ژئوشیمی بخش ماسهسنگی اهواز از سازند آسماری در میدان نفتی اهواز: کاربردهایی در تعیین جایگاه زمینساختی و هوازدگی اولیه سنگ منشأ

> محبوبه حسینیبرزی^۱*، مهدی جعفرزاده^۲ و محمدحسین آدابی^۳ پست الکترونیکی: hosseini@khayam.ut.ac.ir تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۶/۷/۱۸

> > چکیدہ

تجزیه و تحلیل ۹ نمونه از ماسهسنگ اهواز (سازند آسماری) در میدان نفتی اهواز در دو چاه AZ11 و AZ85 و وارد نمودن نمونه در دیاگرام های طبقه بندی ماسه سنگ ها، ترکیب این ماسه سنگ ها را ساب آرکوز، کوار تزآرنایت و ساب لیتارنایت معرفی نموده است. همچنین، مطالعات ژئوشیمیایی و استفاده از دیاگرام های تفکیکی، دوتایی و مثلثی، منشاء این رسویات را کراتون و کوه زایی با چرخهٔ مجدد معرفی نموده و جایگاه زمین ساختی آن ها را حاشیه غیر فعال قاره ای نشان می دهد. به علاوه، اثر هواز دگی بر روی این ماسه سنگ ها در منطقه منشاء، با استفاده از اندیس 'CIW، در حد متوسط تعیین شده است که می تواند حاکی از آب و هوای خشک و نیمه خشک، در حضور چرخه مجدد رسوبی باشد. این نتایج، رسوب گذاری در سمت حاشیهٔ غیر فعال حوضهٔ فورلند آسماری، یعنی حاشیهٔ سمت عربستان با ورود رسوب از کراتون عربستان را پیشنهاد می ماید.

واژههای کلیدی: ماسه سنگ اهواز، ژئوشیمی، جایگاه زمین ساختی، هوازدگی، کراتون

مقدمه

ماسه سنگ هایی با جایگاه زمین ساختی متفاوت در منطقهٔ منشاء (tectonic provenance)، دارای درصد اجزای آواری و همچنین ژئوشیمی خاص خود می باشند [۱- ۲]. همچنین، جایگاه زمین ساختی محیط های ته نشستی (tectonic setting)، بر روی فرآیندهای رسوبی، دیاژنز و در نتیجه ترکیب نهایی سنگهای رسوبی تأثیر می گذارد [٤ و ۷]. بر همین

اساس، مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات و سنگهای سیلیسی-آواری، میتواند نامگذاری [۷ و ۸]، جایگاههای زمینساختی [برای مثال: ٤، ٥، ٩]، سنگ منشاء [۱۰– ۱۵]، و هوازدگی شیمیایی [۱٦ و ١٧] در منطقهٔ منشأ را ، تعیین کند. سازند آسماری در میدان نفتی اهواز، شامل تناوبی از سنگهای کربناته و ماسهسنگ میباشد که با توجه به گونههای فسیلی موجود در توالی سنگهای کربناته همراه، سن آن از الیگوسن تا میوسن تحتانی تخمین زده شده است (۱۸).

۱ و ۲ و ۳ – به ترتیب استادیار، دانشجوی ارشد و استاد دانشکدهٔ علوم زمین – دانشگاه شهید بهشتی تهران

۳۵

ژئوشیمی بخش ماسهسنگی اهواز از سازند آسماری در میدان ...

کراتونی و چرخه مجدد و همچنین سنگ منشا دگرگونی متوسط تا پایین را برای این ماسهسنگها نشان داده است [۲۲]. در این مطالعه مقایسهای بین نتایج حاصل از نقطهشماری به روش پتروگرافی [۲۲]، با نتایج ژئوشیمیایی این ماسهسنگها در جهت تعیین سنگ منشا، جایگاه زمینساختی منطقه منشاء و محیط نهشت و هوازدگی اولیه سنگ منشاء این نهشتهها انجام شده است. تاکنون مطالعات بسیار کمی در مورد سنگ منشا، جایگاه زمینساختی در منطقه منشاء و در محیط نهشت ماسه سنگهای اهواز انجام شده و اکثر مطالعات بر روی محیط رسوبی این ماسه سنگها تمرکز داشته است [۱۸– ۲۱] و اشارهٔ مختصری به وجود کراتون عربستان و چرخه مجدد رسوبی برای منشاء این ماسه سنگها شده است. همچنین با استفاده از روش های پتروگرافی و آنالیز نقطهای وجود منشاء



شکل ۱– موقعیت میدان نفتی اهواز در منطقهٔ فروافتادگی دزفول (۲۲)

نمونهبرداری و روشهای آنالیز

به منظور انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی عناصر اصلی، ۱۶ نمونه از بخشهای مختلف ماسهسنگ اهواز (آسماری پایینی، میانی و بالایی) انتخاب گردیدند. نمونهها ابتدا به صورت پودر در آمده و با گذر از غربال با مش ۲۰۰ به منظور تعیین عناصر اصلی توسط دستگاه XRF مدل مدل XRF در آزمایشگاه XRF سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور مورد آنالیز قرار گرفتند. از میان این ۱۶ نمونه، ۵ نمونه به دلیل پایین تر بودن در این مطالعه، بخش ماسهسنگی اهواز از سازند آسماری در دو مقطع تحتالارضی (چاههای شمارهٔ ۱۱ و ۸۵) واقع در میدان نفتی اهواز (شکل ۱)، مورد بررسیهای ژئوشیمیایی قرار گرفت. لازم به ذکر است که مقاطع تحتالارضی مورد مطالعه، پوشش کاملی را از سازند آسماری ارائه مینمایند و فاصله آنها حدود ٤٥ کیلومتر میباشد.

1/9.2

2/215

۰/۸۸۳

 ξ/VTA

٥/٣٨٢

٥/٣٣٩

۰/۹۳

١/٣٢

١

مجلهٔ علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، شمارهٔ ۱۹، قسمت ب، بهار ۱۳۸۷

از لیست دادهها حذف شدند و ۹ نمونه برای تعبیر و تفسیرهای ژئوشیمیایی استفاده گردیدند (جدول ۱).

مقدار اندازهگیری شده از حد قابل قبول برای اندازهگیری در دستگاه مورد نظر، از لحاظ کمی قابل بررسی نبودند و

CaO*	K2O/Al2O3	TiO ₂	P ₂ O ₅	P (ppm)	MnO	Mn (ppm)	L.O.I	SO ₃	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O	شماره نمونه
۰/۳٥	•/0٤	•/120	•/• ٤٣٣	٩٤/٤	•/•131	۱۰۱/۸	۱۰/٤٤	٩/٥٩	۰/۳٥	۲/۳	۰/۸۲	•/٩٧	۱۰/۰٦	۳/۱۵	1/01	۲٦٩٣
•/7٦	•/٩٧	•/107	•/•0•£	١٠٩/٩	•/•179	1	۱•/V۱	•/٨٣	۰/۲٦	٤/٩	۰/۹V	۱/•۹	٧/٣٨	٧٢/•٤	١	٨٩٥١
•/7٣	۰/۹۸	•/11V	•/• ٤٦٤	۱ • ۳/۳	•/•179	۱۰۰	۱.	٨	•/٣	٣/٣٣	•/\4	•/٨١	۱۰/۰۷	٦٥/٤	•/٨	۸۹۵۰
۰/۳۹	•/£٩	۰/۲۹	•/•٦١٩	130/1	•/•190	۱٥٠/٩	٨/٦٦	•/٢٦	۰/۳۹	۲/۹۱	۱/۲	۱/۸۳	٤/٧٣	۷٦/۲٥	۲/٤٤	٩٠٧٣
١/٣٨	•/٦٣	٠/١٤٩	•/•0٤	۱۱۷/Α	•/•٢•٩	١٦١/٩	۱۰/٤	٣/٩١	١/٣٨	۲/٤٣	• /V	۱/٥٣	٦/٤٨	۷۱/٥	1/1	901.
•/٦٥	•/£٨	•/77	•/•A9V	190/V	•/•179	۱۰۰	٩/٢٤	٩/٧٩	۰/٦٥	١/٧١	١/٩٣	١/٩٥	$\Lambda / \bullet V$	77/78	٤	2788
۰/۲۱	•/٩	•/137	۰/•۳۸۷	٨٤/٤	•/•179	۱۰۰	٩/٣٨	•/10	۰/۲۱	٣/٥٥	۰/V۲	۲/۱٦	0/VV	V7/17	•//	۸۹۳۰
•/٤٨	• /٣٣	•/٢٥٦	۰/٤٥٦٣	990/V	•/•Y•V	١٦٠/٤	11/32	٠/٩٥	•/٤٨	٤/٣٧	•/٨٤	١/٨٤	V/qV	٦٩/١٥	۲/۵۱	۲۸٦١
•/٤٣	•/V0	•/•/٩	•/•070	۱۲٥/٥	•/•182	۱۰۳/۸	17/70	•/10	•/٤٣	٤/٩١	•/0V	•/VA	٨/٤٩	V1/07	۰/V٦	7717
LOG(Fe2O3/K2O) F ·/·VT ·/·0· ·/·1· /·1AT /·TTP9 ·/·٤ ·/ΣVV ·/T٤· ·/1T7	² e ₂ O ₃ /K 1/1AT 1/1TT 1/0TC 1/0TC T/1AC T/1AC T/1AC	20 LOG	(Na ₂ O/K /٣٦٩ /٥٧١ /٥٣٥ /٤٨٨ /٢٩٤ /٤٧٢ /٢٤٣ /٢٤٣	(20) Na2	0/K20 /ETT /TTA /TTA /TTO /9V1 /TTT /TTT /VOE	LOG(SIC 	$\frac{2}{\sqrt{2}}$		02/AL2 <u> </u> <u> </u>		03/SiO2 ۰/۰۲۳ ۰/۰۱۳ ۰/۰۱۳ ۰/۰۲۲ ۰/۰۲۵ ۰/۰۲٤ ۰/۰۲۰ ۰/۰۳۲	2 K2O/N 7/r 7/v 7/v 7/v 7/v 7/v 7/v 7/v 1/v 1/v 1/r	Ja20 'E E' 'T E .T T' V 0 .V T .V 7 .V 0 .V 7 .V 0 .T E .T .T .T .T .T .T .T .T .T .T	CIA 7/01A ·/171 9/.YE 0/YYE 2/1YT 0/TYO 1/YTV A/YTV 2/V.T	شماره نمونه ۲٦٩٣ ٨٩٥١ ٨٩٥٠ ٩٠٧٣ ٩٥١٠ ٢٦٢ ٢٦٢ ٢٦٦٢
Al2O3/(CaO+Na2 7/10V 1/975)) Fe ₂ (Fe ₂ O ₃ +MgO K ₂ O <u>γ/λ۳۳ 1</u> ο/ε٩٩ 1		+Na ₂ O /\V /\V	TiO ₂ +Fe ₂ O ₃ + ^γ /ειο [¬] /ιε¬		MgO	SiO2/20 Al2 7/10V 7/7.7		203/(CaO+Na2O) 7/10V 1/97٣		[a ₂ O)	Fe ₂ O ₃ +MgC ۲/۸۳۳ ٥/٤٩٩		سماره (نمونه ۲٦٩٣ ۸۹٥١
1/229		٣/٧٧٥		۱/۰۲		٤/٢٥٧			٣/٢٧		١	١/٧٣٩		٣/٧٧٥		٨٩٥٠
٣/١٢٨		٣/٩١٦		1/09		٥/٠٣			۳/۸	۳/۸۱ ۳		// 1 YA		۳/۹ 	٣/٩١٦	
•/٣٩٨		T/VA		<u> </u>	/•/ 2		2/1+4	γ τ/ο γ Ψ/١		>>>> +/14A >>>> */24A		17/1V1 7/VA1			4011	

0/λέν

7/277

٥/٧٧٩

 $\Upsilon/\Lambda \cdot \Lambda$

3/201

٣/٥٧٦

1/9.2

2/215

• /٨٨٣

اهو از	ماسەسنگھاي	ه برای	محاسبهشد	نسىتھاي	اصلي و	اكسىدھاي	۱– مقادر	جدو ل
ノテ	0	0		0.	سیسی ر	0	J	U J

۸۹۳۰

2721

2212

٤/٧٣٨

٥/٣٨٢

٥/٣٣٩

٣٧

ژئوشيمى

۱- طبقەبندى ماسەسنگھا:

ماسهسنگهای بخش ماسهسنگی اهواز با توجه به پتروگرافی و نقطهشماری شامل دانههای اصلی کوارتز، فلدسپات، خرده سنگ، کانیهای فرعی مانند بیوتیت، زیرکن و اسفن میباشد و در تقسیم بندیهای متداول، کوارتز آرنایت تا ساب لیتآرنایت و سابآرکوز نامگذاری میشوند [۲۳]. اما علاوه بر مطالعات پتروگرافی، استفاده از ژئوشیمی و آنالیزهای عناصر دادههای حاصل از آنالیزهای ژئوشیمی عناصر اصلی مربوط به ماسه سنگ اهواز، بر روی نمودار پتی جان و همکاران [۷] ترسیم شد و ترکیب کوارتزآرنایتی، سابلیتارنایتی و سابآرکوزی این ماسهسنگها تأیید گردید (شکل ۲).

شکل ۲- طبقهبندی ژئوشیمیایی ماسهسنگها اقتباس از پتی جان و همکاران [۷]. اکثر دادههای ماسهسنگ اهواز در محدودهٔ کوارتز آرنایت، سابلیتارنایت و یک نمونه نیز در محدوده سابآرکوز قرار گرفته است

همچنین، دادههای عناصر اصلی حاصل از آنالیز XRF بر روی دیاگرام هرون [۸]، ترسیم شدند (شکل ۳) که با

توجه به این نمودار نیز، ترکیب ماسهسنگهای اهواز همان کوارتزآرنایت ، سابلیتارنایت و سابآرکوز تعیین گردید. ۲- ژئوشیمی عناصر اصلی و جایگاه زمینساختی منطقه

منشاء (tectonic provenance) و محل نهشت: علی رغم مشکلات استفاده از ژئوشیمی در تفسیر جایگاههای زمین ساختی [۲۵–۲۸]. کاربرد عناصر اصلی برای تعیین جایگاه زمین ساختی، در سالهای اخیر

مورد استفاده قرار گرفته است [برای مثال ۲، ۲۹، ۳۰]. به عنوان شاخص تعیین جایگاه زمینساختی، دادههای ژئوشیمی عناصر اصلی نمونههای انتخاب شده، در دیاگرامهای مثلثی و دیاگرامهای تفکیکی پیشنهاد شده توسط، روسر و کورش [۵]، باتیا [٤] و کروننبرگ [٦] به منظور مشخص نمودن جایگاه زمینساختی این ماسهسنگها، وارد گردید.

شکل ۳- طبقهبندی ماسهسنگها و شیلها اقتباس از هرون [۸]. در این نمودار نیز دادههای حاصل از ماسهسنگ اهواز در محدوده کوارتز آرنایت، سابلیتارنایت تا سابآرکوز قرار می گیرند

- استفاده از دیاگرام روسر و کورش [۱۰]: در این نمودار دو تابع تشخیص ۱ و ۲ به ترتیب در محورهای x و y قرار می گیرند. روش محاسبه این توابع در زیر آورده شده است.

مجلهٔ علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، شمارهٔ ۱۹، قسمت ب، بهار ۱۳۸۷

استفاده از دیاگرام تفکیکی باتیا [٤]:
باتیا (٤) معیارهای ژئوشیمیایی عناصر اصلی ماسهسنگها را برای تفکیک جایگاههای زمینساختی حوضههای رسوبی بهدست آورد. او جایگاه زمینساختی حوضههای رسوبی را به چهار نوع اصلی تقسیم کرد: جزایر قوسی اقیانوسی (CIA)، جزایر قوسی قارهای (CIA)، حواشی فعال قارهای (ACM)، جزایر قوسی فعال (PM).
باتیا [٤] نمودار تفکیک کننده تابعی را بر اساس ترسیم دو بعدی عناصر اصلی در ۲۹ نمونه ماسهسنگی در یائوزوئیک پیشنهاد نموده است.

پالنوزونیک پیشنهاد نموده است. این ماسهسنگها طوری انتخاب شدهاند که نمایانگر چهار محیط تکتونیکی مختلف شامل حاشیه قارهای غیر فعال (D)، جزایر قوسی اقیانوسی (A)، جزایر قوسی قارهای (B) و حاشیههای قارهای فعال (C) باشند.

تابع تفکیکی در نمودار مربوطه به صورت زیر میباشد:

Discriminant Function1:-0.0447 SiO₂- 0.972 TiO₂+ 0.008 Al₂O₃- 0.267 Fe₂O₃+ 0.208 FeO-3.082 MnO+ 0.140 MgO+ 0.195 CaO+ 0.719 Na₂O- 0.032 K₂O+ 7.510 P₂O₅+ 0.303 Discriminant Function2: -0.421 SiO₂+ 1.988 TiO₂- 0.526 Al₂O₃- 0.551 Fe₂O₃- 1.610 FeO+ 2.720 MnO+ 0.881 MgO- 0.907 CaO- 0.177 Na₂O- 1.840 K₂O+ 7.244 P₂O₅+ 43.57

با ترسیم دادههای حاصل از آنالیز ماسهسنگهای اهواز بر روی دیاگرام تفکیکی باتیا [٤] اکثریت نمونهها در محدودهٔ حاشیهٔ غیر فعال قارهای قرار گرفتند (شکل ٥). نمودار ۱(بر اساس دادههای خام اکسیدها):

Discriminant Functional: -1733 TiO₂+ 0.607 Al₂O₃+ 0.76 Fe₂O₃(t)- 1.5 MgO+ 0.616 CaO+ 0.509 Na₂O- 1.224 K₂O- 9.09 Discriminant Function2: 0.445 TiO₂+ 0.07 Al₂O₃- 0.25 Fe₂O₃(t)- 1.142 MgO+ 0.438 CaO+ 1.475 Na₂O+ 1.426 K₂O- 6.861

(t) : میزان اکسید آهن کل را نشان میدهد. ترسیم نمودن دادههای اکسیدهای ماسهسنگ اهواز بر روی دیاگرام روسر و کورش [۱۰]، محدوده جایگاه زمینساختی کوارتزی-رسوبی را نشان میدهد (شکل ٤). این محدوده در واقع در محدودهٔ میدهد (شکل ٤). این محدوده در واقع در محدودهٔ منشأ قارهای چرخه مجدد همراه با حاشیه غیر فعال قارهای، حوضههای رسوبی درون کراتونی و ایالتهای با چرخه مجدد قرار میگیرد [۲۲ و ۳۱]. این نتیجه با نتایج بهدست آمده از وارد نمودن دادههای این نتیجه با نتایج بهدست آمده از وارد نمودن دادههای هواز، در نمودار و gto334F4.10L259 و اهواز، در نمودار و چرخهٔ مجدد رسوبی نشان ماسهسنگ اهواز را کراتون و چرخهٔ مجدد رسوبی نشان

شکل ٤- نمودار متمایز کنندهٔ ویژگیهای برخاستگاه مجموعههای ماسهسنگی و گلسنگی با استفاده از اکسید عناصر اصلی [۱۰]. دادههای ماسهسنگ اهواز در محدودهٔ برخاستگاه رسوبی کوارتزی قرار گرفتهاند

شکل ۵- دیاگرام تفکیکی باتیا [٤] برای تفکیک جایگاههای تکتونیکی ماسهسنگها در این نمودار چهار محدوده زمینساختی حاشیهٔ قارهای غیرفعال (D)، جزایر قوسی اقیانوسی (A)، جزایر قوسی قارهای (B) و حاشیههای قارهای فعال (C) مشخص شده است. با ترسیم نمودن دادههای ماسهسنگ اهواز بر روی این دیاگرام، جایگاه حاشیهٔ غیر فعال قارهها برای تهنشست این ماسهسنگ در نظر گرفته می شود

- استفاده از ترسیم های دو بعدی: ماسه سنگ های عهد حاضر که در محیط هایی مانند جزایر قوسی اقیانوسی و قاره ای و حاشیه های قاره ای غیر فعال و فعال نهشته شده اند، دارای ترکیب متفاوتی، به ویژه از نظر K2O/Na₂O و Cal₂O₃/SiO₂ و K₂O/Na₂O و Fe₂O₃(t)+MgO هستند. باتیا [3] از ترکیبات و (CaO+Na₂O)/(CaO+Na₂O) هستند. باتیا [3] از ترکیبات شیمیایی فوق برای تفکیک محیط های تکتونیکی استفاده نمود و بر این اساس یک سری نمودارهای دو بعدی ارائه نمود و بر این اساس یک سری نموداره ای دو بعدی ارائه ترسیم شدند. داده های ماسه سنگ اهواز بر روی این نمودار ها ترسیم شدند. داده های مذکور، در محدوده ای قرار گرفته اند که یک جابجایی واضح برای درصد

میدهند. علت این امر را میتوان در زیاد بودن MgO نمونهها دانست که حاصل سیمان دولومیتی این ماسهسنگها بوده و باعث شده نمونهها از محدودهٔ حاشیه غیر فعال فاصله بگیرند (شکل ٦).

شکل ٦- ترسیمهای دو بعدی باتیا [٤] با استفاده از اکسیدهای اصلی در این نمودارها چهار محدودهٔ زمینساختی حاشیه قارهای غیر فعال (D)، جزایر قوسی اقیانوسی (A)، جزایر قوسی قارهای (B) و حاشیههای قارهای فعال (C) مشخص شده است. با کمی دقت در این نمودارها میتوان دریافت که جابجایی نمونههای ماسهسنگ اهواز به خارج از محدودهها، در اثرزیاد شدن مقدار اکسید منیزیم (به دلیل ماتریکس دولومیتی نمونهها)

www.SID.ir

مجلهٔ علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، شمارهٔ ۱۹، قسمت ب، بهار ۱۳۸۷

- *استفاده از نمودار سهتایی کروننبرگ (٦):* کروننبرگ [٦] در دیاگرامی مثلثی محدودههایی برای ٤ جایگاه تکتونیکی تعیین نمود. با ترسیم نمودن دادههای حاصل از آنالیزهای ژئوشیمی عناصر اصلی ماسه سنگ اهواز در این دیاگرام، مشاهده می شود که در این نمودار نیز تمام نمونه ها در محدودهٔ حاشیه های غیر فعال قاره ای قرار می گیرند (شکل ۷) و بدین ترتیب تأییدی بر نتایج دیاگرام های باتیا [٤] و روسر و کورش [۱۰] توسط این نمودار نیز به دست می آید.

پتروگرافی و نقطهشماری ماسه سنگهای اهواز [۲۲]، به همراه نتایچ ژئوشیمیایی این ماسه سنگها، فرض ورود رسوب از سمت کراتون عربستان با منشاء چرخهٔ مجدد رسوبي و نهشت در حاشيهٔ غيرفعال حوضه اليگو – ميوسن زاگرس (حاشیهٔ جنوب غربی بقایای نئوتتیس) را منطقی مینمایاند. این در حالی است که مطالعات جغرافیای قديمه كه قبلاً انجام شده است [۲۰، ۲۱، ۳۲ و ۳۵] نيز، منشاءگیری رسوبات تخریبی از برآمدگیهای ابتدایی حاصل از باز شدن دریای سرخ با ترکیب چرخه مجدد رسوبی، حمل طولانی روی کراتون عربستان و نهشت در دلتای ماسهسنگ اهواز و ماسهسنگ غار (معادل ماسهسنگ اهواز در کویت)، را نشان داده است. در صورت ورود رسوب از سمت کمربند چین خورده و رورانده زاگرس به حوضه نهشت آسماری اولا، انتظار آن میرود که ترکیب این ماسهسنگها، با حضور قطعات لیتیک (بیشتر آتشفشانی)، لیت آرنایت تا لیت آرنایت فلدسپات دار بوده و در دیاگرامهای مورد بحث در ناحیهٔ کمان ماگمایی یا بخشهای نزدیک به قطب لیتیک از ناحیهٔ چرخه مجدد واقع می شد. در ضمن، در این حالت نهشت ماسه سنگ اهواز در حوضه نهشت آسماری، میبایست یا منحصر به حاشيه شمال شرقي اين حوضه مي بود يا لااقل در همه

حوضه و از جمله بخشهای شمال شرقی نیز گسترش میداشت. این در حالی است که دادههای موجود، پراکندگی رخسارههای ساحلی ماسه سنگ اهواز را منحصر به حاشیه جنوب غربی حوضه فورلند آسماری و نازک شدن این زبانههای ماسهای را به سمت شمال و شمال-شرق نشان می دهد [۳۳ و ۳۳]. جالب این که با گذشت زمان، فرسایش و از بین رفتن

برآمدگیهای حاشیه دریای سرخ و باریک تر شدن حوضه زاگرس، ورود تخریبی از کراتون عربستان به حداقل خود رسیده و رسوبات حاصل از فرسایش کمربند چینخورده و رورانده زاگرس، با ترکیب لیت آرنایتی و گسترهای فراگیرتر در حوضه نهشت سازند بختیاری نهشته شده اند [۲].

شکل ۷- دیاگرامهای مثلثی کرووننبرگ (٦)، دادههای اکسیدهای اصلی ماسهسنگ اهواز در محدودهٔ حاشیهٔ غیر فعال قارهها قرار گرفتهاند

۳-۳ ژئوشیمی و هوازدگی رسوبات در منطقة منشاء: از آنجایی که آنالیزهای ژئوشیمیایی عناصر اصلی سنگهای آواری، وسیلهای مناسب برای تعیین جایگاه زمینساختی در ماسهسنگهایی که تحت تأثیر شدید دیاژنز و متامورفیسم یا سایر فرآیندهای دگرسانی و هوازدگی قرار نگرفتهاند، میباشد [11]،

۴.

لازم است تا قبل از بررسی و ارزیابی انواع جایگاه زمینساختی رسوبات، نقش هوازدگی و دیاژنز مشخص گردد [۱۷، ۳٦، ۳۷ و ۳۸]. CIA: آلتراسيون (اندیس شیمیایی ([Al₂O₃/(Al₂O₃+CaO*+Na₂O+K₂O)]×100) اغلب برای تعیین هوازدگیهای شیمیایی شدیدتر مورد استفاده قرار می گیرد [۱۷ و ۳۹]. (اکسیدها به صورت نسبت ملکولی در نظر گرفته می شوند) استفاده از این اندیس در نمونههایی که تغییرات CaO زیادی در اثر تغییر در میزان کلسیت دارند، ممکن است نتایج جالب توجهی را پیشنهاد ننمایند [۱۵]. در واقع، در نمونههای ماسهسنگ اهواز نیز با میزان CaO بالای خود نيز بدين گونه ميباشد. در این راستا، کولرز [۱۵]، اندیس هوازدگی دیگری را برای ماسهسنگهای با میزان CaO بالا و متغیر، ارائه نمود. این اندیس به صورت زیر تعریف می شود:

$CIW' = [Al_2O_3/(Al_2O_3 + Na_2O)] \times 100$

که در این فرمول نیز اکسیدها بایستی به صورت نسبت ملکولی درنظر گرفته شوند.

محدودهٔ تغییرات این اندیس، از ۵۰ برای رسوبات غیر هوازده شروع شده و به ۱۰۰ برای رسوبات به شدت هوازده ختم می شود. در نمونه های مطالعه شده از ماسه سنگ اهواز، میزان 'CIW، برای یک نمونه، زیر این رنج (با مقدار ۳۲) و مابقی، تقریباً در حول و حوش ۷۰ تغییر می نمایند (جدول ۱). وجود تنها نمونه خارج از رنج تعریف شده متوسط این اندیس را برای ماسه سنگ های اهواز تا عدد ۲۷ پایین می آورد. با این وجود، با توجه به میانگین و رنج تغییرات این اندیس برای نمونه های مطالعه شده، میزان هوازدگی متوسط را برای این ماسه سنگ ها پیشنهاد می نماییم. هوازدگی متوسط به دست آمده

41

برای این ماسهسنگها میتواند نشان دهنده فعالیت نه چندان شدید چرخه رسوبی مجدد در آب و هوای مرطوب تا نیمه مرطوب یا وجود چرخه مجدد در آب و هوای نیمه خشک تا خشک باشد [۱۷ و ٤٠]. لازم به ذکر است، شواهد پتروگرافی نیز مانند عدم یکنواختی گردشدگی دانهها در اندازههای متفاوت (دانهدرشتها گرد شدهتر از دانهریزها) که تأثیر عوامل مکانیکی را مهمتر از عوامل شیمیایی (تأثیر آب و هوا) نشان میدهد و همچنین، وجود فلدسپارهای فاقد هوازدگی واضح و گاه فلدسپارهای درشت گردشده و فاقد هوازدگی قابل توجه [٤١ و ٤٢]، وجود آب و هوای نیمهخشک تا خشک را نشان میدهد [۲۳]. از طرف دیگر، وجود چرخه مجدد رسوبی نیز با توجه به شواهد پتروگرافی (وجود سیمان رورشدی گردشده دورادور دانههای کوارتز) و نتایج آنالیز مودال [۲۳] و ژئوشیمیایی بهدست آمده در این مطالعه قطعی به نظر میرسد. بنابراین، اندیس ژئوشیمیایی هوازدگی 'CIW بهدست آمده احتمالاً، نتيجهٔ وجود چرخهٔ مجدد در آب و هوای نیمه خشک تا خشک می تواند باشد. البته، دستیابی دقیق به شرایط آب و هوایی در ارتباط با این نهشتهها نیازمند مطالعات دقیقتر، مانند مطالعه کانی های رسی می باشد.

۴- نتیجه گیری

- × وارد نمودن دادههای حاصل از آنالیزهای ژئوشیمی عناصر اصلی ماسهسنگهای بخشهای بالایی، میانی و پایینی از سازند آسماری توسط دستگاه XRF، ترکیب این ماسهسنگها را سابلیتارنایت، سابآرکوز و کوارتز آرنایت نشان میدهد.
- × نتایج XRF با استفاده از دیاگرامها (به منظور تفکیک جایگاه زمینساختی ماسهسنگها) نیز

www.SID.ir

بهشتی، به دلیل تأمین هزینههای مربوط به آنالیزها و دیگر همراهیهای آنها کمال تشکر خود را ابراز نماییم.

مراجع

- K.A.W., [1] Crook, Lithogenesis and geotectonics: the significance of compositional cariations in flysch arenites (graywackes). In: Dott, R.H. Jr., Shaver, R.H. (Eds.), Modern and ancient geosynclinal sedimentation, Society for Sedimentary Geology Special Publication, 19 (1974) 304-310.
- [2] Dickinson, W.R., Suczek, C.A., Plate tectonics and sandstone compositions. American Association of Petroleum Geologist, Bull, 63 (1979) 2164-2182.
- [3] Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. and Ryberg, P.T., Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. Geological Society of America Bulletin 94 (1983) 222-235.
- [4] Bhatia, M.R., Plate tectonics and geochemical composition of sandstones, Journal of Geology, 91 (1983) 611-627.
- [5] Roser, B.P., Korsch, R.J., Determination of tectonic setting of sandstone–mudstone suites using SiO2 content and K2O/Na2O ratio, Journal of Geology, 94 (1986) 635-650.

- جایگاه کوارتزی-رسوبی و چرخه مجدد را برای محل منشأ آنها ارائه می نماید.
- X میزان هوازدگی این ماسهسنگها با توجه به نتایج ژئوشیمیایی عدد ۲۷ بوده که حاکی از میزان هوازدگی متوسط برای منطقه منشا آنها و محیطی نیمهخشک در حضور چرخه مجدد رسوبی است. در هر حال، تعیین قطعی آب و هوای دیرینه، خود نیازمند مطالعات مبسوطتری میباشد.
- X استفاده از دادههای XRF (به منظور تفکیک جایگاه تکتونیکی ماسهسنگها)، جایگاه تکتونیکی حاشیه غیر فعال قارهای را برای ماسهسنگهای اهواز ارائه می نماید.
- x در خاتمه میتوان اظهار داشت که از تلفیق دادههای پتروگرافی و ژئوشیمی ماسهسنگها، میتوان شرایط احتمالی هوازدگی در منشا و موقعیت زمینساختی را تعبیر و تفسیر نمود که جهت بازسازی زمینساختی در زمان رسوبگذاری بسیار حائز اهمیت است.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می دانیم که از داوران محترم این مقاله که با نقطه نظرات ارزنده خود و نکته سنجی اعمال نموده موجبات ارتقای سطح علمی این مقاله را فراهم نموده اند، کمال تشکر را بنماییم. همچنین، از همکاری مسئولین محترم شرکت ملی نفت مناطق نفت خیز جنوب برای تهیهٔ نمونه های ماسه سنگ اهواز، کمال تشکر و قدردانی را می نماییم. در ادامه می بایست از همکاری صمیمانه مسئولین محترم دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید

A., Editors, 1993. Geological Society of America, Special Papers 285 Geological Society of America, Special Papers, 285 (1993) 21-40.

- [13]Rollinson, H.R., Using Geochemical Data:Evaluation, Presentation, Interpretation, Longman, UK., '(1993) 352.
- [14]Cox, R., Low, D.R. and Cullers, R.L., The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59 (1995) 2919-2940.
- [15]Cullers, R.L., The geochemistry of shales, siltstones and sandstones of Pennsylvanian–Permian age, Colorado, USA: implications for provenance and metamorphic studies, Lithos, 51 (2000) 181-203.
- [16]Fedo, C.M., Nesbitt, H.W. and Young, G.M., Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance. Journal of Geology, 23 (1995) 921-924.
- [17]Nesbitt, H.W. and Young, G.M., Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites, Nature, 299 (1982) 715-717.

[۱۸]زاهدینژاد، ج، مطالعهٔ زمینشناسی بخش ماسهسنگی اهواز در حاشیهٔ جنوب غربی حوضهٔ رسوبی

- [6] Kroonenberg, S.B., Effects of provenance, weathering sorting and on the geochemistry of fluvial sands from different tectonic and climatic environments, Proceedings of the 29th International Geological Congress, Part A, (1994) 69-81.
- [7] Pettijohn, F.J., Potter, P.E. and Siever, R., Sand and Sandstones, Springer-Verlag, New York, (1972).
- [8] Herron, M.M., Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. Journal of Sedimentary Petrology, 58 (1988) 820-829.
- [9] Bhatia, M.R. and Crook, K.A.W., Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. Contributions to Mineralogy and Petrology, 92 (1986) 181-193.
- [10]Roser, B.P. and Korsch, R.J., Provenance signatures of sandstone–mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data. Chemical Geology, 67 (1988) 119-139.
- [11]McLennan, S.M., Taylor, S.R., McCulloch, M.T. and Maynard, J.B., Geochemical and Nd–Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: Crustal evolution and plate tectonic associations. Geochimica et Cosmochimica Acta, 54 (1990) 2015-2050.
- [12]McLennan, S.M., Hemming, S., McDaniel, D.K. and Hanson, G.N., Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics. In: Johnsson, M.J. and Basu,

feldspathic and mafic sediments of the northeastern Pacific margin, Transactions of Royal Society of Edinburgh, Earth Science, 76 (1985) 411-449.

- [26]Nesbitt, H.W. and Young, G.M., Formation and diagenesis of weathering profile. Journal of Geology, 97 (1989) 129-147.
- [27]Milodowski, A.E. and Zalasiewicz, J.A., Redistribution of rare earth elements during diagenesis of turbidite/hemipelagite mudrock sequences of Llandovery age from central Wales, Geological Society of America, Special Publication, 57 (1991) 101-124.
- [28]Armstrong-Altrin, J.S. and Verma, S.P., Critical evaluation of six tectonic setting discrimination diagrams using geochemical data of Neogene sediments from known tectonic settings. Sedimentary Geology, 177 (2005) 115-129.
- [29]Zimmermann, U. and Bahlburg, H., Provenance analysis and tectonic setting of the Ordovician clastic deposits in the southern Puna Basin, NW Argentina. Sedimentology, 50 (2003) 1079-1104.
- [30]Armstrong-Altrin, J.S., Lee, Y.I., Verma, S.P. and Ramasamy, S., Geochemistry of sandstones from the Upper Miocene Kudankulam Formation, southern India: implication for provenance, weathering and tectonic setting. Journal of Sedimentary Research, 74 (2004) 285-297.

آسماری، شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۶۶، گزارش شمارهٔ ب– ۲۰۸۸، صفحهٔ ۱۲۵.

- [19]Wells, A.J., Littofacies and geological history of lower Tertiary sediments in southwest Iran IOOC Rep. 1108 (Unpublished), (1967).
- [20]Ziegler, M.A., Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian plate and its hydrocarbon occurrences, Gulf Petrolink, Bahrain, Geo Arabia, 6, 3 (2001).
- [21]Buck, S.G., Ahwaz Reservoir Characterization Study, Schlumberger-NIOC (unpublished), (1991).
- [۲۲]حسینی برزی، م و جعفرزاده، م، رخسارههای سنگی، محیط رسوبی و برخاستگاه نهشتههای مخلوط سیلیسی آواری-کربناته-تبخیری سازند آسماری در میدان نفتی اهواز با نگرشی بر مکانیسمهای موثر در اختلاط، فصل نامهٔ علوم زمین سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲.
- [۲۳] جعفرزاده، م، محیط رسوبی و دیاژنز سازند آسماری در میدان نفتی اهواز با تاکید بر بخش ماسهسنگی این سازند، پایاننامهٔ کارشناسیارشد زمینشناسی، گرایش رسوبشناسی و سنگشناسی رسوبی، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۵، صفحهٔ ۲۰۰
- [24]Das, B.K., AL-Mikhlafi, A.S. and Kaur, P., Geochemistry of Mansar Lake sediments, Jammu, India: Implication for source-area weathering, provenance, and tectonic setting. Journal of Asian Earth Science, 26 (2006) 649-668.
- [25]Van de Kamp, P.C. and Leake, B.E., Petrography and geochemistry of

Basin, SW Japan: implication of factor analysis to sorting effects and provenance signatures, Sedimentary Geology, 171 (2004) 159-180.

- [39]Chittleborough, D.J., Indices of weathering for soils and palaeosols formed on silicate rocks, Australian Journal of Earth Sciences 38 (1991) 115-120.
- [40]Young, G.M., Some aspects of the geochemistry, provenance, paleoclimatology of the Torridonian of NW Scotland. Journal of Sedimentary Research, 69 (1999) 588-596.
- [41]Pettijohn, F.J., Potter, P.E. and Siever, R., Sand and Sandstone. Berlin7 Springer-Verlag;. (1987) 553.
- [42]Amireh, B.S., Mineral composition of the Cambrian–Cretaceous Nubian Series of Jordan: provenance, tectonic setting and climatological implication. Sedimentary Geology, 71 (1991) 99-119.

- [31]Cingolani, C.A., Manassero, M. and Abre, P., Composition, Provanance, and tectonic setting of Ordovician siliciclastic rocks in the San Rafael block, Southern extension of the Precordillera crustal fragment, Argentina, Journal of South American Earth Sciences 16 (2003) 91-106.
- [32]Alavi, M., Regional Stratigraphy of the Zagros Fold-Thrust belt of Iran and its Proforland evolution, American Journal of Science, 304 (2004) 1-20.

[۳۳]مطیعی، ه، زمین شناسی ایران: چینه شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۲، صفحهٔ ۵۳٦.

- [34]Rangzan, K., Iqbaluddin, Sedimentation as Guide to tectonic setting of Agajari Formation, Zagros structural belt, SW Iran. Journal of Indian Association of Sedimentologists, 17, 4 (1998) 1-11.
- [35]McCoard, D.R., Regional Asmari geology of Ahwaz-Marun area., (1974).
- [36]Nesbitt, H.W., Markovics, G. and Price, R.C., Chemical processes affecting alkalines and alkaline earths during continental weathering. Geochimica et Cosmochimica Acta, 44 (1980) 1659-1666.
- [37]Johnsson MJ., The system controlling the composition of clastic sediments. In: Johnsson MJ, Basu A, editors. Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments. Boulder7 Geological Society of America; (1993) 1-19.
- [38]Ohta, T., Geochemistry of Jurassic to earliest Cretaceous deposits in theNagato