

بررسی مسیر عبور و تاثیرات گسل پی سنگی هنديجان - بهرگانسر در فرو افتادگی دزفول

اسماعیل فرحزادی

کارشناس ارشد نکتونیک، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب،

عباس چرچی

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

محمود جمیل پور

کارشناس ارشد رسوب شناسی و سنگ رسوبی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

قاسم ساعدی

کارشناس ارشد زمین شناسی نفت، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۸/۰۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۱۱

E_Salarvand2005@yahoo.com

چکیده

با استفاده از شواهد لرزه ای، ساختاری و چینه شناسی و مطالعات صحرایی تاثیرات گسل هنديجان - بهرگانسر بر تاقدیس های تنگو، رگ سفید، آغاچاری، پازنان، پرنج، پارسی و کوه بنگستان مورد بررسی قرار گرفت. براساس این شواهد، گسل هنديجان - بهرگانسر دارای روند غربی می باشد که روند غربی آن می تواند نشانه ای از پی سنگی بودن این گسل باشد. در این تحقیق بر اساس مدارک موجود و بررسی های به عمل آمده، مسیر عبور بهتری برای گسل هنديجان - بهرگانسر نسبت به نقشه های گذشته بدست آمده است. شواهد چینه شناسی در میادینی که حفاری تا گروه بنگستان انجام گردیده نشان از حذف و یا کم ضخامت شدن سازند های کرتاسه بالائی بر اثر بالا بودن این مناطق و فعالیت این گسل پی سنگی در طی رخداد زمین ساختی ساب هرسنین دارد. در میادین پارسی، پرنج و کوه بنگستان که حفاری در گروه بنگستان انجام نشده است عملکرد گسل بر اساس شواهد ساختاری مورد ارزیابی قرار گرفته است. براین اساس خمیده گی ساختارها، جابجائی سطوح محوری چین ها در کنترل گسل های عرضی و پی سنگی است. این گسل پی سنگی علاوه بر تغییرات چینه شناسی و ساختاری، وضعیت تولید هیدروکربور در میادین مورد مطالعه را با تغییرات رسوبی ایجاد شده در دو سوی گسل و همچنین اثر بر روند و تراکم شکستگی ها در کنترل خود دارد. تغییرات شدید ضخامت و رخساره در سازندهای پایده و گورپی در بعضی میادین مورد مطالعه، نقش این عوامل را در کنترل اثربخشی پوش سنگی این دو سازند آشکار می سازد. به طوری که وجود این بلندی قدیمه منجر به کاهش ضخامت شدید سازندهای پوش سنگی و تغییر رخساره های شکل پذیر (رسی) به رخساره های شکننده (آهکی) شده است. عدم تناسب ضخامت رسوبی در دو سوی این گسل ها باعث پاسخ غیر یکنواخت ساختار به تنش های مولد چین خوردگی پلیو- پلیستوسن شده است که این خود می تواند از عوامل موثر بر شکل و مورفولوژی چین خوردگی ها، در محل عبور گسل های پی سنگی باشد. از نظر کاربردی تعیین مسیر این گسل در میادین نفتی نامبرده، به دلیل تشکیل شکستگی های فراوان هم روند با این گسل در نواحی عبور آن، می تواند در تعیین مسیر حفاری جهت بازدهی و برداشت بهتر نفت بکار آید.

کلمات کلیدی: گسل عرضی و پی سنگی، کرتاسه بالا، فروافتادگی دزفول، رخداد ساب هرسنین، تغییرات ساختاری - چینه ای

مقدمه

گسل ها گردیده است. در نتیجه بلندی های قدیمی در ارتباط با گسل های پی سنگی در نظر گرفته شده و بر همین اساس این محققین اصطلاح بلندی قدیمی (paleo high) هنديجان - بهرگانسر را معادل گسل پی سنگی آن بکار می برند.

حرکات برخی از گسل های پی سنگی و متعاقب آن تشکیل بلندیهای قدیمی از اهمیت ویژه ای در منطقه فرو افتادگی دزفول برخوردار است. نقش بلندی های قدیمه در تغییر ضخامت و نوع رخساره های رسوبی منجر به رفتار های متفاوتی از سازندهای پایده و گورپی و سروک بالائی در فروافتادگی دزفول شده است. این گونه فعالیت ها بر تغییرات ضخامت و پراکندگی سنگ های منشأ، مخزن و پوش سنگ (Caprock)، ایجاد ناپیوستگی (Unconformity) طولانی مدت، تشکیل شکستگی ها و تخلخل در سنگهای مخزن و نحوه توزیع و مهاجرت هیدروکربور در منطقه، تأثیرات عمیقی را بر جای گذاشته اند. مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس داده های حفاری چاه ها نشان می دهد

بر اثر رخداد زمین ساختی سنومانین پایانی - تورنین آغازی در حوضه دزفول تعدادی بالا آمدگی در جهت شمال - جنوب و در امتداد گسل های قدیمی ایجاد گردید که از مهمترین این بالا آمدگی ها می توان هنديجان، هفتکل و خارک میش را نام برد (نظر آقائی، ۱۳۶۵). این بلندی های قدیمی (paleo high) در زاگرس به ساختمان های بزرگ با برجستگی کم اطلاق می شود که قبل از چین خوردگی میو- پلیستوسن وجود داشته اند. بر اساس نظرات Verral and Evers در سال ۱۹۷۷، بالا آمدگی های محلی در اثر حرکات توده نمکی هرزم می باشد و دلیل آنرا رسیدن نمک به سطح زمین در ناحیه فارس در زمان کرتاسه می دانند. اما گروهی دیگر از جمله (Murriss, 1980) بالا آمدن بلندی های هفتکل، هنديجان - بهرگانسر و خارگ میش را در ارتباط با بلوکهای گسل خورده قدیمی و مربوط به پی سنگ (Basement) دانسته اند و عقیده دارند که حرکات عمودی (شامل کوهزائی های دوره پرمین، تریاس و ژوراسیک و آلپ) و تاثیر آنها بر گسل های قدیمی، سبب فعال شدن این

منشأ بالآمدگی ها در زمان ژوراسیک تختانی، میانی و سنومانین پایانی دانسته است.

Shepherd, 1963 و Hart, 1970 و نظر آقائی در سال ۱۳۶۵ خورشیدی، دیگر محققینی هستند که بلندی های قدیمی را در زاگرس مورد بررسی قرار داده اند.

موقعیت زمین شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در فرو افتادگی دزفول و پهنه زاگرس قرار دارد. پهنه زاگرس از نظر زمین ریخت شناسی از شمال خاور به جنوب باختر شامل زاگرس مرتفع (زاگرس داخلی) زاگرس چین خورده (زاگرس چین بیرونی) و دشت آبادان (کمی چین خورده) می باشد. بیشترین تعداد مخازن نفتی تاقدیسی در زاگرس چین خورده و مربوط به شمال شرق عراق و جنوب غرب ایران است. زاگرس چین خورده شامل: فروافتادگی کرکوک، حوضه لرستان، زون ایذه، فروافتادگی دزفول، حوضه فارس و پشت کرانه (Hinterland) بندر عباس می باشد (آقا نباتی، ۱۳۸۳). منطقه مورد مطالعه در فرو افتادگی دزفول در عرض جغرافیائی "۴۳' ۱۳" تا "۴۴' ۲۵" ۳۱° شمالی و طول جغرافیائی "۲۹' ۲۹" تا "۵۰' ۲۴" ۵۰° شرقی قرار دارد (شکل ۱) و میادین تنگو، رگ سفید، آغاچاری و پازنان، پرنج، پارس و کوه بنگستان را در برمی گیرد. فروافتادگی دزفول بخشی از پیش گودال (Fore Deep) زاگرس است که در آن سازند آسماری فاقد رخنمون است. گسل هندیمان - بهرگانسر فرو افتادگی دزفول را به دو قسمت شمالی (Northern Dezful) و جنوبی (Southern Dezful) تقسیم می کند (شکل ۱).

بحث

همانگونه که در بالا اشاره گردید بر اساس حفاری های به عمل آمده و شواهد چینه شناسی و ساختاری به نظر می رسد که گسل قدیمی هندیمان - بهرگانسر میادین تنگو، رگ سفید، مرز میادین آغاچاری - پازنان، میدان پارس، پرنج و کوه بنگستان را تحت تاثیر قرار داده باشد. بر این اساس با توجه به شواهد ذکر شده، در ادامه اثرات این گسل پی سنگی در میادین مذکور مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد.

میدان تنگو

نخستین میدانی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت میدان تنگو است. این میدان پایین تر از یال جنوبی میدان رگ سفید و چسبیده به آن (شکل ۱) و در ۵ کیلومتری شمال شرق شهر هندیمان قرار گرفته است. طول میدان ۱۸ و عرض آن ۸ کیلومتر است. بر اساس تعبیر و تفسیر داده های لرزه ای میدان تنگو، این ساختمان توسط گسل هندیمان - بهرگانسر به دو بخش مجزای شرقی و غربی تقسیم شده است. فاصله تنها چاه حفاری شده در این میدان در نقطه ورود به آسماری نسبت به گسل هندیمان - بهرگانسر ۱۳۲۰ متر است (شکل ۲). به دلیل فعالیت شدید گسل هندیمان در حوضه رسوبی، خصوصیات سکناس چینه ای در دو سوی این گسل کاملاً متفاوت است. بنابراین وضعیت مخزنی این دو بخش نیز متفاوت خواهد بود (ارزانی و حسینی، ۱۳۹۱). نقشه هم ضخامت واقعی سازند سروک نشان می دهد که سازند سروک در یک فاصله ۲۰ کیلو متری از دماغه شمال غربی میدان رگ سفید تا گسل هندیمان - بهرگانسر در نزدیکی چاه شماره ۱ تنگو ۵۰۰ متر کاهش ضخامت دارد (شکل ۳). سازندهای پابده - گورپی و بخش بالائی سروک نیز به طور تدریجی از غرب به شرق حذف می گردند.

جدول بدست آمده از اطلاعات حفاری چاه شماره ۱ میدان تنگو (جدول ۱)

که در میادین تنگو، رگ سفید، آغاچاری و پازنان کاهش شدید ضخامت سازند گورپی نسبت به میدان اهواز و میادین مجاور مشاهده می شود و گاهاً در قسمت های میانی میدان رگ سفید و مرز بین میادین آغاچاری - پازنان سازند گورپی و ایلام به طور کامل حذف شده و سازند پابده مستقیماً بر روی آهک های سازند سروک میانی قرار گرفته است. در میادین پرنج، پارس و کوه بنگستان نیز، اگرچه تا کنون حفاری پایین تر از سازند آسماری در منطقه تاثیر گسل هندیمان - بهرگانسر صورت نگرفته است ولی شواهد ساختاری حکایت از تاثیر این گسل پی سنگی بر مورفولوژی این تاقدیس ها دارد. علاوه بر اثرات چینه شناسی شواهد ساختاری نشان می دهد که خمیدگی ساختارها و جابجائی سطوح محوری چین ها در کنترل حرکات گسل های عرضی و پی سنگی با روند عربی بوده که این خود در جاگیری موقعیت هیدرو کربور و میزان آن موثر بوده است. گسل هندیمان - بهرگانسر یک گسل عرضی همانند گسل کازرون می باشد که توسط آن فروافتادگی دزفول به دو بخش جنوبی و شمالی تقسیم می شود. در این مقاله با استفاده از مقاطع لرزه ای، اطلاعات حفاری چاه ها، تصاویر ماهواره ای، شواهد مورفوتکتونیک و همچنین بررسی های صحرائی، تغییرات چینه شناسی و ساختمانی ناشی از حرکات این گسل پی سنگی بر تاقدیس های تنگو، رگ سفید، پازنان، آغاچاری، پرنج، پارس و کوه بنگستان مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از این شواهد، روندهای ارائه شده قبلی برای این گسل، تصحیح گردیده است.

روش کار

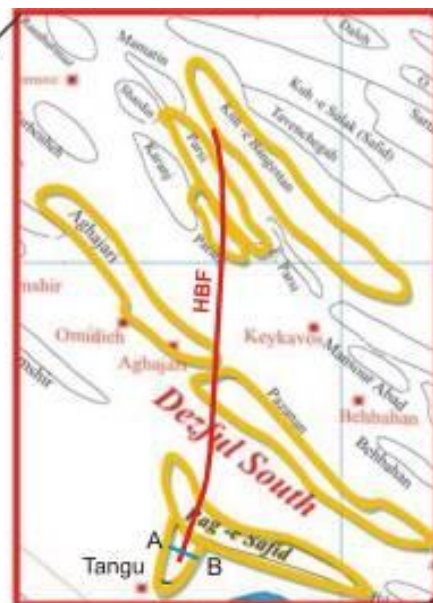
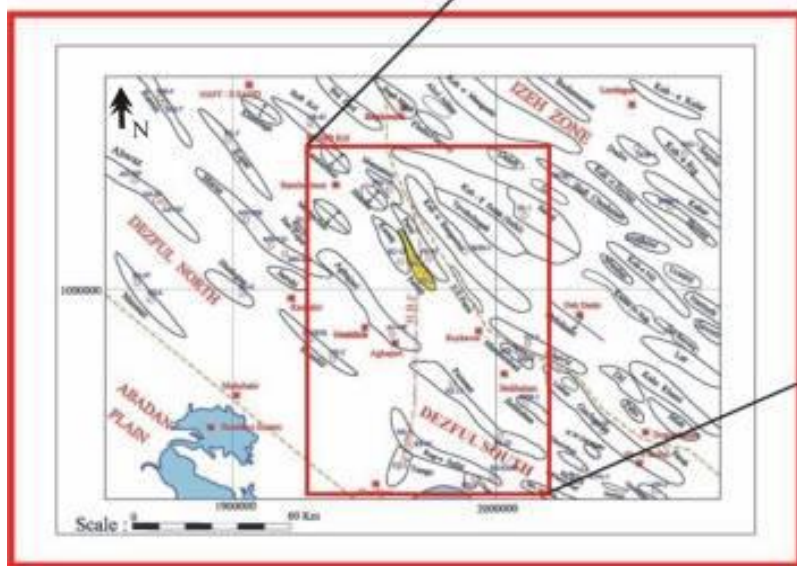
در این تحقیق برای ترسیم نقشه ها و چارت تطابقی چینه شناسی از داده های حفاری چاه استفاده گردیده است. همچنین در میادینی که تفسیر لرزه ای وجود داشته است از داده های لرزه ای موجود جهت بررسی اثرات گسل هندیمان - بهرگانسر استفاده شده است. در میادین پرنج، پارس و کوه بنگستان که داده های حفاری چاه و مقاطع لرزه ای موجود نبود از بررسی های ماهواره ای و کنترل آن با مطالعات صحرائی استفاده گردیده است.

پیشینه تحقیق

ریچاردسون (Richardson, 1924)، اولین شخصی بود که اثر بلندی های قدیمی را در فروافتادگی دزفول مورد توجه قرار داد. وی چنین ابراز داشت که نازک شدگی و از بین رفتن بعضی از بخش های سازند گچساران در میدان مسجد سلیمان متأثر از بالا آمدن آن تاقدیس در حین رسوبگذاری است. مطالعات جیمز و وایند (James and Wynd, 1965) به وجود بلندی قدیمه در این ناحیه در زمان رسوبگذاری سازند گورپی اشاره داشته است. تغییر ضخامت بایوزون های موجود در سازندهای پابده و گورپی در فروافتادگی دزفول که توسط این دو محقق مورد شناسائی قرار گرفته بودند از دلایل وجود اینگونه ساختار ها در این ناحیه از زاگرس می باشد که پس از ترسیم خطوط هم ضخامت بایوزون ها در این ناحیه روند و مناطق تحت اثر این بلندی ها آشکار شد. موریس (Murriss, 1980)، معتقد است که در اثر برخورد صفحات عربستان و ایران مرکزی در خلال دوره کرتاسه در حوضه دزفول و فشار وارده از طرف شمال غربی به این صفحات سبب شده است که لبه های حوضه به صورت خمیده درآمده و در نتیجه گسل هائی در امتداد شمالی-جنوبی تشکیل شود. همچنین ایشان بالا آمدن بلندی های هفتکل، هندیمان و خارگ - میش را در ارتباط با بلوک های گسل خورده قدیمی و مربوط به پی سنگ دانسته است. استونلی (Stoneley, 1981)، حرکات توده های نمک در اینفرآ کامبرین را

X=49 29 57

Y=31 25 44



X=50 24 53

Y=30 13 43

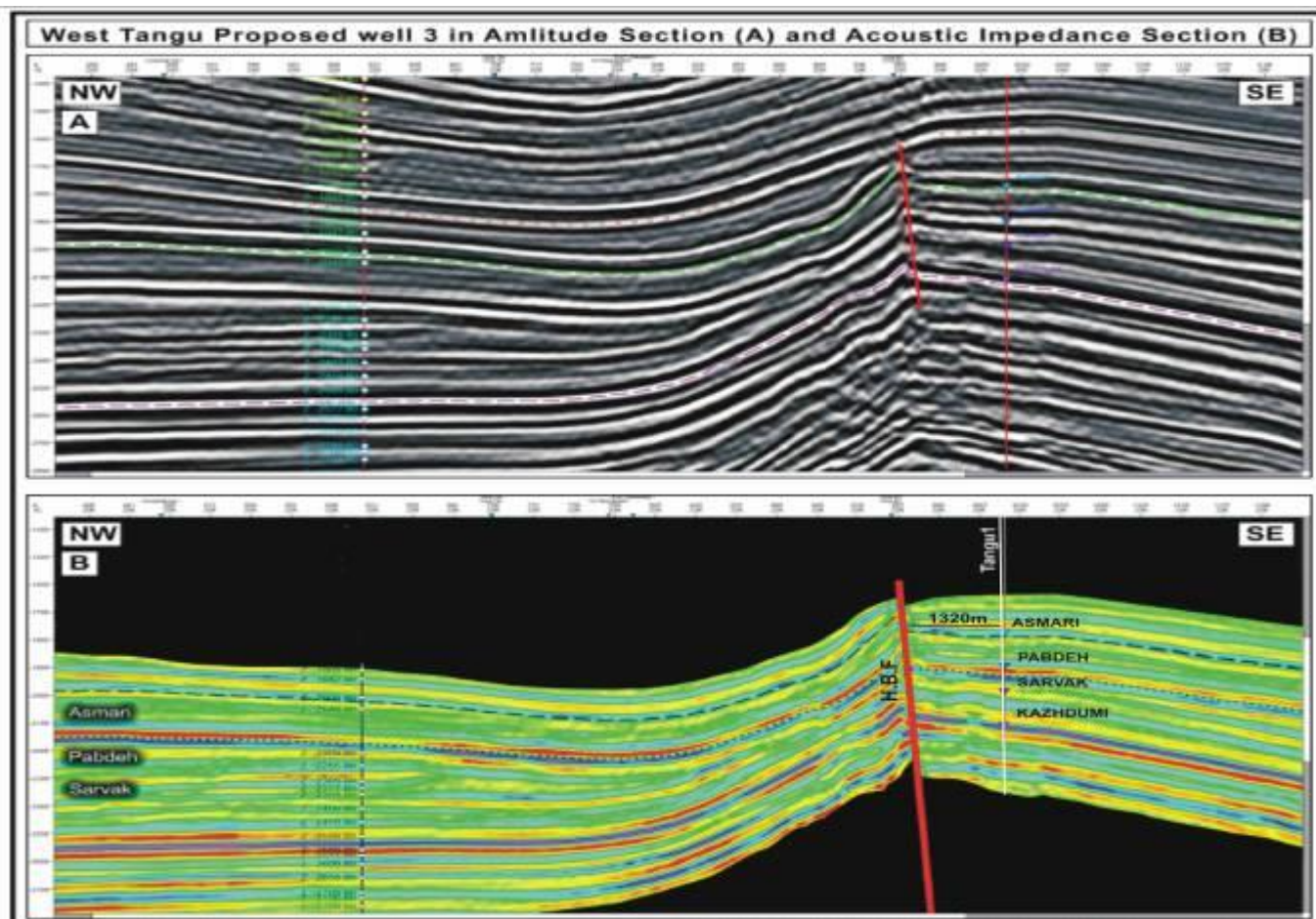
شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در فرو افتادگی دزفول که میداین مورد نظر در آن با حاشیه ضخیم و رنگی مشخص گردیده اند. خط A-B در میدان تنگو موقعیت پروفیل لرزه ای شکل ۲ را نشان می دهد (سیستم مختصات نقشه مینا لامبرت می باشد).

میدان رگ سفید

فاز کوهزائی ساب هرسی نین در حد فاصل سنومانین- تورونین دارای عملکرد متفاوتی در ناحیه فروافتادگی دزفول بوده است. این فاز در میدان رگ سفید دارای شدت اثر بیشتری نسبت به میداین مجاور می باشد. و سبب شده که در اواخر سنومانین قسمت اعظم میدان رگ سفید از زیر آب دریا خارج و شرایط قاره ای از تورونین تا ماستریشتین و حتی پالئوسن در این مناطق مستولی شود. به طوری که در قسمت وسیعی از میدان، بویژه در قسمت میانی، سازند پایده مستقیماً بر روی سازند سروک میانی قرار بگیرد. سازند ایلام نیز به دلیل بالا آمدن ناشی از حرکات ساب هرسینین و تداوم شرایط قاره ای تا اواخر کرتاسه در محدوده میدان رگ سفید تشکیل نشده است (چلداوی، ۱۳۸۵). نظراً قیاسی (۱۳۶۵) نشان داد که بلندی قدیمی شناخته شده در تاقدیس رگ سفید تداوم می یابد و احتمالاً در همزمانی با وقوع خمش جبهه کوهستانی در بنگستان و منگشت دارای ابعادی است که طاقدیس های بهرگانسر، هندیدجان، تنگو، رگ سفید و قسمتی از تاقدیس بی بی حکیمه را در بر می گرفته است. در این پژوهش نقشه جدیدی از مجموع ضخامت پایده و گورپی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ تهیه شد (شکل ۴).

نشان می دهد که سازند گورپی در این محدوده به طور کامل حذف و ضخامت سازند های پایده و سروک نیز نسبت به میدان های مجاور حتی نسب به رگ سفید که خود تحت تاثیر گسل هندیدجان - بهرگانسر قرار گرفته به طور چشمگیری کاهش داشته است (شکل ۴).

این شواهد نشان از تاثیر رخداد زمین ساختی کرتاسه فوقانی یعنی رخداد ساب هرسنین بر این منطقه و فعالیت گسل بهرگانسر در این زمان دارد. بر اساس نتایج تفسیر لرزه ای میدان تنگو (ارزانی و حسینی، ۱۳۹۱) بر اثر عملکرد این گسل، بخش هایی از تنگو غربی که در حاشیه شمالی گسل هندیدجان - بهرگانسر قرار گرفته اند بالاتر از تنگو شرقی بوده و بستگی ساختاری بیشتری دارد و در نتیجه ذخایر هیدروکربوری بیشتری خواهد داشت. این مطلب نشان می دهد که این گسل پی سنگی علاوه بر تغییرات چینه شناسی و ساختاری در میدان های مسیر، بر میزان تجمع ذخائر هیدرو کربوری نیز تاثیر گذاشته است. با توجه به مطالب گفته شده محل اثر گسل هندیدجان - بهرگانسر در میدان تنگو مطابق شکل ۲ در غرب چاه شماره ۱ است و به سمت بالا و با روند N10E به میدان رگ سفید می رسد (شکل ۱). در ادامه اثرات آن بر این میدان مورد بررسی قرار می گیرد.



شکل ۲. موقعیت و فاصله چاه شماره ۱ تنگو را نسبت به گسل هندیدجان - بهرگانسر نشان می دهد. خط AB در شکل ۱ موقعیت این پروفیل لرزه ای است (H.B.F.=گسل هندیدجان - بهرگانسر).

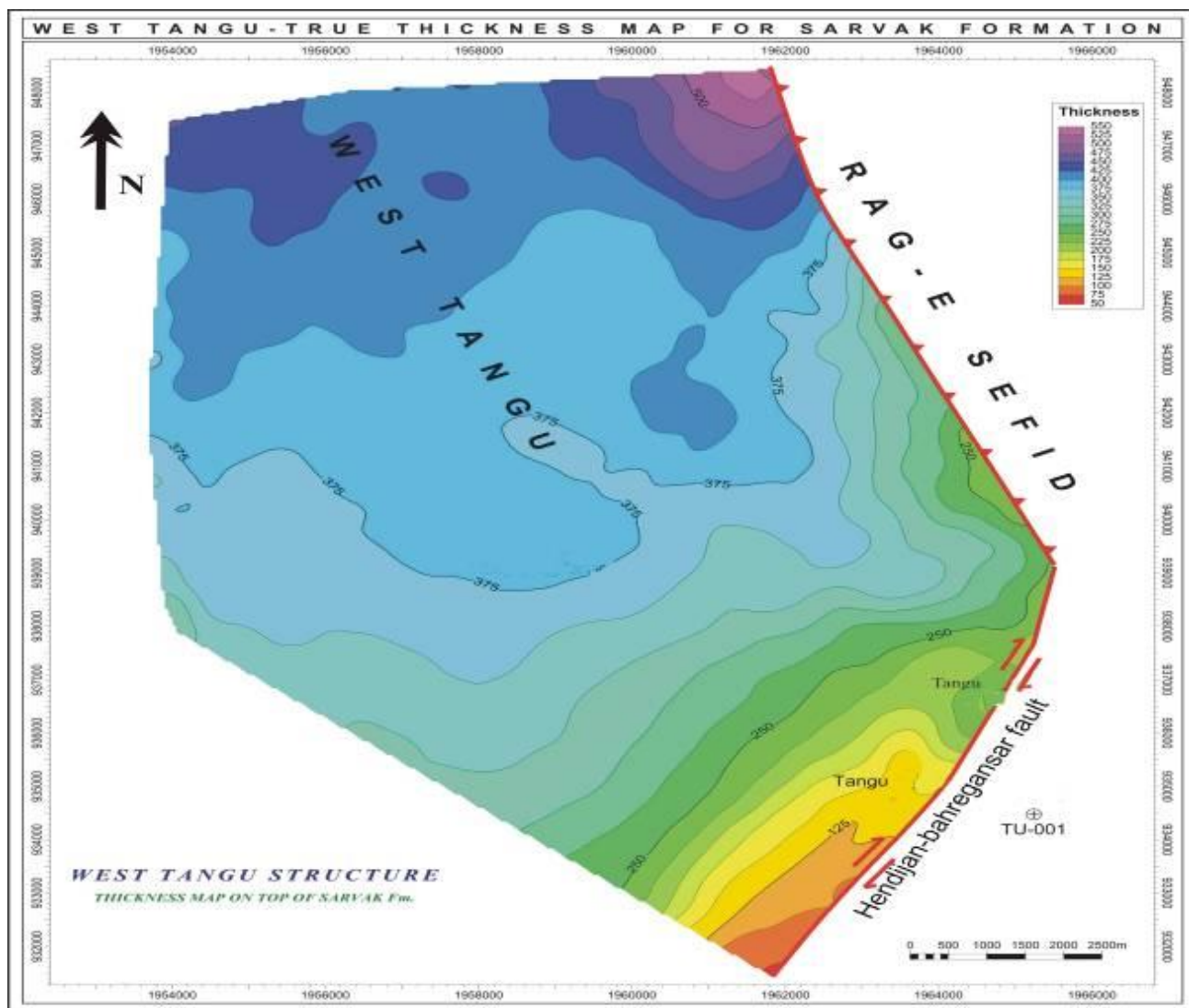
همانگونه که از شکل ۵ مشخص است در مرکز میدان و نزدیک به منطقه خم شدگی دماغه شمال غربی ضخامت سازند سروک نسبت به بقیه قسمت های میدان کمتر است و در نتیجه گسل پی سنگی هندیدجان - بهرگانسر از منطقه با ضخامت کمتر سازند سروک عبور می کند. همانگونه که در مباحث مربوط به میدان تنگو گفته شد گسل هندیدجان از غرب چاه شماره یک میدان و از مرکز میدان تنگو می گذرد با امتداد دادن این گسل تا میدان رگ سفید به محل کم ضخامت سازند سروک می رسیم که این امر نیز تأیید کننده عبور گسل هندیدجان از این منطقه میدان رگ سفید است (شکل های ۱ و ۶)

بررسی تصاویر ماهواره ای محدوده میدان رگ سفید نیز محل عبور گسل را مشابه شکل تأیید می کند. همانگونه که در تصویر ماهواره ای شکل ۶ مشاهده می گردد در لایه ای که با علامت ۱ در میدان رگ سفید مشخص گردیده یک خمش راستگرد مشخص است که با توجه به شواهد ذکر شده در بالا احتمالاً تحت تاثیر حرکت گسل هندیدجان - بهرگانسر بوده است. با حرکت به سمت شمال در طول اثر این گسل به مرز میادین آجاجاری - پازنان می رسیم که اکثر محققین این محل را جایگاه عبور گسل هندیدجان - بهرگانسر و یا هندیدجان - ایذه می دانند. در نتیجه گسل هندیدجان - بهرگانسر پس از گذر از رگ سفید (با روند N10E ذکر شده در بالا) با ۱۰ درجه چرخش روند و در جهت شمال به مرز بین آجاجاری و پازنان می رسد.

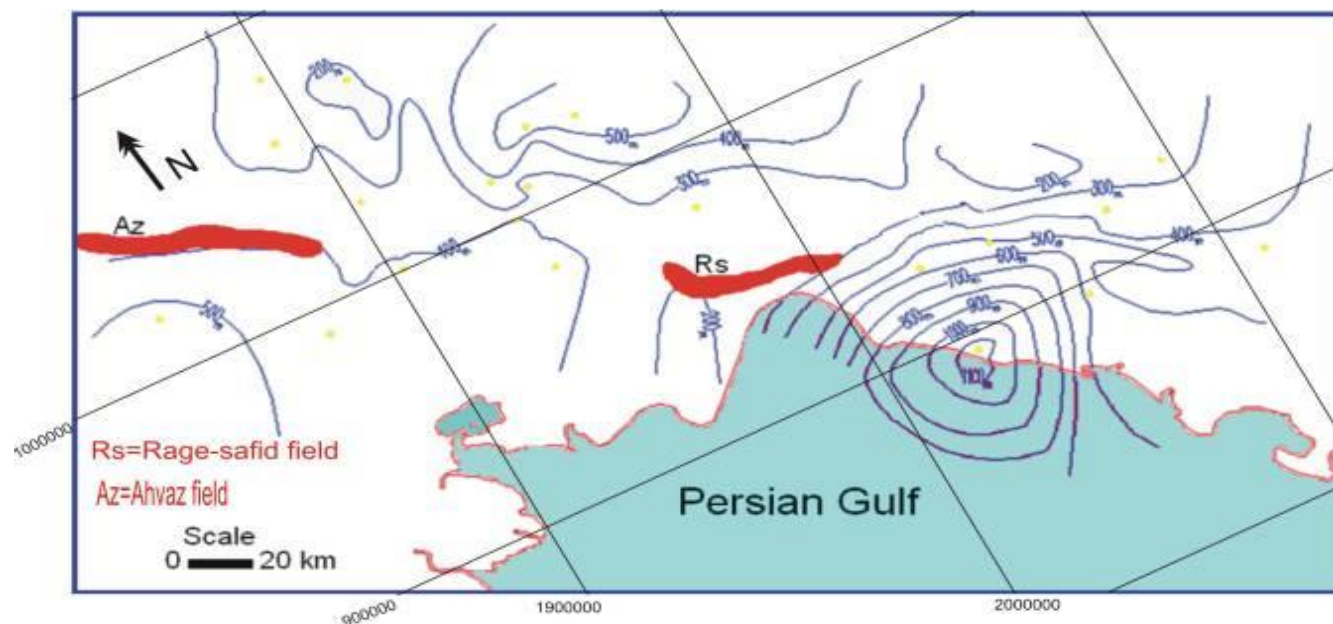
این نقشه براساس میادین موجود در فروافتادگی دزفول و چاههایی که بر روی نقشه های پایه مشخص بوده اند، ترسیم شده است. نقشه پایه استفاده شده بر اساس مطالعات کوپ و اوربل (Koop and Orbell, 1977) بوده است، به طوریکه در هر میدان مجموع ضخامت سازندهای پایده و گورپی محاسبه شده و از طریق کانتوربندی مجدد این نقشه جدید تهیه شده است.

در این نقشه مجموع ضخامت سازندهای مورد بحث، در میدان اهواز ۴۰۰ متر و در میدان رگ سفید ۲۰۰ متر برآورد شد. افزونی ضخامت این سازندها در میدان اهواز، باز هم عاملی است در تأیید اثربخشی آنها به عنوان پوش سنگ مخازن بنگستان و کم بودن این ضخامت در میدان رگ سفید می تواند توجه کننده عدم عملکرد مؤثر این سازندها، به عنوان یکی از خواص بزرگ مقیاس مهم پوش سنگی باشد.

مطالب گفته شده در بالا نشان از بالا آمدگی و حذف سازندهای کراتاسه بالا در محدوده میدان رگ سفید دارد. ولی بر اساس اطلاعات ذکر شده بالا محل بیشترین تاثیر و در نتیجه محل احتمالی گسل پی سنگی هندیدجان - بهرگانسر مبهم است. محل بیشترین بالا آمدگی می تواند به عنوان محل بیشترین تاثیر و در نتیجه محل گسل پی سنگی هندیدجان باشد. جهت بررسی این مطلب از داده های حفاری چاهها استفاده گردید. در این تحقیق بدلیل نبود سازند ایلام در میدان رگ سفید، تغییرات ضخامت سروک مورد ارزیابی قرار گرفته است.



شکل ۳. نقشه هم ضخامت واقعی سازند سروک در غرب گسل هنديجان - بهرگانسر که نشان دهنده کاهش ضخامت ۵۰۰ متری از قسمت غربی تاقدیس تنگو به سمت این گسل است.



شکل ۴. نقشه خطوط هم ضخامت مجموع سازندهای پابده و گوربی در فرفرافتادگی درفول (به میزان ضخامت این سازندها در میداین اهواز (AZ) و رگ سفید (RS) توجه شود)

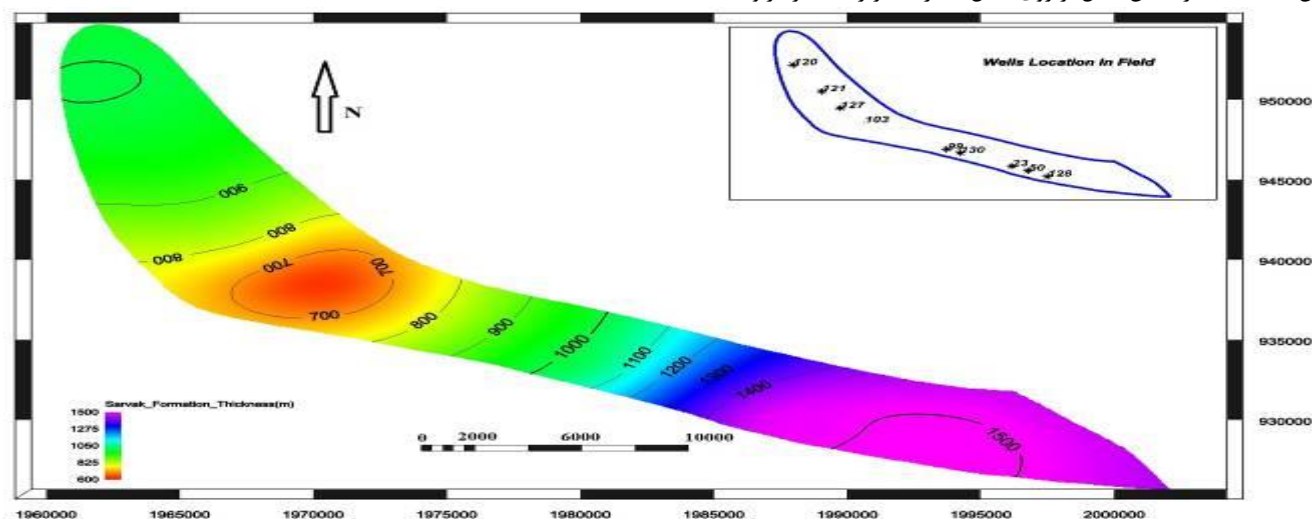
جدول ۱. ضخامت سازند های حفاری شده در چاه شماره ۱ میدان تنگو که نشان دهنده نبود سازند گورپی و کم ضخامت شدن سازندهای سروک و پابده در این چاه می باشد.

Formation	Drilled Depth (m) ضخامت سازند حفاری شده
Aghajari	۲۰۷۰/۸۰
Mishan	۱۸۵
Gachsaran	۶۱۰
Cap Rock	۱۰
Asmari	۳۱۵
Pabdeh	۱۹۶/۵
Gurpi	نبود
Sarvak	۲۶۱/۵
Kazhdumi	۲۳۰
Nahr umr	توسعه نیافته
Darian	۵۹
Gadvan	۱۰۱
Fahlyan	۲۹۴

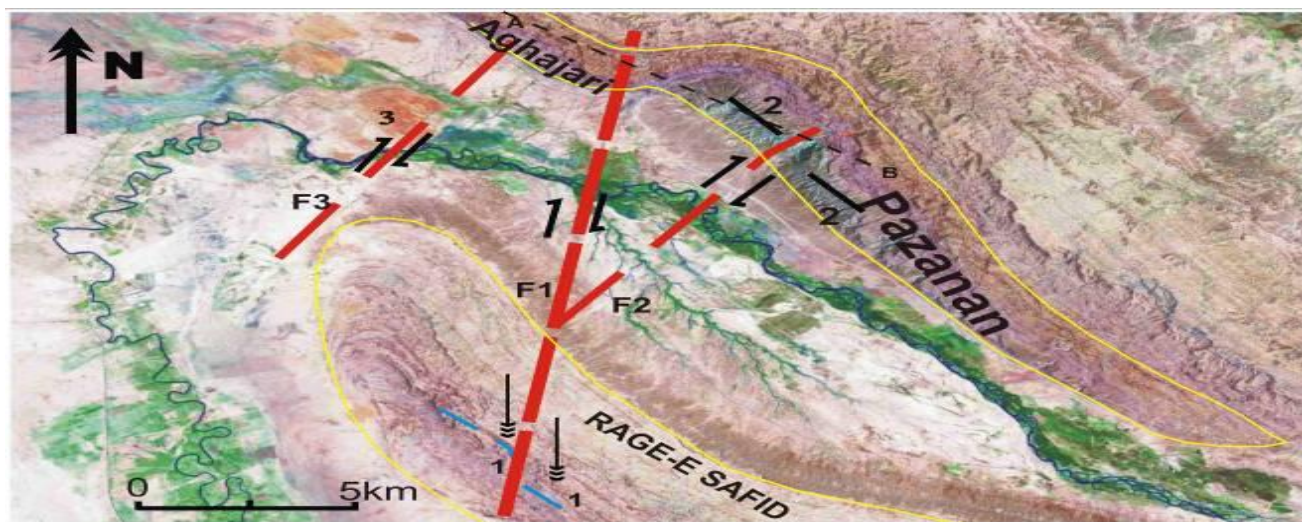
پوشش گیاهی است (باشماره ۳ مشخص شده است) که به یکباره در سمت راست قطع شده است و می تواند نشان دهنده وجود گسل باشد. بعضی از محققین این شاخه گسل را گسل اصلی هندیجان - بهرگانسر می دانند. این گسل ها در پروفیل لرزه ای که مربوط به مرز بین آغاچاری و پازنان است (شکل ۷) نیز مشخص هستند که نشان می دهد بر افق آسماری در عمق نیز موثر بوده اند. در این مرز همانگونه که در شکل های (۸) نیز مشخص است یک خمش راستگرد در خطوط کانتور نقشه همتراز زیر زمینی (UGC) و اثر سطح محوری در دماغه شمال غربی تاقدیس پازنان مشهود است. به نظر می رسد که این خمش های راستگرد در دماغه شمال غربی تاقدیس پازنان تحت تاثیر گسل هندیجان - بهرگانسر باشد.

میدان آغاچاری و پازنان

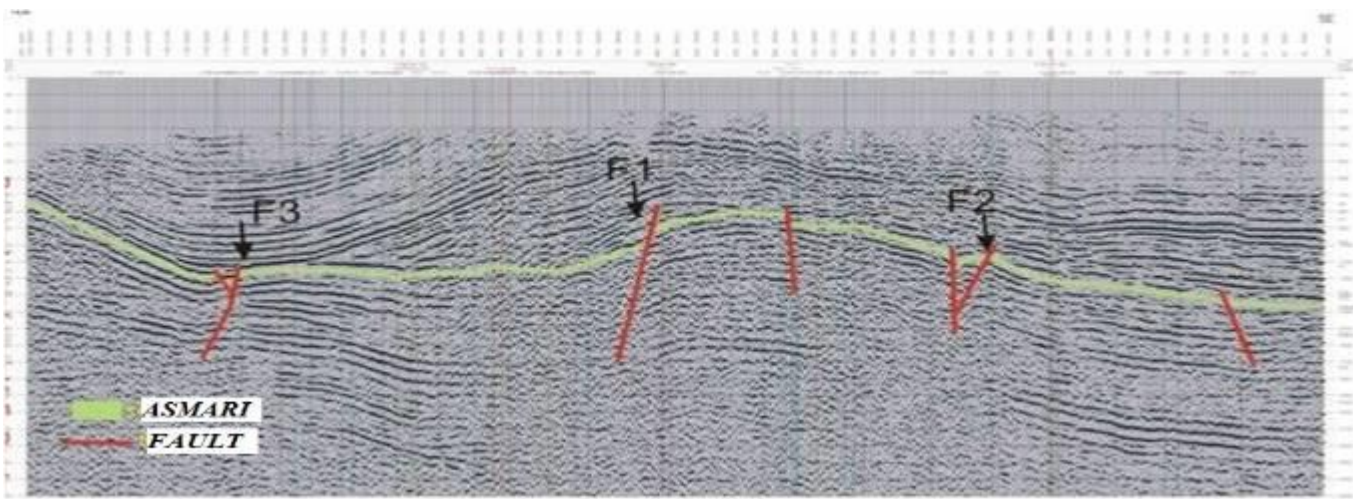
با ادامه دادن گسل F1 در شکل ۶ به مرز بین تاقدیس های آغاچاری و پازنان می رسیم. همانگونه که در شکل ۶ مشخص است در میدان پازنان محلی که با شماره ۲ مشخص شده و اثر سطح محوری تاقدیس پازنان است به صورت راستگرد جایجا گردیده است. به نظر می رسد که گسل هندیجان - بهرگانسر پس از عبور از میدان رگ سفید و حرکت به سمت شمال دو شاخه شده به طوریکه یک شاخه آن همان مسیر مستقیم و رو به شمال خود را می پیماید و از مرز بین میدان آغاچاری و پازنان عبور می کند و شاخه دیگر آن (که با توجه به زاویه و حرکت راستگردی آن، می تواند شکستگی نوع ریدل (Ridel) این گسل باشد) به سمت شمال شرق و تاقدیس پازنان حرکت کرده و باعث جابجائی راستگرد اثر سطح محوری و تشکیل دره گسلی در این قسمت تاقدیس پازنان شده است. در همین شکل بر روی گسل شماره ۳ نیز رنگ سبز مربوط به



شکل ۵. نقشه هم ضخامت سازند سروک در میدان رگ سفید که نشان می دهد در محل چرخش دهانه شمال غربی ضخامت سازند سروک کمتر است. این مکان در زمان رسوب گذاری این سازند، بر اثر حرکات گسل پی سنگی هندیجان - بهرگانسر بلندتر از قسمت های دیگر میدان بوده و می تواند محل تاثیر بیشتر این گسل باشد.



شکل ۶. تصویر ماهواره ای از دماغه شمال غربی میدان رگ سفید و پازنان که نشاندهنده تاثیر حرکات سیستم گسلی هنديجان- بهرگانسر بر این میدان است. خط چین A-B موقعیت پروفیل لرزه ای شکل (۷) را نشان می دهد.



شکل ۷. مقطع لرزه ای از افق آسماری دهانه شمال غربی میدان پازنان- این شکل نشان می دهد که گسل های F3, F1, F2 که در تصویر ماهواره ای (شکل ۶) و در سطح مشخص شده اند افق آسماری (رنگ سبز) را نیز در عمق تحت تاثیر قرار داده اند. بر اساس این پروفیل لرزه ای این گسل ها دارای جابجایی نرمال نیز می باشند. خط چین A-B موقعیت این پروفیل لرزه ای را نشان می دهد.

سرخي به خود اختصاص داده است نسبت به بقیه چاهها بیشتر است. هیستوگرام شکل (۹) نیز نشان می دهد که در این محدوده کلا چهار دسته شکستگی با روند های N130 و N-S, E-W, N040 تفسیر شده است. همانگونه که از این هیستوگرام ها می توان استنباط نمود در چاههای ۱۲۱ و ۱۲۶ که به دماغه شمال غربی و مرز بین تاقدیس های آغاجاری و پازنان و محل تاثیر گسل هنديجان - بهرگانسر نزدیک هستند روند های N-S و N040 روندهای غالب است که روند N-S هم روند گسل هنديجان - بهرگانسر و روند N040 نیز شکستگی های با زاویه حاده نسبت به گسل و در نتیجه مرتبط با آن می باشند. هیستوگرام نشان می دهد که در بقیه چاهها شامل چاه های ۱۲۸ و ۱۲۷، ۱۱۴، ۱۲۸ که تحت تاثیر گسل نبوده اند روند غالب شکستگی ها روند N130 می باشد که روند موازی محور چین ودر نتیجه شکستگی های طولی میدان هستند.

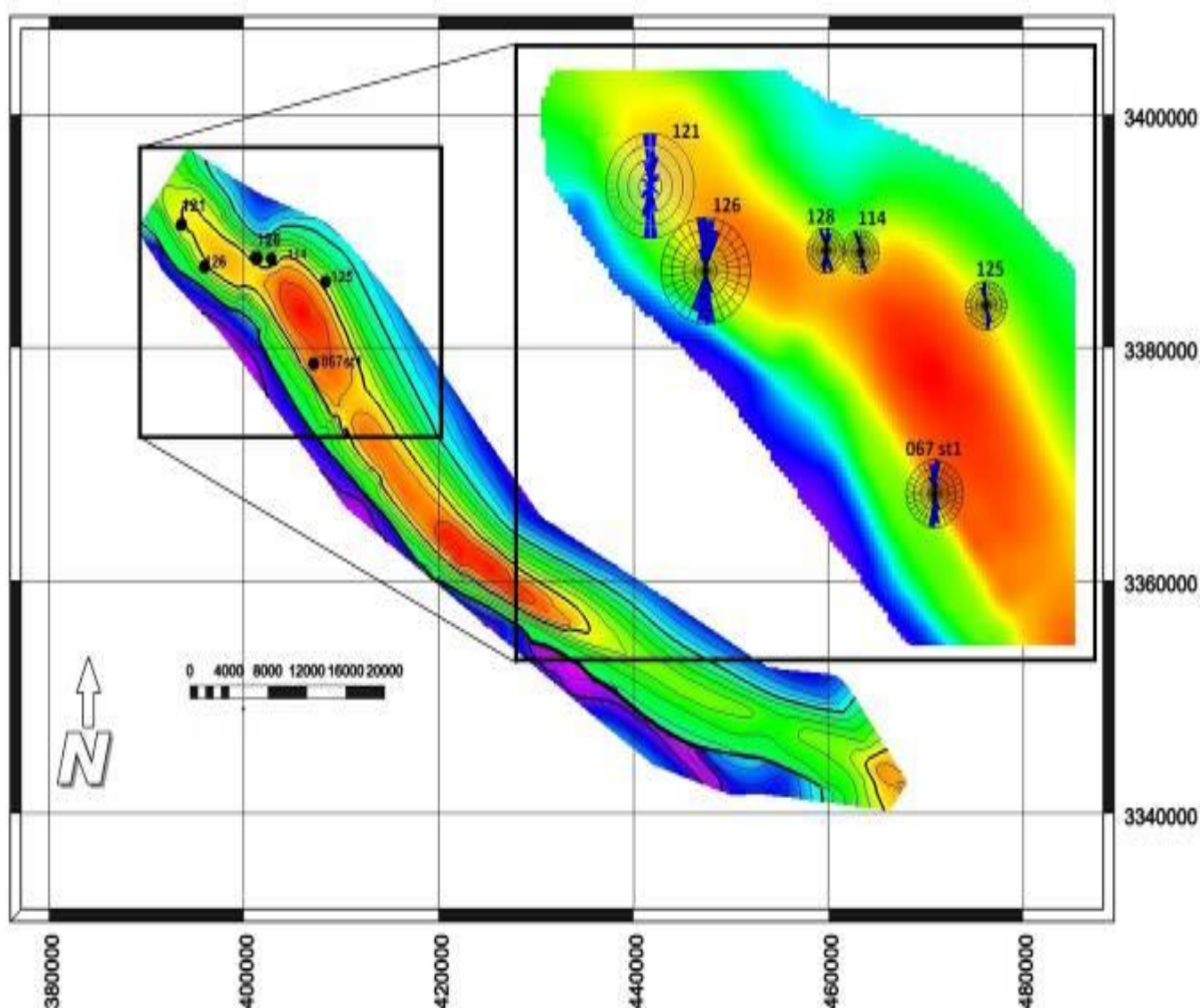
همانگونه که در بالا اشاره گردید فقط نمودارهای گل سرخی مربوط به شکستگی های با روند شمالی- جنوبی که تصور می شد در چاه های نزدیک به گسل هنديجان - بهرگانسر (چاه های ۱۲۱ و ۱۲۶) تحت تاثیر روند گسل قرار

اثر گسل هنديجان - بهرگانسر بر شکستگی ها در دماغه شمال غربی تاقدیس پازنان

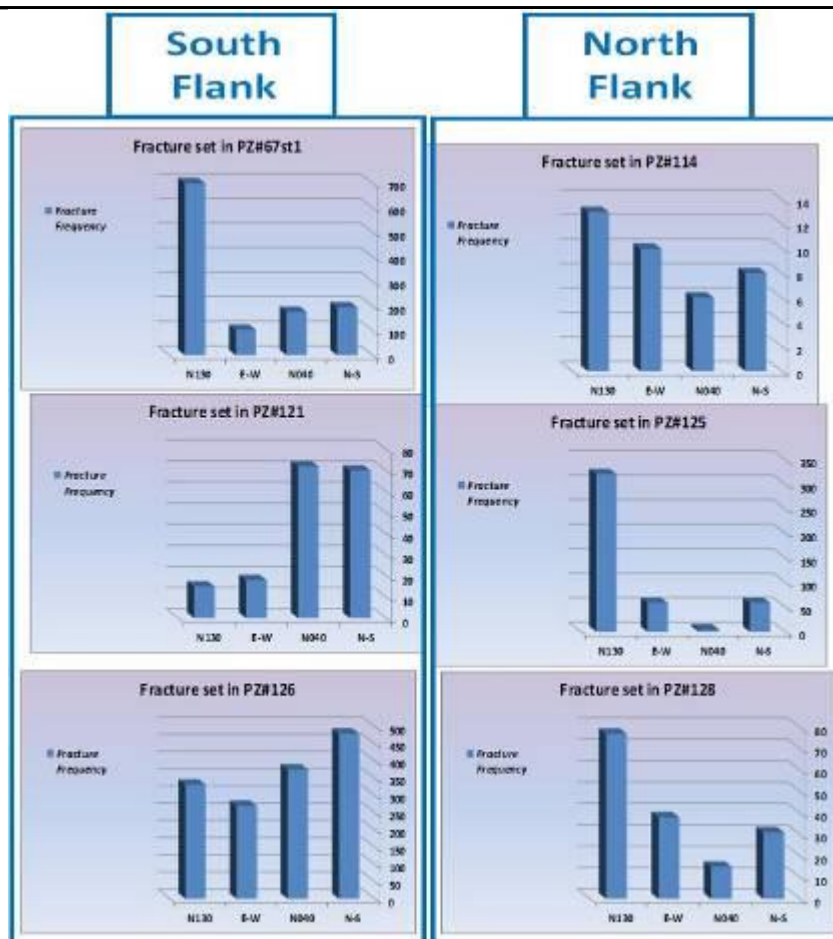
جهت تعیین اثر گسل در دماغه شمال غربی تاقدیس پازنان (مرز بین تاقدیس های آغاجاری و پازنان) از تفسیر شکستگی ها توسط داده های نمودارهای تصویرگر استفاده گردید که نتایج آن به صورت دیاگرام های گل سرخی شکستگی ها با روند شمالی (شکل ۸) و هیستوگرام آماری مربوط به آنالیز همه دسته شکستگی های تفسیر شده، آورده شده است (شکل ۹). همانگونه که در دیاگرام های گل سرخی چاه های دماغه شمال غربی دیده می شود شکستگی های باروند شمالی که روندی مشابه گسل هنديجان - بهرگانسر است در چاه های شماره ۱۲۱ و ۱۲۶ که نزدیک دماغه شمال غربی تاقدیس پازنان و محل احتمالی گذر گسل هنديجان - بهرگانسر است نسبت به بقیه چاه ها بیشتر است. دیاگرام های گل سرخی که در شکل ۸ آورده شده با نرم افزار Fraca flow تهیه گردیده است. در این نرم افزار درصد بیشتر یک روند شکستگی با دایره با قطر بزرگتر نشان داده می شود. در نتیجه درصد شکستگی های با روند N-S که در چاه های شماره ۱۲۱ و ۱۲۶ قطر بیشتری را در دیاگرام گل

و در نتیجه از تغییرات ضخامت سازند ایلام جهت بررسی تاثیرات این گسل استفاده گردید. همانگونه که از این چارت تطابقی (Correlation chart) استنباط می شود (شکل ۱۱) در محدوده مرز بین میادین آغا جاری و پازنان و حد فاصل چاههای شماره ۱۴۰ آغا جاری و ۱۱۷ پازنان ضخامت سازند ایلام کاهش یافته به طوری که در چاه شماره ۸۰ (نزدیک مرز) این ضخامت به صفر می رسد. این موضوع نیز نشانگر تاثیر بیشتر این گسل پی سنگی مرتبط با آن در مرز بین آغا جاری پازنان است و محل عبور این گسل را در مرز بین میادین آغا جاری و پازنان تأیید می کند. همچنین این تغییر ضخامت حکایت از فعال بودن این گسل و تاثیر رخداد زمین ساختی ساب هرسنین در این منطقه دارد. بالا بودن این منطقه و عدم رسوب گذاری سازند ایلام تحت تاثیر این گسل بوده و در نتیجه بر اثر فعالیت این گسل یک بلندی قدیمی و یا (paleo high) کراتاسه بالائی به وجود آمده است.

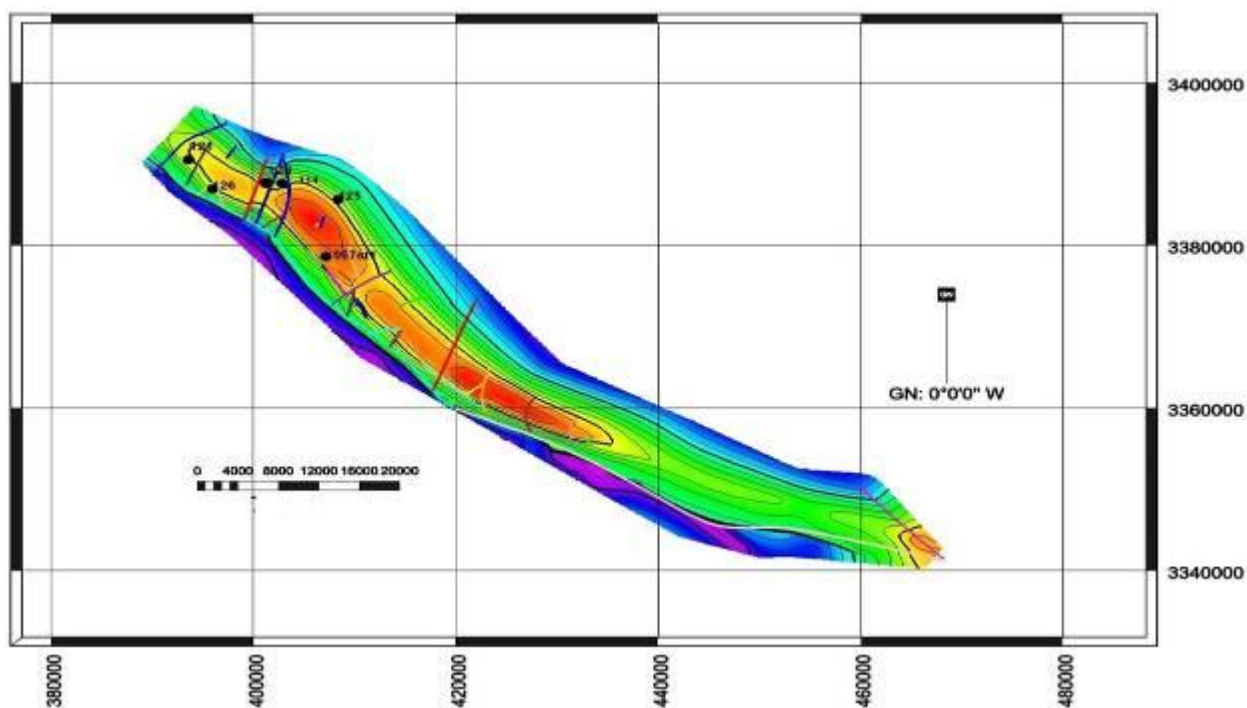
گرفته باشد، جهت مقایسه آورده شده است. نمودار گل سرخی بقیه روند ها جهت مطالعه بیشتر در رفرنس شماره ۶ فارسی موجود می باشد. در محدوده دماغه شمال غربی تاقدیس پازنان، و در مرز با تاقدیس آغا جاری، خطوط تراز ساختمانی و اثر سطح محوری تاقدیس پازنان چرخش راستگرد دارد (شکل ۱۰). جهت بررسی دقیق تر گسل پی سنگی هندیجان - بهرگانسر در این محدوده از شواهد چینه شناسی و حفاری چاه ها نیز استفاده گردید. به این صورت که چاههای حفاری شده در میدان های آغا جاری از نزدیک دماغه شمال غربی و چاههای میدان پازنان از نزدیک دهانه جنوب شرقی به سمت مرز مشترک این دو میدان مورد ارزیابی قرار گرفت. این چاه ها شامل چاههای شماره ۱۲۱، ۱۲۴، ۱۱۷، ۱۴۷، ۱۱۳، ۵۶، ۳۰، ۴۰ و ۸۲ در میدان آغا جاری و چاه های شماره ۱۱۷، ۱۲۴ و ۱۰ در میدان پازنان است. به دلیل عدم حفاری تا سازند کژدمی در این چاهها، بدست آوردن تغییرات ضخامت سازند سروک میسر نبود



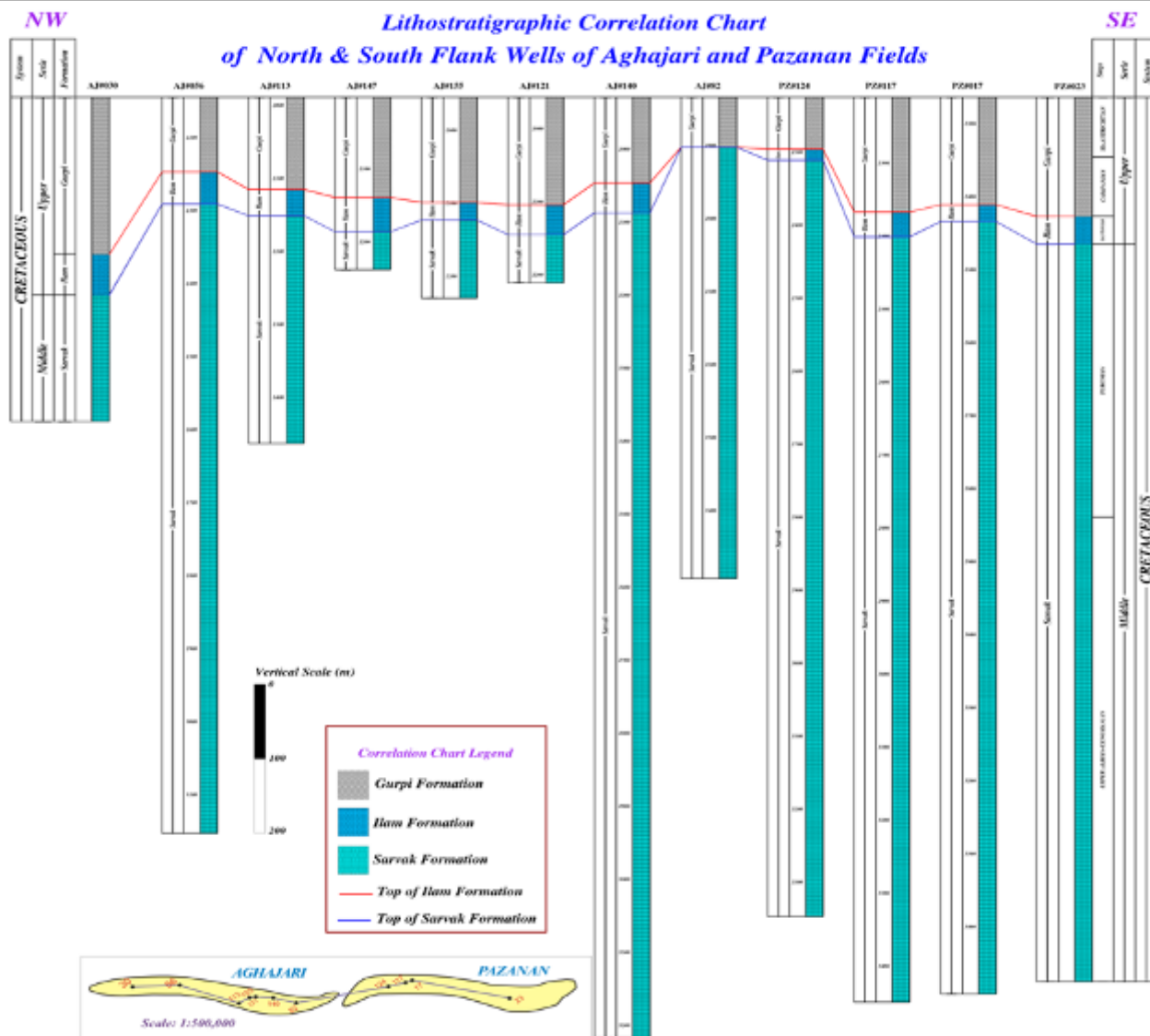
شکل ۸. دیاگرام گل سرخی از شکستگی های با روند N-S در دماغه شمال غربی پازنان - قطر بیشتر دیاگرام گل سرخی در چاه ۲ و ۱۲۱ و ۱۲۶ نشان می دهد شکستگی های با روند شمالی تحت تاثیر گسل هندیجان در این دو چاه نسبت به بقیه چاه ها بیشتری باشد (در این شکل فقط شکستگی های با روند شمالی جهت مقایسه نسبت آنها در چاه های مختلف آورده شده است).



شکل ۹. اطلاعات ارزیابی شکستگی های دماغه شمال غربی تاقدیس پازنان که نشان می دهد در چاه های ۱۲۶ و ۱۲۱ روندهای مرتبط با گسل هندیمان - بهرگانسر یعنی N-S و N40E غالب است



شکل ۱۰. نقشه خطوط همتراز زیر زمینی (UGC) مربوط به سر سازند آسماری در میدان پازنان. - در این شکل خمش راستگرد خطوط همتراز ساختمانی و اثر سطح محوری در دماغه شمالغربی مشخص است.



شکل ۱۱. چارت تطابقی (Correlation chart) سنگ چینه ای مربوط به سازند ایلام در میدانی آغاجاری و پازنان نشان دهنده محو شدن سازند ایلام در مرز بین دو تاکدیس است.

داده شده بالا و (شکل ۱۲) در مورد مسیر عبور گسل هندیمان - بهرگانسر به نظر می رسد که چرخش راستگرد برآمدگی شمالغربی تاکدیس پرنج نسبت به برآمدگی جنوب شرقی تحت تاثیر گسل هندیمان - بهرگانسر صورت گرفته باشد.

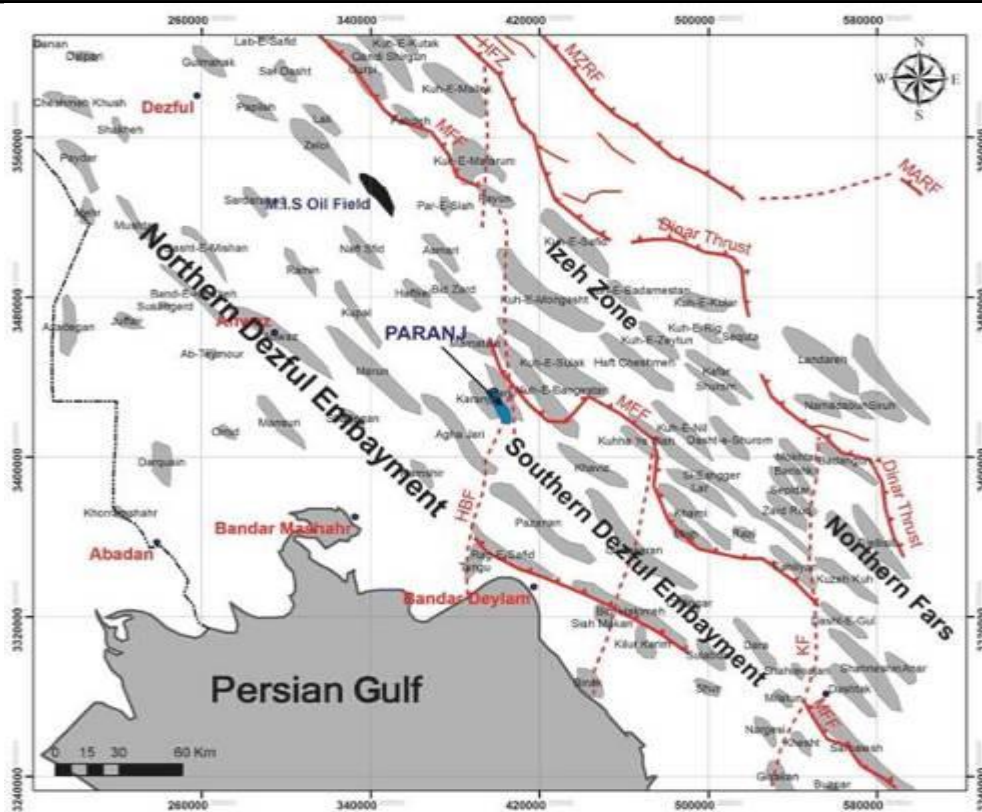
میدان پارسی

با دقت در (شکل ۱۳) مشاهده می شود که وضعیت مشابهی نیز در میدان پارسی مشاهده می شود و اثر سطح محوری برآمدگی جنوب شرقی (با B مشخص شده) به سمت دماغه شمالغربی (با A مشخص شده) جابجائی راستگرد دارد که این جابجائی راستگرد دو برآمدگی میدان پارسی می تواند تحت تاثیر حرکت گسل هندیمان - بهرگانسر باشد. با حفاری تا گروه بنگستان در تاکدیس پارسی انتظار می رود که شواهد چینه شناسی نیز همانند میدانی رگ سفید و پازنان اثر این گسل قدیمی را اثبات نماید. ولی همانگونه که در بالا اشاره گردید باتوجه به اینکه در مسیر احتمالی که برای این گسل در میدان پارسی ترسیم شده چاه ها تا سازند آسماری حفاری شده اند این امر در حال حاضر میسر نمی باشد.

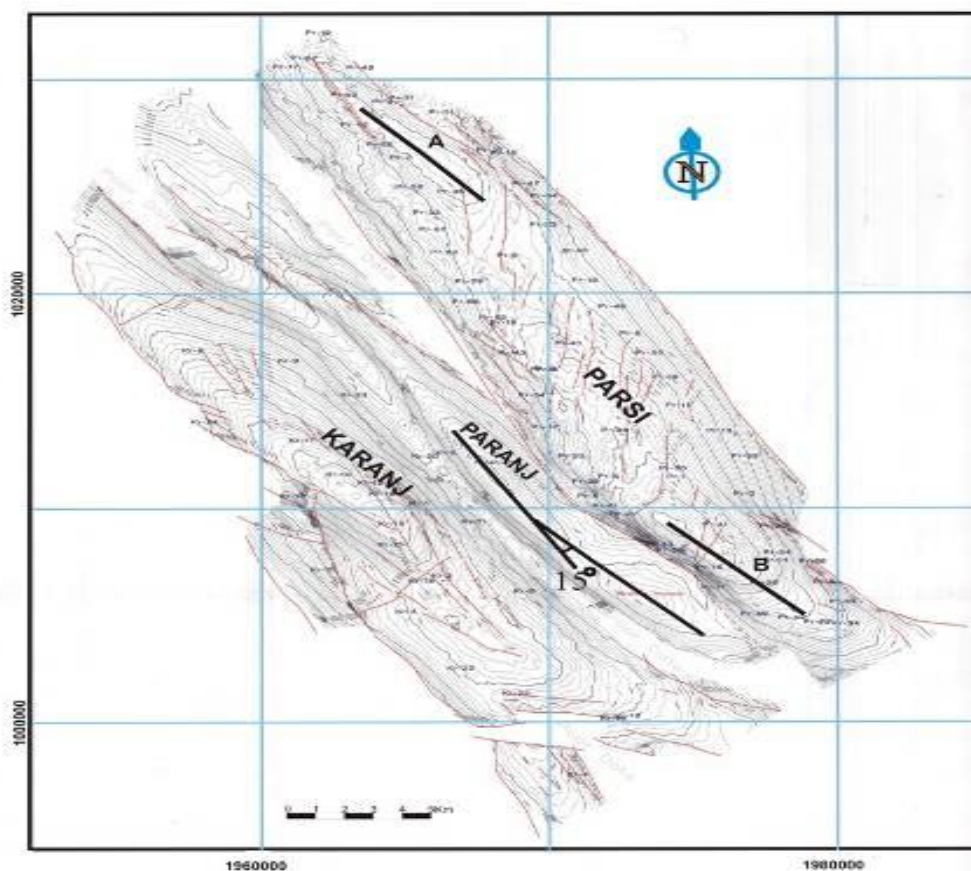
میدان پرنج

گسل هندیمان - بهرگانسر در مرز بین میدانی آغاجاری - پازنان دارای روند تقریباً N05W است. امتداد دادن آن به سمت شمال غرب به تاکدیس های پرنج، پارسی و کوه بنگستان می رسد. در این منطقه روند گسل به N10W تغییر می یابد. اگر چه بررسی های چینه شناسی در این میدانی به دلیل عدم حفاری پائین تر از سازند آسماری میسر نبود ولی شواهد ساختاری حکایت از چرخش راستگرد دماغه شمال غربی تاکدیس پرنج و جابجائی راستگرد دو برآمدگی (Culmination) شمال غربی و جنوب شرقی تاکدیس پارسی درمحل عبور احتمالی گسل هندیمان - بهرگانسر دارد.

با توجه به (شکل ۱۲) به نظر می رسد که گسل هندیمان - بهرگانسر دماغه جنوب شرقی تاکدیس پرنج را تحت تاثیر قرار داده است. در (شکل ۱۳) نیز که نقشه عمقی تفسیر شده توسط بخش ژئوفیزیک از میدانی کرنج، پرنج و پارسی است، مشاهده می گردد که اثر سطح محوری از روند N315 درجه در دماغه جنوب شرقی به N330 درجه در دماغه شمال غربی می رسد که نشان دهنده چرخش ۱۵ درجه ای در جهت عقربه های ساعت است. با توجه به توضیحات



شکل ۱۲. گسل هندیمان - بهرگانسر بر دماغه جنوب شرقی تاقدیس پرنج (رنگ آبی) اثر گذاشته است. HBF=گسل هندیمان - بهرگانسر (اقتباس از: Sherkati, 2005).



شکل ۱۳. تاثیر گسل هندیمان - بهرگانسر بر میدان پرنج و پارسی که در پرنج باعث چرخش ۱۵ درجه ساعتگرد دماغه شمال غربی و در پارسی باعث جابجایی اثر سطح محوری دماغه شمال غربی نسبت به جنوب شرقی شده است.

روند N10W متمایل شده و باعث خمیدگی دماغه شمال غربی تاقدیس کوه بنگستان گردیده است (شکل ۱). عملکرد گسل هندیمان در دماغه شمال غربی تاقدیس کوه بنگستان به گونه است که باعث خمیدگی این قسمت میدان به سمت راست و در نتیجه ایجاد کشش در پال جنوبی و تشکیل دره های گسلی شده است (شکل ۱۴). این گسل ها و شکستگی ها که در صحرا و برداشت های ماهواره ای ثبت گردید (شکل ۱۵) نشان می دهد که شکستگی های عرضی که بر اثر کشش ایجاد شده توسط گسل هندیمان در دماغه شمال غربی، به وجود آمده اند دارای دو روند غالب N15E و N75E می باشند. همچنین در این رز دیاگرام شکستگی هائی با روند حدود N15E که نزدیک به روند شمالی هستند می تواند تحت تاثیر گسل هندیمان - بهرگانسر شکل گرفته باشند.

تاکنون اثرات گسل هندیمان - بهرگانسر بر میداین تنگو، رگ سفید، مرز آجاجاری - پازنان، میداین پرنج و پارسی مورد بررسی قرار گرفته و مسیر عبور این گسل در این میداین مشخص گردیده است. همانگونه که در شکل ۱ مشخص است با امتداد دادن این مسیر به سمت N10W به تاقدیس کوه بنگستان می رسیم. این گسل در تاقدیس کوه بنگستان باعث خم شدن راستگرد دماغه شمال غربی آن شده و با تداخل با گسل جبهه کوهستان (Mountain front fault) باعث بوجود آمدن شکستگی های شدید و تغییر روند شکستگی ها در این قسمت میدان شده است. (اسدی، ۱۳۹۱). در ادامه تاقدیس بنگستان مورد ارزیابی قرار می گیرد.

کوه بنگستان

تاقدیس کوه بنگستان در شمال تاقدیس پارسی قرار دارد. به نظر می رسد که ادامه گسل هندیمان - بهرگانسر بعداز تاقدیس پرنج به سمت شمال غرب با



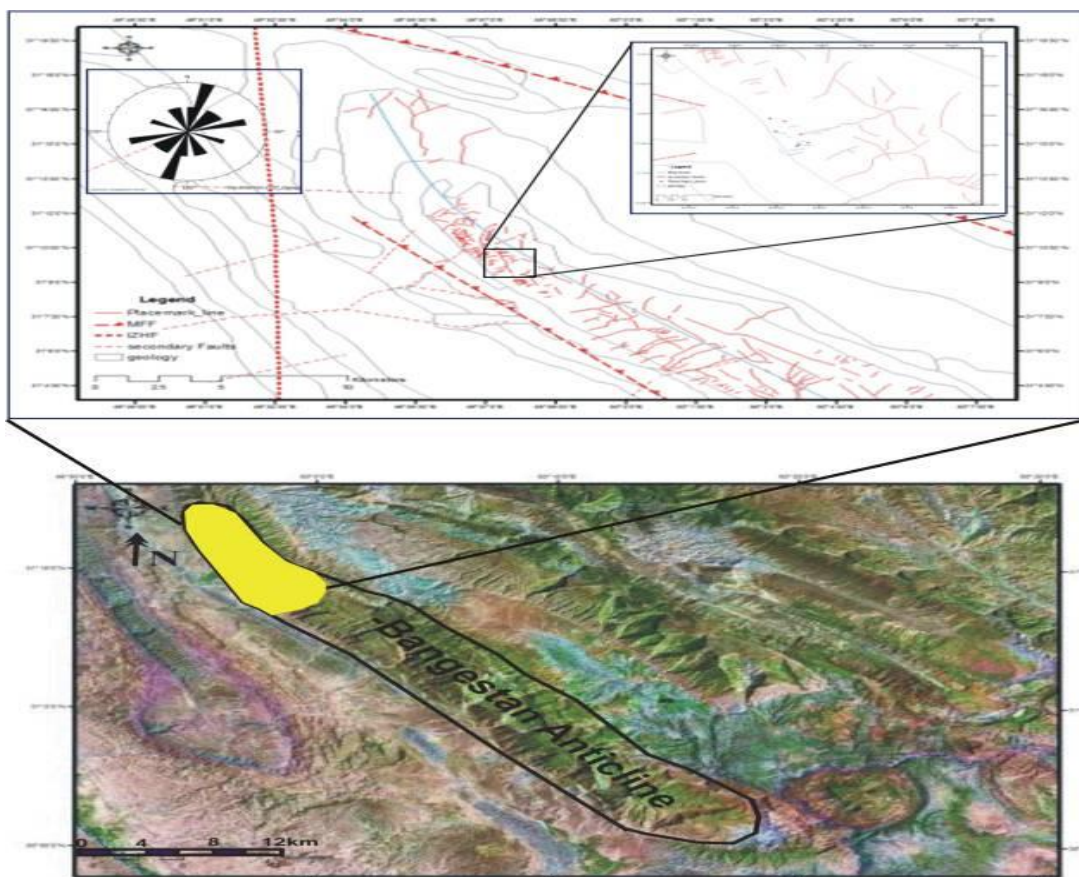
شکل ۱۴. دره های گسلی - کششی در دماغه شمال غربی تاقدیس کوه بنگستان که بر اثر خمیدگی این قسمت بر اثر عملکرد گسل هندیمان ایجاد گشته اند.

تغییرات چینه شناسی بر سازندهای مخزنی (سروک) و پوش سنگ آنها (گورپی و پابده) اثر داشته و در نتیجه برمقادیر ذخایر هیدرو کربوری موجود در این تاقدیس ها موثر بوده است. تغییرات ساختاری بوجود آمده توسط حرکات این گسل و بالا آمدگی های ایجاد شده یکی از کنترل کننده های موقعیت منابع هیدرو کربوری بوده و بر روند شکستگی ها و در نتیجه تولید نفت در این میداین نقش اساسی داشته است.

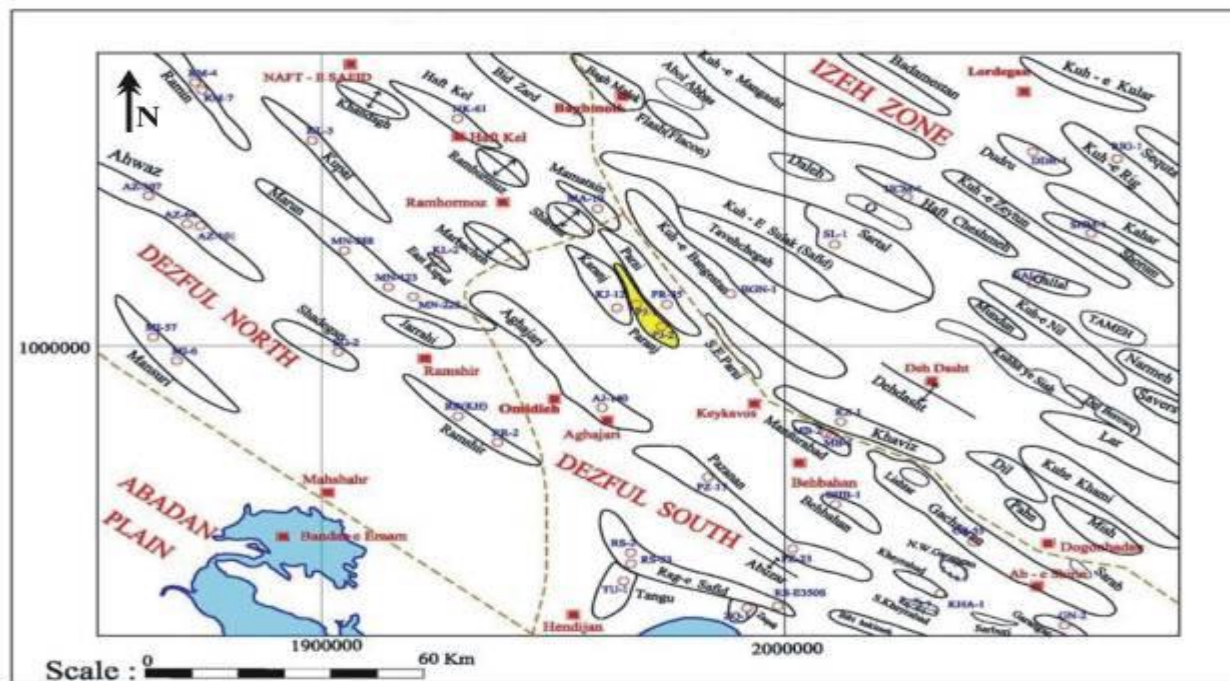
باتوجه به اینکه استفاده از خش لغزه های گسلی در همه میداین و در سطح میسر نبود و یافتن خش لغز های گسلی در واحد های سطحی سخت نشده به آسانی میسر نبوده و نیز خش لغزه های گسلی تمام پهنه برشی را در بر نمی گیرد (علیمی و خطیب، ۱۳۹۳) لذا برای تعیین سازو کار گسل هندیمان - بهرگانسر به چرخش راستگرد خطوط کانتوری نقشه همتراز ساختمانی میدان پازنان، چرخش راستگرد دماغه شمال غربی تاقدیس های پرنج و کوه بنگستان و جابجائی راستگرد دو برآمدگی میدان پارسی استناد شده است و بر این اساس این گسل یک گسل امتداد لغز راستگرد است

در نتیجه گسل هندیمان - بهرگانسر بیشترین تاثیر را بر سبک و روند شکستگی های دماغه شمال غربی تاقدیس کوه بنگستان گذاشته است. این نشان دهنده عملکرد کششی گسل ایذه در این قسمت، گسترش دره های گسلی و تشکیل گسل های نرمال عرضی بوده است.

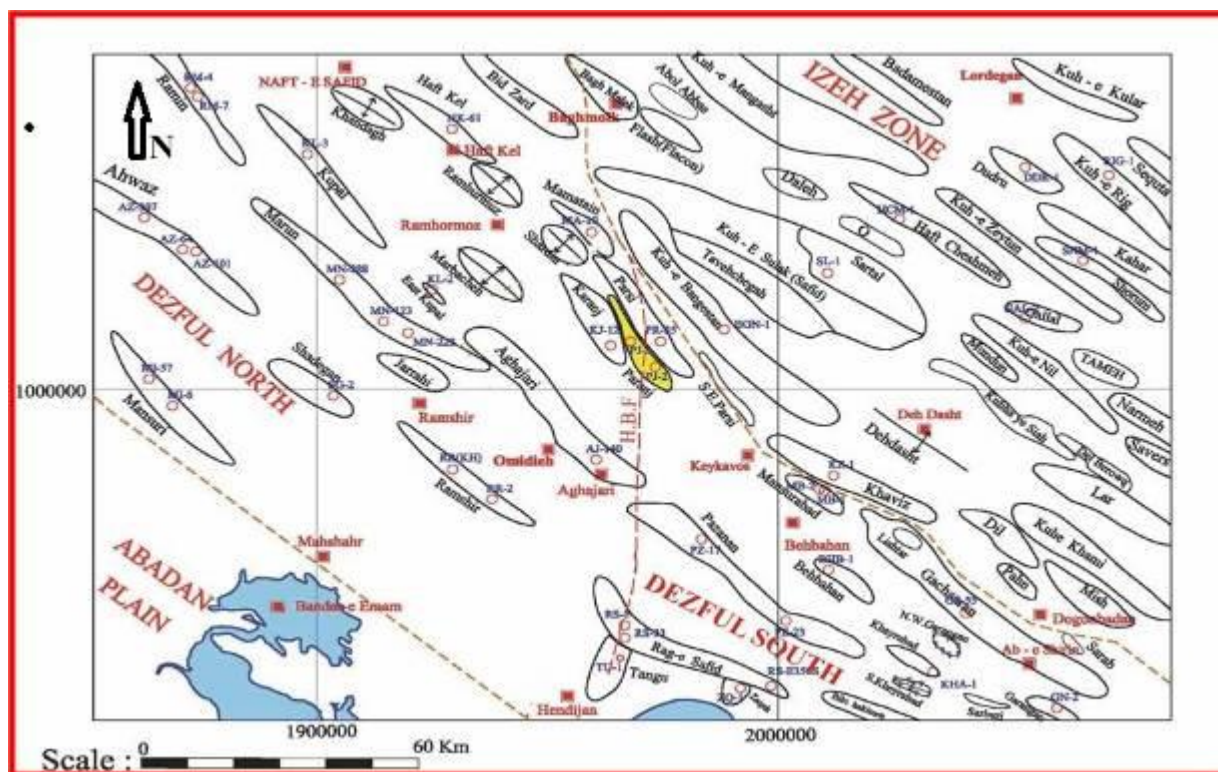
با توجه به شواهد گفته شده گسل پی سنگی هندیمان - بهرگانسر از میداین تنگو، رگ سفید، مرز تاقدیس های آجاجاری - پازنان، میداین پرنج، پارسی و کوه بنگستان می گذرد که این برخلاف مطالعات قبلی و همچنین نقشه انتشار یافته توسط مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران (شکل ۱۶) می باشد. روند این گسل در این میداین به این گونه ای است که در میداین تنگو و رگ سفید N10E، در مرز آجاجاری پازنان تقریباً شمالی - جنوبی و پس از آن با تغییر روند N10E پس از گذشت از پارسی و پرنج به تاقدیس کوه بنگستان می رسد که این نشاندهنده ۲۰ درجه چرخش خلاف عقربه های ساعت این گسل در طی این مسیر می باشد. در نتیجه در این تحقیق مسیر بهتری برای این گسل که در (شکل ۱۷) مشاهده می گردد ترسیم گردید. این گسل تغییرات چینه شناسی و ساختاری در میداین ذکر شده ایجاد کرده که



شکل ۱۵. وضعیت شکستگی های دماغه شمال غربی تاقدیس کوه بنگستان (قسمت زرد رنگ تصو بر ماهواره ای) در شکل ترسیم شده بالا نمایش داده شده است. شکستگی های مشخص شده در مستطیل سمت راست شکل بالا نشان می دهد که شکستگی های عرضی و کششی، بر اثر خمش دهانه شمال غربی تاقدیس بنگستان تحت تاثیر گسل هنديجان- بهرگانسر به وجود (مرتبط با شکستگی های N75E) آمده اند. رز دیاگرام شکستگی های این ناحیه نیز نشان می دهد که شکستگی های با روند تقریباً شمالی (روند نزدیک به گسل هنديجان- بهرگانسر) و روند کششی عرضی مربوط به خمش دهانه شمال غربی تاقدیس) در این ناحیه غالب هستند.



شکل ۱۶. نقشه میادین فرو افتادگی دزفول (انتشار یافته در سال ۸۳ توسط مدیریت اکتشاف) جهت موقعیت میدان پرنج که نشان می دهد گسل هنديجان - بهرگانسر فرو افتادگی دزفول را به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم کرده است. بر اساس این نقشه قبلی گسل هنديجان از مرز میادین آغاچاری و مارون می گذرد.



شکل ۱۷. مسیر تصحیح شده گسل هندیدجان - بهرگانسر بر اساس این تحقیق که نشان میدهد این گسل میداین تنگورگ سفید، آغاچاری، پازنان پارسی، پنج و کوه بنگستان را تحت تاثیر قرار داده و برخلاف نقشه بالا از مرز بین میداین آغاچاری و پازنان عبور می کند.

قسمت نسبت به حاشیه های میدان و در نتیجه محل عبور این گسل پی سنگی باشد.

۳) در مرز بین میداین آغاچاری و پازنان نیز بر اساس چارت انطباق لیتولوژی که از داده های حفاری چاههای بین این میداین ترسیم شده سازند ایلام در مرز بین این دو میدان کم ضخامت و به تدریج حذف شده است. تصاویر ماهواره ای و نقشه همتراز زیرزمینی و مقاطع لرزه ای نشان از اثر این گسل در مرز بین دو تاقدیس دارد به طوری که باعث جابجائی راستگرد اثر سطح محوری بین دو تاقدیس آغاچاری و پازنان و خطوط تراز ساختمانی شده است. شکستگی های طولی و عرضی این قسمت میدان ارتباط نزدیکی با عملکرد گسل هندیدجان - بهرگانسر دارد و در نتیجه این گسل وضعیت تولید نفت را نیز تحت تاثیر قرار داده است.

۴) بدلیل نبود سازند گورپی در میدان تنگو، و سازند ایلام در میداین رگ سفید و مرز میداین آغاچاری و پازنان، و کم ضخامت شدن سازند سروک در میداین یاد شده که دلیل آن بالا بودن این مناطق در هنگام رسوب گذاری این سازندها در کرتاسه بالایی است، از این گسل به عنوان یک بلندی قدیمی (Paleo high) می توان یاد کرد.

۵) میدان پنج شواهد ساختاری این گسل پی سنگی در میدان پنج نشان از چرخش ۱۵ درجه ای بر آمدگی (Culmination) دماغه شمال غربی نسبت به دماغه جنوب شرقی در این میدان شده است.

۶) در میدان پارسی نیز دو برآمدگی موجود در این میدان در مسیر گسل هندیدجان - بهرگانسر به سمت کوه بنگستان، به صورت راستگرد جابجا گردیده اند.

نتیجه گیری

بر اساس تحقیق انجام شده با استفاده از مقاطع لرزه ای، اطلاعات چینه شناسی بدست آمده از حفاری چاه، شواهد ساختاری، تصاویر ماهواره ای و مطالعات صحرایی مشخص گردید که گسل هندیدجان - بهرگانسر دارای یک تغییر روند از N10E در میداین تنگو و رگ سفید تا N10 W در تاقدیس کوه بنگستان می باشد که نشان دهنده ۲۰ درجه چرخش در خلاف جهت عقربه های ساعت برای این گسل در این محدوده است. این گسل با توجه به جابجائی های راستگرد دماغه های شمال غربی رگ سفید، پازنان و کوه بنگستان دارای مولفه راستگرد می باشد و فرو افتادگی دزفول را به دو بخش جنوبی و شمالی تقسیم کرده است. عملکرد این گسل پی سنگی در میداین مختلف به قرار زیر است:

۱) میدان تنگو باعث تقسیم میدان به دو بخش شرقی و غربی شده به طوری که تغییرات در حوضه رسوبی و خصوصیات سکانس چینه ای در دو سوی این گسل باعث تغییرات وضعیت مخزنی و بستگی ساختمانی بیشتر و در نتیجه ذخایر هیدروکربوری بهتر تنگو غربی نسبت به تنگو شرقی شده است. نقشه هم ضخامت واقعی سازند سروک نشان می دهد که سازند سروک در یک فاصله ۲۰ کیلو متری از دماغه شمال غربی میدان رگ سفید تا گسل هندیدجان - بهرگانسر در نزدیکی چاه شماره ۱ تنگو ۵۰۰ متر کاهش ضخامت دارد. حذف شدن کامل سازند گورپی و کم شدن ضخامت سروک و پایده در میدان تنگو نشان از بالا بودن منطقه در کرتاسه بالایی بر اثر عمل کرد رخداد زمین ساختی ساب هرسنین می باشد.

۲) در میدان رگ سفید نیز سازند ایلام حذف شده و نقشه تهیه شده از ضخامت سروک در این میدان نشان می دهد که ضخامت سروک در میانه میدان بسیار کمتر از حاشیه آن است که می تواند دلیلی برای بلند تر بودن این

جهت حفاری با صفحه شکستگی بدست خواهد آمد در نتیجه برداشت بیشتری حاصل خواهد شد.

۹) شواهد ساختاری نشان می دهد که گسل هندیدجان - بهرگانسر یک گسل راستگرد است.

با اتصال محل بیشترین تاثیر این گسل بر میادین یاد شده محل عبور بهتری برای گسل هندیدجان - بهرگانسر بدست آمد و موقعیت این گسل در نقشه فرو افتادگی دزفول تصحیح گردید.

تشکر و قدردانی:

نویسندگان از شرکت ملی نفت ایران (NIOC) و از شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب (NISOC) به دلیل همکاری و کمک مالی تشکر و قدر دانی می نمایند.

عدم حفاری پایینتر از سازند آسماری مانع از بررسی های چینه شناسی در مسیر عبور این گسل در میدان پارس شده است.

۷) چرخش راستگرد دماغه شمال غربی **تاق‌دیس کوه بنگستان** نیز تحت تاثیر این گسل بوده است و گسل هندیدجان در این بخش میدان، شکستگی های عرضی - کششی ناشی از خمش راستگرد دماغه شمال غربی را بوجود آورده و در نتیجه بر وضعیت تولید و شکستگی ها تاثیر گذاشته است

۸) از **کاربردهای** این پژوهش تعیین مسیر و جهت حفاری، برای بازدهی و برداشت بیشتر نفت، از چاه های نزدیک به این گسل است. به این صورت که دلیل اینکه روند این گسل نزدیک به جهت شمالی - جنوبی است؛ در نتیجه همانند میادین پازنان و کوه بنگستان تراکم شکستگی های هم روند با این گسل در نزدیکی محل عبور آن زیاد شده و با حفاری در جهت عمود بر روند بیشترین شکستگی ها، یعنی جهت تقریباً شرقی - غربی، بیشترین برخورد

منابع

- آقا نباتی. ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چاپ اول، ص ۳۰-۶۰
- ارزانی. ع.، حسینی. ع.، ۱۳۹۱، گزارش تفسیر لرزه ای میدان تنگو، بخش ژئوفیزیک شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب. شماره پ-۷۲۹۷، ص ۵-۱۵
- اسدی. ه.، ۱۳۹۱، تحلیل سیستماتیک شکستگی های سازندهای ایلام و سروک در تاق‌دیس بنگستان، پایان نامه کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه دامغان، ص ۲۰۰-۲۲۳.
- چلداوی. ع.، ۱۳۸۶، لیتواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی رسوبات کرتاسه بالائی در میدان رگه سفید با تأکید بر عملکرد فاز کوهزائی ساب‌هرسی‌نین، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ص ۱۰۰-۱۷۰.
- سالاروندا.، ۱۳۹۰، مطالعه جامع مخزن آسماری میدان پازنان، اداره مطالعات زمین شناسی مخزن شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ص ۵۰-۶۰.
- سالاروندا.، فردین. ه.، ۱۳۹۳، مدل سازی سه بعدی شکستگی های میدان پازنان با نرم افزار Fraca flow، اداره مطالعات زمین شناسی مخزن شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، گزارش شماره پ ۸۰۱۱، ص ۵۰-۱۲۰
- علیمی. م. ا.، خطیب. م. م.، ۱۳۹۳، تحلیل تنش دیرین در پهنه برشی پانه ای شاه آباد (خاور ایران) به منظور مقایسه الگوهای دگرریختی در کواترنری و عهد حاضر، مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته، دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ۱۳، ص ۱-۱۰
- نظر آقائی. ع.، ۱۳۶۵، تاثیر دگر شیبی سنومانین - تورنین در میدان رگه سفید و میادین مجاور در ارتباط با بالا آمدگی هندیدجان، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب. گزارش شماره پ-۴۰۰۶ ص ۱۰-۵۵

Berberian. M., 1995, Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics*, Vol:241, p:195-200

Hart. j., 1970, Tectonic frame work and paleo geography of the agreement Area, *Journal of Geological Society*, Vol:20 p: 20-28

James G. A., and Wynd J. G., 1965, Stratigraphic nomenclature of the Iranian oil consortium agreement area, *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist*, Vol: 49, P: 2182-2245.

Sherkati. sh., Jean. L., 2004, Variation of Structural Style and basin evolution in the central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran, *Marine and Petroleum Geology*, Vol:50, p:10-20

Stoneley. R., 1981, The geology of Kuh-e- Dalneshin area of southern Iran and its bearing on the evolution of southern Tethys, *Journal of Geological Society*, London, Vol: 138, p:509-526.

Stoneley. R., 1990, The Arabian continental margin in Iran during the Late Cretaceous. *Geological Society, London, Special Publications*. Vol:49; p: 787-795

Murriss. R.J., 1980, Middle East, Startigarphy evolution and oil habitat. *AAPG, Bulletin*, Vol:64, p:597-618.

Koop. D., and Orbell B.C., 1977, NIOC, *Geological Report* Vol: 1269, p:50-150.