

جوابیه

از داور گرامی بابت نظرات ارزشمند و وقتی که برای مطالعه گزارش صرف نموده اند کمال تشکر را داریم. نظرات داور گرامی به بهبود علمی و فنی گزارش کمک کرده است.

نکته نظرات فنی

۱- ترجمه Hydraulic Fracturing به شکست/شکافزنی هیدرولیکی معنی می‌شود و شکافت (fission) هیدرولیکی صحیح نیست. در کل گزارش به شکست/شکافزنی هیدرولیکی تصحیح شود.

ترجمه این تکنولوژی در کشور تا کنون بصورت سلیقه ای بوده است و اتفاق نظر جامعی وجود ندارد، بطوریکه عبارتهای بمانند شکاف هیدرولیکی، شکست هیدرولیکی، لایه شکافی، شکافزنی، ... بکاربرده شده است. پس از بررسی ها و بحث های متعدد با کارشناسان متعدد در این طرح به این نتیجه رسیده شد که در ترجمه کلمه Fracturing از عبارت شکافت هیدرولیکی استفاده شود که از مصدر شکافتن ریشه میگیرد و همچنین متناسب با ترجمه مصطلح جا افتاده در مورد شکافهای طبیعی (Natural Fractures) در صنعت نفت ایران میباشد.

ار آنجاییکه از ابتدای این پروژه و از مراحل پروپوزال نویسی این عبارت بکار رفته است چنانچه مورد توافق ناظر محترم قرار گیرد در ادامه این طرح از این عبارت استفاده گردد.

۲-ص ۱۲بخش ۳-۱: تاریخچه و اهمیت شکست هیدرولیکی مشخص هست و نیازی به این بخش طولانی نیست و می‌بایست خلاصه شود.

گردآوری تاریخچه برای این گزارش از منابع مختلف صورت گرفته و با توجه به اینکه حدود ۵ صفحه از این گزارش ۱۴۱ صفحه ای را به خود اختصاص داده است، استفاده از آن خالی از لطف نیست. ولی خلاصه این فصل در جدول صفحه ۱۸ گنجانده شده است که بسته به نظر آن ناظر محترم می‌توان اقدام نمود.

۳-بخش ۳-۴: آماری از عدم موفقیت پروژههای شکست هیدرولیکی در این کشورها اضافه شود و نقاط ضعف آنها بیان شود.

در فصل ۴ این گزارش با عنوان "داده‌های آماری فناوری شکافت هیدرولیکی" به مباحث آماری پرداخته شده است.

۴-ص ۲۲: اطلاعاتی که از شرکت‌های داخلی برداشته شده است ناقص است و نیازمند مکاتبه با این شرکت‌ها و گرفتن اطلاعات مورد نظر می‌باشد.

مکاتبات متعددی با شرکت‌های مزبور صورت گرفته ولی متأسفانه اطلاعاتی بیش از این در دسترس پژوهشکده علوم پایه کاربردی نمی‌باشد.

۵-ص ۲۳: نتایج شکست هیدرولیکی در چاه‌های میدان آذر صحیح نمی‌باشد.

اطلاعات بکار رفته از طریق متخصصین حاضر در این عملیات اخذ شده است. با توجه به اینکه اطلاعاتی بیش از این در اختیار گردآوردندگان این گزارش نیست مزید امتنان است در صورتی که ناظر محترم اطلاعات و گزارشات صحیح را در اختیار دارند، منعکس نمایند تا نتایج تصحیح گردند.

۶-ص ۲۶: نتیجه‌گیری این بخش مشخص نمی‌باشد.

با توجه به اینکه تاریخچه نویسی اصولاً همراه با نتیجه‌گیری نمی‌باشد، در صفحه ۱۸ "تاریخچه فناوری شکافت هیدرولیکی در یک نگاه" در جدولی آمده است که تمامی آنچه در فصل ۳ ضروری است به طور خلاصه در بر می‌گیرد.

۷-چه نتایجی از کارهای انجام شده از این تکنیک در این کشورها به حل مشکلات موجود در شکست هیدرولیکی در ایران کمک می‌کند.

در مجموع هدف از این طرح "دستیابی به دانش فنی و اجرایی فناوری شکافت هیدرولیکی" است و قطعاً پس از اختتام طرح بسیاری از ابهامات پاسخ داده خواهد شد.

۸-ص ۴۱: رابطه بین تعداد عملیات و میزان نفت تولیدی آمریکا از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ ۲۰۲۰ مشخص نمی‌باشد نیاز که موضوع به صورت نمودار ارائه گردد.

هدف از اطلاعات ارائه شده در این بخش نشان دادن میزان افزایش تعداد عملیات شکافت هیدرولیکی انجام شده در آمریکا می باشد و متأسفانه اطلاعات جزئی تر در دسترس نمی باشد.

۹- ص ۵۰: چرا پیچیدگی های روش MSF تشریح نشده است. شرایط این روش برای مخازن ایران چیست؟

روش MSF یا چند مرحله ای بجز تعدد عملیات و در مواردی ادوات تکمیل درون چاهی پیشرفته تر پیچیدگی بیشتری نسبت به روش تک مرحله ای ندارد و شرایط آن در ایران با سایر کشورها تفاوتی نخواهد داشت.

۱۰- ص ۵۰: با توجه به افزایش تعداد شکست هیدرولیکی روسیه نیاز است بررسی شود که روش چند مرحله ای چه برتری به روش های تک مرحله ای دارد و اصولاً این مراحل به چه دلیلی به فرایند شکستگی هیدرولیکی اضافه شده است.

در روش چند مرحله ای تعداد شکاف های ایجاد شده بیشتر و به طبع میزان تولید بیشتر از روش تک مرحله ای که تنها یک شکاف ایجاد می شود است. اکثراً این روش در چاه های افقی و بمنظور افزایش دسترسی به منابع مخزن صورت می گیرد.

۱۱- ص ۵۵: با توجه به حجم مخازن متعارف در حوزه خلیج فارس و منطقه ی خاورمیانه دلایل توجیهی شکست هیدرولیکی برای استحصال هیدروکربن از مخازن شیل های نفتی و گازی چه می تواند باشد.

همانطور که در گزارش آورده شده است با سرمایه گذاری و تولید نفت و گاز از مخازن غیر متعارف بسیار قابل توجه بخصوص در منابع گازی کشورهای عربستان، عمان و ...، بنظر می رسد این کشورها بدنبال تامین انرژی نسل های آینده و همچنین کنترل انرژی ژئوپلیتیک منطقه و جهان می باشند.

۱۲- هزینه در بشکه برای استحصال نفت به کمک شکست هیدرولیکی چقدر برآورد می گردد و با هزینه در بشکه مخازن متعارف مقایسه شود.

این هزینه برای هر میدان و چاه متفاوت بوده و به پارامترهای بسیاری از جمله قیمت نفت، در دسترس بودن تکنولوژی در آن کشور، شرایط چاه و مخزن و ... وابسته است، بنابراین نمی توان هزینه دقیقی را ارائه کرد. در عین حال، هزینه این روش بایستی با هزینه عملیات های بهبود برداشت دیگر IOR بمانند نصب پمپهای درون چاهی، اسد زنی با حجم گسترده، ... مقایسه گردد. در مقایسه با روشهای EOR بوضوح این تکنولوژی هزینه های پایینتری

را شامل خواهد بود. استفاده از این روش جهت استحصال و افزایش تولید و بهره‌وری چاه می‌باشد و لذا هزینه‌های مترتبه بایستی با افزایش تولید مورد انتظار توجیه اقتصادی داشته باشد که معمولاً بطور موردی بررسی می‌گردد.

۱۳-ص ۵۶: مطالعات اخیر در مدیریت اکتشاف و در طرح‌های اکتشافی فلات قاره میزان حجم گاز و نفت نامتعارف را تخمین و گزارش کردند که می‌بایست در این گزارش استفاده گردد.

برای گزارش‌های اینچنینی نامه‌هایی به شرکت‌های نفتی ارسال شد که متأسفانه بی‌جواب ماند.

۱۴-ص ۵۸: منابع شیلی ذکر شده برای کشور ایران صحیح نمی‌باشد و بایستی از منابع مدیریت اکتشاف و طرح‌های اکتشافی و نفت خیز جنوب استخراج گزارش گردد.
متأسفانه آمار دقیق‌تری در دسترس نبود.

۱۵-ص ۶۲: چالش‌های استخراج نفت به روش شکست هیدرولیکی از این مخازن چیست؟

چالش‌های موجود در شکافت هیدرولیکی به بخش‌های فنی و غیر فنی تقسیم می‌شود. برای نمونه می‌توان فشار سیال مخزنی، تراوایی، شکستگی‌های طبیعی در مخزن، عمق، لایه بندی، و... اشاره کرد که در فاز ۲ و ۳ بررسی می‌شوند. بطور کلی جهت افزایش احتمال موفقیت در مرحله اول انتخاب درست میدان و چاه بایستی انجام گیرد.

۱۶-با توجه به آماری که از کشورهای مختلف ارائه شد تا چه میزان امکان بازیافت نفت از مخازن شیلی ایران وجود دارد.

مهم‌ترین و اصلی‌ترین روش بازیافت مخازن شیلی روش شکافت هیدرولیکی می‌باشد امکان بازیافت بدون استفاده از این روش امکانپذیر نیست. میزان بازیافت در این روش به نوع عملیات و پارامترهای بسیاری وابسته است. در حالت کلی میزان بازیافت نفت از مخازن نامتعارف تا ۱۰٪ گزارش شده است.

۱۷-ص ۷۲: مجدداً چه نتیجه‌ای از ارائه این آمار میتوان گرفت که در استخراج نفت/گاز شیل در ایران مفید واقع شود. هدف از ارائه این آمار چه بوده است؟ مطالبی در مورد چشمانداز این عملیات در ایران و هزینه‌های پیشبینی شده در این بخش ارائه شود.

هدف از ارائه آمار شکافت هیدرولیکی فارغ از کاربرد خاص آن در منابع غیر متعارف، نشان دادن میزان توسعه یافتگی، اهمیت و استفاده از این تکنولوژی در صنعت نفت دنیا می‌باشد. این تکنولوژی در حال حاضر بصورت معمول در استخراج منابع متعارف نیز بکار گرفته میشود و هدف از آمار ارائه شده نشان دادن اثبات شدگی فناوری، وسعت توسعه و واهمه نداشتن از استفاده از این تکنولوژی در کاربردهای متنوع آن در کشور میباشد. از جمله می‌توان دریافت که کشوری مانند آمریکا که وارد کننده گاز بوده است با استفاده از این تکنولوژی به صادرکننده گاز تبدیل شده است و با استفاده از این تکنولوژی به بزرگترین تولید کننده نفت دنیا تبدیل شده است. کشور روسیه با استفاده گسترده از این روش به افزایش میزان تولید نفت و گاز رسیده است. کشورهای خاورمیانه از جمله عربستان با سرمایه گذاری کلان در تلاش هستند که با استفاده از این روش به توسعه مخازن غیرمتعارف خود پرداخته و از وابستگی واردات گاز رها شده و به جمع صادرکنندگان گاز بپیوندند. با نگاهی به این آمارها متوجه خواهیم شد که متأسفانه توسعه و استفاده از این تکنولوژی در ایران مغفول مانده است و لازم است توسعه این تکنولوژی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

۱۸-ص ۸۵: با توجه به مطالب گفته شده در این بخش در مخازن ایران کدامیک از این روش‌ها توصیه می‌شود؟

استفاده از روش مناسب بستگی به مشخصات خاص مخزنی، شرایط عملیاتی دارد و بایستی بصورت موردی بررسی گردد. با توجه به اینکه اکثر مخازن کشور از نوع کربناته می باشد، بنظر میرسد گزینه اسید فرک مناسب تر است. در عین حال استفاده از روش پرورپانت در مخازن کربناته به وفور گزارش شده است.

۱۹- ص ۸۹: توجه به اینکه کاربردهای زیادی شکست هیدرولیکی در حوزه های غیر نفتی دارد این موضوع خیلی کوتاه، کم و بدون رفرنس‌های خاصی تشریح شده است. نیاز است با توجه به کاربردهای زیاد آن در حوزه‌های غیرنفتی توضیحات به صورت کامل با آمار و گرافهای بین‌المللی برای توجیه استفاده از شکست هیدرولیکی در صنعت غیر نفتی جهت تصمیم گیری در حوزه مدیریت ارائه گردد.

خارج از شرح کار این طرح می باشد. از آنجایی که هدف این طرح برای مخازن هیدروکربنی است، در این بخش صرفا اشاره ای به کاربردهای غیر نفتی شکافت هیدرولیکی اشاره شده است تا اهمیت دستیابی به دانش فنی و اجرایی این فناوری و کاربردهای متنوع غیر نفتی آن نیز مورد اشاره واقع گردد.

۲۰ - ص ۹۴: با عواقب عملیات شکست هیدرولیکی ایجاد زمین‌لرزه است که مطلبی در این بخش ارائه نشده. خط سوم این عدد بر چه اساسی گفته شده؟

زلزله هایی که امکان دارد در حین عملیات اتفاق بی افتد بزرگی آن کمتر از ۳ ریشتر می باشد که در سطح زمین محسوس نمی باشد. مطالب مربوطه در متن اضافه گردیده است.

۲۱-ص ۹۵: بخش ۶-۱: این جمله نامفهوم است. تنشهای بزرگ در اثر جابجایی پوسته؟ حرکت گسلها؟ گسل چگونه حرکت میکند؟ مبنی ۱/۱ درصد بر چه اساسی ارائه شده است؟
متن اصلاح شد.

منظور از "تنشهای بزرگ مانند جابجایی پوسته زمین" تنشهای تکتونیکی در مقیاس منطقه می باشد. مبنای عدد ۰/۱ درصد، تخلخلی است که در اثر شکافت هیدرولیکی ایجاد می شود (Berry and Montgomery, 2015). منظور از حرکت گسل حرکت نسبی فرادیواره/فرودیواره می باشد که در اطراف صفحه گسل فراوانی شکستگی ها را افزایش می دهد.

۲۲-ص ۹۶: هدف از ارائه این شکل چیست؟ هیچ تحلیلی و توضیحی ارائه نشده است. مفهوم محور عمودی چیست؟ پارامترهای این شکل چگونه اندازه گیری می شوند؟
توضیحات بیشتر به متن اضافه شد.

شکل ۶-۱ نشان می دهد که در اثر شکافت هیدرولیکی در سنگ تعدادی از شکاف طبیعی هم فعال و باز می شود. شکل ۶-۲ نشان می دهد هر چقدر تراوایی ماتریکس اولیه کمتر باشد فولد افزایش بیشتر است. محور عمودی فولد افزایش را نشان می دهد.

۲۳-ص ۹۹: اهمیت تشخیص شکستگی های طبیعی در فرایند شکست هیدرولیکی چیست ؟
در گزارش فاز ۲ به این مبحث بیشتر پرداخته شده است. اگر شکستگی های طبیعی سازند زیاد باشد موجب هدر رفت سیال پد می شود ولی اگر تعداد شکستگی ها کم باشد حتی موجب باز شدن شکستگی های طبیعی خواهد شد.

۲۴-شکل ۶-۵: برای این شکل هیچ تحلیلی ارائه نشده. چگونه زون مناسب برای شکستگی تعیین می شود؟
متن اصلاح شد.

شکل ۵-۶ انواع منافذ سنگ مخزن را با استفاده از داده آنالیز مغزه نشان می دهد. چنانچه زونی در مخزن منافذ نوع ریز تخلخل (microporosity) داشته باشد یک زون کاندید برای عملیات شکافت هیدرولیکی می باشد.

۲۵-ص ۱۰۱: چگونگی شناسائی زون های مستعد شکست هیدرولیکی در این نمودار تشریح شود؟

در شکل ۶-۶ داده هایی که در بخش Brittle قرار می گیرند زون های مناسب برای عملیات شکافت زنی می باشند. البته این نمودار بیشتر برای شیل ها استفاده می شود. در نتیجه این نمودار در تعیین زون های کاندید نقش دارد.

۲۶-شکل ۶-۶: یک پلات بدون تحلیل است؟ کاربرد این پلات چیست؟

تحلیل نمودار به متن اضافه شد.

ص ۱۰۲: این نمودار برای شیل ها استفاده می شود. چنانچه نمونه های یک زون در محدوده شکل پذیر قرار گیرد کاندید مناسبی برای عملیات شکافت هیدرولیکی نیست. اما اگر نمونه های یک زون در محدوده شکننده قرار گیرند کاندید مناسبی برای عملیات شکافت هیدرولیکی در آن لایه شیلی می باشد.

۲۷-علاوه بر تستهای ذکر شده، انجام تستهای ژئومکانیک برای تعیین تردی سنگ Brittleness، فشار شکست، فشار انسداد (closure pressure) و بازشدگی ترک (reopening) الزامی می باشد.

در فاز ۳ توضیح داده شده است.

۲۸-تکتونیک: اینکه چگونه تکتونیک بر گسترش شکست هیدرولیکی موثر هست، تشریح نشده؟

در فاز ۳ توضیح داده شده است.

۲۹- شکل ۶-۱۱: نیاز به تفسیر بیشتر دارد.

توضیحات بیشتر در فاز سوم اضافه شده است.

۳۰- ژئومکانیک: تاثیر پارامترهای ژئومکانیک در شکست هیدرولیکی تشریح نشده و بایستی همراه با وضعیت مخازن مخازن ایران شرایط مرزی برای مدلهای ژئومکانیک تعریف شوند.

در فاز ۲ و ۳ توضیح داده شده‌اند.

۳۱-ص ۱۰۷: پاراگراف نهائی: تصحیح شوند.

تصحیح شد.

۳۲-جدول ۳-۶: این جدول مجدداً نوشته شود و رفرنس ارائه شود. توضیح داده نشده که این سیالات در چه سازندگی استفاده شده، آیا در مخازن ایران قابل استفاده هستند؟ نتایج آزمایشگاهی در دسترس هست؟

رفرنس اضافه گردید. این جدول صرفاً نمونه‌ای از افزودنی‌های رایج قابل استفاده در عملیات شکافت هیدرولیکی می‌باشد. همچنین نتایج آزمایشگاهی آن قابل دسترس نیست.

۳۳-بخش ۳-۶-۲-۵: اگر منظور perforation هست کلمه مناسب‌تر مشبک کاری می‌باشد. شبکه‌ها با چه تراکمی و در چه فاصله‌ای و عمق نفوذ معمولاً چقدر باید باشند؟ تاثیر فاز شبکه‌ها در شکستگی چیست؟ تصحیح گردید. توضیحات این بخش در فاز ۳ در طراحی عملیات ذکر شده است.

۳۴-بخش ۳-۶-۴: چه تست‌هایی نیاز هست تشریح شوند و شرایط این تست‌ها به چه صورت است.

متن اصلاح شد.

ص ۱۲۰: تست‌های قبل عملیات شامل ... step rate, minifrac, flow back, می‌باشد که در فاز سوم توضیح داده شده است.

۳۵-شکل ۱۶-۶: شکل‌ها در مقیاس بزرگتر و با وضوح بیشتر نمایش داده شوند. نشان‌های از هدایت پذیری (conductivity) در این شکل‌ها وجود ندارد. در شکل چپ، رژیم‌های جریان سیال نشان داده شده است.

متن اصلاح شد. شکل ۱۶-۶ نمودارهای تفسیر ته چاهی که در مقیاس لگاریتم فشار بدون بعد و زمان بدون بعد را نشان می‌دهد. الف) نمودارهای مشتق فشار-زمان گویای این مطلب است که شکافهای با نسبت ۱ (طول موثر در تولید به طول شکاف ایجاد شده) هدایت پذیری نامحدود دارد و هر چقدر که این نسبت بیشتر شود به سمت

هدایت پذیری محدود شکاف می رود. ب) با شروع تولید از شکاف هدایت پذیری شکاف (C_{FD}) کاهش پیدا کرده و متعاقبا رژیم جریان تغییر کرده است. برای مثال در هدایت پذیری ۵۰۰ شیب نمودار ۰/۵ حاکی از شکافی با هدایت پذیری نامحدود و با گذشت زمان و کاهش هدایت پذیری شیب نمودارهای مشتق فشار در برابر زمان رو به کاهش بوده و این شیب به میزان ۰/۲۵ گویای شکافی با هدایت پذیری محدود می باشد.

۳۶- مخلوط کن: سیستم اختلاط کلمه مناسبتری است تا مخلوط کن. نسبت اختلاط به چه صورت است؟

عبارت سیستم اختلاط جایگزین شد. توضیحات بیشتر در فاز ۳ می باشد.

۳۷- چند درصد مواد شیمیایی؟ چند درصد آب؟ پروپانت چند درصد؟ سیال را با چه فشاری تحویل می دهد؟

این مقادیر و جزییات آن بنا به شرایط طراحی انتخاب و موردی متغیر خواهند بود.

۳۸- ص ۱۲۴: نرخ مناسب چه مقدار است؟ چه درصدی از پروپانت؟

این موارد در طراحی موردی و بسته به شرایط چاه و پارامترهای مخزنی متعدد تعیین می شود.

۳۹- واحد گرمادهی: این واحد تشریح نشده. چرا آب فرک گرمادهی می شود؟ درحالیکه از دیدگاه ژئومکانیک وجود اختلاف دمای سیال و سازند مناسبتر است.

در فاز سوم در بخش تجهیزات بحث میشود. در عین حال کاربرد این واحد بیشتر در مناطق سردسیر و جهت رساندن دمای سیال تزریقی به نقطه مطلوب میباشد.

۴۰- تا چه دمایی و در چه شرایطی؟ در شکل های قبل و بعد واحد رطوبت دهی نوشته و اینجا گرمادهی، کدامیک صحیح است؟

واحد هیدراته زمانی که پلیمرها اضافه می شوند قابل استفاده می باشد و اگر پلیمر زده نشد واحد هیدراته نیاز نیست. در این بخش صرفا نام واحد ذکر شده است.

۴۱- ص ۱۰۹- لوله ها و اتصالات: از چه جنسی هستند؟ منحصر بفرد بودن از چه لحاظ؟

در فاز سوم بحث می شود.

۴۲-ص ۱۳۱:محدودیت‌های این ابزار و مشخصات آنها چیست؟

جزئیات تجهیزات فیلتر در فاز سوم توضیح داده شده است.

۴۳-ص ۱۳۶:با توجه به مطالب بیان شده به جای خلاصه، چه نتایجی گرفته می‌شود. چالش‌ها بیان شود و راهکارهای پیشنهادی ارائه شوند.

مهمترین هدف این فاز معرفی کلی تکنولوژی، حوزه های دانشی درگیر و ارائه بحث آماری عملیات شکافت هیدرولیکی در دنیا بوده است. در گزارشات فازهای بعدی موارد فنی به تفصیل بیشتری ارائه می‌گردند.

۴۴-در بخش ژئومکانیک برداشت لاگ FMI/UBI و DSI برای تعیین جهات تنش الزامی است.

در این فاز معرفی می‌شوند و در فازهای بعدی با جزئیات بیشتر توضیح داده خواهند شد.

۴۵-انجام تست‌های XLOT، Mini-Frac یا Micro-Frac برای تعیین تنش حداقل افقی زمین و متعاقب آن سایر تنش‌های برجا حداکثر الزامی می‌باشد و مطلبی ارائه نشده است.

در این فاز معرفی می‌شوند و در فازهای بعدی با جزئیات بیشتر توضیح داده خواهند شد.

۴۶-در روش چند مرحله‌ای طبق مطالعات گذشته روش Zipper Frac و Alternate Frac نتایج بهتری ارائه داده است. این روش‌ها در گزارش بیان نشده است.

متن زیر به گزارش اضافه گردید.

شکافت هیدرولیکی به روش زیپر (Zipper Frac) نیز به عنوان روشی برای بهبود عملکرد تولید در چاه‌ها پیشنهاد شده است. به طور خاص، این روش به شکستن دو یا چند چاه افقی موازی اشاره دارد. روش بهبود شکافت هیدرولیکی چند مرحله‌ای به طور متناوب در امتداد دو چاه انجام می‌شود. امروزه، یک رویکرد رایج برای شکافت غیر هیدرولیکی (Alternate Frac) شامل استفاده از گاز طبیعی به عنوان ماده شکافنده است. این روش به جای تزریق سیالات شکافنده و آب به داخل چاه، شامل فشردن سازی گاز طبیعی در محل حفاری و سپس تزریق آن گاز فشرده به چاه برای شکستن سازندهای سنگی است.

۴۷-جدول ۴-۸: در میدان سیری روش شکست بر اساس Acid Frac بوده و روش پروپانت فرک وجود ندارد و از پروپانت برای باز نگه داشتن دهانه شکستگی استفاده شده است.

متن اصلاح شد.

در پاراگراف ص ۶۰: شایان ذکر است که در میدان سیری از پروپانت برای باز نگه داشتن دهانه شکاف استفاده شده است. البته قابل ذکر است در عملیاتهای با پروپانت نیز تزریق پروپانت صرفاً بمنظور باز نگه داشتن شکاف ایجاد شده با سیال میباشد.

۴۸-شکل ۹-۵: استخراج Block Caving با انفجار در Undercut و در ذخایر فلزی می‌باشد و اشاره‌ای به شکست هیدرولیکی نشده است.

در این روش از معدن‌کاری با استفاده از شکافت هیدرولیکی بلوک‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند و از انفجار استفاده نمی‌شود.

اشکالات نگارشی

۱-در کل گزارش فاصله‌های کلمات جدا حذف شده و از نیم فاصله استفاده شود.

۲-ص ۵: خط دوم از آخر تصحیح شود.

۳-ص ۱۰: پاراگراف آخر تصحیح شود.

۴-ص ۲۸: خط اول و سوم از آخر تصحیح شوند.

۵-جدول ۴-۴: بصورت کامل در یک صفحه قرار گیرد یا مرتب شود.

۶-ص ۴۵ پ یک: جمله نامفهوم هستند و ترجمه صحیح نیست.

۷-ص ۶۳: خط اول تصحیح شود.

۸-ص ۶۵: خط سوم تصحیح شود.

۹ ص ۷۶: کنترل تولید ماسه

۱۰-ص ۸۰:جمله نامفهوم است. خط آخر مطابق زیرنویس شکل تصحیح شود.

۱۱-ص ۸۱:مطابق شکل پاورقی شوند.

۱۲-ص ۸۴: تصحیح شود.

۱۳-ص ۹۷: تصحیح شود.

۱۴-شکل ۳-۶:این شکل وضوحش بسیار پایین است.

۱۵-میسایل صحیح است.

۱۶-ص ۱۳۴:تصحیح شود.

۱۷-در بخش منابع: منبع‌های ذکر شده بهم ریخته و نامنظم هستند و تصحیح شوند.

اشکالات نگارشی در سراسر گزارش تصحیح گردید.

جمع بندی

۱-به طور کلی منابع ذکر شده و اقتباس شده بسیار محدود می‌باشد و در حقیقت کل بخشهای مهم گزارش صرفاً از گزارشهای محدود منتشر شده در دنیا استفاده شده است. مقتضی است از مجموعه‌ی کاملتری از گزارشات جدیدتر و مقالات و منابع موجود در مارکت بینالمللی استفاده گردد و مقایسه به صورت کامل بین تمامی شرکتهای و کشورهای استفاده کننده این تکنولوژی صورت پذیرد.

۲-آمار خوبی از کشورهای چین روسیه آمریکا و سایر کشورهای منطقه در خصوص تکنیک شکافزنی هیدرولیکی ارائه شده ولی نیاز است مشخص گردد که آیا در مخازن متعارف نیز از این تکنیک به این میزان استفاده میگردد یا خیر؟ در حقیقت بیشتر آمار اعلام شده در این گزارش مربوط به مخازن نامتعارف شیلهای گاز و نفتی میباشد. نیاز است بررسی گردد که آیا در مخازن متعارف نیز از این تکنیک در این حجم استفاده میگردد یا خیر؟ و چه تاثیری در میزان تولید و بهره وری دارد؟

۳-آمار مربوط به کشور ایران بسیار ضعیف بوده و نیازمند مکاتبه با شرکتهای تابعه نفت می باشد که مشخص گردد که در کدام مخازن با چه ویژگیهایی و با چه عملیاتی و با چه جزئیاتی شکافزنی هیدرولیکی انجام شده است و همچنین دلایل موفقیت و عدم موفقیت این پروژه به تفصیل بیان گردد.

۴- ضرورت استفاده از این فناوری در میادین نفتی ایران با توجه به ویژگیهای مخزن و ویژگیهای زمینشناسی آنها نیاز به بررسی بیشتری دارد و در حقیقت استفاده از این تکنیک مستلزم شناخت پدیدههایی هست که در واقع باعث کاهش تولید، کاهش ریکاوری و بازدهی چاهها شده است. ۵- با توجه به ماهیت پروژه که استفاده آن را در صنایع نفتی و غیرنفتی را توجیه میکند، نیاز است که به صورت مفصل کاربردهای این تکنیک در سایر منابع غیر نفتی از جمله آبهای زیرزمینی و دفع آبهای تاسیسات هسته‌ای، آلودگی‌های زیست محیطی، معادن، ژئوترمال و غیره به تفصیل بیان گردد. توضیحاتی که در حال حاضر در گزارش داده شده بسیار ناقص بوده و تنها به معرفی استفاده از این تکنیک در سایر صنایع غیر نفتی بیان شده است. نیاز است آمار و اطلاعات و بحثهای اقتصادی استفاده از این تکنیک در این صنایع با ارائه گرافها و نمودارها و محاسباتی که در مقالات و کتابهای منتشر شده، استفاده و ارائه گردد و توجیه اقتصادی این تکنیک در صنایع غیر نفتی ارائه گردد.

۶- در ابتدا باید آمار مشخصی از میادین و مخازن نفتی ایران ارائه گردد که چه پدیدههایی و چه پارامترهایی باعث این کاهش تولید و ضریب برداشت شده است و آیا تکنیک شکست هیدرولیکی موفق به بازگرداندن کارایی تولید چاه خواهد بود یا خیر؟

۷- در خصوص آلودگی زیست محیطی این تکنیک، کارهایهای متعددی در دنیا انجام شده است و راهکارهایی را هم برای مقابله با آن طراحی و استفاده میشود. نیاز است به طور مفصل این بخش تشریح نکته نظرات فنی ناظر - گزارش فاز اول شکست هیدرولیکی گردد و از منابع بینالمللی، راهکارهایی که تاکنون استفاده میشده و نیاز به بروزآوری و بومی سازی دارد بیان گردد و حداقل با آمار و اطلاعات و با تشریح تمامی رخدادها از جمله زلزله‌های کوچک مقیاس و آلودگی آبهای زیرزمینی و سایر موارد مختلف بررسی و به طور کامل تشریح گردد. ۸- با توجه به استراتژی توسعه در صنعت نفت و صنایع غیرنفتی، به کارگیری تکنولوژیهای همانند شکست هیدرولیکی، نیازمند استاندارد سازی و پیروی از مقررات تکنیکی در این شرکتهاست. لذا ضروری است کلیه استانداردها، قوانین، الزامات زیست محیطی مورد نظر این مشتریان با دقت مطالعه و گزارش گردد و فرآیند و مراحل اجرای پروژه، متناسب با آنها مطابقت و سازگاری یابد.

الزامات و انتظارات از فاز اول

با توجه به اهداف فاز یک پروژه، موارد زیر مورد انتظار می باشد:

۱-نظر به اینکه پروژه های شکست هیدرولیکی در شرکت ملی نفت ایران در سال های گذشته تقریباً با عدم موفقیت همراه بوده است، انجام هرگونه شکست هیدرولیکی و یا پروژه های مرتبط با آن همراه با مقاومت و ممانعت در سطح شرکت ملی نفت در بین مدیران و کارشناسان می باشد. بنابراین نیاز است عوامل موثر در شکست این پروژه ها به تفصیل بررسی و بیان گردد. لذا توصیه می شود برای ترغیب و تمایل شرکت ملی نفت به عنوان مشتری اصلی این تکنولوژی، پس از تکمیل فاز اول پروژه، جلسات فنی/مدیریتی در سطح کارشناسی و حتی مدیریتی با شرکت ملی نفت ایران برگزار گردد و سپس نسبت به نحوه تداوم و بهره‌وری اجرا و نتایج پروژه اقدام نمود.

با تشکر از نظر کارشناسی ناظر محترم، سعی می گردد در ادامه مراحل اجرای پروژه از نظرات کارشناسان و مدیران شرکت ملی نفت نیز استفاده گردد. همانطور که در جلسه حضوری مطرح گردید.

۲-انتظار می‌رود که کلیه روش‌های تحریک چاه که در دنیا متداول هستند با همدیگر مقایسه و انتخاب تکنیک شکست هیدرولیکی برای مخازن متعارف ایران توجیه گردد.

برای این موضوع می بایست موارد زیر مورد مقایسه قرار گیرند:

- ویژگی های زمین شناسی شامل ضخامت، تنشهای برجا، سنگ شناسی، سنگ پوش، تیپ مخزن
- ویژگی های مخزنی شامل تخلخل، تراوایی، نوع مخزن ، ترشوندگی و غیره
- ویژگی های تکمیل چاه ها به صورت حفره باز یا بسته و یا استفاده از لوله های پوششی و جداری و مشبک کاری های مختلف
- مشخصات ترکیب سیالات مخزنی نفت و گاز، سطوح تماس سیالات، خواص و سایر پارامترهای ویژگی های ذکر شده مذکور می بایست از سراسر دنیا که پروژه شکست هیدرولیکی را پشت سر گذاشته اند با شرایط آن در مخازن ایران مقایسه و استفاده از این تکنیک توجیه گردد. از طرف دیگر با توجه به این ویژگی ها، مشخص شود که آیا تکنیک شکست هیدرولیکی تنها راهکار موثر جهت افزایش بهره وری و بازدهی چاه ها می تواند باشد یا خیر؟

با توجه به کامنتی که در جلسه حضوری مطرح گردید یک بخش به منظور معرفی مزیت ها و جایگاه شکافت هیدرولیکی در مقایسه با دیگر روش ها در گزارش لحاظ گردید. با این وجود در فاز دوم، غربالگری میدانی ایرانی

از نظر شکافت هیدرولیکی انجام شده است و اکثر موارد ذکر شده در کامنت به صورت جزئی در فاز دو آورده شده است.