

آشنایی با نرم افزار سیکلولاگ (Cyclolog) و کاربردهای آن در صنعت نفت (مطالعات چینه نگاری سکانسی)

علی رحمانی، دکترای زمین شناسی، شرکت ملی نفت ایران؛ rahmani.a74@gmail.com

چکیده

نرم افزار Cyclolog یک نرم افزار مهندسی تخصصی می باشد که ویژه زمین شناسی نفت طراحی شده است و جهت انجام کارهای از قبیل خوشه بندی، زون بندی مخزنی، انطباق لاگ ها (log Correlation)، آنالیز فراوانی، محاسبات پتروفیزیکی، محاسبه و ایجاد لاگ (دانسیتته از صوتی، صوتی از دانسیته، نمودار INPEFA) و ساخت سائزموگراف کاربرد دارد. در این مقاله با مطالعه موردی مخزن آسماری میدان نفتی پارس (چاه شماره ۱۹) کاربرد این نرم افزار در انطباق سکانس های رسوبی، زون های مخزنی و زون های زیستی مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

کلمات کلیدی: نرم افزار سیکلولاگ (Cyclolog)، نمودار INPEFA، سکانس رسوبی، چاه پارس ۱۹

مقدمه

در مطالعات چینه نگاری سکانسی، تفکیک سکانس های رسوبی براساس داده های لرزه ای، مشاهده رخنمون و مطالعه مقاطع نازک مربوط به مغزه ها و خرده های حفاری و بررسی لاگ های ژئوفیزیکی صورت می گیرد. در مطالعات چینه نگاری سکانسی در برش های تحت الارضی برای شناسایی سکانس های رسوبی یک چاه همیشه کار آسان نمی باشد. زیرا بسیاری از چاهها مغزه ندارند یا بطور پیوسته از آنها مغزه گرفته نشده است. همچنین مطالعه خرده های حفاری نیز خصوصاً زمانی که فواصل نمونه ها زیاد باشد به سختی صورت می گیرد اما نمودار های چاه پیمایی تقریباً برای همه چاهها موجود می باشد. در نبود اطلاعات مغزه ها و خرده های حفاری این نمودارها ابزار های مفیدی جهت بررسی سکانس ها می باشند. یکی از این نمودارها، نمودار گاما می باشد که زمین شناسان نفتی از آن جهت تفکیک زون های مخزنی و همچنین انطباق

بین چاههای مختلف یک میدان استفاده می کنند . همچنین چینه شناسان و رسوب شناسان آنرا جهت شناسایی سطوح سکانشی بکار می برند. اگرچه نمودار گاما سطوح سکانشی مهم را نشان می دهد ولی سطوح سکانشی های کوچک تر و پارا سکانشی ها را خوب نشان نمی دهد و تغییرات جزئی را به خوبی مشخص نمی کند. نرم افزار Cyclolog با استفاده از نمودار گاما و آنالیز آن، نموداری تهیه می کند که در آن سطوح سکانشی کاملاً مجزا شده و شناسایی آن آسان می شود همچنین انطباق سطح هایی شناسایی شده به راحتی انجام میگیرد.

تاریخچه

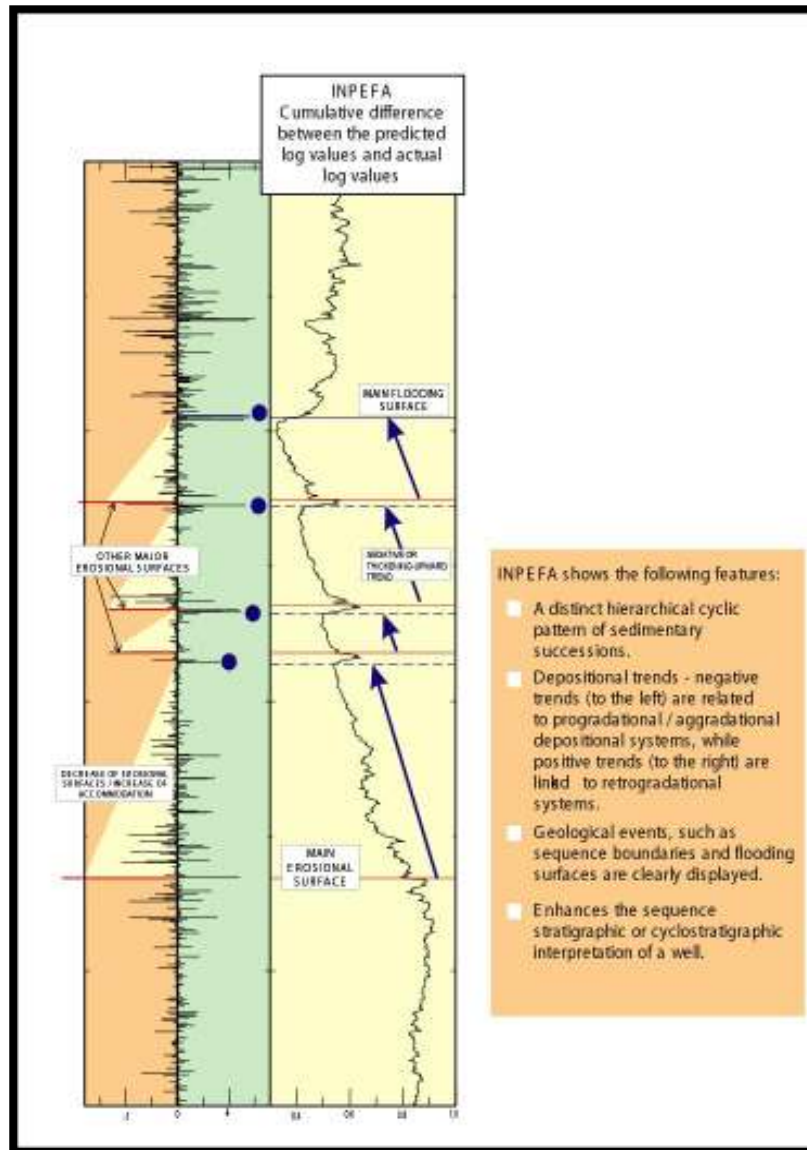
این نرم افزار در ابتدا با نسخه نمایشی چند ماهه (دمو) بصورت آزمایشی در مخزن بنگستان میدان نفتی آب تیمور (غیشاوی و رحمانی، ۱۳۸۵)، مورد استفاده قرار گرفت و پس از آنکه نتایج کار رضایت بخش بود و موافقت مسولین زمین شناسی شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب جلب گردید، لایسنس آن خریداری و اولین دوره آموزشینسخه ۳/۲ (Version 3.2) توسط مدرس خارجی شرکت (ENRES International) در اسفند ماه ۱۳۸۷ در شرکت کدکم ایران در تهران برگزار شد. در سال های اخیر از این نرم افزار در شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب در مخزن بنگستان میدان نفتی رگ سفید (غیشاوی و رحمانی، ۱۳۸۹)، مخزن بنگستان میدان نفتی گچساران (غیشاوی و شب افروز، ۱۳۸۹)؛ مخزن آسماری میدان نفتی گچساران (شب افروز و غیشاوی، ۱۳۸۹)، سازند آسماری در چاه شماره ۱۹ میدان نفتی پارسی (رحمانی، ۱۳۹۰) و مخزن بنگستان میدان نفتی اهواز (Ghanavati, 2010) استفاده شده است. در حال حاضر آخرین نسخه موجود این نرم افزار نسخه ۲۰۱۲ می باشد (Version 2012).

روش کار

داده های ورودی نرم افزار Cyclolog داده های خام نمودارهای الکتریکی (مقاومت)، هسته ای طبیعی (گاما)، هسته ای القایی (نوترون و دانسیته) و نمودار صوتی می باشد. اما از آنجا که دیاگرام بر روی نمودار گاما کمتر اثر می گذارد، از این نمودار بیشتر استفاده می شود.

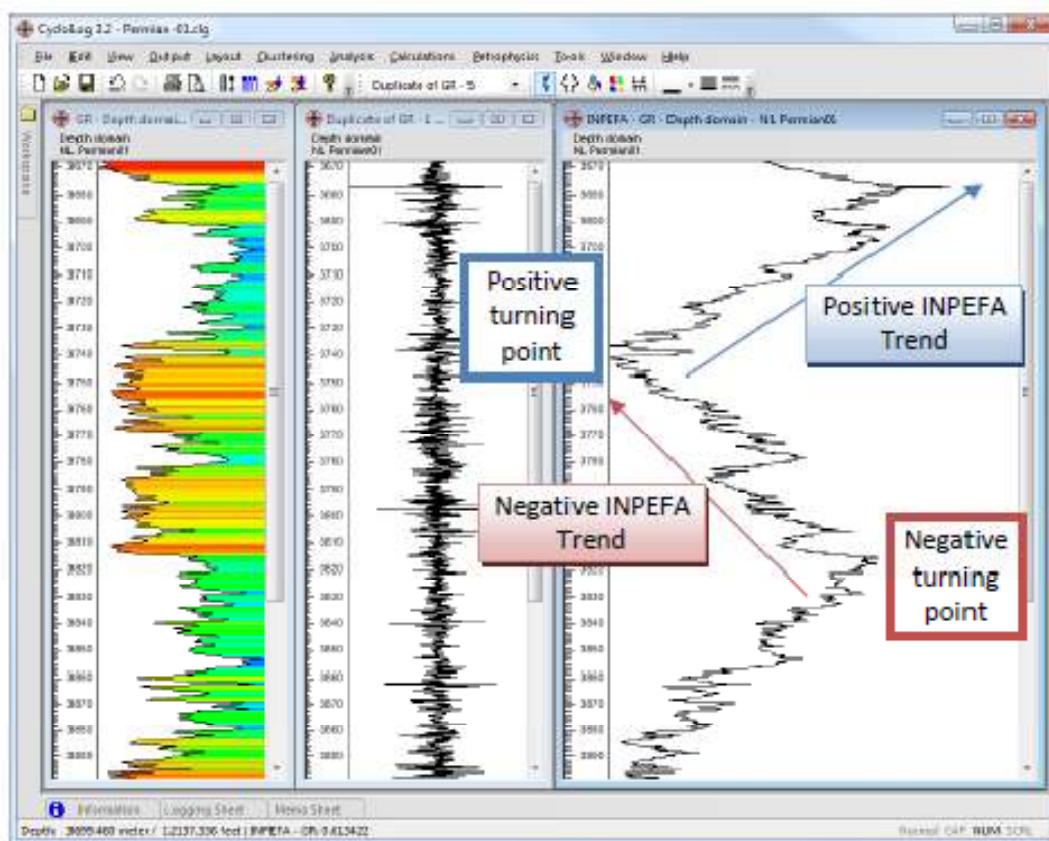
نرم افزار Cyclolog بر اساس نمودار گاما یک نمودار بنام INPEFA (Integrate Predicate Error Filter Analysis) می سازد (شکل ۱). این نمودار یکی از جدیدترین دستاوردهای چینه شناسی در راستای تطابق زون های مخزنی می باشد. اساس این نمودار به این صورت است که

آنالیز موجک در یک پنجره با طول مشخص که توسط کاربر مشخص می شود، انجام می گیرد. سپس بر اساس نتایج بدست آمده، روند نمودار را در مرحله بعد پیش بینی می کند. در این روش میزان خطای بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده با هم جمع شده و روند آنها بصورت یک نمودار نشان داده می شود.



شکل-۱: مثالی از نمودار INPEFA و چگونگی تفسیر آن (اقتباس از راهنمای نرم افزار Cyclog (NB: تغییرات در روند نمودار INPEFA به دو صورت مثبت (PB: Positive Break) و منفی (Negative Break) دیده می شود (شکل ۲). به طور کلی تغییرات روند مثبت (PB) در مرزهای سکانسی (SB) رخ می دهد و تغییرات منفی (NB)، سطوح حداکثر سیلابی (mfs) ها را نشان می دهد (Nio et al., 2005; De Jong et al., 2006; Nio et al., 2006). برای انطباق سکانس های

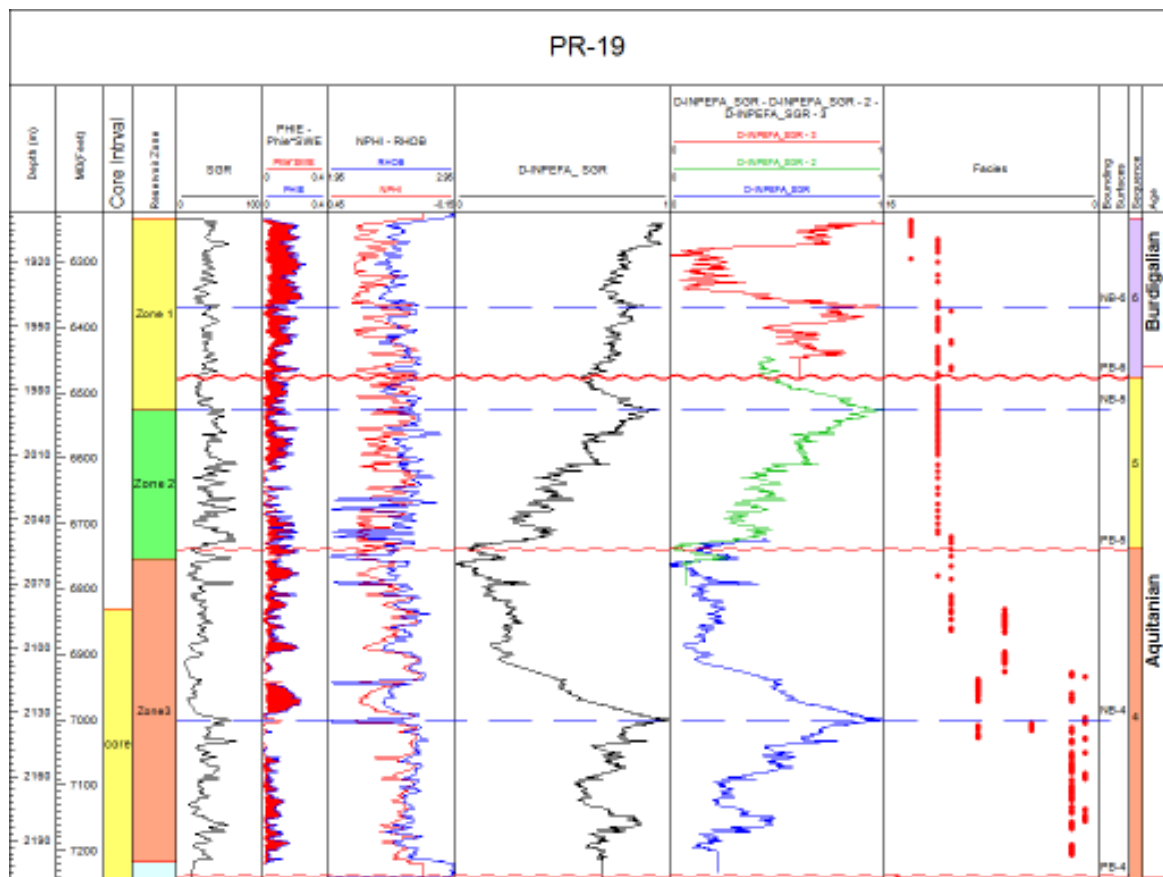
رسوبی در چاههای مختلف برای هر مرکز سکانسی (SB) و هر سطوح حداکثر سیلابی (mfs) یک شماره یا کد اختصاص داده می شود.



شکل-۲: نمایش تغییرات در روند نمودار INPEFA (در پنجره Data Window نرم افزار Cyclolog)

مطالعه موردی

در این مطالعه سکانس های رسوبی سازند آسماری در چاه شماره ۱۹ میدان نفتی پارس بر اساس تغییرات روند رخساره ها (کم عمق شدگی و عمیق شونده) با استفاده از مقاطع نازک حاصل از مغزه های نفتی و خرده های حفاری و همچنین مشاهده مغزه ها شناسایی شدند و با سطوح شناسایی شده با نرم افزار Cyclolog مقایسه شدند (شکل ۳)



شکل-۳: سکانس های تفکیک شده چاه پارسی ۱۹ بر اساس نرم افزار Cyclolog

بحث :

مقایسه سطوح تفکیکی سیکلولاگ با سایر سطح های شناسایی شده

مقایسه بین مرزهای تفکیکی سیکلولاگ و سطوح سکansı

به منظور ارزیابی نرم افزار Cyclolog در این مطالعه نمودار گاما به عنوان ورودی اطلاعات استفاده و خروجی این نرم افزار با نتایج حاصل از سکانس استراتیگرافی مقایسه گردید. نتایج مقایسه نشان می دهد:

مرز زیرین، مرز فوقانی و سطح حداکثر سیلابی (mfs) شناسایی شده سکانس شماره ۴ با خروجیها حاصل از نرم افزار Cyclolog به ترتیب با مرز های PB-4، PB-5 و NB-4 کاملاً همخوانی دارد (شکل ۳).

در مورد مرز های سکانس شماره ۵، خروجی نرم افزار Cyclolog (PB-5 و PB-6) نیز همین دو مرز حاصل از سکانس استراتیگرافی را تأیید می کند. ضمن آنکه نرم افزار Cyclolog سطح

حداکثر سیلابی (mfs) این سکانس را به خوبی متمایز کرده است (NB-5) در حالی که مطالعه رخساره ها بر اساس خرده های حفاری صورت گرفته (مطالعه چینه نگاری سکانسی) قادر به شناسایی این سطح نبوده است (شکل ۳).

نرم افزار Cyclolog مرز زیرین و فوقانی و سطح حداکثر سیلابی (mfs) سکانس شماره ۶ را به خوبی تفکیک کرده است PB-6، PB-7 و NB-6 که با نتایج حاصل از سکانس استراتیگرافی قابل انطباق می باشد (شکل ۳).

مقایسه سطوح تفکیکی سیکلولاگ با زون های مخزنی

رسوبات سازند آسماری در چاه شماره ۱۹ میدان پارسیدر زمان میوسن طی اشکوب های آکیتانین و بوردیگالین رسوبگذاری کرده است. مرز این اشکوب ها با استفاده از مطالعات بیواستراتیگرافی (بیوزوناسیون بر اساس فرامینفرها) مشخص شده است. این مرزهای زمانی نیز با خروجی نرم افزار سیکلولاگ تطابق خوبی نشان می دهد به طوری که مرزهای زیرین و فوقانی اشکوب آکیتانین به ترتیب با PB-4، PB-5 و مرزهای زیرین اشکوب بوردیگالین به ترتیب با PB-5 قابل انطباق می باشد.

مقایسه بین سطوح سیکلولاگ و مرزهای زمانی

سطوح سکانسی شناسایی شده با استفاده از نرم افزار سیکلولاگ در چاه پارسی ۱۹ با مرز زون های مخزنی آن که توسط زمین شناسان مخزن انجام شده است، کاملاً همخوانی دارد به طوری که راس زون مخزنی ۱ با مرز فوقانی سکانس ۶، راس زون مخزنی ۲ با MFS سکانس ۵، راس زون مخزنی ۳ با مرز فوقانی سکانس ۴ و راس زون مخزنی ۴ با مرز زیرین سکانس شماره ۴ (انیدریت قاعده آسماری) منطبق می باشد (شکل ۳).

نتیجه گیری :

- در این مطالعه تفکیک سکانس های چاه شماره ۱۹ با استفاده از نرم افزار Cyclolog انجام شده است. نتایج نشان می دهد که سکانس های تشخیص داده شده با سکانس های شناسایی شده حاصل از مطالعه مقاطع نازک حاصل از مغزه ها نفتی و خرده های حفاری، یکسان هستند، ضمن آنکه این نرم افزار مرزهای سکانسی را به خوبی نمایان می سازد.

- نرم افزار Cyclolog با توجه به سادگی نسبی کار با آن و همچنین در دسترس بودن اطلاعات مورد نیاز آن (نمودار های الکتریکی ، بخصوص نمودار گاما)، ابزار بسیار مناسبی در انجام مطالعات سکناس استراتیگرافی می باشد

- با کمک Cyclolog میتوان نتایج مطالعات سکناس استراتیگرافی در یک چاه را که دارای بیشترین اطلاعات از جمله مغزه و مقاطع نازک است، به دیگر چاه ها که فقط نمودار الکتریکی آنها در دسترس باشد، انتقال داد.

- استفاده از Cyclolog در چاه های جدید هیچ هزینه اضافی ندارد و نمودارهای چاه پیمایی تقریبا برای کلیه چاه ها موجود می باشد. بر این اساس این نرم افزار در انجام تطابق در طول یک میدان می تواند بسیار مفید باشد.

- با کمک این نرم افزارو با استفاده از نمودار گاما می توان سکناس های یک چاه یا یک رخنمون را مشخص نمود. همچنین از طریق این نرم افزار می توان بین برش های مختلف تطابق برقرار کرد.

آزمایش نرم افزار Cyclolog و بررسی قابلیت ها و توانایی های این نرم افزار نشان می دهد که از این نرم افزار جهت کنترل زون های مخزنی استفاده نمود.

منابع :

- رحمانی، ع.، ۱۳۹۰، چینه شناسی سازند آسماری در تاقدیس های خويز و بنگستان و میدان نفتی پارسی، پایان نامه دکتری چینه و فسیل شناسی دانشگاه اصفهان، ۲۱۰ صفحه.
- شب افروز، ر.، و ع.، غبیشاوی، ۱۳۸۹، چینه شناسی مخزن آسماری میدان گچساران، گزارش در حال چاپ، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۳۹ صفحه.
- غبیشاوی، ع.، و ر.، شب افروز، ۱۳۸۹، تطابق چینه شناسی مخزن بنگستان میدان گچساران بر اساس نرم افزار Cycloglog، گزارش در حال چاپ، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۱۳ صفحه.
- غبیشاوی، ع.، و ع.، رحمانی، ۱۳۸۵، سکانس استراتیگرافی سازند های ایلام و سروک در میدان آب تیمور (چاه شماره ۱۴)، گزارش شماره پ- ۵۹۱۸، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۶۱ صفحه.
- غبیشاوی، ع.، و ع.، رحمانی، ۱۳۸۹، مطالعه محیط رسوبی و سکانس استراتیگرافیمخزن بنگستان میدان نفتی رگ سفید، گزارش شماره پ- ۶۹۶۶، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۴۲ صفحه.
- De Jong, M. G. G., D. G. Smith, S. D. Nio, and N. Hardy, 2006, *Subsurface correlation of the Triassic of the UK southern Central Graben: new look at an old problem: ENRES Technical Paper Series, First Break, v. 24, p. 104-109.*
- Ghanavati, K., 2010, *Novel approach to address carbonate evaluation problems of Ahwaz Bangestan reservoir using Cycloglog software, 14th Intl. Oil, Gas and Petrochemical Congress.*
- Nio, S. D., A. R. Böhm, J. H. Brouwer, M. G. G. De Jong, and , D. G Smith, 2006, *Climate stratigraphy, principles and applications in subsurface correlation. EAGE Short Course Series, v. 1, 130 p.*
- Nio, S. D., J. H. Brouwer, D. G. Smith, M. G. G. De Jong, and A. R. Böhm, 2005, *Spectral trend attribute analysis: applications in the stratigraphic analysis of wireline logs: First Break, v. 23(4), p. 71-75.*