

زمین‌شناسی اقتصادی و ژئوشیمی فسفات‌های رسوبی منطقه رضاآباد، جنوب خاور شهرستان کازرون

سیدعلی سمایی^{۱*}، فرهاد ملک‌قاسمی^۲ و وارطان سیمونز^۳

^۱ کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر، اهر، ایران.

^۲ استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر، اهر، ایران.

^۳ استاد، مرکز تحقیقات علوم پایه، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۲۲

چکیده

محدوده مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری جنوب خاوری و در چهارگوش کازرون و در پهنه زاگرس چین‌خورده قرار دارد. لایه‌های فسفات‌دار نیز در هسته تاقدیس سربالش-بزنک با روند شمال باختری-جنوب خاوری نهشته شده‌اند. از دید چینه‌شناسی در این محدوده سازندهای گورپی، پابده، آسماری، گچساران و بختیاری رخمون دارند. مطالعات سنگ‌نگاری نشان می‌دهد که ترکیب کانی‌شناسی لایه فسفات شامل کلسیت، فسفات، گلوکونیت و اکسید آهن است که بافت آنها از Wackestone تا Packstone تغییر می‌کند. مطالعه میکرو فسیل‌ها گویای سن الیگوسن برای لایه‌های فسفات‌دار است. بررسی نتایج تجزیه‌های XRF و XRD نشان می‌دهد که کانی فسفات‌دار، فلوئورآپاتیت با فرمول $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ است. فسفات رسوبی منطقه مورد مطالعه در شرایط محیط پراثری، آب‌های اشباع از فسفات و در مرز پهنه اکسیداسیون-احیا تشکیل شده است.

کلیدواژه‌ها: فسفات رسوبی، فلوئورآپاتیت، سازند گورپی، تاقدیس سربالش-بزنک، زاگرس.

*نویسنده مسئول: سیدعلی سمایی

E-mail: asamaie@yahoo.com

۱- پیش‌گفتار

نام فسفر (Phosphorus) از واژه یونانی (Bringer of light) یا نام کهن سیاره ونوس گرفته شده است. فسفر دهمین عنصر فراوان در پوسته زمین است که در حدود ۰/۱۳ درصد پوسته زمین را می‌سازد. کانسارهای فسفات را می‌توان به ۳ گروه تقسیم کرد؛ رسوبات دریایی، ذخایر آذرین و زیست‌زادها (Guimaraes & Araujo, 2005). پراکندگی منابع فسفات در جهان به‌صورت تقریبی ۷۵ درصد ذخایر رسوبی دریایی، ۱۵ تا ۲۰ درصد ذخایر آذرین، دگرگونی و هوازده و ۲ تا ۳ درصد منابع زیست‌زاد را در بر می‌گیرد (Abdel-Zaher, 2008; Emich, 1984). کانسارهای فسفات از دید کمیت و عیار P_2O_5 به ۳ گروه تقسیم می‌شوند؛ کانسنگ‌های عیار پایین با عیار ۱۲ تا ۱۶ درصد، کانسنگ‌های عیار متوسط با عیار ۱۷ تا ۲۵ درصد و کانسنگ‌های عیار بالا با عیار ۲۶ تا ۳۵ درصد. کانسارهای دارای ۲۸ تا ۳۸ درصد فسفات به عنوان ذخایر فسفات با عیار تجاری (اقتصادی) در نظر گرفته می‌شوند و برای استخراج و فراوری صرفه اقتصادی دارند (Sengul et al., 2006). سنگ‌های فسفات‌دار رسوبی زاگرس با سن پالئوسن و انوسن-الیگوسن یکی از فراوان‌ترین نوع سنگ‌های فسفاتی رسوبی ایران است. این سنگ‌ها در توالی شیل، مارن، آهک، آهک مارنی و شیل مارنی سازندهای گورپی و پابده جای گرفته است. از کانسارهای مهم فسفات رسوبی در ایران می‌توان به کانسارهای شیخ‌هابیل، کوه لار، کوه سفید اشاره کرد. هدف از این مطالعه بررسی ژنز و فازهای تشکیل فسفات و ارزیابی اقتصادی آن در منطقه مورد مطالعه است. محدوده مورد پژوهش در محدوده برکه یکصد هزارم کازرون (نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ کازرون، ۱۹۷۲) و در جنوب خاور شهر کازرون جای می‌گیرد. این محدوده در میان طول جغرافیایی $51^{\circ}44'18''$ تا $51^{\circ}48'30''$ خاوری و عرض جغرافیایی $29^{\circ}25'54''$ تا $29^{\circ}25'54''$ شمالی در نظر گرفت (شکل ۱).

۲- روش مطالعه

پس از انجام بررسی‌های زمین‌شناسی و صحرایی و تهیه نقشه زمین‌شناسی-معدنی و نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، روی پهنه‌های کانی‌زایی ۱۰ ترانسه به حجم ۲۱۰ متر مکعب حفر شد و برای مطالعات سنگ‌نگاری، فسیل‌شناسی و تجزیه شیمیایی نمونه‌برداری سامان‌مند همراه با برداشت زمین‌شناسی صورت گرفت که

۳- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

بر پایه تقسیم‌بندی‌های ساختمانی-زمین‌شناسی ایران نبوی (۱۳۵۵)، محدوده مورد مطالعه بخشی از پهنه زاگرس چین‌خورده است که به‌صورت یک تاقدیس با روند شمال باختری-جنوب خاوری در منطقه جنوب باختر ایران قرار دارد (شکل ۱، آقاباتی، ۱۳۸۳). کهن‌ترین سنگ‌ها در این محدوده واحد شیل گورپی است که هسته تاقدیس سربالش-بزنک را می‌سازد. مهم‌ترین سازندهای رسوبی در محدوده مورد مطالعه، سازندهای گورپی، پابده، آسماری، گچساران و بختیاری است. این سازندها سن ماستریشین (کرتاسه بالایی) تا میوسن دارند. در زیر به شرح مختصر رخساره دیده‌شده گورپی و پابده پرداخته می‌شود.

۳-۱. سازند گورپی

این سازند از شیل، مارن و شیل مارنی-آهکی تیره رنگ با رنگ هوازده متمایل به آبی تشکیل شده که میان‌لایه‌های آهک نازک‌لایه را نیز در خود جای داده است. در برخی نقاط در قاعده این سازند گرهک‌های پیریتی با شکل‌های کشیده و کروی، نشان از محیط احیایی در زمان رسوب‌گذاری شیل‌های قاعده‌ای دارد. چند متر بالاتر از این بخش و در برخی نقاط می‌توان میان‌لایه‌های آهکی-گلوکونیتی با ستبرای متفاوت و بیشتر عدسی‌شکل دید که بیشتر مواقع تمرکز (Concentration) فسفات را نشان می‌دهد ولی در این منطقه هیچ‌گاه عیار آن به حد بالا و اقتصادی نمی‌رسد (کمتر از ۲ درصد). سن این سازند در فارس از سانتونین تا ماستریشین در تغییر است.

۳-۲. سازند پابده

این سازند بیشتر از شیل، آهک و مارن تشکیل شده و شامل ۶ بخش جداست (شکل ۲):

می‌رسد تجمع فسفات پس از مرگ جاندار و ته‌نشست پوسته آنها صورت گرفته است و از این رو منشأ دیاژنزی در تشکیل آنها دخیل نبوده است چرا که در صورت دیاژنز باید پوسته، حفره و سیمان همگی و به‌طور یکسان فسفاتی شوند. از آنجا که دیواره فسیل‌ها از اسپارایت و میکرایت تشکیل شده‌اند، نظریه جذب فسفات و استفاده در بخش‌های سخت بدن توسط جانداران کف‌زی و آب‌زی نیز منتفی است. از این میان به‌نظر می‌رسد که رسوب اولیه فسفات در شرایط مناسب بتواند بیانگر چگونگی شکل‌گیری فسفات‌های این دوره باشد (شکل‌های ۵-الف تا ج). همچنین به‌نظر می‌رسد که به‌طور محلی و محدود فرایند دیاژنز نیز به فسفات‌زایی کمک کرده باشد. توصیف کلی مقاطع میکروسکوپی مطالعه شده به شرح زیر است:

- Microfacies: Biosparite/with gloconite patch., highly recryst.
- Fossils: *Globigerinoides primordius*, *Gs.trilobus*, *Globigerina tripartita*, *G. venesuelana*, *G.praebuloides*, *G.selli*, *G.binaiensis*, *Globorotalia opima*, *Praeorbulina sicana*, *Praeglobobulimina sp.*, *Polymorphina sp.*, *Anomalina sp.*, *Discorbis sp.*, *Cancris sp.*, *Cibicidoides sp.*, *Cibicides sp.*, *Hazawaia sp.*, *Bolivina sp.*, *Seracenaria sp.*, *Hanzawaia sp.*, *Gyroidina sp.*
- Age: Oligomiocene (Chattian-Aquitania)

۵- ژنز و چگونگی تشکیل فسفات‌های منطقه مورد مطالعه

چگونگی تشکیل فسفات در این منطقه را می‌توان بدین صورت مورد بحث قرار داد؛ آب‌های ژرف اقیانوسی در محیط احیا و سرشار از فسفات ولی غیر اشباع، با جریان روبه بالا و در سخنگاه‌ها، با برخورد به جریان‌های سطحی اکسیدان (نور بالا، حرارت بالا و اکسیژن بالا برای موجودات زنده) در شرایطی قرار گرفته است که آب در مرز محیط اکسیدان-احیا و شاید کمی زیر اکسیدان قرار می‌گیرد و به‌دلیل تغییر شرایط انحلالی فسفات در شرایط به‌وجود آمده جدید، از فسفات اشباع می‌شود و شروع به ته‌نشست فسفات به شکل فلئوآپاتیت می‌کند. این ته‌نشست یا به‌صورت دانه‌های منفرد و بدون ساختمانی هستند که در اثر تلاطم امواج به‌صورت مدور درآمده‌اند و پلت خوانده می‌شوند و یا درون حجرات خالی پوسته موجودات مرده (گاستروپود، روزن‌بر، ساقه مرجان، خارپوست و دوکفه‌ای) را پر می‌کنند، در حالی که هنوز جایگزین و وارد پوسته این موجودات نشده است. حوضه پرانرژی و متلاطم موجود نیز کمک به خروج دیگر مواد از محدوده میان پلت‌ها و قطعات فسفات می‌کند و بنابراین لایه‌های غنی از فسفات را تشکیل می‌دهد.

از سویی وجود فسفات به‌صورت سیمان، نشان از تأثیر محلی دیاژنز و آب‌های به دام افتاده فسفات‌دار در تشکیل این کانسار دارد.

تکرار لایه‌های غنی از فسفات در میان لایه‌های آهک، مارن و رس نشانه‌ای از تغییر و تکرار ویژگی حوضه از این مرز و تبدیل به محیط اکسیدان یا احیاست.

از مطالب بالا می‌توان نتیجه گرفت که ایجاد شرایط مناسب فسفات‌زا در پالئوسن-ائوسن سبب تشکیل افق فسفات‌دار در سازند پابده منطقه شده است. این شرایط به احتمال قوی محیطی پرانرژی در مرز اکسیدان و احیا و کمی زیر اکسیدان، اشباع از املاح فسفات (در شرایط Upwelling) و پر نور (وجود فسیل‌های فراوان میکروسکوپی و ماکروسکوپی) است. وجود جریان‌های با انرژی زیاد سبب خروج دانه‌های دیگر و بسته به میزان تأثیر گذاری آن سبب ستبرا و درصد متفاوت P_2O_5 در افق شده است.

۶- بررسی ژئوشیمیایی عناصر

تجمع ژئیتیکی برخی از عناصر ممکن است به‌عنوان راهنمای مستقیم در تفسیر نوع نهشته‌ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد به کار رود. شناخت همبستگی‌های ژئیتیکی که در میان عناصر وجود دارد، اطلاعات لازم را برای تفسیر هر چه صحیح‌تر داده‌های ژئوشیمیایی در اختیار می‌گذارد. این داده‌ها از ترکیب شیمیایی نمونه‌های محدوده

(۱) بخش شیل ارغوانی: قاعده این سازند شامل شیل، مارن و شیل مارنی به‌رنگ عمومی ارغوانی و سبز کم‌رنگ است.

(۲) بخش آهک چرت‌دار: این بخش متشکل از سنگ آهک‌های متوسط لایه‌ای است که به رنگ تازه خاکستری روشن و هوازده خاکستری روشن و کرم روشن و ریز بلور دیده می‌شوند.

(۳) بخش شیل سیاه: این بخش شامل شیل خاکستری تیره مایل به سیاه در حالت تازه و مایل به سفید (در سطوح هوازده) است.

(۴) بخش آهک دیسکی: این بخش دارای سنگ آهک‌های متوسط لایه‌ای در پایین و ستبر لایه در بالا به‌همراه میان لایه‌های شیلی است. بخش قاعده‌ای این بخش در کنار بخش شیل سیاه، میزبان بیشترین تمرکز فسفات است و پهنه فسفات پایینی سازنده پابده را تشکیل می‌دهد. نمود فسفات در این لایه‌ها که گاه همراه با گلوکونیت نیز دیده می‌شود به‌صورت دانه‌های پلت به مقدار کم و پراکنده بیشتر در متن سنگ‌های آهکی است ولی شروع فاز فسفات‌زایی بیشتر دارای قطعاتی از تکه‌های کنده شده و غنی شده از پلت فسفاتی است. این شرایط نشان از تلاطم نسبی حوضه رسوبی در زمان تشکیل فسفات دارد.

بخش میانی این بخش بیشتر غیر آغشته و یا کم آغشته به فسفات است و در واقع جداکننده پهنه پایینی و بالایی فسفات ائوسن در سازند پابده است. ولی در بخش بالایی این بخش و در مرز با بخش بعدی دوباره بر تمرکز فسفات افزوده می‌شود و به پیشینه خود می‌رسد که پهنه بالایی فسفات ائوسن سازند پابده را تشکیل می‌دهد، که بسیار همانند پهنه فسفات پایینی است.

(۵) بخش تناوب آهک-شیل: در این بخش می‌توان تناوب متوسط لایه‌های آهک با رنگ تازه قهوه‌ای روشن و رنگ هوازده زرد نخودی کم‌رنگ و ریزبلور را همراه با میان لایه‌های شیل آهکی و به‌رنگ کرم دید.

(۶) بخش آهک تخریبی: این بخش حالت تدریجی تبدیل سازند پابده به آهک‌های ستبر لایه سازند آسماری است.

۴- مطالعات سنگ‌نگاری و فسیل‌شناسی

بررسی نمونه‌هایی از ترانشه نشان می‌دهد که ترکیب کانی شناسی آنها شامل کلسیت، فسفات، گلوکونیت و اکسید آهن است که با بافت Wackestone تا Packstone در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. افق‌های پرعبارتر فسفاتی بیشتر دارای بافت Packstone هستند. از بخش‌های پایینی سازند به‌سوی بالای سازند در محل ترانشه‌ها در سازند پابده به‌ترتیب Micrite و Biomcritre با بافت Packstone تا Mudstone دیده می‌شود که در برخی از واحدها در اثر فرایندهای دیاژنزی Micrite در حال تبدیل شدن به Sparite است. از شواهد فسیلی موجود می‌توان به گاستروپود، دوکفه‌ای، خارپوست و ساقه مرجان اشاره کرد و از میکروفسیل‌های موجود می‌توان به *Globigerinoides*, *Cancris sp.*, *Anomalina sp.* اشاره کرد که گویای سن الیگوسن هستند. همچنین در نمونه‌هایی نیز به روزن‌بر و بریوزوئر اشاره شده است. فسفات در این سنگ‌ها بیشتر به شکل پلت، آلئیت و پرکننده حجرات فسیلی دیده می‌شود و کمتر ممکن است قطعات خرد شده فسفاتی نیز دیده شود (شکل‌های ۳-الف و ب).

نکته جالبی که در بیشتر مقاطع دیده می‌شود قرار گرفتن فسفات در حجرات فسیل‌هاست که گاه این فسیل‌ها خود دوباره به عنوان هسته آلئیت‌ها رفتار کرده و آلئیت‌های فسفاتی حاصل، پیرامون فسیل رانیز دربر گرفته‌اند (شکل‌های ۴-الف و ب). با توجه به اینکه زمینه سنگ را میکرایت تشکیل داده است، بنابراین باید در فرایند فرآوری فسفات به این نکته توجه کرد؛ چرا که جدایش فسفات از این زمینه دانه‌ریز سخت‌تر از زمینه اسپارایتی است. نتایج مطالعات مقاطع میکروسکوپی، از لایه‌های فسفات‌دار نشان می‌دهد که دیواره فسیل‌های موجود دارای ترکیب اسپارایت و میکرایت اولیه هستند و بیشتر حجرات آنها از فسفات پر شده است. بنابراین به نظر

فسفات که ۲/۴۹ گرم بر سانتی متر مکعب است، می توان ذخیره ای در حدود ۲/۵ میلیون تن کانسنگ با عیار تقریبی ۱۳ درصد P_2O_5 در نظر گرفت. از دید کانی شناسی فلوئور آپاتیت کربناتی (فرانکولیت) کانی فسفاتی اصلی در این منطقه است. کانی های همراه شامل کلسیت، فسفات، گلو کونیت و اکسید آهن است.

۸- نتیجه گیری

بررسی نتایج تجزیه های XRF و XRD نشان می دهد که کانه فسفات دار، فلوئور آپاتیت با فرمول $Ca(PO_4)_3F$ است. ترکیب کانی شناسی کانسنگ شامل کلسیت، فسفات، گلو کونیت و اکسید آهن است که با بافت Wackestone تا Packstone در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. افق های پر عیار تر فسفاتی بیشتر بافت Packstone دارند.

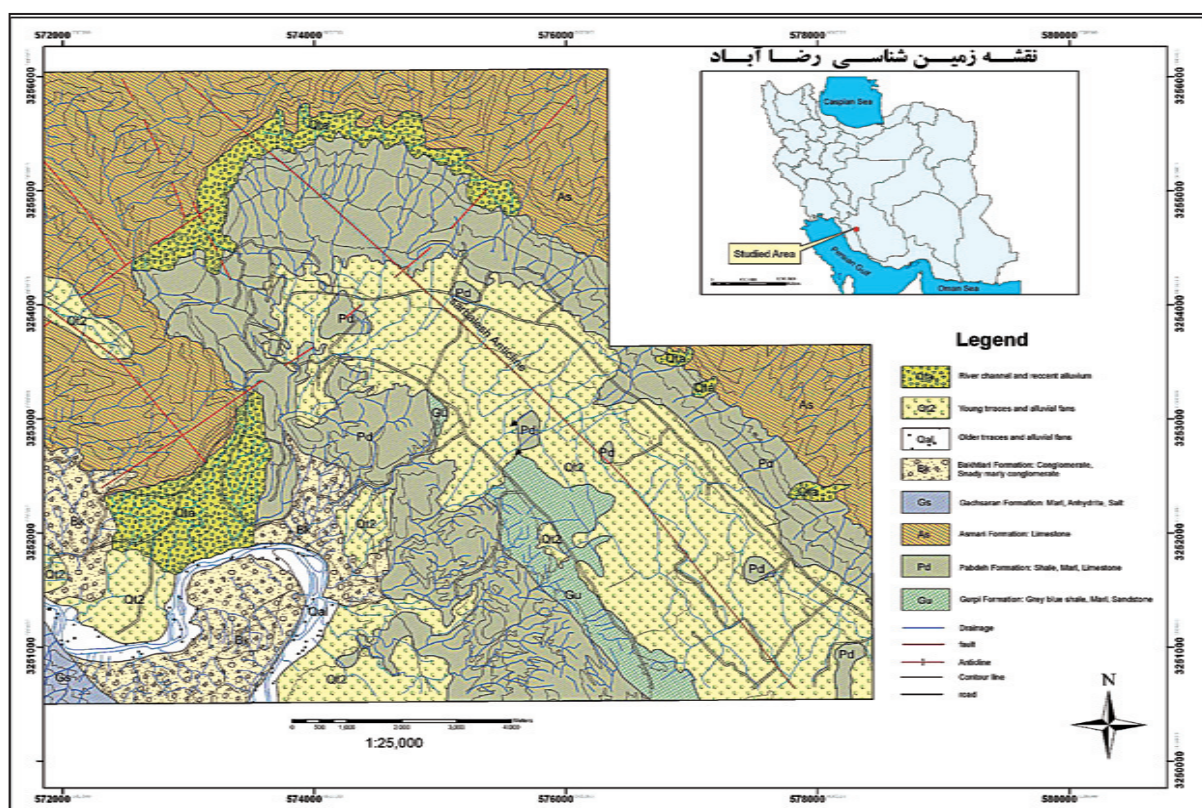
مجموعه بررسی های انجام شده در این محدوده نشان دهنده ستبرایی متغیر و در حدود ۱۸ تا ۴۷۵ سانتی متر از سنگ فسفات دار با عیار تقریبی و میانگین حدود ۱۳ درصد P_2O_5 است و می توان ذخیره ای احتمالی و در حدود ۲/۵ میلیون تن سنگ فسفات برای این محدوده متصور شد. آنچه مسلم است فسفات در تاقدیس سربالش - بزنگ نیز همانند دیگر مناطق زاگرس شکل عدسی خود را دارد ولی ابتدا و انتهای عدسی نامشخص است. با توجه به عیار میانگین و تقسیم بندی Sengul et al. (2006) این محدوده را می توان در گروه کانسنگ های عیار پایین رده بندی کرد (Sengul et al., 2006).

در مورد ژنز می توان گفت که شرایط مناسب فسفات زا در پالوسن - ائوسن سبب تشکیل افقی فسفات دار در سازند پایده منطقه شده است. این شرایط به احتمال قوی محیطی پر انرژی در مرز اکسیدان و احیا و کمی زیر اکسیدان، اشباع از املاح فسفات (در شرایط Upwelling) و پر نور (وجود فسیل های فراوان میکروسکوپی و ماکروسکوپی) است. وجود جریان های با انرژی زیاد سبب خروج دانه های دیگر شده و بسته به میزان تأثیر گذاری آن ستبرا و درصد متفاوتی از P_2O_5 را در افق ایجاد کرده است.

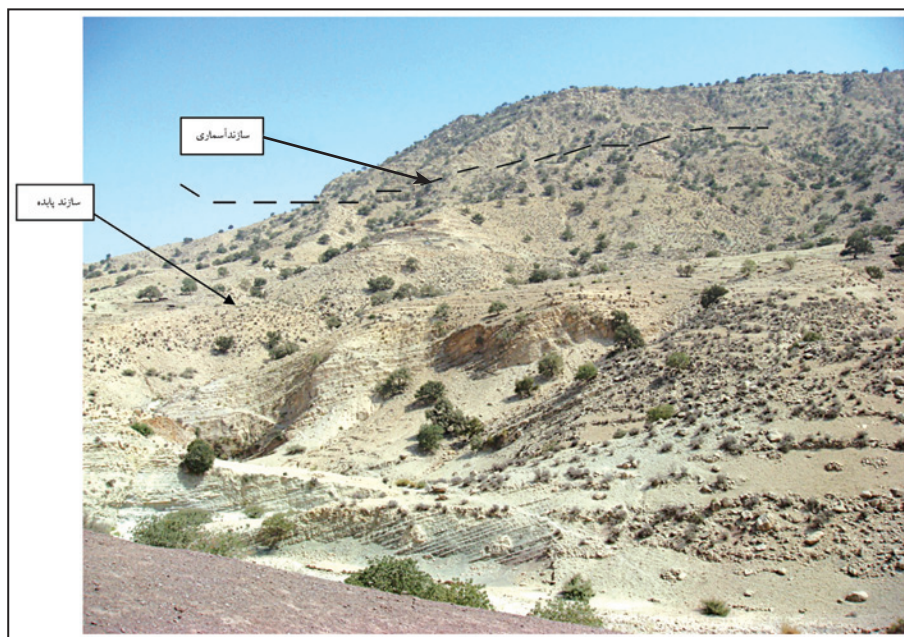
مورد مطالعه به روش XRF به دست آمده است (جدول ۱). بر پایه داده های جدول ۱ به محاسبه ضریب همبستگی عناصر با یکدیگر پرداخته شد که نتیجه آن در جدول ۲ نشان داده شده است. ماتریس جدول ۲ بیانگر بیشترین همبستگی P_2O_5 با F است که این مسئله تأیید کننده نتایج XRD و نشان دهنده فلوئور آپاتیت بودن کانی اصلی است. همچنین با Na_2O و SO_3 همبستگی خوبی دارد که این مسئله می تواند ناشی از وجود تبخیری هایی همچون کانی های سولفاتی سدیم باشد. P_2O_5 با عنصر ایتیم (Y) نیز همبستگی خوبی دارد که این مسئله بیانگر جایگیری عناصر خاکی کمیاب در ساختمان اتمی آپاتیت است. همبستگی بسیار ضعیف P_2O_5 با عنصر کلر (Cl) نشانگر این مسئله است که آپاتیت های منطقه از نوع کلر آپاتیت نیست. P_2O_5 با عناصر و اکسیدهای Al_2O_3 و TiO_2 ، Nb همبستگی وارون نشان می دهد و از آنجا که این اکسیدها بیشتر در محیط های آذرین تشکیل می شوند، این همبستگی وارون نشان دهنده غیر آذرین بودن محیط کانسار است.

۷- زمین شناسی اقتصادی محدوده مورد مطالعه

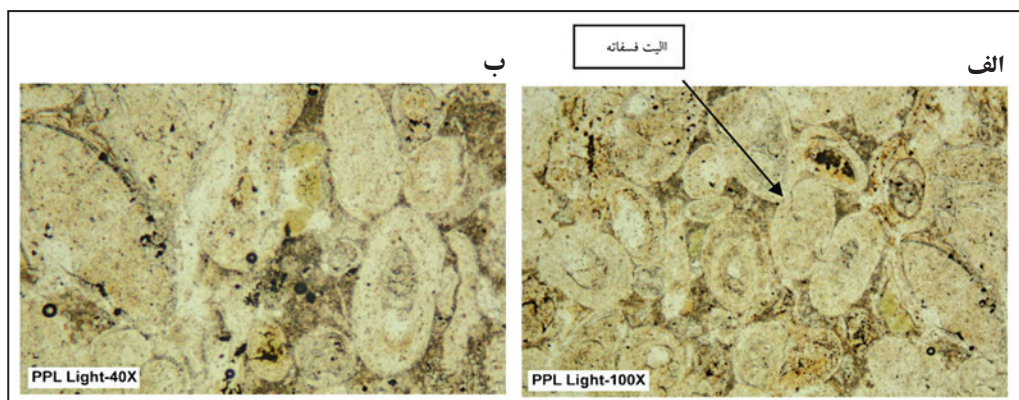
اکتشافات انجام شده روی تاقدیس سربالش - بزنگ نشان از وجود دو افق فسفات در رسوبات مارنی - آهکی سازند پایده دارد. افق پایینی در سرتاسر تاقدیس قابل پیگیری است و افق بالایی که در حدود ۲۰ متر بالاتر از افق زیرین قرار دارد در بخش باختری دماغه جنوبی تکوین یافته است (شکل ۲). بر پایه بررسی ها و ترانسه های حفر شده افق فسفات در این کانسار به شکل عدسی است. ستبرای سنگ فسفات دار در این محدوده از ۱۸ تا ۴۷۵ سانتی متر در تغییر است و ستبرای میانگین آن در حدود ۹۳ سانتی متر است. همچنین میزان عیار P_2O_5 از ۲/۱۲ تا ۱۷/۷ درصد متغیر است و با توجه به نتایج تجزیه، عیار میانگین در حدود ۱۳ درصد P_2O_5 است. طول تقریبی لایه فسفات دار در حدود ۴۵۰۰ متر، ستبرای میانگین آن در حدود ۹۳ سانتی متر و گسترش عرضی آن (با توجه به شیب لایه و اطلاعات قدیمی شرکت B.R.G.M (BRGM, 1977) تا ۲۴۰ متر در نظر گرفته شده است. با در نظر گرفتن اعداد بالا و وزن مخصوص سنگ



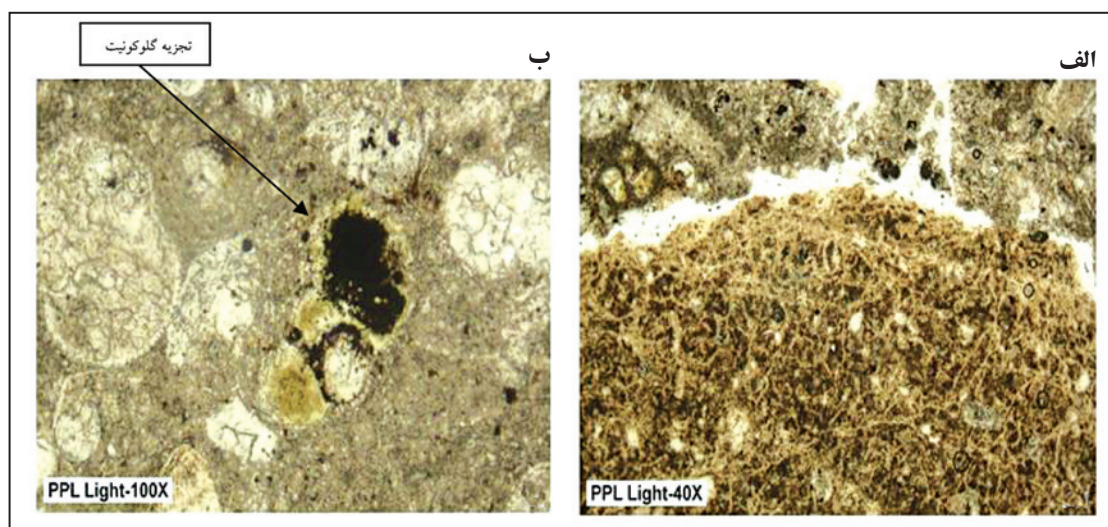
شکل ۱- نقشه توپوگرافی - زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ محدوده مورد مطالعه.



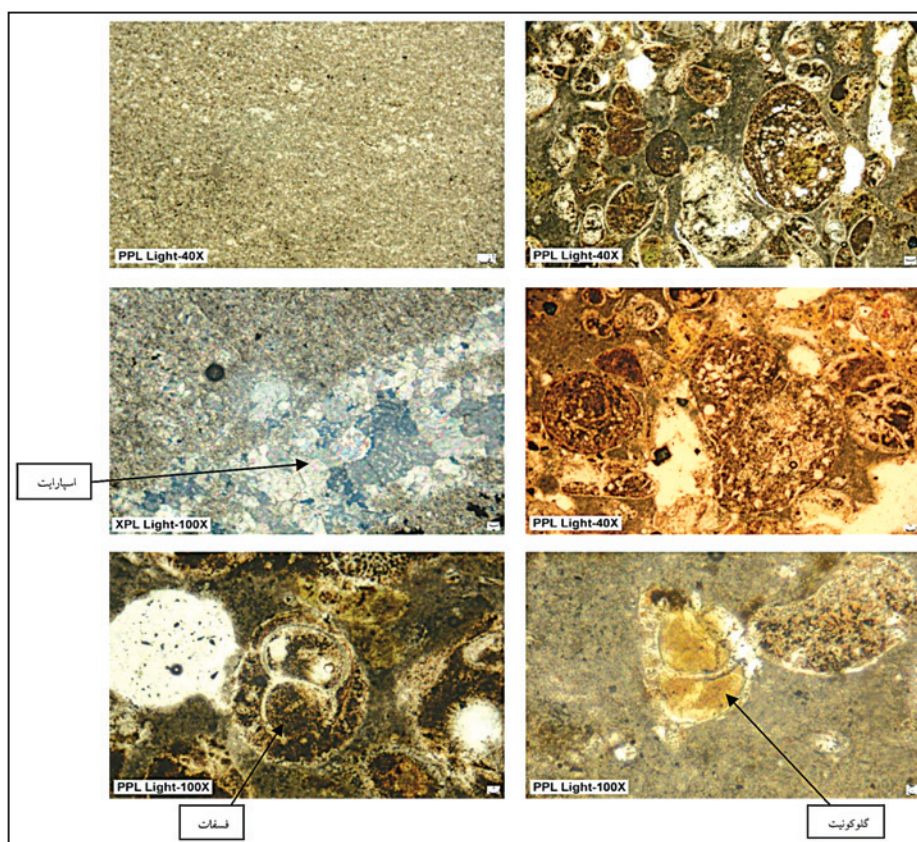
شکل ۲- نمایی از سازند پابده (Pd)؛ دید به سوی جنوب.



شکل ۳- نمود فسفات به شکل پلت و الیت. الف) Oophospharenite؛ ب) کشیدگی الیت‌ها در Oophospharenite.



شکل ۴- الف) اینتراکست با سیمان فسفاتی؛ ب) وارد شدن گلوکونیت به حجرات فیسیلی و تجزیه گلوکونیت.



شکل ۵- ویژگی‌های دیده‌شده در مقاطع نازک. الف) میکرایت؛ ب) فسفاتیک بایومیکرایت؛ پ) تبدیل میکرایت به اسپارایت؛ ت) آلایت و پلت فسفات؛ ث) فسفات به‌شکل پرکننده حشرات که خود هسته آلایت شده است؛ ج) گلوکونیت در حجره فسیلی.

جدول ۱- ترکیبات عناصر اصلی و کمیاب نمونه‌های محدوده فسفات‌دار رضاآباد کازرون (اندازه‌گیری به روش XRF).

S.NO	TiO ₂	Y	F	P ₂ O ₅	SO ₃	Nb	Cl	MgO	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO
	%	Ppm	%	%	%	Ppm	Ppm	%	%	%	%	%
Tp-1	0.047	16	1.718	14.703	0.34	2	74	0.93	0.1	1.64	0.97	43.11
Tp-2	0.051	10	0.947	8.568	0.228	1	45	0.96	0.07	1.57	1.1	43.4
Tp-3	0.063	8	0.687	6.628	0.298	4	80	0.94	0.07	1.17	1.33	43.14
Tp-4	0.115	20	0.831	8.089	0.298	2	58	1.08	0.1	1.59	2.59	38.2
Tp-5	0.117	3	0.263	1.918	0.173	3	35	0.89	0.13	1.25	2.82	42.31
Tp-6	0.102	1	0.22	1.352	0.168	4	204	1.34	0.05	1.18	2.33	43.24
Tp-7	0.104	2	0.342	1.821	0.15	2	39	0.93	0.04	1.09	2	40.89
Tp-8	0.12	3	0.052	0.613	0.1	11	23	1.04	0.05	1.19	2.66	42.47
Tp-9	0.053	13	0.869	10.302	0.39	2	81	0.71	0.1	0.9	1.02	43.3
Tp-10	0.178	35	0.052	0.598	0.11	7	9	3.4	0.07	1.84	3.62	34.88
Tp-11	0.074	30	1.581	14.501	0.458	2	66	0.89	0.14	1.82	1.62	37.66
Tp-12	0.068	18	1.13	10.457	0.413	1	121	0.89	0.12	1.62	1.32	40.74
Tp-13	0.064	28	1.387	13.406	0.41	1	84	0.92	0.11	1.56	1.35	39.06
Tp-14	0.067	30	1.823	16.02	0.47	2	69	0.71	0.15	1.14	1.25	40.98
Tp-15	0.051	16	1.501	13.548	0.393	1	69	1.87	0.12	1.72	0.88	43.64
Tp-16	0.056	15	1.63	13.811	0.848	4	106	3.63	0.39	1.66	0.96	41.14
Tp-17	0.057	3	0.743	7.141	0.28	2	35	0.8	0.06	0.72	1.08	45.55
Tp-18	0.061	11	0.92	9.111	0.345	8	188	0.92	0.11	1.14	1.15	44.26
Tp-19	0.069	2	0.043	0.258	0.103	7	37	0.82	0.02	0.53	1.24	45.75

جدول ۲- جدول ضرایب همبستگی به‌روش پیرسون.

	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	Na2O	K2O	MgO	TiO2	MnO	F	P2O5	SO3	CL	BA	SR	CU	ZN	PB	NI	CR	V	CE	LA	NB	ZR	Y	RB	CO	AS	TH
SiO2	1.00																													
Al2O3	0.75	1.00																												
Fe2O3	0.13	0.18	1.00																											
CaO	-0.71	-0.57	-0.69	1.00																										
Na2O	-0.40	-0.27	0.41	-0.20	1.00																									
K2O	0.83	0.71	0.52	-0.82	-0.11	1.00																								
MgO	-0.12	0.26	0.48	-0.42	0.57	0.08	1.00																							
TiO2	0.74	0.98	0.17	-0.60	-0.26	0.68	0.35	1.00																						
MnO	0.40	0.59	0.34	-0.60	-0.06	0.36	0.65	0.68	1.00																					
F	-0.42	-0.66	0.46	-0.10	0.60	-0.16	0.01	-0.66	-0.32	1.00																				
P2O5	-0.39	-0.67	0.43	-0.09	0.56	-0.17	-0.03	-0.68	-0.32	0.99	1.00																			
SO3	-0.45	-0.57	0.36	-0.11	0.90	-0.21	0.33	-0.55	-0.25	0.82	0.81	1.00																		
CL	-0.28	-0.29	0.01	0.22	0.21	-0.19	-0.04	-0.32	-0.29	0.21	0.22	0.32	1.00																	
BA	0.26	0.17	-0.09	-0.15	-0.22	0.15	-0.13	0.15	0.27	-0.05	0.01	-0.13	-0.16	1.00																
SR	-0.11	-0.47	-0.53	0.32	0.05	-0.29	-0.33	-0.44	-0.51	0.11	0.15	0.26	-0.05	0.10	1.00															
CU	-0.52	-0.31	0.11	0.35	0.07	-0.42	0.08	-0.30	-0.19	0.22	0.22	0.11	-0.08	-0.19	-0.09	1.00														
ZN	0.47	0.61	0.36	-0.65	-0.10	0.42	0.59	0.70	0.99	-0.29	-0.28	-0.25	-0.31	0.32	-0.47	-0.17	1.00													
PB	0.43	0.61	0.33	-0.60	-0.11	0.37	0.62	0.70	0.99	-0.33	-0.33	-0.28	-0.31	0.30	-0.49	-0.16	0.99	1.00												
NI	0.80	0.89	0.31	-0.72	-0.14	0.84	0.27	0.89	0.54	-0.45	-0.45	-0.34	-0.30	0.21	-0.25	-0.32	0.59	0.56	1.00											
CR	0.48	0.63	0.39	-0.67	-0.09	0.44	0.61	0.71	0.99	-0.29	-0.28	-0.25	-0.31	0.31	-0.50	-0.18	1.00	1.00	0.60	1.00										
V	0.68	0.43	0.37	-0.73	-0.03	0.70	-0.02	0.43	0.29	0.18	0.18	0.00	-0.20	0.25	-0.09	-0.38	0.40	0.32	0.57	0.39	1.00									
CE	0.43	0.61	0.33	-0.60	-0.11	0.37	0.62	0.70	0.99	-0.33	-0.33	-0.28	-0.31	0.30	-0.50	-0.16	0.99	1.00	0.56	0.99	0.31	1.00								
LA	0.43	0.61	0.33	-0.60	-0.12	0.37	0.62	0.70	1.00	-0.34	-0.33	-0.29	-0.30	0.29	-0.50	-0.17	0.99	1.00	0.56	0.99	0.31	1.00	1.00							
NB	0.13	0.41	-0.27	0.08	-0.17	0.13	0.22	0.45	0.31	-0.58	-0.58	-0.38	-0.01	0.01	0.03	-0.25	0.28	0.30	0.37	0.27	-0.04	0.31	0.31	1.00						
ZR	-0.06	-0.40	-0.52	0.30	0.03	-0.22	-0.37	-0.38	-0.56	0.08	0.11	0.22	-0.06	0.08	0.99	-0.09	-0.51	-0.53	-0.17	-0.54	-0.04	-0.54	-0.54	0.04	1.00					
Y	0.34	0.07	0.66	-0.77	0.31	0.45	0.31	0.12	0.46	0.54	0.56	0.40	-0.10	0.22	-0.22	-0.12	0.54	0.47	0.26	0.54	0.70	0.47	0.47	-0.24	-0.26	1.00				
RB	0.77	0.78	0.49	-0.81	-0.22	0.82	0.33	0.82	0.70	-0.29	-0.31	-0.36	-0.42	0.27	-0.38	-0.30	0.75	0.73	0.83	0.77	0.67	0.73	0.73	0.17	-0.33	0.48	1.00			
CO	0.26	0.17	-0.12	-0.12	-0.23	0.20	-0.17	0.24	0.15	-0.09	-0.14	-0.26	-0.27	-0.04	-0.09	-0.02	0.18	0.17	0.13	0.17	0.23	0.17	0.16	-0.03	-0.07	0.09	0.31	1.00		
AS	-0.14	-0.23	-0.10	0.25	0.01	-0.07	-0.34	-0.31	-0.35	0.10	0.15	0.05	0.02	0.11	0.17	0.18	-0.35	-0.34	-0.25	-0.35	-0.33	-0.34	-0.35	0.13	0.14	-0.09	-0.35	-0.10	1.00	
TH	-0.39	-0.29	-0.29	0.47	-0.20	-0.37	-0.16	-0.27	-0.23	0.10	0.08	-0.04	0.14	0.23	0.20	0.48	-0.20	-0.20	-0.23	-0.22	-0.12	-0.20	-0.20	-0.13	0.21	-0.27	-0.24	0.10	-0.25	1.00

کتابنگاری

آفانیاتی، س.ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چاپ اول.
شرکت ملی نفت ایران، ۱۹۷۲- نقشه زمین‌شناسی کازرون، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.
نبوی، م.ح.، ۱۳۵۵- دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۰۹ص.

References

- Abdel-Zaher, M. A., 2008- *Physical and thermal treatment of phosphate ores - an overview*. Int. J. Miner. Process. 85, 59– 84.
BRGM, 1977- *Recherches de phosphates dans le sud de l'Iran*, Rapport final-des premier et deuxieme hases, Annexe 8, T 407.
Emich, G. D., 1984- *Phosphate rock*. Ind. Miner. Rocks 2, 1017– 1047.
Guimaraes, R. C. & Araujo, A. C., 2005- *Reagents in igneous phosphate ores flotation*. Miner. Eng. 18, 199 – 204.
Sengul, H., Kadir Ozer, A. & Sahin Gulaboglu, M., 2006- *Beneficiation of Mardin-Mazıdaği (Turkey) calcareous phosphate rock using dilute acetic acid solutions*. Chem. Eng. J. 122, 135 – 140.
21-Shearman, D.J., 1976, *The geological evolution of southern Iran*. The report of the Iranian makran expedition., Geogr. J., G.B., DA. 1976, Vol. 142., No. 3., pp. 393-410.

Economic Geology and Geochemistry of the Sedimentary Phosphate of Reza-Abad, Southeast of Kazeroun

S. A. Samaie ^{1*}, F. Malekghasemi ² & V. Simmonds ³

¹ M.Sc., Islamic Azad University, Ahar Branch, Ahar, Iran

² Professor, Islamic Azad University, Ahar Branch, Ahar, Iran

³ Professor, Research Institute for Fundamental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran

Received: 2012 April 15

Accepted: 2012 August 12

Abstract

The area is located in 25 Km southwest of Kazeroun city in the Zagros folded zone. The Phosphate beds have been deposited in the core of the Sarbalesh-Baznak anticline with NW-SE trend. Stratigraphically, the Gurpi, Pabdeh, Asmari, Gachsaran, and Bakhtiyari Formations are outcropped in this area. Petrographic studies show that phosphate-bearing layers are composed of calcite, phosphate, glauconite and iron oxide with packstone to wackestone texture. Microfossil studies proved the age of Oligocene for the phosphate layers. The XRF and XRD analyses demonstrated that the phosphate-bearing mineral is fluor-apatite ($\text{Ca}(\text{PO}_4)_3\text{F}$). Sedimentary phosphate in this area was formed under the high energetic environment condition, phosphate saturated waters, and in the boundary of oxidation – reduction zone.

Keywords: Sedimentary Phosphate, Fluor-Apatite, Gurpi Formation, Sarbalesh-Baznak Anticline, Zagros.

For Persian Version see pages 127 to 132

*Corresponding author: S. A. Samaie; E-mail: asamaie@yahoo.com