



بیست و سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹

The 23rd Symposium of Geological Society of Iran
10-11 November, 2020



ارزیابی ژئوشیمیایی یکی از ساختمان های ناحیه فارس ساحلی ایران

بهرام علیزاده^{۱*}، عباس مراونه^۱، مهدی خالقی طرقی^۲

۱- گروه زمین شناسی نفت و حوضه های رسوبی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- مرکز تحقیقات زمین شناسی و زمین شیمی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳- اداره مطالعات و تحقیقات، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران

چکیده

ساختمان مورد مطالعه در ناحیه اکتشافی فارس ساحلی قرار دارد. این ناحیه به همراه بخش ایرانی خلیج فارس بزرگترین تجمعات گازی جهان را در مخازن کربناته پرموتریاس گروه دهرم (دالان) و کنگان) در خود جای داده اند. عمدتاً هیدروکربن تولید شده در این ناحیه از سازند سرچاهان (شیل های سیلورین) منشأ گرفته اند. در این تحقیق به منظور بررسی نوع ماده آلی، محیط ته نشست و بلوغ، تعداد ۹ خرده سنگ حاصل از حفاری سازندهای مختلف موجود در چاه اکتشافی ساختمان مورد مطالعه بعلاوه نمونه نفت چشمه نفتی موجود در سطح ساختمان مورد آنالیز پیرولیز کروماتوگرافی گازی (PY-GC)، قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که براساس نسبت Pr/Ph می توان محیط رسوب گذاری اولیه تمامی نمونه ها بجز سازند فلهلیان را، محیط دریایی غیر اکسیدان معرفی نمود. براساس نمودار Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} نمونه های سازندهای ایلام، سروک، کزدمی، درایان، هیث، سورمه، نیریز دارای کروژن نوع II می باشد و محیط ته نشست آن ها، محیط دریایی با شرایط احیایی است. از طرف دیگر نوع ماده آلی تعیین شده برای سازند فلهلیان کروژن نوع III و محیط ته نشست آن، محیط خشکی با شرایط اکسیدان می باشد. رسم دیگرام نسبت Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} حاکی از بلوغ متوسط تا مرحله گاززایی و وجود خیلی کم تخریب زیستی در نمونه های مذکور است.

مقدمه

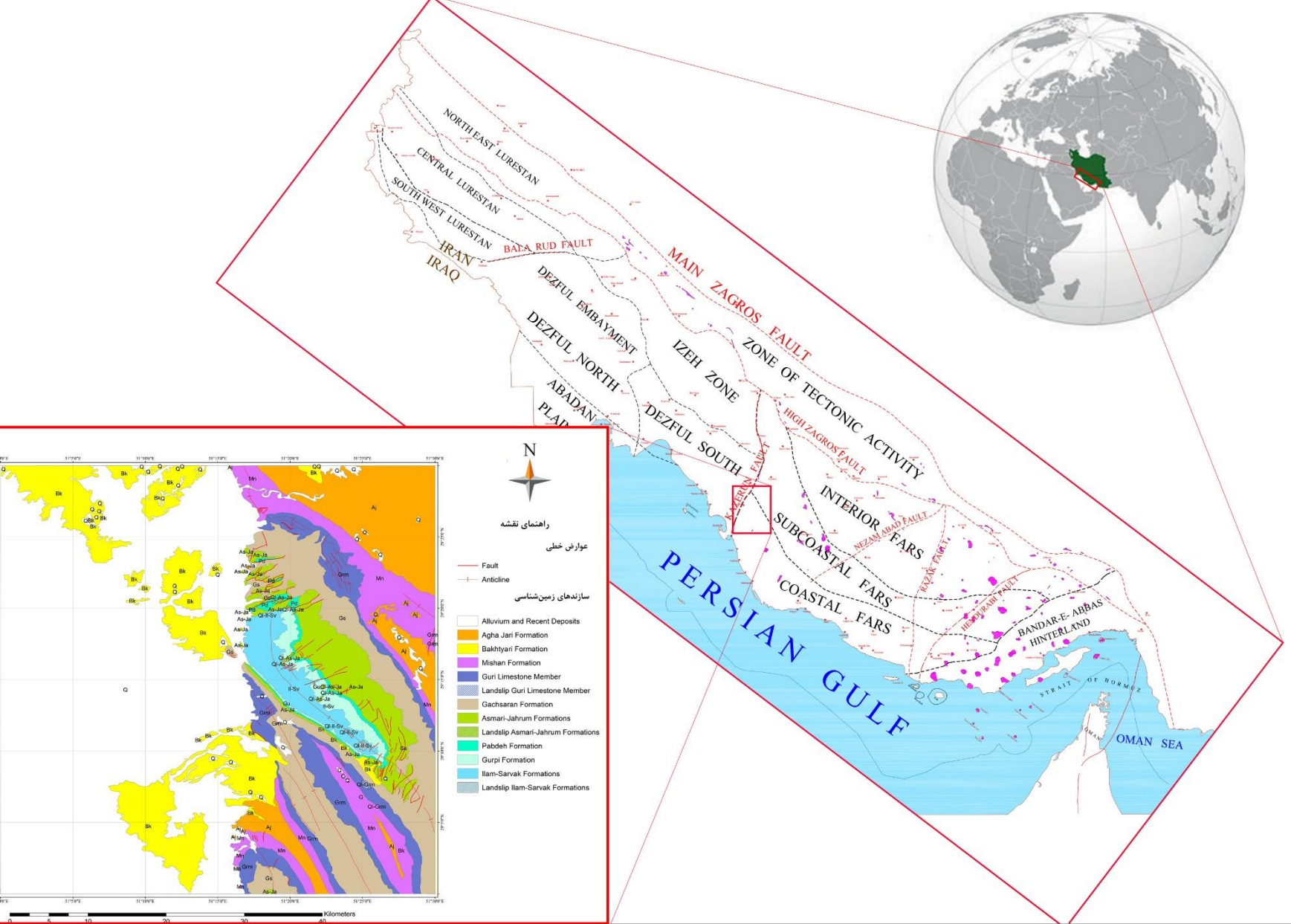
در سال های اخیر پیرولیز به سرعت در حال پیشرفت است و هدف آن ارزیابی پتانسیل تولید می باشد. این روش در واقع حرارت دادن کامل سنگ یا نمونه های کروژن مجزا شده در محیط عاری از اکسیژن در درجه حرارت های متفاوت می باشد. محصولات پیرولیز ممکن است به صورت مستقیم به یک یا چند آشکارگر جهت ثبت کل تولیدات و محصولات منتقل گردد [۱] و [۲]. پیرولیز همچنین با کروماتوگراف گازی ترکیب شده تا ترکیبات جزئی تر را بررسی نماید [۳] و [۴]. جهت پی بردن به پراکندگی هیدروکربن ها (اثر و شکل آنها) و نحوه حضور ترکیبات مختلف مانند آلکان های نرمال، ایزوپرنوئیدها به خصوص پریستان و فیتان و بعضی از نشانه های زیستی، از آنالیز کروماتوگرافی گازی بر روی اجزای اشباع و نفت خام استفاده می گردد. با استفاده از پیرولیز کروماتوگرافی گازی می توان بدون نیاز به جدایش اجزاء سنگ حاوی ماده آلی و با کروژن تخلیص شده، خرده های حفاری را مورد آنالیز قرار داد [۴].

ساختمان مورد مطالعه در ناحیه فارس ساحلی قرار دارد. این ناحیه به همراه بخش ایرانی خلیج فارس بزرگترین تجمعات گازی را در خود جای داده اند [۵]. از آنجا که بخش عمده نفت و گاز تولید شده در این ناحیه از سنگ های منشأ پالئوزوئیک تغذیه شده اند، در چند سال اخیر همواره مورد توجه زمین شناسان نفتی قرار گرفته است. در ایران مطالعه سیستم نفتی پالئوزوئیک نسبت به سایر سیستم های نفتی جز چند مورد مطالعه معدود [۶]، [۷]، [۸]، [۹]، و [۱۰] کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه تلاش شده است با استفاده از روش پیرولیز کروماتوگرافی گازی، خصوصیات ژئوشیمیایی ماده آلی در سازندهای ساختمان مورد مطالعه بعلاوه نمونه چشمه نفتی ساختمان، از لحاظ بلوغ حرارتی، نوع، کیفیت و محیط رسوب گذاری سنگ منشأ در حوضه فارس ساحلی تعیین گردد.

زمین شناسی منطقه:

کمبرند کوهزایی زاگرس بخشی از سیستم کوهزایی آلپ هیمالیا است که با وجود توالی ضخیم ۷ تا ۱۴ کیلومتری از رسوبات ته نشین شده در منطقه ای به طول تقریبی ۲۰۰۰ کیلومتر و عرض ۱۰۰-۳۰۰ کیلومتر مشخص می شود. حوضه زاگرس از شمال غربی به جنوب دارای تقسیماتی ساختمانی زاگرس رورانه یا زاگرس مرتفع و زاگرس چین خورده است. زاگرس چین خورده خود تقسیمات کوچکتری (لرستان، برجستگی ایزه، فروافتادگی دزفول، دشت آبادان، خلیج فارس، برجستگی فارس و پس کران بندرعباس) دارد. از نظر زمین شناسی، برجستگی فارس خود دارای تقسیمات کوچکتری شامل فارس داخلی، فارس ساحلی، فارس نیمه ساحلی است (شکل ۱) [۱۱]. منطقه فارس ساحلی و بخش ایرانی خلیج فارس یکی از بزرگترین نواحی گاز طبیعی در ایران هستند. وجود لایه های منشائی پهناور و تکرار شده، مخازن کربناته پایدار (دالان) و کنگان) و برخی مخازن ماسه سنگی (سازند فراقون)، پوش سنگ های منطقه ای عالی (دشتک)، تله های تاقدیسی عظیم و رسوب گذاری دنباله دار فاکتورهای اصلی جهت تبدیل این ناحیه به یک نقطه قابل توجه برای تجمع هیدروکربن ها کرده اند.

ساختمان مورد مطالعه غربی ترین ساختمان در حوضه فارس ساحلی است در چهار جهت آن میادین نفت و گازی بزرگی قرار دارند. ابعاد این تاقدیس در رخنمون سازند آسماری ۴۱×۵/۱۱ کیلومتر است و طول کلی آن در سطح زمین حدود ۷۰ کیلومتر می باشد. این تاقدیس در مجاورت گسل کازرون و دارای روند کلی شمال غربی - جنوب شرقی است (شکل ۱) [۱۲].



شکل ۱- تقسیمات ساختاری حوضه رسوبی زاگرس و موقعیت جغرافیایی ناحیه فارس ساحلی و نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ساختمان مورد مطالعه.

مواد و روش کار

به منظور انجام مطالعه حاضر، تعداد ۹ خرده حفاری از چاه اکتشافی ساختمان مورد مطالعه به همراه نمونه چشمه نفتی جهت آنالیز پیرولیز کروماتوگرافی گازی انتخاب گردید. داده های حاصل از این آنالیز در کروماتوگرام های گازی حاصله نیز در شکل ۴ نشان داده شده است.

دستگاه کروماتوگراف گازی مورد استفاده در این مطالعه مدل ۲۰۱۰ ساخت شرکت Vinci Technologies بوده که شناسایی بیشینه ها توسط آشکارگر FID انجام گرفته است. ستون موئینه ای از جنس سلیکا و به طول ۵۰ متر و با قطر داخلی ۰/۲۲ میلی متر با لایه ای به عنوان فاز ثابت به صورت پوششی به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر در آن تعبیه شده است. دمای اولیه ۵۰ درجه سانتی گراد و دمای نهایی آن ۲۲۰ درجه سانتی گراد بوده که با افزایش دما در آن به ازای هر دقیقه، ۱۰ درجه سانتی گراد تنظیم شده است. دما در انژکتور و آشکارگر نیز ۳۰۰ درجه سانتی گراد است. گاز حامل هلیوم بوده و از هوای فشرده و گاز هیدروژن جهت شعله آشکارگر (FID) استفاده شده است. گفنتی ست برای شناسایی ترکیبات از نرم افزار WINI III استفاده گردیده است. در این پژوهش به منظور انجام آنالیزهای کروماتوگرافی گازی از دستگاه پیرولیز کروماتوگرافی گازی آزمایشگاه مرکز تحقیقات زمین شناسی و زمین شیمی نفت دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید چمران اهواز استفاده گردید.

بحث

نتایج آنالیز پیرولیز- کروماتوگرافی گازی

آنالیز پیرولیز- کروماتوگرافی گازی (PY-GC) بر روی نه نمونه مختلف از خرده های حفاری سازندهای ایلام، سروک، کزدمی، درایان، فلهلیان، هیث، سورمه و نیریز انجام پذیرفت. همچنین یک نمونه از تراوش نفتی موجود در سطح ساختمان مورد مطالعه نیز مورد آنالیز مذکور قرار گرفت. چشمه نفتی بر روی ضلع غربی ساختمان قرار دارد همچنین سنگ میزبان آن گروه بنگستان می باشد.

از آنجایی که پریستان (Pr) محصول دکربوکسیله شدن کلروفیل می باشد، بنابراین نسبت Pr/Ph در محیط های اکسیدان بالا و در محیط های احیایی پایین است. سکانس های کربناته غنی از مواد آلی که در محیط غیراکسیدان تشکیل شده اند، عموماً تشکیل دهنده نفت هایی با نسبت Pr/Ph کمتر از ۲ می باشند، در حالیکه بیشتر رسوبات فقیر از مواد آلی و رسوبات دلتایی و رودخانه ای، نفت هایی تولید می کنند که نسبت Pr/Ph در آنها بزرگتر از ۳ می باشد، از همین رو از این نسبت می توان در جهت جدایش نوع محیط رسوبگذاری نفت و با سنگ منشأ استفاده نمود. بنابراین با توجه به مطالعه ویلرز [۱۳]، و با در نظر گرفتن مقادیر Pr/Ph به دست آمده از آنالیز PY-GC برای نمونه های سازندهای مورد مطالعه می توان گفت که تمامی نمونه ها بجز سازند فلهلیان که دارای نسبت Pr/Ph برابر با ۹۹/۳ می باشد، با دارا بودن مقدار Pr/Ph کمتر از ۲ از نظر محیط رسوب گذاری در محدوده محیط دریایی غیر اکسیدان قرار می گیرند. لازم به ذکر است که در به کار بردن این نسبت باید محتاط عمل نمود چرا که این نسبت ممکن است تحت شرایط مختلف تغییر نماید [۱۴]. برای تعیین تخریب زیستی، بلوغ حرارتی و محیط ته نشست مواد آلی می توان از نسبت های Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} استفاده نمود [۱۵]. مقادیر نسبت های Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} همراه با افزایش بلوغ کاهش می یابند که این امر در نتیجه افزایش حضور پارافین های نرمال می باشد و هر دوی این نسبت ها با افزایش تخریب زیستی و بخاطر از بین رفتن پارافین های نرمال افزایش می یابند، در نتیجه با پلات کردن نسبت Pr/nC_{17} در برابر نسبت Ph/nC_{18} می توان نفت ها و سنگ های منشأ را در گروه های متفاوتی دسته بندی نمود.

نوع ماده آلی

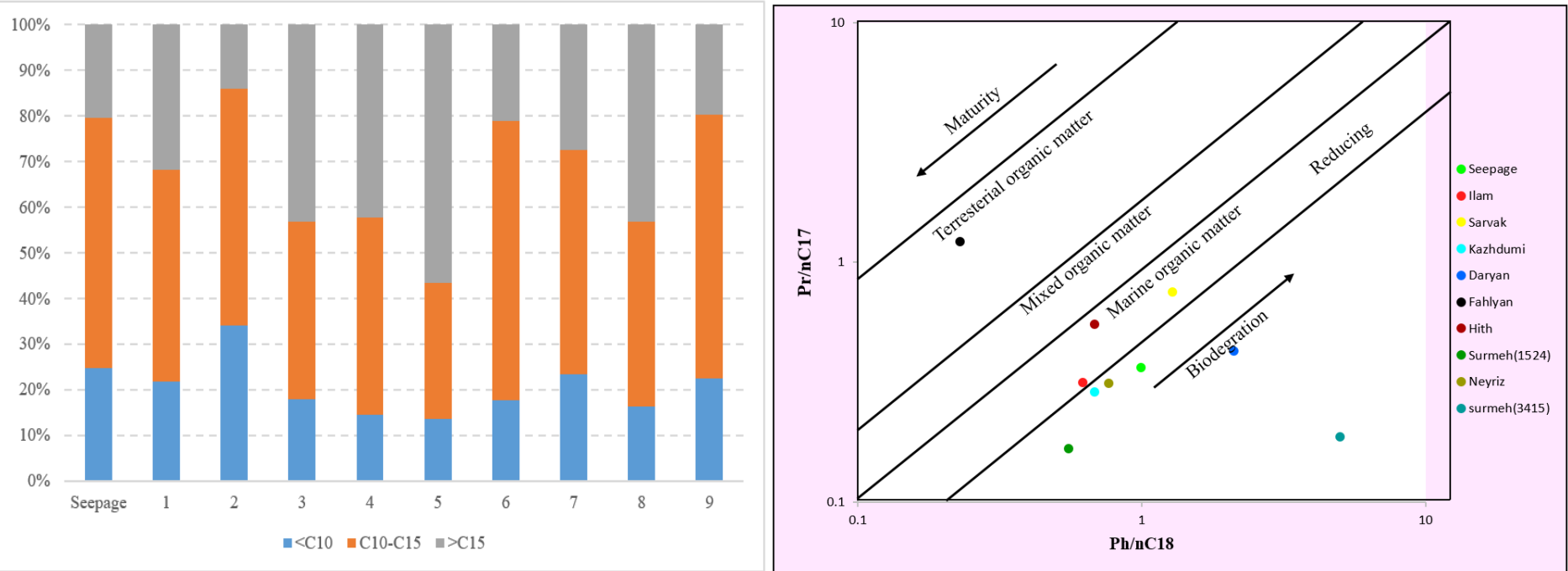
نمودار Pr/nC_{17} در مقابل Ph/nC_{18} سازندهای ایلام، سروک، کزدمی، درایان، هیث، سورمه، نیریز و نمونه تراوش یافته به سطح نشان می دهد که ماده آلی موجود در سازندهای ساختمان مورد مطالعه از کروژن نوع II می باشد (شکل ۲).

محیط ته نشست

با پلات کردن داده های حاصل از آنالیز PY-GC بر روی این نمودار مشخص گردید که رخساره محیط رسوب گذاری اولیه نمونه های سازندهای ایلام، سروک، کزدمی، درایان، هیث، سورمه، نیریز و نمونه تراوش یافته به سطح از نوع دریایی با شرایط احیایی می باشند. البته در این میان محیط ته نشست سازند فلهلیان، محیط خشکی با شرایط اکسیدان می باشد. (شکل ۲).

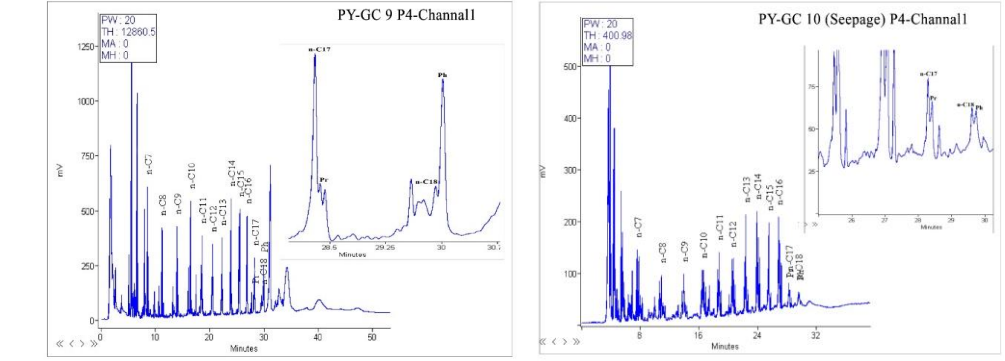
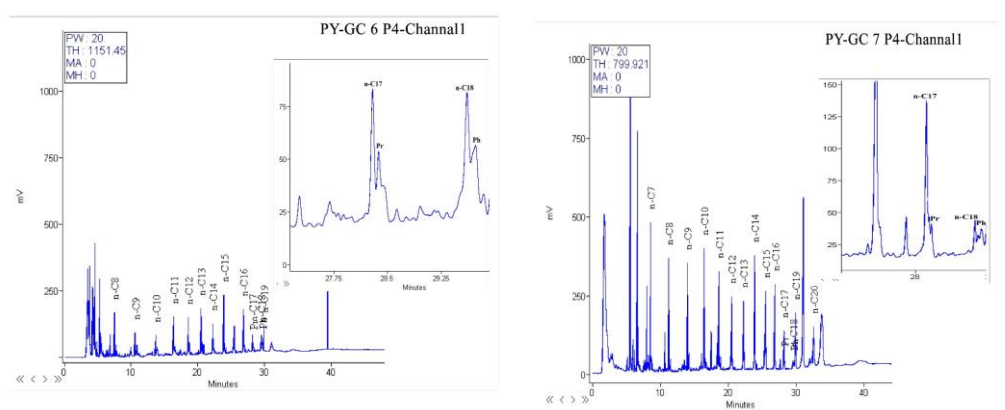
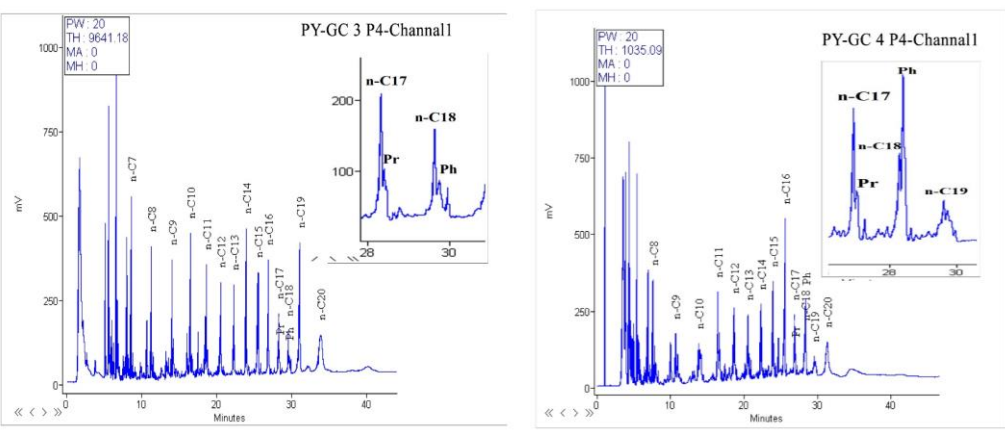
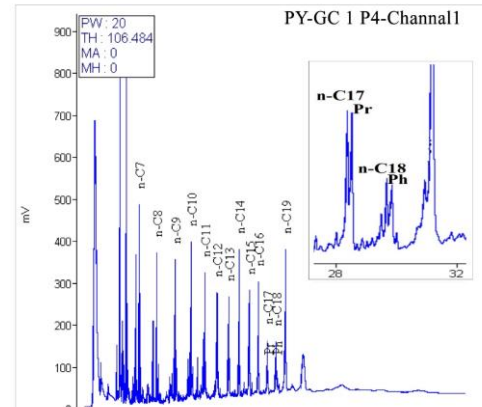
بلوغ

نمودار Pr/nC_{17} در مقابل Ph/nC_{18} سازندهای فوق نشان می دهد که بلوغ در انتهای پنجره نفتی و اوایل گاززایی است. همچنین براساس مقدار فراوان ترکیبات در محدوده C_{10} ، C_{15} و $C_{15}>$ (شکل ۳) می توان تغییرات افزایشنده هیدروکربن های سنگین تر تا نمونه ۵ که از سازند فلهلیان برداشت شده را تشخیص داد. در نمونه سازند فلهلیان بیشترین درصد هیدروکربن سنگین تر C_{15} که حکایت از توانایی تولید نفت در این نمونه دارد. همچنین با افزایش عمق در سازند سورمه و نیریز و همچنین اکثر نمونه ها دارای هیدروکربن های سبک بیش از هیدروکربن های سنگین هستند که نشان دهنده توانایی تولید گاز و بلوغ بیشتر است (شکل ۲).



شکل ۲ نمودار تغییرات نسبت Pr/nC_{17} به Ph/nC_{18} شکل ۳ نمودار میل های نمونه های C_{10} ، C_{15} و $C_{15}>$

نتیجه گیری



شکل ۴ کروماتوگرام های حاصل از آنالیز PY-GC نمونه های مورد مطالعه

با در نظر گرفتن مقادیر بدست آمده از نسبت Pr/Ph می توان محیط رسوب گذاری اولیه تمامی نمونه ها بجز سازند فلهلیان را، محیط دریایی غیر اکسیدان معرفی نمود. براساس نمودار Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} نمونه های سازندهای ایلام دارای کروژن نوع II می باشد و محیط ته نشست آن، محیط دریایی با شرایط احیایی است. نوع ماده آلی تعیین شده برای نمونه سازند سروک کروژن نوع II و محیط رسوب گذاری اولیه آن محیط دریایی با شرایط احیایی می باشد. نمونه سازند کزدمی دارای کروژن نوع II بوده و محیط رسوب گذاری اولیه آنها محیطی دریایی با شرایط احیایی می باشد. نوع ماده آلی تعیین شده برای سازند فلهلیان کروژن نوع III و محیط ته نشست آن، محیط خشکی با شرایط اکسیدان می باشد. نمونه سازندهای هیث، سورمه و نیریز دارای کروژن نوع II بوده و محیط رسوب گذاری اولیه آنها محیطی دریایی با شرایط احیایی می باشد. همچنین نوع ماده آلی تعیین شده برای نمونه چشمه نفتی تراوش یافته به سطح نیز کروژن نوع II و محیط رسوب گذاری اولیه آن، محیط دریایی با شرایط احیایی می باشد. رسم دیگرام نسبت Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} نشان از بلوغ متوسط و وجود به میزان خیلی کم تخریب زیستی در نمونه های مذکور می باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند که از مساعدت های بی دریغ مرکز تحقیقات زمین شناسی و زمین شیمی نفت دانشگاه شهید چمران اهواز و همچنین مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران جهت حمایت در انجام آنالیزها و صدور مجوزهای لازم کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

منابع

- [1] Espitalie, J., Laporte, J.L., Madec, m., Marquis, F., Leplat, P., Paulet, J., Boutefeu, A., 1977. Methode rapide de caracterisation des roches mères, de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution. Rev. Inst. Fr. du Pét., v. 32, pp. 23-45.
- [2] Baker, C., 1974. Pyrolysis techniques for source rock evaluation; AAPG Bulletin, v. 58, p. 2349-2361.
- [۳] خانی، ب.، ۱۳۹۰. ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ های منشأ احتمالی میدان نفتی آغاچاری، راهنمایی علیراده، ب.، زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۰۹ صفحه.
- [4] Whelan, J. K., J. M. Hunt, and A. Y. Huc, (1980), Applications of thermal distillation-pyrolysis to petroleum source rock studies and marine pollution; Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, v. 2, p. 79-96.
- [5] Esrafil-Dizaji, B., & Rahimpour-Bonab, H. 2019. CARBONATE RESERVOIR ROCKS AT GIANT OIL AND GAS FIELDS IN SW IRAN AND THE ADJACENT OFFSHORE: A REVIEW OF STRATIGRAPHIC OCCURRENCE AND PORO-PERM CHARACTERISTICS. Journal of Petroleum Geology, 42(4), 343-370.
- [۶] علیراده، ب.، خالقی طرقی، م.، معملی، ع.، حاجیان، م.، مراونه، ع.، ۱۳۹۹. استفاده از روش گازخاک در مطالعه اکتشافی ژئوشیمیایی سطحی، ۳-۱۲.
- [۷] مابری، م. ح.، جلیلیان، ی.، ربانی، ا.، ۱۳۹۸. برآورد پتانسیل هیدروکربن زایی به وسیله پارامترهای سینتیکی و آنالیز پیرولیز را- اول ۶ سازند سرچاهان و میان لایه های زغالی سازندهای فراقون در ناحیه فارس ساحلی و خلیج فارس، نشریه مهندسی منابع معدنی، ۴، ۲۳-۳۵، ۱۵-۳۶.
- [8] Saberi, M. H., Rabbani, A. R., and Ghavidel-syooki, M., 2016. Hydrocarbon potential and palynological study of the Latest Ordovician – Earliest Silurian source rock (Sarchahan Formation) in the Zagros Mountains, southern Iran," Mar. Pet. Geol., vol. 71, pp. 12–25.
- [9] Ashrafi, T., Saberi, M.H., ZareNezhad, B., 1D and 2D basin modeling, in evaluating the hydrocarbon generation-migration-accumulation potential, at coastal Fars Area, Southern Iran, Journal of Petroleum Science and Engineering (2020), doi: https://doi.org/10.1016/j.petrol.2020.107594.
- [۱۰] میرشاهانی، م.، خواجهزاده، ا.، خانی، ب.، ۱۳۹۵. کاربرد انعکاس گراپتولیت و کیتینوزوا در تعیین پختگی سازند های پالئوزوئیک زیرین ناحیه بندرعباس، مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته، پاییز ۹۵، شماره ۲۱، ۳۵-۴۵ ص.
- [۱۱] آقائانی، س.، ۱۳۸۵. زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۱۲] گزارش تکمیلی چاه مورد مطالعه، ۱۳۹۶. مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران.
- [13] Waples, D.W., 1985. Geochemistry in Petroleum Exploration. International Human Resources Development Corporation, Boston.
- [14] Hughes, W.B., Holba, A.G., Dzou, L.P., 1995. The ratios of dibenzothiophene to phenanthrene and pristene to phytane as indicators of depositional environment and lithology of petroleum source rocks. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, p. 3581-3598.
- [15] Obermajer, M., Osadetz, K.G., Flower, M.G., Snowdon, L.R., 2000. Light hydrocarbon (gasoline range) parameter refinement of biomarker-based oil-oil correlation studies: an example from Williston Basin.
- [16] Connan, J., Cassou, A.M. 1980. Properties of gases and petroleum liquids derived from terrestrial kerogen at various maturation levels. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 44, p. 1-23.