 2008). طوفان‌های گرد و غبار دشت‌ها و بیابان‌های ایران- افغانستان بیشتر در تابستان رخ داده و اغلب با بادهای ۱۲۰ روزه منطبق می‌باشد (Agrawala et al., 2001).

می‌گردد. در عکس‌های هوایی حاشیه دریاچه، مناطقی با رنگ سفید در شمال شرق و جنوب تا جنوب غرب مشاهده می‌شود که نمکزار هستند.

در جهت شمال غربی - جنوب شرقی تپه‌های ماسه‌ای کوتاه طولانی و پراکنده و رشته‌های سطحی ماسه‌ای که بازوی آنها به طرف جنوب شرقی ختم می‌شوند نشان می‌دهد که جهت بادهای غالب این منطقه از طرف شمال غرب است. با وجود این تپه‌های قوسی موجود در حد غربی جازموریان، وجود بادهای غربی غالب را تأیید می‌کند. با توجه به اینکه جهت تپه‌های ماسه‌ای عظیم و تثبیت شده متعلق به عصر یخبندان نیز با جهت تپه‌های فعلی یکسان است، می‌توان تصور نمود که جهت بادهای غالب از پلیستوسن تا به حال تغییر نکرده است. خط ساحلی بلند موجود در اطراف حاشیه‌های شمالی و جنوبی منطقه خیس فعلی نشان می‌دهد که سطح این دریاچه در گذشته بسیار وسیع تر بوده است (با توجه به میزان رسوباتی که از زمان پلیستوسن تا به حال در این دریاچه به جای مانده است). خط ساحلی قدیمی که ۱۰ متر بالاتر از سطح فعلی دریاچه است نشان می‌دهد که عمق این دریاچه در گذشته به مراتب بیشتر از پلایای کم عمق کنونی بوده است. چنین به نظر می‌رسد که فرونشست جازموریان در عصر یخبندان به وسیله دریاچه‌ای بزرگ و متغیر پوشیده بوده است. بستر این فرورفتگی را مواد رسی و سیلتی آبرفتی و دریاچه‌ای فرا گرفته است (پاشائی، ۱۳۸۱) (شکل ۲).



شکل ۲. پهنه‌های گلی و کفه نمکی (شمال شرق) پلایای جازموریان

پلایای جازموریان (محدوده بین ارتفاع ۳۶۰-۵۰۰ متر) حداقل شامل ۱۵۵ گونه گیاهی است که از این تعداد ۱۵۱ گونه از پیدازادان، ۲ گونه قارچ و ۲ گونه هیپاتیک

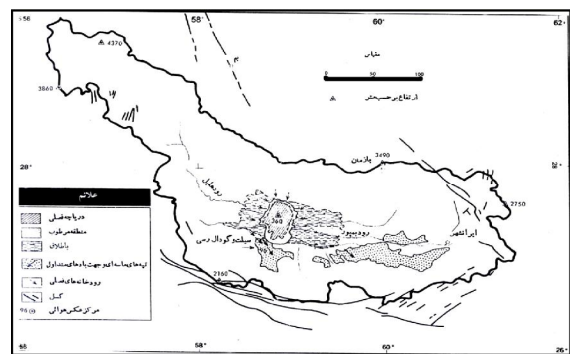
جدول ۱. ویژگی‌های مورفولوژیکی پلایای جازموریان	
مختصات جغرافیایی	طول شرقی ۵۸ ۵۰-۵۹ ۱۵
	عرض شمالی ۲۷ ۱۶-۲۷ ۲۲
مقیاس عکس هوایی،	۱:۶۰۰۰۰
تاریخ	اوت ۱۹۵۷
نوع کویر	کویر با دریاچه فصلی
نسبت سطح آبخیز به سطح پلایا (Db/P)	W 19/9 (خیس)
وضع توپوگرافی	باز
ارتفاع از سطح دریا (m)	۳۶۰
سطح کویر (Km ²)	۳۷۷۵
سطح نمکزار (Km ²)	۷۳
سطح حوزه آبخیز (Km ²)	۷۵۱۹۳

نسبت سطح آبخیز به سطح کویر (Db/P) در کویرهای مرطوب بین ۸/۷-۳۹/۹ در تغییر است (Kransley, 1970). از مهمترین رودخانه‌های این آبخیز می‌توان به هلیل رود و بمپور که به ترتیب از ارتفاعات شمال غربی و ارتفاعات شرقی سرچشمه می‌گیرند و به پلایای مرکزی می‌ریزند، اشاره نمود. پلایا یا هامون جازموریان را می‌توان به سه بخش زیر تقسیم نمود (شکل ۱).

۱- منطقه دریاچه فصلی داخلی

۲- منطقه خیس

۳- منطقه باتلاقی



شکل ۱. فرونشست جازموریان و پلایای فصلی هامون جازموریان

وسعت دریاچه فصلی بطور قابل ملاحظه ای در فصل‌های مختلف سال متغیر بوده و معمولاً در اواخر تابستان و یا اوایل پاییز خشک می‌شود. خط مرزی بین منطقه خیس و منطقه باتلاقی نیز ثابت نبوده و سال به سال تغییر می‌کند. به علت شیب کم دریاچه، کوچکترین تغییری در حجم آب دریاچه، در سطح وسیعی منعکس

روش‌های آنالیز آزمایشگاهی

مهمترین آزمایش‌های انجام گرفته بر روی رسوبات عبارتند از: دانه بندی، کلسیمتری، آنالیز XRD به منظور شناسایی کانی‌های رسی و نیز آنالیز عناصر اصلی و فرعی به روش ICP¹ و AAS² که در آزمایشگاه‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور صورت گرفت.

۱- آزمایش دانه بندی

به منظور تعیین اندازه ذرات رسوبی، نمونه‌ها در داخل الک شیکر مرطوب مدل Analysette 3 قرار گرفته و به روش تر به مدت ۳۰ دقیقه اندازه‌های مختلف دانه‌ها از هم جدا گردیدند. این نمونه‌ها پس از خشک شدن، وزن شده (Tuker, 1988) و ذرات ریزتر از ۶۳ میکرون توسط دستگاه دانه بندی لیزری (Laser Particle Sizer 22) مورد آنالیز قرار گرفتند (Siiron et al., 2005).

۲- آزمایش کلسیمتری

میزان کربنات کلسیم (کلسیت) و دولومیت در رسوبات توسط دستگاه Autocalcimeter مورد آنالیز قرار گرفتند.

۳- کانی‌شناسی رسوبات روش XRD

برای مطالعه کانی‌شناسی رسوبات به روش XRD، نمونه‌ها در سه حالت دست نخورده، اشباع شده با اتیلن گلیکل و حرارت داده شده (۵۰۰ درجه سانتی‌گراد) مورد مطالعه قرار گرفتند (Brindley & Brown, 1984). جهت مطالعات رس‌ها باید اجزاء کربناته و نیز اکسیدهای آهن و مواد آلی از نمونه جدا گردند (Hardiy & Tuker, 1988). در این مطالعه نمونه‌ها توسط دستگاه Siemens XRD diffraktometer D5000 مورد آنالیز قرار گرفت.

۴- آنالیز عنصری به روش ICP و AAS

در روش ICP بغیر از گازها، تمامی عناصر پایدار جدول تناوبی قابل شناسایی است (Potts, 1987). نمونه‌ها توسط دستگاه ICP-OES مدل JY 70 PLUS مورد آنالیز قرار گرفته و فراوانی ۴۴ عنصر شناسایی گردید.

(چگرواش) می‌باشد. این ۱۵۵ گونه گیاهی در ۴۷ تیره و ۱۲۰ جنس جای داده شده‌اند. از تیره‌های گیاهی مهم می‌توان Graminae (۲۰ گونه)، Cructiferae (۱۵ گونه)، Compositae (۱۱ گونه)، Boraginaceae، Salsolaceae (۱۰ گونه)، و همچنین Papilionaceae (۹ گونه) را نام برد. در ارتفاع ۳۶۰ متر (همان محدوده پلاپای جازموریان) هیچ گونه پوشش گیاهی مشاهده نمی‌گردد و زمین از رسوبات دانه ریز با ترک‌هایی گلی پوشیده شده است (Leonard, 1976).

مواد و روش‌ها

نمونه برداری

نمونه‌های رسوب تهیه شده از جازموریان مخلوطی از نمونه‌های برداشت شده به صورت شبکه منظم ۵ در ۵ متر است. در حقیقت هر نمونه مخلوط ۶۴ نمونه رسوب سطحی است که ۱۶۰۰ متر مربع را پوشش می‌دهد. بدین صورت که ۸ نفر به فواصل ۵ متری از هم با یک قاشق پلاستیکی، سطح زمین به ضخامت ۱ سانتی متر را کنار زده و از زیر آن نمونه برداشت می‌کنند. هر فرد ۸ نمونه رسوبی برداشت شده را در داخل بشر ریخته مخلوط می‌نماید. پس از اتمام نمونه برداری تمام نمونه‌ها در داخل لگن ریخته شده و مخلوط می‌گردند، ذرات درشت جدا شده و در آخر نمونه‌ها مخلوط شده و به چهار قسمت جدا می‌گردد دو قسمت مخلوط شده و نمونه از آن برداشت می‌شود (شکل ۳). در این مطالعه ۲۶ نمونه رسوب سطحی جهت مطالعات رسوب‌شناسی و ژئوشیمی رسوبی برداشت گردید.



شکل ۳. نمونه برداری از رسوبات سطحی پلاپای جازموریان

¹- Atomic Absorption Spectrometry

²- Inductively Coupled Plasma

برای ۵ عنصر دیگر که قابل اندازه گیری با ICP نبودند از روش AAS استفاده گردید.

نتایج و بحث

رسوب شناسی

بر اساس نتایج آنالیز دانه بندی، تیپ رسوبات بر مبنای مثلث‌های نام‌گذاری استاندارد فولک ۱۹۷۴، مشخص گردید. همچنین پارامترهای آماری از قبیل میانگین، جورشدگی، کشیدگی و کج شدگی رسوبات با استفاده از نرم افزار Sediment Size محاسبه شد. بر اساس نحوه توزیع تیپ رسوبی، پلایا را می‌توان به دو بخش جداسازی نمود. در بخش و حاشیه غربی تیپ غالب رسوبات ماسه گلی می‌باشد. رسوبات بخش غربی دارای جورشدگی خیلی بد تا بد، کج شدگی خیلی درشت تا درشت (کج شدگی منفی) و کشیدگی از کشیده تا بسیار پهن می‌باشند. در مرکز و بخش اصلی پلایا تیپ غالب رسوبی گل می‌باشد. جورشدگی رسوبات از بد تا متوسط، کج شدگی خیلی درشت تا کج شدگی درشت، کشیدگی نیز از خیلی کشیده و کشیده تا پهن متغیر است. در واقع شواهد و پارامترهای رسوب شناسی نشان دهنده وجود ذرات دانه درشت ماسه‌ای در رسوبات است که خود شاخصی از عملکرد باد در حمل و انتقال ذرات دانه ریز سیلتی و رسی رسوبات بستر و در نتیجه افزایش مقدار و فراوانی ذرات ماسه‌ای در رسوبات می‌باشد. با توجه به شدت بالاتر بادهای در بخش و حاشیه غربی پلایا نسبت به مرکز، مقدار ذرات ماسه‌ای رسوبات در این بخش بیشتر از مرکز پلایا است به گونه‌ای که تیپ رسوبات از گل به ماسه گلی تبدیل شده است.

ترکیب کانی شناسی

میزان کربنات کلسیم (کلسیت) در نمونه‌های مورد مطالعه از ۱۱ تا ۵۴/۵٪ در نوسان است. میزان کربنات کلسیم در نمونه ۱۴۷ که از رسوبات تبخیری و هالیت می‌باشد ۱/۶٪ است. پراکنش میزان کربنات کلسیم در هامون جازموریان نشان می‌دهد که حاشیه شمالی پلایا دارای مقادیر کمتر کربنات کلسیم نسبت به حاشیه جنوبی و مرکز پلایا است. علت این امر تفاوت در سنگ‌شناسی

بخش شمالی (کمر بند آتشفشانی ارومیه- بزمان) و بخش جنوبی (اولیستوژیت‌های داری کربنات با مقادیر بالا) می‌باشد. به طور کلی، از نظر مقدار، کلسیت اولین کانی تشکیل دهنده رسوبات سطحی پلایای جازموریان می‌باشد. میزان دولومیت نیز از ۰ تا ۷/۱٪ در رسوبات پلایا است. بیشترین مقدار دولومیت در مرکز حوضه یافت می‌شود. همبستگی مستقیمی بین فراوانی کلسیت و دولومیت مشاهده می‌گردد.

کانی‌های کلسیت، کوارتز و فلدسپات بعنوان سه کانی اصلی تشکیل دهنده رسوبات در تمامی منطقه مورد مطالعه یافت می‌شوند. بیشترین فراوانی کانی در مرکز پلایا مربوط به کوارتز (۵۳/۷٪) و کلسیت و فلدسپات در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در سایر مناطق پلایا (به جز از مرکز پلایا) کلسیت، کانی اصلی تشکیل دهنده رسوبات می‌باشد. کانی‌های کوارتز و فلدسپات در این مناطق بعنوان کانی های دوم و سوم مشاهده می‌گردند. کانی فلدسپات به صورت کانی اصلی (۵۰/۲٪) عمدتاً در حاشیه پلایا (مناطق که هرگز زیر آب نمی‌روند) دیده می‌شود. یکی از شاخص‌هایی که نشانگر میزان بارش در یک حوضه است نسبت مقدار فلدسپات به کوارتز می‌باشد. بزرگ تر بودن این نسبت نشان دهنده میزان بارش کمتر است. در حاشیه جازموریان این نسبت ۳/۲ بوده و نشان دهنده میزان بارندگی کم و بیابانی بودن منطقه است. در رسوبات پلایا این نسبت به ۱/۲ می‌رسد که علت آن ناپایدار بودن کانی‌های فلدسپات و قلیایی بودن آب پلایا بوده که باعث می‌شود کانی‌های فلدسپات دگرسان شده و به کانی‌های رسی مانند کائولینیت تبدیل گردند. یعنی با وجود بارندگی کم و خشک بودن منطقه، مقدار فلدسپات در رسوبات داخل پلایا کمتر از کوارتز می‌باشد.

هالیت به عنوان مهمترین کانی فرعی در تمامی رسوبات پلایا وجود دارد. پوسته‌های نمکی پلایای Tuz Golu در ترکیه از هالیت (۹۸/۵٪) و ژپس تشکیل شده است (Kilic & Kilic, 2010). اما در شمال شرق کفه جازموریان پوسته‌های نمکی پلایا که به رنگ سفید با ضخامت ۱ الی ۲ سانتی متر مشاهده می‌گردد از هالیت (۸۵٪) و انیدریت تشکیل شده است. این رسوبات نمکی حالت پف کرده داشته و به آسانی قابلیت خرد شدن و

فلدسپات کانی سوم و در حاشیه پلایا کانی اول به شمار می‌آید)، تشکیل کائولینیت به صورت اتوزن در پلایا را ثابت می‌کند. آنالیز XRD رسوبات دریاچه نمک (Sambhar salt Lake) در هند نشان دهنده پیک کائولینیت می‌باشد که هوازگی کانی‌های مافیک و فلدسپات‌ها را به عنوان منشأ کائولینیت پیشنهاد می‌کند (Sinha & Raymahashay, 2004). پالی گورسکیت به عنوان کانی رسی پنجم فقط در بخش غربی پلایا و حاشیه غربی آن مشاهده می‌گردد. با توجه به محدود بودن گستره پراکنش پالی گورسکیت، منشأ این کانی رسی بادی است که اغلب از سمت غرب، حوضه جازموریان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لازم به یادآوری است که بخشی از سایر کانی‌های رسی و حتی کانی‌های کوارتز، فلدسپات و کلسیت نیز با توجه به دانه ریز بودن می‌توانند توسط باد از سایر حوضه‌ها وارد جازموریان گردند. با این حال وجود الگوی منظم پراکنش کانی در پلایا نشانگر تأثیر بسیار کم رسوبات بادی سایر حوضه‌های رسوبی در این حوضه است (شکل-۵). ذرات بین ۲۰ تا ۷۰ میکرون قابلیت حمل توسط باد به صورت معلق ولی برای مدت زمان کمی را دارا هستند. ذرات کوچکتر از ۲۰ میکرون بصورت معلق، برای مدت زمان زیاد و در فواصل بسیار دور توسط باد حمل می‌گردند.



شکل ۵. طوفان‌های گرد و غبار ۱۳ دسامبر ۲۰۰۳ بر روی دریای عمان، سواحل مکران و پلایای جازموریان، (SEAWIFS)

پلایای Bodele در کشور چاد که نقش مهمی در تولید رسوبات بادی و گرد و غبار در آفریقا دارد (Washington & Todd, 2005) دارای ویژگی‌های مورفولوژیکی و محیط رسوبی مشابه با پلایای جازموریان

حمل توسط باد را دارند. مطالعه زیادی در مورد فاکتورهای کنترل کننده تکامل دریاچه‌های شور و نیز تعادل و موازنه آب-کانی‌های دریاچه‌های شور انجام گردیده است (Eugster & Smith, 1965; Hardie, 1968; Eugster & Jones, 1979; Spencer et al., 1985; Wood & Sanford, 1990).

کانی‌های مسکویت و زئولیت در بخش مرکزی پلایا و کانی ژیپس در بخش جنوبی پلایا دیده می‌شوند. کانی‌های هماتیت، انیدریت و دولومیت در رسوبات بخش شرقی پلایا بعنوان کانی‌های فرعی وجود دارند. علت تشکیل هماتیت در این منطقه می‌تواند در ارتباط با ترکیب شیمیایی آب رودخانه بمپور باشد که بخش شرقی پلایا را زهکشی می‌کند. وجود لیتولوژی‌های افیولیت ملانژی و ولکانیک‌های ارومیه - بزمان در حوزه آبخیز این رودخانه می‌تواند منجر به افزایش میزان آهن و منیزیم آب رودخانه و در آخر تشکیل هماتیت و دولومیت در بخش شرقی پلایا گردد.

کانی‌شناسی رسی

کانی‌های رسی به صورت گسترده‌ای برای تشخیص محیط رسوبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر چند وجود کانی‌های رسی نیز گاهی ارتباط تنگاتنگی با فرآیندهای دیاژنتیک که در رسوبات رخ می‌دهند، دارند (چنانی و لک ۱۳۸۸). کانی‌های مونتموریونیت، کلریت و ایلیت به ترتیب سه کانی اصلی تشکیل دهنده رس‌های پلایای جازموریان هستند که در تمامی رسوبات سطحی پلایا یافت می‌شوند (شکل ۴). منشأ کانی مونتموریونیت می‌تواند هوازگی و فرسایش سنگ‌های مافیک مانند مجموعه‌های ولکانیک حاشیه شمالی و افیولیت ملانژهای حاشیه جنوبی باشد. کانی‌های کلریت و ایلیت نیز حاصل هوازگی و فرسایش گل سنگ و شیل‌های موجود در حوضه آبریز می‌باشد. کائولینیت بعنوان کانی رسی فرعی در رسوبات بخش اصلی پلایا دیده می‌شود. در واقع، کائولینیت در منطقه‌ای از پلایا که به زیر آب می‌رود وجود دارد و آن در حاشیه و اطراف پلایا دیده نمی‌شود. وجود کائولینیت فقط در رسوبات سطحی خود پلایا (عدم وجود در حاشیه) و نیز کاهش مقدار کانی‌های فلدسپات در پلایا (در رسوبات پلایا

پردازش داده‌های تک متغیره شامل: تعیین پارامترهای آماری، نمودارهای هیستوگرام فراوانی عناصر، نمودارهای P-P Plot, Q-Q Plot, ترسیم نمودارهای Box Plot. به منظور تعیین مقادیر خارج از رده و در واقع در تأیید نمودارهای Q-Q Plot از نمودارهای Box Plot استفاده می‌گردد.

پردازش دو متغیره: تعیین ضرایب همبستگی

به منظور تعیین ضرایب همبستگی بین عناصر از روش Spearman استفاده گردید. علت انتخاب این روش نرمال نبودن توزیع تعدادی از عناصر است. با استفاده از رگرسیون و سایر پارامترهای آماری می‌توان عوامل و فرآیندهای کنترل کننده رسوب‌گذاری را شناسایی نموده و نقش عوامل طبیعی و انسانی پراکنش رسوبات را تعیین نمود (Alagarsamy & Zhang, 2010).

تحلیل خوشه‌ای: به منظور تعیین پاراژنرها و نحوه ارتباط عناصر با یکدیگر تحلیل خوشه‌ای انجام پذیرفت. روش به کار گرفته شده در این آنالیز Between Groups می‌باشد (شکل ۶).

پردازش چند متغیره: آنالیز فاکتوری

به منظور تعیین منشأ رسوبات و تفکیک عناصر مختلف بر اساس ژنر آنها، آنالیز فاکتوری صورت پذیرفت. روش به کار گرفته شده در این جا مؤلفه اصلی (Principal Component) و روش چرخش (Varimax) می‌باشد. جدول ۴ آنالیز فاکتوری تعداد کلاس‌های مختلف را نشان می‌دهد که با سطح اعتماد ۰.۸۵، ۴ کلاس را می‌باشد (جدول ۴).

بر اساس تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی عناصر (Ag, Co, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Nd, P, Pb, Sm, Te, U, Th, Li, Be, Ni, Cs, Nb, Al, Ce, Cr, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Sc, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr, Sb) در فاکتور یک قرار می‌گیرند. فاکتور یک نشان دهنده منشأ آواری برای عناصر موجود در رسوبات پلایا می‌باشد. مجموعه‌های آتشفشانی شمال و آمیزه‌های رنگی جنوب جازموریان، منشأ تأمین کننده عناصر مذکور می‌باشند. عناصر (As, Bi, Rb, Tl, Ba, K) در مؤلفه دو و عناصر (Mo, W) در عامل سه حضور دارند.

است. همچنین پلایای Franklin در بیابان Mojave ایالات متحده بسیار مشابه با پلایای جازموریان می‌باشد (Reynold, et al., 1994). در جنوب غرب آسیا، سواحل مکران بیش از ۱۲٪ کل رسوبات بادی دنیا را تشکیل می‌دهند که این سواحل شامل فرونشست جازموریان در ایران و فرونشست هلمند در افغانستان می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲. مهمترین مناطق تولید کننده رسوبات بادی بر اساس بررسی های TOMS (برگرفته از Goudie, 2008)

منطقه	حجم تولید رسوب	میانگین بارش سالیانه (میلی متر)
فرونشست بودله در جنوب صحرای آفریقا	>۳۰	۱۷
صحرای غربی در کشورهای مالی و موریتانی	>۲۴	۵-۱۰۰
صحرای عربستان (مرز عربستان و عمان)	>۲۱	<۱۰۰
صحرای شرقی (لیبی)	>۱۵	۲۲
جنوب غرب آسیا (سواحل مکران)	>۱۲	۹۸
حوضه تاکلاماکان - تاریم	>۱۱	<۱۰۰
حوضه اتوشا (نامیبیا)	>۱۱	۴۳۵-۵۳۰
حوضه دریاچه ایری در (استرالیا)	>۱۱	۱۵۰-۲۰۰
حوضه مک گادی کاگانی (بوستوانا)	>۸	۴۶۰
حوضه سالارده اوبونی (بولیوی)	>۷	۱۷۸
حوضه بزرگ (آمریکا)	>۵	۴۰۰

ژئوشیمی رسوبی

رسوبات و به ویژه کانی‌های رسی با توجه به ساختار فیزیکی (شبکه فضایی) و نیز ترکیب شیمیایی خاص خود می‌توانند جذب کننده عناصر (به خصوص عناصر سنگین و سمی) موجود در آب دریاها و دریاچه‌ها بوده، هم وارد کننده عناصر به محیط آبی باشند. بنابراین مطالعات ژئوشیمی عناصر موجود در رسوبات از جنبه‌های زیست محیطی نیز دارای اهمیت می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۹ ش).

پردازش داده‌های ژئوشیمیایی رسوبات سطحی پلایای جازموریان

جهت پردازش داده‌های ژئوشیمیایی، ابتدا جدولی شامل نام نمونه، طول و عرض جغرافیایی آن و مقدار فراوانی عناصر در رسوبات تهیه گردید. پس از مرتب شدن جدول داده‌ها مراحل پردازشی زیر صورت گرفت.

منابع

- چنانی، نادر و لک، راضیه (۱۳۸۸ ه.ش.). رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبات سطحی خلیج فارس (محدوده خور موسی و نواحی مجاور آن)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- کلینسلی، دانیل (۱۹۷۰ م.). کویرهای ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالئوکیلیماتولوژی آن، عباس پاشائی، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- محمدی، علی (۱۳۸۹ ه.ش.). گزارش رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی فلات قاره دریای عمان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Agrawala, S, Barlow M. and Cullen, H. (2001). The drought and humanitarian crisis in Central and Southwest Asia: A climate perspective. International Research institute for climate prediction. Special report. No. 01-11
- Alagarsamy, R and Zhang, J. (2010) Geochemical characterization of major and trace elements in the coastal sediments of India, Environmental Monitoring Assessment, Vol. 161(1-4). 161-176
- Brindley, G. W. and Brown, G. (1984) Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Mineralogical Society., London 495pp
- Bryant, R.G. (2003). Monitoring hydrological controls on dust emissions: Preliminary observations from Etosha Pan, Namibia. The Geographical Journal 169: 131-141.
- Eugster, H.P. and Jones, B.F., (1979). Behavior of major solutes during closed-basin brine evolution. American Journal of Science. 279, 609- 631.
- Eugster, H.P. and Smith, G.I., (1965). Mineral equilibria in the Searles Lake evaporites, California. Journal of Petrology. 6, 473- 522.
- Forester, S. (2007). Dust emission from wet and dry playas in the Mojave Desert. Earth Surface Processes and Landforms. 32: 1811-1827.
- Gill, T.E. (1996). Eolian sediments generated by anthropogenic disturbance of playas: human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. Geomorphology 17: 207-228.
- Goudie, A.S. (1978). Dust storms and their geomorphological implications. Journal of Arid Environments 1: 291-310.
- Goudie, A.S. (1983). Dust storms in space and time. Progress in Physical Geography 7: 502-530.
- Goudie, A.S., (2008). The history and nature of wind erosion in deserts. Annu. Rev. Earth Planet. Science. 36: 97-119
- Goudie, A. and Middleton, N. (2006). Desert Dust in the Global System. Springer, Berlin, Progress in Physical Geography 7: 502-530.
- GuangJian, W., TanDong, Y., BaiQing, X., LiDe, T., Zhen, L. and DuanKeqin, D., (2008). Seasonal variations of dust record in the Muztagata ice cores. Chinese Science Bulletin, Science in china press Springer
- Hardie, L.A., (1968). The origin of the recent non-marine evaporate deposit of Saline Valley, Inyo

همچنین کانی‌های هماتیت در شرق و ژیبس در جنوب پلایا مشاهده می‌گردند.

کانی‌های مونتموریونیت، کلریت و ایلیت به ترتیب سه کانی اصلی تشکیل دهنده رس های پلایای هستند. کائولنیت کانی فرعی و چهارم به شمار می‌آید.

با توجه به حضور کائولینیت تنها در منطقه‌ای از پلایا که زیر آب می‌رود و نیز کاهش مقدار فلدسپات‌ها در این بخش به دلیل دگرسانی، منشأ اتوژن برای تشکیل کائولنیت پیشنهاد می‌شود.

با توجه به شواهد ژئوشیمیایی، عنصر سدیم از مجموعه سنگ‌های تبخیری میوسن موجود در شرق حوزه منشأ گرفته، به صورت محلول وارد حوزه گشته و کانی‌های را تشکیل می‌دهد.

عناصر کلسیم و استرانسیم با توجه شواهد ژئوشیمیایی و کانی‌شناسی بیشتر به صورت شیمیایی در پلایا تشکیل می‌گردند. لازم به ذکر است که بخشی از عناصر مذکور دارای منشأ آواری بوده و به صورت کربنات‌های تخریبی وارد حوضه می‌گردند.

سایر عناصر دارای منشأ آواری بوده و از هوازدگی مجموعه‌های آتشفشانی حاشیه شمالی و کارولمان‌های حاشیه جنوبی حاصل گردیده و وارد حوضه می‌شوند.

با توجه به ویژگی‌های مورفولوژیکی حوزه (ارتفاع کم و ملایم، نبود پوشش گیاهی در سطح پلایا)، شرایط اقلیمی خاص (خشک و بیابانی بودن منطقه و وجود سیستم بادهای قوی) و نیز ویژگی‌های رسوب شناسی (دانه ریز بودن ذرات که بیشتر در اندازه سیلت ریز تا رس، سست و جدا بودن ذرات، وجود شبکه گسترده ترک های گلی در سطح رسوبات که فرسایش بادی را تسریع می‌کند) حوزه جازموریان و به ویژه پلایای جازموریان منشأ مهم رسوبات بادی و طوفان‌های گرد و غبار در جنوب شرق ایران حتی جنوب آسیا می‌باشد.

- playas in the Mojave Desert. *Earth Surface Processes and Landforms*. 32: 1811–1827.
- Rosen, M. R. (1994). The importance of ground water in playas: A review of playa classifications and the sedimentology and hydrology of playas. In: Rosen, M.R. (ed), *Paleoclimate and Basin Evolution of Playa Systems*, Geological Society of America Special Paper 289, Boulder, CO: 1–18.
- Ruddiman, W.F., (1997). Tropical Atlantic terrigenous fluxes since 25,000 yrs B.P. *Marine Geology*. Vol. 136: 189–207
- Shaw, P.A. and Thomas, D.S.G. (1989). Playas, pans, and salt lakes. In: Thomas, D.S.G. (ed), *Arid Zone*
- Sinha, R., and Raymahashay, B.C., (2004). Evaporite mineralogy and geochemical evolution of the Sambhar Salt Lake, Rajasthan, India. *Sedimentary Geology* vol. 166. pp 59–71
- Siirio, P., Rasanen M, Gingras M, Harris C, Irion G, Pemberton G and Ranzi A. (2005). Application of Laser diffraction grain-size analysis to reveal depositional processes in tidally influenced systems. *Fluvial Sedimentology VII*, Special Publication Number 35 of the International Association of Sedimentologists. Vol. 159–180.
- Spencer, R.J., Eugster, H.P., and Jones, B.F., (1985). *Geochemistry of Great Salt Lake, Utah: II. Pleistocene –Holocene evolution*. *Geochimica et Cosmochimica Acta* vol. 49, 739– 747.
- Tuker, M. E. (1988) *Techniques in sedimentology*. Blackwells, Oxford, 394 pp.
- Washington, R., Todd, M.C. Middleton, N.J and Goudie, A.S. (2003). Dust-storm source areas determined by the Total Ozone Monitoring Spectrometer and surface observations. *Annals of the Association of American Geographers* vol.93(2): 297–313
- Washington, R. and Todd, M.C. (2005). Atmospheric controls on mineral dust emission from the Bode'le Depression, Chad: The role of the low level jet, *Geophysical Research Letters*, vol. 32, L17701
- Washington, R, Todd, M.C. Lizcano, G. Tegen, I. Flamant, C. Koren, I. Ginoux, P. Engelstaeder, S. Bristow, C.S. Zender, C.S. Goudie, A.S. Warren, A. and Prospero, J.M. (2006). Links between topography, wind, deflation, lakes, and dust: The case of the Bodélé Depression, Chad. *Geophysical Research Letters* 33: L09401. DOI:10.1929/2006GL025827.
- Wood, W.W. and Sanford, W.E. (1990). Groundwater control of evaporite deposition. *Economic Geology*. Vol. 85, 1126– 1235.
- Young, J.A. and Evans, R.A. (1986). Erosion and deposition of fine sediment from playas. *Journal of Arid Environments* 10: 103–115.
- County, California. *Geochim. Cosmochim. Acta* 32, 1279– 1301.
- Hardiy, R. and Tulker, M. (1988) X- Ray powder diffraction of sediments In: *Techniques in sedimentology* (Ed. By Tulker, M.) Blackwell Scientific Publications. Oxford
- Kilic, O. and Kilic, A.M. (2010). Salt crust mineralogy and geochemical evolution of the Salt Lake (Tuz Gölü), Turkey, *Scientific Research and Essays* Vol. 5 (11), pp. 1317-1324
- Krinsley, D. B., (1970) A Geomorphological and Paleoclimatological Study of the Playas of Iran, Part1 and 2, US Geological Survey, 486 pages.
- Leonard , J. (1976) A contribution to study of the flora and vegetation of the desert of Iran. Vol.10(first party)
- Mahowald N, Kohfeld K, Hansson M, Balkanski Y, and Harrison. SP, (1999). Dust sources and deposition during the last glacial maximum and current climate: a comparison of model results with paleodata from ice cores and marine sediments. *Journal of Geophysical Research*. 104(D): 895-916
- Namaki, L. (2003). Analysis of Makran aeromagnetic data, M.Sc.thesis, 88pp. University of Tehran, Institute of Geophysics
- Ochirkhuyag, L. and Tsolmon, R., (2008) Monitoring the source of trans-national dust storms in NorthEast Asia. *International Society for Photogrammetry and remote sensing*, p835-840, 3-10 July, Beijing, China.
- Prospero. (2006). Links between topography, wind, deflation, lakes, and dust: The case of the Bodélé Depression, Chad. *Geophysical Research Letters* 33: L09401. DOI:10.1929/2006GL025827.
- Prospero, J. M., Ginoux, P. Torres, O. Nicholson, S. E. and Gill. T. E. (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust derived from Nimbus-7 TOMS absorbing aerosol product. *Reviews of Geophysics*, 40(1): 1002 doi:10.1029/2000RG000095.
- Potts, P.J. (1987) *A Handbook of Silicate rock analysis*. Pp 549-028 Blackie and Son Ltd
- Reheis, M.C. (1997). Dust deposition downwind of Owens (dry) Lake, 1991–1994: Preliminary findings. *Journal of Geophysical Research* 102: 25999–26008.
- Reheis, M.C. (2006). 16 Year record of eolian dust in Southern Nevada and California, USA: Controls on dust generation and accumulation. *Journal of Arid Environments* 67: 487–520.
- Reynolds, R.L. Bogle, R. Vogel, J. Goldstein, H. and Yount, J. (2009) Dust Emission at Franklin Lake Playa, Mojave Desert (USA): Response to Meteorological and Hydrologic Changes 2005–2008.
- Reynolds, R.L., Yount, J.C. Reheis, M.C. Goldstein, H. Chavez, P. Jr., Fulton, R. Whitney, J. Fuller, C. & Rosen, M.R. (1994). The importance of ground water in playas: A review of playa classifications and the sedimentology and hydrology of playas. In: Rosen, M.R. (ed), *Paleoclimate and Basin Evolution of Playa Systems*, Geological Society of America Special Paper 289, Boulder, CO: 1–18.
- Reynolds, R.L., Yount, J.C. Reheis, M.C. Goldstein, H. Chavez, P. Jr., Fulton, R. Whitney, J. Fuller, C. and Forester, R.M. (2007). Dust emission from wet and dry

Sedimentology and sedimentary geochemistry of Jazmuriyan playa

Researcher & writer:

A. Mohammadi, Geological Survey of Iran, Marine Geology Department, I. R. Iran
manas_atila@yahoo.com

Received: 23 Aug 2010

Accepted: 9 Dec 2010

Abstract

Playa lakes are an important source for aeolian and dust storm sediments, because of their location in low land, arid and desert regions with strong wind systems and existence of fine and unconsolidated sediments. Jazmourian playa (Hamun Jazmourian) is an ephemeral lake with a large catchment has located in the Southeast of Iran. During the last 10 years, the playa was dried because of drought. In this study, 26 surface sediment samples were taken for sedimentology and sedimentary geochemistry analysis. Sieve for the samples, laser, calcimetry, mineralogy, morphoscopy, morphometry and chemical analyses have been done. Results show that the sediments with the size of silt and clay are dominated which are potentially suitably for wide distance and long time transportation. The most important minerals are calcite, quartz, feldspar and halite. Distributions of minerals in playa have a regular pattern. Montmorillonite, chlorite and Illite are the major clay minerals whereas Kaolinite is the minor one which is autogenic. Sedimentary geochemistry results show there are two main debris sources for the elements including igneous, ophiolite omelange, and evaporate sediments. Elements Ca, Sr and Na mostly precipitate by chemical process in the playa. Because of morphology, climatology and sedimentology conditions, the Jazmuriyan playa is an important source of aeolian sediments and dust storm in the southeast of Iran and southern Asia.

Keywords: Jazmuriyan playa, Aeolian sediments, sedimentology, sedimentary geochemistry, Clay minerals