چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National
Geosciences Congress
www.geoconf.ir

زمین‌شیمی اکسیدهای اصلی سنگ‌های میزبان در کانسار سرب- روی قندی‌بلاغ (جنوب‌باختر زنجان) با نگرشی به منشاء و موقعیت زمین‌ساختی

مرتضی عباسی[۱]، حسین کوهستانی[۲]، میر علی اصغر مختاری[۲]، افشین زهدی (نویسنده مسئول)[۲*]، آرمین سلسانی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه زنجان mortezaabasi6@gmail.com

[۲] دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه زنجان kouhestani@znu.ac.ir

[۲] دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه زنجان amokhtari@znu.ac.ir

[۲] دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه زنجان afshin.zohdi@znu.ac.ir

[۳] شرکت سیمین معدن البرز، زنجان، ایران rmn.salsany@gmail.com

چکیده

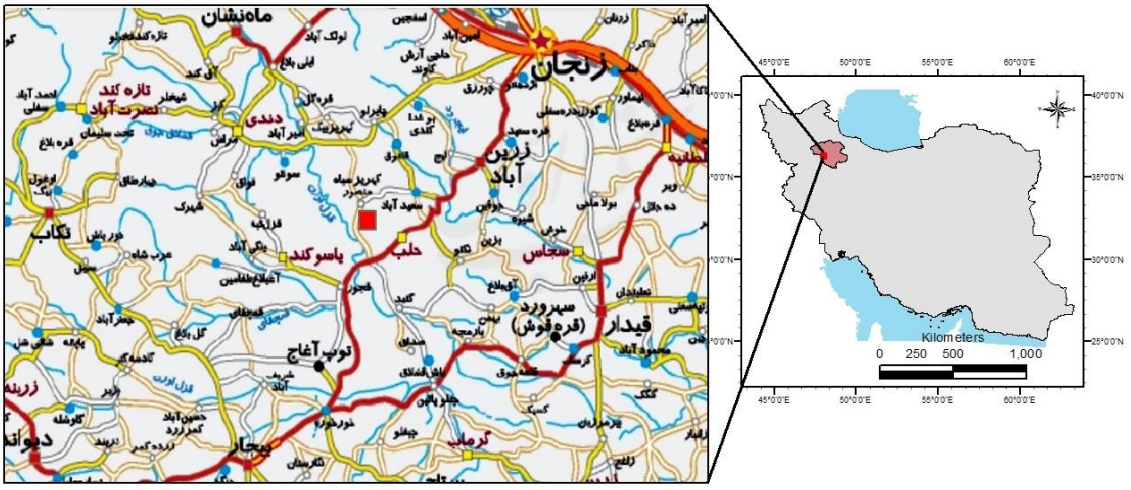
توالی سنگ‌چینه‌ای سازند قرمز بالایی در استان زنجان تناوبی از مارن و ماسه‌سنگ می‌باشد. در منطقه قندی‌بلاغ (جنوب‌باختر زنجان)، واحدهای ماسه‌سنگی سازند قرمز بالایی عمدتاً از نوع لیت‌آرنایت بوده و دربرگیرنده خرده‌سنگ‌هایی از نوع رسوبی، دگرگونی و به میزان خیلی کم، خرده‌سنگ‌های آتشفشانی، کوارتزهای تک‌بلوری و چندبلوری و فلدسپات آلکالن (ارتوز) می‌باشند. این ماسه‌سنگ‌ها، میزبان کانه‌زایی سرب و روی با کانه‌های گالن، اسفالریت، پیریت و کالکوپیریت می‌باشند. مطالعات سنگ‌نگاری و زمین‌شیمیایی نشان‌دهنده موقعیت زمین‌ساختی از نوع حاشیه فعال قاره‌ای برای ماسه‌سنگ‌های مورد مطالعه بوده و از سنگ‌های ماگمایی فلسیک تا حدواسط منشاء گرفته‌اند. با توجه به اجزاء تشکیل‌دهنده، منشاء ماسه‌سنگ‌های مورد مطالعه احتمالاً سنگ‌های رسوبی و دگرگونی می‌باشد. طبق داده‌های زمین‌شیمیایی می‌توان نتیجه گرفت که طی نهشته‌شدن این ماسه‌سنگ‌ها، شرایط آب و هوایی خشک در منطقه مورد مطالعه حکم‌فرما بوده است.

واژه‌های کلیدی: زمین‌شیمی، منشاء، موقعیت زمین‌ساختی، قندی‌بلاغ، زنجان

۱. مقدمه

واحدهای رسوبی اطلاعات با ارزشی در مورد شرایط تشکیل حوضه و شرایط ژئودینامیکی گذشته ارائه می‌دهند [۱]. ترکیب شیمیایی سنگ‌های رسوبی (به‌ویژه ماسه‌سنگ‌ها) تحت تأثیر عواملی چون فعالیت‌های تکتونیکی، هوازدگی، نوع سنگ منشاء، حمل و نقل، پستی و بلندی و اقلیم می‌باشد [۲، ۳]. براساس شرایط تکتونیکی حوضه رسوبی و موقعیت‌های زمین‌ساختی، ماسه‌ای با ترکیب معین به‌وجود می‌آید [۴]. هدف از این مطالعه، استفاده از مطالعات زمین‌شیمیایی برای شناسایی موقعیت زمین‌ساختی، شرایط آب و هوایی دیرینه ناحیه منشاء ماسه‌سنگ‌ها و سنگ منشاء ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ در جنوب‌باختر زنجان می‌باشد. با مشخص کردن موقعیت زمین‌ساختی ماسه‌سنگ‌های منطقه مورد مطالعه می‌توان به مدل تشکیل کانسار پی برد.

محدوده مورد مطالعه در جنوب‌باختر شهر زنجان و شمال‌باختر شهر حلب قرار دارد. راه اصلی دسترسی به این منطقه، جاده زنجان- بیجار می‌باشد که پس از شهر حلب، از طریق جاده آسفالته روستای قندی‌بلاغ قابل دسترسی است. کانسار در فاصله ۲ کیلومتری شمال روستای قندی‌بلاغ قرار داشته و از طریق جاده خاکی اتومبیل‌رو قابل دست‌یابی است. در شکل ۱، موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه ارائه شده است.

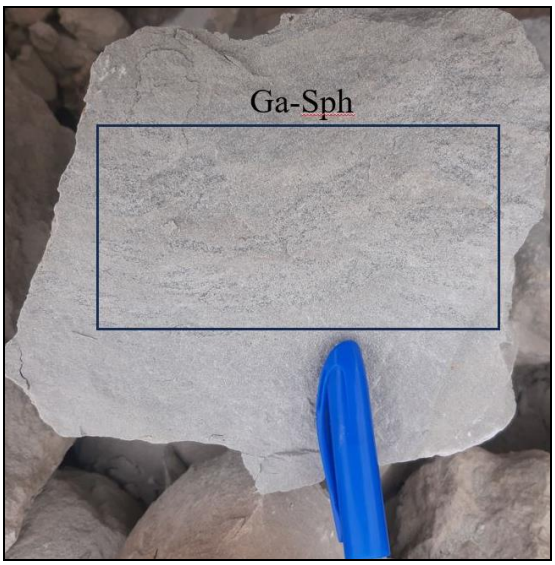


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به محدوده مطالعاتی.

۲. زمین‌شناسی منطقه

بر اساس تقسیم‌بندی پهنه‌های ساختاری-رسوبی ایران [۵]، منطقه مورد مطالعه در پهنه ایران مرکزی واقع شده است. سازند در برگیرنده کانسار سرب- روی قندی‌بلاغ، سازند قرمز بالایی به سن میوسن می‌باشد که شامل تناوبی از واحدهای رسوبی قرمز و سبز رنگ می‌باشد. لیتولوژی موجود در سازند قرمز بالایی در این منطقه عمدتاً مارن با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی، ژیپس و کنگلومرا است. محدوده مورد مطالعه از لحاظ ساختاری دارای طاقدیس و ناودیس‌هایی است که شیب طبقات تشکیل‌دهنده آنها از حالت افقی تا قائم متغیر می‌باشد (شکل ۲). کانه‌زایی صورت گرفته در واحدهای ماسه‌سنگی متشکل از کانه‌های گالن، اسفالریت، پیریت و کالکوپیریت بوده و در اثر فرایندهای برون‌زاد، کانه‌زایی مس به‌صورت آزوریت و مالاکیت و همچنین کانه‌های سروزیت و اسمیت‌زونیت در واحدهای ماسه‌سنگی قابل مشاهده می‌باشد. بافت واحدهای کانه‌زایی به‌صورت سیمان بین دانه‌ای، دانه‌پراکنده، شبه‌لامینه‌ای، عدسی‌شکل، رگچه‌ای و جانشینی است (شکل ۳).

شکل۲- نمایی از زمین‌ریخت‌شناسی بخش میانی منطقه مورد مطالعه دربردارنده تپه‌های کم‌ارتفاع (دید به سمت شمال‌خاور). در بخش انتهایی تصویر، ارتفاعات لایه‌های ماسه‌سنگی و کنگلومرایی بخش شمالی دیده می‌شود.



شکل۳- بافت شبه لامینه‌ای کانه‌های گالن (Ga) و اسفالریت (Sph) در نمونه دستی.

۳. روش مطالعه

به منظور مطالعات زمین‌شیمیایی و سنگ‌نگاری ماسه‌سنگ‌های منطقه مورد مطالعه، تعداد ۱۲ نمونه طی مطالعات صحرایی از بخش‌های غیر هوازده برداشت گردید. از نمونه‌های یادشده، تعداد ۱۰ نمونه برای آنالیز اکسیدهای اصلی و فرعی به روش XRF به آزمایشگاه زرآزما ارسال گردید که نتایج حاصل در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

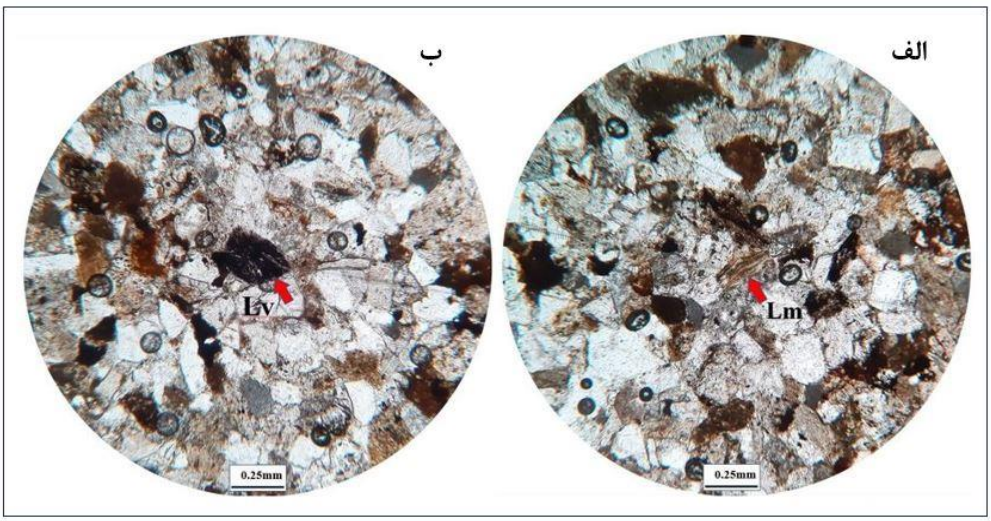
جدول ۱- اکسیدهای اصلی ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ . داده‌ها براساس درصد می‌باشند.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	K_2O	MgO	MnO	Na_2O	P_2O_5	TiO_2	SO_3	BaO	LOI
Gb-0	55.22	8.09	15.08	3.31	1.4	1.11	0.08	1.71	0.05	0.44	0.13	<0.05	13.38
Gb-1	51.64	8.64	16.88	2.61	1.25	0.75	0.1	1.81	0.06	0.45	0.1	<0.05	15.72
Gb-2	54.91	8.14	16.47	0.92	1.23	0.37	0.08	1.81	0.08	0.36	0.07	<0.05	15.58
Gb-3	56.04	7.58	15.53	2	1.37	0.75	0.09	1.63	0.06	0.29	<0.05	<0.05	14.67
Gb-3b	52.58	7.63	16.9	2.52	1.41	0.75	0.09	1.66	0.05	0.31	<0.05	<0.05	16.03
Gb-4	66.14	8.31	9.49	0.7	1.51	0.79	0.05	1.77	0.05	0.33	0.12	<0.05	10.74
Gb-6	63.5	7.58	11.99	0.95	1.49	0.71	0.07	1.5	0.05	0.3	<0.05	<0.05	11.87
Gb-7	58.98	8.77	12.45	2.03	1.59	1.12	0.05	1.87	0.06	0.4	0.09	<0.05	12.58
Gb-8	61.09	8.43	11	2.46	1.37	2.02	0.11	1.84	0.06	0.66	0.05	<0.05	10.92
Gb-9	59.83	9.12	11.85	1.23	1.41	0.72	0.05	1.92	0.09	0.45	0.07	<0.05	12.56

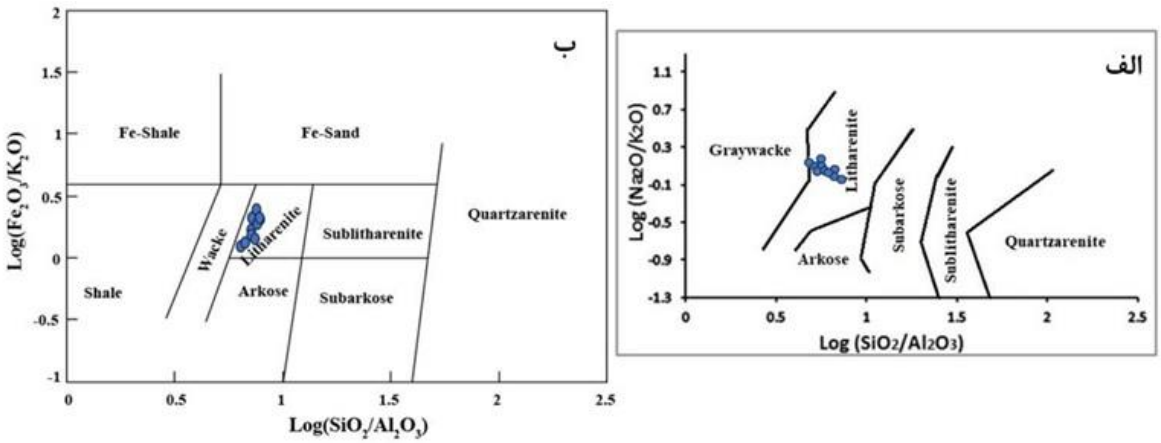
۴. بحث

براساس مطالعات انجام‌شده، ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ از ذرات آواری نظیر کوارتز، فلدسپات‌ها، خرده‌سنگ‌ها همراه با کانی‌های فرعی تشکیل شده‌اند (شکل ۴). سیمان این ماسه‌سنگ‌ها از جنس کلسیت بوده و دارای میانگین محتوای سیلیس ۵۵.۹۹٪ و همچنین میانگین اکسیدهای Al_2O_3 و K_2O به‌ترتیب ۸.۲۲٪ و ۱.۴٪ می‌باشند.

برای نام‌گذاری ماسه‌سنگ‌های مورد مطالعه براساس داده‌های زمین‌شیمی، از نسبت اکسیدهای اصلی در نمودارهای تفکیکی ماسه‌سنگ‌ها استفاده شد. برپایه نسبت $Log(Na_2O/Al_2O_3)$ در برابر $Log(Na_2O/K_2O)$ مطابق با دیاگرام [۶] (شکل ۵-الف)، و همچنین براساس دیاگرام [۷] براساس نسبت $Log(Si_2O/K_2O)$ در برابر($Log(Fe_2O_3/K_2O$ (شکل ۵-ب)، ماسه‌سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده لیت‌آرنایت قرار می‌گیرند.

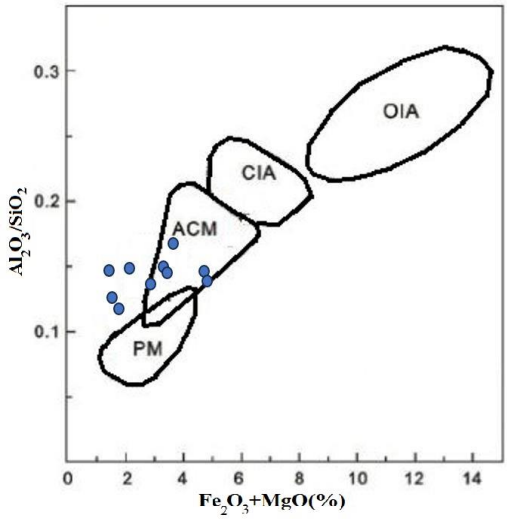


شکل ۴- تصاویر میکروسکوپی (نور عبوری PPL) از ماسه‌سنگ‌های سازند قرمز بالایی با ترکیب سنگ‌شناسی لیت‌آرنایت. الف- خرده‌سنگ‌های دگرگونی (Lm). ب- خرده‌سنگ‌های آتشفشانی (Lv).



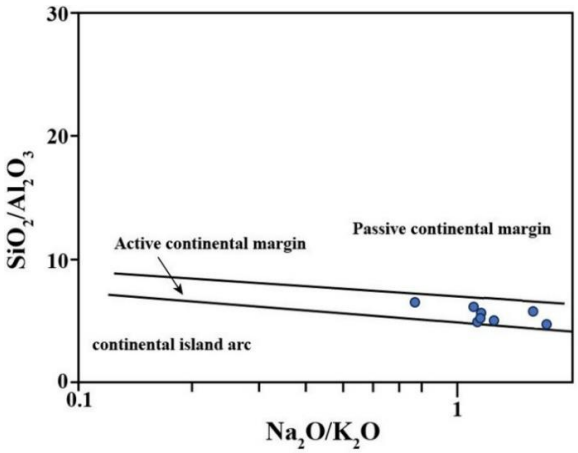
شکل ۵- موقعیت ماسه‌سنگ‌های سازند قرمز بالایی منطقه قندی‌بلاغ بر روی نمودارهای تفکیکی زمین‌شیمی ماسه‌سنگ‌ها. الف- نمودار نسبت $Log(SiO_2/Al_2O_3)$ در برابر $Log(Na_2O/K_2O)$ [۶]. ب- نمودار نسبت $Log(SiO_2/Al_2O_3)$ در برابر $Log(Fe_2O_3/K_2O)$ [۷].

به منظور تعیین موقعیت زمین‌ساختی ماسه‌سنگ‌های منطقه مورد مطالعه، از نمودار [۸] که بر اساس نسبت‌های عناصر Al_2O_3/SiO_2 در مقابل Fe_2O_3+MgO می‌باشد، استفاده شد. بر مبنای این نمودار، نمونه‌های ماسه‌سنگی منطقه مورد مطالعه در محدوده ACM (حاشیه فعال قاره‌ای) واقع شده‌اند (شکل۶). علت جابه‌جایی نمونه‌ها نسبت به محدوده‌های تعیین‌شده توسط [۸] را می‌توان به‌دلیل شرایط محیط رسوبی نظیر محیط‌های کم‌عمق که موجب افزایش میزان سیمان کربناته (CaO) و کاهش مقادیر SiO_2 شده است، مرتبط دانست. وجود مقادیری اکسیدهای Fe_2O_3 و MgO در سیمان کربناته این ماسه‌سنگ‌ها نیز می‌تواند تاثیرگذار باشد.



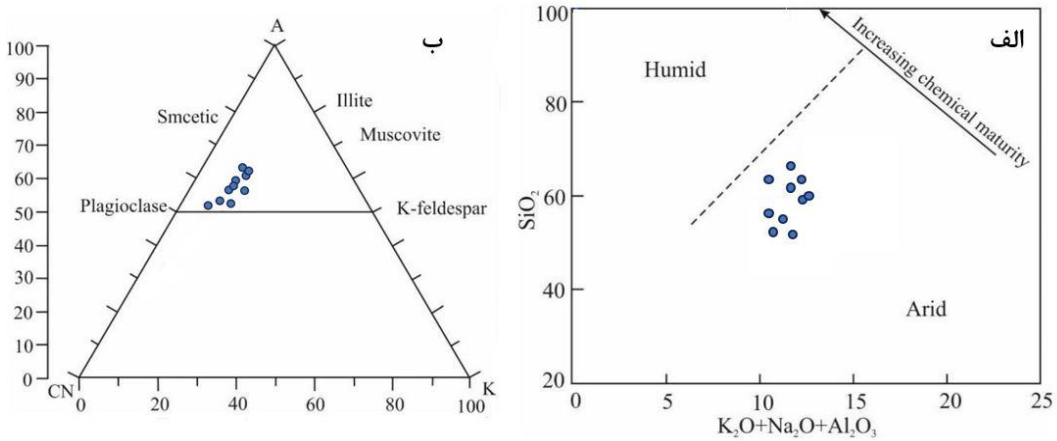
شکل۶- جایگاه تکتونیکی ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ بر روی نمودار [۸]. (ACM: حاشیه فعال قاره‌ای، CIA: جزایر کمانی قاره‌ای، OIA: جزایر کمانی اقیانوسی، PM: حاشیه غیرفعال قاره‌ای)

همچنین، از نمودار [۹] که بر اساس نسبت عناصر Si_2O/Al_2O_3 در مقابل Na_2O/K_2O می‌باشد، جهت تعیین موقعیت زمین‌ساختی ماسه‌سنگ‌های منطقه مطالعاتی استفاده شد. بر مبنای این نمودار، نمونه‌های ماسه‌سنگی منطقه مورد مطالعه در محدوده ACM (حاشیه فعال قاره‌ای) واقع شده‌اند (شکل ۷).



شکل ۷- جایگاه تکتونیکی ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ برروی نمودار [۹].

جهت بررسی وضعیت آب و هوای دیرینه در ناحیه منشاء این ماسه‌سنگ‌ها، از نمودار SiO_2 در مقابل $Al_2O_3+Na_2O+K_2O$ [۱۰] و همچنین جهت بررسی میزان هوازدگی از دیاگرام سه‌تایی [۱۱] که بر اساس نسبت‌های مولی عناصر $(Al_2O_3+K_2O+Na_2O+CaO)$ ارائه شده است، استفاده شد. نتایج حاصل بیانگر هوازدگی درجه پایین تا متوسط برای ناحیه منشاء ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ بوده و لذا می‌توان آب و هوای خشک تا نیمه‌خشک را برای این منطقه در نظر گرفت (شکل ۸).



شکل ۸- شناسایی شرایط آب و هوایی ناحیه منشاء ماسه‌سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر روی الف- نمودار SiO_2 در مقابل $Al_2O_3+Na_2O+K_2O$ [۱۰]. ب- نمودار سه‌تایی A-CN-K [۱۱].

به منظور تشخیص سنگ منشاء رسوبات ماسه‌سنگی سازند قرمز بالایی در منطقه قندی‌بلاغ از نمودار [۱۱] که براساس نسبت Al_2O_3 در مقابل TiO_2 می‌باشد، استفاده شد. بر اساس این نمودار، منشاء ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ در محدوده بازالت-گرانیت قرار می‌گیرید (شکل ۹-الف). همچنین، بر اساس نمودار [۱۲] که به منظور شناسایی رسوباتی که منشاء اولیه آنها آذرین مافیک، حدواسط یا فلسیک و یا رسوبات کوارتزی می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد، سنگ منشاء ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ را می‌توان آذرین فلیسک (اسیدی) تا حدواسط در نظر گرفت (شکل ۹-ب). در این نمودار، تابع تفکیکی شماره‌های ۱ و ۲ به‌صورت زیر جهت استفاده در دیاگرام مورد استفاده قرار می‌گیرد:

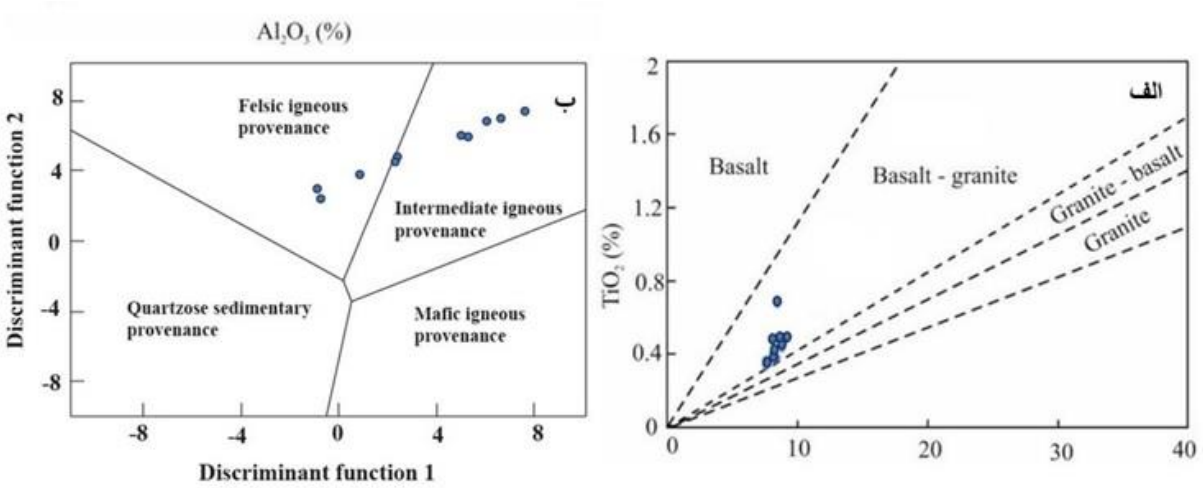
تابع تفکیکی شماره ۱:

$$=-1.733TiO_2+0.607Al_2O_3+0.76Fe_2O_{3(t)}-1.5MgO+0.616CaO+0.509Na_2O-1.224K_2O-9.09$$

تابع تفکیکی شماره ۲:

$$=TiO_2+0.07Al_2O_3+0.25Fe_2O_{3(t)}-1.142MgO+0.438CaO+1.475Na_2O+1.426K_2O-6.861$$

(t): میزان اکسید آهن کل را نشان می‌دهد.



شکل ۹- موقعیت ماسه‌سنگ‌های منطقه قندی‌بلاغ بر روی نمودارهای تعیین سنگ منشاء ماسه‌سنگ‌ها. الف- نمودار نسبت Al_2O_3 در مقابل TiO_2 [۱۱]. ب- نمودار متمایزکننده ۲ تابعی برای تعیین سنگ منشاء با استفاده از عناصر اصلی [۹].

۵. نتیجه‌گیری

مطالعات سنگ‌نگاری و زمین‌شیمیایی انجام‌شده در منطقه قندی‌بلاغ نشان می‌دهد که ماسه‌سنگ‌های این منطقه از نوع لیت‌آرنایت (با اجزای غالب خرده‌سنگ‌های رسوبی، دگرگونی و آذرین) می‌باشند. موقعیت زمین‌ساختی این ماسه‌سنگ‌ها، محدوده حاشیه فعال قاره‌ای می‌باشد. همچنین، مطالعات سنگ‌نگاری و زمین‌شیمیایی صورت‌گرفته نشان می‌دهند که منشاء ماسه‌سنگ‌های مورد مطالعه، سنگ‌های فلسیک تا حدواسط بوده و همچنین احتمال می‌رود که آب و هوای این منطقه در زمان تشکیل واحدهای ماسه‌سنگی، خشک تا نیمه‌خشک بوده است.

منابع

[۱] Rieser, A.B., Neubauer, F., Liu, Y., Ge, X., 2005. Sandstone provenance of NW sectors of the intracontinental Cenozoice Qaidm basin, western China: Tectonic and climate control. Sedimentary Geology, 177, 1–18.

[۲] Von Eynatten, H., 2004. Statistical modelling of compositional trends in sediments. Sedimentary Geology, 171, 79–89.

[۳] Whitmore, G.P., Crook, K.A., Johnson., D.P., 2004. Grain size control of mineralogy and geochemistry in modern river sediment, New Guinnea collision, Papua New Guinea. Sedimentary Geology, 171, 129–157.

[۴] Disckinson, 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, pp. 333–363.

[۵] آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.

[۶] Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1972. Sand and Sandstone, 2nd Edition, Springer, New York. 553 pp.

[۷] Herron, M.M., 1988. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. Journal of Sedimentary Research, 58(5), 820–829.

[۸] Bhatia, M.R., 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstone. Journal of Geology, 91, 611–627.

[۹] Roser, B.P., Korsch, R.J., 1986. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites determined using SiO_2 content and K_2O/Na_2O ratio. Journal of Geology, 94, 635–650.

[۱۰] Suttner, L., Dutta, P., 1986. Alluvial sandstone composition and paleoclimate, I. Framework mineralogy. Journal of Sedimentary Petrology, 56, 329–345.

[۱۱] Paikaray, S., Banerjee, S., Mukherji, S., 2008. Geochemistry of shales from the Paleoproterozoic to Neoproterozoic Vindhyan Supergroup: Implications on provenance, tectonics and paleoweathering. Journal of Asian Earth Sciences, 32(1), 34–48.

[۱۲] Roser, B., Korsch, R., 1988. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major element data. Chemical Geology, 67, 119–139.