



تعیین منشأ شورابه‌های میدان نفتی مارون به کمک ایزوتوب‌های پایدار و ترکیب شیمیایی

وحید می‌سخت^۱، حسن میرزا^۲، عبدالحسین اهینی^۳، حسین محمدزاده^۴، قدرت‌الله حق‌پرست^۵

۱. تهران، دانشگاه تهران، پردیس علوم، دانشکده زمین‌شناسی

۲. مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه زمین‌شناسی

۳. اهواز، کوی فدائیان اسلام، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، ساختمان چهارطبقه، اداره زمین‌شناسی گسترشی

چکیده

در این تحقیق منشأ شورابه‌های میدان نفتی مارون با بررسی ترکیب شیمیایی (عنصر Cl, Br و Na) و ایزوتوب‌های پایدار D و O^{18} مورد مطالعه قرار گرفته است. با تصویر نمودن داده‌های بدست آمده از آزمایشات شیمیایی و ایزوتوبی بر روی روندهای مختلفی مانند تبخیر آب دریا، اختلاط با آبهای جوی و غیره، منشأ شورابه‌های این میدان نفتی تبخیر آب دریا تعیین گردیده و میزان اختلاط آن با آبهای جوی بنظر بسیار ناچیز می‌رسد.

Determinate Origin of Marun oilfields with Isotopic and Chemical Data

Abstract

The trace element (Br, Cl and Na) and stable isotope (H and O) compositions of the Marun oilfield have been studied with the purpose of determining the origin of the brines. The position of brines correspond with seawater evaporation trend line. Accordingly, the Marun brine has originated from the evaporation of seawater but mixing with meteoric water is minimal.

مقدمه

تعیین منشأ و نحوه تحول منابع زمین‌شناختی می‌تواند در چگونگی بهره‌برداری از این منابع، شناسایی منابع جدید، توسعه روش‌های بهره‌برداری و غیره نقش مهمی ایفا کند. ارزیابی منشأ و تکامل شورابه‌های میدان مارون علاوه بر پاسخگویی به این دو بخش می‌تواند حوادث و فعل و انفعالات شورابه و سنگ دربرگیرنده را تشریح نماید. این امر به افزایش شناخت از مخزن نفتی منجر شده و در مواردی همانند نمکی شدن نفت و شناسایی منشأ احتمالی و یا شناسایی نشت و نفوذ آبهای جوی به درون مخزن کاربرد دارد.



یون‌های Br و Cl بعنوان ردیاب، توانایی تشخیص و کاربرد در آبهای طبیعی را دارند. این مشخصه، استفاده از غلظت‌های Br و نسبت‌های Cl/Br را برای استنتاج منشاء ژئوشیمیایی آبهای زیرزمینی گوناگون امکان- پذیر می‌سازد (Freeman, 2007).

ایزوتوپ‌های پایدار نیز نقش مهمی در فهم منشاء شورابه‌ها ایفا می‌کنند. بطور کلی شورابه‌ها بخش گستردگی از دیاگرام‌های δD بر حسب $\delta^{18}\text{O}$ را پوشانده و افزایش عمومی در ترکیب ایزوتوپی در حرکت به سمت عرض‌های بالاتر را نشان می‌دهند. در بسیاری حالات، قواعد ایزوتوپی پایدار شورابه‌ها بوسیله اختلاط چندین سازنده، که دو حالت غالب و معمول آنها شامل آب دریا و آب جوی می‌باشد، تشریح و تفسیر می‌شوند (Sharp, 2005). برای این منظور از نسبت ایزوتوپی δD بر حسب $\delta^{18}\text{O}$ استفاده شده و برای هر نمونه پس از بدست آوردن δD و $\delta^{18}\text{O}$ (هر دو نسبت ایزوتوپی برای مولکول‌های H_2O اندازه‌گیری می‌شوند)، معمول بر این است که داده‌های ایزوتوپی را بر روی دیاگرام δD در مقابل $\delta^{18}\text{O}$ منتقل نموده و روندهای گوناگونی از جمله تبخیر آب دریای امروزین و/یا اختلاط شورابه با آبهای جوی و/یا برخی واکنش‌های آب - سنگ را مشخص و ترسیم می‌نمایند. با مقایسه نقاط تصویرشده برای نمونه‌های شورابه با روند تبخیر آب دریا و نیز دیگر روندهای تشخیص داده شده (مثلاً اختلاط شورابه با آبهای جوی و/یا منشاء گرفتن شورابه‌ها از طریق اتحال و شستشوی نمک از سازندهای نمکدار و/یا روندهای واکنش آب - سنگ گوناگون از قبیل دولومیتیازیون، آلبیتیازیون وغیره)، می‌توان به منشاء احتمالی شورابه‌های مورد مطالعه پی‌برد.

موقعیت زمین شناسی

میدان مارون در جنوب غربی ایران واقع شده و یکی از بزرگترین و مهمترین میدان‌نفتی ایران و جهان می‌باشد. شورابه‌های مورد مطالعه از سازنده کربناته آسماری که مهمترین سنگ مخزن این میدان می‌باشد، نمونه‌برداری شده‌اند. سنگ پوش در مخزن آسماری این میدان سازنده گچساران است.

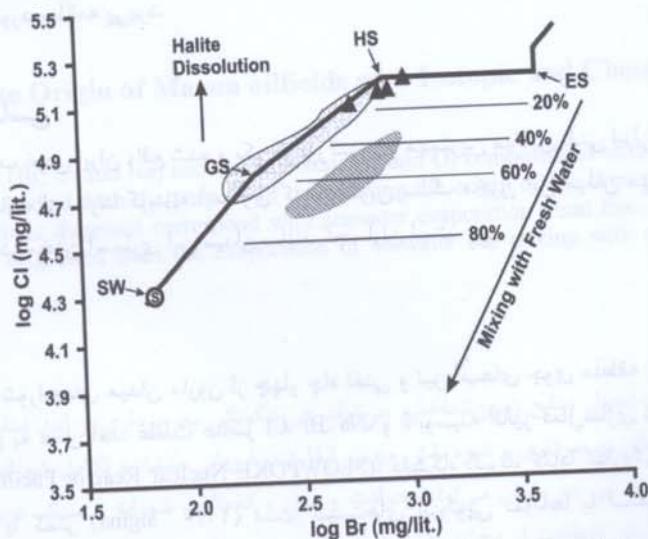
روش‌های مطالعه

برای بررسی منشاء شورابه‌های میدان مارون از چهار چاه نفتی و نیز آبهای جوی منطقه (آب رودخانه و آب باران) نمونه برداری به عمل آمد. غلظت عنصر Cl, Na, Br, I بوسیله آنالیز فعال سازی نوترونی (NAA) در دستگاه SLOWPOKE Nuclear Reactor Facility (SNRF) است. کاتانا اندازه‌گیری شد. خطای این اندازه‌گیری‌ها 3% یا کمتر ($1+/-$) است. نسبت‌های ایزوتوپی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه Finnigan DeltaPlusXP) اندازه‌گیری شدند.

منشاء شورابههای میدان نفتی مارون

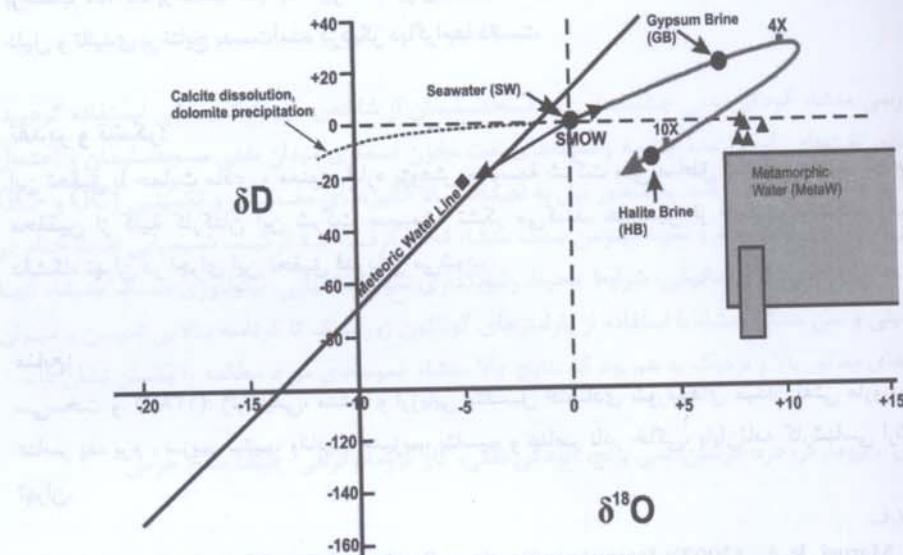
«روند تبخیر آبداریا» (S - E - T)، بصورت مرجعی برای آبهای سازندی درون حوضه‌های رسوبی در دیاگرام غلظت Cl و Br در برابر همدیگرنشان داده می‌شود (Carpenter, 1978) (شکل ۱). بر روی S - E - T نسبت Cl در برابر Br، همانند تبخیری‌های ناشی از آب دریا ثابت باقی‌مانده (در حدود ۳۰۰ mg/lit) و بصورت افزایشی غنی شده تا شورابه حاصل در نقطه‌ای که نسبت جرمی Cl/Br به آهستگی تا ۲۷۰ سقوط می‌کند، اشباع از ژپس شود (شکل ۱). تنفسیتی (رسوب) هالیت در نقطه‌ای که بصورت تقریبی lit Cl ~ ۱۸۰۰۰ mg/lit و Br ~ ۱۰۰۰ mg/lit می‌باشد، رخ‌می‌دهد (Carpenter, 1978). علاوه بر نزدیکی بسیار زیاد نمونه‌های شورابه مارون به روند تبخیر آب دریا، امتداد مکان تصویرشدن این نمونه‌ها به نقطه آب دریا می‌رسد. این امر به عنوان دلیلی بر نشأت گرفتن این شورابه‌ها از آب دریا تفسیر می‌شود (سی‌سخت، ۱۳۸۷).

با توجه به موقعیت شورابههای مارون در دیاگرام δD در برابر $\delta^{18}\text{O}$ (شکل ۲)، بنظر می‌رسد شورابههای مارون بدشت تبخیر یافته اند و حد واسط آب دریایی که ۴ و ۱۰ مرتبه تقلیل شده، قرار می‌گیرند. این موضوع نشان می‌دهد که شورابههای اولیه در خلال تبخیر شدید آب دریایی که از نقطه اشباع ژپس (GS) گذشته و به نقطه اشباع از هالیت نزدیک شده ولی کاملاً از این نقطه عبور نکرده، توسعه و گسترش یافته‌اند. موقعیت شورابههای مارون بر روی دیاگرام Log Cl در برابر Log Br، و در محدوده نزدیک به اشباع از این فرضیه را تائید می‌کند.



شکل ۱. موقعیت نمونه‌های شورابه میدان مارون در دیاگرام Log Cl - Log Br (روند تبخیر آب دریا از Lonnee and Machel, 2004) در صد اختلاط از ۲۰۰۳ (اقتباس شده‌اند). Birkle and Maruri, 2003 نشان می‌دهند. آب دریا: GS: نقطه اشباع ژپس؛ HS: نقطه اشباع رسوب هالیت و ES: نقطه اشباع ایسومیت را نشان می‌دهند. این دیاگرام علاوه بر اینکه منشاء آب دریا برای شورابههای مارون را ثابت می‌کند میزان بسیار ناچیز اختلاط شورابههای مارون با آبهای جوی را نشان می‌دهد (ناحیه هاشور زده داده‌های Birkle and Maruri, 2003 و ناحیه موزانیکی داده‌های Lonnee and Machel, 2004 را مشخص می‌کنند (جهت مقایسه)).

در شکل ۲ محل نمونه‌های شورابه مارون در نزدیکی روند تبخیر آب دریا تصویر شده‌اند. روند کلی و مکان این شورابه‌ها بر روی این دیاگرام تأیید کننده منشاء آب دریایی داشتن این شورابه‌ها است (سی‌سخت، ۱۳۸۷). فاصله موجود بین محل تصویر شدن نمونه‌های شورابه مارون و خط تبخیر آب دریا بیانگر واکنش‌های دیابتیکی بوده که ترکیب ایزوتوپ O^{18} این شورابه‌ها را اندکی تغییر داده است. با توجه به آنکه عموماً در ترکیب کانیهای تشکیل دهنده پوسته زمین (در اینجا سنگ‌های رسوبی میدان مارون) هیدروژن چندانی یافته نمی‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر ایزوتوپی H^3 تغییری نیافتد است. بنابراین با امتداد نقاط بدست آمده برروی این منحنی (عمود بر محور δD) و تعیین محل تقریبی شورابه‌های مارون بر روی این منحنی مشخص می‌شود که این شورابه‌ها از نقطه GB گذشته و در فاصله نزدیک به نقطه HB قرار دارند.



شکل ۲. موقعیت نمونه‌های شورابه میدان مارون در دیاگرام $O^{18}\text{O} - \delta D$ (اقتباس از Lonnee and Machel, 2006). روند تبخیر آب دریا بصورت یک منحنی قلاب مانند ترسیم شده است. نزدیکی موقعیت نمونه‌های شورابه مارون به منحنی تبخیر آب دریا دلیل قاطعی بر نشانه گرفتن این شورابه‌ها از آب دریا ارائه می‌کند. فاصله کم میان این نقاط و منحنی تبخیر آب دریا احتمالاً ناشی از واکنش با سنگ دربرگیرنده (سازند آسماری) می‌باشد.

عدم وجود گسل در کلیه چاههای حفر شده در میدان مارون این موضوع را قویاً تایید می‌کند که الاستیسیته بالای انیدریت و نمک موجود در سازند گچساران تا اندازه زیادی مانع از تاثیر نیروهای تکتونیکی بر سازند آسماری میدان نفتی مارون شده است. از طرف دیگر با توجه به تجربه میدان‌های هم‌جوار چنانچه پوش سنگ به هر دلیلی بشکند، مواد هیدروکربوری به سطح زمین راه می‌یابد (مانند ماماتین) و یا در لایه‌های متخلخل فوقانی ایجاد پاکت‌های گاز یا نفت می‌نماید (مانند میادین نفت سفید و هفتکل). بجز نفوذ آب و دیگر سیالات



از طریق مهاجرت جانبی در سازند آسماری (که عمدتاً با استخراج بخشی از سیالات موجود در مخزن و بوقوع می-پیوندد) و نیز مقادیر بسیار ناچیز سیالاتی که از طریق شکستگی های دیواره چاهها بدرон سازند آسماری وارد می شوند (تصویرت مقطعی)، امکان نفوذ سیالات جوی کاملاً بعید بنظر می رسد. این موضوع با توجه به مکان تصویر شدن نمونه های شورابه مارون در دیاگرام Log Cl – Log Br (شکل ۲) و موقعیت این نمونه ها نسبت به روند تبخیر آب دریا قطعی است. در صورتی که در میدان مارون اختلاط با آبهای جوی و یا شستشوی نمک از سازند های نمک داری مانند گچساران انجام می شد، محل تصویر شدن نمونه های مارون کاملاً متفاوت با محل کنونی آنها و در نزدیکی موقعیت های انجلا نمک و یا آبهای زیرزمینی کم عمق قرار می گرفت.

نتایج بدست آمده از دیاگرام ایزوتوپی $\delta^{18}\text{O}$ – δD با نتایج بدست آمده از برخی دیاگرام های آنالیز شیمیایی Na بر حسب Cl. Br (تفسیر شده برای منشاء)، مطابقت داشته و هر کدام از این دیاگرام ها را می توان دلیل و تائیدی بر نتایج بدست آمده در دیگر دیاگرام ها دانست.

تقدیر و تشکر:

این تحقیق با حمایت مادی و معنوی اداره پژوهش و توسعه شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب انجام شده است. محققین از کلیه کارکنان این شرکت صمیمانه تشکر می کنند. همچنین از حمایت دانشکده زمین شناسی دانشگاه تهران در اجرای این تحقیق قدردانی می شود.

منابع:

- سی سخت و. (۱۳۸۷): زئوژیمی، منشاء و ارزیابی پتانسیل اقتصادی شورابه های میدان نفتی مارون، با تأکید بر عناصر ید، برم، سزیم، لیتیم، وانادیم، منیزیم، پتاسیم و عناصر نادر خاکی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- Birkle, P., Maruri, R.A., (2003): Isotopic indications for the origin of formation water at the Activo Samaria-Sitio Grande oil field, Mexico. *J. Geochem. Explor.* 78-79, 453–458.
- Carpenter, A.B., (1978): Origin and chemical evolution of brines in sedimentary basins. *Oklahoma Geological Circular* 79, 60-77.
- Drever J.I., (1982): *The geochemistry of natural waters*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Freeman, J.F., (2007): The use of bromide and chloride mass ratios to differentiate salt-dissolution and formation brines in shallow groundwaters of the Western Canadian Sedimentary Basin, *Hydrogeology Journal*, 15, 1377–1385.
- Lonnee, J., Machel, H.G., (2006): Mixing of halite brines with meteoric water in the Clarke Lake gas field, Canada, *Journal of Geochemical Exploration*, 89, 243–246.
- Sharp, Z., (2005): *Principles of stable isotope geochemistry*, Pearson Education, Inc., 344 p.