ارزیابی تاثیر تنش‌ها در الگوی پراکندگی و میزان جابه‌جایی گسل‌های میدان نفتی سلمان

صدف موسوی نسب[1*]، علی کدخدائی[2]، اکرم علیزاده[1] و محمدباقر براتی[3]

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

۲- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، ایران

۳- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۷

چکیده

مطالعات زمین‌شناسی ساختاری از مهم‌ترین مراحل اکتشاف و بهره‌برداری از میادین نفتی می‌باشد چرا که آشنایی با ساختارهای موجود می‌تواند نقش اساسی در توسعه میدان نفتی داشته باشد. میدان نفتی سلمان در آب‌های خلیج‌فارس، از میادینی است که در محل گنبد نمکی تشکیل یافته و گسل‌های متعددی در ارتباط با دیاپیریسم در آن شکل گرفته است. از آنجایی که تنش‌ها عامل اصلی در تشکیل ساختارهای تکتونیکی می‌باشند، در این مطالعه به معرفی تنش‌های اصلی وارد بر منطقه پرداخته و نقش آنها در ایجاد و تکامل ساختارهای تکتونیکی موجود در منطقه بررسی شده است. در ادامه با استفاده از نقشه‌های UGC و داده‌های Fault Stick گسل‌ها، به‌عنوان ورودی‌های نرم‌افزار، صفحات گسلی این میدان توسط نرم‌افزار Petrol طراحی شده و الگوی پراکندگی و میزان جابه‌جایی گسل‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد تنش فشاری ناشی از حرکت پلیت عربی به سمت ایران موجب تقویت فرآیند دیاپیریسم و شکل‌گیری گنبد میدان سلمان شده است. پس از ساخت مدل سه‌بعدی صفحات گسلی، مشخص شد که این گسل‌ها طی فازهای مختلف تکتونیکی و در دو مرحله شکل گرفته‌اند. آرایش این گسل‌ها به‌طور ویژه‌ای تحت تاثیر جهت تنش‌ها قرار گرفته و در راستای عمود بر تنش کششی تشکیل یافته‌اند. اندازه‌گیری‌های انجام شده روی گسل‌ها نشان می‌دهد که شیب صفحات گسلی نسبت به عمق افزایش یافته و به عمود نزدیک می‌شود و جابه‌جایی عمودی گسل‌ها نسبت به عمق کاهش داشته که می‌تواند با افزایش شیب صفحات در ارتباط باشد، همچنین با مشاهده جابه‌جایی افقی در امتداد گسل‌ها در نهایت مشخص شد که گسل‌های این میدان ازنوع نرمال با مولفه امتداد لغز می‌باشند.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی گسل، جابه‌جایی گسل، میدان نفتی سلمان، نرم‌افزار Petrel

مقدمه

با توجه به اهمیت مطالعه ساختارهای تکتونیکی و نقش آنها در اکتشاف، تولید و بهره‌برداری ذخایر هیدروکربوری شناخت کامل این ساختارها و تنش‌های به‌وجود آورنده آنها می‌تواند تفاسیر روشنی از وضعیت تکتونیکی منطقه ارائه دهد.

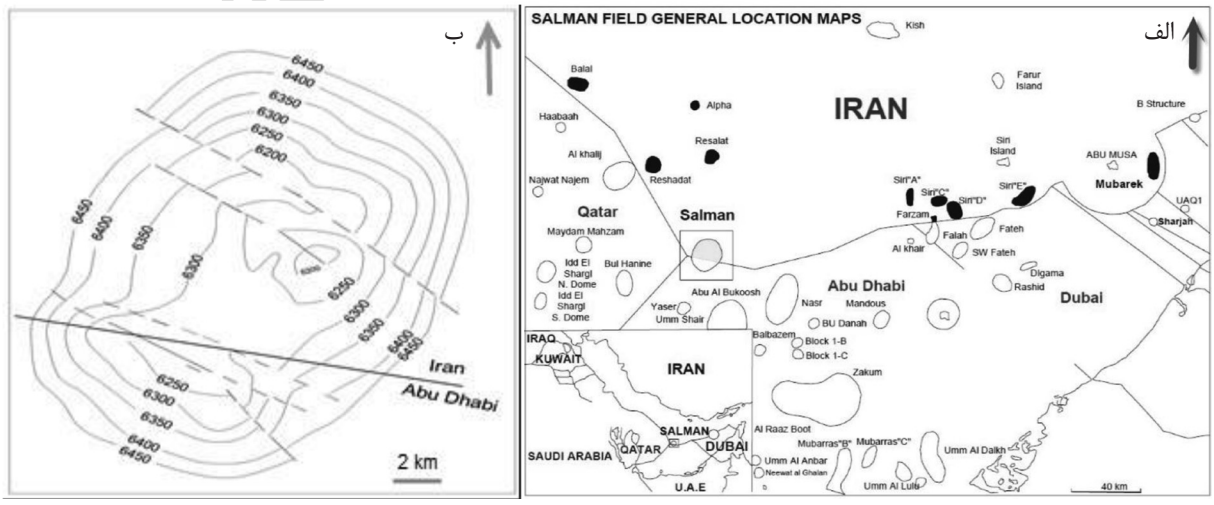
*مسؤول مکاتبات
آدرس الکترونیکی mousavi_sadaf@rayana.ir

Archive of SID
www.SID.ir

میدان نفتی سلمان یکی از میادین مهم خلیج‌فارس، در ۱۴۲ km جنوب جزیره لاوان و از میادین مشترک ایران و امارات متحده عربی می‌باشد (شکل ۱- الف)، به نحوی که ۶۶٪ مساحت این میدان در آب‌های جمهوری اسلامی ایران و ۳۳٪ آن در آب‌های امارات متحده عربی قرار گرفته است که این بخش از میدان به نام ابوالبوخوش معروف است[۱]. با توجه به مشترک بودن این میدان و وجود گسل‌های مختلف، درک بهتر نحوه شکل‌گیری ساختار میدان سلمان و ارتباط آن با مخازن نفتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به عدم وجود داده‌های کافی زیرسطحی، در این مطالعه تلاش شده است تا با بهره‌مندی از روش‌های مدل‌سازی به بررسی نحوه جابه‌جایی گسل‌ها و تاثیر تنش‌های منطقه بر آنها پرداخته شود. این میدان از ساختمان‌های گنبدی شکل ناشی از فعالیت دیاپیریسم بوده و به‌صورت گنبد متمایل به بیضوی مشاهده محور طویل آن تقریباً در راستای NNE-SSW قرار گرفته است (شکل ۱- ب). ساختارهای گنبدی که تحت تاثیر نیروهای تکتونیکی تشکیل می‌شوند، می‌توانند برای تفسیر تکتونیک منطقه قابل توجه باشند [۲]. از مهم‌ترین ساختارهای مرتبط با گنبدها، گسل‌های تشکیل یافته در کلاهک گنبدها می‌باشند، الگوی این گسل‌ها توسط اندازه و شکل گنبد نمکی، ضخامت رسوبات رویی و وجود استرین ناحیه‌ای کششی یا فشارشی در حین فرآیند برخاستگی و میزان برخاستگی کنترل می‌گردد [۳]. با توجه به این که مطالعه ساختارهای زیرسطحی دشواری‌ها و محدودیت‌های زیادی داشته لذا به کمک مدل‌سازی‌های نرم‌افزاری می‌توان تا حدود زیادی به این هدف رسید. به منظور بررسی تاثیر تنش‌ها بر جابه‌جایی و توزیع گسل‌های میدان سلمان، از مدل‌سازی در محیط نرم‌افزار PETREL استفاده شده است. در این مطالعه، از داده‌های Fault Sticks گسل‌ها و نقشه‌های UGC برخی از سرسازندهای این میدان استفاده گردیده است. در این میدان سازندهای داریان (شعیبا)، گدوان (بوئیب) و سورمه (عرب) حاوی نفت و سازندهای کنگان، دالان و فراقان دارای مخازن گازی می‌باشند [۱].

روش تحقیق

در ابتدا تنش‌های موثر در منطقه و جهت‌گیری آنها با توجه به ساختارهای موجود و استفاده از نتیجه تفسیر لاگ‌های تصویری در میدان سلمان [۴]، بررسی شد و سپس مدل‌سازی ساختاری گسل‌ها انجام گرفت تا در نهایت میزان جابه‌جایی گسل‌ها در سرسازندها اندازه‌گیری شود.



شکل ۱ الف) موقعیت جغرافیایی میدان نفتی سلمان در مرز آبی ایران با امارات متحده عربی [۱] و ب) تاقدیس میدان نفتی سلمان، قطر بزرگ میدان در راستای NNE-SSW قرار گرفته است [۱۳].

Archive of SID

www.SID.ir

برای شروع کار نقشه UGC رأس سازندهای گدوان، عرب بالا و عرب پایین(سورمه)، کنگان، دالان و فراقان در محیط نرم‌افزار فراخوانی شده، و با کمک داده‌های Fault Stick صفحات گسلی ترسیم شد (شکل ۲). سپس مقادیر جابه‌جایی در هر کدام از سرسازندها در سطح مقطع پروفیل‌های رسم شده، ثبت گردید و پس از میانگین‌گیری در جداول (۱ و ۲) ارائه شده است.

بحث

تکامل تکتونیکی و ساختاری

حوضه رسوبی خلیج‌فارس در حاشیه خاوری ورقه عربی قرار گرفته و پی‌سنگ آن شامل سپر عربی می‌باشد. اولین رسوبات این منطقه، شامل رسوبات تبخیری سری هرمز می‌باشد که در زمان پرکامبرین و کامبرین پیشین نهشته شده‌اند[۵].

مطالعات بحرودی در سال ۲۰۰۳، شروع فعالیت نمک هرمز را از اواخر دوران پالئوزوئیک [۶] و مطالعات جهانی در سال ۱۳۹۱ بر روی خطوط لرزه‌ای گستره خلیج‌فارس به‌عنوان پیش بوم زاگرس، حرکت جانبی و قائم نمک‌های سری هرمز را از پالئوزوئیک پیشین، یعنی با یک فاصله زمانی تقریبا کوتاه بعد از رسوب‌گذاری سری هرمز، نشان می‌دهد[۷].

همچنین مطالعات جهانی و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان می‌دهد که توزیع منظم کنونی دیاپیرهای نمکی مربوط به گسل‌های پی‌سنگی است که در پایین دیاپیرها قرار دارند به طوریکه این گسل‌ها راه فرار را برای حرکت رو به بالای نمک فراهم نموده‌اند[۸]. بنابراین می‌توان اظهار داشت که جهت‌گیری قطر بزرگ میدان بیضوی سلمان در راستای NNE-SSW می‌تواند در ارتباط با گسل‌های پی‌سنگی باشد. اما به دلیل در دسترس نبودن خطوط لرزه‌ای از این گنبد، قضاوت در مورد شروع فعالیت دیاپیریسم منطقی به نظر نمی‌رسد، و فقط می‌توان براساس مطالعات پیشین انجام شده به شواهد فعالیت در زمان های مختلف اشاره نمود در این راستا مطالعات پاژنگ در سال ۱۳۹۲ نشان داده است که افزایش ضخامت سازند سروک (کرتاسه بالایی) در ارتباط با اوج فعالیت سری نمکی هرمز در منطقه شرق خلیج‌فارس و تنگه هرمز می‌باشد[۹].

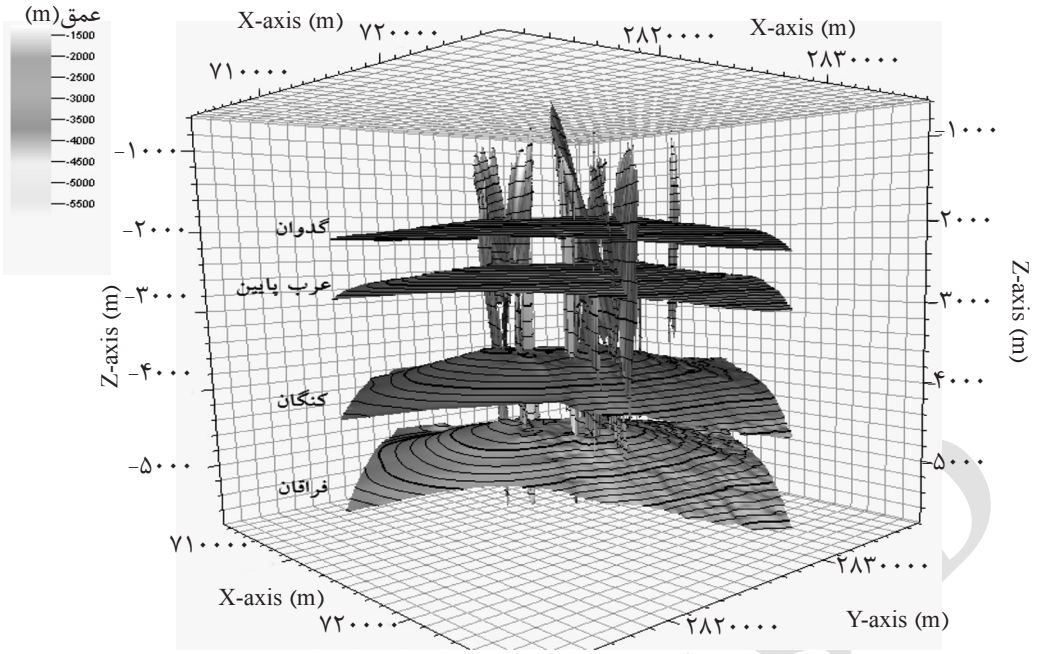
اکثر محققین (لتونزی و شرکتی[۱۰]، تالبوت و علوی [۱۱]) بر این باورند که تکتونیک نمک در منطقه خلیج‌فارس به شدت به رویدادهای زمین‌ساختی بزرگ ناحیه‌ای مرتبط است. همچنین مطالعات غضبان در سال ۲۰۰۷ نشان می‌دهد فاز تکتونیکی سیمرین پسین در زمان ژوراسیک پایانی و اوایل کرتاسه به صورت فشارشی و کوهزایی همراه با سایر نقاط بر خلیج‌فارس تاثیر گذارده است به نحوی که رسوبات ته نشین شده در حوضه، توسط حرکات عمودی و در امتداد گسل‌های پی‌سنگی کنترل گردیده است[۱۲].

بنابراین می‌توان اظهار نمود که فازهای تکتونیکی سیمرین پیشین (تریاس زیرین)، سیمرین پسین (ژوراسیک پایانی- اوایل کرتاسه) و کوهزایی لارامید (اوایل ترشیری) و همچنین فاز کوهزایی زاگرس در میوسن میانی منطقه خلیج فارس را تحت تاثیر قرار داده و بر فعالیت گنبدهای نمکی منطقه و ساختارهای مرتبط با این گنبدها تاثیر گذاشته است.

بر اثر حرکت بالارو نمک‌ها در زمان رسوب‌گذاری سازند دشتک(تریاس میانی- حرکات کوهزایی سیمرین پیشین) گسل‌های بزرگی در تاقدیس سلمان تشکیل یافته‌اند که عملکرد این گسل‌ها با ایجاد فروزمین در میان گسل‌ها مشخص است (شکل۳). پس از رسوب‌گذاری سازندهای سورمه و گدوان و با فعالیت مجدد گسل‌های پایه و بلوک‌های نمکی، تحت تاثیر فاز سیمرین پسین، گسل‌های قدیمی فعال شده و باعث شکستگی‌های جدید در سازندهای جدید (گدوان، عرب بالا و عرب پایین) شده است[۳].

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- صفحات گسلی بزرگ مقیاس مدل‌سازی شده در میدان نفتی سلمان که موقعیت آنها نسبت به سازندهای گدوان، عرب پایین (سورمه)، کنگان و فراقان نشان داده شده است (محور z عمق را بر حسب متر نشان می‌دهد).

جدول ۱- مقادیر جابجایی و میانگین زاویه شیب گسل‌ها درسازندهای گدوان، عرب بالا و عرب پایین

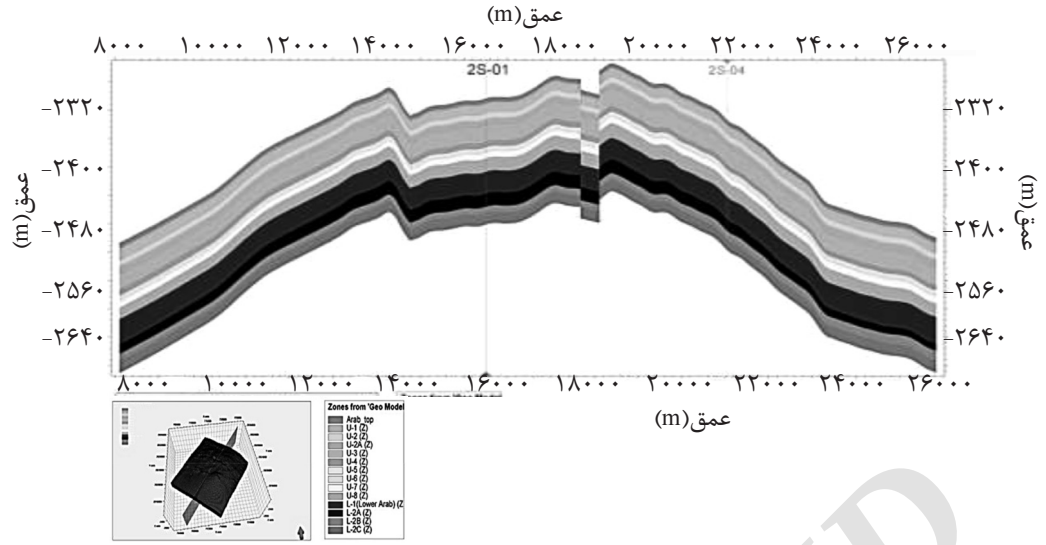
شماره گسل	مقدار جابه‌جایی بر حسب m در سازندها			میانگین زاویه شیب (درجه)
	گدوان	عرب بالا	عرب پایین	
۱۶	۱۴/۳۷	۵/۱۷	۶/۵۳	۵۹/۵۳
۱۹	۵/۲۲	۱۵	۷/۱۸	۵۶/۹۴
۲۰	۴/۸۷	۴/۴۴	۴/۸۴	۸۰/۰۶
۴	۲۲/۵۱	۱۲/۲۵	۱۱/۴۲	۵۸/۶۵
۲	۳۲/۲۱	۲۳/۴۳	۲۱/۰۳	۶۴/۴۶
۴۳	۹/۷۶	۴/۷۶	۴/۷۱	۸۶/۰۴
۱۲	۶/۹۹	۴/۵۱	۵/۳۲	۷۱/۹۸
۱۳	۱۲/۲۵	۴/۶۵	۴/۹۸	۷۲/۰۵

جدول ۲- مقادیر جابه‌جایی و میانگین زاویه شیب گسلها درسازندهای کنگان، دالان و فراقان

شماره گسل	مقدار جابه‌جایی بر حسب m در سازندها			میانگین زاویه شیب (درجه)
	کنگان	دالان	فراقان	
۲۸	۱۱/۶۵	۸/۳۱	۹/۵۷	۷۰/۰۹
۱	۸/۴۳	۶/۶۱	۵/۹۵	۸۶/۸۴
۲	۸/۴۲	۶/۳۲	۵/۲۳	۷۶/۸۹
۳۱	۶/۴۴	۳/۹۶	۵/۵۴	۸۵/۵۲
۲۵	۴/۶۵	۵/۵۸	۸	۸۷/۵۳
۲۲	۵/۳۳	۴/۰۵	۶/۶۳	۸۵/۷۲
۳۵	۸/۴۴	۱۰/۳۲	۱۲/۴۸	۸۷/۶۸

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- تشکیل فروزمین در اثر عملکرد گسل‌ها در محل تاقدیس میدان سلمان

تنش‌های موثر بر میدان نفتی سلمان

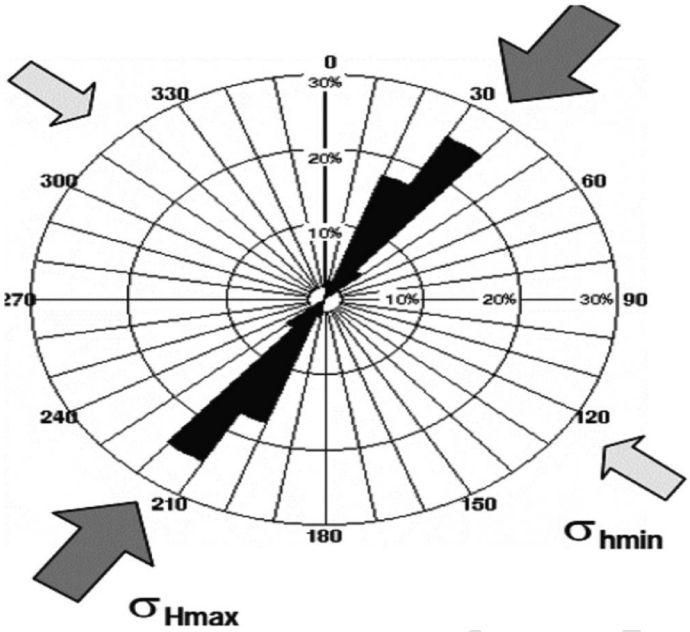
میدان نفتی سلمان به دلیل جایگاه زمین ساختی آن در میانه خلیج‌فارس، متاثر از دو رژیم تنشی متفاوت بوده است. دسته اول تنش‌های ناشی از حرکت ورقه عربی به سمت ایران است که باعث تشکیل گسل‌های پی‌سنگی در بستر خلیج‌فارس شده و این گسل‌ها عاملی برای نفوذ و حرکت نمک به سمت بالا بوده است و در ساختار گنبد نمکی و جهت‌گیری امتداد آن نقش به‌سزایی داشته است. دسته دوم تنش‌هایی است که محدود به میدان سلمان بوده و ناشی از حرکت رو به بالای دیاپیر می‌باشد. لازم به ذکر است که فشار ناشی از پلیت عربی بر تقویت این تنش عمودی تاثیرگذار می‌باشد. براثر اعمال این تنش عمودی فشارشی، تنش‌های کششی افقی عمود بر جهت فشارش در سطح گنبد ایجاد شده و باعث گسل خوردگی و تشکیل فرازمین و فروزمین‌هایی در سطح گنبد شده است (شکل ۳). براساس نتایج به‌دست آمده از تفسیر لاگ‌های تصویری(FMI) جهت‌گیری تنش‌ها در میدان سلمان مطابق شکل(۴) به نمایش در آمده است[۱۰]. در مورد ساختارهای گنبدی این نکته قابل توجه است که به دلیل نیروی وارده از حرکت رو به بالای دیاپیر، σ_1 به‌صورت عمود بر سطح اثر می‌کند.

مدل‌سازی گسل‌ها

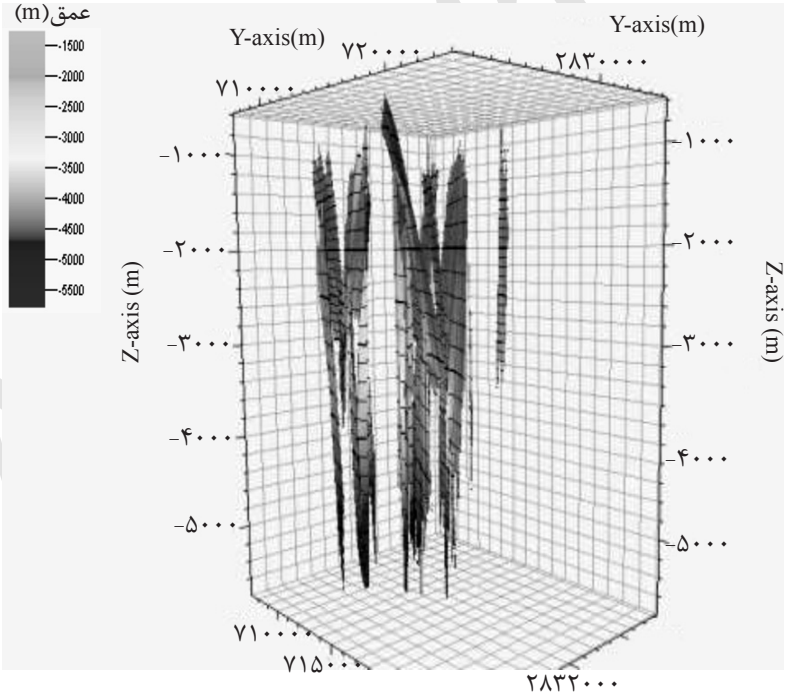
مطالعات Stewart در سال ۲۰۰۷ نشان می‌دهد که گسل‌های تشکیل یافته در گنبدهای نمکی تا جایی گسترش می‌یابند که این گسل‌ها با لایه‌های سست و ضعیف نمک برخورد کنند. بنابراین می‌توان گسترش و نفوذ گسل‌ها را به لایه‌های روباره نمک محدود دانست[۱۴]. صفحات گسلی ترسیم شده در پژوهش حاضر به‌همراه سرسازندهای گدوان، عرب بالا، کنگان و فراقان در شکل(۲) نشان داده شده است. بررسی پراکندگی عمقی گسل‌ها نشان داد که گسل‌های این میدان در دو دسته مجزا پراکنده شده‌اند، که باتوجه به شکل ۵ در اعماق ۳۲۰۰ تا ۳۶۰۰ m، انفصال بین صفحات گسلی بالا و پایین گنبد وجود دارد، این انفصال بین سازندهای عرب پایین و کنگان قرار گرفته است. با توجه به توالی رسوب‌گذاری این سازندها، می‌توان تاثیر فازهای کوه‌زایی پس از تشکیل این رسوبات را عامل جداکننده این گسل‌ها دانست و بر این اساس می‌توان زمان تشکیل و اوج فعالیت گسل‌های تحتانی را به فاز سیمرین پیشین نسبت داد. گسل‌های بالای سطح انفصال در سازندهای گدوان، عرب بالا و عرب پایین(سازند سورمه)، (شکل ۶) و گسل‌های پایین سطح انفصال در سازندهای کنگان، دالان و فراقان (شکل ۷) انتشار یافته‌اند، به نحوی که بیشترین قسمت گسل‌ها در این سازندها قرار گرفته‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

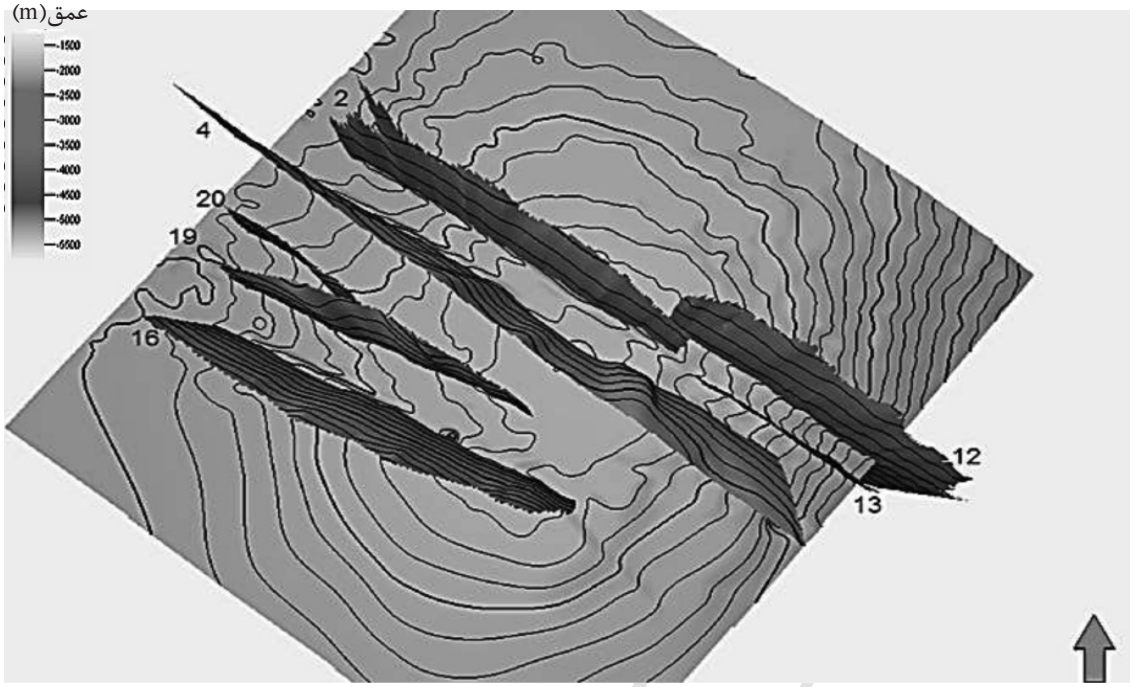


شکل ۴- جهت‌گیری تنش‌های افقی کمینه و بیشینه در میدان سلمان براساس امتداد شکستگی‌ها در تصاویر FMI [۴]. ($\sigma_{Hmax}=\sigma_2$)

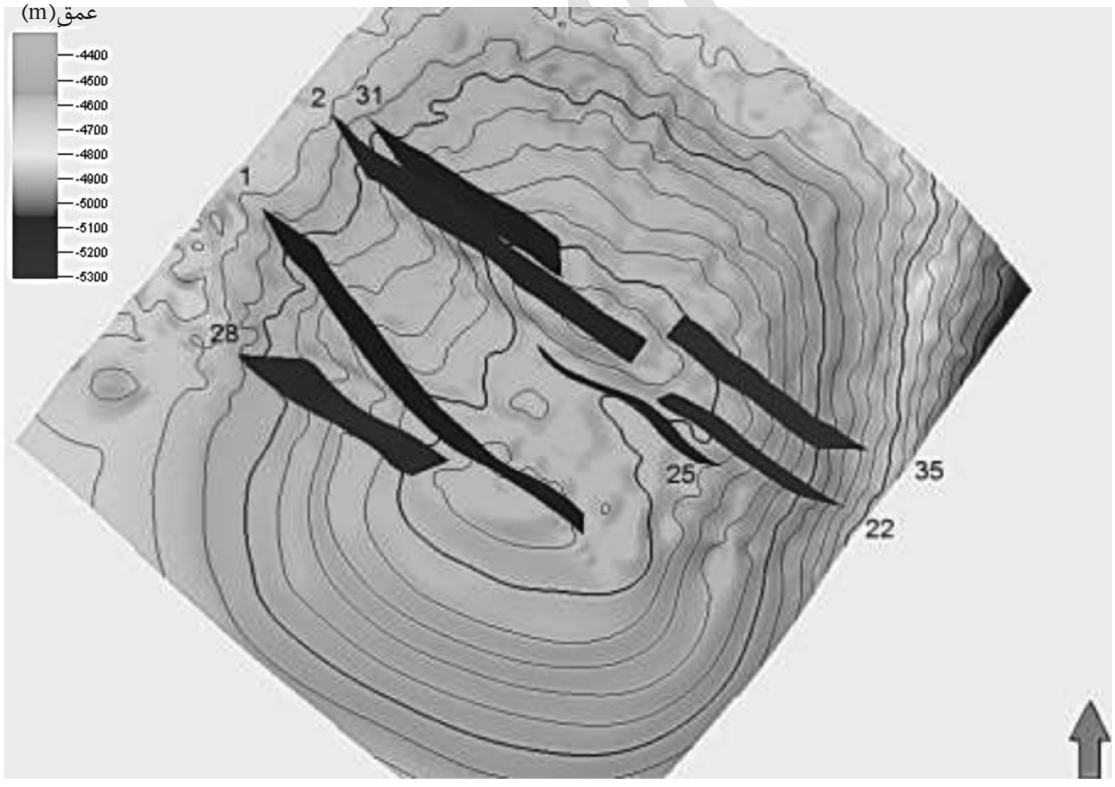


شکل ۵- گسترش عمقی صفحات گسلی میدان سلمان. (محور عمودی عمق بر حسب متر می‌باشد).

www.SID.ir



شکل ۶ صفحات گسلی بخش فوقانی گنبد سلمان که در سازندهای گدوان، عرب بالا و عرب پایین حضور دارند.



شکل ۷- صفحات گسلی بخش تحتانی گنبد سلمان که در سازندهای کنگان، دالان و فراقان حضور دارند.

www.SID.ir

بررسی زاویه شیب و جابه‌جایی گسل‌ها

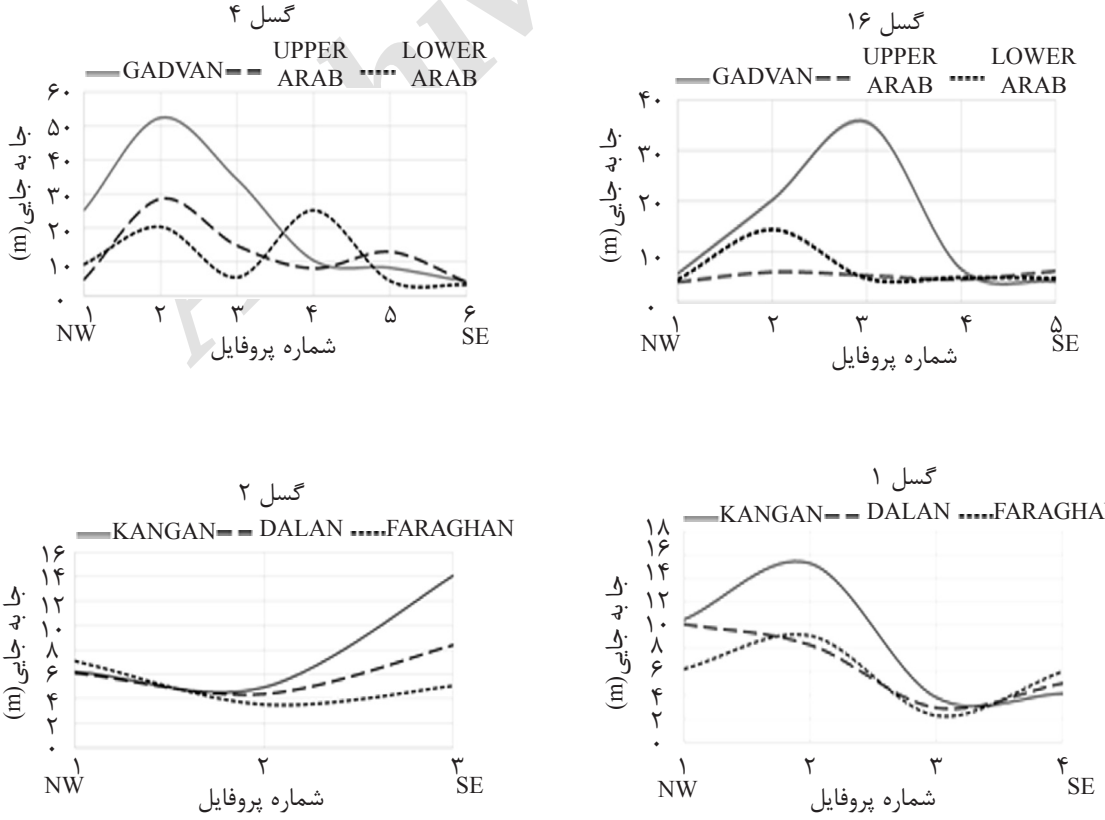
پس از مدل‌سازی صفحات گسلی در محیط نرم‌افزار Petrel، با رسم پروفیل‌های عمود بر صفحات گسلی، میزان جابجایی عمودی گسل‌ها برحسب متر در محل سرسازندها، ثبت شده، همچنین مقادیر شیب صفحات گسلی ثبت و پس از محاسبه میانگین داده‌ها، نتایج به دست آمده در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. نمودارهای رسم شده در شکل ۸، میزان جابه‌جایی چند مورد از گسل‌ها در پروفیل‌های مختلف را نسبت به عمق نشان می‌دهد، براساس این نمودارها مقدار جابه‌جایی عمودی گسل‌ها با افزایش عمق کاهش یافته است. همچنین بررسی زاویه شیب صفحات نشان می‌دهد که با افزایش عمق شیب صفحات به عمود نزدیک می‌شود (جداول ۱و ۲) و این مساله می‌تواند به نوبه خود بر کاهش جابه‌جایی عمودی تاثیر داشته باشد. می‌توان افزایش شیب صفحات گسلی را به فشارهای وارده از اطراف به بدنه گنبد مربوط دانست که تا حدود زیادی می‌تواند حجم گنبد را متراکم و در نتیجه فضای صفحات گسلی را نیز محدود کند و باعث افزایش شیب صفحات گسلی با افزایش عمق شود.

جابه‌جایی افقی در امتداد گسل‌ها

با توجه به جابه‌جایی مشاهده شده در خطوط کانتوری نقشه‌های UGC که در شکل ۹ به‌صورت شماتیک نمایش داده شده است، جابه‌جایی امتدادلغزی اندکی در گسل‌های این میدان اتفاق افتاده است. بنابراین می‌توان چنین بیان کرد که گسل‌های میدان سلمان ازنوع نرمال با مولفه امتداد لغز می‌باشند.

الگوی شکل‌گیری گسل‌ها

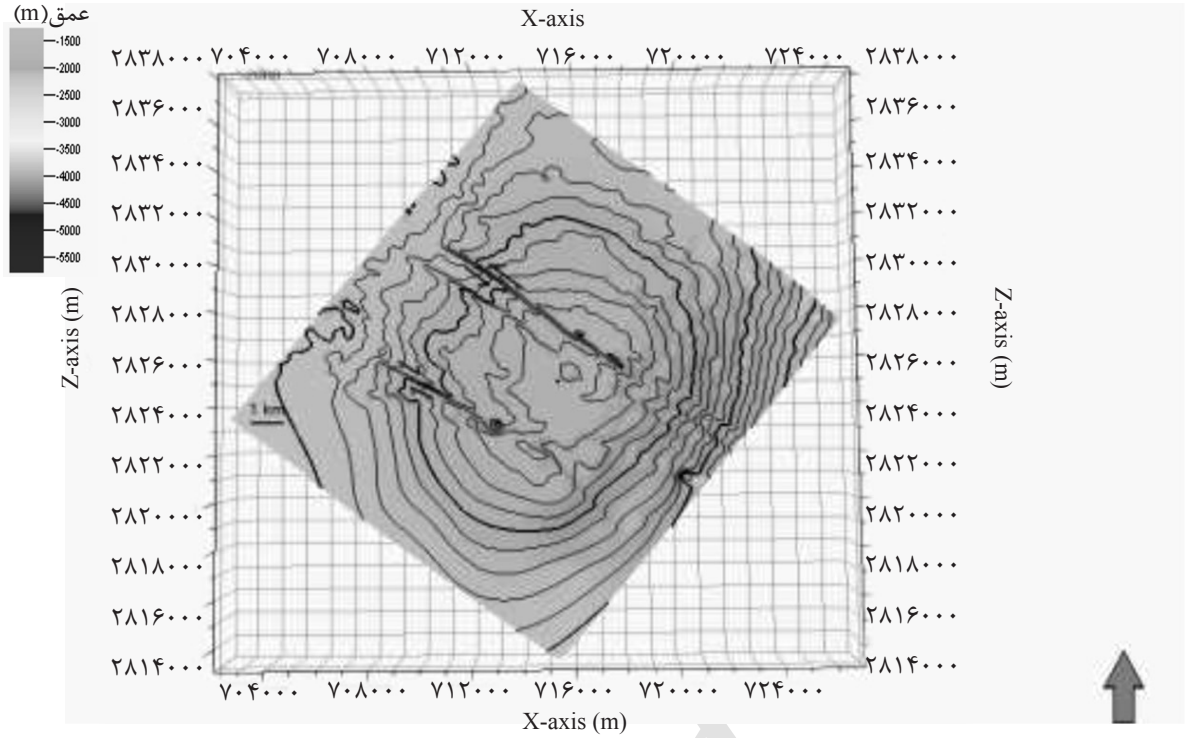
بررسی آرایش صفحات گسلی در نرم‌افزار Petrel نشان می‌دهد برخی از صفحات گسلی قسمت بالای گنبد به‌صورت منقطع اما در امتداد گسل‌های پایین گنبد قرار گرفته‌اند(شکل ۱۰).



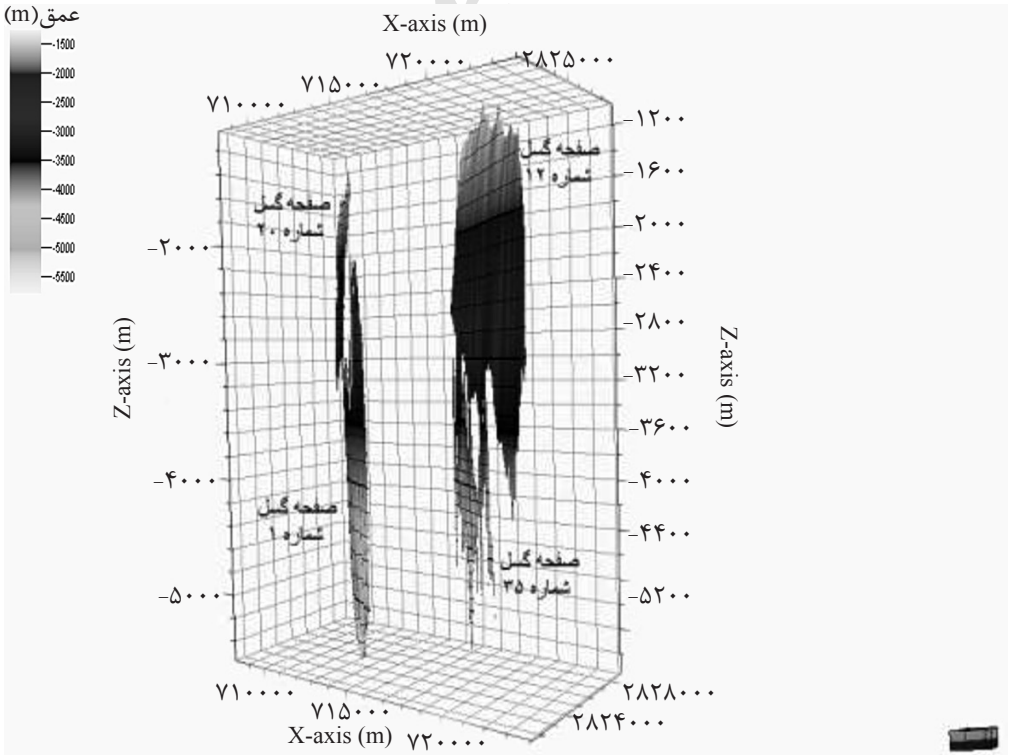
شکل ۸- نمودارهای مربوط به جابه‌جایی عمودی گسل‌ها نسبت به عمق در پروفایل‌های متفاوت

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۹- تصویر شماتیک جابه‌جایی افقی در سطح نقشه UGC لایه گدوان. جابه‌جایی افقی در امتداد گسل‌ها، باعث جابه‌جایی خطوط کانتوری شده است.



شکل ۱۰- صفحات گسلی تشکیل شده در مراحل مختلف تکامل تکتونیکی میدان سلمان که دومرحله‌ای بودن تشکیل گسل‌ها را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

به نحوی که جابه‌جایی گسل‌های تحتانی بیشتر از گسل‌های فوقانی می‌باشد، براین اساس می‌توان دو مرحله‌ای بودن تشکیل این گسل‌ها را اثبات نموده و نشان داد که گسل‌های زیرین طی دو مرحله حرکت کرده‌اند. با توجه به جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود که اگر جابه‌جایی دسته گسل‌های فوقانی و تحتانی گنبد با هم مقایسه شوند، با حفظ رابطه کاهش جابه‌جایی نسبت به افزایش عمق در هر دو دسته، جابه‌جایی گسل‌های بزرگ مربوط به لایه‌های تحتانی بیشتر از جابه‌جایی گسل‌های لایه‌های فوقانی در همان امتداد می‌باشد. براساس این تفاوت می‌توان چنین نتیجه گرفت که گسل‌های قسمت پایین گنبد یکبار در زمان فعالیت فاز سیمرین پیشین فعالیت نموده و بار دیگر در هنگام فعالیت فاز سیمرین پسین که پس از تشکیل سازندهای قسمت فوقانی گنبد بوده، تحت تاثیر قرار گرفته است و به همین دلیل جابه‌جایی این دسته از گسل‌ها بیشتر از جابه‌جایی دسته گسل‌های فوقانی حاصل شده است. جابه‌جایی گسل‌های ۱، ۲۰ و همچنین گسل‌های ۱۲ و ۳۵ که در امتداد هم قرار گرفته‌اند، این مساله را به روشنی نشان می‌دهند، این گسل‌ها در شکل ۱۰ نشان داده شده‌اند.

نتیجه‌گیری

میدان سلمان تحت تاثیر دو رژیم تنشی متفاوت قرار گرفته است: رژیم تنش فشارشی اعمال شده از سوی ورقه عربی که منجر به تشکیل گسل‌های عمیق پی‌سنگی و ایجاد شرایط مساعد برای بالا آمدگی نمک در راستای این گسل ها شده و فشار جانبی لازم برای صعود نمک را تامین کرده است. همچنین جهت گیری محور تاقدیس متاثر از امتداد گسل‌های پی‌سنگی پرکامبرین بوده و در راستای NNE–SSW قرار گرفته است. بالاآمدگی دیاپیر موجب اعمال تنش σ_1 محلی به‌صورت عمودی شده، و تنش‌های افقی به‌صورت کششی عمل نموده که در نتیجه آن گسل‌های تشکیل شده در این میدان از نوع نرمال می‌باشند. گسل‌های ایجاد شده در کلاهک گنبد، جابجایی نرمال دارند و امتداد گسل‌ها در راستای عمود بر تنش افقی بیشینه قرار دارد. بررسی پراکندگی گسل‌های میدان سلمان نشان داد که این گسل‌ها در دو مرحله و تحت تاثیر فازهای تکتونیکی متفاوت تشکیل شده‌اند: گسل‌های مربوط به سازندهای فراقان، دالان و کنگان تحت تاثیر فاز سیمرین پیشین تشکیل شده‌اند و پس از رسوب‌گذاری سازندهای سورمه و گدوان، وضمن تاثیر فاز سیمرین پسین و با فعالیت مجدد گسل‌های مربوط به لایه‌های تحتانی، شکستگی‌های جدید در سازندهای گدوان، عرب بالا و عرب پایین تشکیل شده است. بررسی الگوی حرکتی گسل‌ها با استفاده از نمودارها و جداول تهیه شده نشان می‌دهد جابه‌جایی عمودی گسل‌ها نسبت به عمق، با افزایش عمق کاهش یافته است، که این مساله می‌تواند با افزایش شیب صفحات گسلی در اعماق مرتبط باشد. شیب صفحات گسلی در قسمت های بالای کلاهک گنبد کمتر و در اعماق نزدیک به عمود می‌باشد، که این افزایش شیب را می‌توان به فشارهای جانبی وارد بر بدنه گنبد و همچنین مولفه امتداد لغزی این گسل‌ها مربوط دانست. با توجه به تفاوت جابه‌جایی گسل‌های قسمت پایین گنبد با قسمت بالا، با حفظ رابطه کاهش جابه‌جایی با افزایش عمق، می‌توان نتیجه گرفت که جابه‌جایی‌ها در دو مرحله اتفاق افتاده، به نحوی که جابه‌جایی اول مربوط به سیمرین پیشین بوده که لایه‌های تحتانی را تحت تاثیر قرار داده و جابه‌جایی دوم طی فاز سیمرین پسین اتفاق افتاده و منجر به افزایش هرچه بیشتر جابه‌جایی گسل در لایه‌های فراقان، کنگان و دالان شده است. همچنین با مشاهده جابه‌جایی‌های افقی در امتداد صفحات گسلی، می‌توان چنین نتیجه گرفت که گسل‌ها در این میدان از نوع نرمال با مولفه امتداد لغز می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع

[۱]. شرکت مهندسی و توسعه نفت ایران، "شرکت مهندسی نفت کیش، گزارش مطالعات زمین‌شناسی در میدان نفتی سلمان،" ۱۳۹۱.

[2]. Twiss R. J. and Moore E. M., *"Structural geology, W.H. freeman and company,"* New York, 532pp. 2007.

[3]. Talbot C. and Jackson M., "*Salt Diapirs of the Great Kavir, Central Iran,"* Geological Society of America., p. 177, 1990.

[4]. Mahmood A. and Safarkhanlou Z., *"Geological analysis,"* Schlumberger Oilfield Services, 2002.

[5]. Stocklin J., *"New data on the lower paleozoic and precambrian of North Iran,"* Geol., Surve, Iran, Rep.No.1, 1964.

[6]. Bahroudi A., *"The effect of mechanical characteristics of basal decollement and basement structures on deformation of the Zagros Basin,"* Acta Universitatis Upsaliensis, Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology., 836.43 pp. Uppsala. ISBN 91-554-5621-9, 2003.

[۷]. جهانی س.، تکتونیک نمک، "چین خوردگی و گسلش در زاگرس و خلیج فارس،" سی امین گردهمایی علوم زمین، ۱۳۹۱.

[8]. Jahani S., Callot J. P., Lamotto D., Letounzey J. and Leturmy P., *"The salt diapirs of the eastern Fars province (Zagros, Iran): a brief outline of their past and present,"* Earth Sciences, Chapter 15, pp.289-308. 2007.

[۹]. پاژنگ س. "تحلیل و تکامل گنبدهای نمکی و ساختارهای مرتبط با آن با استفاده از داده های لرزه‌ای در تنگه هرمز" پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم طبیعی دانشگاه تبریز. ۱۳۹۲

[10]. Letouzey J. and Shakti S., *"Salt movement, tectonic events, and structural style in the central Zagros fold and thrust belt (Iran), in salt sediments interactions and hydrocarbon prospectivity,"* 24th Ann. GCSSEP Foundation, Bob F. Perkins Research Conf., 2004.

[11]. Talbot C. and Alavi J., *"The past of a future syntaxis across the Zagros,"* Salt Tectonics, pp. 129-151, 1996.

[12]. Ghazban F., *"Petroleum Geology of the Persian Gulf,"* University of Tehran, 2007.

[۱۳]. مشایخی م.ج.، "گزارش زمین شناسی میدان سلمان،" شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۷۵.

[14]. Stewart S. A., *"Salt tectonics in the North Sea Basin: a structural style template for seismic interpreters,"* Special Publication of the Geological Society, London, Vol. 272, pp. 361-396, 2007.

Archive of SID

www.SID.ir