

کانی‌شناصی، زمین‌شیمی و کاربرد رس‌ها در سازنده‌های رازک و میشان در پاره‌ای از بیرون‌زدگی‌های اطراف شهرستان شیراز

بیژن اعتمادی*، زهرا ذاکرعباسی

بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

(دریافت مقاله: ۸۹/۶/۱، نسخه نهایی: ۸۹/۱۰/۲۵)

چکیده: سازنده‌های رازک و میشان (میوسن پیشین تا میوسن میانی) در مناطق پل کوار و زنجیران در جنوب و جنوب غرب فارس و در کمربند چین خوده‌ی زاگرس بررسی شدند. کانی‌های اصلی عبارتند از ایلیت-موسکوکیت، کلریت، کلسیت، کوارتز و کانی‌های فرعی آلبیت و پالی گورسکیت. از نظر ژئوشیمی مقادیر O₂ و MgO بالاتر و مقادیر CaO، Fe₂O₃، Al₂O₃، SiO₂، Na₂O و K₂O کمتر از نمونه-های استاندارد NASC، PAAS و UC را نشان می‌دهد. الگوی REE بهنجار شده با کندریت و شیل‌های آرکن آمریکای شمالی غنی شدگی LREE نسبت به HREE بدون بیهنجاری Eu دارند. نسبت La/Cr، Th/Cr، Th/Sc، Ba/Co، Ba/Sc، La/Sc بالا و نسبت La/Cr، Th/Sc، Th/Sc، Ba/Co، Ba/Sc، La/Sc، Eu نسبت به TiO₂/Al₂O₃ گرانیت / ریولیت - بازالت است. پائین بودن مقادیر شاخص دگرسانی و شاخص هوازدگی و نیز بالا بودن میزان Sr نشان دهنده‌ی هوازدگی کم تا متوسط سنگ خاستگاه است. پائین بودن CEC نمونه‌های دو سازند؛ وجود ایلیت، کلریت، پالی گورسکیت و عدم حضور یا مقدار بسیار پائین ورمیکولیت و مونت موریلوبنیت را توجیه می‌کند. حدود آتربرگ نمونه‌های سازند رازک و میشان کم تا متوسط است (بین ۱۰ - ۱۶). ترکیب شیمیایی، کانی‌شناصی و پاره‌ای از آزمایش‌های سرامیکی نشان دهنده‌ی استفاده کاربردی رسوب‌های این دو سازند در ساخت آجر، کاشی سرامیکی و سفالینه‌هاست.

واژه‌های کلیدی: کانی‌های رسی، سازنده‌های رازک و میشان، تجزیه‌ی پرش پرتو/ایکس، فلورسانی پرتو/ایکس، ظرفیت تبادل کاتیونی، حدود آتربرگ.

رازک در نواحی فارس داخلی شده است. سازند رازک به ضخامت ۷۷۴.۴ متر از مارنهای قرمز، سبز تا خاکستری سیلیتی همراه با مقداری سنگ آهک‌های سیلیتی تشکیل شده است. مرز بالا و پائین این سازند به ترتیب با سنگ آهک‌های گوری سازند میشان و سنگ آهک‌های آسماری - جهرم تدریجی و همساز است. استمرار محیط دریایی در میوسن میانی با رسوب‌های مارنی و سنگ آهک‌های صدفدار سازند میشان و معرف یک پیشروی نسبی است. سازند مارنی میشان از ۷۱۰ متر مارن خاکستری و سنگ آهک‌های رسی حاوی سنگواره‌های صدفی است. مرز پائینی این سازند با سازند

مقدمه اثرهای زیست محیطی ناشی از استخراج بی رویه‌ی منابع رسی و نیاز روزافرون این منابع باعث شده است که برای تأمین آن، سازنده‌های مارنی با توان رسی، مورد توجه قرار گیرد. از جمله، سازنده‌های مارنی رازک و میشان هستند که در محل از مدت‌ها پیش برای صنایع گوناگون بویژه سرامیک برداشت شدند. هدف از بررسی این دو سازند بررسی کانی‌شناصی - ژئوشیمی و نیز پتانسیل کاربردی آن در صنعت سرامیک به ویژه برای تولید کاشی است. از نظر زمین‌شناصی، در اوخر میوسن زیرین، محیط رسوبی تبخری باعث تشکیل سنگ‌های تبخری سازند

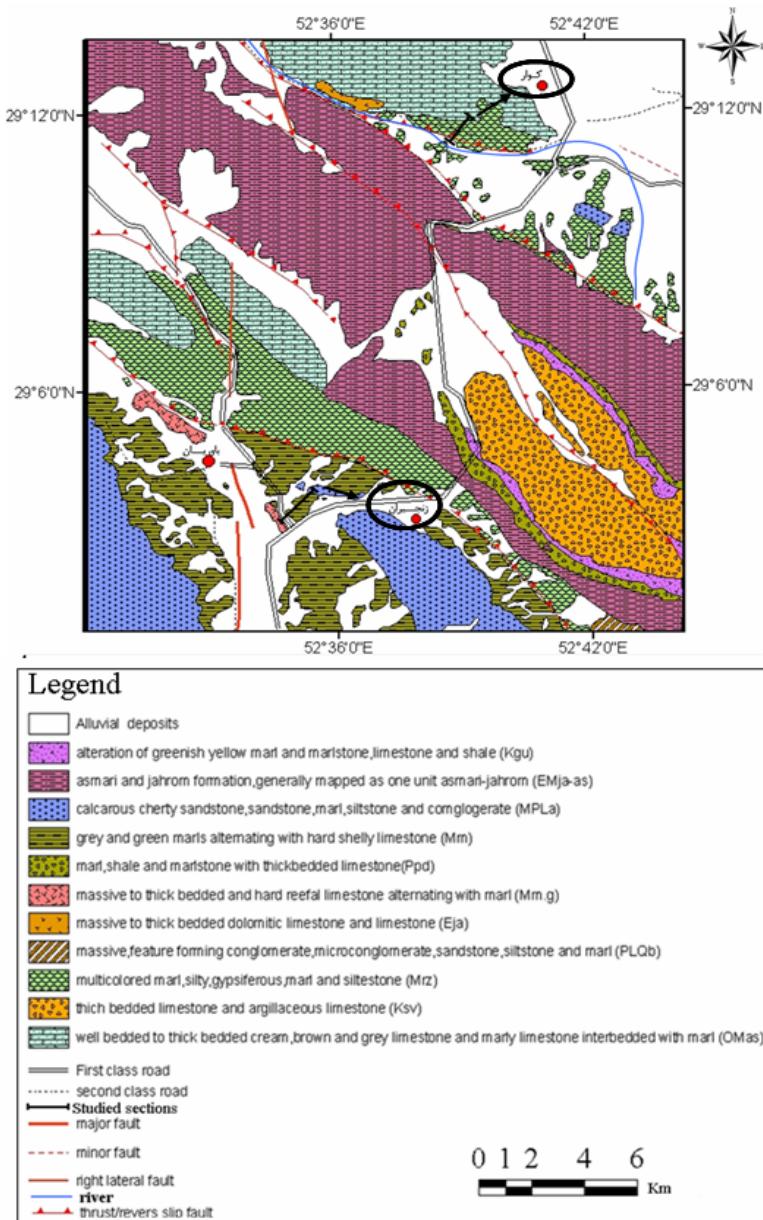
* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۷۳۱۶۲۷۷۲، نامبر: ۰۷۱۱ (۲۲۸۴۵۷۲)، پست الکترونیکی: etemadi_bi@yahoo.com

تناوب ضخیمی از مارن‌های قرمز، سبز و خاکستری همراه با ماسه سنتگ قرمز بین لایه‌ای و سنگ آهک نازک لایه‌ی خاکستری است که در برخی نقاط با میان لایه‌های ژیپس همراه است. منطقه‌ی مورد بررسی در زنجیران با طول جغرافیایی "۳۰°۰۰'۵۲" تا "۳۶°۰۰'۵۲" و عرض جغرافیایی "۲۹°۰۰'۰۶" تا "۲۹°۰۰'۱۲" در ۶۸ کیلومتری جنوب شهرستان شیراز قرار گرفته است (شکل ۲). با توجه به عواملی مانند دما، درصد رطوبت نسبی و میزان بارندگی منطقه جمله‌ی اقلیم نیمه مرطوب سرد رده‌بندی می‌شود [۲].

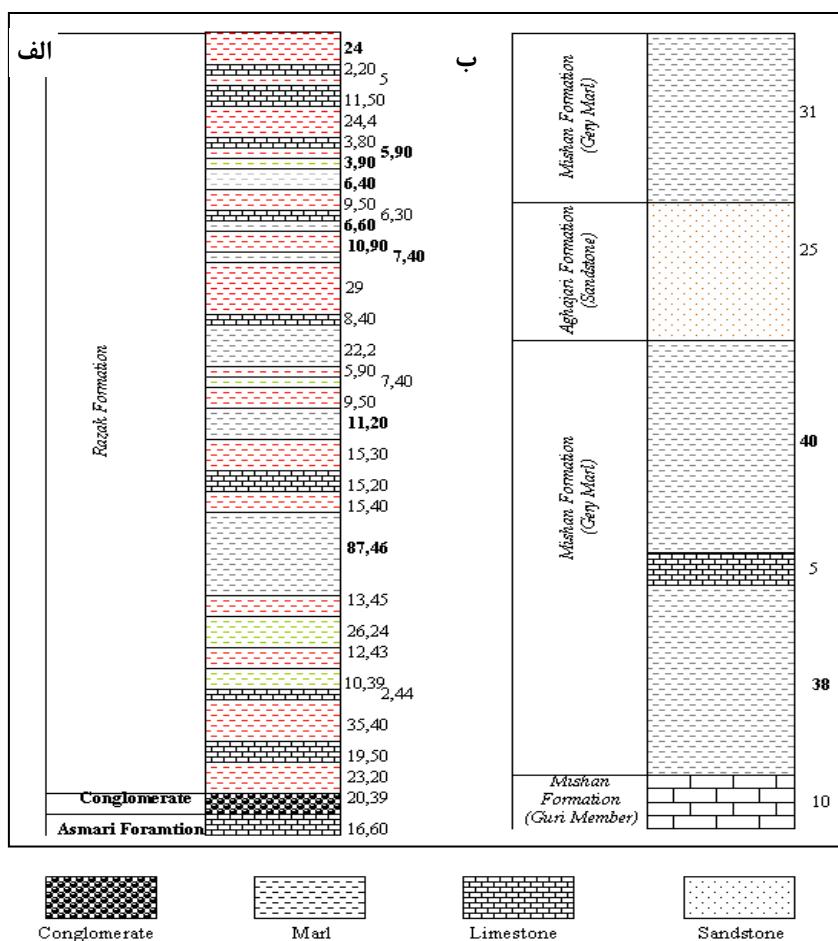
گچساران ناگهانی و همساز و مرز بالایی با سازند آغازاری همساز و تدریجی است [۱۱].

مناطق مورد بررسی

دو منطقه‌ی زنجیران و پل کوار، در زون زاگرس چین خورده و جنوب غربی ایران قرار دارند. منطقه‌ی مورد بررسی در پل کوار با طول جغرافیایی "۳۶°۰۰'۵۲" تا "۳۶°۰۰'۵۲" و عرض جغرافیایی "۲۹°۰۰'۱۲" تا "۲۹°۰۰'۱۲" در استان فارس و به فاصله تقریبی ۳۵ کیلومتری جنوب غربی شیراز و ۶ کیلومتری غرب شهرستان کوار قرار دارد (شکل ۱). در منطقه پل کوار، سازند رازک شامل لایه‌هایی با شرقی-غربی با



شکل ۱ بخشی از نقشه زمین‌شناسی کوار به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ [۱۸] که مناطق مورد بررسی با علامت دایره نشان داده شده‌اند.



شکل ۲ ستون چینه‌شناسی مناطق مورد بررسی. پل کوار (الف) و زنجیران (ب). نمونه‌های برداشت شده از دو سازند به صورت پررنگ تر در شکل مشخص شده است. ضخامت لایه بر حسب متر ترسیم شده‌اند.

چگال‌سنگی براساس استانداردهای AASHTO T88-70 و ASTM D422-63 انجام شد.

کانی‌شناسی

نمونه‌ها برای تعیین کانی‌شناسی به روش پراش پرتو ایکس (XRD) مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱). کانی‌های نمونه‌های لایه قرمز رنگ (KR₂₋₂, KR₄, KR₁₁) به ترتیب شامل موسکوویت-ایلیت، کلینوکلر (کلریت منیزیم‌دار)، مونت موریلینیت، دیکیت، کلسیت، کوارتز، آلیت، دولومیت و میکروکلین هستند. کانی‌های نمونه‌های با لایه‌ی سبز (KR₅, KR₁₉) به ترتیب عبارتند از ایلیت-موسکوویت، کلینوکلر، کلسیت، کوارتز، دولومیت و آلیت. کانی‌های نمونه‌های لایه خاکستری (KR₁₆, KR₁₄, KR₁₀, KR₆) به ترتیب شامل ایلیت-موسکوویت، کلینوکلر، Mn₂, M₂ (Mn₅) به ترتیب دارند. برای ایلیت-موسکوویت، دیکیت، کلسیت، پالی گورسکیت، ورمیکولیت، دولومیت

روش کار

تعداد ۹ نمونه از سازند رازک (KR₂₋₂, KR₄, KR₅, KR₆, KR₁₀, KR₁₁, KR₁₄, KR₁₆, KR₁₉) و ۳ نمونه از سازند میشان (Mn₂, Mn₅, M₂) براساس تنوع رنگ (سبز، خاکستری، قرمز) و ویژگی‌های فیزیکی ظاهری انتخاب و به روش‌های XPERT PRO (مدل XRD)، MAGIX PRO (مدل ICP-OES) از سوی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات ایران و CEC نمونه‌ها به روش معدنی کشور مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌ها به روش معدنی آمونیم در بخش خاک‌شناسی دانشکده‌ی کشاورزی استان آذربایجان غربی، برای ۵ نمونه رازک و ۲ نمونه میشان انتخاب شدند. مومسانی نمونه‌ها به روش آتربرگ و حد تراکم در آزمایشگاه رسوب‌شناسی دانشگاه شیراز اندازه‌گیری شدند. از آنجا که ویژگی‌ها و رفتارهای مکانیکی خاک بستگی زیادی به دانه‌بندی دارد، برای اندازه‌گیری توزیع اندازه‌ی دانه‌ها به روش

توجه به نتایج XRD ، به روش مخروطی به ۷ نمونه (۵ نمونه از سازند رازک و ۲ نمونه از سازند میشان) تقلیل یافتند (جدول ۲). از نظر ژئوشیمی مقادیر CaO و MgO بالاتر و مقادیر SiO₂ Fe₂O₃ Al₂O₃ Na₂O K₂O کمتر از نمونه های استاندارد NASC و UC PAAS را نشان می دهند.

(نمونه KR₁₆)، کوارتز و آلبیتاند. تعدادی از نمودارهای پراش پرتو ایکس (XRD) از نمونه های برداشت شده از سازندهای رازک و میشان در شکل ۳ دیده می شوند.

ژئوشیمی

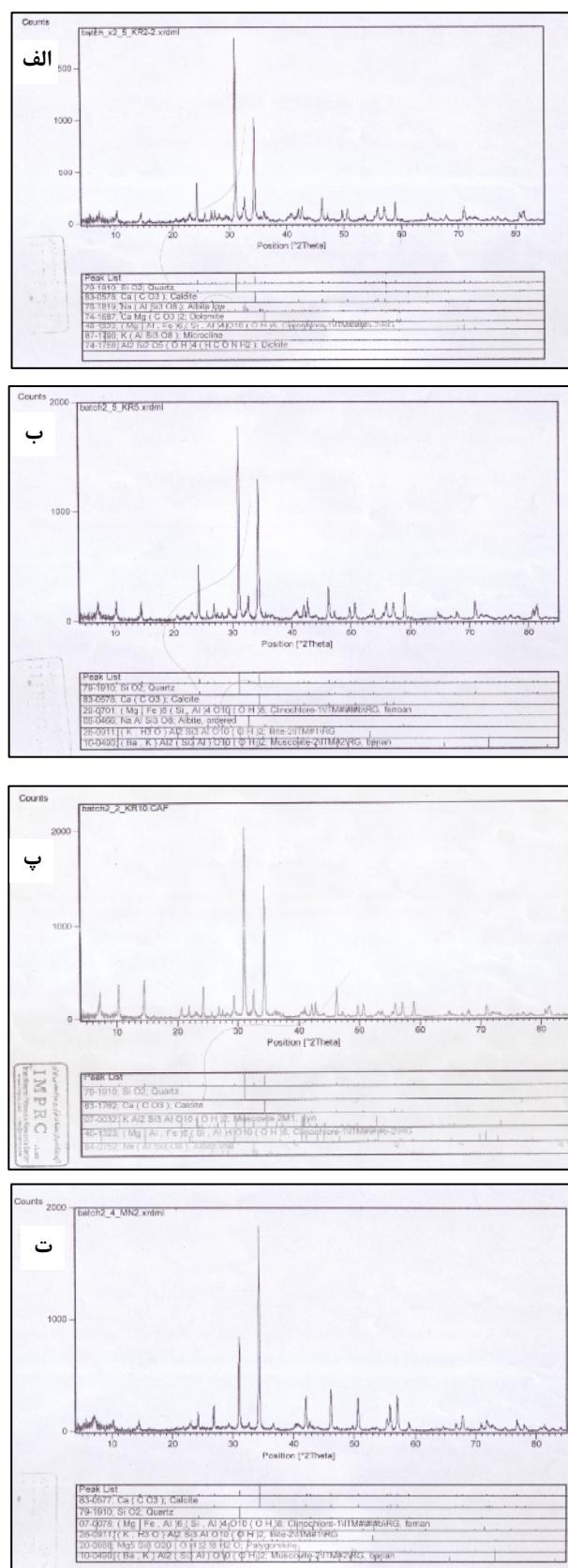
برای تعیین ترکیب ژئوشیمی (XRF) نمونه های دو سازند، از ۱۲ نمونه ی برداشت شده، براساس ویژگی های ظاهری و با

جدول ۱ ترکیب کانی شناسی نمونه های برداشت شده از سازند رازک و میشان بر حسب٪

نمونه \ کانی شناسی	KR ₂₋₂	KR ₄	KR ₅	KR ₆	KR ₁₀	KR ₁₁	KR ₁₄	KR ₁₆	KR ₁₉	Mn ₂	Mn ₅	M ₂
کوارتز	۴۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۶	۳۵	۱۲	۸	۲۴	۲۵	۱۸	۱۷
کلسیت	۳۷	۴۷	۴۶	۴۷	۳۹	۴۲	۸۰	۱۴	۱۷	۵۷	۵۷	۷۱
آلبیت	۴	۸	۸	۶	۷	۷	۲		۱		۴	
دولومیت	۵	۱						۷۱	۴۹		۹	۶
میکروکلین	۳			۳								
آنکریت								۴				
ایلیت- موسکوپت	۵	۹	۱۰	۷	۸	۶	۳	۲	۵	۹	۵	۳
مونت موریلوبنیت		۲				۲						
کلینوکلر	۴	۳	۶	۴	۱۰	۶	۲	۱	۴	۶	۵	۲
پالی گورسکیت						۱				۳	۲	
دیکیت	۲					۱						
ورمیکولیت							۱					۱

جدول ۲ ترکیب ژئوشیمی نمونه های برداشت شده از سازند رازک (KR₁₀, KR₁₆, KR_{z-1}, KR_{z-2}, KR_{z-3}) و میشان (Mn_z, Mn₅) بر حسب٪
Mخلوطی از نمونه های قرمز KR_{z-2} . KR₁₁, KR₄, KR₂₋₂ KR₆ KR₁₄ مخلوطی از نمونه های سبز KR_{z-3} . KR₁₉ Mn_z Mn₂ Mn₅ مخلوطی از نمونه های خاکستری M₂ Mn₂ Mn₅ KR₅

نمونه \ عناصر	KR ₁₀	KR ₁₆	KR _{z-1}	KR _{z-2}	KR _{z-3}	Mn _z	Mn ₅
نمونه	مارن خاکستری - آبی	مارن خاکستری	مارن قرمز	مارن خاکستری	مارن سیز	مارن خاکستری	مارن خاکستری
TiO ₂	۰,۴۹	۰,۱۹	۰,۵۱	۰,۳۸	۰,۴۴	۰,۳۹	۰,۳۷
Al ₂ O ₃	۱۲,۱	۳,۱۲	۱۱,۲۹	۸,۲۸	۹,۲۶	۷,۱۲	۶,۹۸
Fe ₂ O ₃	۳,۸۱	۱,۴۹	۴,۷	۲,۷۴	۳,۵۴	۳,۵۵	۳,۲۲
CaO	۱۴,۳۴	۲۶,۶۳	۱۳,۸۵	۲۵,۳	۱۵,۸۱	۲۷,۶۵	۲۱,۷۵
MgO	۲,۸۵	۱۳,۶۷	۳,۶۶	۳,۱۹	۵,۲۵	۲,۰۳	۶,۰۷
Na ₂ O	۰,۸۷	۰,۲۵	۰,۵۹	۰,۴۷	۰,۵۴	۰,۲	۰,۲۸
K ₂ O	۱,۸۹	۰,۶۶	۲,۰۸	۱,۵۸	۱,۶۸	۱,۲۵	۱,۲۲
MnO	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۹	۰,۰۶
P ₂ O ₅	۰,۱۱	۰,۰۳	۰,۱۲	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۱۱
S	۰,۰۱	۰,۳۳	۰,۰۱	۰,۰۶	۰,۰۸	۰,۰۵	۰,۰۵
SiO ₂	۳۹,۷۳	۱۲,۲۸	۳۷,۰۶	۲۶,۱۶	۳۱,۰۹	۲۴,۱۲	۲۶,۱۳
LOI	۱۷,۷۶	۲۷,۷۴	۱۶,۴۹	۲۴,۳۴	۲۲,۳۴	۲۹,۰۵	۲۷,۳۵
K ₂ O/Na ₂ O	۲,۱۷	۲,۶۴	۳,۵۳	۳,۳۶	۲,۱	۶,۲۵	۴,۳۶
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	۳,۲۸	۳,۹۴	۳,۲۸	۳,۱۶	۳,۳۶	۲,۳۹	۲,۷۴



شکل ۳ تعدادی از نمودارهای پراش پرتو ایکس (XRD) از نمونه‌های برداشت شده از سازنده‌های رازک و میشان. این نمونه‌ها تیمار نشده‌اند. (الف) نمونه‌ی قرمز رازک، (ب) نمونه‌ی سبز رازک، (پ) KR₁₀ نمونه‌ی خاکستری رازک، (ت) Mn₂ نمونه‌ی خاکستری میشان.

NASC, PAAS, UC مقداری کمتری را نشان می‌دهند (جدول ۴).

هوازدگی و سنگ منشأ

برای تعیین میزان هوازدگی شیمیایی سنگ مادر می‌توان از شاخص شیمیایی دگرسانی CIA و CIW استفاده کرد [۶]. برای تشخیص سنگ مادر نمونه‌های برداشت شده از دو سازند رازک و میشان، نمودار دوتایی Al_2O_3 - TiO_2 (Ekosse) معرفی شدند [۱۴]. مقداری CIA نمونه‌های سازند رازک و میشان به جز KR_{16} بین ۱۹-۴۲ تغییر می‌کند و نیز تغییر مقدار CIW این نمونه‌ها به جز KR_{16} بین ۲۰-۴۵ است. مقدار Sr نمونه‌های سازند رازک بین ۲۴۸-۴۸۳ ppm و نمونه‌ی سازند میشان ۶۱۷.۶ ppm را نشان می‌دهد (جدول ۳).

عناصر کمیاب و عناصر نادر خاکی

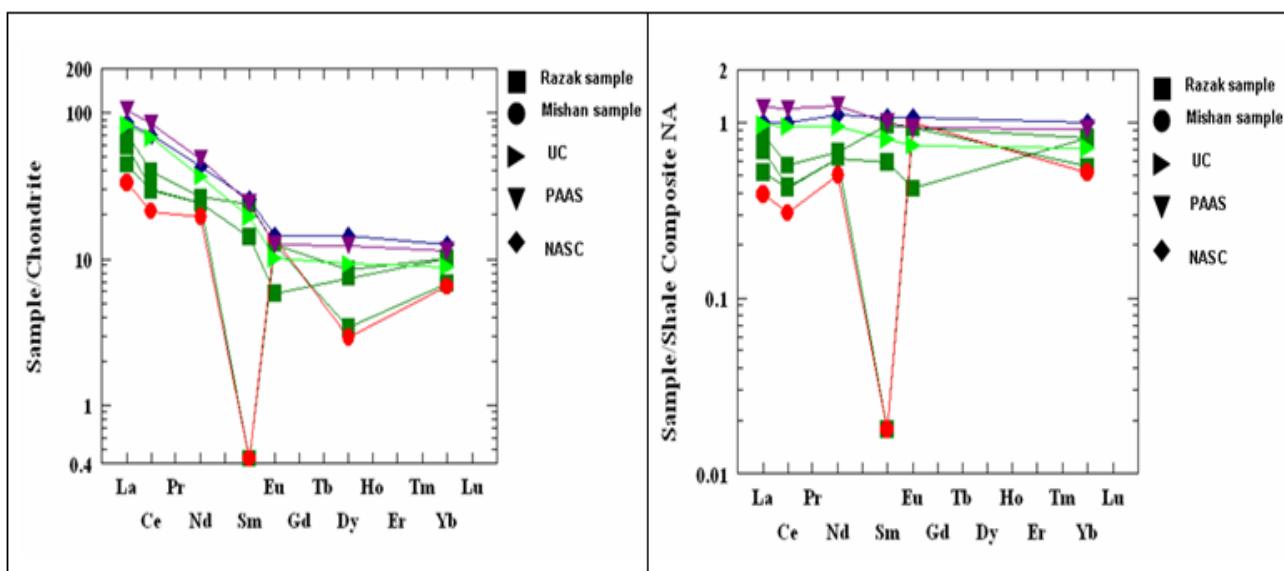
نمونه‌های برداشت شده از هر دو سازند برای تعیین مقدار عناصر کمیاب و نادر خاکی به روش ICP-OES مورد بررسی قرار گرفتند (جدول‌های ۳ و ۴). الگوی حرک عناصر کمیاب در نمونه‌های برداشت شده از این دو سازند نشان می‌دهد که میزان عناصر Ba, Cr, Zn, Sc, Y, Nb, Th به نمونه‌های استاندارد (UC, NASC, PAAS) نسبت به شدگی، و میزان عناصر V, Co, Sr, Ni نسبت به نمونه‌های استاندارد غنی شدگی را نشان می‌دهند (جدول ۳). عناصر خاکی کمیاب نمونه‌های هر دو سازند نسبت به کندریت و شیل آمریکا (NASC) بهنجار شدند (شکل ۴ و ۵). های نمونه‌های هر دو سازند نسبت به نمونه‌های استاندارد

جدول ۳ عناصر کمیاب نمونه‌های دو سازند رازک و میشان بر حسب ppm.

نمونه	Mn _z	KR _{z-1}	KR _{z-2}	KR _{z-3}
Ba	۱۴۶.۵	۲۱۸.۳	۵۷.۸	۱۶۳.۵
Co	۱۳.۱	۱۶.۹	۱۴.۷	۲۳.۲
Cr	۱۵۴.۳	۱۳۴.۳	۱۰۴.۶	۱۰۳.۲
Cu	۱۶.۵	۳۱.۹	۲۱.۲	۱۳
Hf	۵.۲	<۰.۶	۶	<۰.۶
Mo	۱.۲	۱.۷	۱.۱	۱.۸
Nb	۱۰.۳	۱۷.۶	۱۲.۳	۱۴
Ni	۹۸.۱	۸۶.۱	۵۶.۷	۶۵.۴
Pb	۱۲	۱۷.۷	۳.۲	۲۷.۲
Rb	۲۰۸۴.۴	۵۹.۸	۷۴۴.۳	۱۲۲.۵
Sc	۷.۹	۱۴.۱	۹.۱	۱۱.۱
Sr	۶۱۷.۶	۲۵۹.۹	۲۴۸.۴	۴۸۲.۴
Th	۷.۱	۱۶.۶	۷.۳	۱۵.۴
U	۲.۲	۲۱.۱	۲.۲	۱۸.۷
V	۶۵.۹	۹۸	۷۴.۸	۷۹.۲
W	۵.۸	۱۳.۴	۱۶.۳	۱۱.۹
Y	۱۰.۷	۲۰.۱	۱۲.۲	۱۷.۶
Zn	۳۹	۲۸۵.۱	۴۰.۷	۱۷۸.۲
Zr	۲۰۰.۲	۳۹۵.۲	۲۳۵.۹	۲۸۶.۴
Th/U	۲.۲	۰.۷۹	۳.۳	۰.۸۲
La/Sc	۱.۵	۱.۹	۱.۸	۱.۹
La/Th	۱.۷	۱.۶	۲.۲	۱.۴
Th/Sc	۰.۸۹	۱.۲	۰.۸	۱.۲۸

جدول ۴ عناصر نادر خاکی نمونه‌های دو سازند رازک و میشان بر حسب ppm .

نمونه	Mn _z	KR _{z-1}	KR _{z-2}	KR _{z-3}
La	۱۲,۲	۲۶,۵	۱۶	۲۱,۶
Ce	۲۰,۳	۳۷,۸	۲۷,۹	۲۸,۹
Nd	۱۳,۷	۱۸,۷	۱۷,۱	۱۷,۱
Sm	<۰,۱	۵,۴	<۰,۱	۳,۳
Eu	۱,۲	۱,۱	۱,۱	۰,۵
Dy	۱,۱	۳,۲	۱,۳	۲,۸
Yb	۱,۶	۲,۷	۱,۷	۲,۵



شکل ۵ الگوی توزیع فراوانیREE نمونه‌های رازک و میشان و نمونه‌های استاندارد NASC,PAAS,UC به کندریت.

شکل ۴ الگوی توزیع فراوانیREE نمونه‌های رازک و میشان و نمونه‌های استاندارد NASC,PAAS,UC به شیل آمریکا.

آمونیوم، باریم، کلسیم یا سدیم جانشین شده و مقدار کاتیون جذب شده با روش‌های مناسب اندازه‌گیری شد. از محلول استات آمونیوم $1N$ ($pH = 7$) و محلول استات سدیم $1N$ ($pH = 8.2$) می‌توان برای خاک‌های آهکی و غیرآهکی استفاده کرد. میزان مومسانی نمونه‌های دو سازند رازک و میشان بین ۷ تا ۱۵ است (جدول ۷). برای تعیین کاربردهای صنعتی نمونه‌های دو سازند با استفاده از حدود آتربرگ از دو نگاره Bain و همکاران (۱۹۷۸) و نگاره‌ی کازاگراند (۱۹۴۸) استفاده شد شکل (۶ و ۷).

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)

میزان CEC به دست آمده (جدول ۵) با مقادیر ارائه شده برای کانی‌های ایلیت (۱۰-۱۴)، کلریت (۵-۱۵) و پالی گورسکیت (۴-۳۰) سازگاری نشان دارد. چنانکه در جدول ۶ مشاهده می‌شود CEC نمونه‌های برداشت شده از این دو سازند بین ۷ تا ۱۵ است.

مومسانی

از روش استات آمونیوم برای تعیین مومسانی نمونه‌ها استفاده شد. برای اندازه‌گیری CEC کاتیون‌های قابل تبادل با استات

جدول ۶ EC, CEC, pH نمونه‌های دو سازند رازک و میشان.

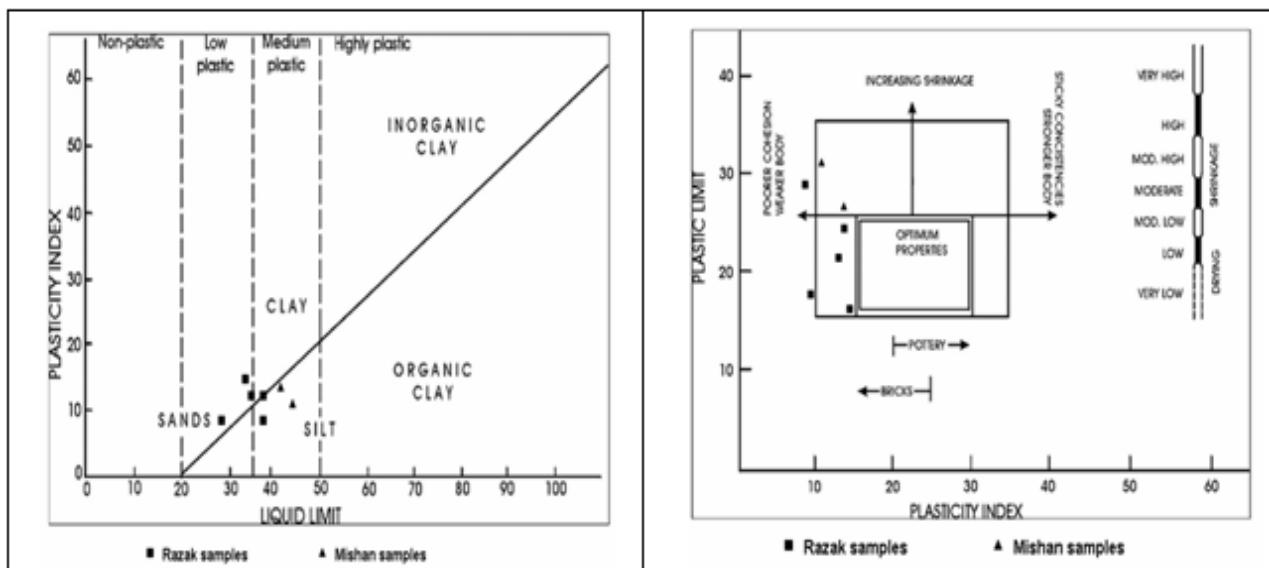
نمونه	pH	CEC(meq/100gr)	EC(µs/cm)
KR _{z-1}	۸,۰۸	۱۴,۱۳	۵۰
KR _{z-2}	۷,۸۹	۸,۱۵	۷۰۴
KR _{z-3}	۷,۸۶	۱۰,۸۷	۲۴۹
KR ₁₀	۷,۷۸	۱۰,۸۷	۴۲۳
KR ₁₆	۸,۰۵	۷,۲۳	-
Mn ₅	۸,۲۷	۱۳,۵۹	۵۸
Mn _z	۷,۹	۱۴,۱۳	۶۵

جدول ۵ CEC کانی‌های رسی [۱۶].

کانی رسی	CEC(meq/100gr)
ورمیکولیت	۸۰-۱۵۰
مونت موریلوبیت	۶۰-۱۰۰
ایلیت	۱۰-۴۰
کائولین	۳-۱۵
کلریت	۵-۱۵
پالی گورسکیت	۴-۳۰

جدول ۷ حدود آتربرگ و حد انقباض نمونه‌های برداشت شده از دو سازند رازک و میشان

مشخصات نمونه	نمونه	LL(%) حد روانی	PL(%) حد خمیری	PI(%) شاخص خمیری	SL(%) حد انقباض
مارن خاکستری-آبی	KR ₁₀	۳۸,۱۳	۲۹,۳	۸,۸	۲۴,۹۳
مارن خاکستری	KR ₁₆	۳۴,۳	۲۱,۱	۱۳,۲	۱۷,۹
مارن قرمز	KR _{z-1}	۳۸,۷	۲۶,۲	۱۲,۵	۲۱,۲
مارن خاکستری	KR _{z-2}	۲۷,۵	۱۷,۸	۹,۷	۱۵,۸
مارن سبز	KR _{z-3}	۳۲	۱۶,۳	۱۵,۷	۱۳,۱
مارن خاکستری	Mn ₅	۴۹,۲	۳۸,۷	۱۰,۵	۳۰,۸
مارن خاکستری	Mn _z	۲۱,۷	۲,۶	۱۳,۱	۲۲,۷



شکل ۷ نمودار کارپذیری نمونه‌های برداشت شده از دو سازند رازک و میشان [۱۹].

شکل ۶ موقعیت نمونه‌های برداشت شده از دو سازند رازک و میشان [۱۹].

میزان Fe_2O_3 نمونه‌ها از نمونه‌های استاندارد کمتر است. رفتار و ته نشت کانی‌های آهن‌دار به شدت با شیمی محیط‌های سطحی و دیاژنیکی، Eh، pH، فعالیت‌های یون‌های کربناتی و گوگرد کنترل می‌شود.

در سنگ‌های رس‌دار حاوی کربنات، عنصر Sr بیشتر در اجزای کربناتی قرار دارند و مقادیر بی‌هنجاری این عنصر می‌تواند نشانه‌ای از حضور کربنات باشد [۵]. عناصری مانند Th، U، Y، Zr، Nb در کانی‌های سنگین مثل زیرکن که در مقابل هوادگی پایدارند، متمرکز می‌شوند [۶]. عناصر Zn، V، Sc، Cu، Rb، Cs، Co، Ba، Sr، Cr، Ni همراه بوده و مقادیر کم آن‌ها بیانگر مقادیر کم این عناصر در سنگ‌های مادر و میزان بالای کوارتز باشد. Rb کمتر از K متحرک است، و Rb نسبت به K به طور ترجیحی در ایلیت‌های هوازده باقی می‌ماند [۶]. Sr، Ca، Na، Rb، Cs، Ba، K، Rb، Cs، Co، Ba، Sr، Cr، Ni بجهنم‌گردی رس‌ها ثابت شده و در نیمرخ هوازده ثابت باقی می‌ماند [۶] که با توجه به بی‌هنجاری Rb (جدول ۳) و حضور کانی ایلیت و با توجه به نتایج XRD (جدول ۱) قابل توجیه است. Th، U در طول هوازدگی رفتار متفاوتی داشته و هر دو در کانی‌های مقاوم مانند زیرکن تمرکز بیشتری دارند. اورانیوم به صورت U^{4+} محلول و به صورت U^{4+} نامحلول بوده و ته‌نشینی می‌شوند [۷]. در نمونه‌های Mnz و KRz-2 میزان U و Th نمونه‌های استاندارد کمتر است که به علت کم بودن این عناصر در سنگ مادر. در نمونه‌های KRz-1 و KRz-3 مقدار U به بیشتر است که به علت حضور اورانیوم در کانی‌های رسی به ویژه ایلیت است [۸]. همبستگی مثبت بین عناصر جزئی مانند Yکسان و یا رفتار مشترکی طی دیاژنز است. همبستگی منفی بین Sr و Cr وجود دارد که احتمالاً به علت خاستگاه خاستگاه تأمین کننده Cr، Sr است که بیانگر میزان اندک REE‌ها در ترکیب سنگ خاستگاه است [۹، ۱۰]. بی‌هنجاری Eu و بی‌هنجاری منفی Ce در سنگ‌های رسوبی نشان دهنده هوازدگی کم سنگ خاستگاه است [۱۱-۱۲]. غنی شدگی LREE‌ها نسبت به HREE‌ها در نمونه‌ها به این دلیل است که HREE‌ها نسبت به LREE‌ها دارای تحرک بیشتری هستند و با افزایش شدت هوازدگی جدایش بیشتر شده و طی

اندازه‌ی ذرات

برای اندازه‌گیری توزیع اندازه‌دانه‌ها به روش هیدرومتری براساس استانداردهای AASHTO-T88-70 و ASTM D422-63 انجام شد. بیشترین میزان درصد ماسه (ذرات در اندازه‌ی ماسه) به KR_{10} (٪۵۹.۲) و کمترین میزان به نمونه‌ی Mn_5 (٪۹.۸) وابسته بودند (جدول ۸).

بحث و بررسی

با توجه به نتایج به دست آمده رنگ قرمز رسوب‌ها به علت حضور اکسیدهای آهن سه ظرفیتی مثل هماتیت و رنگدانه‌های آهن‌دار است که پراکنده و یا به صورت پوشش روی ذرات آواری قرار دارند و بیانگر قابلیت‌های اکسایشی (هماتیت) و کاهشی (پیریت و مارکازیت) متفاوت محیط است [۳]. در نمونه‌های قرمز رنگ رازک (جدول ۲) با توجه به نتایج XRD حضور کانی آهن‌دار مانند هماتیت گزارش نشده است که عدم حضور هماتیت می‌تواند گواهی بر وجود اکسید آهن بی‌شکl، بوده و یا اینکه در ساختار کانی‌های دیگر مانند کلینوکلر، آنکریت، ایلیت جای گرفته است. لایه‌های سبز رنگ به علت حضور آهن فرو (Fe^{2+}) در شبکه‌های ایلیت و کلریت به وجود آمده است [۳].

نسبت بالای نمونه‌های بالا احتمالاً به میزان بالای

$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ کوارتز وابسته است. میزان نسبتاً بالای Si:Al و عناصر قلیابی در همه‌ی نمونه‌ها، دلیل تشکیل کانی مونت موریلینیت (نسبت Si:Al در حدود ۲:۱ بوده) و ایلیت و عدم تشکیل کائولینیت است. علت کم بودن SiO_2 نمونه‌ها می‌تواند به pH محیط نهشتی وابسته بوده و با افزایش pH اتحلال SiO_2 افزایش می‌یابد (Krauskopf, 1995).

میزان Al_2O_3 و Na_2O (شکل ۸) و میزان نسبتاً بالای $\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}}$ نیز همبستگی مثبت بین مقدار ایلیت و K_2O (شکل ۹) نتیجه‌ی حضور کانی ایلیت است [۴]. همبستگی منفی بین CaO و Al_2O_3 در نمونه‌های سازند رازک می‌تواند به افزایش کانی‌های کربناتی (کلسیت، دولومیت، آنکریت) وابسته باشد که با توجه به میزان بالای LOI (جدول ۲) قابل توجیه است. با توجه به همبستگی منفی بین MgO و Al_2O_3 (در نمونه‌های سازند رازک) و نیز نتایج XRD این نمونه‌ها، میزان MgO را می‌توان به وجود کانی‌های کربناتی مانند دولومیت و آنکریت توجیه کرد.

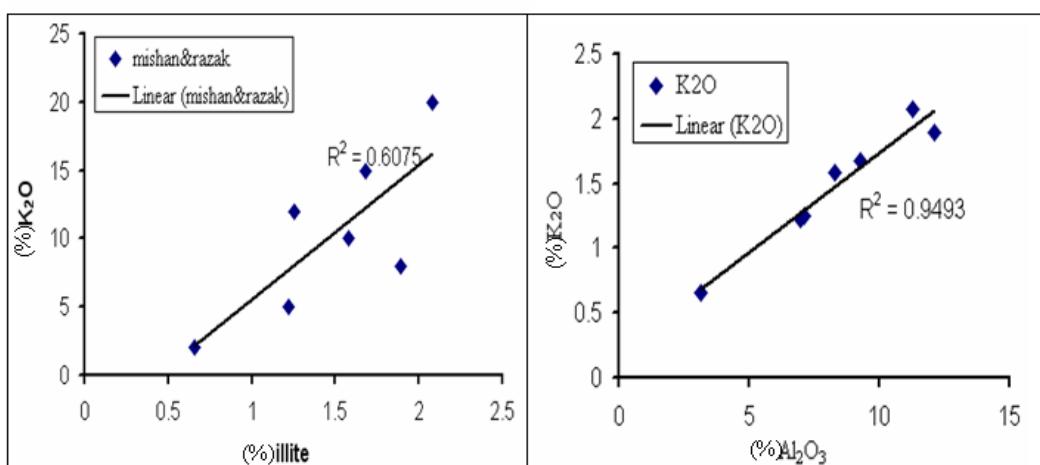
شاخص‌های هوازدگی و دگرسانی محاسبه (McLennan, 1993) و روی نمودار A-CN-K [۵] نشان دیده می‌شود (شکل ۱۱ و ۱۲). با توجه به قرارگیری نمونه‌ها روی ضلع مؤید هوازدگی Al_2O_3 -($\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}$) شدت کم تا متوسط است. پائین بودن CEC نمونه‌های هر دو سازند به علت عدم حضور یا حضور کم مقدار کانی‌های رسی مانند ورمیکولیت و مونت موریلونیت است.

هوازدگی LREE‌ها به وسیله‌ی فازهای ثانویه و کانی‌های رسی بویژه ایلیت‌ها جذب می‌شوند (Prudencio, 1989). پراکندگی LREE و HREE به کانی‌شناسی و تغییرات کانی‌ای بستگی دارد [۵].

با استفاده از داده‌های تجزیه‌ی شیمیایی، موقعیت این دو سازند روی نمودار اکوس، مشخص نشان می‌دهد که سنگ مادر این دو سازند گرانیت/ریولیت- بازالت است (شکل ۱۰).

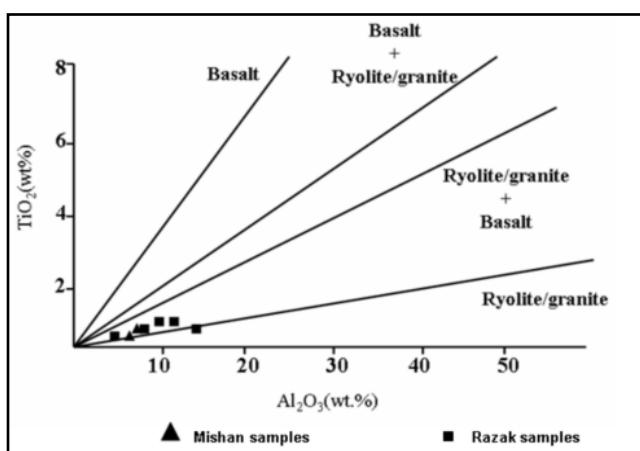
جدول ۸ نتایج تعیین اندازه ذرات نمونه‌های سازند رازک و میشان.

مشخصات نمونه	اندازه قطر ذرات			
	نمونه	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)
مارن قرمز	KR ₂₁	۲۱,۴	۳۰,۶	۴۸
مارن سبز	KR ₂₂	۲۹,۴	۴۶,۶	۲۴
مارن خاکستری	KR ₁₂	۵۹,۲	۲۲,۸	۱۷
مارن خاکستری	Mn _۵	۹,۸	۷۰,۸	۱۹,۴

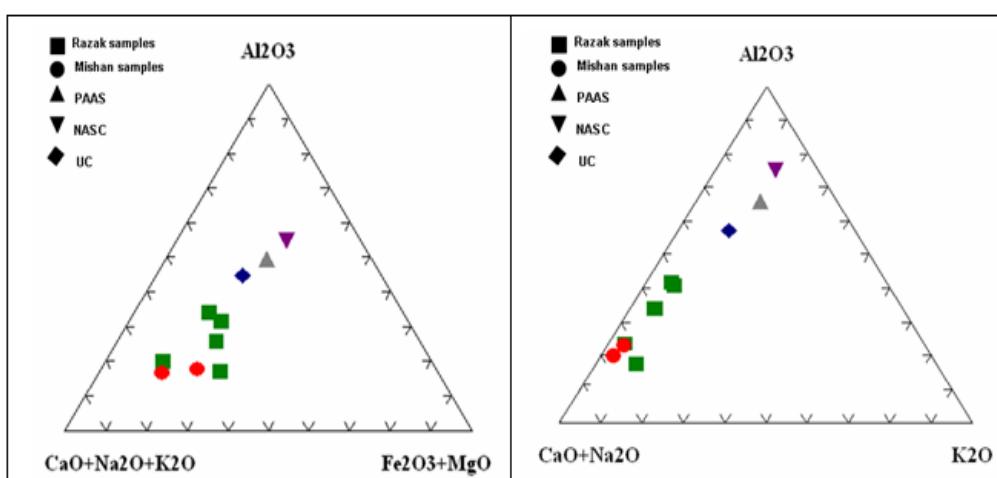


شکل ۹ همبستگی بین ایلیت و K_2O (%) نمونه‌های سازند رازک و میشان.

شکل ۸ رابطه Al_2O_3 و K_2O (%) نمونه‌های سازند رازک و میشان.



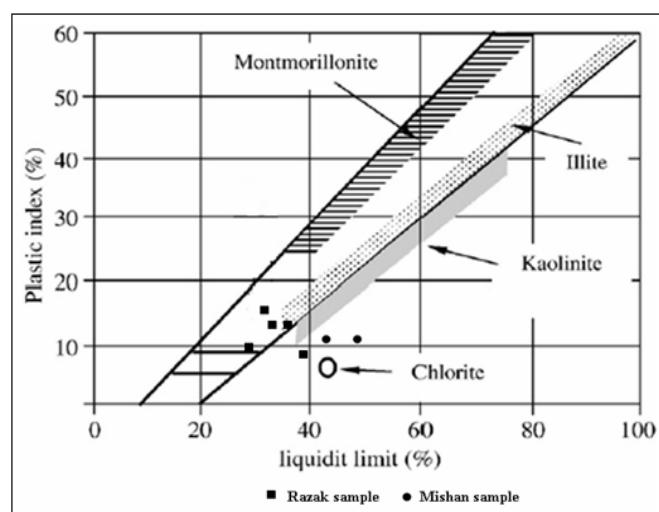
شکل ۱۰ تعیین نوع سنگ مادر با استفاده از نمودار TiO_2 - Al_2O_3 [۱۵]



شکل ۱۱ نمودار A-CN-K مقایسه نمونه‌های رازک و میشان و نمونه‌های استاندارد PAAS، NASC، UC.

این خاک‌ها به طور گستره‌ای در ساخت سفالینه‌های آهکی و آجرها به کار می‌روند، زیرا در این موارد کلسیم موجود در مارن نه تنها ایجاد مزاحمت نمی‌کند بلکه به عنوان یک گذازآور، امتیازی برای مارن‌ها محسوب می‌شود. نمونه‌های این دو سازند به علت کربناتی بودن، برای ساخت کاشی دیوار مناسب است. برای بررسی دقیق‌تر این دو سازند از نظر کیفیت، بهتر است بخش‌های ژرف با استفاده از مغزه مورد بررسی قرار گیرند. این نمونه‌ها باید از بعضی جهات مانند اندازه‌ی ذرات و موسمانی و میزان بعضی عنصر تیمار شده بر روی آن بررسی دقیق‌تر و بیشتری انجام شود.

برداشت
نتایج حد روانی و شاخص خمیری نمونه‌های دو سازند رازک و میشان و نمودار هولتز و کواکس (شکل ۱۲) و مقایسه‌ی آن‌ها با نتایج XRD، حضور کانی‌های رسی ایلیت و کلریت را تایید نمود. موسمانی نمونه‌ها پائین است و برای بالا بردن آن می‌توان از مواد آلی و بنتونیت‌های سدیم دار یا بالکی استفاده کرد. بیشترین میزان درصد ذرات در اندازه ماسه به KR10 و KM15 میزان به نمونه‌ی Mn₅ وابسته است. حضور درصد بالایی از ماسه در مواد تشکیل دهنده بدن سرامیکی، می‌تواند اثرهای نامناسبی را بر جای بگذارد [۱۲]. مارن‌ها به علت وجود کلسیم در آن‌ها نمی‌توانند در بدن‌های متراکم به کار روند، ولی



شکل ۱۲ موقعیت رس‌های بررسی شده روی نمودارهای Holtz and Kovacs.

مراجع

- [1] آقاباتی ع.، "زمین شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور (۱۳۸۳).
- [2] مرادی س.، "بهینه سازی ترکیب خاک آجر در محدوده شهر شیراز"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز (۱۳۸۴).
- [3] تاکر م.، "سنگ شناسی رسویی"، ترجمه موسوی حرمی ر. محبوبی ا. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد (۱۳۷۳).
- [4] J.V. Lisboa, J.M.F. Carvalho, A. Oliveira, C. Carvalho, J. Grade, "A preliminary case study of potential ceramic raw materials in the Aileu area of Timor Leste", Journal of Asian Earth Sciences, (2006), 593-602.
- [۵] رولینسون ه. ر.، "کاربرد داده های ژئوشیمیایی"، ترجمه دکتر مر، دکتر مدیری، س. مرکز نشر دانشگاهی، تهران (۱۳۸۴).
- [6] Baioumy H.M., Gharaie M.H.M., "Characterization and origin of late Devonian illitic clay deposits southwestern Iran", Applied Clay Science, (2007), 318-324.
- [۷] پیرنجم الدین کلیچه ح.، "مطالعه کانی شناختی، زمین شیمی و وزن احتمالی کانسار خاک نسوز سمیرم"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز (۱۳۸۶) صفحه ۱۳۵.
- [۸] میسون ب. مر.، کارلتون ب.، "اصول زمین شیمیایی"، ترجمه دکتر مر، دکتر مهندس شرفی، مرکز نشر دانشگاه شیراز (۱۳۷۱) صفحه ۵۶۶.
- [9] Awwiller D.N., "Geochronology and mass transfer in Gulf Coast mudrocks (south-center Texas, USA): Rb-Sr, Sm-Nd and REE systematics", Chemical Geology, Vol. 116(1994) 61-84.
- [10] Sousa D.J.L., "Geochemical evolution of the Capim River Kaolin Northern Brazil", Journal of Geochemical Exploration, 88(2006), 329-331.