

امکان سنجی کاربرد حفاری زیرتعادل در میدان نفتی پارسی با توجه به هرزروی گل حفاری

محمد جمالی نیا^۱، ناصر تیموری خانه سری^۲

^۱ فوق لیسانس رشته مهندسی نفت، کارمند اداره خدمات ویژه، شرکت ملی حفاری ایران، اهواز،

mamad.jamalinia@yahoo.com

^۲ دکترای رشته مهندسی شیمی، عضو هیات علمی دانشگاه، صنعت نفت، اهواز

Taimouri@put.ac.ir

چکیده

سازند آسماری مهمترین سنگ مخزن نفت در میدان پارسی است که بر اساس مشخصه‌های پتروفیزیکی به ۷ زون و ۲ زیرزون تقسیم شده است. در مطالعه حاضر هرزروی سیال حفاری در حین عملیات حفاری در ۴۴ حلقه چاه مورد بررسی قرار گرفت و تلاش شده تا الگوی کلی از هرزروی سیال حفاری با مشخص شدن نقاط حداکثر و متوسط و حداقل هرزروی در مخزن آسماری میدان نفتی پارسی ارائه گردد. در ادامه این تحقیق، ویژگی‌هایی از قبیل وزن گل حفاری، فشار پمپ‌ها و با موجود بودن نمودارهای تصویرگر، به بررسی وجود شکستگی‌های طبیعی در مخزن و تاثیر هر کدام از این پارامترها بر میزان هرزروی در ۲ حلقه چاه از نقاطی که متوسط تا حداکثر هرزروی اتفاق افتاده، پرداخته شده است. و در ادامه با توجه به بررسی عوامل ایجاد کننده نقاط متوسط تا حداکثر هرزروی، نقاط مناسب این میدان برای انجام حفاری زیرتعادل بروی ۱ حلقه چاه مشخص می‌گردد.

در نهایت خواهیم دید که حتی با وجود ثابت بودن وزن گل حفاری، پارامترهایی همچون فشار پمپ‌ها و وجود تراکم شکستگی‌های فراوان در سنگ مخزن این میدان در شدت هرزروی‌های اتفاق افتاده در سنگ مخزن تاثیر گذار بوده و نیز حفاری به روش زیرتعادلی در نقاط خاص این میدان برای کاهش آسیب‌های ناشی از هرزروی‌های بالای گل حفاری کارساز بوده است.

کلمات کلیدی

سازند آسماری، هرزروی سیال حفاری، الگوی هرزروی، حفاری زیرتعادل

هرزروی گل می‌گردد. با توجه به اینکه هزینه اولیه تجهیزات حفاری زیرتعادل نسبت به حفاری بالای تعادل بیشتر است لذا، تجزیه و تحلیل مناسب یک مخزن به منظور توجه کاربرد یا عدم کاربرد حفاری زیرتعادل اجتناب ناپذیر می‌باشد [۱].

۲- الگوی هرزروی گل در سنگ مخزن آسماری میدان نفتی پارسی

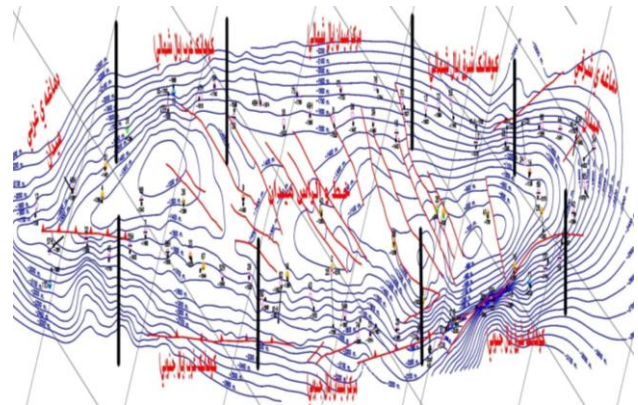
برای تهیه یک الگوی هرزروی مناسب در قسمت‌های مخزنی میدان پارسی، بررسی میزان هرزروی گل در سازند آسماری ضروری می‌باشد. برای انجام مطالعه بروی هرزروی‌ها لازم است تک تک چاه‌های حفر شده مورد توجه قرار گیرد که با توجه به وجود محدودیت‌ها، از تعداد کل ۸۲ چاه حفر

۱- مقدمه

هرزروی ناشی از وارد شدن حجم قابل توجهی از سیال حفاری به درون سازندی است که حفاری می‌شود. هرزروی گل زمانی رخ می‌دهد که تراوایی سازند به اندازه کافی زیاد باشد یا حفره‌ها و شکستگی‌های موجود در سازند چنان بزرگ هستند که بوسیله مواد جامد موجود در گل مسدود نمی‌شوند. هرزروی ممکن است از مقدار کم تا خیلی زیاد متغیر باشد. هرزروی علاوه بر تحمیل هزینه اضافی جهت تهیه و جایگزینی مجدد گل در حین عملیات حفاری باعث وارد شدن صدمات جدی به یک مخزن می‌گردد. از آنجا که اغلب مخازن ایران از نوع کربناته با شکستگی‌های فراوان هستند، کاربرد حفاری بالای تعادل در این مخازن باعث ایجاد مشکلات عدیده ای از جمله

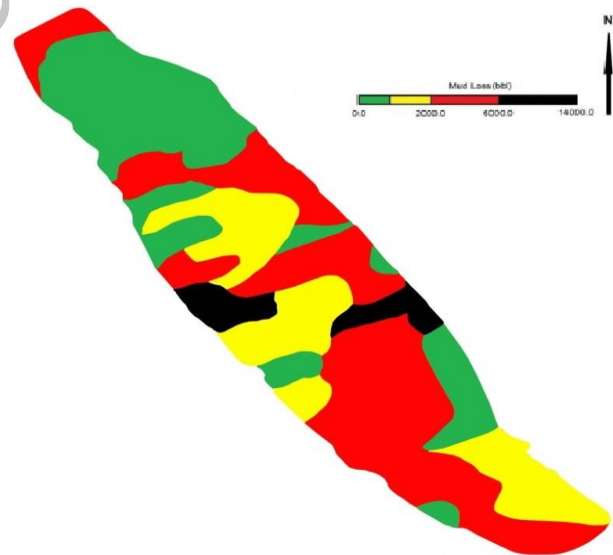
شده در این میدان ۴۴ حلقه چاه و بر اساس تقسیم بندی کل میدان به شش منطقه شامل:

- ۱- دماغه شرقی میدان
 - ۲- کوهانک شرقی میدان (شامل یال شمالی و جنوبی)
 - ۳- مرکز میدان (شامل یال شمالی و جنوبی)
 - ۴- کوهانک غربی میدان (شامل یال شمالی و جنوبی)
 - ۵- دماغه غربی میدان
 - ۶- خط رالراس میدان
- همانند (شکل ۱) مورد بررسی قرار گرفته است.



(شکل ۱): تقسیم بندی مناطق مختلف میدان

با جمع‌آوری داده‌های مربوط به مقدار هرزروی در حین حفاری از این ۴۴ حلقه چاه، یک الگو همانند (شکل ۲) حاصل می‌شود.



(شکل ۲): الگوی کل هرزروی گل در سنگ مخزن آسماری میدان پارسی

با توجه به (شکل ۲) مقدار کل هرزروی گل در سنگ مخزن آسماری این میدان از صفر تا بیش از ۱۴۰۰۰ بشکه متغیر است. با توجه به شکل مذکور میدان پارسی به سه منطقه دارای هرزروی تقسیم می‌شود:

- ۱- مناطق فاقد هرزروی تا مناطق دارای هرزروی اندک تا پایین (با رنگ سبز تا زرد مشخص شده است).
 - ۲- مناطق دارای هرزروی متوسط (با رنگ قرمز مشخص شده است).
 - ۳- مناطق دارای هرزروی بالا و بسیار بالا (با رنگ سیاه مشخص شده است).
- پس مشاهده شد نواحی دارای هرزروی متوسط تا بسیار بالا عمدتاً در قسمت‌های میانی میدان واقع در یال شمالی و در کوهانک شرقی میدان واقع بروی یال جنوبی و بروی دماغه شرقی و ندرتاً در سایر نقاط این میدان پراکنده شده‌اند.

۳- بررسی هرزروی در سنگ مخزن آسماری میدان نفتی پارسی

با استخراج اطلاعات هرزروی در اعماق مختلف مخزن آسماری از گزارشات روزانه حفاری و با استفاده از فرمول زیر، میانگین هرزروی در هر یک از زون‌ها توسط فرمول (۱-۳) محاسبه شده است:

$$AV\ LOSS = \frac{(L_1 \times Z_1) + (L_2 \times Z_2) + \dots}{\sum Z_1 + Z_2 + \dots} \quad (1-3)$$

$AV.LOSS =$ میانگین هرزروی و $L =$ میزان هرزروی در عمق مشخص و $Z =$ عمق وقوع هرزروی و $Z_1 + Z_2 =$ مجموع ضخامت‌هایی که هرزروی در آن‌ها رخ داده است.

حال با انتخاب ۲ حلقه چاه در نقاطی که شدت هرزروی متوسط تا بالایی داشتند، به بررسی عوامل موثری همچون: وزن سیال حفاری، فشار پمپ‌ها و وجود شکستگی‌های طبیعی در سنگ مخزن (با توجه به وجود نمودارهای تصویرگر OBMI-UBI [۲] بروی هرزروی پرداخته می‌شود).

۳-۱- بررسی علل هرزروی در چاه شماره ۷۵

اطلاعات (جدول ۱) از گزارش‌های روزانه حفاری تهیه شده است [۳].

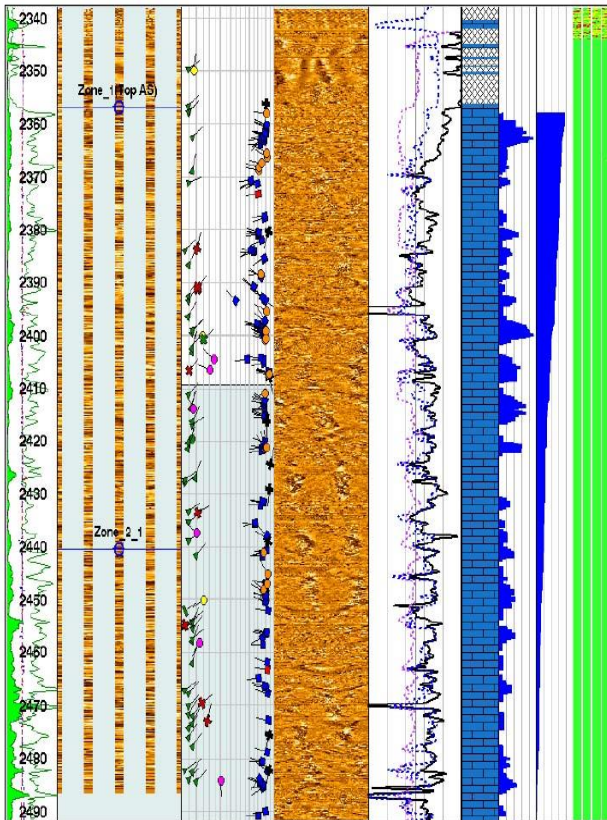
(جدول ۱): خلاصه‌ای از اطلاعات هرزروی سیال حفاری در زون‌های

چاه شماره ۷۵ از سنگ مخزن آسماری میدان نفتی پارسی

از آنجایی که در زیرزون ۱-۲ فشار پمپ افزایش یافته است، پس می‌توان گفت علت اصلی بیش از دو برابر شدن شدت هرزروی در این زیرزون همین پارامتر است. پس برای کاهش هرزروی در این چاه، کاهش فشار می‌تواند در کاهش شدت هرزروی موثر باشد.

۳-۱-۳- وجود شکستگی‌های طبیعی

در این چاه نمودار تصویرگر همانند (شکل ۳) انجام گرفته است.



(شکل ۳): نمودار تصویرگر انجام گرفته در چاه شماره ۷۵

در این چاه نمودار تصویرگر رانده شده است که بجز افزایش فشار در زیرزون ۱-۲ که باعث افزایش هرزروی شده است، در فواصل عمقی ۲۴۵۸،۵ تا ۲۴۶۴ متری هرزروی کامل اتفاق افتاده است که با گسل احتمالی مشخص شده در عمق ۲۴۶۳ متری نمودار تصویرگر مطابقت دارد و همچنین مطابقت سایر نقاط هرزروی‌ها با شکستگی‌های حاصل از تفسیر نمودار در این نقاط قابل مشاهده و نشان از وجود شکاف‌های طبیعی در مخزن و در نهایت، چنین مقدار شدت هرزروی را در زون‌ها باعث شده است.

۳-۲- بررسی علل هرزروی در چاه شماره ۷۱

اطلاعات (جدول ۲) از گزارش‌های روزانه حفاری تهیه شده است.

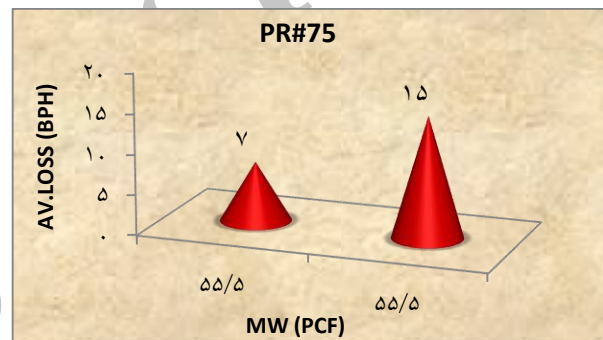
(جدول ۲): خلاصه‌ای از اطلاعات هرزروی سیال حفاری در زون‌های

چاه شماره ۷۱ از سنگ مخزن آسماری میدان نفتی پارسی

PR#75							
Avg. Thickness (m)	Depth		M.Loss BPH	Av. Loss BPH	Mw PCF	Pump	
	From (m)	To (m)				Gpm	Pressure (Psi)
83.5	2348	2386	6	7.4	55.5	300	500
	2386	2434	4_6			300	500
	2434	2458	16_30			300	500
55.5	2458	2463	8_30	15.1	55.5	280	750
	2463	2490	4_16			280	750
	2490	2496	4_6			280	750

۳-۱-۱- وزن سیال حفاری

تغییرات هرزروی سیال حفاری در چاه شماره ۷۵ (نمودار ۱) مشاهده می‌گردد.

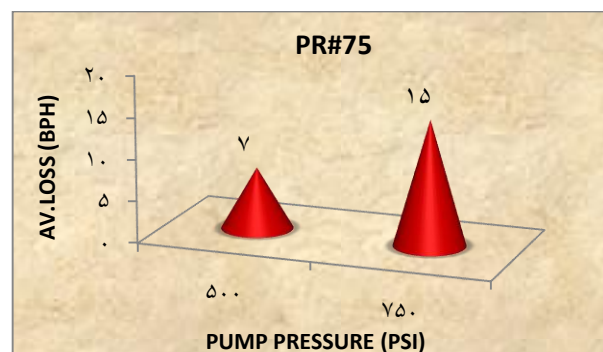


(نمودار ۱): رابطه بین هرزروی و وزن سیال حفاری در چاه ۷۵

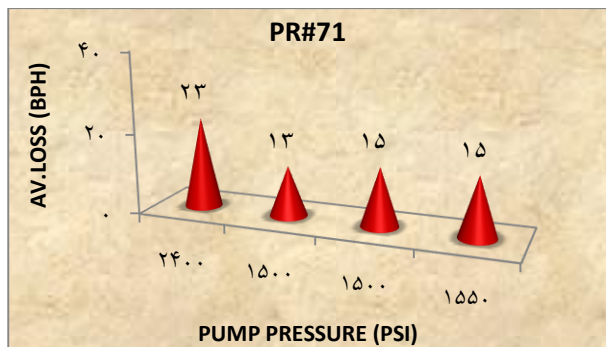
وزن سیال حفاری ثابت است و تاثیری روی مقدار هرزروی نمی‌تواند داشته باشد.

۳-۱-۲- فشار پمپ

تغییرات هرزروی سیال حفاری در چاه شماره ۷۵ (نمودار ۲) مشاهده می‌گردد.



(نمودار ۲): رابطه بین هرزروی و فشار پمپ در چاه ۷۵

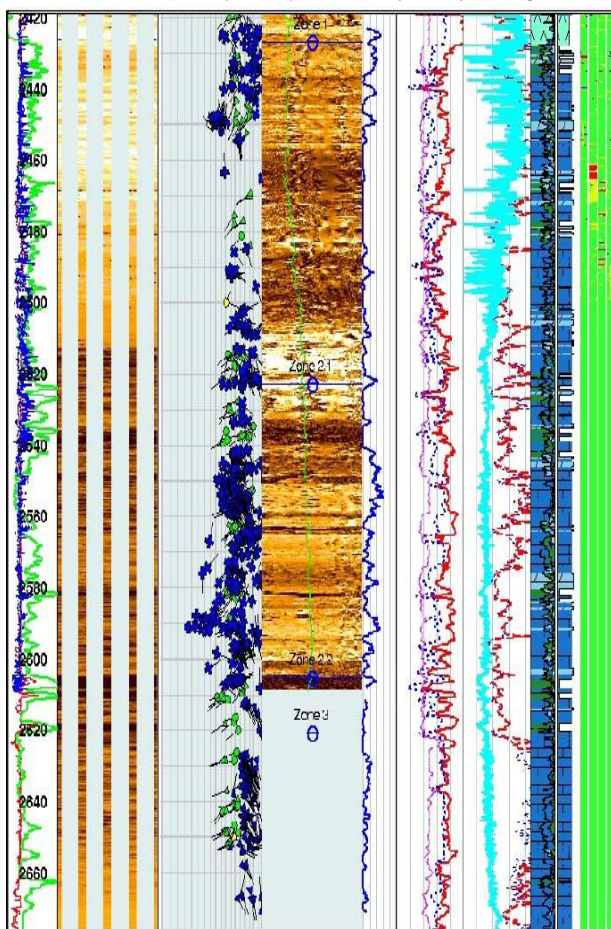


(نمودار ۴): رابطه بین هرزروی و فشار پمپ در چاه ۷۱

همانطور که ملاحظه می‌گردد با خروج از زون ۱ و ورود به زون ۲، با کاهش فشار مشاهده می‌گردد که شدت هرزروی تقریباً ۵۰٪ کاهش پیدا کرده است و با ورود به زون ۳، حتی با افزایش فشار به مقدار جزئی مشاهده می‌گردد که شدت هرزروی روند افزایشی به خود می‌گیرد. پس کاهش فشار تا مقدار 1500 PSI می‌تواند راه حل موثری برای کاهش شدت هرزروی در این چاه باشد.

۳-۲-۳- وجود شکستگی‌های طبیعی

در این چاه نمودار تصویرگر همانند (شکل ۴) انجام گرفته است.

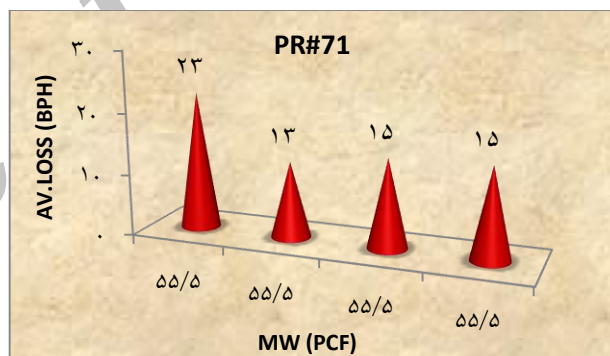


(شکل ۴): نمودار تصویرگر انجام گرفته در چاه شماره ۷۱

PR#71							
Avg. Thickness (m)	Depth		M.Loss BPH	Av.Loss BPH	Mw PCF	Pump	
	From (m)	To (m)				Gpm	Pressure (Psi)
96	2427	2453	0	22.5	55.5	300	2400
	2453	2502	20_40		55.5	300	2400
	2502	2504	16_40		55.5	300	2400
	2504	2507	12		55.5	300	1500
82.5	2507	2521	30_50	12.5	55.5	300	1500
15.5	2521	2608	10_15	14.6	55.5	300	1500
92	2608	2713	10_20	15	55.5	330	1550

۳-۲-۱- وزن سیال حفاری

تغییرات هرزروی سیال حفاری در چاه شماره ۷۱ (نمودار ۳) مشاهده می‌گردد.



(نمودار ۳): رابطه بین هرزروی و وزن سیال حفاری در چاه ۷۱

وزن سیال حفاری ثابت است و تاثیری روی مقدار هرزروی نمی‌تواند داشته باشد.

۳-۲-۲- فشار پمپ

تغییرات هرزروی سیال حفاری در چاه شماره ۷۱ (نمودار ۴) مشاهده می‌گردد.

همچنین دماغه شرقی بیشترین مقدار هرزروی اتفاق افتاده است و بطور کلی روند میانگین هرزروی در یال جنوبی حداکثر که به سمت یال شمالی از شدت آن کاسته می‌شود.

۲- می‌توان با توجه به الگوی هرزروی در مورد مقدار هرزروی در هر یک از بخش‌های این میدان اظهار نظر نمود. با توجه به این الگو میدان پارسه به ۳ بخش با شدت بالا و بسیار بالا، متوسط و مناطق فاقد هرزروی تا مناطق دارای هرزروی اندک تا پایین تقسیم بندی می‌گردد. بنابراین در بخش‌های دارای هرزروی متوسط تا بالا کاربرد حفاری زیرتعادل جهت جلوگیری از هرزروی در اولویت است که با توجه به این موضوع چاه شماره ۷۰ نشان می‌دهد در چنین نقاط مستعدی، حفاری به روش زیرتعادلی می‌تواند کارساز باشد.

۳- در هر دو چاه تاثیر فشار بروی شدت هرزروی (با ثابت بودن وزن گل) مشخص است و مشاهده شد که می‌توان با کاهش و یا ثابت نگه داشتن فشار تا حد امکان از شدت هرزروی کاسته شود.

۴- با توجه به نمودارهای تصویرگر، در قسمت یال جنوبی کوهانک شرقی و یال شمالی مرکز میدان در مقایسه با سایر بخش‌های ساختمان تاقدیس پارسه دارای شکستگی بیشتر و ارزش مخزنی بالاتری دارند.

مراجع

۱- گرزین، م.، ۱۳۸۴، فرایند حفاری زیرتعادل و امکان سنجی بکارگیری

PR#70							
Avg. Thic kne ss (m)	Depth		M.LO SS	Av.L oss BPH	Mw PCF	Pump	
	From (m)	To (m)	BPH			Gpm	Pressu re (Psi)
105.3	2227	2253	0	0	44	380	1000
	2253	2267	0	0	44	380	1000
67.2	2267	2311	0	0	42	350	650
15	2311	2340	0	0	42	400	830
104	2340	2439	0	0	42	420	950
65	2439	2567	0	0	42	480	1400
39	2567	2639	0	0	44	480	1400

آن در میدان نفتی گچساران.

۲- محمدیان، ر.، ۱۳۸۸، بررسی شکستگی‌های مخزن آسماری میدان گچساران با استفاده از نمودار تصویرگر FMI، اداره کل زمین شناسی شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب.

۳- شرکت نفت مناطق نفت خیز جنوب، ۱۳۸۸، مطالعه جامع میدان پارسه.

در این چاه نمودار تصویرگر رانده شده است که در مجموع ۳۴۲ عدد شکستگی مشاهده شد که سهم شکستگی‌های باز (ممتد و غیر ممتد) ۳۲۹ عدد بوده است. شکستگی‌ها مطمئن و احتمالی در تمام زون‌ها دیده می‌شوند، اما اکثر شکستگی‌های باز در زون ۱ و زیرزون ۱-۲ وجود داشته که بطور متوسط شکستگی‌های باز در این زون‌ها به ۱۰-۳۰ شکستگی در هر متر می‌شود و نشان دهنده‌ی تراکم بالای شکستگی در هر دو زون و نشان از وجود شکاف‌های طبیعی در مخزن و در نهایت، چنین مقدار شدت هرزروی را در زون‌های حفاری شده، باعث شده است.

می‌توان گفت در مناطق دارای هرزروی متوسط تا بالا با توجه به صدمات جدی وارده به مخزن که ناشی از هرزروی بالای گل است، کاربرد حفاری زیرتعادل اجتناب ناپذیر می‌باشد.

بنابراین با مد نظر قرار دادن دلایل فوق الذکر، به بررسی هرزروی در ۱ حلقه از چاهی که در مناطقی دارای هرزروی متوسط تا بالا و به روش حفاری زیرتعادل حفاری شده است، پرداخته می‌شود.

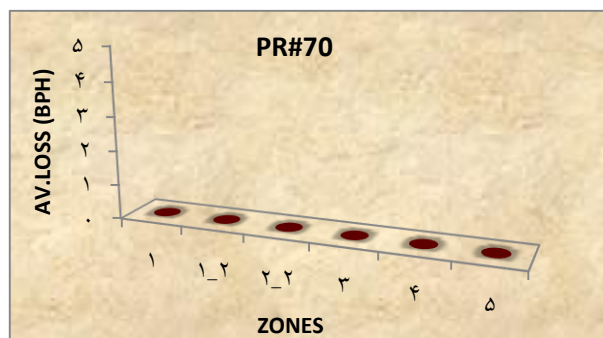
۴- بررسی مناطق مناسب حفاری زیرتعادل

۴-۱- بررسی هرزروی در چاه شماره ۷۰

اطلاعات (جدول ۳) از گزارش‌های روزانه حفاری تهیه شده است.

(جدول ۳): خلاصه‌ای از اطلاعات هرزروی سیال حفاری در زون‌های چاه شماره ۷۰ از سنگ مخزن آسماری میدان نفتی پارسه

میزان هرزروی سیال حفاری برحسب زون‌های حفر شده در چاه شماره ۷۰ در (نمودار ۵) مشاهده می‌گردد.



(نمودار ۵): میزان هرزروی در زون‌های چاه ۷۰

با توجه به نمودار فوق، می‌توان گفت که با توجه به بکارگیری حفاری زیرتعادل در این چاه، هرزروی سیال حفاری در تمام زون‌ها بطور کامل متوقف گردیده است.

۵- نتیجه گیری

۱- با توجه به الگوی هرزروی کل میدان، در اکثر بخش‌های یال شمالی و جنوبی کوهانک غربی و یال شمالی کوهانک شرقی و در بخش‌هایی از یال جنوبی مرکز میدان و در اکثر بخش‌های دماغه غربی کمترین مقدار هرزروی و در مرکز میدان واقع در یال شمالی و در یال جنوبی واقع در کوهانک شرقی و