****

**زمین‌شیمی عناصر کمیاب در سنگ‌های منشأ میدان نفتی اهواز، استان خوزستان**

**منا صافی \*1 ، مسعود علی‌پوراصل2 ، محمدحسين حيدري‌فرد 3**

1كارشناسي ارشد ژئوشيمي، دانشكده علوم زمين، دانشگاه صنعتی [شاهرود.mona.safi17@gmail.com](mailto:شاهرود.mona.safi17@gmail.com)

2دكتراي تخصصي زمين‌شناسي اقتصادي، استادیار، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود. masoodalipour@[shahroodut.ac.ir](mailto:alipourr_m@yahoo.com)

3 كارشناسي ارشد زمين‌شناسي نفت، مسئول ژئوشيمي، گروه زمين‌شناسي، شركت ملي مناطق نفتخيز جنوب. heidarifard1344@yahoo.com

**چکیده :**

میدان نفتی اهواز در استان خوزستان، در جنوب غربی ایران و در زیر شهر اهواز قرار گرفته است. هدف از این مطالعه ارزیابی تغییرات غلظت عناصر کمیاب (نیکل، کبالت ، وانادیوم و...) و بررسی ژئوشیمیایی آنها در سنگ‌های منشأ این میدان است. این پژوهش برای اولین بار است که در ایران به بررسی ژئوشیمیایی عناصر کمیاب روی سنگ منشأ می‌‌پردازد ولی در ارتباط نزدیک با این پژوهش برروی نفت خام میدان اهواز و سایر میادین نفتی ایران مطالعاتی صورت گرفته است، سنگ منشأ اصلی این میدان سازند کژدمی است و سازند پابده، شیل قاعده‌ای آسماری و سازندگورپی سنگ‌های منشأ احتمالی هستند. در این پژوهش،13 نمونه از سنگ‌های منشأ 5 گمانه این میدان با همکاری شركت ملي مناطق نفتخيز جنوب انتخاب شد و به منظور بررسی عناصر کمیاب با استفاده از روش ICP-MS در آزمایشگاه Acme کشور کانادا آنالیز شدند. مقدار نیکل بین 7/18تا 5/92 (متوسط 69/47) گرم درتن، وانادیوم بین 30 تا 306 (متوسط 92/90) گرم در تن و کبالت بین 2/2 تا 24 (متوسط 70/8) گرم در تن اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مواد آلی ورودی سنگ‌های منشأ میدان اهواز ترکیبی از مواد آلی دریایی و خشکی است و این مواد آلی در شرایط غیراکسیدان نهشته شدند.

**واژه هاي كليدي:** زمین‌شیمی، عناصر کمیاب، سنگ منشاء، میدان‌ نفتی اهواز.



**Trace elements geochemistry of petroleum source rocks in the Ahvaz oilfield, Khuzestan province**

**M. Safi\*1, M. Alipour-Asll2, M.H. Heidarifard3**

1M.Sc. Student in Geochemistry, Faculty of Earth Sciences, Shahrood University of Technology.

2Ph.D. in Economic Geology, Assistant Professor, Faculty of Earth Sciences, Shahrood University of Technology.

3M.Sc. in Petroleum Geology, Head of Geochemistry, Department of Geology**,** National Iranian South Oil Company.

**Abstract**

Ahwaz oilfield is located in Khuzestan province, southwest of Iran and below the Ahwaz city. The aim of this study is to evaluate the variations of trace elements concentration (Ni,V,Co,…) and their geochemical investigations in petroleum source rocks of Ahvaz oilfield. This research investigate geochemistry of trace elements on the source rocks for the first time in Iran, however about trace elements geochemistry of crude oils have been done many research in the Ahwaz and other oilfields. The main source rock of Ahwaz oilfield is Kazhdomi formation and Pabdeh F., shale units in the base of Asmari F., and Gurpi F. are the possible source rocks In this study, the 13 source rock samples from 5 wells of Ahvaz oilfield in partnership with National South Oil Company were selected and analyzed by using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) at the ACME lab in Canada. The concentrations of Ni, V, and Co range from 18.7 – 92.5 (47.69) ppm, 30 – 306 (90.92) ppm, and 2.2 – 24 (8.70) ppm, respectively. The results of this study indicate that the source rocks of Ahvaz oilfield have mixed marine and terrestrial organic matter input and the matters deposited in anoxic environments.

**Keywords:** Geochemistry, trace elements, source rock, Ahvaz Oilfield

**1) مقدمه:**

مطالعه ژئوشیمیایی کانی ها، سنگ ها و کانسنگ ها از روش های مهم و کاربردی برای بررسی منشأ ، شرایط تشکیل و ارزیابی اقتصادی و کیفیت آنها می باشد. این بررسی ها بر رفتارهای ژئوشیمیایی عناصر اصلی، فرعی، کمیاب و خاکی کمیاب در محیط‌



های مختلف زمین شناسی بنیان نهاده شده است. در این میان نقش عناصر کمیاب برجسته است ، برای اینکه این عناصر کمتر تحت تاثیر فرایندهای پس از تشکیل سنگ ها و کانسنگ ها مانند دگرسانی، تبلور مجدد، دگرگونی و ... قرار می گیرند. عناصر کمیاب بدلیل ماهیت ژئوشیمیایی منحصر به فرد خود کاربردهای زیادی در پژوهش های علوم زمین برای پی بردن به منشأ سنگ ها، کانسنگها و مواد آلی، تفسیر ژنتیکی آنها، شرایط نهشته گذاری سنگ های رسوبی و شرایط اکسیدان- احیاء محیط ته نشست سنگهای رسوبی دارند (Takeda and Arikawa, 2005; Akinlua et al., 2008).

مواد هیدروکربوری در حوضه‌های رسوبی در شرایط خاصی تشکیل می‌شوند. عواملی از قبیل جنس مواد، میزان مواد آلی، منشأ مواد، عمق نهشته‌گذاری، شدت رسوبگذاری، پایداری تکتونیکی، و شرایط اکسیداسیون- احیا در میزان پتانسیل هیدروکربوری سنگ منشأ نفت تاثیرگذار هستند. نوع و بلوغ حرارتی مواد آلی و محیط نهشته‌گذاری آنها تاثیر مهمی روی تمرکز عناصر کمیاب در سنگ منشأ دارد .(Lewan, 1984) عناصر کمیاب که به‌شکل کمپلکس‌های پورفیرین در سنگ منشأ نفت وجود دارند، ممکن است از مولکول‌های آلی در طول دیاژنز و نیز از منابع بیوژنیک و غیربیوژنیک مشتق شوند (Barwise, 1990; Nwachukwu et al., 1995; Akinlua et al., 2007). فلزاتی که همیافتی قطعی با مواد آلی دارند شاید بعنوان ابزار ارتباطی قابل‌اعتماد بکار گرفته شوند. نیکل، وانادیم و کبالت (به مثابه عناصر بیوفیل) از این جمله هستند (Barwise, 1990; Udo et al., 1992; Akinlua et al., 2007). در پژوهش حاضر، با مطالعه ژئوشیمی عناصر کمیاب نیکل، وانادیوم، و کبالت برای شناسایی سنگ‌های منشاء نفت، منشأ مواد و شرایط نهشته‌گذاری آنها در میدان نفتی اهواز پرداخته شده است.

**2) زمین‌شناسی میدان نفتی اهواز**

میدان نفتی اهواز در استان خوزستان، در بخش مرکزی شهر اهواز، در جنوب غربی ایران، در فرو افتادگی دزفول قرار دارد و دارای روند شمال‌غربی- جنوب‌شرقی، به موازات رشته‌کوه زاگرس می‌باشد. طول میدان اهواز 67کیلومتر و عرض آن 6 کیلومتر است. این میدان نفتی، از شمال با میدان نفتی رامین، از شرق با میدان نفتی مارون، از جنوب با میدان نفتی شادگان و میدان نفتی منصوری و از غرب با میدان نفتی آبتیمور و میدان نفتی سوسنگرد مجاور است (شکل 1). میدان نفتی اهواز ساختاری تاقدیسی دارد و تقریبا از آخرین بخش‌های ناحیه چین‌خورده زاگرس به‌حساب می‌آید. این تاقدیس بر روی یک بالاآمدگی (هورست) که در طبقات قدیمی‌تر اتفاق افتاده است، قرار دارد و به ‌صورت نابرجا در زیر تاقدیس سطحی اهواز از سازند آغاجاری واقع است. تاقدیس اهواز کم‌ و‌ بیش متقارن می‌باشد. مخازن اصلی این میدان شامل سازند آسماری و گروه‌های بنگستان و خامی است که سنگ مخزن‌های آسماری، بنگستان و خامی به‌ترتیب در عمق‌های 2500، 3000 و 4600 متری واقع هستند. سنگ‌منشأ اصلی این میدان سازند کژدمی و سنگ‌های ‌منشأ احتمالی آن سازند پابده، شیل‌های قاعده‌ای آسماری و سازند گورپی می‌باشند، که مطالعه ژئوشیمی عناصر کمیاب در تحقیق حاضر برروی سنگ‌های منشأ نفت این میدان می‌باشد.





**شکل1) موقعیت جغرافیایی میدان نفتی اهواز (سپه‌وند، 1386)**

3) **روش کار**

در اين پژوهش به منظور ارزيابي و بررسي خصوصيات ژئوشيميايي سنگ‌های منشأ میدان اهواز، غلظت عناصر کمیابی چون نیکل، وانادیوم و کبالت اندازه‌گیری شد. در این راستا 5 چاه از این میدان با همکاری شرکت ملی نفتخیز جنوب انتخاب و 13 نمونه با رعایت استانداردهای لازم از سنگ‌های منشأ نمونه‌گیری شد و در اختیار دانش‌پژوه قرار گرفت. نمونه‌های سنگ پس از خردایش و نرمایش با استفاده از روش طیف‌ سنجی جرمی پلاسمای جفت شده القایی (ICP-MS) برای عناصرکمیاب در آزمایشگاه Acme کانادا تجزیه شدند. در مرحله بعد بر اساس نتایج بدست آمده، تفسیرهای لازم صورت گرفته است.

**4) ژئوشیمی سنگ‌های منشأ نفت در میدان اهواز**

نسبتهای محاسبه شده از عناصرکمیاب(نیکل، وانادیوم، کبالت) در ارزیابی منشأ، محیط رسوبی ودر بعضی موارد بلوغ حرارتی ماده آلی، استفاده می‌شود Galarraga et al., 2008; Akinlua et al., 2010) ;1992 (Udo et al., ، نسبت V/Ni کمتر از 9/1 نشان‌دهنده مواد آلی خشکی ومقدار3- 9/1 این نسبت نشان دهنده ترکیبی از مواد آلی با منشأ دریایی و خشکی است ومقدار بالاتراز 3 این نسبت، نشان دهنده مواد آلی دریایی است (Galarraga et al.2008). مقدار نسبت V/Niبدست آمده در سنگ‌های منشا میدان نفتی اهواز، مقداری بین 71/0 تا 30/3 است، که نشان دهنده ترکیبی از مواد آلی خشکی و دریایی تشکیل دهنده برای سنگ‌های منشأ این میدان می‌باشد(جدول1). نسبت V/V+Ni به عنوان شاخص مناسب ديگري براي شناسايي حوضه رسوبي ميباشد (Lewan, 1984 .( این نسبت برای سنگ‌های منشأ میدان اهواز بین 41/0تا 76/0 است می‌توان اظهار داشت که مواد آلی سنگ‌های منشأ این میدان درمحیطی بدون اکسیژن ته‌نشست یافته‌است (جدول 1). غنی شدگی بیشتر



سنگ‌منشأ از وانادیوم نسبت به نیکل در سنگ‌های منشأ، در محیط‌های غیراکسیدان (anoxic) رخ می‌دهد (Peters and Moldowan, 1993 ). مقادیر غلظت نیکل و وانادیوم در میدان اهواز و مقایسه میانگین آنها (وانادیوم برابر با 92/90 و نیکل برابر با 69/47 گرم در تن) غنی‌شدگی وانادیوم را نسبت به نیکل نشان می‌دهد. نسبت Ni/Co نیز یک راهنمای خوب پتانسیل اکسیداسیون- احیاء است و نسبت کمتر از 3 آن نشان دهنده شرایط اکسیدان محیط نهشته‌گذاری است (Dypvik,1984; Dill,1986; Jones and Manning,1994.). در تمامی نمونه‌های مطالعه شده در میدان اهواز نسبت Ni/Co دامنه‌ای بین 22/2 تا 36/22 محاسبه شد که نشان‌دهنده شرایط نهشته‌گذاری غیراکسیدان است (جدول 1).

**جدول1) نسبت‌های عناصر کمیاب محاسبه شده برای سنگ‌های منشاء میدان نفتی اهواز.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| V/V+NI | V/NI | NI/CO | samples |
| 0.64 | 1.85 | 10.33 | AZ-1 |
| 0.69 | 2.25 | 3.16 | AZ-2 |
| 0.58 | 1.41 | 7.59 | AZ-3 |
| 0.43 | 0.77 | 8.06 | AZ-4 |
| 0.67 | 2.08 | 5.05 | AZ-5 |
| 0.68 | 2.13 | 2.55 | AZ-6 |
| 0.76 | 3.30 | 10.75 | AZ-7 |
| 0.51 | 1.04 | 7.65 | AZ-8 |
| 0.72 | 2.66 | 22.36 | AZ-9 |
| 0.69 | 2.23 | 2.22 | AZ-10 |
| 0.57 | 1.36 | 10.53 | AZ-11 |
| 0.63 | 1.75 | 3.2 | AZ-12 |
| 0.41 | 0.71 | 7.22 | AZ-13 |

**5) نتیجه‌گیری**

نتايج به دست آمده از اين پژوهش همانطور که در جدول شماره 1 نشان داده شده است، به طور كلي به شرح زیر مي‌باشد:

1- اندازه‌گیری نيكل و واناديوم و کبالت ، روش سريع و مطمئنی جهت بررسی محیط ته‌نشست مواد آلی تشکیل دهنده سنگ منشأ نفت می‌باشد.

2- نسبتV/Ni نمونه‌های سنگ‌منشأ در میدان مورد مطالعه، دامنه‌ای بین71/0 تا30/3 است، که نشان‌دهنده ورود مواد آلی از منشاء خشکی و دریایی است.

3- از آنجایی که نسبت‌های Ni/Co و V/V+Ni راهنمای خوب و مفیدی برای ارزیابی شرایط ردوکس محیط رسوبگذاری می‌باشند، شرایط غیراکسیدان برای محیط نهشته‌گذاری سنگ‌های منشأ میدان نفتی اهواز پیش‌بینی شد.



**منابع فارسی**

1- سپه وند، س.، 1386، گزارش تكميلي زمين شناسي چاه اهواز- 307 (خامی)، اداره زمين شناسي تحت الارضي، اداره كل زمين شناسي، مديريت اكتشاف شركت ملي نفت ايران.

**References**

1. Akinlua, A., Torto, N., 2006. Determination of selected metals in Niger Delta oils by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Anal. Lett. 39 (9), 1993-2005.

2. Akinlua, A., Torto, N., Ajayi, T.R., 2008. Determination of rare earth elements in Niger Delta crude oils by inductively coupled plasma-mass spectrometry. Fuel 87, 1469-1477.

3. Akinlua, A., Adekola, S.A., Swakamisa, O., Fadipe, O.A., Akinyemi, S.A., 2010. Trace metals characterisation of Cretaceous Orange Basin hydrocarbon source rocks. App. Geochem. 25, 1587-1595.

4. Barwise, A.J.G., 1990. Role of nickel and vanadium in petroleum classification. Energy Fuels 4, 647-652.

5. Dypvik, H., 1984. Geochemical compositions and depositional conditions of upper Jurassic and lower Cretaceous Yorkshire clays, England, vol. 121. GeologicalMagazine, pp. 489-504.

6. Dill, H., 1986. Metallogenesis of early paleozoic graptolite shales from the graefenthal horst (northern Bavaria-Federal Republic Of Germany). Econ. Geol. 81, 889-903.

7. Galarraga, F., Llamas, J.F., Martinez, A., Martinez, M., Marquez, G., Reategui, K., 2008.V/Ni ratio as a parameter in palaeoenvironmental characterization of nonmature medium-crude oils from several Latin American basins. J. Petrol. Sci. Eng. 61, 9-14.

8. Jones, B., Manning, D.C., 1994. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of paleo-redox conditions in Ancient mudstones. Chem. Geol. 111, 111-129.

9. Lewan, M.D., 1984. Factors controlling the proportionality of vanadium to nickel in crude oils. Geochim. Cosmochim. Acta 48, 2231-2238.

10. Nwachukwu, J.I., Oluwole, A.F., Asubiojo, O.I., Filby, R.H., Grimm, C., Fitzgerald, S., 1995. A geochemical evaluation of Niger Delta crude oils. In: Oti, M.N., Postma, G. (Eds.), Geology of Deltas. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, pp. 287-300.

11. Peters, K.E., Moldowan, J.M., 1993. The biomarker guide: interpreting molecular fossil in petroleum and ancient sediments. Prentice Hall, London, p. 363.



12. Takeda, K., Arikawa, Y., 2005. Determination of rare earth elements in petroleum by ICP-MS. Bunseki Kagaku 54, 939-943 (in Japanese with English abstract).

13. Udo, O.T., Ekwere, S., Abrakasa, S., 1992. Some trace metal in selected Niger Delta crude oils: application in oil-oil correlation studies. J. Min. Geol. 28, 289-291.