

تعیین مرزهای سکانشی سازندهای پلیوسن (چلکن و آقچاگیل) دشت گرگان توسط نرم افزار سیکلولوگ و روش انحراف از معیار پرتو گاما

حامد مرادی^۱، بهروز رفیعی^۲، حسن محسنی^۲، محمدعلی کاووسی^۳

^۱ دانشجوی رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا

^۲ گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا

^۳ دانشیار پژوهشکده نفت، تهران

* ایمیل نویسنده مسئول: h.moradi670@gmail.com

چکیده: استفاده از لاگ های چاه پیمایی، در چاه های بدون مغزه، به منظور شناسایی عوارض وابسته به طبقات سنگی، همواره مورد توجه زمین شناسان بوده است. شناسایی سطوح کلیدی چینه نگاری سکانشی، از بخش های مهم سرشت نمایی زمین شناسی مخازن هیدروکربنی است. در این مطالعه، کارآیی نمودار آنالیز تلفیقی فیلتر پیش بینی خطای دینامیکی D-INPEFA لاگ گاما در شناسایی و تفکیک سکانش ها و سطوح کلیدی سکانشی در چاه کلیدی صوفیکم-۱ در دشت گرگان - گنبد کاووس برای توالی سازندهای چلکن و آقچاگیل مورد ارزیابی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل لاگ گاما به ویژه (D-INPEFA) منجر به شناسایی سطوح سکانشی موجود در توالی های چلکن و آقچاگیل گردید. در چاه صوفیکم-۱ با استفاده از تحلیل فیلتر تجمعی پیش بینی خطا، تعداد ۱۵ مرز سکانشی شامل ۸ مرز منفی (nb) و ۷ مرز مثبت (pb) شناسایی گردید. سطوح سکانشی شامل مرز سازندی، مرز سکانش و سطح حداکثر سیلابی شناسایی گردید، و با توجه به مرزهای شناسایی شده چهار سکانش رتبه سوم برای چاه صوفیکم-۱ مشخص گردید. بر همین اساس با توجه به روند کلی نمودار گاما، برای سازند چلکن روند پستی و برای سازند آقچاگیل پیشروی مشخص گردید.

واژگان کلیدی: حوضه خزر جنوبی، مخزن هیدروکربن، سکانش رسوبی، لاگ چاه پیمایی، سیکلولوگ

۱- مقدمه

با توجه به اهمیت روزافزون ذخایر نفت و گاز در دنیا و نیاز متخصصان اکتشاف هیدروکربنی به شناخت درستی از چگونگی توزیع و گسترش رخساره های مخزنی، پژوهش های چینه نگاری سکانشی در مطالعات مرتبط با مخازن، دارای اهمیت زیادی

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

است. چینه‌نگاری سکانسی کاربرد زیادی در تفسیر حوضه رسوبی و شناسایی گستره، پهنه کمربندهای مستعد از دیدگاه سنگ منشاء، سنگ مخزن و پوش سنگ در مطالعات جامع مخزنی دارد (Catuneanu, 2018). در مطالعات چینه‌نگاری سکانسی از داده‌های با مقیاس مختلف شامل، مقاطع نازک میکروسکوپی، مغزه‌ها، نمودارهای ژئوفیزیکی و نیمرخ‌های لرزه‌ای استفاده می‌شود (van Buchem et al., 2010, 2011; Tavakoli, 2017). در مطالعه میادین نفتی چون کاهش هزینه و سرعت انجام کار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، اغلب تعداد محدودی از چاه‌های هر میدان و آن هم در فواصل محدودی دارای مغزه می‌باشند. مزیت نمودارهای ژئوفیزیکی نسبت به رخنمون و چاه، فراهم نمودن اطلاعات پیوسته و کامل‌تری از توالی‌های نسبتاً ضخیم می‌باشد. در این ارتباط، استفاده از نرم‌افزار سیکلولاگ این امکان را فراهم می‌نماید تا با استفاده از نمودارهای لاگ گاما (GR) در چاه‌های مورد مطالعه در میادین نفتی، بتوان اطلاعات کامل و نسبتاً دقیقی از توالی‌های رسوبی فراهم نمود. از لاگ گاما به‌عنوان یک نمودار رایج در بیشتر چاه‌های حفاری شده در میادین هیدروکربنی، می‌توان در مطالعات چینه‌نگاری سکانسی به منظور شناسایی سطوح کلیدی استفاده نمود (Ehrenberg and Svana, 2001; Tavakoli, 2017). به کمک نرم‌افزار سیکلولاگ (Cyclog), با انجام آنالیز موجک بر روی لاگ گاما و شناسایی روندهای افزایشی و کاهش‌ی در میزان خطای بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده می‌توان عناصر مختلف سکانس‌های رسوبی را مشخص نمود (Cyclog User Guide, 2016). آنالیز تلفیقی فیلتر پیش‌بینی خطای دینامیکی (D-INPEFA) شیوه‌ای است که از طریق نرم‌افزار سیکلولاگ به‌منظور هم‌ارزی زون‌های مخزنی و تفسیر سطوح کلیدی چینه‌نگاری سکانسی استفاده می‌شود (De Jong et al., 2007; Nio et al., 2008; Li et al., 2018). در این مطالعه، در یک واکاوی موردی در توالی‌های آواری-کربناته پلیوسن در حوضه خزر جنوبی دشت گرگان-گنبد کاووس، نمودار GR-DINPEFA محاسبه و از طریق مقایسه نتایج آن با سکانس‌های شناسایی شده، و کارآرایی این روش ارزیابی شده است. هدف اصلی این مطالعه، ارائه یک الگوی کارآمد در ارتباط با اهمیت لاگ گاما در مطالعات چینه‌نگاری سکانسی، با استفاده از نمودار D-INPEFA در صورت نبود و یا کمبود سایر اطلاعات چاه است.

۲-زمین‌شناسی منطقه

محدوده‌ی مورد مطالعه در بخش جنوب خاوری دریای خزر قرار گرفته و بخشی از حوضه‌ی خزر جنوبی است (Berberian, 1983) (شکل ۱). داده‌ها و اطلاعات لرزه‌ای به‌دست آمده از عمق ۵۰ کیلومتری ناحیه‌ی خزر جنوبی در مجاورت پشته آپشرون بیانگر این واقعیت است که حوضه خزر جنوبی با داشتن ۲۶ تا ۲۸ کیلومتر رسوب، یکی از حوضه‌های رسوبی با

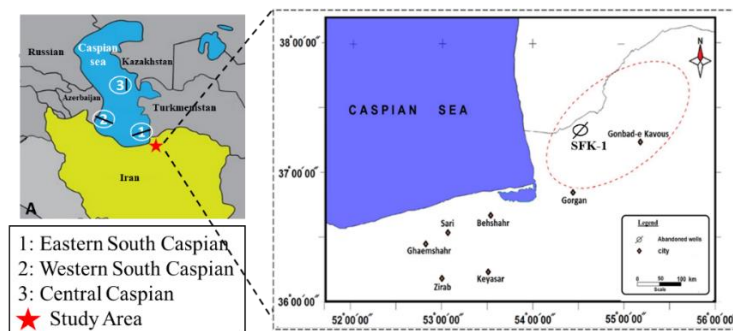
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

بیشترین ستبرای توالی چینه‌شناسی جهان می‌باشد (Jackson et al., 2002).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی چاه صوفیکم-۱، در منطقه‌ی مورد مطالعه (خط چین قرمز رنگ).

پس از کوهزایی پیرنه با پایین آمدن سطح نسبی آب دریاها در بخش‌های وسیعی از ایران محیط‌های قاره‌ای- میان کوهی شکل گرفته است (Berberian, 1383). رسوبات الیگوسن در البرز وجود ندارد و لایه‌های میوسن به‌صورت رسوبات سرخ رنگ قاره‌ای بوده که در فروافتادگی‌های باریک میان کوهی نهشته شده‌اند (Berberian, 1983). دشت گرگان تحت تأثیر پیشروی و پسروی دریا در زمان میوسن قرار داشته و ستبرای رسوبات با تغییر ناگهانی از چند ده متر در بخش خاوری دشت به بیش از ۳۰۰۰ متر در خاور دریای خزر می‌رسد. اکثر مخازن نفتی شمال ایران در نهشته‌های پلیوسن- کواترنر حاشیه دریای خزر تشکیل شده‌اند که در نواحی دشت گرگان، مازندران، گیلان و دشت مغان مشاهده می‌شوند. نهشته‌های پلیوسن دشت گرگان شامل دو سازند چلکن (پلیوسن زیرین- میانی) و آقچاگیل (پلیوسن بالایی) است.

۳- مواد و روش‌ها

محدوده‌ی مورد پژوهش در استان گلستان و شمال خاوری شهرستان گنبد کاووس قرار گرفته است که بخشی از حوضه‌ی خزری می‌باشد. در این مطالعه داده‌های برش زیرسطحی چاه صوفیکم-۱ از سازندهای چلکن و آقچاگیل برای مطالعات چینه‌نگاری سکansı واکاوی شده است. بدین منظور، ۳۰۷ متر چاه از نگاره‌ی ژئوفیزیکی چاه صوفیکم-۱ از منطقه مورد مطالعه واکاوی شده است. با استفاده از نگاره‌ی گاما (CGR) و نرم‌افزار سیکلولاگ (Cyclolog 2016) نگاره‌ی تحلیل فیلتر تجمعی پیش‌بینی خطا INPEFA، نگاره‌ی PEFA و نگاره‌ی MESA و شکل نگاره‌ی پرتو گاما ترسیم گردید. در نگاره‌ی GR-INPEFA روندها به‌صورت نمودار مثبت و منفی نشان داده می‌شوند. روندهای مثبت (PT) یا افزایش در

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

مقادیر (به سمت راست نمودار) نشان دهنده پیشروی نسبی آب دریا است که سرانجام به یک مرز منفی (Negative Break) ختم می شوند و روندهای کاهشی (به سمت چپ نمودار) یا روند منفی (NT) نشان دهنده پسروی آب است که به یک مرز مثبت (Positive Break) منتهی می شوند. که با توجه به تبدیل روند مثبت به منفی یا منفی به مثبت، به ترتیب، نقطه چرخش منفی یا مثبت نامیده می شوند. هر مرز منفی (nb) نشان دهنده یک سطح بیشینه ی گسترش آب دریا (MFS) و هر مرز مثبت (pb) یک مرز سکansı (SB) را نشان می دهد.

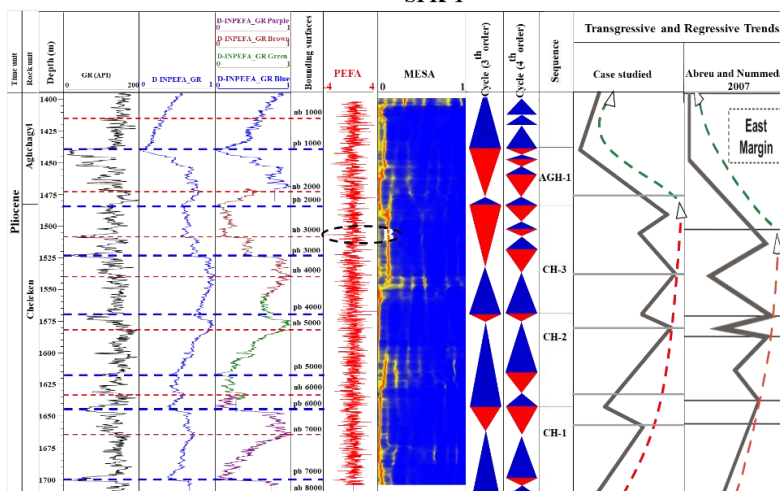
۴- نتایج و بحث

در نرم افزار سیکلولوگ، از طریق نمودارهای چاه پیمایی و شناسایی روندهای افزایشی و کاهشی در میزان خطای بین مقادیر واقعی و پیش بینی نشده می توان سطوح مختلف سکانس های رسوبی را شناسایی نمود. بنابراین در هر مرحله از تغییرات نسبی سطح آب دریا، لاگ گاما همواره انحراف از متوسط مشخصی را دنبال می کند، که تغییرات این انحراف از متوسط داده ها نشان دهنده شرایط نسبی سطح آب دریا از پیش رونده به پس رونده و یا بالعکس می باشد. تفسیر چینه نگاری سکansı برای سازند آقچاگیل و چلکن بر اساس نمودارهای نگاره پرتو گاما به روش نمودار تحلیل فیلتر تجمعی پیش بینی خطا (INPEFA)، و شناسایی روندهای مثبت و منفی نمودار در چاه صوفیکم-۱ مورد تحلیل و واکاوی قرار گرفت (شکل ۲). در نتیجه ۱۵ سطح مرزی شامل ۸ مرز منفی (nb) و ۷ مرز مثبت (pb) شناسایی شده که به ترتیب از بالا به پایین از nb ۱۰۰۰ تا nb ۸۰۰۰ مشخص شده است (شکل ۲). بر اساس نمودار Sub-division logs from range در شکل ۲، به نه سطح سکansı، شامل پنج سطح ناپیوستگی سکansı (SB) و چهار سطح حداکثر سطح غرقابی (MFS) اشاره کرد. مرزهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ و ۸۰۰۰ به عنوان سطوح ناپیوستگی (SB) و مرزهای ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ و ۷۰۰۰ nb به عنوان حداکثر سطح سیلابی (MFS) قابل تشخیص بوده است

یک روند منفی D-INPEFA ناشی از مجموعه ای منفی از مقادیر خطای پیش بینی است. بنابراین، یک روند منفی کلی در مورد یک لاگ GR، مقادیر واقعی بیشتر «ماسه ای» از پیش بینی شده هستند. به طور کلی، می توان روند منفی D-INPEFA را «پس رونده» در نظر گرفت، اگرچه اهمیت دقیق آن به بافت زمین شناسی بستگی دارد. مثلاً روند ماسه ای می تواند به معنی (الف) افزایش عرضه رسوب درشت، (ب) کم عمق شدن، یا (ج) کاهش فاصله از خط ساحلی باشد. یک روند مثبت کلی در D-INPEFA بیانگر بخشی از داده است که از طریق آن مقادیر واقعی گزارش بیشتر از پیش بینی شده است. در مورد GR، این بدان معنی است که مقادیر واقعی بیشتر از پیش بینی شده «شیلی» هستند، که حاکی از یک روند

«پیشرونده» است. که بیانگر (الف) کاهش عرضه رسوب، (ب) افزایش عمق آب یا فضای رسوبگذاری، یا (ج) افزایش فاصله از خط ساحلی، بسته به زمینه باشد (Nio et al., 2005). در این مطالعه مرزهای اصلی سکانسی و سایر مرزهای جداکننده سیستم تراکت‌ها مشخص شده است. شایان ذکر است که این مطالعه بخشی از یک مطالعه بزرگتر در حال انجام است و با استفاده از سایر داده‌های موجود در آن نظیر اطلاعات رخنمون، مغزه و مقاطع نازک می‌توان صحت نتایج به دست آمده در این مقاله را مورد تحلیل و واکاوی بیشتر قرار داد.

SFK-1



شکل ۲: موقعیت قرارگیری سطوح مرزی تعیین شده بر روی لاگ گاما و تحلیل فیلتر تجمعی پیش‌بینی خطا بر روی چاه صوفیکم-۱، خط چین سبز نمایانده روند پیشروی، و خط چین قرمز نمایانده روند پسروی در منطقه مورد مطالعه (حوضه خزر جنوبی-شمال خاوری گنبد کاووس) است. مقایسه کلی با مطالعات Abreu and Nummedal, 2007 در حاشیه خاوری (سازند چلکن و سازند آقچاگیل از فلات قاره‌ای ترکمنستان حاشیه خاوری خزر جنوبی، دایره شماره یک در سمت راست شکل یک) بیانگر شباهت زیاد بین دو منطقه است.

۵- نتیجه گیری

با استفاده از لاگ گاما (CGR) و نمودار تحلیل فیلتر تجمعی پیش‌بینی خطا (D-INPEFA)، تعداد ۱۵ سطح سکانسی شامل ۸ مرز منفی (nb) و ۷ مرز مثبت (pb) شناسایی که بر اساس میزان روند مقدار گاما در چاه مورد مطالعه می‌توان به نه سطح سکانسی، شامل پنج سطح ناپیوستگی سکانسی (SB) و چهار سطح حداکثر سطح غرقابی (MFS) اشاره کرد. مرزهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ و ۸۰۰۰ pb، به‌عنوان سطوح ناپیوستگی (SB) و مرزهای ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ و

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

۶۰۰۰ و ۷۰۰۰ nb به عنوان حداکثر سطح سیلابی (MFS) قابل تشخیص بوده است. با توجه به مرزهای شناسایی شده چهار سکانس رتبه سوم برای توالی پلیوسن (سازندهای چلکن و آقچاگیل) مشخص گردید. سپس براساس نمودار گاما میزان پیشروی و پیشروی کلی مشخص گردید و روند کلی برای سازند چلکن پسروی و برای سازند آقچاگیل پیشروی مشخص گردید.

۶-مراجع

- Abreu, V., & Nummedal, D. (2007). Miocene to Quaternary sequence stratigraphy of the South and Central Caspian basins, in P. O. Yilmaz and G. H. Isaksen, editors, Oil and gas of the Greater Caspian area: AAPG Studies in Geology 55, 65–86.
- Berberian, M. (1983). The southern Caspian: a compressional depression floored by a trapped, modified oceanic crust. Canadian Journal of Earth Sciences, 20, 163–183.
- Catuneanu, O. (2018). Model-independent sequence stratigraphy, Earth-Science Reviews, 188, 312-388.
- Cyclolog Use Guide, Version (2016). ENRES International Company.
- De Jong, M. G. G., Nio, S. D., Smith, D. G. & Böhm, A. R. (2007). Subsurface correlation in the Upper Carboniferous (Westphalian) of the Anglo-Dutch Basin using the climate stratigraphic approach, First Break, 25 (12), 49-59.
- Ehrenberg, S. N. & Svana, T. A. (2001). Use of spectral gamma-ray signature to interpret stratigraphic surfaces in carbonate strata: An example from the Finn mark carbonate platform (Carboniferous-Permian), Barents Sea. AAPG Bulletin, 85 (2), 295-308.
- Jackson, J., Priestley, K., Allen, M. & Berberian, M. (2002). Active tectonics of the South Caspian Basin, Geophysics. J. Int. 148, 214-245.
- Li, Y. N., Shao, L., Hou, H., Tang, Y., Yuan, Y., Zhang, J., & Lu, J. (2018). Sequence stratigraphy, paleogeography, and coal accumulation of the fluvial-lacustrine Middle Jurassic Xishanyao Formation in central segment of southern Junggar Basin, NW China. International Journal of Coal Geology, 192, 14-38.
- Nio, S.D., Brouwer, J. H., Smith, D. G., De Jong, M. G. G. & Böhm, A.R. (2005). Spectral trend attribute analysis: applications in the stratigraphic analysis of wireline logs”, First Break, 23 (4), 71-75.
- Tavakoli, V. (2017). Application of gamma deviation log (GDL) in sequence stratigraphy of carbonate strata, an example from off shore Persian Gulf, Iran. Journal of Petroleum Science and Engineering, 156, 868-876.