

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش تکتونیک

تحلیل شکستگی‌های مخازن آسماری و بنگستان در میدان نفتی لالی

نگارنده: سارا خادمی

استاد راهنما:

دکتر رمضان رضانی اومالی

استاد مشاور:

دکتر عباس چرچی

شهریور ۱۴۰۰

در این صفحه صورت جلسه دفاع را قرار دهید. لازم است پس از صحافی این صفحه مجدداً توسط

دانشکده مهر گردد و استاد راهنما با امضای خود اصلاحات پایان نامه را تایید کند.

این پایان نامه را تقدیم می‌کنم به مهربان‌ترین همراهان زندگیم،

پدر عزیزتر از جانم

و

مادر دل‌سوزم

که حضورشان همیشه گرمابخش روح من بوده است.

شکر و قدردانی

سپاس بی‌کران پرودگار را که هستی مان بخشید و به سمت دانش رهنمونمان شد و به هم نشینی رحروان علم مفتخرمان نمود.

شایسته است از استاد بزرگوارم "جناب دکتر رمضان رمضان‌افغانی" که همواره راهبنا و راه‌کنشای مکارنده در تمام مراحل پایان نامه بوده

است، تقدیر بنمایم، همچنین از جناب دکتر عبا سحرچی که زحمات مشاوری این پایان نامه را بر عهده داشتند، کمال شکر را داشته باشیم.

بر خود لازم میدانم از پدر فداکار و زحمتمشتم که در تمام سطرهای زندگی، پشتیبان همه جانبه ام بودند و در تمام مراحل تحصیلی حمایت نمودند و مادر مهربان و

دلسوزم که دعاگو و امیدبخش روزهای تلخ زندگی ام بودند، شکر بنمایم.

و در نهایت از تمام دوستانی که در این راستا مطالبی را به من آموختند، شکر و آرزوی موفقیت دارم.

تعهد نامه

اینجانب سارا خادمی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته تکنونیک دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تحلیل شکستگی های مخازن آسماری و بنگستان در میدان نفتی لالی تحت راهنمایی دکتر

رمضان رضانی اومالی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آن ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

• تاریخ امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

تاقدیس لالی یکی از میدان‌های نفتی است که در استان خوزستان در ۶۰ کیلومتری شمال خاور شوشتر قرار گرفته است. از لحاظ تقسیمات ناحیه‌ای، میدان لالی در شمال فرو افتادگی دزفول در بین میادین زیلابی و کارون قرار گرفته است. روند آن از روند چین خوردگی‌های زاگرس تبعیت کرده و در امتداد شمال غربی-جنوب شرقی می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از داده‌های در دسترس، به تحلیل ساختاری سطحی و زیر سطحی تاقدیس لالی پرداخته شده است. بطوریکه خصوصیات هندسی سرسازند آسماری و بنگستان در میدان نفتی لالی با استفاده از نقشه UGC سرسازند آسماری و بنگستان مورد بررسی قرار گرفته، سپس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت شناسایی شکستگی‌های سطحی مورد تحلیل قرار گرفت. برای شکستگی‌های زیرسطحی میدان با استفاده از روش‌های مشتق‌گیری ریاضی، تحلیل دایره محاطی و روش RFF، که بر این اساس نشان می‌دهد بر اساس نقشه‌های مشتق اول راس مخزن آسماری بیشترین میزان شیب یال‌ها در این مخزن مربوط به گسل‌های تراستی در یال جنوب باختری است. در نقشه مشتق اول راس مخزن بنگستان نیز بیشترین شیب یال‌ها در ارتباط با نیمه جنوب باختری و یال شمال خاوری است. با توجه به نقشه مشتق دوم نیز، بیشترین آهنگ تغییرات شیب و بنابراین استعداد توسعه شکستگی‌های ناشی از انحنای عرضی ساختار، در افق آسماری مربوط به بخش یال جنوب باختری و در افق بنگستان مربوط به بخش میانی و نیمه جنوبی یال جنوب باختری است. بررسی‌های انجام شده با استفاده از روش دایره محاطی نشان می‌دهد که هر هفت زون مخزن آسماری در میدان نفتی لالی مستعد شکستگی بوده و زون‌های یک و دو این مخزن از استعداد توسعه شکستگی بیشتری نسبت به زون‌های عمیق تر برخوردارند. بر این اساس پهنه‌های محدوده شکستگی-های عمیق و پرتراکم در محدوده مرکزی و جنوب خاوری مخزن که از انحنای عرضی بالاتری نسبت به محدوده باختری آن برخوردار است، بیشتر بوده و به دلیل شیب زیادتر یال جنوب باختری، توسعه شکستگی‌ها بخصوص در افق بنگستان متمایل به نیمه جنوب باختری است. بر اساس روش RFF،

حداکثر تراکم شکستگی‌ها در این روش، مربوط به مناطق با عمق کمتر، در کمان بیرونی انحناء محوری تاقدیس می‌باشد. نتایج بدست آمده در این پژوهش قابل تعمیم به دیگر مخازن دارای افق‌های آسماری و بنگستان است و می‌توان در راستای تحلیل و بررسی شکستگی‌های مخازن از آن‌ها بهره برد.

کلمات کلیدی: شکستگی ، بنگستان، آسماری ، تاقدیس لالی ، زاگرس

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱ اهداف مطالعه:	۲
۲-۱ موقعیت جغرافیایی میدان نفتی لالی و راه‌های دسترسی به آن:	۲
۳-۱ مطالعات پیشین	۴
فصل دوم: زمین شناسی عمومی و چینه شناسی	۷
۱-۲ مقدمه	۸
۲-۲ پهنه زاگرس	۸
۳-۲ زمین ساخت و روند تکاملی زاگرس:	۹
۴-۲ فروافتادگی دزفول:	۱۵
۵-۲ سازوکار چین خوردگی تاقدیس زیرسطحی لالی :	۱۶
۶-۲ رده بندی چین براساس موقعیت محور و سطح محوری (Rickard., ۱۹۷۱):	۲۵
۷-۲ رده بندی چین براساس میل محور وزاویه شیب سطح محوری (Fleuty, ۱۹۶۴):	۲۵
۸-۲ موقعیت زمین شناسی میدان لالی	۲۶
۹-۲ موقعیت ساختمانی میدان لالی	۲۸
۱۰-۲ چینه شناسی سازند های موجود در منطقه مورد مطالعه	۳۱
۱۰-۱-۱ گروه بنگستان :	۳۱
۱۰-۱-۲ سازند شیلی کژدمی :	۳۱
۱۰-۱-۲ سازند آهکی سروک :	۳۱

۳۲	..... سازند شیلی سورگاه :
۳۲	..... سازند آهکی ایلام :
۳۳	..... سازند شیلی گورپی :
۳۳	..... سازند شیلی پابده :
۳۴	..... سازند آهکی آسماری :
۳۴	..... گروه فارس:
۳۴	..... سازند تبخیری گچساران (فارس پایینی) :
۳۵	..... سازند مارنی میشان (فارس میانی):
۳۵	..... سازند آواری آجاجاری (فارس بالایی):
۳۶	..... عضو آواری لَهبری:
۳۶	..... سازند کنگلومرای بختیاری :
۳۹	..... فصل سوم: روش‌های مطالعه و تحلیل شکستگی
۴۰	..... ۱-۳ مقدمه
۴۱	..... ۲-۳ مطالعه و تحلیل شکستگی‌های سطحی و زیر سطحی:
۴۱	..... ۱-۲-۳ بررسی سطحی:
۴۱	..... ۱-۱-۲-۳ استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست منطقه جهت شناسایی شکستگی‌ها
۴۲	..... ۲-۱-۲-۳ تاقدیس لالی:
۴۳	..... ۳-۱-۲-۳ نقشه شکستگی‌های سطحی تاقدیس لالی:
۴۶	..... ۴-۲-۱-۳ تحلیل آماری:
۴۸	..... ۲-۲-۳ تحلیل زیر سطحی:
۴۸	..... ۱-۲-۲-۳ مشتق گیری ریاضی از نقشه‌های ساختمانی زیرسطحی :
۵۲	..... ۲-۲-۲-۳ تحلیل دواير محاطی:
۵۷	..... ۳-۲-۲-۳ روش RFF:
۵۸	..... ۱-۳-۲-۲-۳ L (سنگ شناسی):
۵۹	..... ۲-۳-۲-۲-۳ C (سیمان شدگی):
۶۰	..... ۳-۳-۲-۲-۳ S (عامل اعوجاج محور ساختمانی):
۶۰	..... ۴-۳-۲-۲-۳ Bs (عامل محور ساختمانی):

۶۰	.....R (عامل شعاع انحناء ساختمان): ۵-۳-۲-۲-۳
۶۰	.....Br (عامل برش سازند): ۶-۳-۲-۲-۳
۷۱	..... فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۷۲	..... ۱-۴ مقدمه:
۷۲	..... ۲-۴ خصوصیات هندسی و تحلیل ساختاری تاقدیس:
۷۳	..... ۳-۴ خصوصیات شکستگیهای تاقدیس لالی:
۷۴	..... ۴-۴ پیشنهادات
۷۵	..... پیوست (۱)
۸۰	..... پیوست (۲)
۸۷	..... منابع:

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱): موقعیت میدان نفتی لالی در نقشه راه‌های ایران، اطلس گیتاشناسی، ۱۳۸۵ ۳
- شکل (۱-۲): برش شماتیک که نشان دهنده تکوین ساختاری زاگرس و نواحی اطراف آن ۹
- شکل (۲-۲): نقشه‌های دیرینه جغرافیایی شماتیک ۱۰
- شکل (۳-۲): مدل ارتفاعی رقومی زاگرس و نواحی مجاور، همراه با مدل شماتیکی از تفاوت واتنش در طول‌های جغرافیایی مختلف (Blanc et al., ۲۰۰۳) ۱۲
- شکل (۴-۲): مقاطع ساختاری موازنه شده در عرض کمربند چین خورده- رانده زاگرس ۱۳
- موقعیت مقاطع بر روی نقشه زمین شناسی ایران (McQuarrie, ۲۰۰۴) ۱۳
- شکل (۵-۲): مقاطع ساختاری موازنه شده در عرض کمربند چین خورده- رانده زاگرس ۱۴
- شکل (۶-۲): کوتاه شدگی تجمعی در پهنه‌های مختلف ساختاری ایران ۱۵
- شکل (۷-۲): نیم رخ لرزه ای مربوط به میدان نفتی لالی ۱۷
- شکل (۸-۲): تقسیم‌بندی سه گانه چین‌های مرتبط با گسل (McClay, ۲۰۰۳) ۱۸
- شکل (۹-۲): برش‌های عرضی رسم شده بر روی راس مخزن آسماری و محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری و زاویه بین یالی در این برش‌ها ۱۹
- ادامه شکل (۹-۲): برش‌های عرضی رسم شده بر روی راس مخزن آسماری و محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری و زاویه بین یالی در این برش‌ها (همکاران، ۱۳۸۸) ۲۰
- ادامه شکل (۹-۲): برش‌های عرضی رسم شده بر روی راس مخزن آسماری و محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری و زاویه بین یالی در این برش‌ها (همکاران، ۱۳۸۸) ۲۱

- شکل (۲-۱۰): انطباق مولفه‌های لازم جهت تحلیل نازک شدگی و ضخیم شدگی یال جلویی تاقدیس لالی بر روی نمودار نازک شدگی یال جلویی چین‌های انتشار گسلی ۲۳
- شکل (۲-۱۱): رده بندی چین براساس موقعیت محور و سطح محوری ۲۵
- شکل (۲-۱۲): رده بندی چین براساس میل محور چین و زاویه شیب سطح محوری ۲۵
- شکل (۲-۱۳): تصویر موقعیت میدان لالی نسبت به میادین همجوار ۲۸
- شکل (۲-۱۴): موقعیت زمین شناسی میدان نفتی لالی، نقشه خطوط تراز زیر سطحی در افق آسماری و چاههای حفاری شده در آن (شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب ۱۳۸۸) ۲۹
- شکل (۲-۱۵): موقعیت ساختمانی میدان لالی (شرکتی و لتوزی، ۲۰۰۴) ۳۰
- شکل (۲-۱۶): ستون چینه شناسی ساده شده، شامل سنگ شناسی و رویدادهای زمین ساختی در فروافتادگی دزفول و دشت آبادان (برگرفته از عبداللهی فرد ۱۳۸۵) ۳۷
- شکل (۳-۱): تصویر ماهواره‌ای ETM از تاقدیس لالی با همراه جدیدترین نقشه خطوط کنتر زير سطحی از میدان نفتی لالی ۴۳
- شکل (۳-۲): تصویر DEM تاقدیس لالی به همراه شکستگی‌های سطحی ۴۴
- شکل (۳-۳): نقشه توزیع و چگالی شکستگی‌های افق‌های الف) آسماری و ب) بنگستان میدان لالی .. ۴۵
- شکل (۳-۴): نقشه شکستگی‌های سطحی به همراه رزدياگرام‌های مربوطه ۴۶
- شکل (۳-۵): نمودار رزدياگرام بخش‌های مختلف تاقدیس لالی ۴۷
- شکل (۳-۶): اثر سینوسیته کوچک مقیاس در بروز اختلال فراوان طی فرآیند مشتق‌گیری از رأس ساختمان مخزن ۴۹
- شکل (۳-۷): نقشه‌های الف) مشتق اول و ب) مشتق دوم افق آسماری در میدان لالی ۵۱
- شکل (۳-۸): نقشه‌های الف) مشتق اول و ب) دوم افق بنگستان میدان لالی ۵۲

- شکل (۳-۹): چگونگی ترسیم و محاسبه میزان تغییرات انحناء به روش دایره محاطی ۵۴
- شکل (۳-۱۰): موقعیت مقاطع عرضی رسم شده بر روی جدیدترین نقشه خطوط تراز زیر سطحی (UGC) سازند آسماری میدان لالی جهت بکارگیری روش دایره محاطی ۵۵
- شکل (۳-۱۱): موقعیت مقاطع عرضی رسم شده بر روی جدیدترین نقشه خطوط تراز زیر سطحی (UGC) بنگستان میدان لالی جهت بکارگیری روش دایره محاطی ۵۶
- شکل (۳-۱۲): نقشه های بدست آمده از روش تحلیل دایره محاطی افق های الف) آسماری و ب) بنگستان در میدان لالی ۵۷
- شکل (۳-۱۳): الف) تغییرات شکل پذیری در مقابل عمق برای سنگ های رسوبی ب) معدل تعداد شکستگی ها در انواع متداول سنگ های رسوبی در شرایط مشابه ۵۹
- شکل (۳-۱۴): برشی عرضی بر روی یک تاقدیس، همراه با نمایش برخی پارامترهای مورد استفاده در روش RFF (با تغییرات از مطیعی ۱۳۷۴) ۶۱
- شکل (۳-۱۵): نقشه های منحنی میزان RFF برای زون های ۱ تا ۷ افق آسماری ۶۵
- شکل (۳-۱۶): نقشه های منحنی میزان RFF برای زون های ۱ تا ۷ بنگستان ۶۹
- شکل پ ۱- مقاطع عرضی رسم شده افق آسماری جهت انجام روش دایره محاطی ۷۵
- شکل پ ۲- مقاطع عرضی رسم شده بنگستان جهت انجام روش دایره محاطی ۷۸

فهرست جداول

- جدول (۱-۲): محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری وزاویه بین یالی در برش‌های عرضی رسم شده بر راس مخزن آسماری..... ۲۲
- جدول (۱-۳)- فاکتورهای مؤثر در برآورد نسبی انبوهی شکستگی‌ها (مطیعی، ۱۳۷۴)..... ۵۸
- جدول ۱-۲: پارامترهای محاسبه شده افق آسماری برای روش RFF ۸۰
- جدول ۲-۲: پارامترهای محاسبه شده بنگستان برای روش RFF..... ۸۵

فصل اول: مقدمه

منطقه خاورمیانه با داشتن ۶۵ درصد ذخایر نفت و ۳۵ درصد ذخایر گاز طبیعی جهان مهمترین مرکز تولید و اکتشاف هیدروکربن در جهان است (مطیعی، ۱۳۷۴). ایران به عنوان یکی از بزرگترین کشورهای تولیدکننده نفت و گاز، دومین تولیدکننده نفت اوپک می‌باشد که ۹ درصد ذخایر نفت و (در حدود ۹۸ میلیارد بشکه) و ۱۵ درصد ذخایر گازی طبیعی (در حدود ۱۸۲ تریلیون فوت مکعب) را در خود جای داده است. عمده ذخایر هیدروکربنی ایران در میادین عظیم جنوب باختری کشور در پهنه ساختاری زاگرس جای دارند. فروافتادگی دزفول که به‌عنوان یکی از زیرپهنه‌های زاگرس چین‌خورده، در جنوب-باختری ایران قرار دارد، از دیدگاه زمین‌شناسی نفت حائز اهمیت زیادی است و اکثر مخازن نفتی کشور در این ناحیه قرار گرفته است. در این مخازن، غالباً تولید متناسب با نفوذپذیری مرتبط با تخلخل زمینه سنگ نیست و به مراتب بیشتر از آن می‌باشد. لذا نقش شکستگی‌ها در تخلیه طبیعی، بازیافت ثانویه و بالاخره بازیافت نهایی بسیار پراهمیت جلوه می‌کند (مطیعی، ۱۳۷۴).

در این پژوهش، بر اساس اطلاعات سطحی و زیرسطحی شرایط شکستگی‌های در مخازن آسماری و بنگستان این منطقه مورد ارزیابی و تحلیل قرار گیرد. در همین راستا، در این فصل به بررسی جایگاه زمین‌شناسی ساختاری در اکتشاف و بهره‌برداری منابع هیدروکربوری، اطلاعاتی در مورد منطقه مورد مطالعه و همچنین کلیاتی در مورد میدان نفتی لالی می‌پردازیم.

۱-۱ اهداف مطالعه:

اهداف این تحقیق عبارت‌اند از:

۱- بررسی سطحی و زیر سطحی تاقدیس لالی، تحلیل هندسی و طبقه‌بندی شکستگی

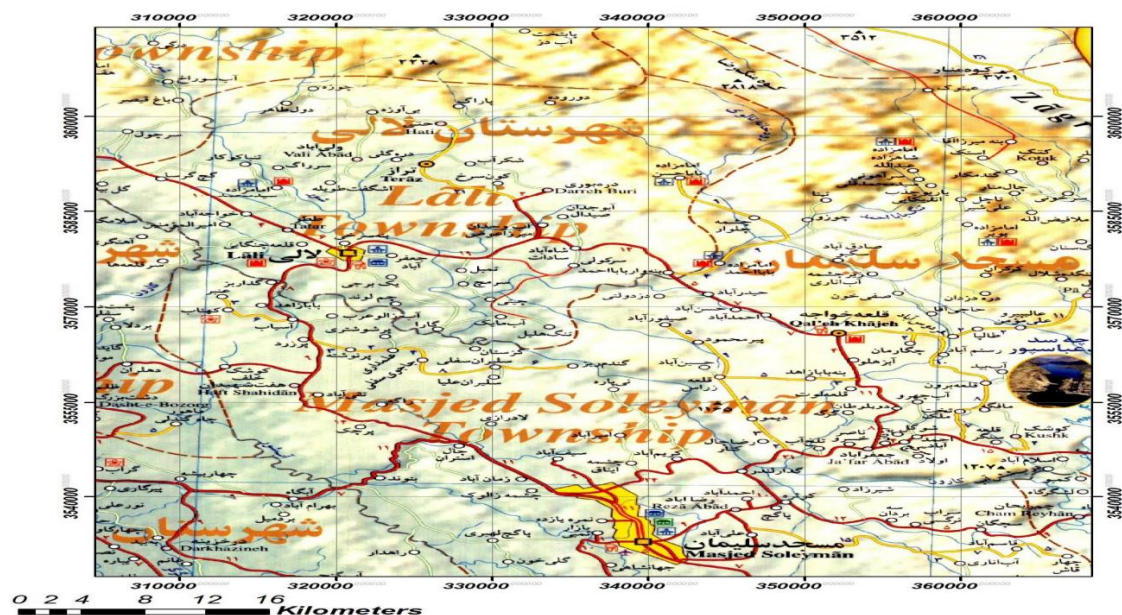
۲- تحلیل شکستگی‌های مخازن

۱-۲ موقعیت جغرافیایی میدان نفتی لالی و راه‌های دسترسی به آن:

این میدان، در جنوب غربی ایران در شمال فروافتادگی دزفول و در ۱۱۵ کیلومتری شمال شرق اهواز (۴۰)

کیلومتری شمال غربی مسجد سلیمان) قرار دارد دسترسی به منطقه مورد مطالعه از طریق راه ارتباطی اهواز-مسجد سلیمان-لالی و همچنین اهواز-شوشتر-لالی امکان پذیر می‌باشد. مسجد سلیمان و لالی به عنوان مهم‌ترین شهرستان‌های محدوده مورد مطالعه می‌باشند و به ترتیب در فاصله تقریباً ۱۱۵ و ۱۵۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان اهواز واقع شده‌اند همچنین منطقه از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض جغرافیایی ۳۲ ۰۴ تا ۳۲ ۲۴ و طول جغرافیایی ۴۸ ۵۰ تا ۴۹ ۱۲ واقع شده است (شکل ۱-۱).

نقشه راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است میانگین دمای سالیانه در منطقه ۲۵/۱۷ درجه سانتیگراد می‌باشد. میزان بارندگی سالانه در دوره آماری ۳۵ ساله به طور میانگین ۴۴۵ میلی‌متر و بیشتر بارندگی‌های منطقه در فصل زمستان رخ می‌دهد. همچنین منطقه از نظر اقلیمی بر اساس طبقه بندی دو مارتن، در اقلیم نیمه خشک واقع می‌شود (عبداللهی، ۱۳۸۵).



شکل (۱-۱): موقعیت میدان نفتی لالی در نقشه راه‌های ایران، اطلس گیتاشناسی، ۱۳۸۵

۱-۳ مطالعات پیشین

تاکنون گزارشات متعددی درباره کارایی سیستم شکستگی‌ها به عنوان یک مکانیسم تولیدی در مخازن کربناته نوشته شده است، که به چند مورد از آن‌ها در ذیل اشاره شده است :

عقلی و همکاران در سال ۱۳۹۳ طی مطالعات، بررسی سیستماتیک شکستگی‌های مخزن آسماری در یکی از میداین نفتی ایران و نحوه گسترش این شکستگی‌ها در مخزن آسماری با استفاده از تحلیل نمودارهای تصویری OBMI و UBI و تاثیر این شکستگی‌ها بر تخلخل و تراوایی مخزن از طریق محاسبه و رسم نمودار انحراف سرعت می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از تفسیر نمودار OBMI و UBI با وجود این که دقت کمتری از FMI دارند، ابزار توانمندی برای شناسایی شکستگی‌ها و شیب ساختاری در مخازنی است که از گل پایه روغنی استفاده می‌شود. در این مطالعه نتایج حاصل از تفسیر FMI در یکی از چاه‌های میدان مورد نظر برای مطابقت آورده شده است. به طور کلی تولید در مخزن آسماری این میدان، تلفیقی از شکستگی‌ها و ماتریکس سنگ است. در این مخزن شکستگی‌ها و زون‌های متخلخل تاثیر فراوان بر خصوصیات سنگ مخزن داشته‌اند به نحوی که دو الگوی کلی شکستگی تکتونیکی مرتبط با چین خوردگی از نوع طولی و مورب و همچنین انواع شکستگی مرتبط با گسل خوردگی در این مخزن دیده می‌شود. در میان آن‌ها الگوی طولی، غالب‌ترین نوع محسوب شده و اغلب شکستگی‌های باز را تشکیل می‌دهند. امتداد آن‌ها N45-90W بوده و بیشتر در زون‌های بالایی آسماری مشاهده می‌شوند که در رابطه با چین خوردگی حاصل از گسلش در زون برشی بالارود و در اثر عملکرد گسل معکوس بالارود می‌باشند.

نورایی نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۰ طی مطالعات نشان دادند، تعیین گسترش شکستگی‌های مخزن آسماری در میدان نفتی مارون در بخش خاوری منطقه ساختاری فروافتادگی دزفول واقع شده است. رخنمون سطحی این میدان، سازند آغاچاری بوده و سازندهای آسماری و گروه‌های بنگستان و خامی، مخازن نفتی موجود در این میدان هستند. سازند آسماری مهم‌ترین سنگ مخزن این میدان بوده که به

شش لایه مخزنی تقسیم شده است. لایه‌های مخزنی یک، دو، سه به طور عمده از کربنات‌های دولومیتی تشکیل شده‌اند، بنابراین تراکم شکستگی‌ها به ویژه در لایه یک (۹۰ درصد دولومیت) بیشتر است. در لایه‌های مخزنی چهار و پنج و شش این میدان به دلیل افزایش لایه‌های شیلی و مارنی و کاهش شکنندگی، تراکم شکستگی‌های کمتر می‌شود. براساس این پژوهش، تاقدیس مارون یک چین مرتبط با گسل راندگی است و مجموعه ویژگی‌های این تاقدیس، سازوکار چین‌های جدایشی گسل را پیشنهاد می‌کند. بررسی‌های موجود دو سامانه شکستگی با منشأ ناحیه‌ای و محلی را مشخص ساخته‌اند. شکستگی‌های ناحیه‌ای امتداد خاوری-باختری دارند و شکستگی‌های محلی مربوط به شکستگی‌های مرتبط با چین خوردگی و خمش ساختاری هستند. بررسی تغییرات انحنا با استفاده از روش‌های مشتق گیری ریاضی و رسمی، محدوده‌های مستعد شکستگی در تاقدیس مارون را، به طور عمده در یال جنوبی و محدوده‌های از بخش‌های خاوری یال شمالی نشان می‌دهد. مقایسه داده‌های مخزنی بر اساس نقشه-های هم‌تراوایی، فشار RFT و شاخص تولید PI با نتایج بدست آمده از بررسی شکستگی‌های تاقدیس مارون هماهنگی بسیار خوب مناطق مستعد شکستگی را نشان می‌دهد.

مداحی و همکاران در سال ۱۳۸۷ طی مطالعات، تعیین نواحی با تراکم شکستگی بالا و با استفاده از داده‌های هرزروی گل حفاری، وزن گل حفاری و همچنین شاخص بهره دهی مخزن، به بررسی مخازن آسماری و بنگستان در میدان نفتی بی بی حکیمه، که یکی از بزرگترین میادین نفتی جنوب باختری ایران می‌باشد، پرداخته شده است. تحلیل داده‌ها و نقشه‌های هم‌ارزش هرزروی گل حفاری تهیه شده برای این مخازن، بیانگر این است که شکستگی در تمامی زون‌های آن‌ها وجود دارد و میزان هرزروی گل و بنابراین تراکم شکستگی، بر خلاف مخزن بنگستان، در مخزن آسماری با افزایش عمق در مجموع از یک روند کاهشی پیروی می‌کند. بررسی وزن گل حفاری مربوط به این مخازن نیز، بالاترین تراکم شکستگی را در کوهانه‌های اصلی آنها، که از بیشترین میزان خمش عرضی و طولی برخوردار هستند، همچنین در قسمت‌هایی از مخزن که تحت تأثیر عملکرد گسل‌ها و یا خمش محوری واقع شده‌اند نشان داده است. شاخص بهره دهی مخزن نیز بالاترین تراکم شکستگی را در نواحی گسل خورده، همچنین

در کمان بیرونی خمش محوری ساختمان هر مخزن نشان داده است.

ظهرا ب زاده و همکاران در سال ۱۳۸۸ طی مطالعات، بررسی سیستماتیک شکستگی‌های مخزن آسماری در یکی از میادین نفتی ایران و نحوه گسترش این شکستگی‌ها در مخزن مذکور با استفاده از تحلیل نمودارهای تصویرگر رانده شده در ۹ حلقه از چاه بود نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که تولید در مخزن آسماری این میدان، تلفیقی از شکستگی‌ها و ماتریکس سنگ است. در این مخزن شکستگی‌ها و زون‌های متخلخل تاثیر فراوانی بر خصوصیات سنگ مخزن داشته اند. به نحوی که سه الگوی کلی شکستگی تکتونیکی مرتبط با چین خوردگی از نوع عرضی، طولی و مورب و همچنین انواع شکستگی تکتونیکی مرتبط با گسل خوردگی در این مخزن دیده می‌شود. در میان آن‌ها الگوی طولی، غالب ترین نوع محسوب شده و اغلب شکستگی‌ها باز را تشکیل می‌دهند.

فصل دوم: زمین شناسی عمومی و

چینه شناسی

۲-۱ مقدمه

جهت بررسی و به منظور شناخت بیشتر از مشخصات میدان مورد مطالعه و ایجاد زمین‌هایی برای اهداف این پژوهش لازم است به بررسی جنبه‌های مختلف مطالعات زمین‌شناسی، از جمله پهنه زاگرس، وضعیت ساختمانی و زمین‌شناسی میدان، چینه‌شناسی میدان مورد بررسی قرار گیرد.

۲-۲ پهنه زاگرس

منظور از زاگرس، زمین‌های واقع در جنوب باختری زمین‌درز نئوتتیس است که شامل بلندی‌های باختر و جنوب باختری ایران است و گستره‌های لرستان، خوزستان و فارس را در بر دارد. این منطقه یکی از پهنه‌های مهم رسوبی- ساختمانی ایران و بخشی از کمربند کوهزائی آلپ- هیمالیا است که با روند کلی شمال باختر- جنوب خاور به طول تقریبی ۲۰۰۰ کیلومتر و پهنای ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر از جنوب خاور کشور ترکیه تا تنگه هرمز ایران گسترش دارد.

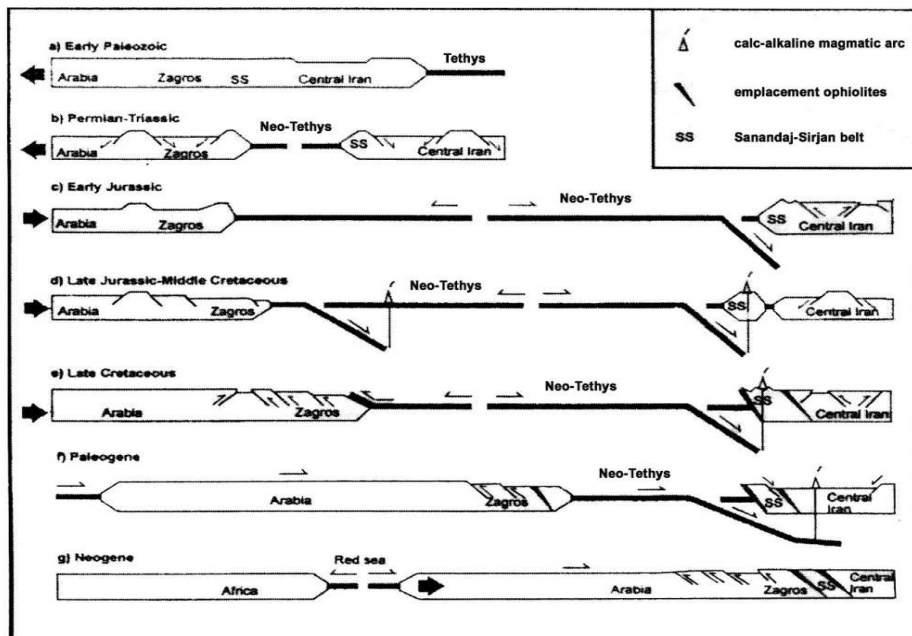
از نگاه زمین‌شناسی، دربارهٔ مرز شمال‌خاوری زاگرس، اتفاق نظر وجود ندارد. زمین‌شناسانی مانند Falcon (۱۹۶۱)، McQuillan (۱۹۷۴) و Alavi (۱۹۹۱)، بخش شمال‌خاوری زاگرس را پهنه سنندج - سیرجان دانسته‌اند. Farhoudi (۱۹۷۸) و Alavi (۱۹۹۴) کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر را به عنوان مرز شمال‌خاوری زاگرس معرفی کرده‌اند. بسیاری از گزارش‌های زمین‌شناسی، از جمله Stocklin (۱۹۶۸)، نبوی (۱۳۵۵)، افتخارنژاد (۱۳۵۹)، Berberian (۱۹۸۱) و آقانیاتی (۱۳۷۹) نیز، مرز شمال‌خاوری این پهنه را بر راندگی اصلی زاگرس منطبق می‌دانند. دنبالهٔ جنوب‌خاوری پهنهٔ زاگرس توسط گسل ترادیس^۱ درون‌قاره‌ای میناب (گسل زندان) از حوضهٔ فلیش مکران جدا می‌شود، ولی به سمت شمال باختر، زاگرس را می‌توان تا بلندی‌های خاور عراق و جنوب‌خاور ترکیه دنبال کرد. به سوی جنوب - جنوب باختر، ویژگی‌های زمین‌شناختی زاگرس با اندک تغییراتی در رخساره‌های سنگی و الگوی ساختاری تا خلیج

^۱ Transform fault

فارس و سکوی عربستان ادامه دارد. نبود فعالیت‌های آذرین، وجود سنگ‌های مادر متعدد و بسیار غنی از مواد آلی، سنگ مخزن‌های متخلخل و تراوای متعدد با سنگ‌پوش‌های مناسب، شرایط منحصر به فردی را برای تولید و انباشت هیدروکربن در زاگرس فراهم کرده تا این پهنه از نفت‌خیزترین حوضه‌های رسوبی دنیا باشد (افشارحرب، ۱۳۸۰).

۳-۲ زمین‌ساخت و روند تکاملی زاگرس:

روند تکامل زمین‌ساختی زاگرس را به طور خلاصه به ترتیب زیر بیان کرده است (Berberian, ۱۹۹۵):
 تشکیل یک فاز پلاتفرمی در پالئوزویک، ریفت شدگی در پرمین و تریاس، تشکیل حاشیه قاره‌ای غیر فعال (با گسترش بستر دریا به سمت شمال خاور) در ژوراسیک و اوایل کرتاسه، فرورانش به سمت شمال خاور و جایگیری افیولیت و رادیولیت در اواخر کرتاسه و در نهایت برخورد قاره-قاره و کوتاه شدگی در زمان نئوژن (شکل ۱-۲).



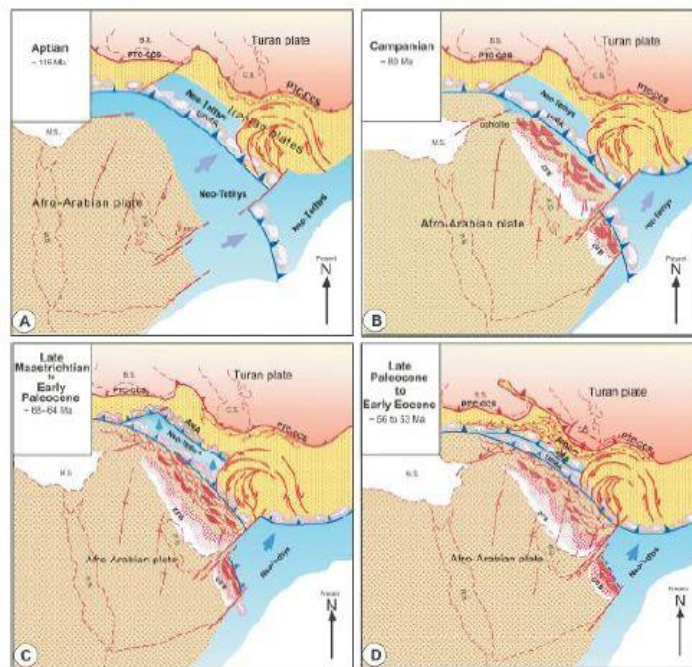
شکل (۱-۲): برش شماتیک که نشان دهنده تکوین ساختاری زاگرس و نواحی اطراف آن می‌باشد (برگرفته از (Berberian (1983).

طبق نظر علوی (۲۰۰۴) نیز، در مجموع سه رویداد بزرگ زمین ساختی، زاگرس را بوجود آورده است (شکل ۲-۲)

- فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر صفحه ایران (از کرتاسه پیشین تا پسین (شکل ۲-۲ A)).

- جایگیری یا فرارانش تراشه‌هایی از پوسته اقیانوسی (افیولیت‌ها) بر روی حاشیه قاره‌ای افرو-عربی (تورونین تا کامپانین (شکل ۲-۲ B)).

- برخورد حاشیه قاره‌ای افرو-عربی با صفحه‌های ایرانی (در اواخر کرتاسه و بعد از آن (شکل ۲-۲ C و D)).



شکل (۲-۲): نقشه‌های دیرینه جغرافیایی شماتیک که بسته شدن نئوتتیس و تکامل کمربند کوهزایی زاگرس را نشان می‌دهند. AMA: مجموعه ماگمایی البرز، B.S: دریای سیاه، C.S: دریای خزر، M.S: دریای مدیترانه، OFB: حوضه پیش بوم عمان، P.G: خلیج فارس، PTC-CCS: خط درز برخورد قاره-قاره پالئوتتیس، R.S: دریای سرخ، UDMA: مجموعه ماگمایی ارومیه-دختر و ZFB: حوضه پیش بوم زاگرس (Alavi, ۲۰۰۷)

به عقیده وی برخورد نهایی بین ناحیه شمال خاوری صفحه عربی با ایران مرکزی در میوسن رخ داده است.

دگرریختی رسوبات بخش پیش‌بوم^۲ زاگرس به صورت کمربند چین‌خورده-رانده، همچون دیگر کمربندهای چین‌خورده-رانده ناشی از انتشار راندگی‌های جدایش یافته از پی‌سنگ و هم امتداد با روند کوهزاد و چین‌خوردگی‌های همراه می‌باشد، ولی بر خلاف غالب این کمربندها گسل‌های رانده رخنمون سطحی کمتری داشته و بیشتر مدفون می‌باشند (Berberian, ۱۹۹۵). این دگرریختی‌ها بعد از برخورد قاره-قاره صفحه عربی و ایران مرکزی از بخش‌های جنوبی کمربند سنندج-سیرجان آغاز شده و به سمت پیش‌بوم توسعه یافته و تا عصر حاضر نیز ادامه دارند، به طوری که امروزه ۲۰ میلی‌متر در سال کوتاه شدگی در زاگرس مشاهده می‌شود. این میزان کوتاه شدگی به باز شدن دریای سرخ، که به طور متوسط حدود ۲۰ میلی‌متر در سال گزارش شده، نسبت داده شده است (Vita-Finzi, ۲۰۰۱).

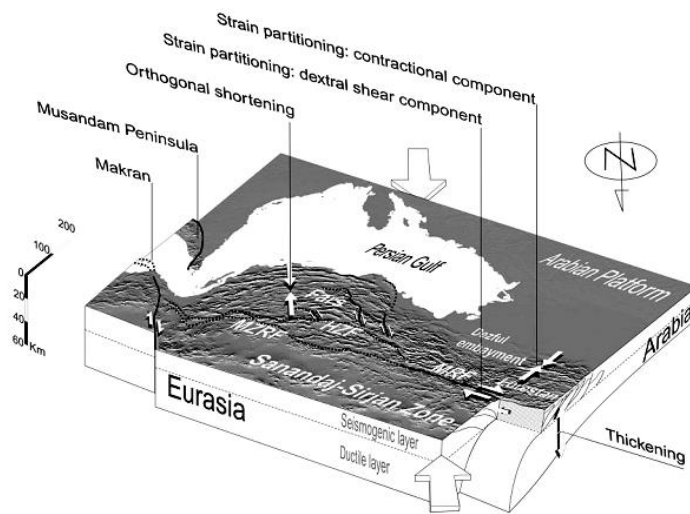
به طور کلی، دگرشکلی کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس نتیجه همگرایی بین صفحه‌های عربی و اوراسیا از کرتاسه میانی-بالایی است (Falcon, ۱۹۶۹).

بسته شدن نهایی نئوتتیس در میوسن زیرین صورت گرفته است (Stoneley, ۱۹۸۱) و کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس در طول فاز اصلی کوهزایی زاگرس در میوسن بالایی تا زمان حاضر شکل گرفته است (Stocklin, ۱۹۶۸; Stoneley, ۱۹۸۱).

همگرایی تقریباً شمالی-جنوبی صفحه‌های عربی و اوراسیا، در شمال باختری زاگرس (لرستان) ترکیبی از یک کوتاه شدگی با روند شمال باختری-جنوب خاوری در کمربند چین‌خورده ساده و یک جابجایی راستالغز راست‌گرد بر روی گسل جوان اصلی زاگرس را به دنبال داشته است. نتیجه این همگرایی، در ناحیه جنوب خاوری زاگرس (فارس) نیز به صورت کوتاه شدگی تقریباً شمالی-جنوبی، در غالب گسل‌ها و چین‌هایی با روند خاوری-باختری نمایان شده است. در ناحیه انتقالی بین این دو قسمت از زاگرس (فروافتادگی دزفول) نیز واتنش حاصل از این همگرایی، به صورت جابجایی راستالغز راست‌گرد در طول گسل‌هایی با روند شمالی-جنوبی، همچون گسل‌های کازرون و سروستان اتفاق افتاده است (Blanc et

^۲Foreland

۲۰۰۳، al. (شکل ۲-۳).



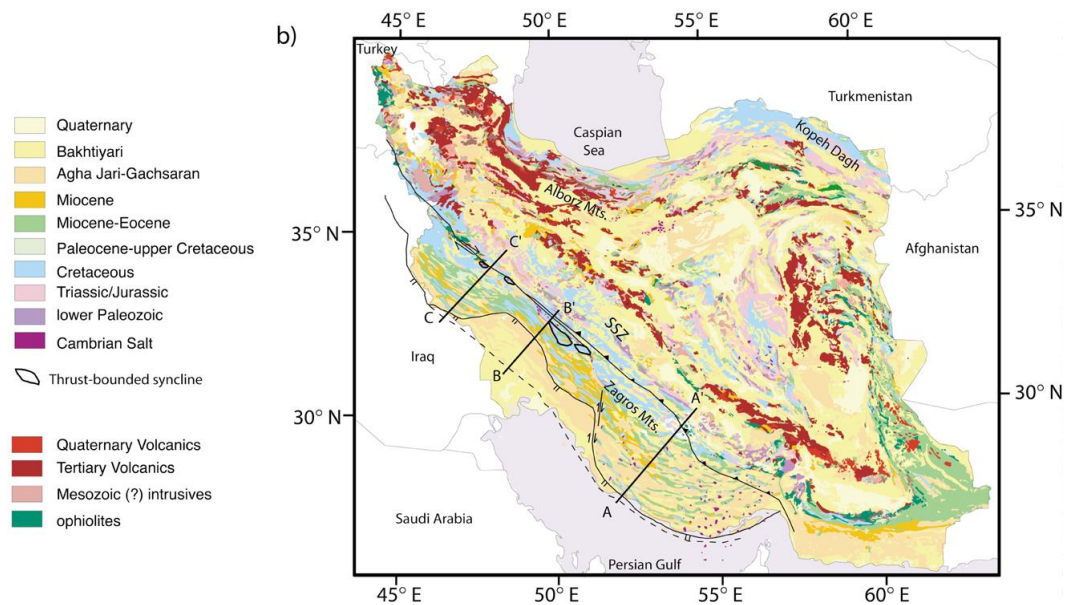
شکل (۲-۳): مدل ارتفاعی رقومی زاگرس و نواحی مجاور، همراه با مدل شماتیکی از تفاوت واتنش در طول‌های جغرافیایی مختلف (Blanc et al., ۲۰۰۳).

فعالیت‌های لرزه‌ای عهد حاضر نشان‌دهنده این است که همگرایی بین صفحه‌های عربی و اوراسیا، و دگرشکلی‌های حاصل از آن، هماکنون نیز ادامه دارد (Mann & Nowroozi., ۱۹۷۲ VitaFinci., ۱۹۸۲. Hessami et al., ۲۰۰۱).

پس از رسم مقاطع عرضی در نواحی فارس، فروافتادگی دزفول و لرستان، (McQuarrie., ۲۰۰۴) شیب گوه تکتونیکی در فارس و لرستان را $1/5$ درجه و در فروافتادگی دزفول 4 درجه به دست آورده است (شکل ۲-۴). با توجه به این که زاویه شیب گوه تکتونیکی با مقاومت سطح جدایش^۳ نسبت مستقیم دارد و کمربندهای چین خورده-رانده‌ای که دارای سطح جدایش ضعیف هستند، دارای شیب گوه تکتونیکی کم می‌باشند، وی نتیجه می‌گیرد که هم در فارس و هم در لرستان سری نمکی هرمز به عنوان سطح جدایش عمل کرده و سبب به وجود آمدن چین خوردگی دارای ارتفاع و سبک یکسان گردیده است. درحالی که در فروافتادگی دزفول به دلیل عدم وجود سطح جدایشی نامقاوم، همچون سازند هرمز،

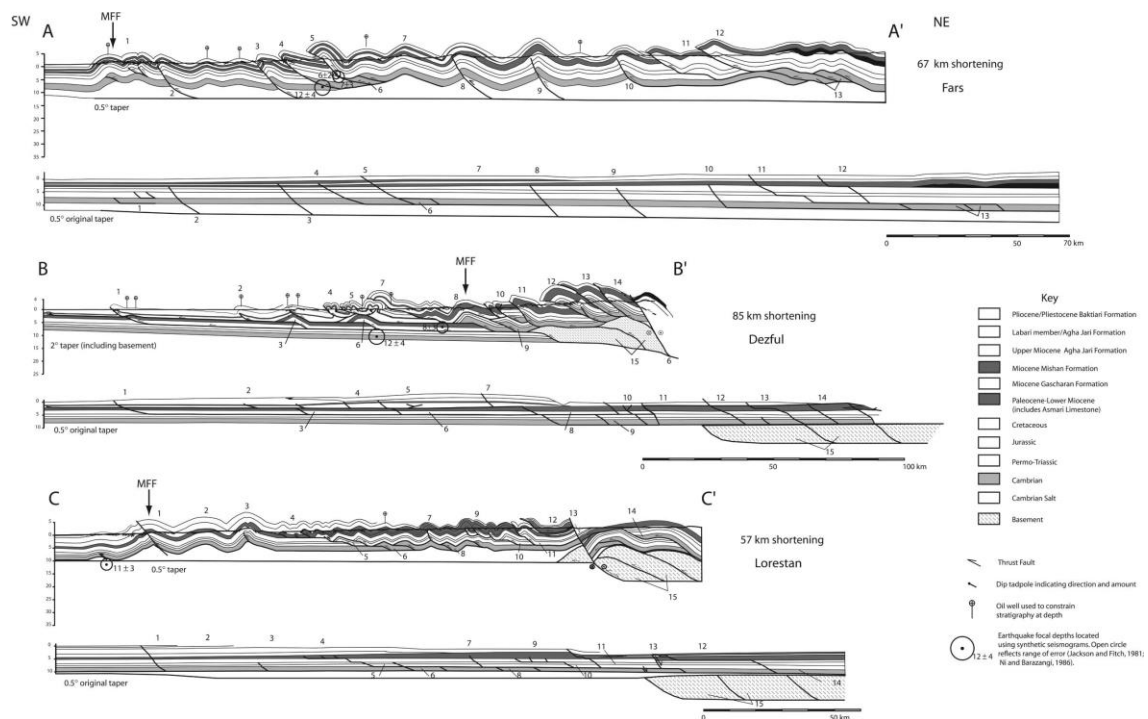
^۳ Decollement

وضعیت چین خوردگی با نواحی فارس و لرستان متفاوت است.



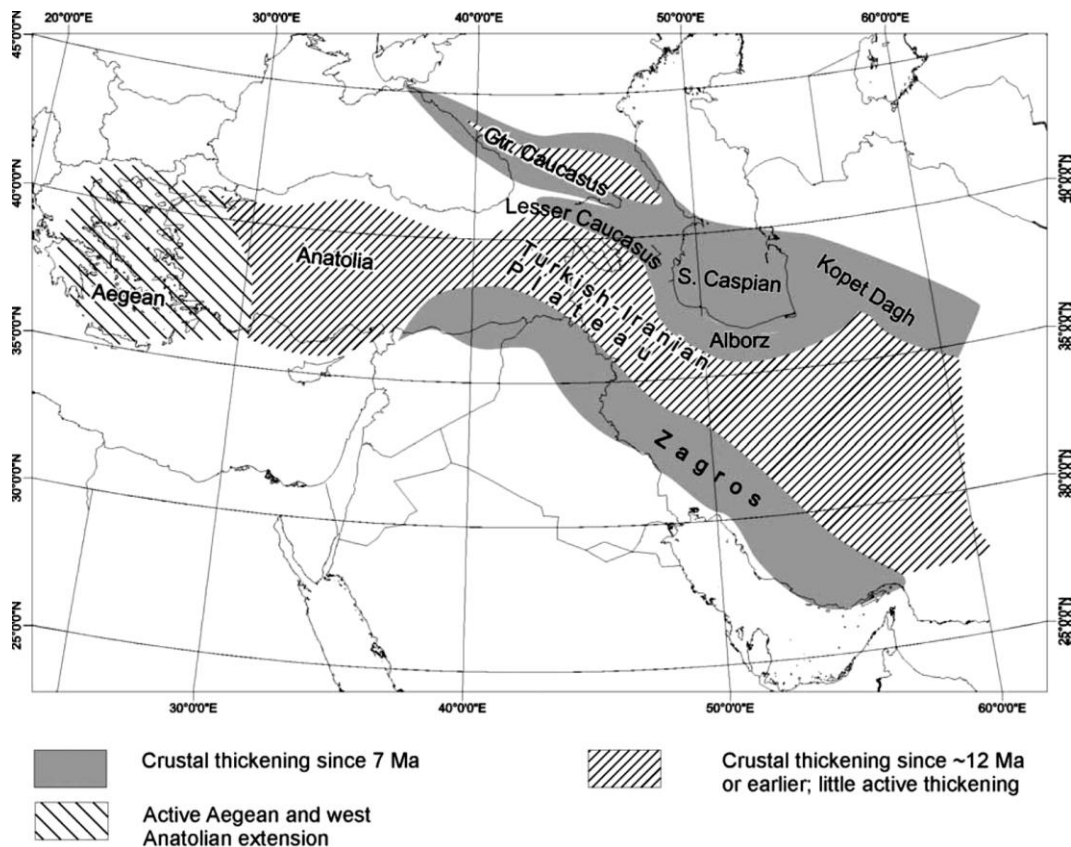
شکل (۲-۴) : مقاطع ساختاری موازنه شده در عرض کمربند چین خورده- رانده زاگرس موقعیت مقاطع بر روی نقشه زمین شناسی ایران (McQuarrie, ۲۰۰۴).

او همچنین میزان کوتاه شدگی افقی در کمربند چین خورده-رانده زاگرس را برآورد کرده و آن را به طور کلی نسبتاً کم می‌داند. وی، این مقدار را در فارس و لرستان به ترتیب ۶۷ و ۵۷ کیلومتر و در فروافتادگی دزفول نیز ۸۵ کیلومتر به دست آورده است (شکل ۲-۵). به عقیده (Alavi., ۱۹۹۴) نرخ بالاتر کوتاه شدگی می‌تواند در پهنه سندر-سیرجان مشاهده می‌شود.



شکل (۲-۵): مقاطع ساختاری موازنه شده در عرض کمربند چین خورده- رانده زاگرس که نرخ‌های متفاوت کوتاه شدگی افقی در سه ناحیه فارس، دزفول و لرستان را نشان می‌دهد (McQuarrie, ۲۰۰۴).

بازسازی دگرشکلی پهنه برخوردی عربستان-اوراسیا از باختر ترکیه تا خاور ایران، نرخ‌های دگرشکلی کوتاه مدت و دراز مدت این پهنه را مورد ارزیابی قرار داده‌اند (Allen et al., ۲۰۰۴). بر این اساس، حدود ۵۰ کیلومتر کوتاه شدگی انباشتی برای کمربند چین خورده ساده زاگرس محاسبه شده است. این افراد، جنبش‌های این چینی را نتیجه ضخیم شدگی پوسته‌ای می‌دانند که در فلات ایران مرکزی از ۱۲ میلیون سال پیش و در زاگرس، البرز و خزر جنوبی از ۷ میلیون سال پیش آغاز گردیده است (شکل ۲-۶). نرخ همگرایی زاگرس را از 2 ± 9 میلیمتر در سال در بخش جنوب خاوری تا $4/4 \pm 5$ میلیمتر در سال در بخش شمال باختری اندازه‌گیری نموده‌اند. (Vernant et al., ۲۰۰۴) به هر حال تاریخچه چند مرحله‌ای دگرشکلی در کمربند چین خورده-رانده زاگرس برآورد نرخ کوتاه شدگی این منطقه را پیچیده کرده است (Stocklin, ۱۹۶۸; Alavi, ۱۹۹۴).



شکل (۲-۶): کوتاه شدگی تجمعی در پهنه‌های مختلف ساختاری ایران از زمان‌های مختلف آغاز گردیده است (Allen et al., ۲۰۰۴).

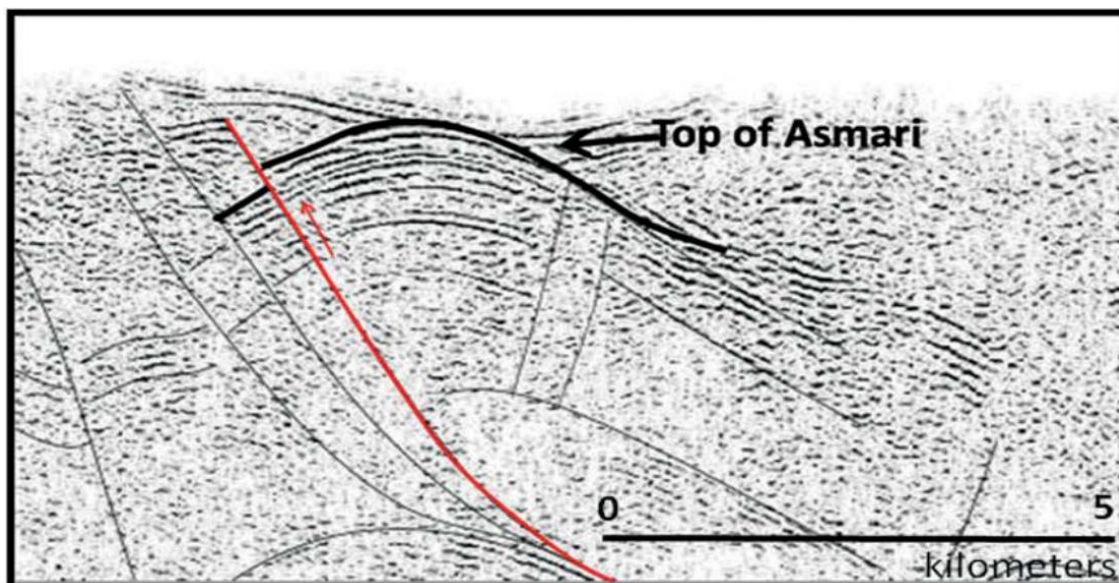
۲-۴ فروافتادگی دزفول:

فروافتادگی دزفول از دیدگاه زمین‌شناسی نفت حائز اهمیت زیادی است و اکثر مخازن نفتی کشورمان در این ناحیه قرار گرفته است. این پدیده ساختاری در جنوب باختری زون راندگی‌ها قرار داشته و بخشی از زاگرس چین‌خورده است که در آن سازند آسماری رخنمون ندارد. این فروافتادگی میان سه پدیده مهم ساختمانی زون خمشی بالا رود (چپگرد)، زون خمشی جبهه کوهستانی، زون خمشی - گسلی کازرون (راستگرد) جای دارد. در شکل‌گیری این فروافتادگی عملکرد توأم خطواره قطر - کازرون (راستگرد) و خطواره بالارود (چپگرد) نقش اساسی داشته‌اند. فروافتادگی دزفول بین ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر پایین افتادگی دارد، و نسبت به مناطق همجوار، از نظر زمین‌ساختی پایدارتر بوده و چین‌خوردگی

کمتری را متحمل شده است. زمان فرونشست آن پس از آکی تانین (Adamsetal., ۱۹۶۷) و بوردیگالین (مطیعی، ۱۳۷۴) دانسته شده است. تأیید یکی از این نظرها بسیار دشوار است. ساختار کلی فروافتادگی دزفول و مرزهای آن (خمش بالارود، خمش جبهه کوهستانی، زون خمشی- گسلی کازرون) و همچنین روندهای ساختاری آن، ممکن است در ارتباط با گسل‌های پی‌سنگی باشند. تاقدیس‌های موجود در این پهنه ساختاری، به طور کلی دارای یال‌های پرشیب ($< 60^\circ$) در جنوب‌باختری و کم‌شیب ($30^\circ - 20^\circ$) در شمال خاوری خود هستند. این تاقدیس‌ها به احتمال زیاد توسط گسل‌های رانده از نوع گسل‌های انتشاری، خمشی و یا گسل‌های نرمالی که با جابجایی معکوس دوباره فعال شده‌اند به وجود آمده‌اند (Jamison., ۱۹۸۷).

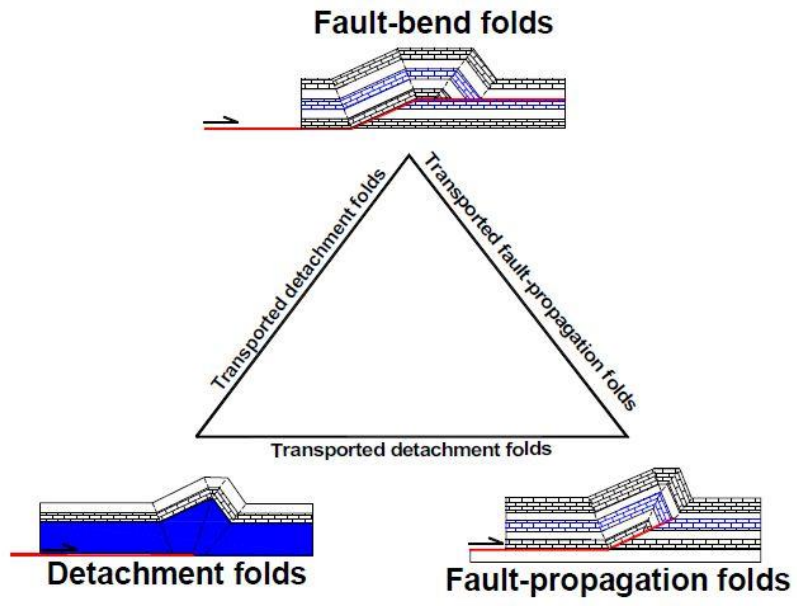
۲-۵ سازوکار چین خوردگی تاقدیس زیرسطحی لالی :

تاقدیس لالی یک تاقدیس زیر سطحی است و شواهد زمین شناسی زیادی از آن وجود ندارد و به دلیل وجود عملکرد سازند شکل پذیر گچساران و تفاوت در نحوه عملکرد فازهای چین خوردگی در منطقه مورد مطالعه بخصوص آخرین فازهای کوهزایی آلپی (Hajali Beigi et al., ۲۰۱۱)، هندسه ساختمانی سطحی و زیرسطحی این تاقدیس کاملاً متفاوت می باشد. جهت شناسایی سازوکار چین خوردگی در تاقدیس لالی از داده‌های ژئوفیزیکی حاصل از لرزه نگاری دو بعدی به همراه داده‌های حفاری بهره گرفته شده است. در نیم رخ‌های لرزه‌ای تفسیر شده از تاقدیس لالی محدوده‌ای به هم ریخته و مبهم در یال جنوب باختری مشاهده می شود (شکل ۲-۷). تفسیر ژئوفیزیکی چنین محدوده‌هایی بدین گونه می باشد که یا یال جنوبی بسیار پرشیب شده و به حالت قائم تا گسلش راندگی در امتداد یال جنوبی، گسیختگی رخ داده است. یال شمال خاوری این تاقدیس چندان پرشیب نیست و شیب قائم و برگشتی نیز هرگز در آن مشاهده نمی شود. وجود گسل راندگی در یال جنوب باختری تاقدیس به اثبات رسیده است (شکل ۲-۷).

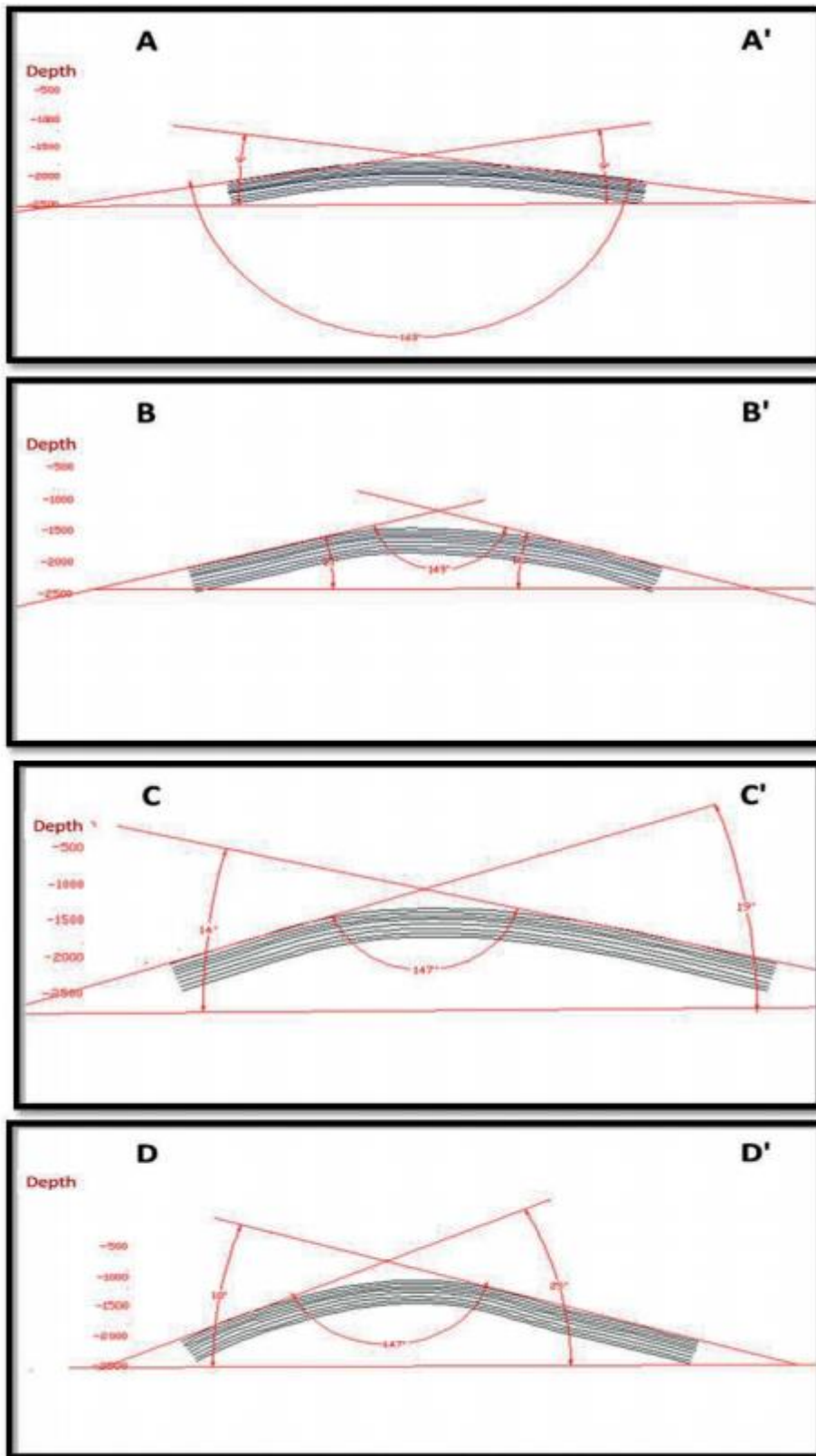


شکل (۷-۲): نیم رخ لرزه‌ای مربوط به میدان نفتی لالی که راندگی در هسته تاقدیس در آن دیده می‌شود. (رمضانی ۱۳۸۹)

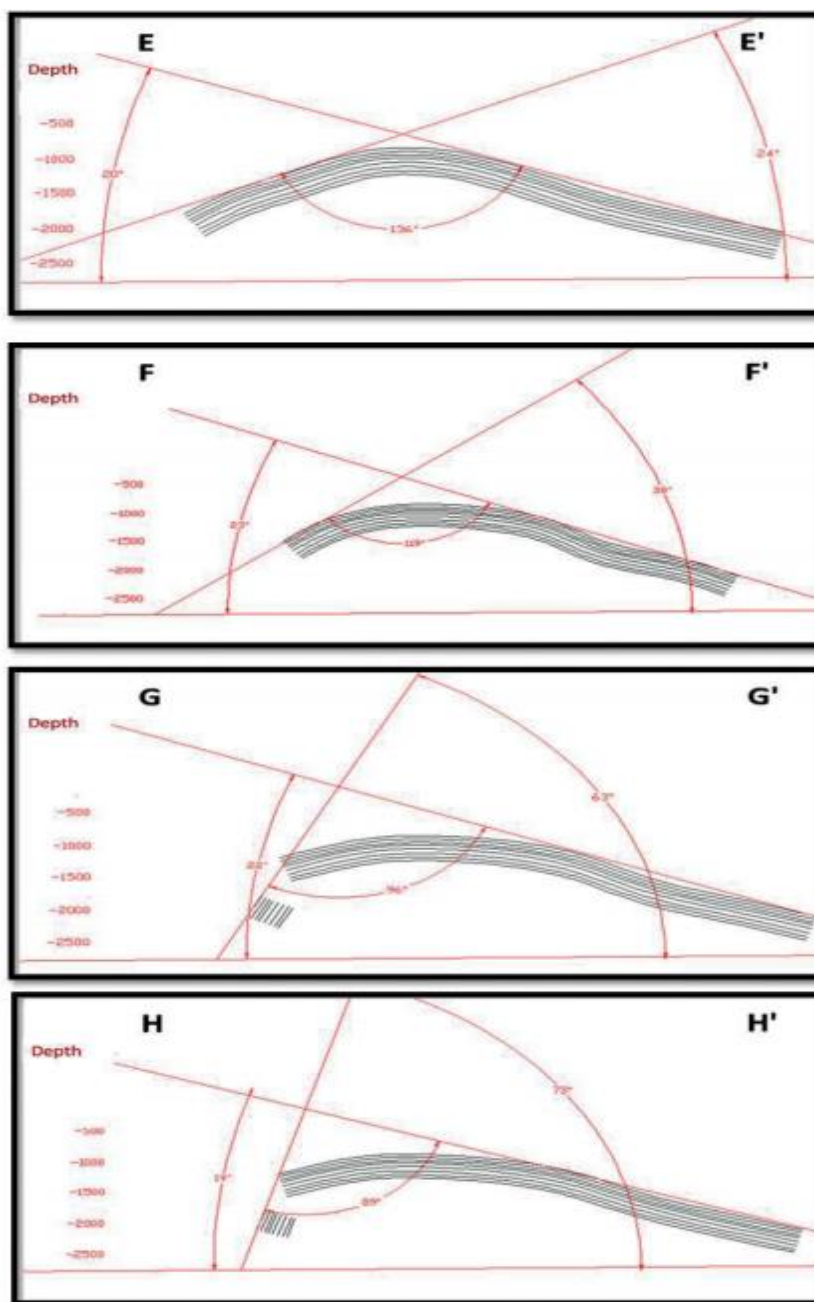
بدین ترتیب در یک بیان کلی تاقدیس زیر سطحی لالی را می‌توان یک چین مرتبط با گسل راندگی در نظر گرفت. مقایسه نیم رخ های لرزه ای مربوط به تاقدیس لالی با مدل های ارائه شده برای چین های مرتبط با گسل (McClay, ۲۰۰۳) نشان می‌دهد (شکل ۸-۲). این تاقدیس می‌تواند از نوع چین های انتشار گسلی باشد. همچنین با اندازه‌گیری شیب راهه راندگی (a) از روی نیم رخ ها و میانگین زاویه بین یالی (y) تاقدیس از روی برش های عرضی رسم شده بر راس مخزن آسماری (شکل ۲-۹ و جدول ۲-۱). انطباق این مولفه ها بر روی نیم رخ لرزه ای (شکل ۷-۲) می‌تواند گفت که احتمالاً یال جنوبی تاقدیس دچار تغییرات چندانی نبوده است. درج مقادیر برداشت شده در نمودار تغییر ضخامت یال جلویی چین های انتشار گسلی (Jamison, ۱۹۸۷) نیز نشان می‌دهد.



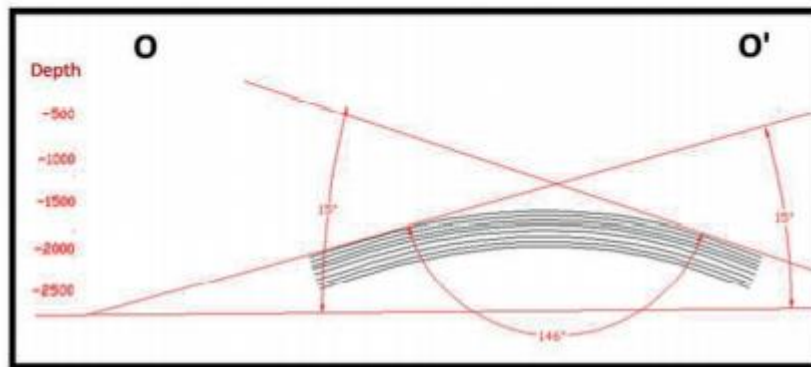
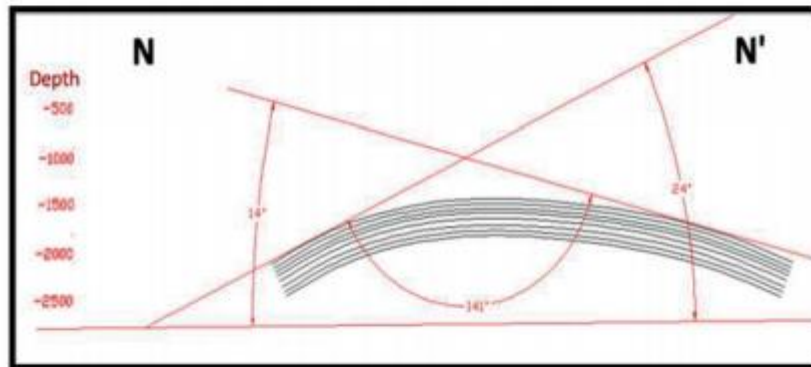
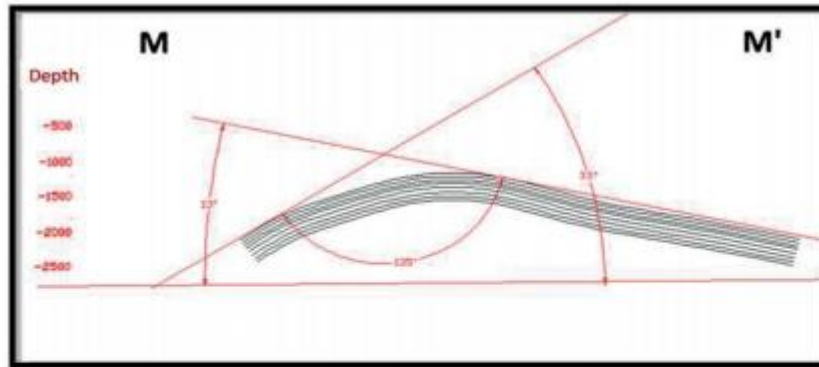
شکل (۲-۸): تقسیم‌بندی سه گانه چین‌های مرتبط با گسل (McClay, 2003)



شکل (۲-۹): برش های عرضی رسم شده بر روی راس مخزن آسماری و محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری و زاویه بین یالی در این برش ها (رمضانی و همکاران، ۱۳۸۸)



ادامه شکل (۲-۹): برش های عرضی رسم شده بر روی راس مخزن آسماری و محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری و زاویه بین یالی در این برش ها (رمضانی و همکاران، ۱۳۸۸)

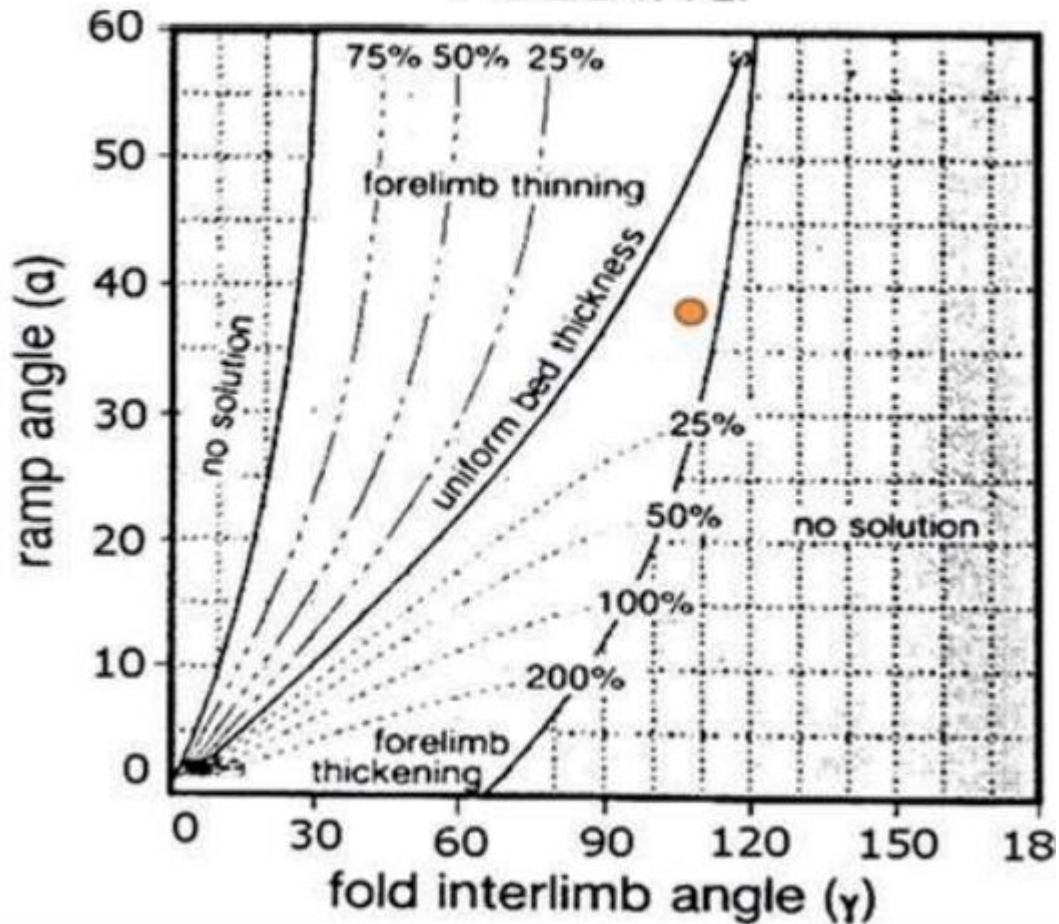


ادامه شکل (۲-۹): برش های عرضی رسم شده بر روی راس مخزن آسماری و محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری و زاویه بین یالی در این برش ها (رمضانی و همکاران، ۱۳۸۸)

جدول (۱-۲) : محاسبه زوایای شیب یال شمال خاوری، جنوب باختری وزاویه بین یالی در برش‌های عرضی رسم شده بر راس مخزن آسماری که در شکل (۱۰-۲) نشان داده شده است. (رمضانی و همکاران، ۱۳۸۸)

برش عرضی	زاویه یال شمال خاوری (درجه)	زاویه یال جنوب باختری (درجه)	زاویه بین یالی (درجه)
A-A'	۹	۹	۱۶۳
B-B'	۱۵	۱۶	۱۴۹
C-C'	۱۴	۱۹	۱۴۷
D-D'	۱۸	۲۵	۱۴۷
E-E'	۲۰	۲۴	۱۳۶
F-F'	۲۳	۳۸	۱۱۹
G-G'	۲۲	۶۳	۹۶
H-H'	۱۹	۷۳	۸۹
I-I'	۱۸	۷۱	۹۲
J-J'	۱۶	۶۹	۹۶
K-K'	۱۲	۵۷	۱۱۳
L-L'	۱۲	۳۶	۱۳۳
M-M'	۱۳	۳۳	۱۳۵
N-N'	۱۴	۲۴	۱۴۱
O-O'	۱۵	۱۵	۱۴۶

FAULT-PROPAGATION FOLDING



شکل (۲-۱۰): انطباق مولفه‌های لازم جهت تحلیل نازک شدگی و ضخیم شدگی یال جلویی تاقدیس لالی بر روی نمودار نازک شدگی یال جلویی چین‌های انتشار گسلی (Jamison, ۱۹۸۷)

که نازک شدگی یا ضخیم شدگی چندانی در یال جلویی این تاقدیس صورت نگرفته است (شکل ۲-۱۰).

(۱۰).

لازم به ذکر است، اطلاعات ارائه شده در این پژوهش تنها بر اساس سه نیم‌رخ لرزه‌ای دو بعدی است (که تنها بخشی از یکی از آن‌ها در این پژوهش نشان داده شده است، شکل ۲-۷) از این رو، تعمیم نتایج

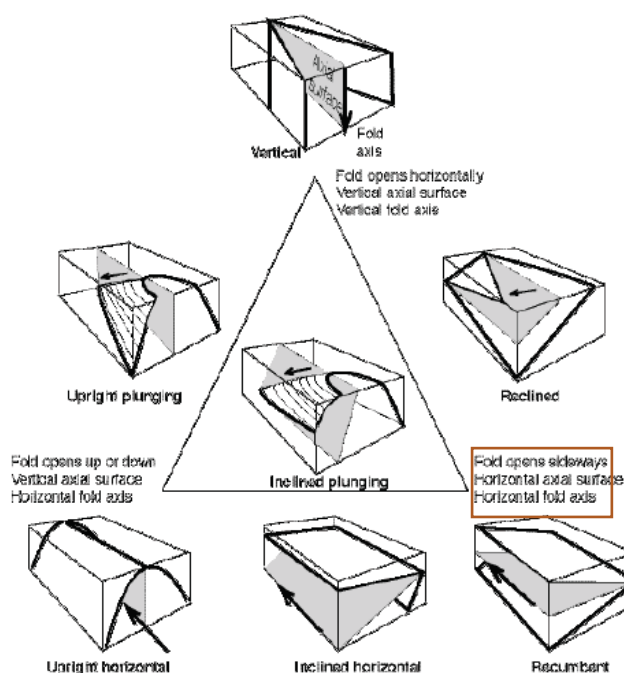
حاصل از بررسی این نیم رخ‌ها به سرتاسر تاقدیس خالی از اشکال نیست، چرا که، این تاقدیس در طول خود، می‌تواند در اثر عوامل مختلفی همچون عملکرد گسل‌های پی سنگی و بلنداهای قدیمی، سازو کار چین خوردگی متفاوتی را متحمل شده باشد.

همچنین احتمال دارد که یال‌های این تاقدیس در طول ساختار، نرخ‌های متفاوتی از نازک شدگی یا ضخیم شدگی را نیز نشان دهند. برای رفع این مشکل، تهیه نیم‌رخ‌های لرزه‌ای سه بعدی یا دو بعدی متعدد در سرتاسر تاقدیس ضروری می‌باشد. باید توجه داشت که، چین‌های پیچیده می‌توانند در برگیرنده اجزایی از هر سه نوع اصلی چین خوردگی مرتبط با گسل، یعنی چین‌های جدایشی، انتشار گسلی و خمش گسلی باشند (Mitra., ۱۹۹۰).

همچنین اعتقاد بر این است که این مدل‌ها را می‌توان به عنوان مراحل مختلف یک جریان پیوسته چین خوردگی در نظر گرفت، به عبارت دیگر، این امکان وجود دارد که چین‌ها در مرحله نهایی تکامل خود تمام مراحل را پشت سر گذاشته باشند که با خمش ساده بر روی یک لایه انعطاف پذیر آغاز شده و با اتصال راندگی به سکوی بالایی (که ممکن است سطح توپوگرافی باشد). تشکیل چین‌های خمشی گسلی خاتمه می‌یابد (شرکتی، ۱۳۸۴)، که به نظر می‌رسد تا تاقدیس لالی در حال حاضر سازوکار چین‌های انتشار گسلی را از خود نشان می‌دهد.

۲-۶ رده بندی چین براساس موقعیت محور و سطح محوری (Rickard., ۱۹۷۱):

براساس موقعیت محور و سطح محوری، چین‌ها را به ۷ نوع تقسیم کرده است و به آن‌ها نام‌هایی مرکب از دو کلمه داده است. کلمه اول خصوصیات سطح محوری و کلمه دوم خصوصیات محور چین را مشخص می‌کند (شکل ۲-۱۱). بر اساس این روش، تاقدیس زیرسطحی لالی در محدوده چین با سطح محوری مایل پلانچ‌دار^۴ قرار می‌گیرد.



شکل (۲-۱۱): رده بندی چین براساس موقعیت محور و سطح محوری (Rickard., ۱۹۷۱)

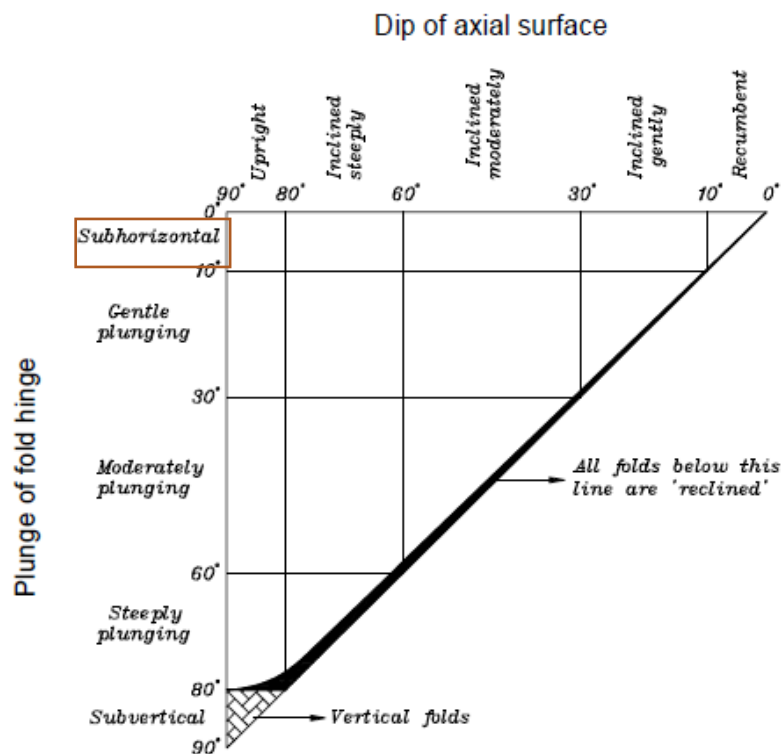
۲-۷ رده بندی چین براساس میل محور و زاویه شیب سطح محوری (Fleuty, ۱۹۶۴):

نموداری برای تعیین نوع چین‌ها براساس میل^۵ محور چین و زاویه شیب سطح محوری پیشنهاد کرده است (شکل ۲-۱۱). بر اساس این روش و با توجه به نوع چین میدان لالی در رأس مخزن آسماری که

^۴ Inclined Plunging

^۵ Plunge

یک چین از دو سو مایل^۶ می‌باشد، میل محور چین که از روی نیمرخ طولی مدل سه‌بعدی رأس مخزن آسماری و با توجه به میل و جهت میل محور بررسی شده است (جدول ۲-۱) و زاویه شیب سطح محوری که با استفاده از پروفیل لرزه‌ای میدان محاسبه شده است (شکل ۲-۷) و (جدول ۲-۱)، بر این اساس تاقدیس لالی در افق آسماری از نوع چین‌های شیب تند^۷ تشخیص داده شده است.



شکل (۲-۱۲): رده بندی چین براساس میل محور چین و زاویه شیب سطح محوری (Fleuty., ۱۹۶۴)

۲-۸ موقعیت زمین شناسی میدان لالی

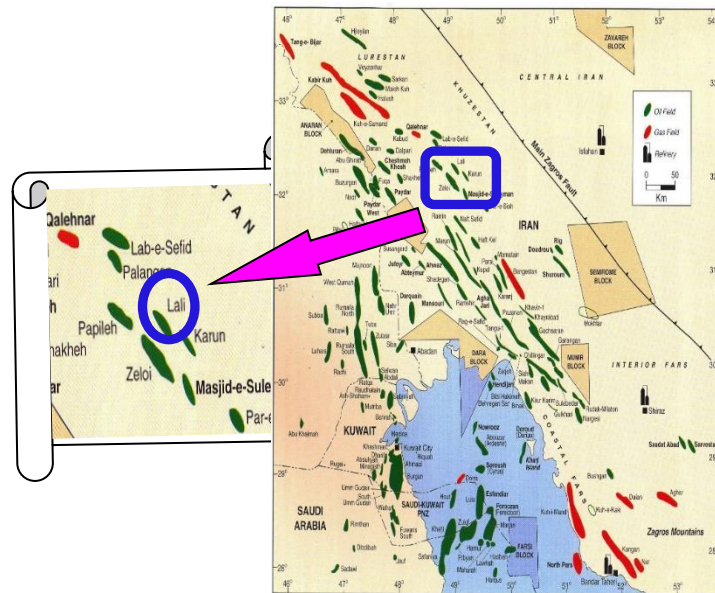
میدان لالی در ۴۰ کیلومتری شمال غربی میدان مسجدسلیمان و بین میداین زیلایی و کارون قرار گرفته است. از شمال با میدان پلنگان و از جنوب با میداین اندیکاه همسایه است. روند آن از چین

^۶Double plunge

^۷Subhorizontal- Inclined Steeply

خوردگی های زاگرس تبعیت کرده و در امتداد شمال غربی-جنوب شرقی می باشد. (شکل ۲-۱۳)

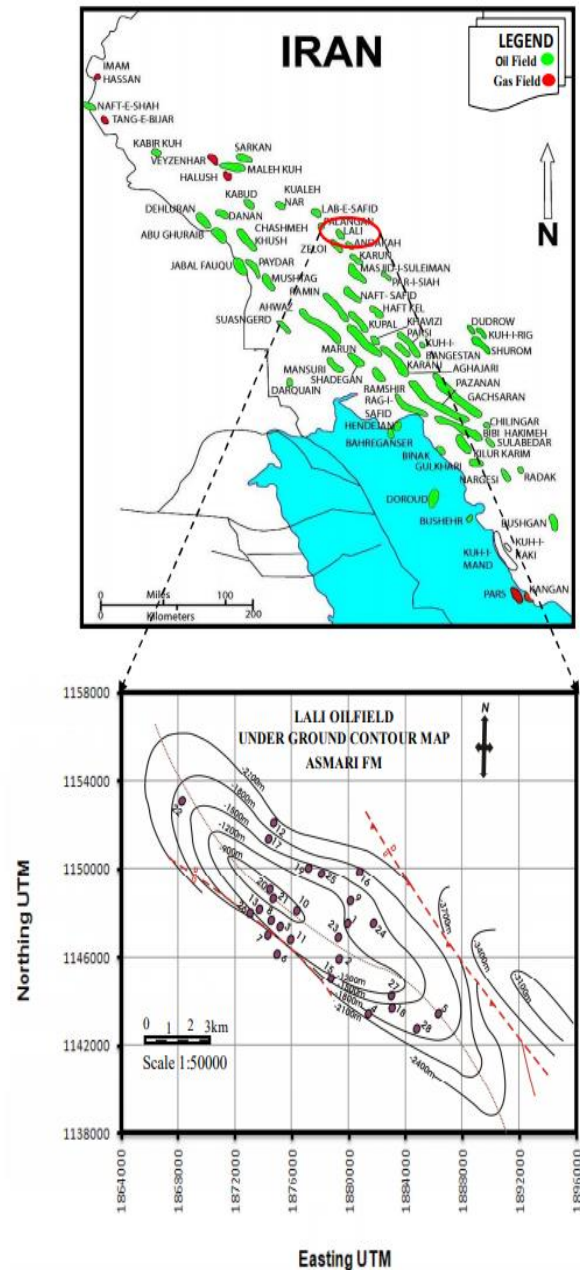
مخزن بنگستان این میدان در زیر مخزن آسماری قرار داشته و دارای ابعادی معادل ۲۴ کیلومتر و ۶ کیلومتر عرض در افق ایلام می باشد. کلیات اکتشاف در این میدان با حفر چاه لالی شماره ۲ در سال ۱۳۱۷ آغاز گردیده و در ادامه تولید از آن صورت گرفته است. مخازن این میدان نفتی که از میادین توسعه یافته قدیمی می باشد، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در حالی که بنا بر ارزیابی های به عمل آمده از ذخائر هیدروکربوری نسبتا مناسبی برخوردار می باشند. دلیل آن را می توان در عدم مطالعه کارشناسانه و دقیق میدان، با مشخص بودن وضعیت زمین شناسی مخزن، تفاوت زیاد خواص پتروفیزیکی در زون های مختلف مخزنی و کمبود داده های پتروفیزیکی بسیاری از چاه های آن جستجو کرد. جالب است که بدانید اولین نمودارهای چاه پیمایی الکتریکی توسط برادران شلمبرژه چاه لالی شماره یک بین سال های ۱۹۳۶ تا ۱۹۳۸ بکار گرفته شد (نظیف کار، ۱۳۸۰).



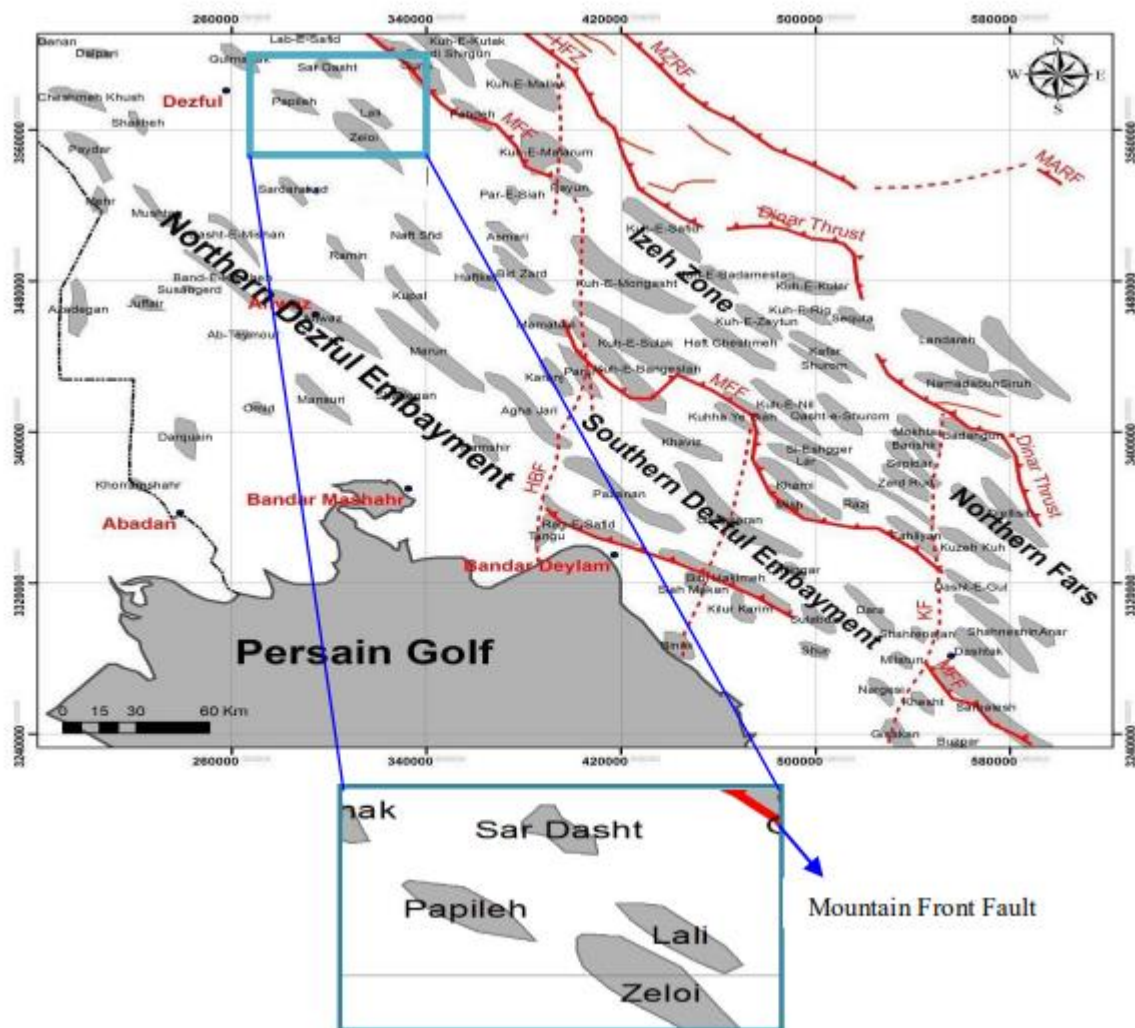
شکل (۲-۱۳): تصویر موقعیت میدان لالی نسبت به میادین همجوار

۲-۹ موقعیت ساختمانی میدان لالی

میدان لالی به صورت تاقدیس نامتقارن و کشیده با محوری قوسی شکل است که بر روی آخرین منحنی همتراز بسته (۲۱۰۰ متری زیر سطح دریا) دارای ابعادی به طول ۳۰ و عرض متوسط ۶ کیلومتر می باشد. عرض ساختار در ناحیه جنوب غربی میدان، به ۹ کیلومتر می رسد (شکل ۲-۱۵). این ساختمان بوسیله گسل های معکوس در امتداد یال های شمالی و جنوبی محصور شده و به صورت بلوک فرا افتاده نسبت به میادین مجاور خود تا میدان کارون و میدان زیلایی، به سمت بالا حرکت کرده است، بطوری که نسبت به آن ها حدود ۲۰۰۰ متر در سطح بالاتری قرار می گیرد. بلندترین نقطه بر روی ستیغ ساختار، حدود ۹۰۰ متری زیر سطح دریا و آخرین منحنی هم تراز بسته در عمق ۲۱۰۰ متری زیر سطح دریا، در نظر گرفته می شود.



شکل (۲-۱۴): موقعیت زمین شناسی میدان نفتی لالی، نقشه خطوط تراز زیر سطحی در افق آسماری و چاه-های حفاری شده در آن (شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب ۱۳۸۸)



شکل (۲-۱۵): موقعیت ساختمانی میدان لالی (شرکتی و نتوزی، ۲۰۰۴)

یال جنوبی تحت تاثیر گسل معکوس، دارای شیب بسیار زیاد (تا ۹۰ درجه) بوده و حتی در ناحیه مرکزی، بصورت برگشته قرار می گیرد (چاه های شماره ۳ و ۲۶). مقدار شیب بر روی یال شمالی، متغییر و از حدود ۱۲ درجه (ناحیه شمال شرقی) به بیش از ۳۰ درجه (در ناحیه شمال غربی) می رسد. در محدوده چاه های شماره ۱ و ۹ (باتوجه به اختلاف اندک عمق ورود به مخزن این دو چاه) از شیب ساختار به شدت کاسته شده است که به نظر می رسد این اختلاف ناچیز، متأثر از عملکرد گسلی باشد که احتمالاً از بین دو چاه مذکور می گذرد (عین اللهی ۱۳۸۷). همچنین بر اساس اطلاعات دینامیکی مخزن جنبه ای اتفاق افتاده است. بطوری که ارتباط فشاری در ناحیه نفتی بسیار ناچیز می باشد. بر مبنای جهت هیدرو دینامیک سیال منطقه به نظر می رسد که قدرت آبد در نواحی شمالی و جنوبی کاملاً متفاوت

باشد. به عبارت دیگر در ناحیه جنوبی قدرت آبدۀ بیشتر از ناحیه شمالی می‌باشد. در همین راستا میزان افت فشار در نواحی شمالی بیشتر از ناحیه جنوبی مشاهده می‌شود. لذا به منظور جلوگیری از کاهش انرژی مخزن، تاکنون هیچ گونه تولید مستقیم از کلاهدک گازی صورت نگرفته است و تولید گاز از مخزن فقط به عنوان گاز همراه در نفت می‌باشد (پورقاسم، ۱۳۸۷).

۲-۱۰-۱۰ چینه شناسی سازند های موجود در منطقه مورد مطالعه

۲-۱۰-۱-۱ گروه بنگستان :

بر اساس گزارش (Jamse et al., ۱۹۶۵) از آلبین تا کامپانین، یک چرخه رسوبی از سازندهای کژدمی، سروک، سورگه و ایلام را می‌توان در زاگرس شناسایی کرد. به مجموعه سازندهای یاد شده گروه بنگستان نام داده شده که نام آن از کوه بنگستان در شمال بهبهان گرفته شده است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۱-۱ سازند شیلی کژدمی :

نام سازند کژدمی از قلعه کژدمی در فروافتادگی دزفول (در تنگ گورگورا - شمال گچساران) گرفته شده که در محل برش الگو، ۲۳۰ متر شیل قیری خاکستری تیره و گاه سیاه رنگ، و دارای لایه‌هایی از سنگ آهک رسی تیره رنگ و مارن است. مرز پایینی این سازند، سنگ آهک‌های داریان است که مرزی ناپیوسته بوده و با لایه‌های سرخ‌رنگ مشخص می‌شود، ولی مرز بالایی آن با سنگ آهک‌های سروک، تدریجی می‌باشد. سازند کژدمی، سنگ منشأ بسیار مهمی در حوضه رسوبی زاگرس است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۱-۲ سازند آهکی سروک :

در گذشته به این واحد سنگی، سنگ آهک‌های هیپوریت‌دار، سنگ آهک‌های رودیست‌دار و سنگ آهک لشتکان گفته می‌شد، ولی با اندازه‌گیری برشی در تنگ سروک در کوه بنگستان، در شمال بهبهان، نام

سازند سَرَوَک جایگزین نام‌های پیشین شد. این سازند در محل بُرش الگو، شامل ۳۰۰ متر سنگ‌آهک لایه‌ای رُسی و سنگ‌آهک‌های گل سفیدی در پایین است ولی بیشتر سازند را سنگ‌آهک‌های سفیدرنگ، توده‌ای، دارای چرت و رودیست تشکیل می‌دهد. مرز پایینی سازند سَرَوَک با شیل‌های کژدمی تدریجی و مرز بالایی آن با سازند ایلام ناهمساز فرسایشی و آغشته به ترکیب‌های آهن است. این سازند پس از سنگ‌آهک آسماری مهم‌ترین سنگ مخزن حوضه زاگرس می باشد (افشارحرب، ۱۳۸۰).

۲-۱۰-۱-۳ سازند شیلی سورگاه :

بُرش الگوی این سازند در تنگ گراب، در پایانه شمال باختری کبیرکوه ایلام اندازه‌گیری شده است. در این محل، سورگاه شامل ۱۷۵ متر شیل خاکستری روشن یا تیره پیریت‌دار نرم‌فرسا در تناوب با آهک است. مرز پایینی سازند سورگاه با سازند سَرَوَک ناپیوسته همراه با حفره‌های بزرگ و رُس‌های لیمونیتی به ضخامت تا یک متر است. گاهی نیز سورگاه بر روی سازند گرو است. مرز بالایی آن با سازند ایلام ناپیوسته و آغشته به مواد آهن‌دار است. بر اساس پلانکتون‌های فراوان، محیط رسوبی سازند سورگاه از نوع ژرف و سن آن تورونین تا سانتونین زیرین می‌باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۱-۴ سازند آهکی ایلام :

سازند ایلام به دو رخساره عمیق و کم عمق دیده می‌شود. برش الگوی این سازند که نشانگر رخساره‌های عمیق است، در پایانه شمال باختری کبیرکوه در ۱۲ کیلومتری شهرستان ایلام اندازه‌گیری شده است. در این بُرش، سازند ایلام شامل ۱۹۰ متر سنگ‌آهک‌های رسی دانه ریز پلاژیک خاکستری رنگ با لایه‌بندی منظم و میان‌لایه‌های نازک شیل، و سن سانتونین - کامپانین است. وجود قلوه‌های درشت هماتیت در پایه بُرش الگو، نشانگر ناپیوستگی رسوبی است که ممکن است به سازند سَرَوَک و یا سورگاه باشد. ولی مرز بالایی آن با سازند گورپی همساز است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۱-۵ سازند شیلی گورپی :

بُرش الگوی این سازند در تنگ پابده در شمال مسجد سلیمان (میدان نفتی لالی) ۳۲۰ متر ضخامت دارد، ولی پیش از معرفی این بُرش، به این واحد سنگی مارن دزک، مارن‌های گلوبیژرینا، گفته می‌شد که شامل سازند گورپی و سازند پابده بود. در بیشتر نواحی زاگرس، سازند گورپی شامل مارن، شیل‌های خاکستری مایل به آبی است که میان لایه‌هایی از سنگ‌آهک‌های نازک رُسی دارد و به دلیل زود فرسا بودن، سیمای آن فرسوده است. اگرچه مرز زیرین گورپی با سازند ایلام تدریجی دانسته شده، ولی سطح هوازده در این مرز می‌تواند نشانگر دگرشیبی خفیف باشد. در نقاطی که ایلام وجود ندارد، گورپی روی سَرَوک بوده و در این حالت، ناپیوستگی رسوبی پیش از سازند گورپی آشکارتر است. در نواحی فارس و خوزستان مرز زیرین گورپی، سانتونین و مرز بالایی آن ماستریشتین است. در لرستان، لایه‌های زیرین به سن کامپانین و لایه‌های بالایی تا پالئوسن ادامه دارد. سازند گورپی، سنگ پوش مخازن نفتی سَرَوک را تشکیل می‌دهد (آقناباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۱-۶ سازند شیلی پابده :

حدود ۸۰۰ متر مارن و شیل‌های خاکستری و لایه‌های آهک رُسی دریایی است که دو بخش غیر رسمی به نام‌های بخش شیل ارغوانیو بخش آهک‌های چرتی دارد. در گذشته، از این سازند با نام‌هایی همچون سری‌گنو، مارن‌های گلوبیژرینا، شیل‌های آبی - ارغوانی ائوسن و مارن‌های ائوسن یاد می‌شد، ولی امروزه واژه پابده معرف این واحد سنگی است که بُرش الگوی آن در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی مسجد سلیمان، به ضخامت ۷۹۸/۳ متر، مطالعه شده است. در بُرش الگو، مرز بالای سازند پابده با سنگ‌آهک‌های سازند آسماری هم‌شیب و تدریجی است و گاهی نیز سازند پابده در زیر سازند جهرم قرار دارد. در فارس و خوزستان، سن سازند پابده از پالئوسن تا الیگوسن است. در لرستان سن این سازند از پالئوسن پسین تا میوسن در نظر گرفته می‌شود. سازند پابده بسیار غنی از مواد آلی است ولی در بسیاری نقاط به بلوغ لازم برای تولید هیدروکربن نرسیده است. در نقاطی که به بلوغ رسیده باشد

می‌تواند سنگ منشأ پرتوان باشد (افشارحرب، ۱۳۸۰).

۲-۱۰-۲ سازند آهکی آسماری :

نام این سازند از کوه آسماری (جنوب خاوری مسجد سلیمان) اقتباس و بُرش الگوی آن در تنگ گل ترش همین کوه اندازه‌گیری شده است. در بُرش الگو، سازند آسماری با ۳۱۴ متر ستبرای، شامل سنگ‌آهک‌های مقاوم، کرم تا قهوه‌ای رنگ با ریخت‌شناسی کوه‌ساز است که کمی میان‌لایه‌های شیلی دارد و به داشتن درزه فراوان شاخص است. در بُرش الگو، سازند آسماری سن میوسن دارد. در بیشتر نقاط، مرز پایینی آن، سازند شیلی پابده و مرز بالایی آن سازند انیدریتی گچساران می‌باشد. سنگ‌آهک آسماری جوان‌ترین و مهم‌ترین سنگ مخزن حوضه رسوبی زاگرس ایران است و چون برای نخستین بار در خاورمیانه در آن نفت کشف شده است معروفیت جهانی دارد. بهره‌دهی یک چاه متوسط در یک میدان نفتی به نسبت خوب، در حدود ۲۵۰۰۰ بشکه در روز می‌باشد (افشارحرب، ۱۳۸۰).

۲-۱۰-۳ گروه فارس:

در فرهنگ چینه‌شناسی ایران، گروه فارس شامل سازندهای گچساران در زیر، میشان در وسط و آجاجاری در بالا است (Stoneley, ۱۹۷۵) و (مطیعی، ۱۳۷۲) سازند کنگلومرایی بختیاری را یک واحد سنگی از گروه فارس می‌دانند (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۳-۱ سازند تبخیری گچساران (فارس پایینی) :

سازند گچساران به عنوان پوش سنگ میدان‌های نفتی آسماری نخستین سازند گروه فارس است که در مناطق فروافتادگی دزفول - لرستان تا حوضه خلیج فارس گسترش دارد. این سازند زمان‌گذر است به گونه‌ای که مرز پایینی آن در حوالی جزیره قشم به الیگوسن و شاید ائوسن برسد ولی در نواحی شمالی سن بوردیگالین (میوسن پیشین) دارد. از نگاه مهندسی، سازند تبخیری گچساران یک واحد

سنگی با رفتار شکل‌پذیر است، به همین‌رو، در سطح زمین برش کامل ندارد و برش تلفیقی چاه‌های میدان گچساران به عنوان برش الگو (غیر رسمی) دانسته شده که ۷ عضو و ۱۶۰۰ متر ضخامت دارد. سنگ نمک، انیدریت، مارن‌های رنگارنگ، سنگ‌آهک و مقداری شیل بیتومین‌دار، بدون نظم چینه‌ای، واحدهای اصلی سازند گچساران هستند (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۳-۲ سازند مارنی میشان (فارس میانی):

نام آن از دهکده‌ای واقع در ۵۰ کیلومتری جنوب خاوری گچساران گرفته شده است. در برش الگو (میدان نفتی گچساران) سازند میشان شامل ۷۱۰ متر مارن خاکستری و آهک‌های رسی سرشار از پوسته و صدف سنگواره‌ها است. به استثنای فارس داخلی که میشان بر روی سازند رازک است در دیگر نقاط، میشان بین دو سازند گچساران (در زیر) و سازند آجاجاری (در بالا) قرار دارد. مرز پایینی آن ناگهانی و مرز بالایی آن تدریجی است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۳-۳ سازند آواری آجاجاری (فارس بالایی):

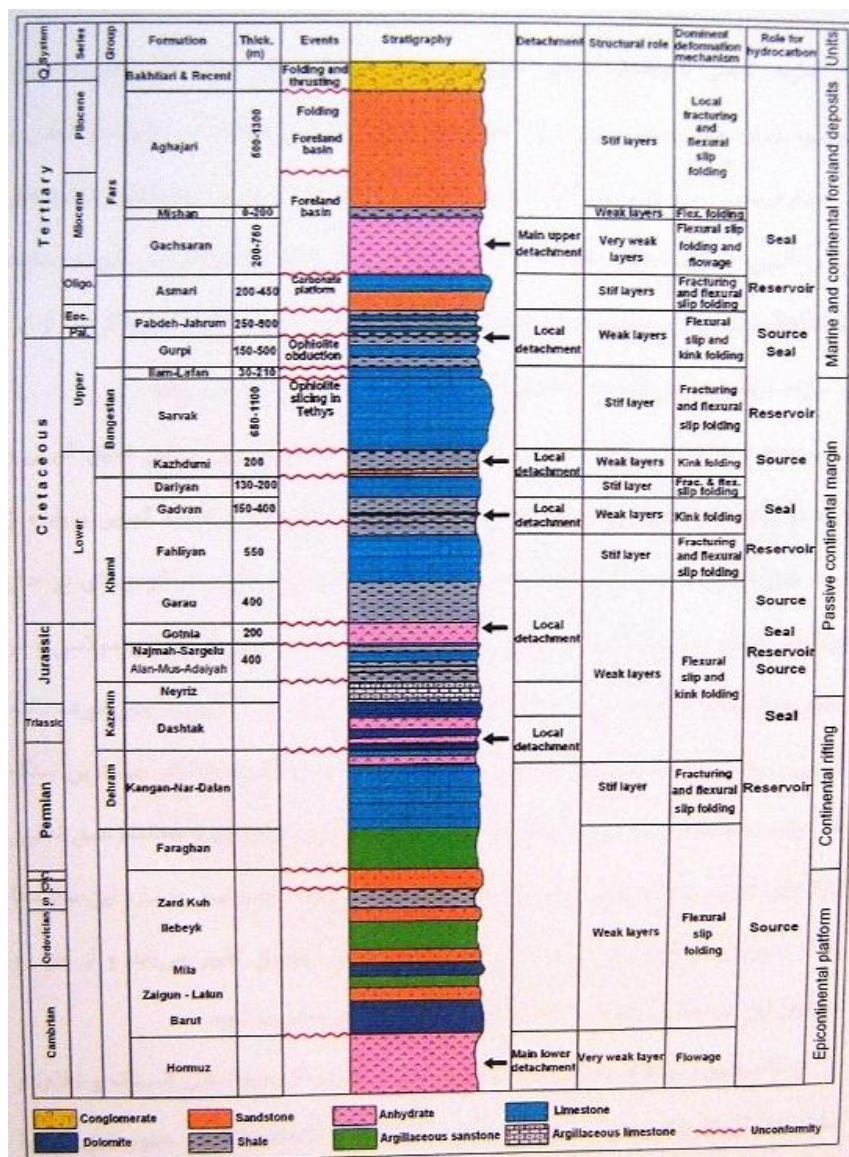
نام این سازند از شهرستان آجاجاری اقتباس و برش الگوی آن در طول جاده امیدیه به چاه‌های میدان نفتی آجاجاری مطالعه شده است. در این برش، سازند آجاجاری شامل ۲۹۶۶ متر، تناوب تکراری چرخه‌هایی است که به طرف بالا دانه‌ریز می‌شود. هر چرخه، به ضخامت ۱۰ تا ۱۰۰ متر، با لایه‌های ماسه‌سنگی آهکی، به ضخامت ۲ تا ۵ متر، به رنگ قهوه‌ای تا خاکستری آغاز و با لایه ضخیمی از مارن سُرخ‌رنگ در تناوب با لایه‌های نازک سیلت سنگ و ماسه‌سنگ ریز دانه ادامه می‌یابد. مرز پایینی این سازند با واحد سنگی میشان بیشتر تدریجی و مرز بالایی آن، با و یا بدون بخش لِه‌بری، با سازند کنگلومرای بختیاری است که گاه تدریجی و هم‌شیب و گاه ناگهانی و دگرشیب است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۳-۴ عضو آواری لَهَبَری:

در بالاترین بخش سازند آجاجاری، توالی همگنی از مارن‌های سیلتی و سیلت سنگ، به رنگ نخودی تا خاکی، وجود دارد که به دلیل شباهت‌های سنگ‌شناختی، این نهشته‌ها عضوی از سازند آواری آجاجاری، به نام لَهَبَری دانسته می‌شوند. بُرش الگوی این عضو در تنگ تکاب واقع در حدود ۱۰ کیلومتری شمال خاوری شهر هفتکل اندازه‌گیری شده که شامل ۱۵۷۵ متر سیلت سنگ، مارن‌های سیلتی - گچ‌دار، ماسه‌سنگ کربناتی و ژئوپس است و یکی از ویژگی‌های آن، درشت شدن دانه‌ها به سمت بالا است. این عضو رنگ نخودی تا خاکی دارد به همین رو گاهی تفکیک آن از واحدهای جوان حاصل از فرسایش سازند آجاجاری و کنگلومرای بختیاری دشواری باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳).

۲-۱۰-۳-۵ سازند کنگلومرای بختیاری :

سازند کنگلومرای بختیاری ویژگی رسوبات آبرفتی کوهپایه‌ای حاصل از فرسایش ارتفاعات را دارد که بیشتر شامل کنگلومرا و ماسه سنگ آهکی است که گاهی به صورت هم‌شیب و گاهی دگرشیب بر روی سازندهای کهن‌تر نهشته شده است. بُرش الگوی آن در شمال مسجد سلیمان (گذار لندر) شامل ۵۵۰ متر کنگلومرا با قطعاتی به ابعاد خرده‌سنگ، قلوه سنگ و ریگ، به سن‌های گوناگون است که با کلسیت درشت دانه و رُس سیمانی شده‌اند.



شکل (۲-۱۶): ستون چینه شناسی ساده شده، شامل سنگ شناسی و رویدادهای زمین ساختی در فروافتادگی دزفول و دشت آبادان (برگرفته از عبداللهی فرد ۱۳۸۵)

فصل سوم: روش های مطالعه و

تحلیل شکستگی

۳-۱ مقدمه

شکستگی‌ها رایج‌ترین ساختار زمین‌شناسی هستند که ممکن است در هر رخنمون سنگی وجود داشته باشند (Park, ۱۹۸۹). البته به دلیل فرآیندهای پیچیده‌ای که در تشکیل آن‌ها دخالت دارد، تحلیل و بررسی آن‌ها به‌خصوص از دیدگاه ساختاری، به‌ویژه در مورد شکستگی‌های زیرسطحی مشکل بوده و به همین خاطر علیرغم اهمیت زیاد، کمتر مورد توجه زمین‌شناسان قرار گرفته‌اند. در رابطه با اهمیت خاص شکستگی‌ها می‌توان به نقش مؤثر آن‌ها در افزایش تخلخل، نفوذپذیری و در نتیجه تولید بالای نفت در مخازن کربناته جنوب‌باختری ایران اشاره نمود. شکستگی‌ها یکی از مهم‌ترین مسیرهای جریان سیال در مخازن کربناته هستند (Bourne et al., ۲۰۰۰). در این مخازن، غالباً تولید متناسب با نفوذپذیری مرتبط با تخلخل زمینه سنگ نیست و به مراتب بیشتر از آن می‌باشد. لذا نقش شکستگی‌ها در تخلیه طبیعی، بازیافت ثانویه و بالاخره بازیافت نهایی بسیار پراهمیت تلقی می‌شود (مطیعی، ۱۳۷۴). بنابراین، مطالعه و بررسی شکستگی‌ها و شناخت موقعیت و نحوه گسترش آن‌ها در سرتاسر مخزن، می‌تواند به طرح توسعه میدان، تعیین محل‌های مناسب جهت احداث چاه‌های جدید، افزایش طول عمر و بهره‌دهی مناسب مخزن، کاهش هزینه‌های پی‌جویی و درک کلی ما از سیستم شکستگی در میادین نفتی، کمک قابل توجهی نماید. از این‌رو، در این فصل از تحقیق با استفاده از داده‌های در دسترس، به تحلیل ساختاری تاقدیس لالی پرداخته‌ایم سپس با استفاده از روش‌های غیر مستقیم به تحلیل و بررسی شکستگی‌های سطحی زیر سطحی میدان نفتی لالی در افق مخزنی آسماری و بنگستان تعیین نواحی با تراکم شکستگی بالا در این افق‌های مخزنی پرداخته شده است. سپس با تطبیق نتایج حاصل از این روش‌ها درک بهتر و دقیق‌تری در مورد چگونگی گسترش شکستگی‌های مخزنی صورت گرفته است.

۲-۳ مطالعه و تحلیل شکستگی های سطحی و زیر سطحی:

۳-۲-۱ بررسی سطحی:

* استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست منطقه جهت شناسایی شکستگی ها

* بررسی و تهیه نقشه شکستگی های ناحیه ای و محلی محدوده میدان با استفاده از تصاویر ماهواره ای.

برای بررسی شکستگی های زیر سطحی، از روش های غیر مستقیم استفاده شده است. این روش ها عبارت اند از:

* مشتق گیری ریاضی از نقشه های ساختمانی زیر سطحی.

* تحلیل دواير محاطی.

* روش RFF.

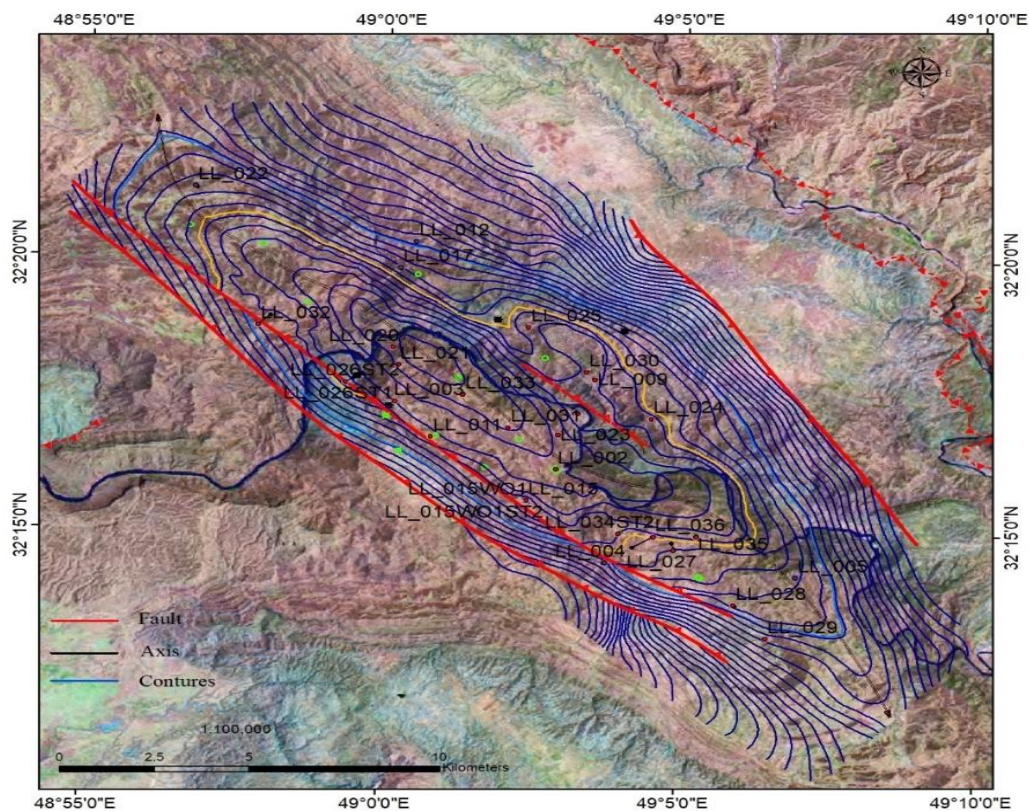
۳-۲-۱-۱ استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست منطقه جهت شناسایی شکستگی ها:

امروزه استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و تصاویر ماهواره ای در شاخه های مختلف علوم زمین از جمله اکتشاف معدن، شناسایی گسل ها، تهیه نقشه و غیره کاربرد دارد. از مهمترین موارد استفاده از علم سنجش از دور در زمین شناسی جهت مطالعه زمین ساخت ناحیه ای و منطقه ای است که این امر به دلیل پوشش وسیع داده های سنجش از دور است. شناسایی و تشخیص شکستگی ها از روی تصاویر ماهواره ای نیاز به دقت بالا و تجربه کافی دارد. برای ترسیم نقشه شکستگی های منطقه، از (google earth) که دارای کیفیت بالا و قدرت تفکیک مکانی مناسب هستند، استفاده شده است. جهت شناسایی شکستگی های منطقه اقداماتی از جمله بررسی تصاویر ماهواره ای spot در محیط ArcMap و در محیط Globalmapper، تصاویر ماهواره ای spot صورت گرفته است. در این تحقیق برای شناسایی

خطواره‌ها و تهیه نقشه شکستگی‌های تکتونیکی از نقشه‌های ماهواره‌ای لالی نسبت به مشخص کردن شکستگی‌ها اقدام شده است. سپس در محیط ArcGIS تصویر فیلتر شده، سپس از حذف و تصحیح خطواره‌هایی ناشی از فعالیت‌های انسانی (جاده، پوشش گیاهی) رقومی شده است، منطقه را به ۴ بخش تقسیم کرده و برای هر بخش جداگانه رزیدیاگرام رسم شده است. تراکم شکستگی‌های سطحی میدان را روی نقشه ugc مخزن آسماری و بنگستان قرار داده شده است. خطواره‌های تکتونیکی را با توجه به شواهد سطحی مانند تغییر ناگهانی در مرزهای لیتولوژی، جابه‌جایی واحدهای سنگی و تشخیص آبراهه‌ها میتوان تشخیص داد. برای شیب و تغییرات شیب سطحی از روی مدل سه‌بعدی مخازن منطقه نقشه مشتق اول و دوم تهیه شده است. نقشه مشتق اول نقاط هم شیب را نشان می‌دهد، نقاطی که طیف رنگی قرمز تا زرد هستند نقاط هم شیب هستند. در نقشه مشتق دوم نقاط مستعد شکستگی را به ما نشان می‌دهد.

۳-۲-۱-۲-۲ تاقدیس لالی:

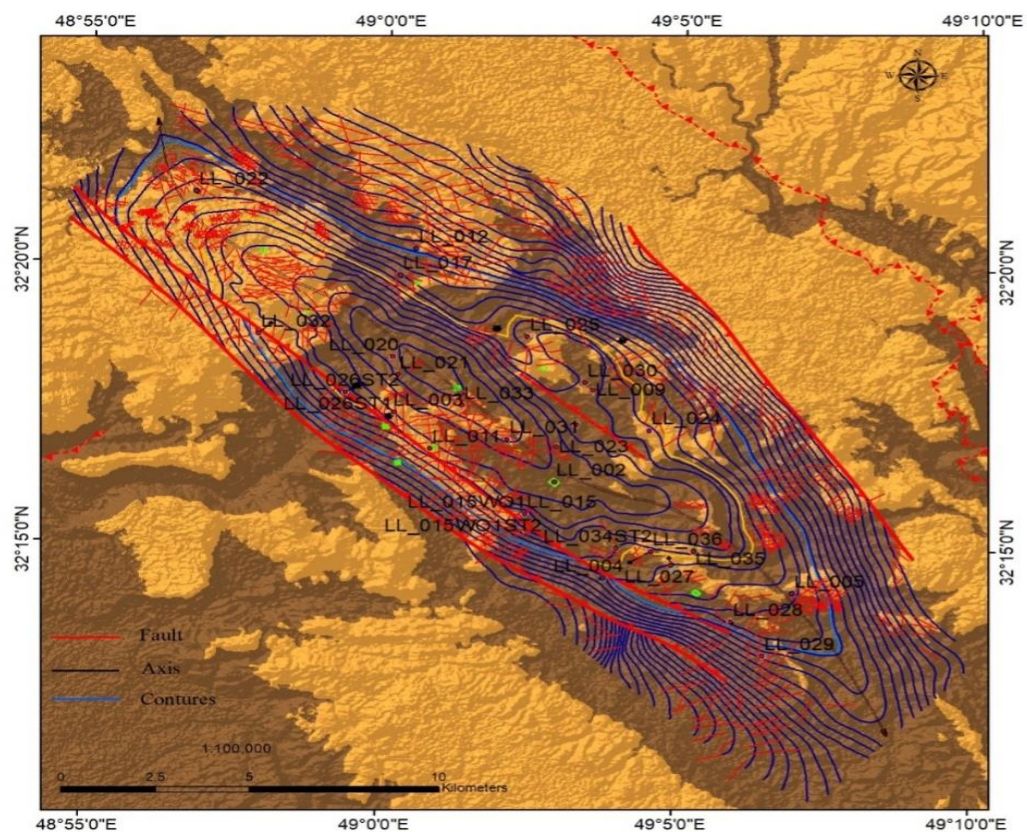
این تاقدیس یکی از میدان‌های نفتی است که در استان خوزستان در ۶۰ کیلومتری شمال خاور شوشتر قرار گرفته است. از لحاظ تقسیمات ناحیه‌ای، حوضه زاگرس در شمال فروفادگی دزفول در بین میادین مسجد سلیمان در جنوب شرق زیلایی در جنوب غرب کارون در شمال شرقی در محدوده طول خاوری ۴۹ ۴۸ ۳۲ و عرض ۳۲ ۵۰ ۲۵ قرار دارد. رخنمون‌های منطقه مورد مطالعه سازند بختیاری (پلیوسن) و سازندهای گروه فارس، سازندهای گچساران (میوسن پایینی)، میشان (میوسن پایینی - میانی) و آغاچاری (میوسن بالایی-پلیوسن) می‌باشد. در بررسی تصاویر ماهواره‌ای شکستگی‌های اصلی شناسایی شد و ارتباط آن‌ها با گسل‌های اصلی منطقه بدست آمد. در ادامه با دسته بندی و رسم گراف‌های مربوطه تفسیر و تحلیل بخش‌های مختلف تاقدیس انجام شد. در نهایت با استفاده از روش‌های تحلیل آماری نقشه چگالی شکستگی‌ها بدست آمد.



شکل (۳-۱): تصویر ماهواره ای ETM از تاقدیس لالی با همراه جدیدترین نقشه خطوط کنتور زیر سطحی از میدان نفتی لالی

۳-۱-۲-۳ نقشه شکستگی های سطحی تاقدیس لالی:

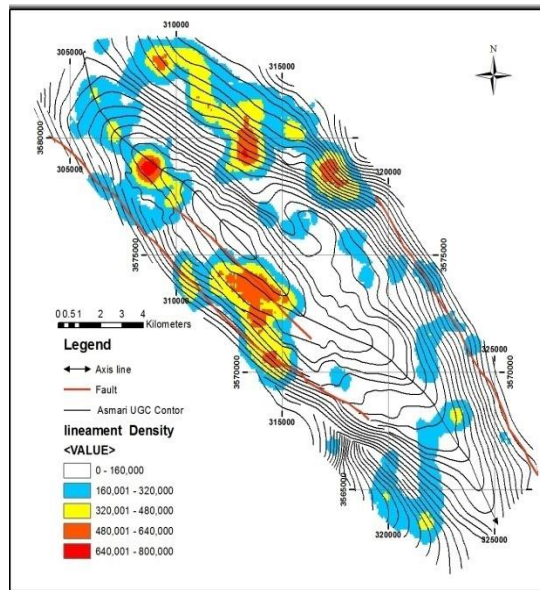
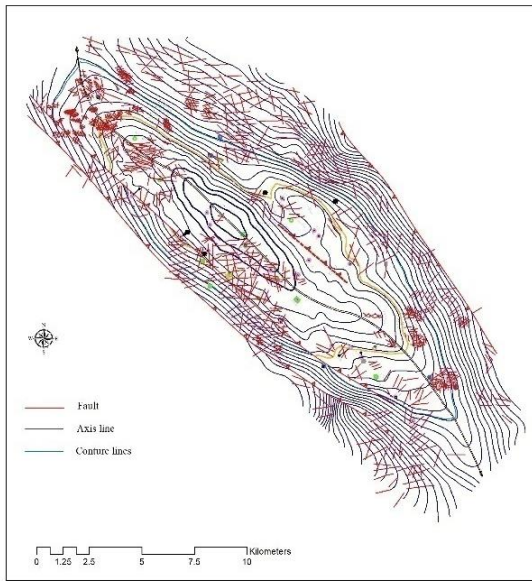
ترسیم گسل های سطحی تاقدیس لالی بر اساس دو روش دستی در نرم افزار Google Earth و نیمه اتوماتیک در نرم افزار GIS انجام شد. ترسیم دستی بر اساس تغییرات پارامترهای سطحی مانند تغییر روند ساختارها، جابه جایی لایه ها و غیره انجام شد. در روش نیمه اتوماتیک در نرم افزار GIS از تکنیک برجسته سازی با استفاده از تغییر زاویه تابش انجام شد. این تکنیک در طی ۸ بازه و بر روی تصویر DEM تاقدیس لالی صورت گرفت.



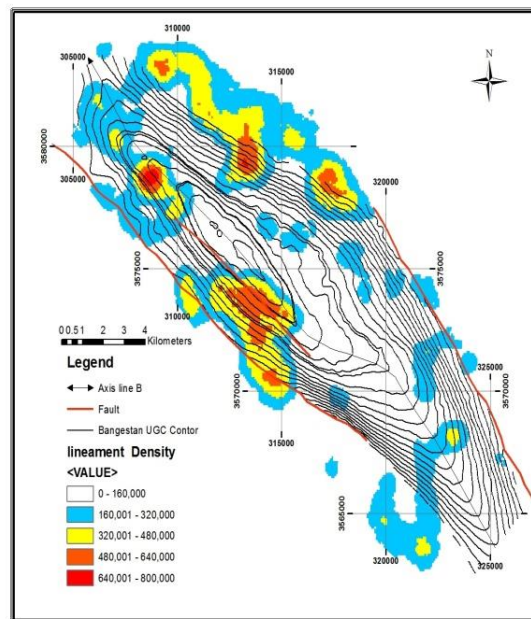
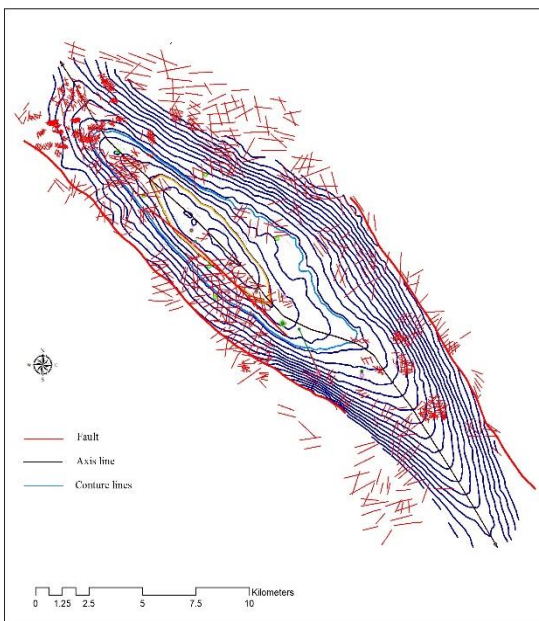
شکل (۳-۲): تصویر DEM تاقدیس لالی به همراه شکستگی های سطحی

پس از ترسیم شکستگی های سطحی در گام بعدی داده های رقومی حاصله وارد محیط نرم افزار GIS شد و با استفاده از روش محاسبه چگالی^۱ نقشه چگالی شکستگی ها بدست آمد. این نقشه در کنار رزیدیاگرام های ترسیم شده در درک الگوی شکستگی های سطحی تاقدیس، تحلیل تنش های وارد آمده و بررسی تغییرات هندسی حاصله کمک شایانی است.

^۱Density



(الف)



(ب)

شکل (۳-۳): نقشه توزیع و چگالی شکستگی های افق‌های الف) آسماری و ب) بنگستان میدان لالی

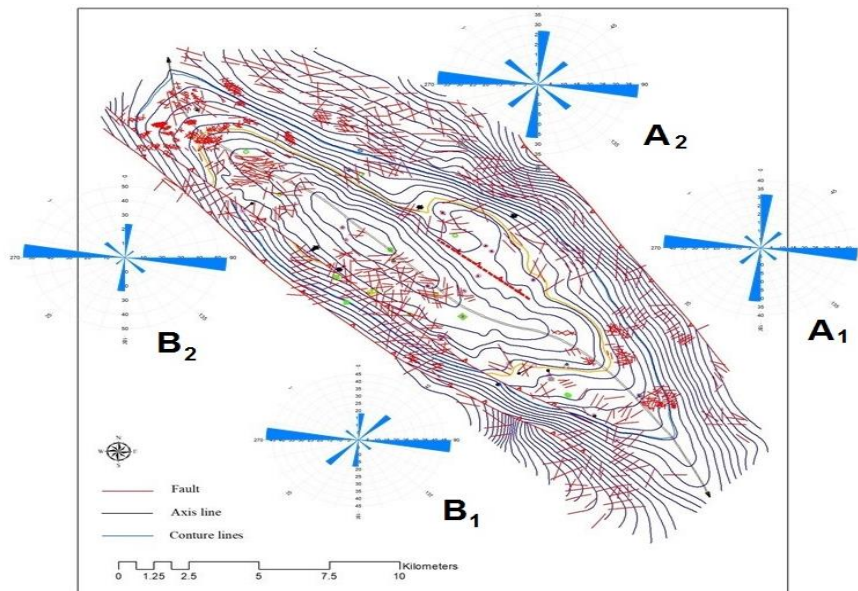
با توجه به نقشه‌های چگالی شکستگی بدست آمده، میزان بیشترین تراکم شکستگی‌ها در نیمه شمال باختری تاقدیس و بخصوص یال شمال خاوری است.

۴-۲-۱-۳ تحلیل آماری:

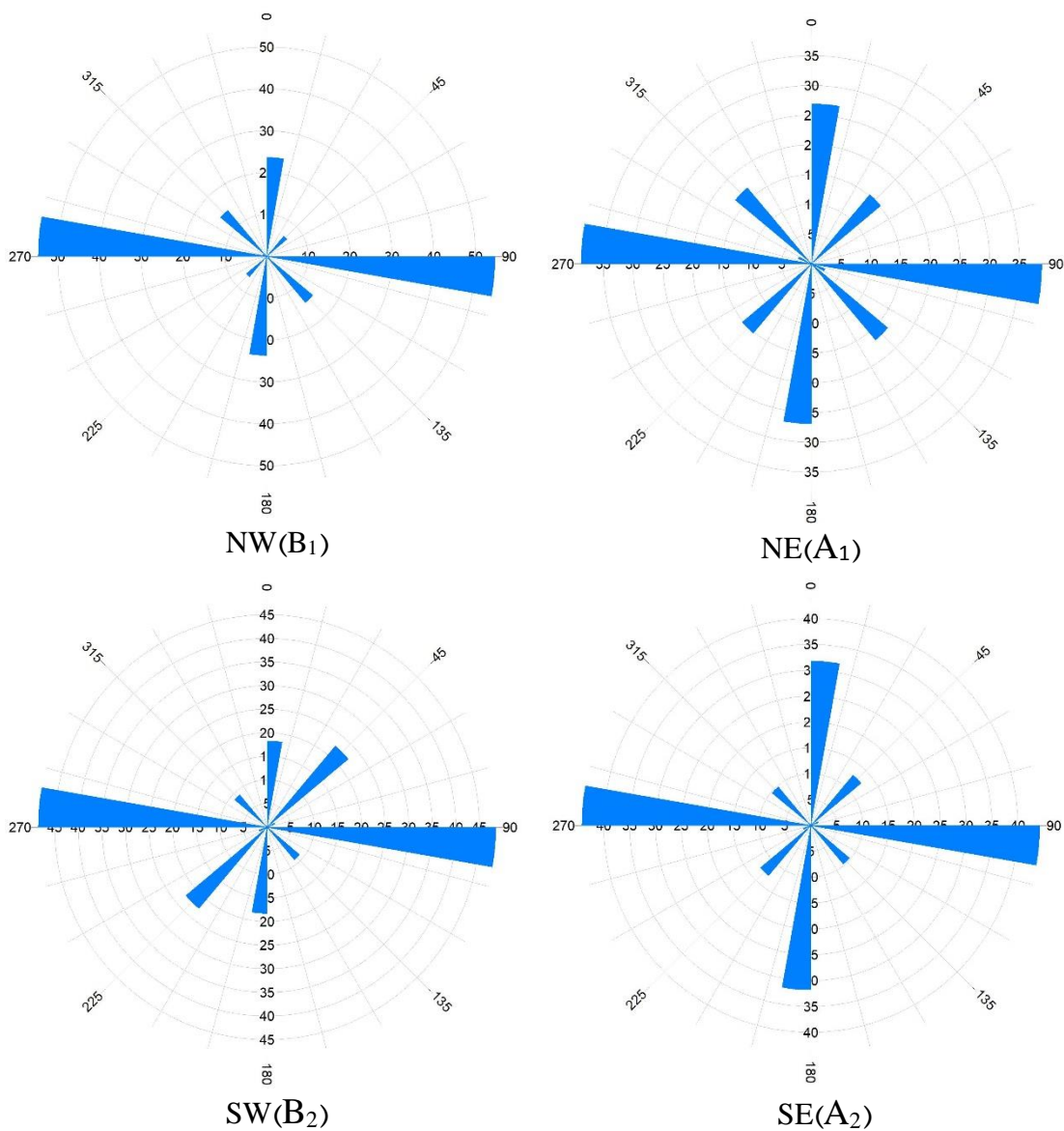
با استفاده از داده‌های مکانی و هندسی شکستگی‌های سطحی بدست آمده رزدياگرام‌های مربوطه ترسیم شد. با توجه به هندسه چین خوردگی و خمش محوری تاقدیس لالی در شمال باختری و جنوب خاوری، تحلیل شکستگی‌ها در چهار بخش انجام شد.

۱- یال شمالی الف: شمال خاوری A_1 ب: شمال باختری A_2 .

۲- یال جنوبی الف: جنوب خاوری B_1 ب: جنوب باختری B_2 .



شکل (۳-۴): نقشه شکستگی‌های سطحی به همراه رزدياگرام‌های مربوطه



شکل (۳-۵): نمودار رزدياگرام بخش های مختلف تاقدیس لالی

بر اساس نتایج حاصله راستای غالب شکستگی‌ها خاوری- باختری و شمالی- جنوبی است. با توجه به موقعیت ساختار میدان لالی، شکستگی‌ها مورب(مایل) هستند. بر این اساس راستای شکستگی‌های خاوری-باختری N90E و N100 و روند شکستگی‌های شمالی جنوبی N00E و N10E است. شکستگی‌های با فراوانی کمتر و نسبت به یکدیگر با زاویه ۹۰ درجه در راستای شمال خاوری- جنوب باختری شکستگی‌های عرضی و شمال باختر- جنوب خاوری شکستگی‌های طولی نیز مشاهده می‌شوند

که به ترتیب مقادیر N45E و N45W را نشان می‌دهند.

۳-۲-۲ تحلیل زیر سطحی:

بر اساس داده‌های در دسترس، مطالعات زیرسطحی میدان لالی شامل روش‌های غیر مستقیم مانند بررسی مشتق اول و دوم، تحلیل دایره محاطی و روش RFF هستند. در هر کدام از این روش‌ها میتوان نتایج حاصله را با یکدیگر مقایسه نمود و در نهایت نتیجه کلی را با نتایج حاصل از روش‌های سطحی سنجید و درک درستی از ارتباط شکستگی‌ها در سطح و عمق ارائه نمود. در ادامه به بیان هر کدام از روش‌های اشاره شده در بالا می‌پردازیم.

۳-۲-۲-۱ مشتق گیری ریاضی از نقشه‌های ساختمانی زیرسطحی :

در نقشه خطوط تراز زیر سطحی مربوط به هر افق مخزنی میدان لالی، هر مقطع یا قسمتی از هر مقطع ساختاری، به عنوان یک سهمی در یک دستگاه مختصات با دو بعد طول یا عرض جغرافیایی (X) و ارتفاع (Y) در نظر گرفته شده است. این نیم‌رخ ساختاری، در هر نقطه از (X) دارای شیب خاصی نسبت به (Y) می‌باشد. شیب منحنی در هر نقطه در واقع شیب خط مماس بر آن منحنی و برابر با مشتق اول سهمی در آن نقطه می‌باشد. بنابراین برای یک نقشه خطوط تراز زیر سطحی، مشتق مقاطع ساختاری، آهنگ تغییرات شیب را نشان داده و با مشتق گیری جزء به جزء از المان‌های محدود و متصل نمودن نقاطی با درجه شیب برابر، نقشه هم شیب^۹ یا نقشه مشتق اول^{۱۰} مربوط به آن به دست می‌آید. از آنجایی که مشتق، آهنگ تغییرات یک متغیر را نشان می‌دهد، مشتق نقشه هم شیب، یا به عبارتی مشتق دوم نقشه خطوط تراز زیر سطحی، آهنگ تغییرات شیب یا مناطقی که در آنجا تغییرات شدید شیب ایجاد گشته است را نشان می‌دهد. نقشه مشتق دوم^{۱۱} منطبق بر مناطقی با حداکثر انحناء و شیب ساختاری، و در

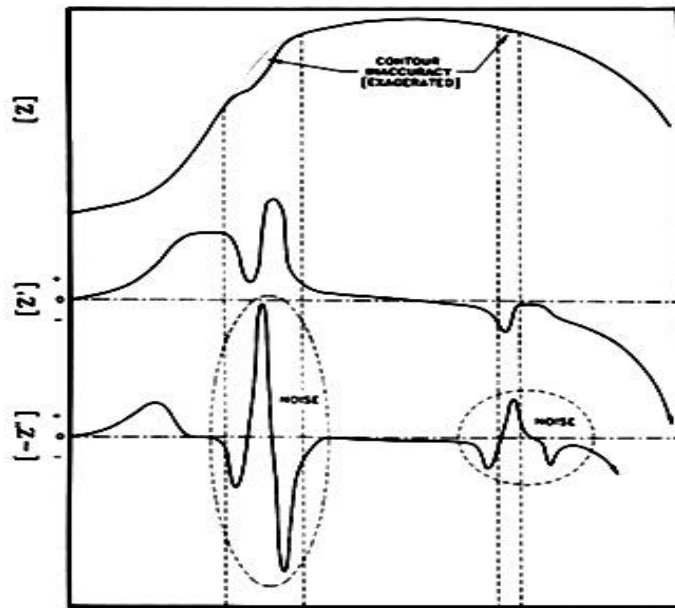
^۹Isodip map

^{۱۰}First derivative map

^{۱۱}Second derivativemap

نتیجه بیشترین شکستگی مرتبط با آن می‌باشد.

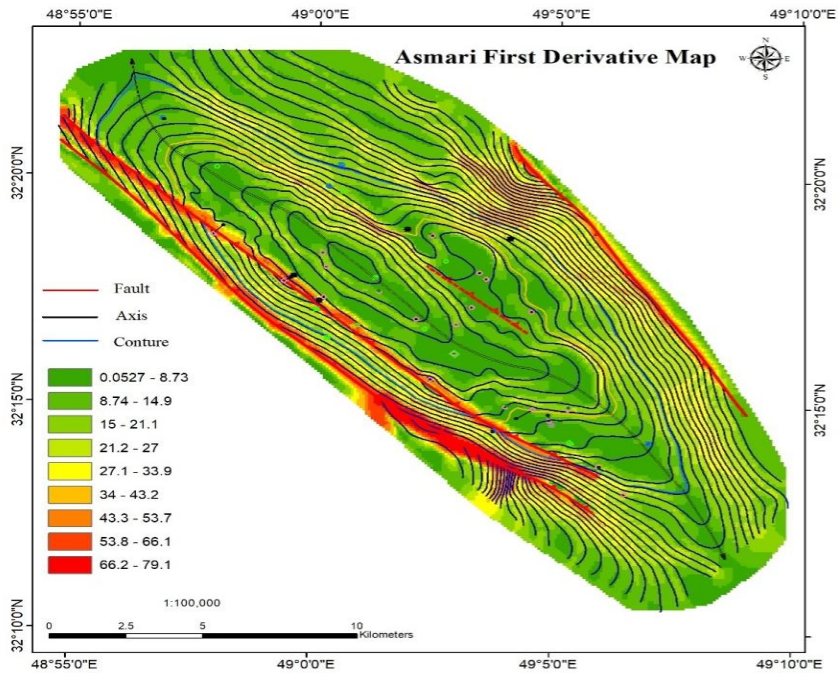
نکته قابل توجه در تفسیر نقشه مشتق دوم این است که حضور بی‌نظمی‌های کوچک مقیاس می‌تواند سبب ایجاد اختلال و خطا در نتایج این روش گردد و از آن‌جا که نقشه خروجی، نتیجه درونیابی نرم افزاری است، این اختلال‌ها به تمامی ساختمان چین‌تعمیم داده می‌شود. از این رو اگر در نقشه پایه‌ای که پس از رقوم‌سازی به عنوان اطلاعات خام مورد استفاده قرار می‌گیرد خطوط منحنی تراز تحت تأثیر عملکرد گسلس یا انحناء شدید ناشی از آن باشد نقشه مشتق دوم حاصل از آن دارای خطای فراوان خواهد بود. چگونگی اثر نقش سینوسیته کوچک مقیاس در بروز اختلال فراوان جهت تعیین انحناء ساختارهای ناحیه‌ای بزرگ‌تر طی فرآیند مشتق‌گیری ساختاری در (شکل ۳-۶) به خوبی نشان داده شده است.



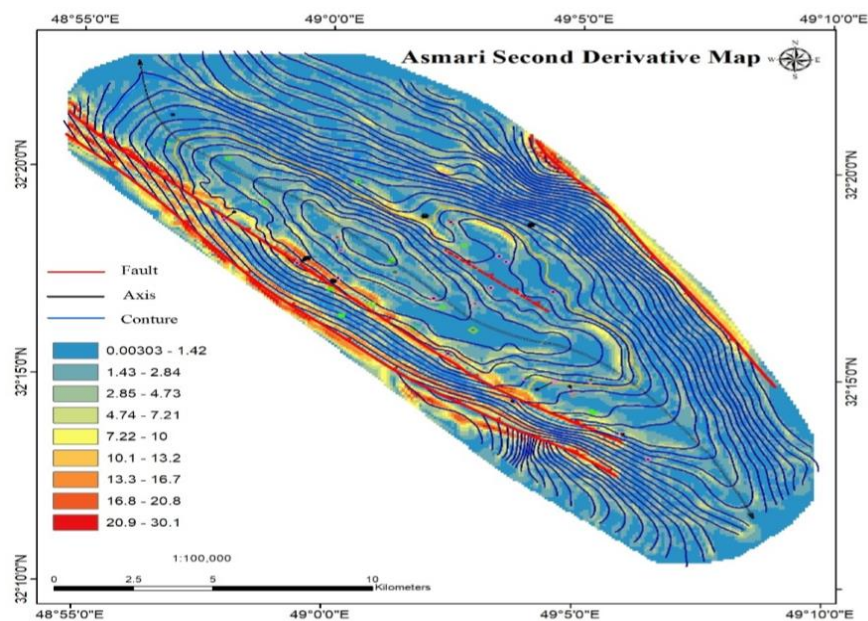
شکل (۳-۶): اثر سینوسیته کوچک مقیاس در بروز اختلال فراوان طی فرآیند مشتق‌گیری از رأس ساختمان مخزن (Intera Company, ۱۹۹۲).

جهت تهیه نقشه‌ها مدل ارتفاع رقوم بدست آمده از نقشه خطوط تراز زیر سطحی افق‌های آسماری و بنگستان در محیط GIS مورد پردازش قرار گرفت و با استفاده از تکنیک Slop نقشه مشتق اول و دوم

بدست آمد. با توجه به نقشه‌های بدست آمده مناطق با بیشترین احتمال شکستگی در مشتق اول و دوم افق آسماری منطبق بر گسل‌های تراستی در یال جنوب باختری و گسل بک تراست در یال شمال خاوری است.



(الف)

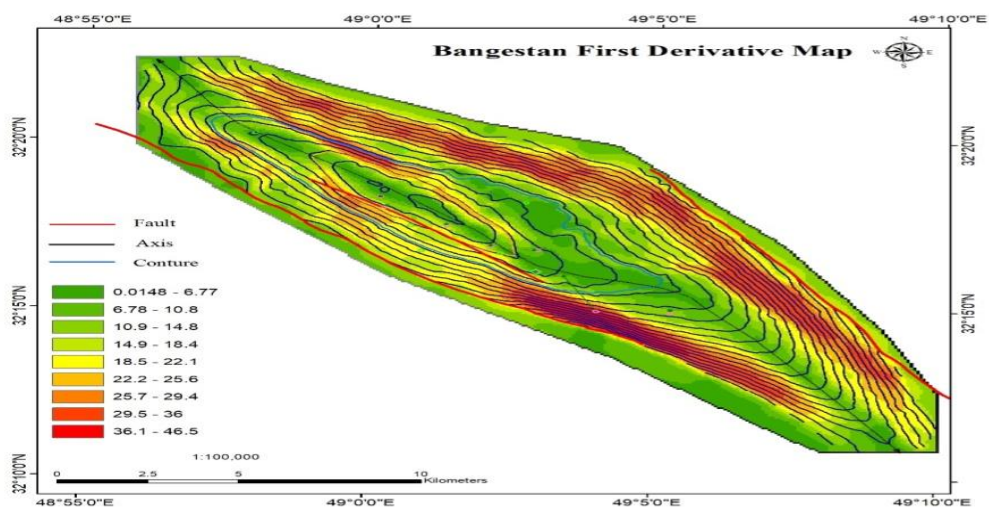


(ب)

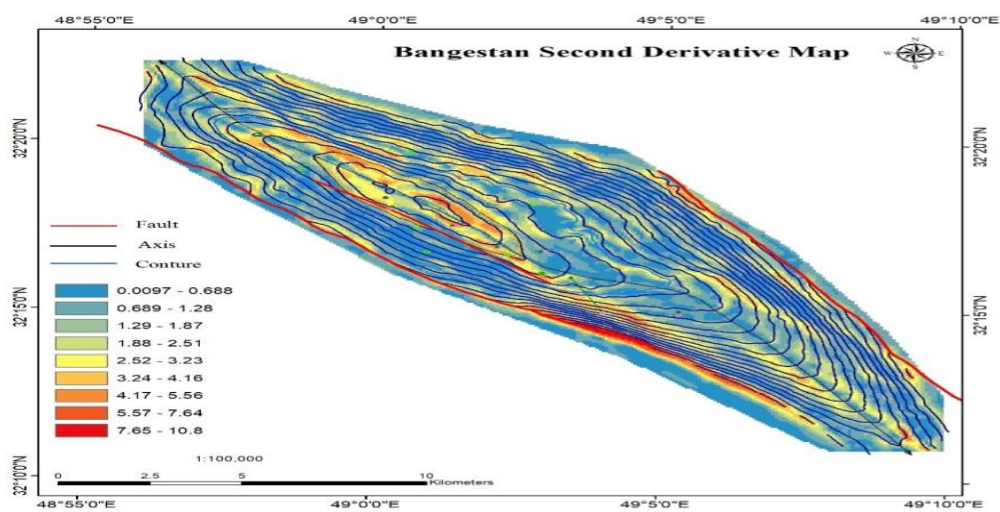
شکل (۳-۷): نقشه‌های الف) مشتق اول و ب) مشتق دوم افق آسماری در میدان لالی

بر اساس نقشه مشتق اول و دوم از افق بنگستان میدان لالی، مناطق با احتمال شکستگی بالا در طول یال شمال خاوری و نیمه جنوبی یال جنوب باختری (بر اساس نقشه مشتق اول) و نیمه جنوبی یال جنوب باختری و نیمه شمالی و مرکزی در اطراف سطح محوری (بر اساس نقشه مشتق دوم) قابل

مشاهده است.



(الف)



(ب)

شکل (۳-۸): نقشه های الف) مشتق اول و ب) دوم افق بنگستان میدان لالی

۳-۲-۲-۲ تحلیل دواير محاطی:

هدف از به کارگیری روش تحلیل دواير محاطی، تعیین نواحی مستعد گسترش شکستگی های کششی باز ناشی از انحناء عرضی (انحناء ناشی از چین خوردگی) در ساختار تاقدیس می باشد. اساس این روش

بر تغییرات شعاع انحناء تاقدیس و تأثیر آن بر میزان تراکم شکستگی‌ها استوار است. به عبارت دیگر در یک لایه سنگی که تحت انحناء غیریکنواخت قرار گرفته است، تغییرات و یا افزایش شیب در آن لایه معرف انحناء بیشتر و به تبع آن تراکم بالاتر شکستگی می‌باشد. در این روش بر روی جدیدترین نقشه خطوط تراز زیر سطحی برش‌های عرضی ساختمانی در طول میدان و عمود بر محور تاقدیس ترسیم و سپس زون‌های مختلف مخزنی از رأس تا قاعده مخزن بر روی این برش‌ها رسم شده است. پس از آن دوایر محاطی به صورت مماس با نقاط عطف^{۱۲} یال‌های ساختار رسم گردیده‌اند. تفاوت در میزان جدایش شعاعی^{۱۳} بین دایره محاطی و انحناء ساختار، بیانگر میزان تغییرات در انحناء ساختار بوده و محل‌هایی که بیشینه جدایش را داشته باشند به عنوان مناطقی که دارای بیشینه انحناء و در نتیجه بالاترین پتانسیل شکستگی هستند مشخص می‌شوند. همچنین محل‌هایی که جدایش کمتری داشته باشند به طور نسبی مناطقی با پتانسیل کمتر، از نظر توسعه شکستگی را نشان می‌دهند. مناطقی که دایره محاطی مماس بر رأس سازند می‌گردد مناطق با شکستگی کم^{۱۴} در نظر گرفته می‌شوند. در این مناطق گسترش شکستگی‌های کششی به رأس ساختمان محدود می‌گردند. با مشخص نمودن محل تقاطع دایره محاطی با سرزون‌های مختلف مخزن در هر برش، می‌توان میزان جدایش را در هر کدام از زون‌ها مشخص نمود. هرچه دوایر محاطی ترسیم شده بر روی برش‌های عرضی، زون‌های عمیق‌تری را قطع نمایند بیانگر منطقه‌ای با انحناء بیشتر و در نتیجه شکستگی بیشتر می‌باشد (شکل ۲-۳) (Intera Company., ۱۹۹۲).

این روش نسبت به روش مشتق‌گیری ریاضی از نقشه‌های خطوط تراز زیرسطحی، دارای این برتری است که تحت تأثیر خطاهای ایجاد شده در اثر انطباق‌های تکه تکه ای یا عملیات گرد کردن منحنی‌ها قرار نمی‌گیرد (شبان، ۱۳۸۲).

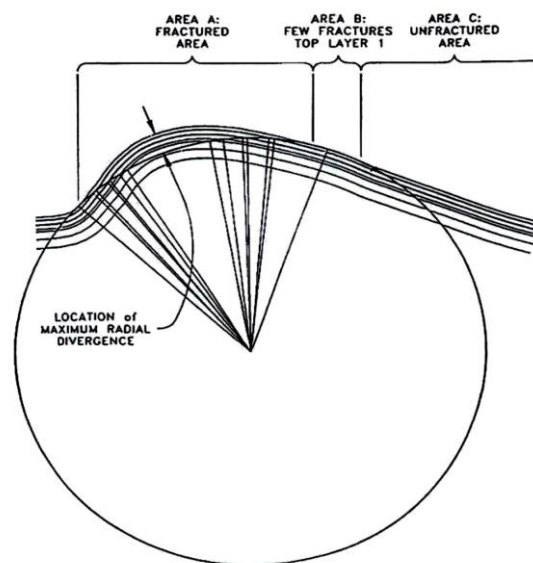
مزیت دیگر این روش توانایی آن در پیش بینی عمق شکستگی‌هاست و یا به عبارتی می‌توان گسترش

^{۱۲}Inflectionpoints

^{۱۳}Radial separation

^{۱۴}Few Fractured Area

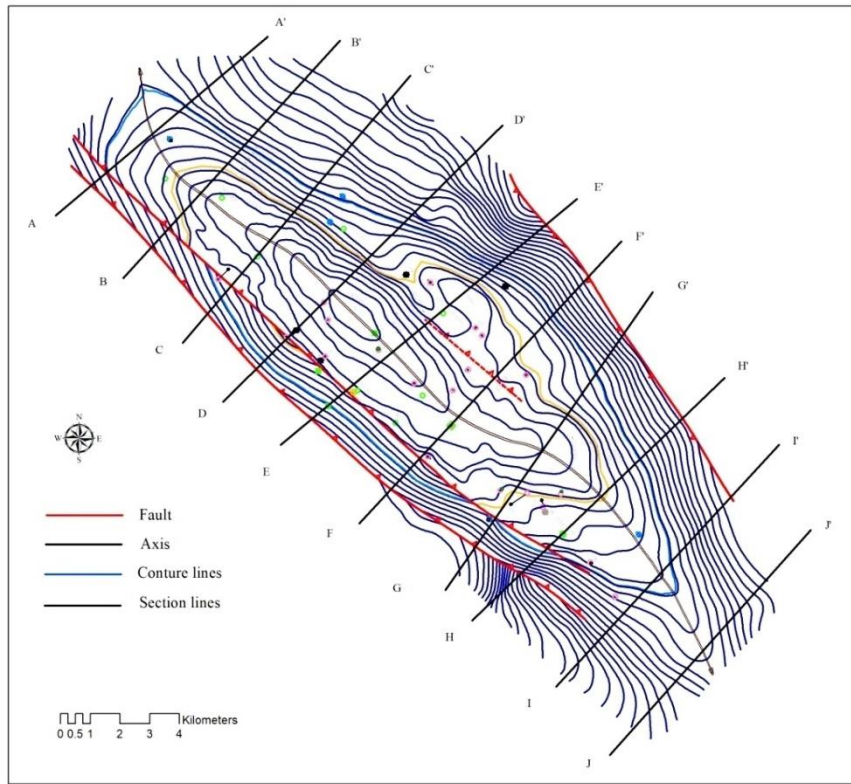
شکستگی‌ها را به طور جانبی و قائم در اعماق و افق‌های مختلف مطالعه نمود. در حالی که در روش مشتق‌گیری، پیش‌بینی تراکم شکستگی، محدود به سطح یا رأس سازند است. به عبارتی تنها گسترش افقی (جانبی) شکستگی‌ها در نواحی مختلف مخزن قابل بررسی است و تعیین چگونگی گسترش آن‌ها به طور قائم و در اعماق و زون‌های مختلف مخزن امکان‌پذیر نمی‌باشد.



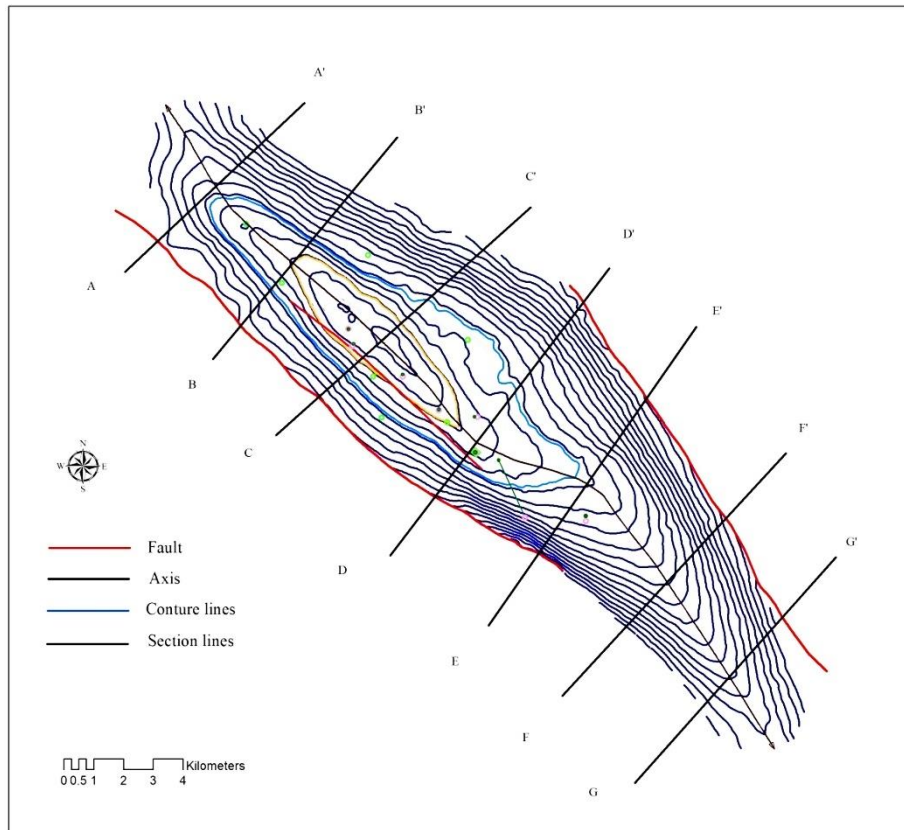
شکل (۳-۹): چگونگی ترسیم و محاسبه میزان تغییرات انحناء به روش دایره محاطی (Intera Company, ۱۹۹۲).

در این پژوهش پس از ترسیم ۱۰ برش عرضی بر روی جدیدترین نقشه خطوط تراز زیرسطحی افق آسماری و ۷ برش عرضی بر روی افق بنگستان در میدان لالی و رسم دوایرمحاطی، محل برخورد این دوایر با سرزون‌های مختلف، برداشت و بر روی نقشه پایه^{۱۵} میدان پیاده گشته و نقشه هم‌ارزش حاصل از این نقاط تهیه شده است (شکل ۳-۱۰).

^{۱۵}Base map

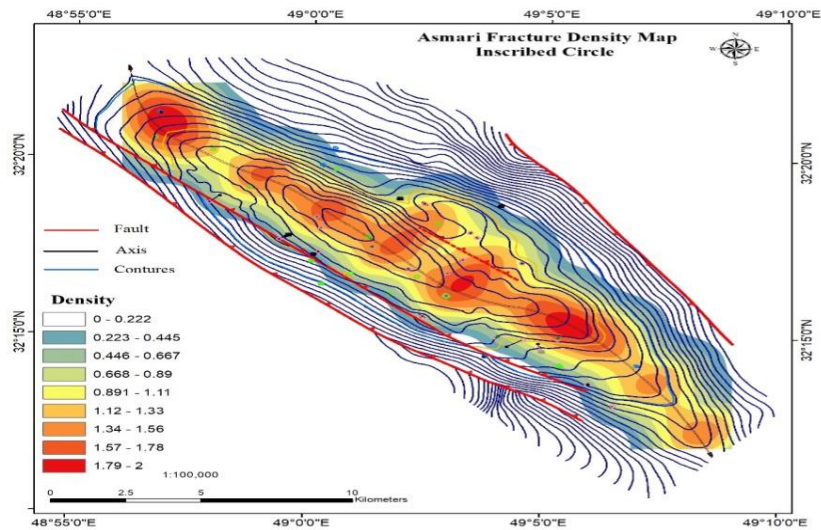


شکل (۳-۱۰): موقعیت مقاطع عرضی رسم شده بر روی جدیدترین نقشه خطوط تراز زیر سطحی (ugc) سازند آسماری میدان لالی جهت بکارگیری روش دایره محاطی

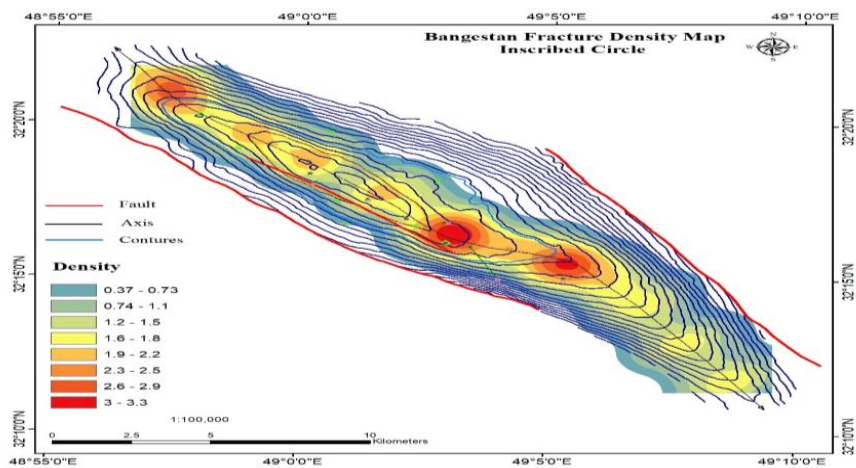


شکل (۳-۱۱): موقعیت مقاطع عرضی رسم شده بر روی جدیدترین نقشه خطوط تراز زیر سطحی (ugc) بنگستان میدان لالی جهت بکارگیری روش دایره محاطی

بررسی‌های انجام شده با استفاده از روش دایره محاطی نشان می‌دهد در هر دو افق آسماری و بنگستان محل بیشترین توسعه شکستگی‌ها در اطراف سطح محوری و نقاط با بیشترین خمش محوری است.



(الف)



(ب)

شکل (۳-۱۲): نقشه های بدست آمده از روش تحلیل دایره محاطی افق های آسماری و ب) بنگستان در میدان لالی

۳-۲-۲-۳ روش RFF:

شرکت (McCord & asso, ۱۹۷۳, ۱۹۷۵) در مقاله ویژه‌ای پیرامون شکستگی‌های آسماری به جمع بندی عوامل مرتبط با شکستگی‌ها پرداخت. این جمع بندی بوسیله (Mille., ۱۹۷۴) مورد تجدید نظر قرار گرفت. براساس این مطالعه فرمولی برای تعیین انبوهی نسبی شکستگی‌ها RFF پیشنهاد شده است.

مقدار RFF از رابطه زیر به دست آمده است :

$$RFF = [(R \times B_r) + (S \times B_s)] \times (1 - C) \times L$$

که در آن L سنگ‌شناسی، C سیما شدگی، S عامل اعوجاج محور ساختمانی، R عامل شعاع انحنا ساختمانی، B_r عامل برش سازند و B_s عامل محور ساختمانی می‌باشد.

این رابطه دارای جواب کیفی است و فاقد ابعاد می‌باشد. هر کدام از عوامل موجود در این رابطه با توجه به درجات کیفی مطابق با جدول (۱-۳) کمیت گذاری شده‌اند.

جدول (۱-۳) - فاکتورهای مؤثر در برآورد نسبی انبوهی شکستگی‌ها (مطیعی، ۱۳۷۴)

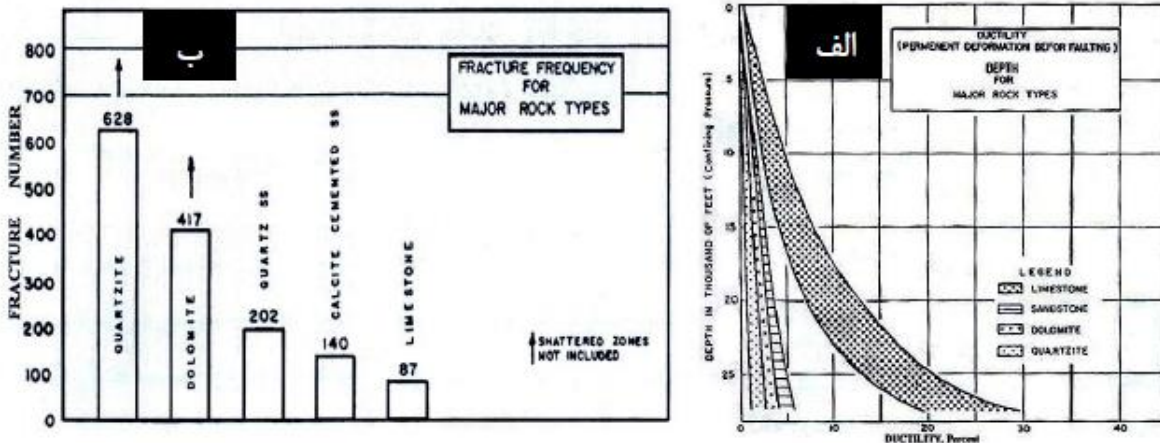
Rock type	Lithology	Horizontal distance	Structural axis
	L factor	from axis (feet)	B _s factor
Dolomite	4.0	Less than 3000	0.0
Dolomite-Limestone	2.5	3000-6000	1.0
Sandstone	2.0	6000-9000	2.5
Sandstone-Limestone	1.5	9000-12000	3.0
Limestone	1.0	Over 12000	4.0
Radius of structure	Sinuosity	Radius of structure	Structure
Axis (miles)	S factor	(feet)	R factor
Less than 5	4.5	2000	4.0
5 to 10	3.5	3000	3.5
10 to 15	3	4000	3.0
15 to 20	2.0	6000	2.0
20 to 25	1.0	8000	1.0
Over 25	0	10000	0.5
		Over 10000	0.0

۱-۳-۲-۲-۳ L (سنگ‌شناسی):

تراکم شکستگی در لیتولوژی‌های مختلف یکسان نیست (Nemati & Pezeshk., ۲۰۰۶). افزایش استحکام و کاهش شکل‌پذیری سنگ باعث افزایش تراکم شکستگی می‌شود (nelson, ۲۰۰۱).

براساس نمودار (شکل ۱۳-۳ الف) و (شکل ۱۳-۳ ب) و با فرض این که سرسازند آسماری بین اعماق ۷۵۰۰ تا ۱۵۰۰۰ فوت باشد، با ثابت بودن سایر عوامل و براساس جدول (۱-۳) کیفیت سنگ‌شناسی به چهار

رده ۴ تا ۱ تقسیم شده است.



شکل (۳-۱۳): الف) تغییرات شکل پذیری در مقابل عمق برای سنگ‌های رسوبی (Handin et al., ۱۶۶۳) ب) معدل تعداد شکستگی‌ها در انواع متداول سنگ‌های رسوبی در شرایط مشابه (Stearns & Friedman, ۱۹۷۲)

۳-۲-۲-۲-۲ C (سیمان شدگی):

کمیت‌گذاری این عامل با دو فرض اساسی صورت گرفته است. اول این که تمامی شکستگی‌ها در زیر سطح تماس آب و نفت سیمان شده‌اند، یعنی مهاجرت نفت عاملی در باز نگهداشتن شکستگی‌هاست و آب بعد از مهاجرت، این زمان را داشته که شکستگی را سیمان کند. فرض دوم کاهش سیمان شدگی از سطح تماس آب و نفت به طرف سر سازند آسماری یا به عبارتی افزایش سیمان شدگی همراه با افزایش عمق می‌باشد. با این فرضیات عامل C از رابطه زیر محاسبه شده است :

$$C = \frac{D_x - D_h}{D_L - D_h} \times 0.9$$

که در آن C عامل سیمان شدگی، D_x عمق نقطه مورد مطالعه، D_L سطح تماس آب و نفت و D_h عمق بلندترین نقطه در تاق‌دیس مورد بررسی می‌باشد (شکل ۳-۱۴).

۳-۲-۲-۳ S (عامل اعوجاج محور ساختمانی):

همان‌طور که در مدل‌سازی سه‌بعدی رأس مخزن آسماری میدان نفتی لالی (شکل ۳-۱۴) ملاحظه می‌شود، محور یک تاقدیس می‌تواند دچار انحناء شود. در این صورت با ترسیم بهترین شعاع انحناء محور و محاسبه طول آن می‌توان این عامل را کمیت‌گذاری کرد (شکل ۳-۱۴ جدول ۳-۱).

۳-۲-۲-۳ Bs (عامل محور ساختمانی):

این عامل در پیوند با عامل S محاسبه شده است. فرض اصلی در این کمیت‌گذاری قبول اثر سطح محوری چین مورد مطالعه در روی نقشه، به‌عنوان سطح خنثی نسبت به یال‌های شمال‌باختری و جنوب‌خاوری تاقدیس است، لذا این عامل تعیین‌کننده فاصله نقطه مورد مطالعه نسبت به این سطح می‌باشد (جدول ۳-۱).

۳-۲-۲-۳ R (عامل شعاع انحناء ساختمان):

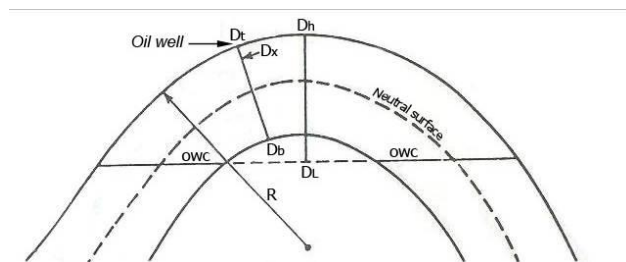
در هر برش عرضی ساختمانی که عمود بر محور تاقدیس تهیه شده است، با رسم بهترین دایره مماس بر قوس چین، شعاع انحناء چین مطابق جدول (۳-۱) کمیت‌گذاری گردیده است (شکل ۳-۱۴).

۳-۲-۲-۳ Br (عامل برش سازند):

با توجه به این که در یک لایه چین‌خورده شکستگی‌های کششی باز در بالای سطح خنثی و شکستگی‌های تراکمی در زیر این سطح تشکیل می‌شوند، با احتساب گذر سطح خنثی از میانه ضخامت لایه، عمق این سطح از رابطه زیر به دست آمده است:

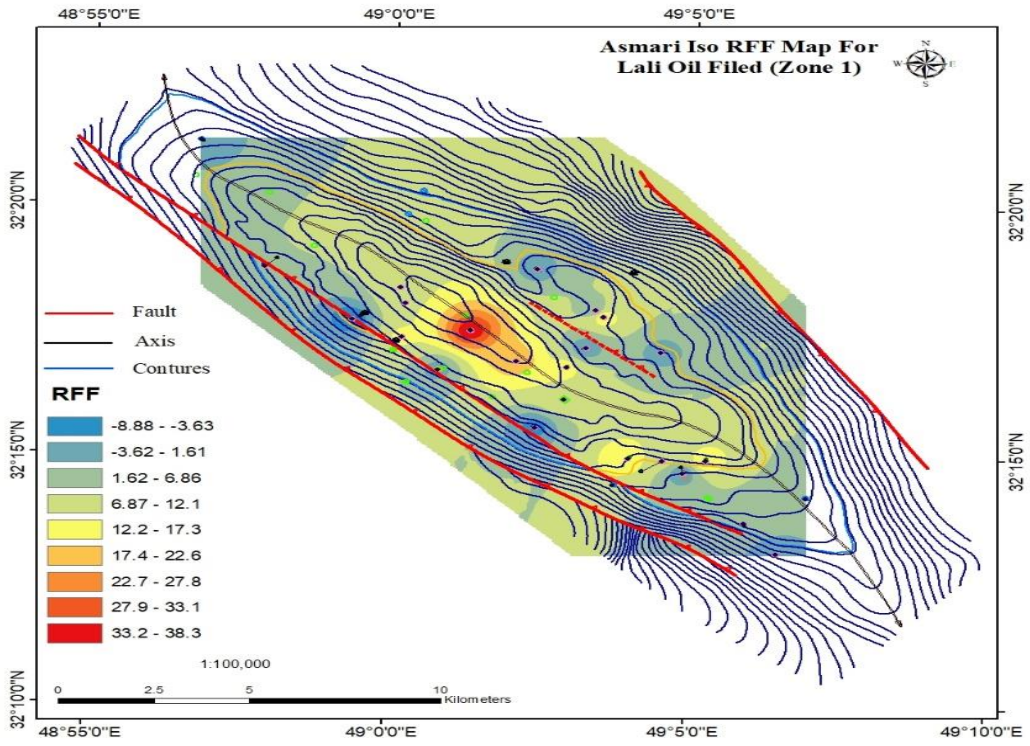
$$a = \frac{D_t + D_b}{2}$$

در تمامی روابط فوق، عمق‌ها بر حسب فوت یا متر از سطح دریای آزاد است.

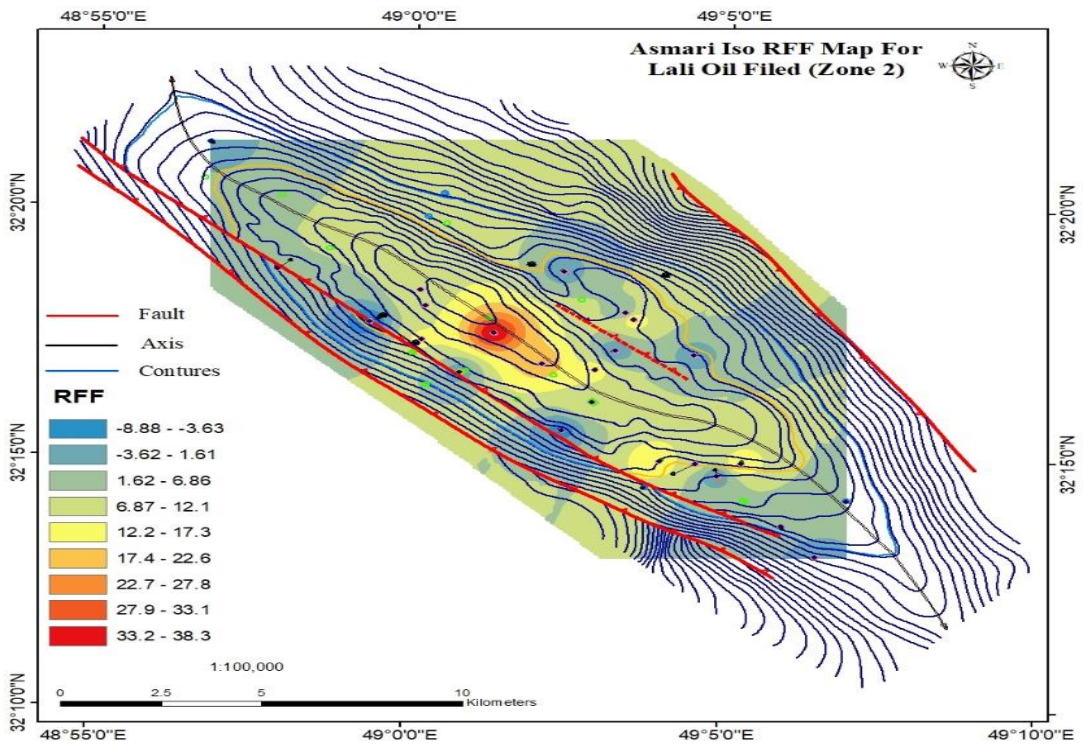


شکل (۳-۱۴): برشی عرضی بر روی یک تاقدیس، همراه با نمایش برخی پارامترهای مورد استفاده در روش RFF (با تغییرات از مطیعی ۱۳۷۴)

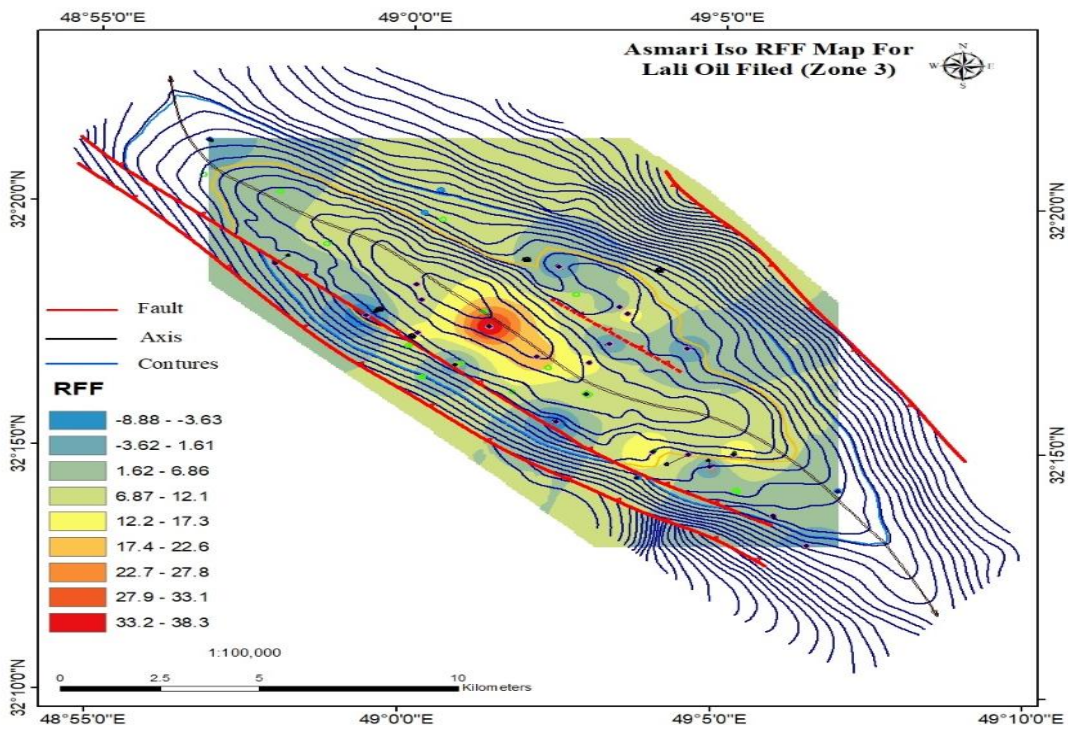
با توجه به مطالب ذکر شده، داده های مربوط به افق آسماری و بنگستان ابتدا در نرم افزار Excle مورد پردازش قرار گرفت و سپس وارد محیط نرم افزار GIS شد و توسط تکنیک IDW نقشه های مربوطه بدست آمد. نقشه های حاصل از محاسبات روش RFF برای افق آسماری مخزن لالی در ادامه نمایش داده شده است (شکل ۳-۱۵).



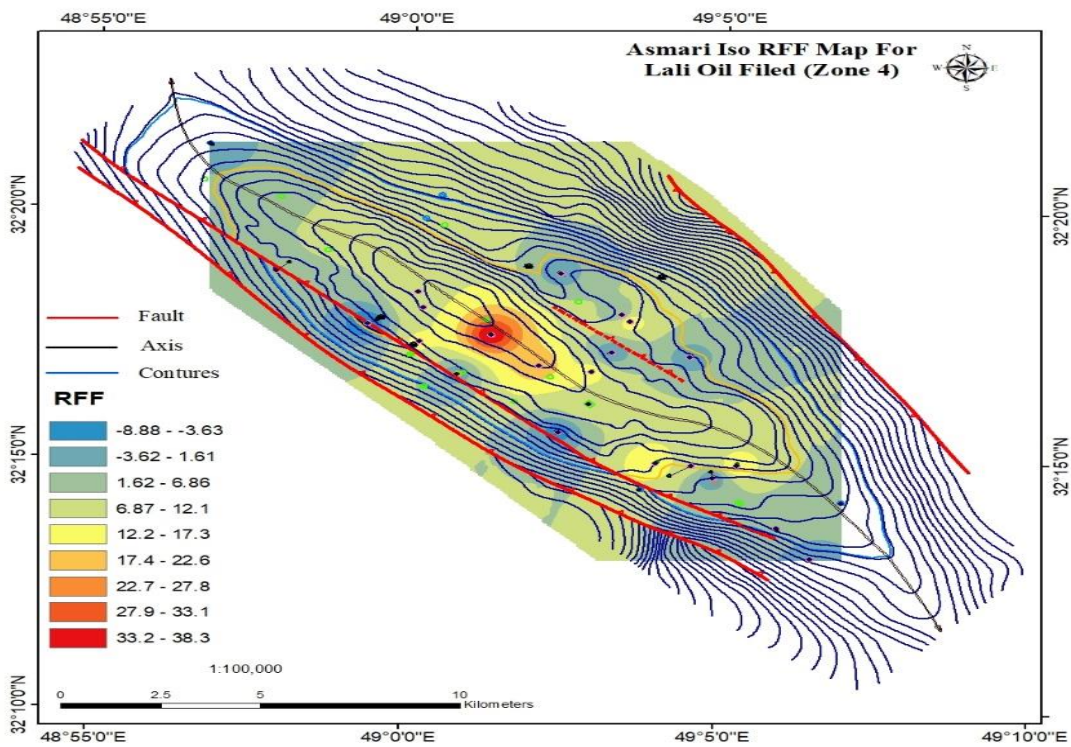
zone 1



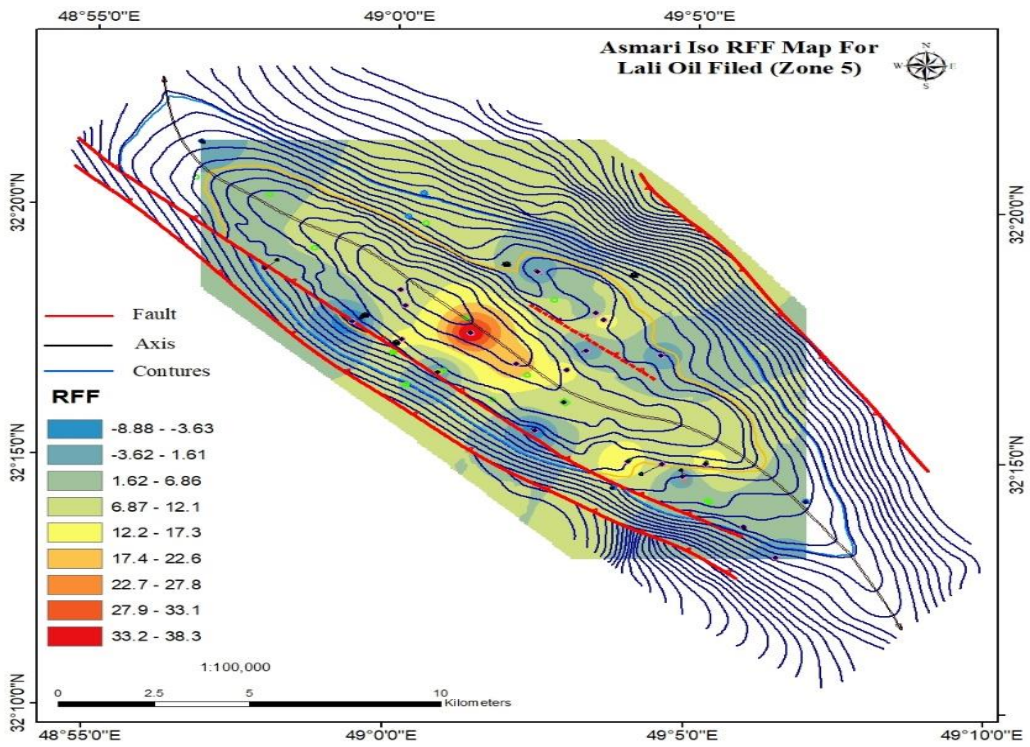
zone 2



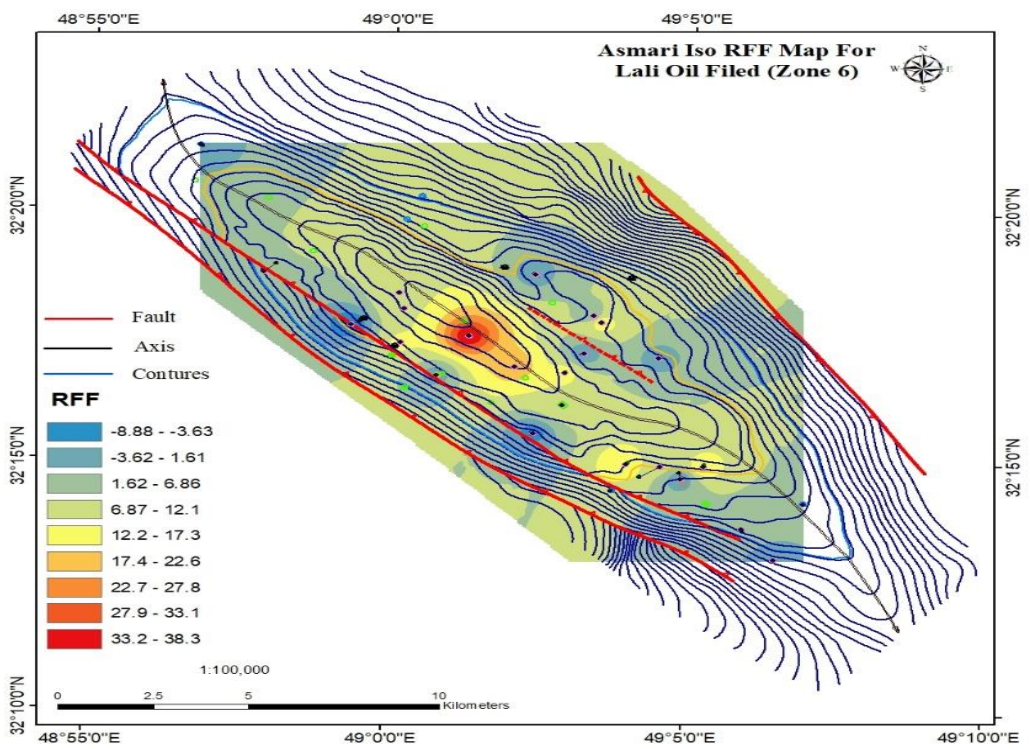
zone 3



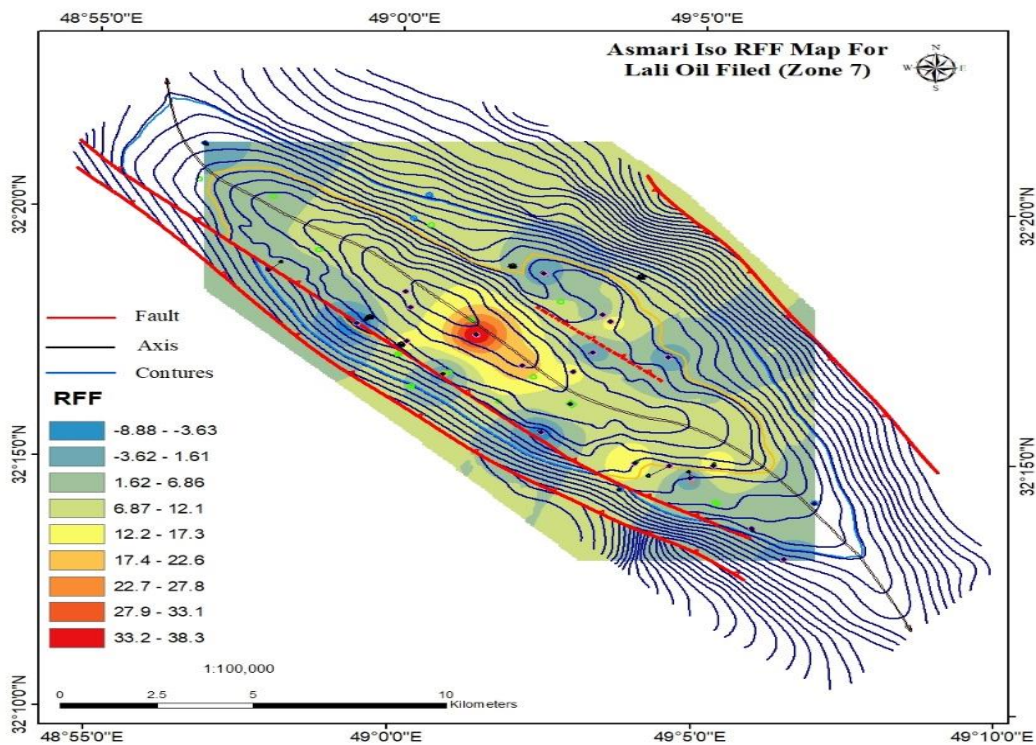
zone 4



zone 5



zone 6

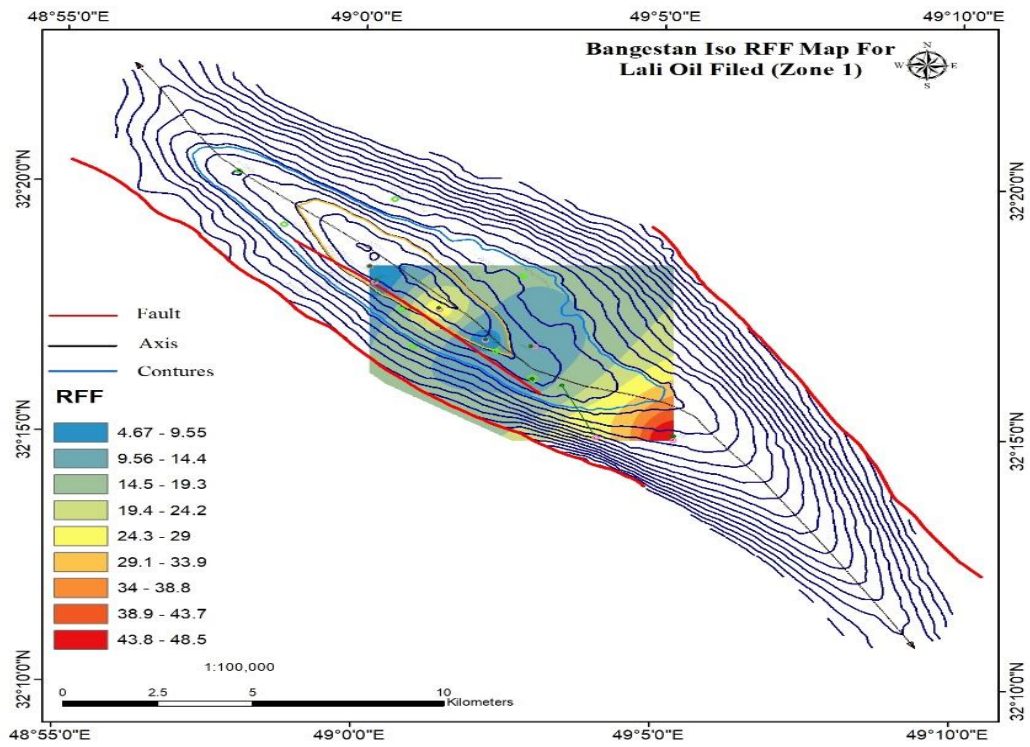


zone 7

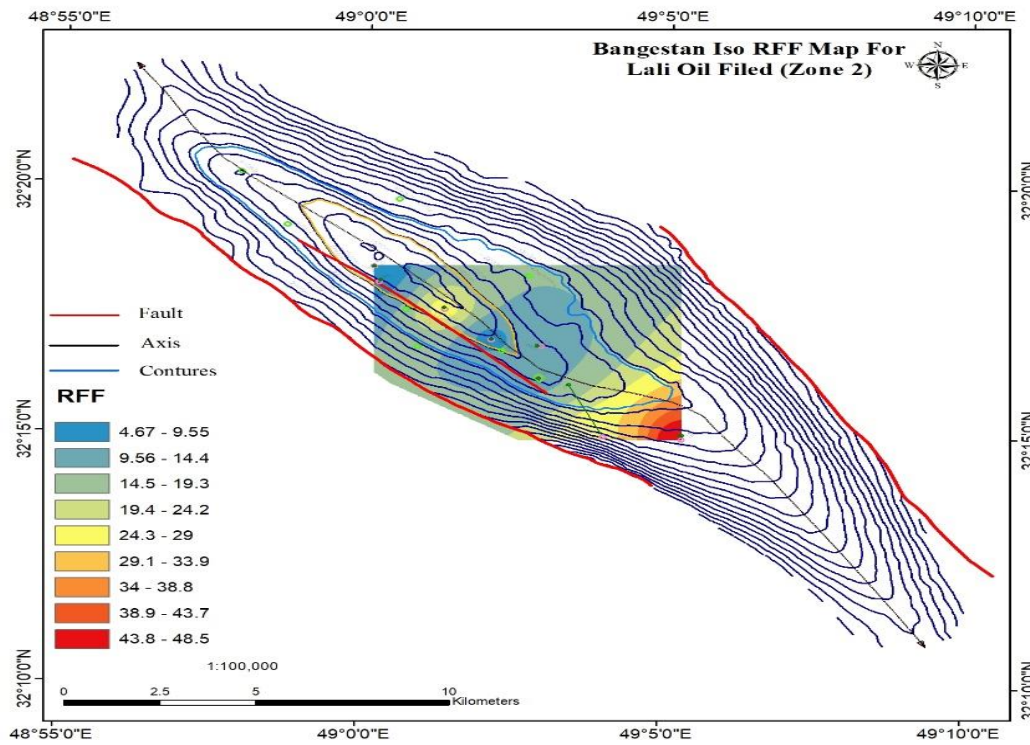
شکل (۳-۱۵): نقشه‌های منحنی میزان RFF برای زون‌های ۱ تا ۷ افق آسماری

بر اساس نقشه‌های بدست آمده (شکل ۳-۱۵) محل حداکثر توسعه شکستگی‌ها در افق آسماری در بخش مرکزی محور مخزن و نیمه جنوبی یال جنوب باختری است.

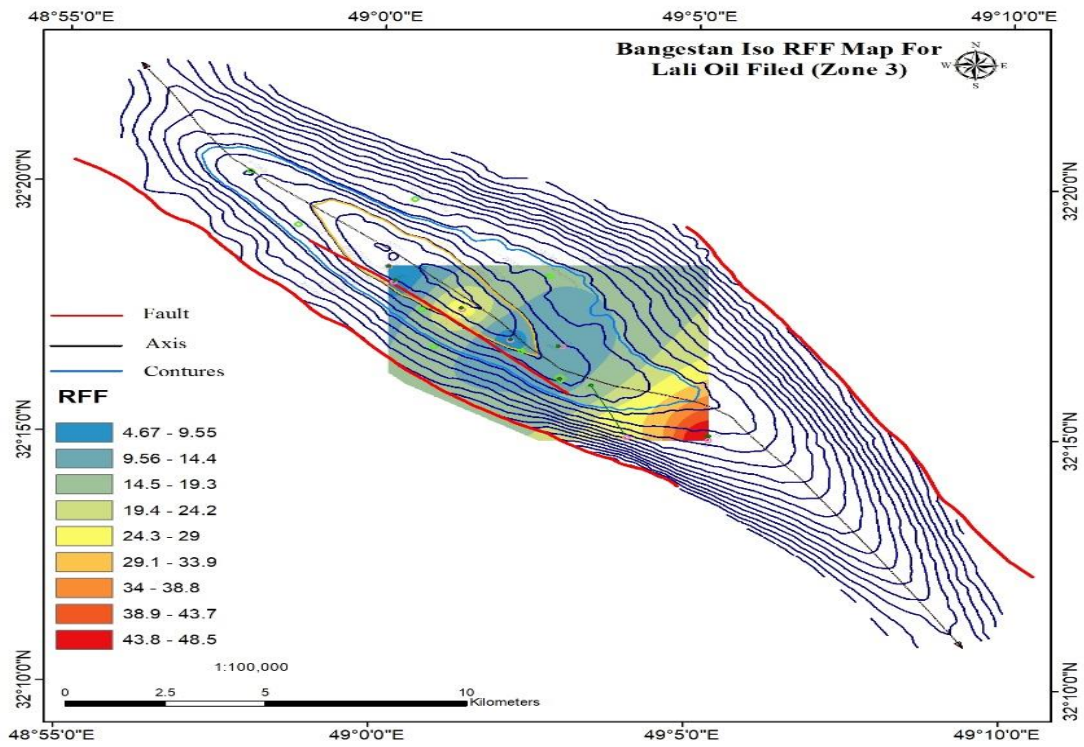
نقشه‌های حاصل از محاسبات روش RFF برای افق بنگستان مخزن لالی در (شکل ۳-۱۶) زیر نمایش داده شده است. بر این اساس محل حداکثر توسعه شکستگی‌ها در افق بنگستان در نیمه جنوبی سطح محور و منطبق بر محل خمش محور به سمت جنوب باختری است. در واقع با افزایش عمق محل حداکثر توسعه شکستگی‌ها دارای جابه جایی به سمت جنوب باختری است.



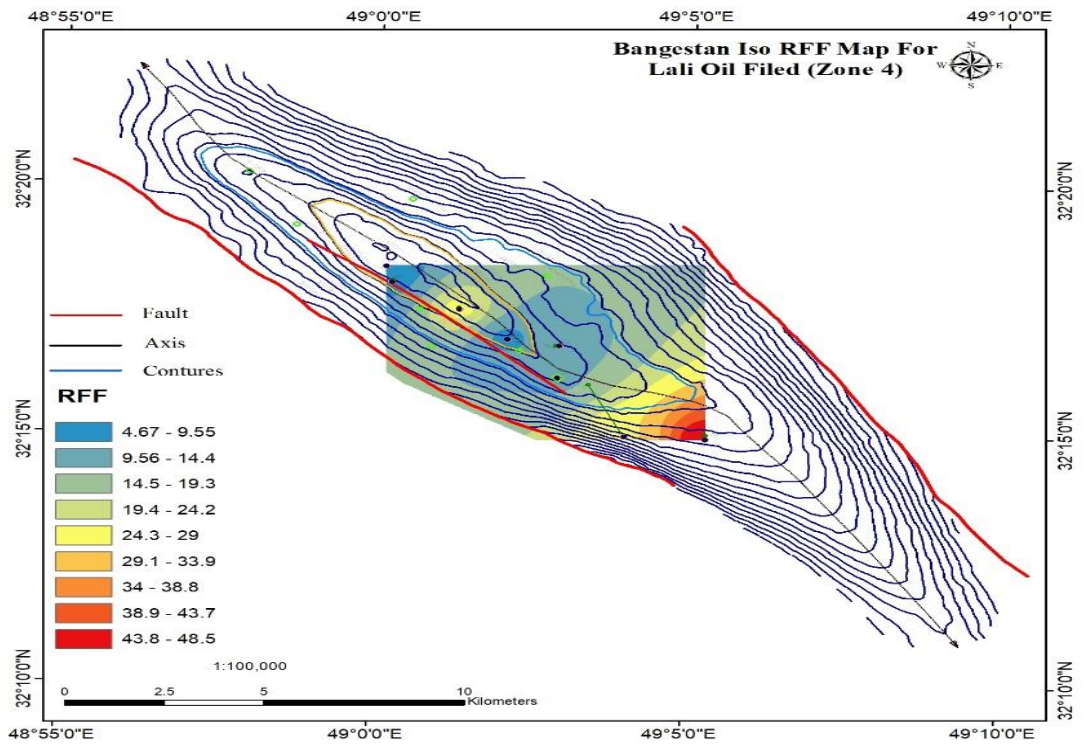
zone 1



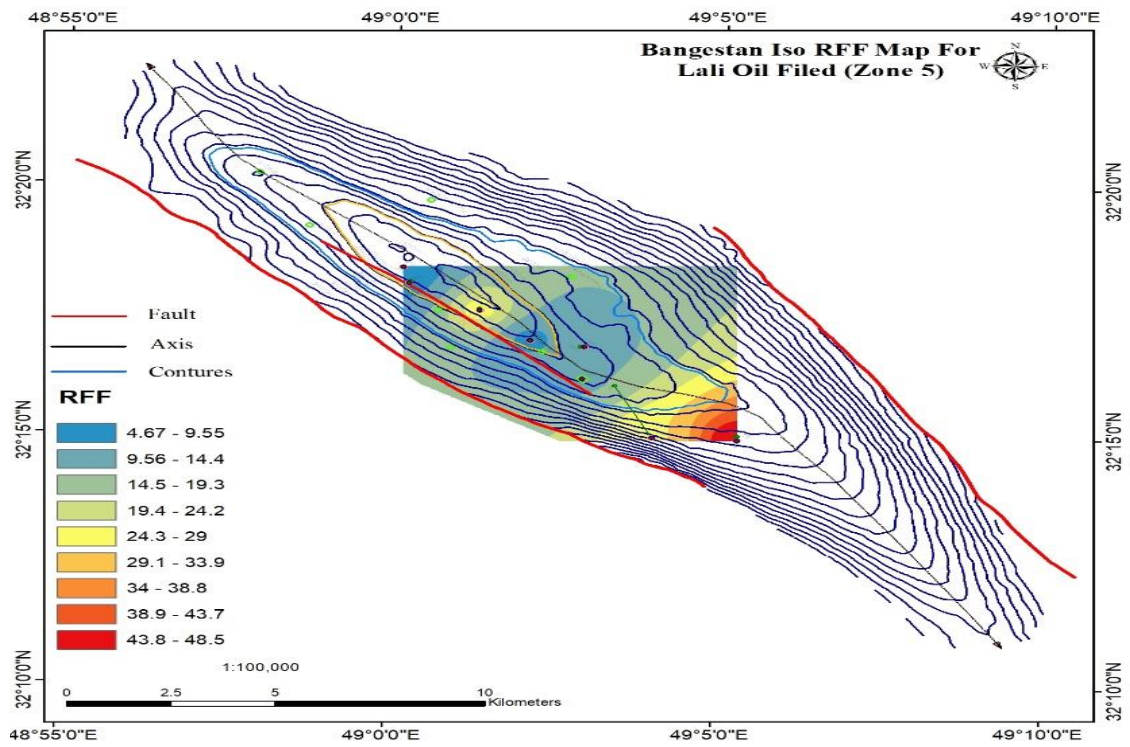
zone 2



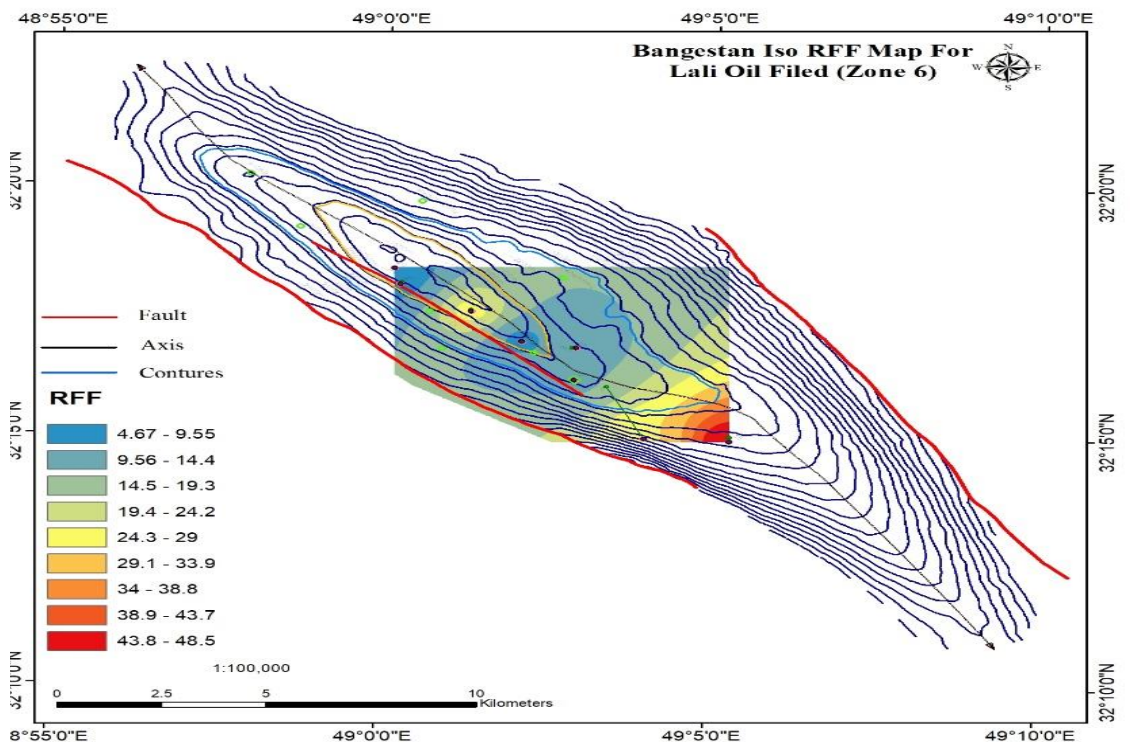
zone 3



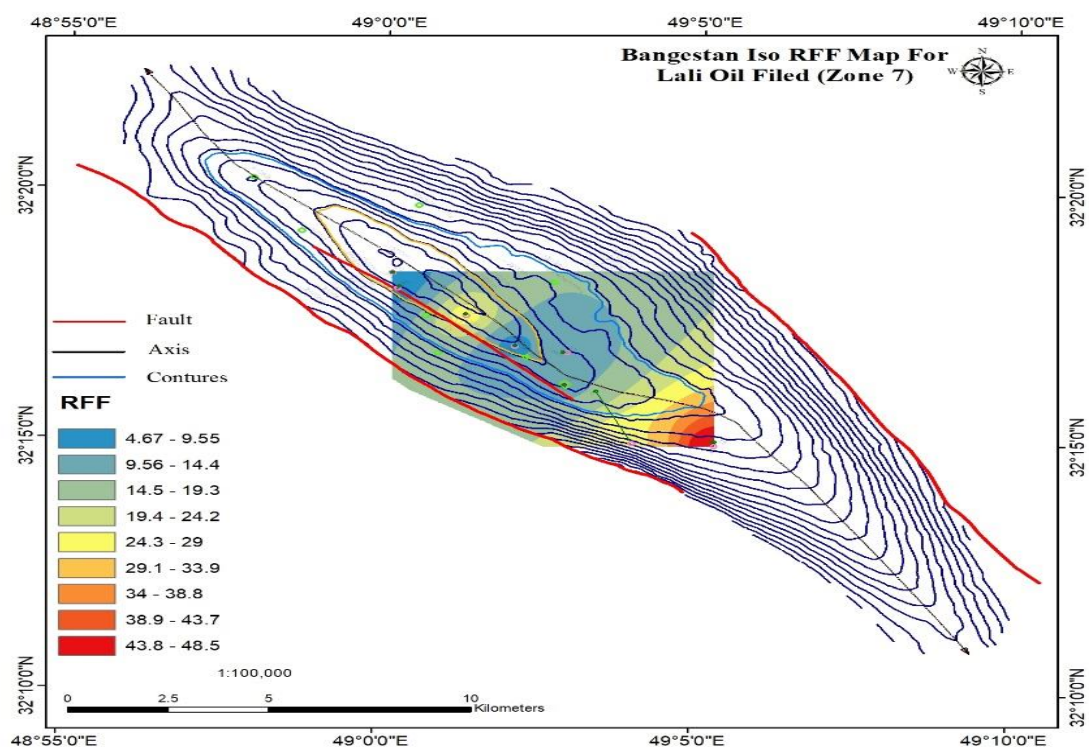
zone 4



zone 5



zone 6



zone 7

شکل (۳-۱۶): نقشه‌های منحنی میزان RFF برای زون‌های ۱ تا ۷ بنگستان

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱ مقدمه:

در فصل قبل تحلیل ساختاری تاقدیس لالی انجام شد و سپس با استفاده از روش‌های مستقیم و غیر مستقیم به تحلیل و بررسی شکستگی‌های زیر سطحی میدان نفتی لالی در افق‌های آسماری و بنگستان و تعیین نواحی با تراکم شکستگی بالا در این افق‌های مخزنی پرداخته شد. در این فصل به جمع بندی نتایج حاصله و ارائه نتایج نهایی و نیز پیشنهادات حاصل از تجربه تحقیق پرداخته می‌شود.

۴-۲ خصوصیات هندسی و تحلیل ساختاری تاقدیس:

۱- با استفاده از برش‌های عرضی تهیه شده بر روی جدیدترین نقشه خطوط تراز زیرسطحی، می‌توان دریافت که تاقدیس زیرسطحی لالی یک چین غیر استوانه‌ای و نامتقارن است.

۲- بر اساس موقعیت محور و سطح محوری، تاقدیس زیرسطحی لالی در محدوده چین با سطح محوری مایل پلانچ‌دار قرار دارد.

۳- بر اساس میل محور چین و زاویه شیب سطح محوری، تاقدیس لالی از نوع چین‌های شیب تند است.

۴- مقایسه برش‌های ساختمانی و گزارشات موجود مربوط به تاقدیس لالی با مدل ارائه شده برای چین‌های مرتبط با گسل، نشان می‌دهد که این تاقدیس می‌تواند از نوع چین‌های انتشار گسلی باشد.

۵- تاقدیس زیرسطحی لالی در طول ساختمان خود دارای دو انحنای محوری است. این انحناها می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی مانند تغییر روند و نرخ لغزش متفاوت در راندگی لالی، عملکرد گسل‌های پی سنگی باشد.

۶- تاقدیس‌های سطحی و زیرسطحی لالی بر یکدیگر منطبق نیستند و محور تاقدیس سطحی، جابه جایی به سمت جنوب باختر را نشان می‌دهد. همچنین دماغه شمال باختری با چرخش ۱۵ درجه‌ای به سمت شمال چرخیده است که می‌تواند ناشی از فعالیت گسل‌های راستالغز پی‌سنگی باشد.

۳-۴ خصوصیات شکستگی‌های تاقدیس لالی:

۱- با توجه به نقشه‌های چگالی شکستگی‌های سطحی، توسعه شکستگی‌ها در یال جنوب باختری و محل حداکثر خمش محوری در شمال باختری و جنوی خاوری تاقدیس سطحی مشاهده می‌شود.

۲- بر اساس نقشه‌های مشتق اول راس مخزن آسماری بیشترین میزان شیب یال‌ها در این مخزن مربوط به گسل‌های تراستی در یال جنوب باختری است. در نقشه مشتق اول راس مخزن بنگستان نیز بیشترین شیب یال‌ها در ارتباط با نیمه جنوب باختری و یال شمال خاوری است. با توجه به نقشه مشتق دوم نیز، بیشترین آهنگ تغییرات شیب و بنابراین استعداد توسعه شکستگی‌های ناشی از انحنای عرضی ساختار، در افق آسماری مربوط به بخش یال جنوب باختری و در افق بنگستان مربوط به بخش میانی و نیمه جنوبی یال جنوب باختری است.

۳- بررسی‌های انجام شده با استفاده از روش دایره محاطی نشان می‌دهد که هر هفت زون مخزن آسماری در میدان نفتی لالی مستعد شکستگی بوده و زون‌های یک و دو این مخزن از استعداد توسعه شکستگی بیشتری نسبت به زون‌های عمیق‌تر برخوردارند. شکستگی‌های باز کششی ناشی از چین خوردگی که از روند محور ساختار تبعیت می‌کنند، بیشتر در کوهانه‌های تاقدیس متمرکز هستند. همچنین بالاترین تراکم شکستگی و عمیق‌ترین شکستگی‌ها را در مناطقی که هر هفت زون دارای شکستگی هستند می‌توان مشخص نمود. بر این اساس پهنه‌های محدوده شکستگی‌های عمیق و پر تراکم در محدوده مرکزی و جنوب خاوری مخزن که از انحنای عرضی بالاتری نسبت به محدوده باختری آن برخوردار است، بیشتر بوده و به دلیل شیب زیادتر یال جنوب باختری، توسعه شکستگی‌ها بخصوص در افق بنگستان متمایل به نیمه جنوب باختری است.

۴- میزان انحنای طولی ساختمان میدان نیز، حکایت از استعداد بالاتر توسعه شکستگی در نیمه جنوب خاوری میدان دارد.

۵- بر اساس روش RFF، مناطقی از ساختار تاقدیس که با عملکرد همزمان انحنای عرضی و طولی همراه

هستند، مستعد تراکم بالای شکستگی شناخته شده و با افزایش عمق از فراوانی شکستگی‌ها کاسته می‌شود. بنابراین حداکثر تراکم شکستگی‌ها در این روش، مربوط به مناطق با عمق کمتر، در کمان بیرونی انحناء محوری تاقدیس می‌باشد.

۶- در مجموع، با مقایسه و انطباق نتایج حاصل از روش‌های مختلف، میتوان نیمه جنوب خاوری میدان، به ویژه کمان بیرونی انحناءهای محوری، کوهانه‌ها و یال پرشیب جنوب باختری را به عنوان نواحی مستعد توسعه شکستگی‌های زیرسطحی در نظر گرفت.

۷- با انطباق نتایج نقشه‌های سطحی و زیر سطحی می‌توان نتیجه گرفت که در نیمه جنوب خاوری میدان عمیق‌ترین شکستگی‌ها توسعه پیدا کرده اند.

۴-۴ پیشنهادات

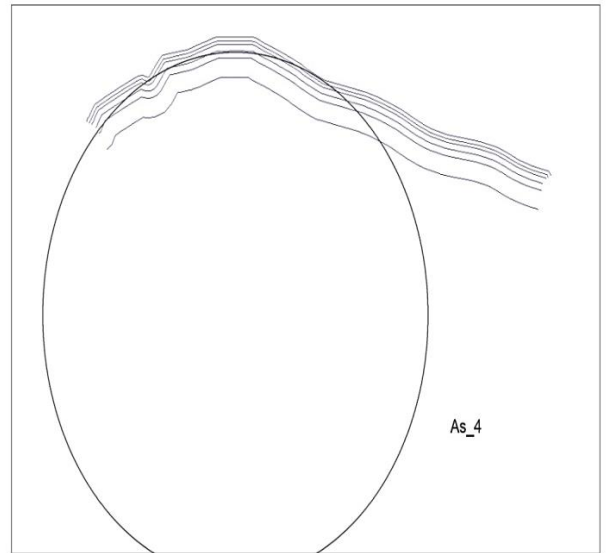
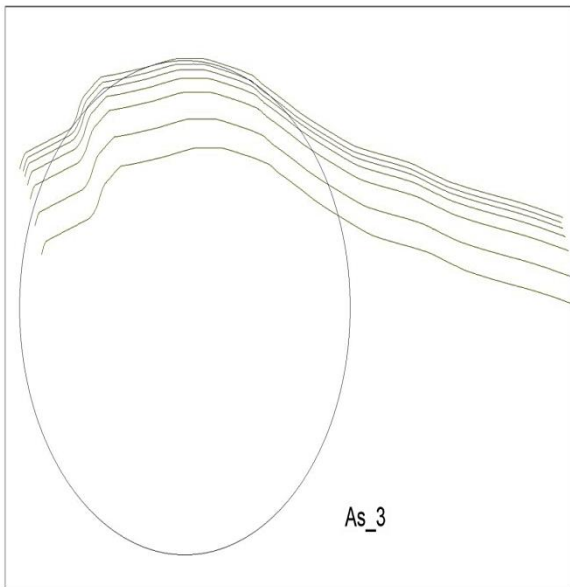
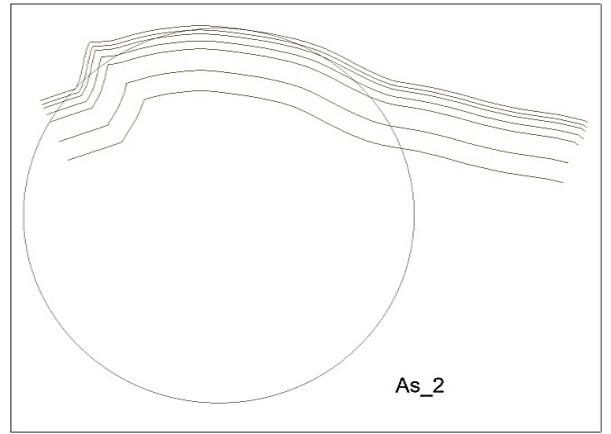
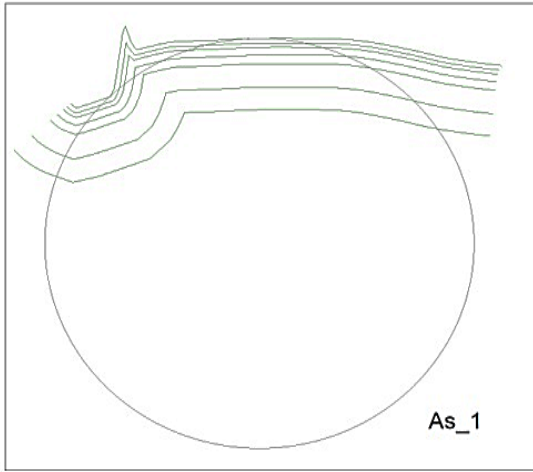
۱- به منظور شناخت دقیق‌تر ساختمان میدان و تعیین سازوکار چین خوردگی در نواحی مختلف آن، پیشنهاد می‌شود عملیات لرزه نگاری سه‌بعدی بر روی این میدان صورت بگیرد.

۲- با توجه به اهمیت شکستگی‌ها در امر تولید، به منظور آگاهی از وضعیت شکستگی‌ها و شیب لایه‌ها، راندن نمودارهای تصویری مد نظر قرار گیرد.

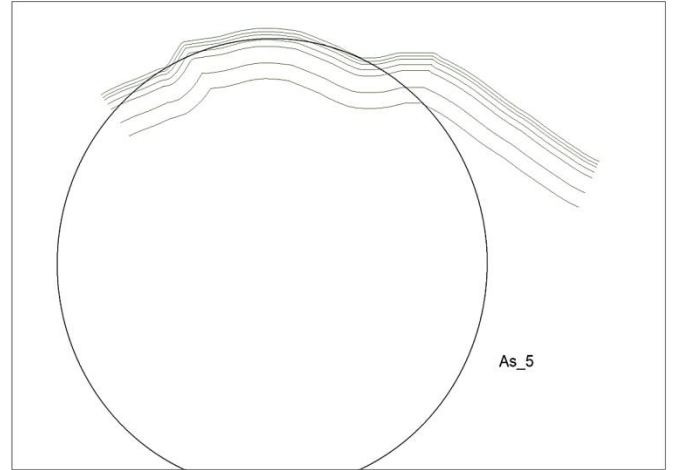
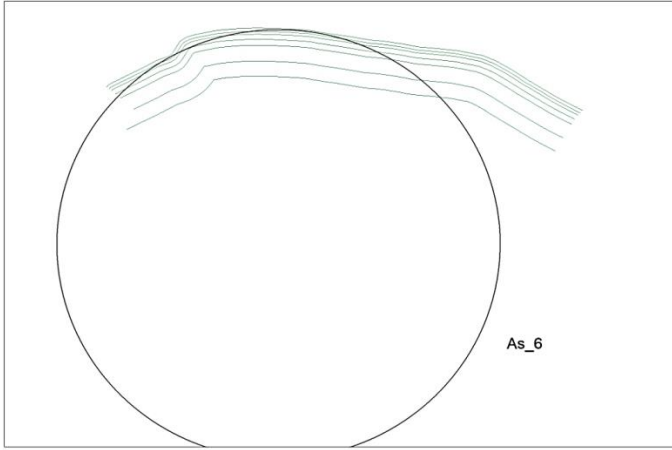
۳- با توجه به شیب زیاد شکستگی‌ها، به منظور استفاده بهینه از ستون مواد هیدروکربوری، حفاری چاه‌های انحرافی و افقی صورت بگیرد.

۴- نواحی مستعد شکستگی در این میدان کمان بیرونی انحناءهای محوری و کوهانه‌های تاقدیس هستند؛ از این رو در برنامه جامع میدان لازم است توجه خاصی به این نواحی صورت گیرد.

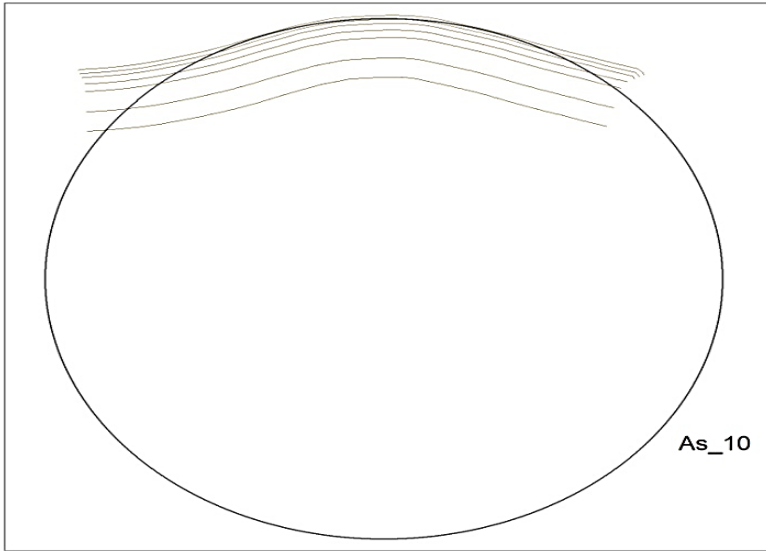
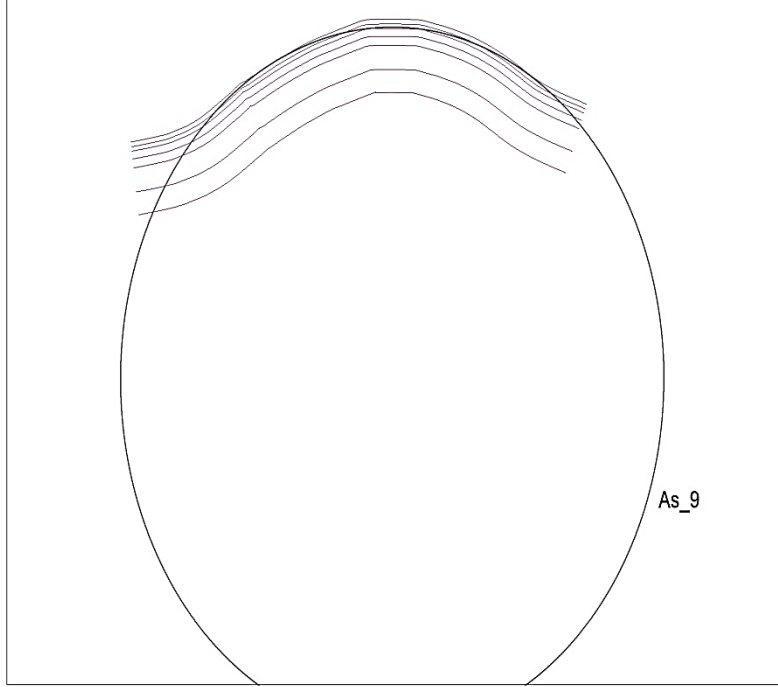
پیوست (۱)



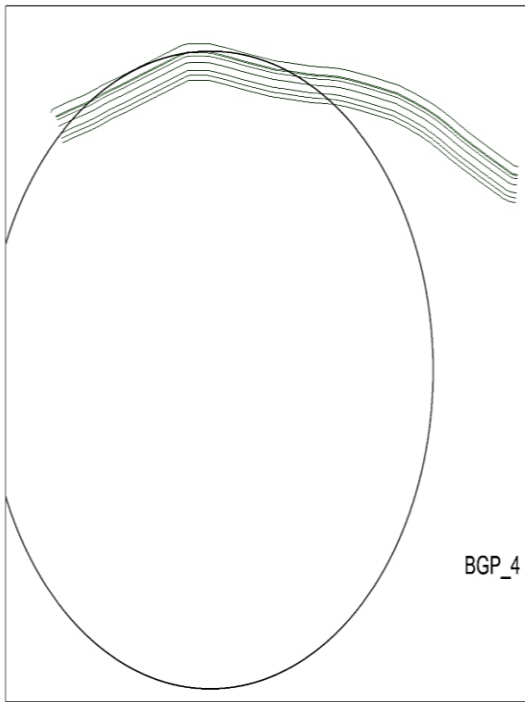
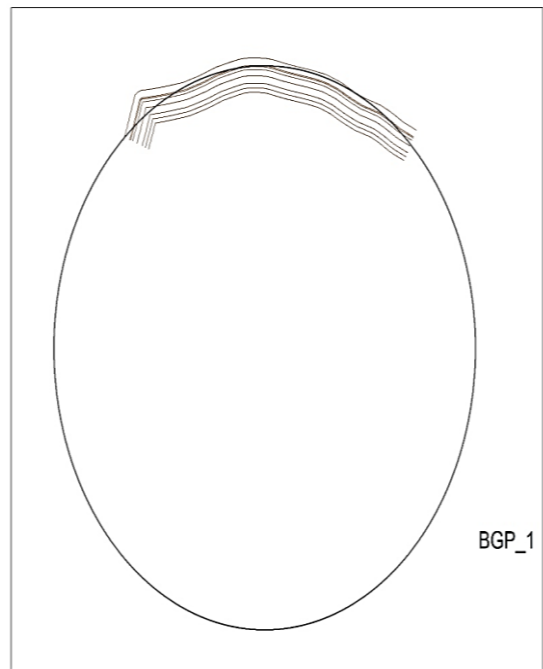
شکل پ۱- مقاطع عرضی رسم شده افق آسماری جهت انجام روش دایره محاطی



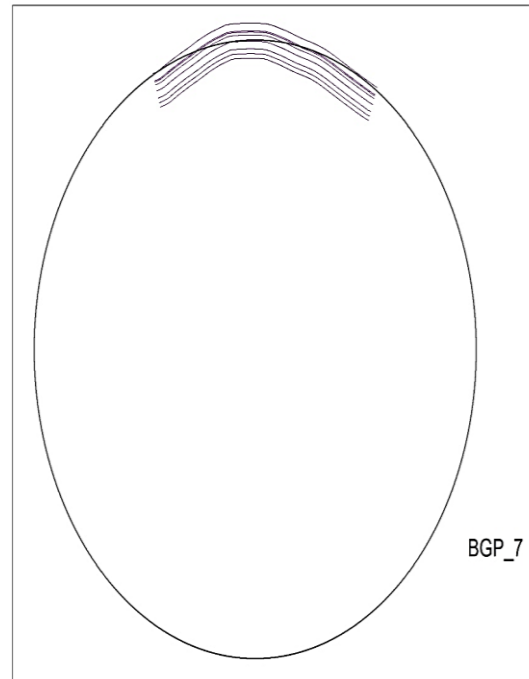
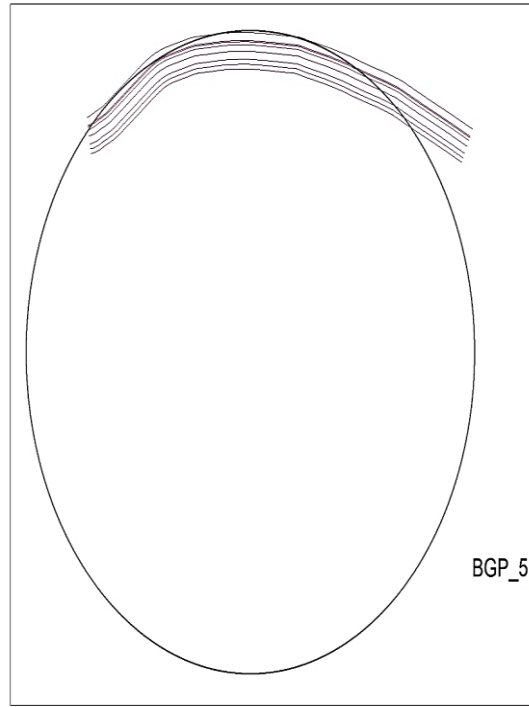
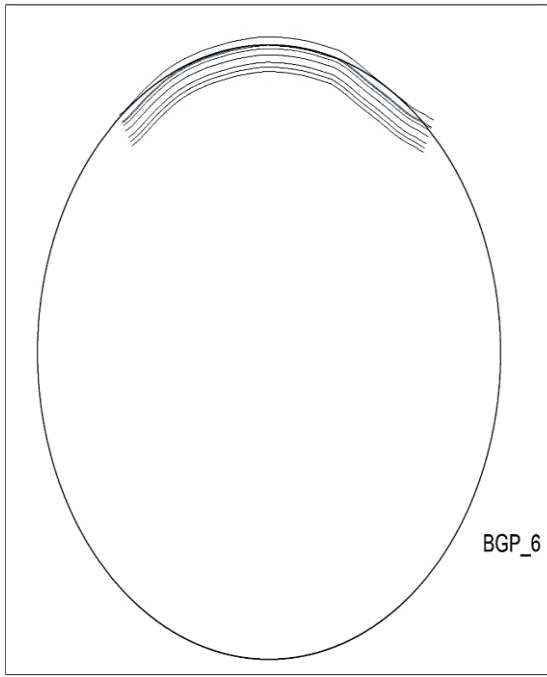
ادامه شکل پ ۱-



ادامه شکل پ ۱-



شکل پ ۲- مقاطع عرضی رسم شده بنگستان جهت انجام روش دایره محاطی



ادامه شکل پ ۲-

پیوست (۲)

جدول ۱-پ ۲: پارامترهای محاسبه شده افق آسماری برای روش RFF

zone	*WELLBORE	L	MID.Zone	DX	Dh	DI	C	S	Bs	R	Dt	Db	a	Br	RFF	Easting	Northing	T
1	LL_001	2/5	25/835	-1270/3	-980	-1595/5	0/42	3	0	3/5	-1244/44	-1627	-1435/7	3/45974	17/4236	316769/46	3573828/8	-51/67
2	LL_001	2/5	81/275	-1377/4	-980	-1595/5	0/58	3	0	3/5	-1296/11	-1627	-1461/6	2/035	7/45962	316769/46	3573828/8	-59/21
3	LL_001	2/5	161/68	-1517	-980	-1595/5	0/79	3	0	3/5	-1355/32	-1627	-1491/2	-0/7609	-1/43	316769/46	3573828/8	-101/6
4	LL_001	2/5	237/87	-1694/8	-980	-1595/5	1/05	3	0	3/5	-1456/92	-1627	-1542	-7/1886	2/84212	316769/46	3573828/8	-50/78
5	LL_001	2/5	289/095	-1796/8	-980	-1595/5	1/19	3	0	3/5	-1507/7	-1627	-1567/4	-15/386	26/1635	316769/46	3573828/8	-51/67
6	LL_001	2/5	317/93	-1877/3	-1044	-1595/5	1/36	3	0	3/5	-1559/37	-1627	-1593/2	-33/608	105/828	316769/46	3573828/8	-6
1	LL_002	2/5	24/4	-1073/5	-1044	-1885	0/03	3	0	3/5	-1049/06	-2591	-1820	3/87341	32/8238	316195/15	3571943/7	-48/8
2	LL_002	2/5	77/35	-1175/2	-1044	-1885	0/14	3	0	3/5	-1097/86	-2591	-1844/4	3/58557	26/9684	316195/15	3571943/7	-57/1
3	LL_002	2/5	152/45	-1307/4	-1044	-1885	0/28	3	0	3/5	-1154/96	-2591	-1873	3/15072	19/7974	316195/15	3571943/7	-93/1
4	LL_002	2/5	230	-1478/1	-1044	-1885	0/46	3	0	3/5	-1248/06	-2591	-1919/5	2/62987	12/3223	316195/15	3571943/7	-62
5	LL_002	2/5	289	-1599/1	-1044	-1885	0/59	3	0	3/5	-1310/06	-2591	-1950/5	2/19508	7/79801	316195/15	3571943/7	-56
6	LL_002	2/5	342/95	-1709	-785	-1885	0/76	3	0	3/5	-1366/06	-2591	-1978/5	1/76022	3/75794	316195/15	3571943/7	-51/9
7	LL_002	2/5	371/45	-1789/4	-785	-1885	0/82	3	0	3/5	-1417/96	-2591	-2004/5	1/46675	2/28716	316195/15	3571943/7	-5/1
1	LL_003	2/5	25/7	-1130/2	-785	-1885	0/28	2	0	3	-1104/46	-1643	-1373/7	3/61823	19/4732	311957/93	3574275/9	-51/4
2	LL_003	2/5	92/385	-1248/2	-785	-1885	0/38	2	0	3	-1155/86	-1643	-1399/4	2/48282	11/5634	311957/93	3574275/9	-81/97
3	LL_003	2/5	182/93	-1420/8	-1670	-1885	-1/04	2	0	3	-1237/83	-1643	-1440/4	0/38808	5/94738	311957/93	3574275/9	-99/12
4	LL_003	2/5	265/54	-1602/5	-1670	-1885	-0/28	2	0	3	-1336/95	-1643	-1490	-2/9411	-28/292	311957/93	3574275/9	-66/1
5	LL_003	2/5	402/935	-1806	-1670	-1885	0/57	2	0	3	-1403/05	-1643	-1523	-9/434	-30/478	311957/93	3574275/9	1403/05
1	LL_004	2/5	0	-2040/9	-1670	-1885	1/55	3	1	3/5	-2040/91	-2481	-2261	4	2800/41	317483/57	3568782/6	0
1	LL_005	2/5	25/675	-1703/2	-1670	-1720/61	0/59	1	0	3	-1677/51	-1988	-1832/8	3/33847	10/264	322509/55	3568264/3	-51/35
2	LL_005	2/5	83/09	-1812	-1670	-1720/61	2/52	1	0	3	-1728/86	-1988	-1858/4	1/4349	-16/401	322509/55	3568264/3	-63/48
3	LL_005	2/5	164/645	-1957	-1670	-1720/61	5/10	1	0	3	-1792/34	-1988	-1890/2	-2/7319	84/0661	322509/55	3568264/3	-99/63
4	LL_005	2/5	241/95	-2133/9	-1670	-1720/61	8/25	1	0	3	-1891/97	-1988	-1940	-16/156	878/384	322509/55	3568264/3	-54/98
5	LL_005	2/5	704/035	-2651	-1670	-1720/61	17/44	1	0	3	-1946/95	-1988	-1967/5	-133/21	16427/4	322509/55	3568264/3	1946/95
1	LL_005WO1	2/5	29/565	-1707/1	-1670	-1720/61	0/66	1	0	3	-1677/51	-1988	-1832/8	3/23824	8/27593	322509/55	3568264/3	-59/13
2	LL_005WO1	2/5	86/995	-1823/6	-1670	-1720/61	2/73	1	0	3	-1736/64	-1988	-1862/3	1/23122	-15/992	322509/55	3568264/3	-55/73
3	LL_005WO1	2/5	164/66	-1957	-1670	-1720/61	5/10	1	0	3	-1792/37	-1988	-1890/2	-2/7335	84/1332	322509/55	3568264/3	-99/6
4	LL_005WO1	2/5	241/95	-2133/9	-857	-1720/61	1/33	1	0	3	-1891/97	-1988	-1940	-16/156	40/0736	322509/55	3568264/3	-54/98
5	LL_005WO1	2/5	704/035	-2651	-857	-1720/61	1/87	1	0	3	-1946/95	-1988	-1967/5	-133/21	868/733	322509/55	3568264/3	1946/95
1	LL_009	2/5	26/83	-1289	-857	-1595/5	0/53	3	0	3/5	-1262/14	-1521	-1391/6	3/17083	13/1389	317235/21	3574977/9	-53/66
2	LL_009	2/5	79/78	-1395/6	-857	-1595/5	0/66	3	0	3/5	-1315/8	-1521	-1418/4	0/88967	2/6751	317235/21	3574977/9	-52/24
3	LL_009	2/5	155/085	-1523/1	-1050	-1595/5	0/78	3	0	3/5	-1368/04	-1521	-1444/5	-4/1111	-7/8927	317235/21	3574977/9	-98/37
4	LL_009	2/5	528/935	-1995/3	-1050	-1595/5	1/56	3	0	3/5	-1466/41	-1521	-1493/7	-73/514	360/018	317235/21	3574977/9	1466/41
1	LL_011	2/5	204/195	-1377/6	-1050	-1885	0/35	2	0	3/5	-1173/41	-2025	-1599/2	2/08175	11/7834	312895/52	3573061/9	-408/39
2	LL_011	2/5	437/98	-2019/8	-1050	-1885	1/05	2	0	3/5	-1581/8	-2025	-1803/4	-3/9058	1/54719	312895/52	3573061/9	-59/18
3	LL_011	2/5	600/505	-2241/5	-1050	-1885	1/28	2	0	3/5	-1640/98	-2025	-1833	-8/5099	21/1645	312895/52	3573061/9	-265/87
4	LL_011	2/5	773/08	-2679/9	-1050	-1885	1/76	2	0	3/5	-1906/85	-2025	-1965/9	-48/346	320/15	312895/52	3573061/9	-79/28
5	LL_011	2/5	180/345	-2166/5	-1050	-1885	1/20	2	0	3/5	-1986/13	-2025	-2005/6	-33/118	58/937	312895/52	3573061/9	1986/13
1	LL_012	2/5	0	-1932/8	-1050	-1596/48	1/45	2	0	3/5	-1932/82	-2110	-2021/4	4	-15/888	312543/07	3579669/4	

ادامه جدول ۱-پ ۲:

1	LL_012	2/5	0	-1932/8	-1050	-1596/48	1/45	2	0	3/5	-1932/82	-2110	-2021/4	4	-15/888	312543/07	3579669/4
1	LL_015	2/5	37/055	-1419/4	-1050	-1885	0/40	2	0	3/5	-1382/31	-1866	-1624/2	3/38713	17/8382	315415/36	3570898/5 -74/11
2	LL_015	2/5	115/515	-1571/9	-1050	-1885	0/56	2	0	3/5	-1456/42	-1866	-1661/2	1/74374	6/67426	315415/36	3570898/5 -82/81
3	LL_015	2/5	222/84	-1762/1	-1050	-1885	0/77	2	0	3/5	-1539/23	-1866	-1702/6	-1/4556	-2/9612	315415/36	3570898/5 -131/84
4	LL_015	2/5	325/875	-1996/9	-1050	-1885	1/02	2	0	3/5	-1671/07	-1866	-1768/5	-9/374	1/69453	315415/36	3570898/5 -74/23
5	LL_015	2/5	401/49	-2146/8	-1050	-1885	1/18	2	0	3/5	-1745/3	-1866	-1805/7	-22/611	36/0411	315415/36	3570898/5 -77
6	LL_015	2/5	471/16	-2293/5	-790	-1885	1/24	2	0	3/5	-1822/3	-1866	-1844/2	-82/254	169/652	315415/36	3570898/5 1822/3
1	LL_015WO1	2/5	34/79	-1423/3	-790	-1885	0/52	2	0	3/5	-1388/5	-1771	-1579/8	3/27237	13/7293	315415/36	3570898/5 -69/58
2	LL_015WO1	2/5	107/64	-1565/7	-790	-1885	0/64	2	0	3/5	-1458/08	-1771	-1614/5	1/24811	3/95801	315415/36	3570898/5 -76/12
3	LL_015WO1	2/5	215/1	-1749/3	-790	-1885	0/79	2	0	3/5	-1534/2	-1771	-1652/6	-3/2669	-6/0468	315415/36	3570898/5 -138/8
4	LL_015WO1	2/5	322/75	-1995/8	-790	-1885	0/99	2	0	3/5	-1673	-1771	-1722	-22/347	-1/7545	315415/36	3570898/5 -76/5
5	LL_015WO1	2/5	513/75	-2263/3	-790	-1885	1/21	2	0	3/5	-1749/5	-1771	-1760/3	-187/16	345/37	315415/36	3570898/5 1749/5
1	LL_015WO1ST1	2/5	0	-1382/3	-780	-1885	0/49	2	0	3/5	-1382/31	-1771	-1576/7	4	17/8301	315415/36	3570898/5
1	LL_015WO1ST2	2/5	0	-1388/5	-780	-1885	0/50	2	0	3/5	-1388/5	-1650	-1519/3	4	17/6536	315415/36	3570898/5
2	LL_015WO1ST3	2/5	0	-1458/1	-780	-1885	0/55	2	0	3/5	-1458/08	-1650	-1554	4	15/6701	315415/36	3570898/5
1	LL_017	2/5	0	-1594	-780	-1596/48	0/90	2	0	3/5	-1594	-1892	-1743	4	3/59553	312120/14	3578800/6
1	LL_020	2/5	24/75	-862/99	-780	-1596/16	0/09	2	0	3	-838/24	-2519	-1678/6	3/8822	26/4519	311916/54	3576091/9 -49/5
2	LL_020	2/5	80/85	-968/59	-780	-1596/16	0/21	2	0	3	-887/74	-2519	-1703/4	3/6035	21/4058	311916/54	3576091/9 -62/7
3	LL_020	2/5	160/09	-1110/5	-1660	-1596/16	7/75	2	0	3	-950/44	-2519	-1734/7	3/18351	-161/07	311916/54	3576091/9 -95/78
4	LL_020	2/5	230/98	-1277/2	-1660	-1596/16	5/40	2	0	3	-1046/22	-2519	-1782/6	2/74534	-90/525	311916/54	3576091/9 -46
5	LL_020	2/5	282/475	-1374/7	-1660	-1596/16	4/02	2	0	3	-1092/22	-2519	-1805/6	2/41615	-54/764	311916/54	3576091/9 -56/99
5	LL_020	2/5	282/475	-1374/7	-1660	-1596/16	4/02	2	0	3	-1092/22	-2519	-1805/6	2/41615	-54/764	311916/54	3576091/9 -56/99
6	LL_020	2/5	334/465	-1483/7	-1660	-1596/16	2/49	2	0	3	-1149/21	-2519	-1834/1	2/04662	-22/806	311916/54	3576091/9 -46/99
7	LL_020	2/5	357/96	-1554/2	-1660	-1596/16	1/49	2	0	3	-1196/2	-2519	-1857/6	1/83514	-6/7728	311916/54	3576091/9
1	LL_021	2/5	30/31	-909/58	-1660	-1596/16	10/58	2	0	3/5	-879/27	-2412	-1645/6	3/8418	-322/01	312046/84	3575500/4 -60/62
2	LL_021	2/5	85/25	-1025/1	-980	-1596/16	0/07	2	0	3/5	-939/89	-2412	-1675/9	3/53672	28/9059	312046/84	3575500/4 -49/26
3	LL_021	2/5	163/13	-1152/3	-980	-1596/16	0/25	2	0	3/5	-989/15	-2412	-1700/6	3/0828	20/1866	312046/84	3575500/4 -106/5
4	LL_021	2/5	239/85	-1335/5	-980	-1596/16	0/52	2	0	3/5	-1095/65	-2412	-1753/8	2/54233	10/6941	312046/84	3575500/4 -46/94
5	LL_021	2/5	292/535	-1435/1	-980	-1596/16	0/66	2	0	3/5	-1142/59	-2412	-1777/3	2/1564	6/32504	312046/84	3575500/4 -58/43
6	LL_021	2/5	346/975	-1548	-980	-1596/16	0/83	2	0	3/5	-1201/02	-2412	-1806/5	1/70781	2/54561	312046/84	3575500/4 -50/45
7	LL_021	2/5	379/185	-1630/7	-980	-1596/16	0/95	2	0	3/5	-1251/47	-2412	-1831/7	1/38613	0/60174	312046/84	3575500/4 -13/97
1	LL_022	2/5	26/465	-1666/9	-1080	-1702/44	0/85	3	0	3	-1640/45	-2010	-1825/2	3/42709	3/89074	306726/29	3581591/2 -52/93
2	LL_022	2/5	82/16	-1775/5	-1080	-1702/44	1/01	3	0	3	-1693/38	-2010	-1851/7	1/92407	-0/0821	306726/29	3581591/2 -58/46
3	LL_022	2/5	154/68	-1906/5	-1080	-1702/44	1/20	3	0	3	-1751/84	-2010	-1880/9	-0/7933	1/16066	306726/29	3581591/2 -86/58
4	LL_022	2/5	219/555	-2058	-1080	-1702/44	1/41	3	0	3	-1838/42	-2010	-1924/2	-6/2369	19/3686	306726/29	3581591/2 -43/17
5	LL_022	2/5	270/635	-2152/2	-1080	-1702/44	1/55	3	0	3	-1881/59	-2010	-1945/8	-12/861	53/0835	306726/29	3581591/2 -58/99
6	LL_022	2/5	326/625	-2267/2	-1080	-1702/44	1/72	3	0	3	-1940/58	-2010	-1975/3	-33/64	180/799	306726/29	3581591/2 -52/99
7	LL_022	2/5	355/87	-2349/4	-790	-1702/44	1/54	3	0	3	-1993/57	-2010	-2001/8	-169/28	683/256	306726/29	3581591/2 -5/5
1	LL_023	2/5	25/265	-1066/6	-790	-1885	0/23	3	0	3/5	-1041/35	-2439	-1740/2	3/85539	26/0649	316251/65	3573126/9 -50/53
2	LL_023	2/5	80/28	-1172/2	-790	-1885	0/31	3	0	3/5	-1091/88	-2439	-1765/4	3/52325	21/1451	316251/65	3573126/9 -59/5
3	LL_023	2/5	158/345	-1309/7	-790	-1885	0/43	3	0	3/5	-1151/38	-2439	-1795/2	3/0162	15/118	316251/65	3573126/9 -96/63
4	LL_023	2/5	230/21	-1478/2	-790	-1885	0/57	3	0	3/5	-1248/01	-2439	-1843/5	2/45366	9/32505	316251/65	3573126/9 -47/1

ادامہ جدول ۱-۲:

4	LL_023	2/5	230/21	-1478/2	-790	-1885	0/57	3	0	3/5	-1248/01	-2439	-1843/5	2/45366	9/32505	316251/65	3573126/9	-47/1
5	LL_023	2/5	282/46	-1577/6	-790	-1885	0/65	3	0	3/5	-1295/11	-2439	-1867/1	2/02457	6/24775	316251/65	3573126/9	-57/4
6	LL_023	2/5	334/835	-1687/3	-780	-1885	0/74	3	0	3/5	-1352/51	-2439	-1895/8	1/53456	3/50435	316251/65	3573126/9	-47/35
7	LL_023	2/5	359/605	-1759/5	-780	-1885	0/80	3	0	3/5	-1399/86	-2439	-1919/4	1/23152	2/17936	316251/65	3573126/9	-2/19
1	LL_024	2/5	25/275	-1392/6	-780	-1595/5	0/68	3	0	3	-1367/37	-1745	-1556/2	3/46456	8/4156	318718/42	3573650/4	-50/55
2	LL_024	2/5	82/42	-1500/3	-780	-1595/5	0/79	3	0	3	-1417/92	-1745	-1581/5	1/9841	3/05086	318718/42	3573650/4	-63/74
3	LL_024	2/5	161/605	-1643/3	-780	-1595/5	0/95	3	0	3	-1481/66	-1745	-1613/3	-0/9094	-0/3225	318718/42	3573650/4	-94/63
4	LL_024	2/5	229/905	-1806/2	-780	-1595/5	1/13	3	0	3	-1576/29	-1745	-1660/6	-6/9018	6/86003	318718/42	3573650/4	-41/97
5	LL_024	2/5	280/6	-1898/9	-780	-1595/5	1/23	3	0	3	-1618/26	-1745	-1681/6	-13/712	24/1459	318718/42	3573650/4	-59/42
6	LL_024	2/5	337/04	-2014/7	-780	-1595/5	1/36	3	0	3	-1677/68	-1745	-1711/3	-36/052	98/06	318718/42	3573650/4	-53/46
7	LL_024	2/5	364/765	-2095/9	-780	-1595/5	1/45	3	0	3	-1731/14	-1745	-1738/1	-206/54	700/575	318718/42	3573650/4	-1/99
1	LL_025	2/5	18/405	-1347/8	-780	-1595/5	0/63	2	0	3/5	-1329/43	-1690	-1509/7	3/59165	11/7325	315494/84	3576761/6	-36/81
2	LL_025	2/5	68/16	-1434/4	-1280	-1595/5	0/44	2	0	3/5	-1366/24	-1690	-1528/1	2/31579	11/3384	315494/84	3576761/6	-62/7
3	LL_025	2/5	140/755	-1569/7	-1280	-1595/5	0/83	2	0	3/5	-1428/94	-1690	-1559/5	-0/3133	-0/476	315494/84	3576761/6	-82/49
4	LL_025	2/5	202/15	-1713/6	-1280	-1595/5	1/24	2	0	3/5	-1511/43	-1690	-1600/7	-5/0564	10/4785	315494/84	3576761/6	-40/3
5	LL_025	2/5	253/64	-1805/4	-1280	-1595/5	1/50	2	0	3/5	-1551/73	-1690	-1620/9	-10/675	46/5799	315494/84	3576761/6	-62/68
6	LL_025	2/5	312/24	-1926/7	-1280	-1595/5	1/84	2	0	3/5	-1614/41	-1690	-1652/2	-29/046	214/666	315494/84	3576761/6	-54/52
7	LL_025	2/5	341/25	-2010/2	-1280	-1595/5	2/08	2	0	3/5	-1668/93	-1690	-1679/5	-125/57	1189/83	315494/84	3576761/6	-3/5
1	LL_026ST1	2/5	22/115	-1184/7	-1280	-1885	-0/14	2	0	3	-1162/54	-1704	-1433/3	3/67325	31/4569	310658/06	3574928/9	-44/23
2	LL_026ST1	2/5	74/095	-1280/9	-1280	-1885	0/00	2	0	3	-1206/77	-1704	-1455/4	2/80788	21/032	310658/06	3574928/9	-59/73
3	LL_026ST1	2/5	157/12	-1423/6	-1670	-1885	-1/03	2	0	3	-1266/5	-1704	-1485/3	1/12695	17/1693	310658/06	3574928/9	-106/32

ادامہ جدول ۱-پ ۲:

3	LL_026ST1	2/5	157/12	-1423/6	-1670	-1885	-1/03	2	0	3	-1266/5	-1704	-1485/3	1/12695	17/1693	310658/06	3574928/9	-106/32
4	LL_026ST1	2/5	237/27	-1610/1	-1670	-1885	-0/25	2	0	3	-1372/82	-1704	-1538/4	-1/7315	-16/243	310658/06	3574928/9	-53/98
5	LL_026ST1	2/5	449/14	-1875/9	-1670	-1885	0/86	2	0	3	-1426/8	-1704	-1565/4	-8/9622	-9/2709	310658/06	3574928/9	1426/8
1	LL_026ST2	2/5	24/34	-1198/9	-1670	-1885	-1/97	2	0	3	-1174/52	-1699	-1436/8	3/62874	80/8904	310658/06	3574928/9	-48/68
2	LL_026ST2	2/5	80/945	-1304/1	-1670	-1885	-1/53	2	0	3	-1223/2	-1699	-1461/1	2/63901	50/1046	310658/06	3574928/9	-64/53
3	LL_026ST2	2/5	215/525	-1503/3	-1820	-1885	-4/39	2	0	3	-1287/73	-1699	-1493/4	-0/1924	-7/7707	310658/06	3574928/9	-204/63
4	LL_026ST2	2/5	341/33	-1833/7	-1820	-1885	0/19	2	0	3	-1492/36	-1699	-1595/7	-9/2145	-56/009	310658/06	3574928/9	-46/98
5	LL_026ST2	2/5	414/795	-1954/1	-1820	-1885	1/86	2	0	3	-1539/34	-1699	-1619/2	-16/784	107/911	310658/06	3574928/9	-99/95
6	LL_026ST2	2/5	354/875	-1994/2	-1820	-1885	2/41	2	0	3	-1639/29	-1699	-1669/1	-43/546	460/999	310658/06	3574928/9	1639/29
1	LL_027	2/5	27/125	-1539/9	-1820	-1885	-3/88	3	0	3	-1512/81	-1753	-1632/9	3/09655	113/283	319279/25	3569190/5	-54/25
2	LL_027	2/5	88/11	-1655/2	-1820	-1885	-2/28	3	0	3	-1567/06	-1753	-1660	0/2091	5/1474	319279/25	3569190/5	-67/72
3	LL_027	2/5	168/21	-1803	-870	-1885	0/83	3	0	3	-1634/78	-1753	-1693/9	-7/3828	-9/5636	319279/25	3569190/5	-92/48
4	LL_027	2/5	649/18	-2376/4	-870	-1885	1/34	3	0	3	-1727/26	-1753	-1740/1	-197/77	498/012	319279/25	3569190/5	1727/26
1	_L_027WO1ST:	2/5	0	-1467	-870	-1885	0/53	3	0	3	-1467	-1550	-1508/5	4	14/1192	319279/25	3569190/5	
1	_L_027WO1ST:	2/5	24/095	-1492/1	-870	-1885	0/55	3	0	3	-1467/97	-1620	-1544	2/73209	9/18834	319279/25	3569190/5	-48/19
2	_L_027WO1ST:	2/5	67/095	-1583/3	-870	-1885	0/63	3	0	3	-1516/16	-1620	-1568/1	-1/1691	-3/2229	319279/25	3569190/5	-37/81
3	_L_027WO1ST:	2/5	116/515	-1670/5	-870	-1885	0/71	3	0	3	-1553/97	-1620	-1587	-10/117	-22/02	319279/25	3569190/5	-61/03
4	_L_027WO1ST:	2/5	660/47	-2275/5	-880	-1885	1/25	3	0	3	-1615	-1620	-1617/5	-1052/8	1971/34	319279/25	3569190/5	1615
1	LL_028	2/5	26/47	-1770/1	-880	-1884/65	0/80	1	0	3	-1743/65	-2172	-1957/8	3/50564	5/32688	320872/55	3567329/4	-52/94
2	LL_028	2/5	87/86	-1884/5	-880	-1884/65	0/90	1	0	3	-1796/59	-2172	-1984/3	2/1277	1/59868	320872/55	3567329/4	-69/84
3	LL_028	2/5	178/885	-2045/3	-880	-1884/65	1/04	1	0	3	-1866/43	-2172	-2019/2	-0/6833	0/22511	320872/55	3567329/4	-112/21
3	LL_028	2/5	178/885	-2045/3	-880	-1884/65	1/04	1	0	3	-1866/43	-2172	-2019/2	-0/6833	0/22511	320872/55	3567329/4	-112/21
4	LL_028	2/5	269/985	-2248/6	-880	-1884/65	1/23	1	0	3	-1978/64	-2172	-2075/3	-7/1703	12/1567	320872/55	3567329/4	-69/99
5	LL_028	2/5	334/48	-2383/1	-880	-1884/65	1/35	1	0	3	-2048/63	-2172	-2110/3	-17/69	45/9751	320872/55	3567329/4	-59
6	LL_028	2/5	689/835	-2797/5	-1070	-1884/65	1/91	1	0	3	-2107/63	-2172	-2139/8	-81/734	556/878	320872/55	3567329/4	2107/63
1	LL_029	2/5	24/76	-2118/8	-1070	-1882/47	1/16	1	0	3	-2094/08	-2499	-2296/5	3/51082	-4/2612	321713/72	3566185/1	-49/52
2	LL_029	2/5	84/98	-2228/6	-1070	-1882/47	1/28	1	0	3	-2143/6	-2499	-2321/3	2/08711	-4/4361	321713/72	3566185/1	-70/92
3	LL_029	2/5	169/875	-2384/4	-1070	-1882/47	1/46	1	0	3	-2214/52	-2499	-2356/8	-0/7771	2/65778	321713/72	3566185/1	-98/87
4	LL_029	2/5	247/36	-2560/8	-1070	-1882/47	1/65	1	0	3	-2313/39	-2499	-2406/2	-6/6615	32/5422	321713/72	3566185/1	-56/1
5	LL_029	2/5	304/11	-2673/6	-820	-1882/47	1/57	1	0	3	-2369/49	-2499	-2434/2	-14/785	63/2236	321713/72	3566185/1	-57/4
6	LL_029	2/5	358/395	-2785/3	-820	-1882/47	1/66	1	0	3	-2426/89	-2499	-2462/9	-35/761	178/292	321713/72	3566185/1	-51/17
7	LL_029	2/5	312/54	-2790/6	-820	-1882/47	1/67	1	0	3	-2478/06	-2499	-2488/5	-115/4	579/263	321713/72	3566185/1	-5/68
1	LL_030	2/5	20/645	-1294/7	-820	-1595/5	0/55	3	0	3/5	-1274/03	-1648	-1461	3/55836	13/9836	317015/53	3575234/5	-41/29
2	LL_030	2/5	73/17	-1388/5	-820	-1595/5	0/66	3	0	3/5	-1315/32	-1648	-1481/7	2/24047	6/67018	317015/53	3575234/5	-63/76
3	LL_030	2/5	151/255	-1530/3	-820	-1595/5	0/82	3	0	3/5	-1379/08	-1648	-1513/5	-0/4996	-0/7678	317015/53	3575234/5	-92/41
4	LL_030	2/5	218/11	-1689/6	-1090	-1595/5	1/07	3	0	3/5	-1471/49	-1648	-1559/7	-5/8854	3/478	317015/53	3575234/5	-41/3
5	LL_030	2/5	268/885	-1781/7	-1090	-1595/5	1/23	3	0	3/5	-1512/79	-1648	-1580/4	-11/909	24/1203	317015/53	3575234/5	-60/25
6	LL_030	2/5	324/165	-1897/2	-1090	-1595/5	1/44	3	0	3/5	-1573/04	-1648	-1610/5	-30/596	117/035	317015/53	3575234/5	-50/31
7	LL_030	2/5	289/2	-1912/6	-1090	-1595/5	1/46	3	0	3/5	-1623/35	-1648	-1635/7	-89/858	365/201	317015/53	3575234/5	-3/63
1	LL_031	2/5	22/48	-910/38	-1090	-1885	-0/20	2	0	3/5	-887/9	-2759	-1823/5	3/90389	41/105	314950/44	3573364/1	-44/96
2	LL_031	2/5	75/9	-1008/8	-1090	-1885	-0/09	2	0	3/5	-932/86	-2759	-1845/9	3/6675	35/0419	314950/44	3573364/1	-61/88
3	LL_031	2/5	154/36	-1149/1	-1250	-1885	-0/14	2	0	3/5	-994/74	-2759	-1876/9	3/30006	33/0049	314950/44	3573364/1	-95/04

ادامہ جدول ۱-۲:

3	LL_031	2/5	154/36	-1149/1	-1250	-1885	-0/14	2	0	3/5	-994/74	-2759	-1876/9	3/30006	33/0049	314950/44	3573364/1	-95/04
4	LL_031	2/5	224/735	-1314/5	-1250	-1885	0/09	2	0	3/5	-1089/78	-2759	-1924/4	2/92292	23/237	314950/44	3573364/1	-45/71
5	LL_031	2/5	276/68	-1412/2	-1250	-1885	0/23	2	0	3/5	-1135/49	-2759	-1947/2	2/63663	17/7678	314950/44	3573364/1	-58/18
6	LL_031	2/5	333/31	-1527	-1250	-1885	0/39	2	0	3/5	-1193/67	-2759	-1976/3	2/29654	12/2061	314950/44	3573364/1	-55/08
7	LL_031	2/5	296/16	-1544/9	-1250	-1885	0/42	2	0	3/5	-1248/75	-2759	-2003/9	2/4312	12/3813	314950/44	3573364/1	-5/5
1	LL_032	2/5	22/235	-1360/3	-1250	-1885	0/16	3	0	3	-1338/07	-1746	-1542	3/56394	22/5507	308358/05	3576871/6	-44/47
2	LL_032	2/5	72/05	-1454/6	-1180	-1885	0/35	3	0	3	-1382/54	-1746	-1564/3	2/41413	11/7591	308358/05	3576871/6	-55/16
3	LL_032	2/5	140/66	-1578/4	-1180	-1885	0/51	3	0	3	-1437/77	-1746	-1591/9	0/35005	1/29025	308358/05	3576871/6	-82/06
4	LL_032	2/5	209/57	-1729/3	-1180	-1885	0/70	3	0	3	-1519/76	-1746	-1632/9	-3/4105	-7/6412	308358/05	3576871/6	-55/76
5	LL_032	2/5	297/895	-1873/4	-1180	-1885	0/89	3	0	3	-1575/52	-1746	-1660/8	-9/9791	-8/5912	308358/05	3576871/6	-120/89
6	LL_032	2/5	489/865	-2186/3	-1180	-1885	1/28	3	0	3	-1696/41	-1746	-1721/2	-75/026	160/147	308358/05	3576871/6	1696/41
1	LL_033	2/5	24/205	-855/01	-980	-1885	-0/12	2	0	3/5	-830/8	-2725	-1777/9	3/89777	38/345	313746/33	3574487/6	-48/41
2	LL_033	2/5	78/93	-958/14	-980	-1885	-0/02	2	0	3/5	-879/21	-2725	-1802/1	3/6579	32/7024	313746/33	3574487/6	-61/04
3	LL_033	2/5	158/62	-1098/9	-980	-1885	0/12	2	0	3/5	-940/25	-2725	-1832/6	3/289	25/3767	313746/33	3574487/6	-98/34
4	LL_033	2/5	231/755	-1270/3	-980	-1885	0/29	2	0	3/5	-1038/59	-2725	-1881/8	2/9006	18/0519	313746/33	3574487/6	-47/93
5	LL_033	2/5	283/69	-1370/2	-980	-1885	0/39	2	0	3/5	-1086/52	-2725	-1905/8	2/61486	14/0014	313746/33	3574487/6	-55/94
6	LL_033	2/5	336/13	-1478/6	-980	-1885	0/50	2	0	3/5	-1142/46	-2725	-1933/7	2/30081	10/1499	313746/33	3574487/6	-48/94
7	LL_033	2/5	292/23	-1483/6	-980	-1885	0/50	2	0	3/5	-1191/4	-2725	-1958/2	2/47559	10/8123	313746/33	3574487/6	-8/49
1	LL_034ST2	2/5	23/655	-1425/7	-900	-1885	0/48	3	0	3/5	-1402/02	-2349	-1875/5	3/80016	17/2804	317850/63	3569759/2	-47/31
2	LL_034ST2	2/5	71/53	-1520/9	-900	-1885	0/57	3	0	3/5	-1449/33	-2349	-1899/2	3/36394	12/7368	317850/63	3569759/2	-48/44
3	LL_034ST2	2/5	130/56	-1628/3	-900	-1885	0/67	3	0	3/5	-1497/77	-2349	-1923/4	2/77298	8/11666	317850/63	3569759/2	-69/62

LL_034ST2	2/5	183/78	-1751/2	-900	-1885	0/78	3	0	3/5	-1567/39	-2349	-1958/2	2/11896	4/12129	317850/63	3569759/2	-36/82
LL_034ST2	2/5	221/445	-1825/7	-900	-1885	0/85	3	0	3/5	-1604/21	-2349	-1976/6	1/6214	2/18801	317850/63	3569759/2	-38/51
LL_034ST2	2/5	257/675	-1900/4	-900	-1885	0/91	3	0	3/5	-1642/72	-2349	-1995/9	1/08133	0/81307	317850/63	3569759/2	-33/95
LL_034ST2	2/5	210/065	-1886/7	-900	-1885	0/90	3	0	3/5	-1676/67	-2349	-2012/8	1/50045	1/29208	317850/63	3569759/2	-12/76
LL_035	2/5	26/595	-1362/8	-1080	-1885	0/32	3	0	3	-1336/22	-3462	-2399/1	3/89991	20/001	319887/65	3569640/7	-53/19
LL_035	2/5	86/76	-1476/2	-1080	-1885	0/44	3	0	3	-1389/41	-3462	-2425/7	3/66511	15/3131	319887/65	3569640/7	-67/14
LL_035	2/5	167/54	-1624/1	-1080	-1885	0/61	3	0	3	-1456/55	-3462	-2459/3	3/33166	9/7876	319887/65	3569640/7	-94/42
LL_035	2/5	242/2	-1793/2	-1080	-1885	0/80	3	0	3	-1550/97	-3462	-2506/5	2/9861	4/53888	319887/65	3569640/7	-54/9
LL_035	2/5	298/85	-1904/7	-1080	-1885	0/92	3	0	3	-1605/87	-3462	-2533/9	2/71194	1/58553	319887/65	3569640/7	-58/4
LL_035	2/5	352/48	-2016/8	-1080	-1885	1/05	3	0	3	-1664/27	-3462	-2563/1	2/43144	-0/8625	319887/65	3569640/7	-48/86
LL_035	2/5	326/805	-2039/9	-1080	-1885	1/07	3	0	3	-1713/13	-3462	-2587/6	2/50507	-1/3756	319887/65	3569640/7	-59/36
LL_036	2/5	21/95	-1480/7	-880	-1885	0/54	3	0	3	-1458/7	-1907	-1682/9	3/6083	12/5056	318751	3569656	-43/9
LL_036	2/5	61/975	-1564/6	-880	-1885	0/61	3	0	3	-1502/6	-1907	-1704/8	2/77399	8/05041	318751	3569656	-36/15
LL_036	2/5	134/275	-1673	-880	-1885	0/71	3	0	3	-1538/75	-1907	-1722/9	1/08296	2/35404	318751	3569656	-108/45
LL_036	2/5	223/575	-1870/8	-880	-1885	0/89	3	0	3	-1647/2	-1907	-1777/1	-2/8845	-2/439	318751	3569656	-70/15
LL_036	2/5	316/97	-2034/3	-880	-1885	1/03	3	0	3	-1717/35	-1907	-1812/2	-9/3707	2/36982	318751	3569656	-116/64
LL_036	2/5	541/705	-2375/7	-880	-1885	1/34	3	0	3	-1833/99	-1907	-1870/5	-55/357	140/923	318751	3569656	1833/99

جدول ۲- پ ۲: پارامترهای محاسبه شده بنگستان برای روش RFF

zone	WELLBOR	L	MID.Zone	DX	Dh	DI	C	S	Bs	R	Dt	Db	a	Br	RFF	Easting	Northing	T
1	LL_002	2/5	45/5	-2120/5	-2093	-2268	0/14143	3	0	3/5	-2075	-2591	-2333	3/29457	24/7505	316195/15	3571943/7	91
2	LL_002	2/5	98	-2173	-2093	-2268	0/41143	3	0	3/5	-2075	-2591	-2333	2/48062	12/7752	316195/15	3571943/7	14
3	LL_002	2/5	126	-2201	-2093	-2268	0/55543	3	0	3/5	-2075	-2591	-2333	2/04651	7/96093	316195/15	3571943/7	42
4	LL_002	2/5	195	-2270	-2093	-2268	0/91029	3	0	3/5	-2075	-2591	-2333	0/97674	0/76674	316195/15	3571943/7	96
5	LL_002	2/5	309/5	-2384/5	-2093	-2268	1/49914	3	0	3/5	-2075	-2591	-2333	-0/7984	3/48723	316195/15	3571943/7	133
6	LL_002	2/5	376	-2451	-2093	-2268	1/84114	3	0	3/5	-2075	-2591	-2333	-1/8295	13/4648	316195/15	3571943/7	0
7	LL_002	2/5	376	-2451	-2093	-2268	1/84114	3	0	3/5	-2075	-2591	-2333	-1/8295	13/4648	316195/15	3571943/7	0
1	LL_020	2/5	51/5	-1880/5	-1808	-2268	0/14185	2	0	3	-1829	-2519	-2174	3/4029	21/9015	311916/54	3576091/93	103
2	LL_020	2/5	129	-1958	-1808	-2268	0/29348	2	0	3	-1829	-2519	-2174	2/50435	13/2703	311916/54	3576091/93	52
3	LL_020	2/5	164/5	-1993/5	-1808	-2268	0/36293	2	0	3	-1829	-2519	-2174	2/09275	9/99915	311916/54	3576091/93	19
4	LL_020	2/5	219/5	-2048/5	-1808	-2268	0/47054	2	0	3	-1829	-2519	-2174	1/45507	5/77798	311916/54	3576091/93	91
5	LL_020	2/5	343/5	-2172/5	-1808	-2268	0/71315	2	0	3	-1829	-2519	-2174	0/01739	0/03741	311916/54	3576091/93	157
6	LL_020	2/5	480	-2309	-1808	-2268	0/98022	2	0	3	-1829	-2519	-2174	-1/5652	-0/2322	311916/54	3576091/93	116
7	LL_020	2/5	598/5	-2427/5	-1808	-2268	1/21207	2	0	3	-1829	-2519	-2174	-2/9391	4/67466	311916/54	3576091/93	121
1	LL_021	2/5	53/5	-1948/5	-1802	-2268	0/28294	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	3/17215	19/9029	312046/84	3575500/36	107
2	LL_021	2/5	113/5	-2008/5	-1802	-2268	0/39882	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	2/24371	11/8027	312046/84	3575500/36	13
3	LL_021	2/5	141	-2036	-1802	-2268	0/45193	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	1/81818	8/71927	312046/84	3575500/36	42
4	LL_021	2/5	211/5	-2106/5	-1802	-2268	0/58809	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	0/72727	2/62124	312046/84	3575500/36	99
5	LL_021	2/5	335	-2230	-1802	-2268	0/82661	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	-1/1838	-1/796	312046/84	3575500/36	148

ادامہ جدول ۲ - پ ۲:

5	LL_021	2/5	335	-2230	-1802	-2268	0/82661	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	-1/1838	-1/796	312046/84	3575500/36	148
6	LL_021	2/5	409	-2304	-1802	-2268	0/96953	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	-2/3288	-0/6209	312046/84	3575500/36	0
7	LL_021	2/5	409	-2304	-1802	-2268	0/96953	2	0	3/5	-1895	-2412	-2153/5	-2/3288	-0/6209	312046/84	3575500/36	0
1	LL_023	2/5	43/5	-2118/5	-2012	-2268	0/37441	3	0	3/5	-2075	-2439	-2257	3/04396	16/6622	316251/65	3573126/87	87
2	LL_023	2/5	92/5	-2167/5	-2012	-2268	0/54668	3	0	3/5	-2075	-2439	-2257	1/96703	7/80234	316251/65	3573126/87	11
3	LL_023	2/5	125/5	-2200/5	-2012	-2268	0/6627	3	0	3/5	-2075	-2439	-2257	1/24176	3/66495	316251/65	3573126/87	55
4	LL_023	2/5	193/5	-2268/5	-2012	-2268	0/90176	3	0	3/5	-2075	-2439	-2257	-0/2527	-0/2173	316251/65	3573126/87	81
5	LL_023	2/5	281/5	-2356/5	-2012	-2268	1/21113	3	0	3/5	-2075	-2439	-2257	-2/1868	4/03995	316251/65	3573126/87	95
6	LL_023	2/5	329	-2404	-2012	-2268	1/37813	3	0	3/5	-2075	-2439	-2257	-3/2308	10/6893	316251/65	3573126/87	0
7	LL_023	2/5	329	-2404	-2012	-2268	1/37813	3	0	3/5	-2075	-2439	-2257	-3/2308	10/6893	316251/65	3573126/87	0
1	LL_031	2/5	50	-1958	-1927	-2268	0/08182	2	0	3/5	-1908	-2759	-2333/5	3/52996	28/3601	314950/44	3573364/08	100
2	LL_031	2/5	106	-2014	-1927	-2268	0/22962	2	0	3/5	-1908	-2759	-2333/5	3/00353	20/2463	314950/44	3573364/08	12
3	LL_031	2/5	140	-2048	-1927	-2268	0/31935	2	0	3/5	-1908	-2759	-2333/5	2/6839	15/9844	314950/44	3573364/08	56
4	LL_031	2/5	219/5	-2127/5	-1927	-2268	0/52918	2	0	3/5	-1908	-2759	-2333/5	1/93655	7/97796	314950/44	3573364/08	103
5	LL_031	2/5	315/5	-2223/5	-1927	-2268	0/78255	2	0	3/5	-1908	-2759	-2333/5	1/03408	1/96751	314950/44	3573364/08	89
6	LL_031	2/5	366	-2274	-1927	-2268	0/91584	2	0	3/5	-1908	-2759	-2333/5	0/55934	0/41192	314950/44	3573364/08	12
7	LL_031	2/5	458/5	-2366/5	-1927	-2268	1/15997	2	0	3/5	-1908	-2759	-2333/5	-0/3102	0/43423	314950/44	3573364/08	173
1	LL_033	2/5	50	-1882	-1800	-2268	0/15769	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	3/54545	26/1307	313746/33	3574487/6	100
2	LL_033	2/5	104/5	-1936/5	-1800	-2268	0/2625	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	3/05	19/682	313746/33	3574487/6	9
3	LL_033	2/5	136/5	-1968/5	-1800	-2268	0/32404	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	2/75909	16/3191	313746/33	3574487/6	55
4	LL_033	2/5	207/5	-2039/5	-1800	-2268	0/46058	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	2/11364	9/97626	313746/33	3574487/6	87
4	LL_033	2/5	207/5	-2039/5	-1800	-2268	0/46058	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	2/11364	9/97626	313746/33	3574487/6	87
5	LL_033	2/5	318	-2150	-1800	-2268	0/67308	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	1/10909	3/17264	313746/33	3574487/6	134
6	LL_033	2/5	444/5	-2276/5	-1800	-2268	0/91635	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	-0/0409	-0/0299	313746/33	3574487/6	119
7	LL_033	2/5	504	-2336	-1800	-2268	1/03077	2	0	3/5	-1832	-2712	-2272	-0/5818	0/15664	313746/33	3574487/6	0
1	L_034STz	2/5	40/5	-2181/5	-2205	-2268	-0/3357	3	0	3/5	-2141	-2349	-2245	2/44231	28/5445	317850/63	3569759/22	81
2	L_034STz	2/5	88/5	-2229/5	-2205	-2268	0/35	3	0	3/5	-2141	-2349	-2245	0/59615	3/39063	317850/63	3569759/22	15
3	L_034STz	2/5	111	-2252	-2205	-2268	0/67143	3	0	3/5	-2141	-2349	-2245	-0/2692	-0/774	317850/63	3569759/22	30
4	L_034STz	2/5	126	-2267	-2205	-2268	0/88571	3	0	3/5	-2141	-2349	-2245	-0/8462	-0/8462	317850/63	3569759/22	0
5	L_034STz	2/5	126	-2267	-2205	-2268	0/88571	3	0	3/5	-2141	-2349	-2245	-0/8462	-0/8462	317850/63	3569759/22	0
6	L_034STz	2/5	126	-2267	-2205	-2268	0/88571	3	0	3/5	-2141	-2349	-2245	-0/8462	-0/8462	317850/63	3569759/22	0
7	L_034STz	2/5	126	-2267	-2205	-2268	0/88571	3	0	3/5	-2141	-2349	-2245	-0/8462	-0/8462	317850/63	3569759/22	0
1	LL_035	2/5	50	-2495	-2399	-2268	-0/6595	3	0	3	-2445	-3462	-2953/5	3/60669	44/8909	319887/65	3569640/7	100
2	LL_035	2/5	106	-2551	-2399	-2268	-1/0443	3	0	3	-2445	-3462	-2953/5	3/16618	48/544	319887/65	3569640/7	12
3	LL_035	2/5	134	-2579	-2399	-2268	-1/2366	3	0	3	-2445	-3462	-2953/5	2/94592	49/4172	319887/65	3569640/7	44
4	LL_035	2/5	206	-2651	-2399	-2268	-1/7313	3	0	3	-2445	-3462	-2953/5	2/37955	48/7444	319887/65	3569640/7	100
5	LL_035	2/5	312	-2757	-2399	-2268	-2/4595	3	0	3	-2445	-3462	-2953/5	1/54572	40/1062	319887/65	3569640/7	112
6	LL_035	2/5	411	-2856	-2399	-2268	-3/1397	3	0	3	-2445	-3462	-2953/5	0/76696	23/8124	319887/65	3569640/7	86
7	LL_035	2/5	541/5	-2986/5	-2399	-2268	-4/0363	3	0	3	-2445	-3462	-2953/5	-0/2596	-9/8051	319887/65	3569640/7	175

منابع :

- ۱- آقائباتی، ع.، ۱۳۷۹، پهنه‌های رسوبی-ساختاری عمده ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۶۲۰.
- ۲- آقائباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳- افتخارنژاد، ج.، ۱۳۵۹، تفکیک بخش‌های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوزه‌های رسوبی، نشریه انجمن نفت، ش ۸۲، ص ۱۹-۲۸.
- ۴- افشارحرب، ع.، ۱۳۸۰، زمین‌شناسی نفت ایران، جزوه آموزشی، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.
- ۵- اطلس گیتاشناسی استان‌های ایران، ۱۳۸۵، موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
- ۶- پورقاسم، ب.، ۱۳۸۷، مطالعه مخزن آسماری میدان لالی، گزارش شماره ۶۲۰۶-پ، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب.
- ۷- رضانی، ع.، تعیین نواحی با تراکم نفتی لالی در افق مخزنی آسماری و هفتمین گردهمایی علوم شکستگی بالا در این مخزن. بیست و زمین - سیزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، تهران.
- ۸- رضانی، ع.، علوی، س.ا.، حاج علی بیگی، ح. و طالبی، ح.، ۱۳۸۹. تحلیل ساختاری و شکستگی های میدان نفتی لالی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تکتونیک، دانشگاه علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۴۰.
- ۹- شبان، ع.، ۱۳۸۲، تحلیل شکستگی های تحت الأرضی و تأثیر آن بر مهاجرت سیال در مخزن آسماری میدان نفتی گچساران، پایان نامه کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه شهید بهشتی، ص ۲۷۳.
- ۱۱- شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، ۱۳۸۸، نقشه UGC میدان لالیچاه‌های حفاری شده شماره ۸۸۰۹۷،۱. تحلیل شکستگی‌های زیرسطحی میدان.
- ۱۱- شرکتی، ش.، ۱۳۸۴، تکتونیک پوشش رسوبی و پی‌سنگ در کمربند کوهزایی زاگرس، نکاتی در زمینه مدل‌سازی هندسی دگرشکلی، شرکت ملی نفت ایران، مدیریت اکتشاف.
- ۱۲- ظهراب زاده، م.، ۱۳۸۸، تحلیل سیستماتیک شکستگی های مخزن آسماری در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران، مجله اکتشاف و تولید، ش ۶۳، ص ۴۶.
- ۱۳- عبداللهی فردا، ۱۳۸۵، مدل‌های ساختاری جنوب خوزستان با استفاده از داده های لرزه نگاری بازتابی، پایان نامه دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، ص ۱۸۴.

۱۴- عقلی، ق.، چرچی، ع.، سلیمانی، ب.، فردین، ه.، ۱۳۹۳، استفاده از تصویر OBMI و UBI در تحلیل ساختار و شکستگی های مخزن آسماری و مقایسه آن با نمودار انحراف سرعت در یکی از میداين جنوب غرب ایران، مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته، ش ۱۱، ص ۱-۹.

۱۵- عین اللهی، ع.، ۱۳۸۷، محیط رسوبی، دیاژنز و خصوصیات مخزنی سازند آسماری در میدان نفتی لالی، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی / گرایش رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه تهران، ص ۲۲۳.

۱۶- مداحی، ح.، علوی، ا.، عبدالهی، ا.، امیری بختیار، ح.، ۱۳۸۷، بررسی نواحی با تراکم بالای شکستگی در مخزن آسماری و بنگستان میدان نفتی بی بی حکیمه با استفاده از داده های حفاری و شاخص بهره دهی مخزن، اولین کنگره ملی کاوش نفت و گاز-تولید صیانتی، اهواز پژوهشکده آریا پژوهش آلفا، ص ۱-۸.

۱۷- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین شناسی نفت زاگرس، جلد اول، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ص ۵۸۹.

۱۸- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، ص ۱۰۹.

۱۹- نظیف کار، م.، ۱۳۸۰، مطالعه مقدماتی مخزن بنگستان میدان لالی باروش محاسبات حجمی، گزارش شماره پ-۵۰۱۱، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب.

۲۰- نورائی نژاد، خ.، امیری بختیار، ح.، محمدیان، ر.، ساعدی، ق.، ۱۳۹۰، تعیین گسترش شکستگی های مخزن آسماری در میدان نفتی مارون به روش غیر مستقیم، مجله اکتشاف و تولید، ش ۸۰، ص ۵۲.

21-Adams, T.D., and Bugeiois, F., 1967, Asmari biostratigraphy, geophysical & exploration dir., IOOC report. No. 1074 (Un pub.).

22-Alavi, M., 2004, Regional stratigraphy of the Zagros fold – thrust belt of Iran and its proforeland evolution, American Journal of Science, v. 304, p. 1-20.

23-Alavi, M., 1991, Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethis remnants in Northeastern Iran, Geological Society of America Bulletin, v. 103, p. 9183–9192.

24-Alavi, M., 2007, Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran, American Journal of Science, v. 307, P. 1064–1095.

25-Alavi, M., 1994, Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran, new data and interpretations, Tectonophysics, v. 229, p. 211-238.

- 26-Allen, M., Jackson, J. and Walker, R., 2004, Late Cenozoic reorganization of the Arabia- Eurasia collision and the comparison of short- term and long- term deformation rates, *Tectonics*, v. 23, p.16.
- 27-Berberian, M., and King, G. C. P., 1981, Towards a Paleogeography and Tectonic evolution of Iran, *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 18, p. 210-265.
- 28-Berberian, M., 1995, Master-blind-thrust faults hidden under the Zagros folds: Active basement tectonics and surface morphotectonics, *Tectonophysics*, v.241, p. 193-224.
- 29-Berberian, M., 1983, The Southern Caspian: a compressional depression floored by a trapped, modified oceanic crust, *Canadian Journal of Earth Sciences*, v.20, p.163-183.
- 30-Blanc, E.J.P.,Allen,M.P.,Inger,S., and Hassani,H., 2003,Structural styles in the Zagros simple folded zone,Iran, *Journal of the Geological Society, London*, v.160, p. 401–412.
- 31-Bourne,S.J.,Bauckmann,F.,Rijkels,L.,Stephenson,B.J.,Weber,A.,Willemse, E.J.M.,2000,Preductive modelling of naturally fractured reservoirs using geomechanism and flow simulation.9th Abu Dhabi Intern Petroleom Exhibition and Conference (Abu Dhabi, UAE) 10 PP.
- 32-Falcon, N.L., 1961, Major earth-flexing in me Zagros Mountains of Southwest Iran. *Quarterly Journal Geological Society of London*, v. 117,p. 367-376.
- 33-Falcon, N.L., 1969, Problems of the relationship between surface structures and deep displacements illustrated by the Zagros Range, In P. Kent, G.E. Satterthwaite, A.M. Spencer (Eds.), *Time and Place Orogeny*, Geological Society of London, Special publication, v. 3, p. 9-22.
- 34-Fleuty, M.J., 1964, The description of folds, *Proceedings of the Geologist Association*, v. 75, p. 461-492.
- 35-James, G.A. and Wynd, J.G., 1965, Stratigraphical nomenclature of Iranian Consortium Agreement Area, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v.49, p. 2182-2245.
- 36-Jamison, W.R., 1987, Geometric analysis of fold devolopment in overthrust terranes, *Journal of Structural Geology*, v. 9, p. 207-219.
- 37-Alibeigi, H., Alavi, S.A., Eftekharneshad, J., Mokhtari, M. and Adabi, M.H., 2011. Signatures of theBalarud deep seated fault zone in Khushab anticline, SWIran, *An i8-*

- Handin, J., Friedman, M. and Feather, J.N., 1963, Experimental deformation of sedimentary rocks under confining pressure- pore pressure Test, American Association of Petroleum Geologists Bulletin , v.47, p. 717- 755.
- 39-Hessami, K., Koyi, H.A. and Talbot, C.J., 2001, The significance of strike slip faulting in the basement of the Zagros fold-thrust belt, Journal of Petroleum Geology, v. 24, p. 5-28.
- 40- Intera Company, 1992. Asmari reservoir fracture study in Marun Oil Field. Unpublished No. 65.
- 41-McClay, K.R., 2003, Structural geology for petroleum exploration, lecture notes., 503 PP.
- 42-McQuillan, H., 1974, Fracture patterns in the Kuh-e Asmari Anticline, Southwest Iran. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v.58, p.236-246.
- 43-McQuarrie, N., 2004, Crustal scale geometry of the Zagros fold-thrust belt, Iran, Journal of Structural Geology, v.26 (3), p. 519-535.
- 44-Mitra, S., 1990, Fault propagation folds: geometry, kinematics and hydrocarbon traps, American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v.74, p. 921-945.
- 45-Mann, C.D. and Vita Finci, C., 1982, Holocene serial folding in the Zagros, In Audley-Charles M.G. and Hallam, A. (eds.) Gondwana and Tethys, Geol Soc. Spec. Publ., v. 37 p. 51-59.
- 46-Nelson, R.A., 2001, Geologic analysis of naturally fractured reservoirs, Gulf publishing, Houston, Texas, Contr. In petrol. Geology and Eng., 2nd ed., 332 PP.
- 47-Nemati, M., Pezeshk, H., 2006, Spatial distribution of fractures in the Asmari Formation of Iran in subsurface environment :Effect of lithology and petrophysical properties, Natural Resources Research, v. 14 (4) , p. 305-316.
- 48-Nowroozi, A.A., 1972, Focal mechanisms of earthquakes in Persia, Turkey, West Pakistan, and Afghanistan and Plate tectonics of the Middle East, Bulletin Seismol. Soc. Am., v.62, p. 823-850.
- 49-Park, R. G., 1989, Foundation of structural geology, 2nd ed., 358 PP
- 50-Rickard, M.J., 1971, A classification diagram for fold orientation, Geological Magazine, v.108, p.23-26. .
- 51-Stocklin, J., 1968, Salt deposits of the Middle East, Geological of Society America- Special paper, v.88, p. 157-181.

- 52-Stoneley, R., 1981, The geology of the Kuh-e-Dalneshin area of Southern Iran, and its bearing on the evolution of Southern Tethys, *Journal of Geological Society of London*, v. 138, p. 509-526.
- 53-Stearns, D.W. and Friedman, M., 1972, Reservoirs in fractured rock, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* v. 16, p. 82- 100.
- 54-Vita-Finzi, C., 2001, Neotectonics at the Arabian plate margins. *Journal of Structural Geology*, v.23, p. 521-530.
- 55-Vernant, P., Nilforoushan, F., Haztfeld, D., Abassi, M., Vigny, C., Masson, F., Nankali, H., Martinod, J., Ashtiany, A., Bayer, R., Tavakoli, F. and Chéry, J., 2004, Contemporary crustal deformation and plate kinematics in Middle East constrained by GPS measurement in Iran and northern Oman, *Geophys. J. Int.*, v. 157, p. 381–398.



Shahrood University of

Technology

Tectonic Group

MSc Thesis in Tectonic

Fracture analysis of Asmari and Bangestan reservoirs in one the oilfields in Dezful
embayment

By:

Sara Khademi

Supervisor:

Dr. Ramazan Ramazani Oomali

Advisor:

Dr. Abbas Charchi

October, 2021

Abstract:

Lali anticline is one of the oil fields located in Khuzestan province, 60 km northeast of Shushtar. In terms of regional divisions, the Lali oil field is located in the north of Dezful embayment, between Zeilai and Karun oil fields. Its trend follows the trend of Zagros folds and is along the northwest-southeast. In this research, using available data, surface and subsurface structural analysis of Lali anticline has been performed.

As the geometric properties of Asmari and Bangestan formation top in Lali oil field have been studied using Asmari and Bangestan Underground contours (UGC) map.

Then it has been analyzed using satellite images to identify surface fractures. The highest density of surface fractures is in the area of the southwest flank. For the subsurface fractures study we applied the mathematical derivation methods, circle derivative analysis method and frequency relative fractures (RFF) method.

Based on these methods, it shows that the first derivative maps of the top of Asmari reservoir, the highest dip of the limbs in this reservoir is related to the thrust faults in the southwest limbs. In the first derivative map, the top of Bangestan reservoir has the highest dip of the limbs in connection with the southwestern area and the northeastern limb.

According to the second derivative map, the highest rate of slope changes and therefore the tendency to develop fractures due to transverse curvature of the structure, in the Asmari horizon is related to the southwest limb and in Bangestan horizon is related to the middle and southern area of the southwest limb.

The studies performed using the circular derivative method show that all seven zones of Asmari reservoir in Lali oil field are disposed to fracture and

the first and second zones of this reservoir have a tendency to develop more fractures than deeper zones.

Accordingly, the areas of deep and dense fractures in the central and southeastern part of the reservoir, which has a higher transverse curvature than its western area, are more and due to the higher dip of the southwest limb, the development of fractures, especially on the Bangestan horizon. It is inclined to the southwestern area. Considering to the RFF method, the maximum fracture density in this method is related to areas with shallower depth in the outer arc of the anticline axis. The results obtained in this study can be generalized to other reservoirs with Asmari and Bangestan horizons and can be used to analyze and investigate reservoir fractures.

Keywords: Fracture, Bangestan, Asmari, Oilfield Lali, Zagros