Archive of SID

بررسی تکتونیک پی سنگ در فروباره دزفول،حد فاصل گسل کازرون و گسل هندیجان

مجتبی منافی[1] و دکتر مهران آرین[2]

چکیده :

منطقه مورد مطالعه شامل فروبار دزفول ، در حد فاصل گسل کازرون و گسل هندیجان است. بررسی وضعیت تکتونیکی پی سنگ هدف اصلی این مطالعه بوده است. برای این منظور ، کلیه کارهای قبلی جمع آوری و بررسی گردیدند. از سوی دیگر داده های زمین شناسی و زلزله شناسی نیز جمع آوری شده و با تفسیر ها و داده های ژئوفیزیکی موجود تلفیق گردیدند. بدین ترتیب آشکار گردید که ایجاد فروبار دزفول جنوبی به شکل پی سنگ مربوط است و ناهنجاریهای مغناطیسی مهم نیز بر مرزهای ساختاری منطقه منطبق هستند. براین اساس بالاآمدگی خارک میش – هندیجان و فروافتادگی برازجان به ترتیب به عنوان بالاآمدگی و پایین افتادگی پی سنگی معرفی گردیدند .

از سوی دیگر ، براساس مجموع شواهد ، پی سنگی بودن گسل های هندیجان ، خارک میش ، کازرون و جبهه پیشانی کوهستان و پیشانی کوهستان زاگرس در منطقه مورد مطالعه ، قابل اثبات است.

واژه های کلیدی: پی سنگ ، فروباره دزفول ، نا هنجاری ، خارک میش ، هندیجان ، کازرون

Basement Tectonics Investigation of Dezful Embayment, Between Kazeron and Hendijan Faults

Mojtaba Manafi1 and Dr. Mehran Arian 2

Abstract:

The area under investigation is, Dezful Embayment, between Kazeron and Hendijan faults and investigation of its tectonic position is the main aim of this study. In order to this, results of previous workers have compiled together. In the other hand, geologic and seismologic data have integrated with geophysical data and interpretations. Therefore, it appears that formation of southern Dezful Embayment is the result of basement configuration and its magnetic anomalies is adapted on structural boundaries. Thus, Khark Mish – Hendijan uplift and Borazjan embayment have introduced as basement uplift and embayment.

In the other hand, according to all evidence, Hendijan, Khark Mish, Kazeron, Zagros Frontal Faults and Mountain Front faults are basement faults.

Keywords: Basement, Dezful Embayment, Anomaly, Khark Mish, Hendijan, Kazeron.

۱- دانشجوی دکترای زمین شناسی ساختمانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم پایه ، گروه زمین شناسی- عهده دار مکاتبات

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

– موقعیت

منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب ایران بین طول جغرافیایی ٤٩ درجه و ٣٠ دقیقه تا ٥١ درجه و ٣٠ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ٢٩ درجه تا ٣١ درجه و ٣٠ دقیقه شمالی قرار دارد . روند عمومی منطقه شمال غرب – جنوب شرق می باشد . این کمربند زاگرس حاوی ٨/٦٪ مخازن نفت و ١٥٪ از مخازن گاز اثبات شده جهانی است. ظهور رسوبات وتله ها که موجب تولید و حفظ هیدروکربورها گردیده اند در ارتباط با تاریخچه تکامل حاشیه شمال شرقی ورق عربی هستند. تغییرات قابل توجه در ضخامت و رخساره های رسوبی ، معرف واکنش به تکتونیک پیچیده حاشیه ورق و فعالیت مجدد گسل های پی سنگی است.

بر اساس اندازه گیری های GPS همگرایی میان ورقهای قاره ای هم اکنون نیز فعال می باشد. ورق عربی با سرعت معادل $22\pm2\,mm/yr$ نسبت به ورق اوراسیا در راستای $N8\pm5E$ در حال حرکت است (Vernant et al 2004).

این همگرایی در بر گیرنده کوتاه شدگی داخل قاره ای در سراسر ایران به جز مکران می باشد، سرعت کوتاه شدگی از جنوب زاگرس به سمت شمال کاهش می یابد که معرف جابجایی راستالغز راست بر در امتداد مرز شمال شرقی کوهستانهای زاگرس است (Talebian , Jackson 2002).

هیچ گونه رخنمونی از پی سنگ در بخش ایرانی زاگرس به چشم نمی خورد. تمام اطلاعات در زمینه عمق و ترکیب آن حاصل از اندازه گیریهای ثقل ، مغناطیس هوایی ، برداشت های چینه نگاری و قطعاتی است که توسط دیاپیرهای نمک به سطح آورده شده است. پی سنگ ورق عربی در حاشیه غربی این ورق رخنمون دارد(Husseini 1988) و مشابهت هایی با پی سنگ ایران مرکزی که در غرب بلوک طبس رخنمون دارد نشان می دهد (Alavi 1991).

فروافتادگی دزفول با اختلاف ارتفاع توپوگرافیک قابل توجه نسبت به زون ایذه (بالغ بر ٣٠٠٠ متر) در جنوب غرب گسل پیشانی کوهستان (Mountain Front Fault) واقع گردیده ، حدغربی آن گسل بالا رود و حد شرقی آن گسل کازرون است. به سمت جنوب غرب رفته رفته از شدت چین خوردگی کاسته شده و ساختمان های شمال غرب – جنوب شرق زاگرس جای خود را به ساختمان های قدیمی شمالی – جنوبی می دهند. حد اکثر ارتفاع در این زون به ١٠٠٠ متر می رسد و قدیمی ترین سازند بیرون زده در آن متعلق به الیگوسن است.

دو فروافتادگی در جبهه پیشانی زاگرس تحت عنوان دزفول در ایران و کرکوک در عراق وجود دارد. فروباره دزفول خود توسط گسل هندیجان به دو بخش جنوبی و شمالی تقسیم می گردد (شکل ١)..پی سنگ در فروبار دزفول خیلی عمیق بوده و در عمق احتمالی از ٨ الی ١٥ کیلومتر قرار دارد (Murris 1977) .

منطقه قسمتی از کوههای زاگرس را در بر می گیرد که از شمال به گسل پیشانی کوهستان زاگرس و از غرب به گسل کازرون و از شرق به گسل هندیجان از جنوب به سواحل خلیج فارس محدود می شود.

زاگرس و فروبار دزفول

– گسل های پی سنگی منطقه

برای مطالعه پی سنگ در محدوده تعیین شده ابتدا به بررسی نقشه های قدیمی پی سنگ زاگرس مانند نقشه Kugler (1971)و نقشه A.K (1973) اقدام شد. سپس نقشه پی سنگ طباطبایی (١٣٧٠) با نقشه های قبلی مقایسه گردید.

بعد از انجام مقایسه و بر اساس بهترین همپوشانی گسل ها با تفسیر های مختلف در نهایت نقشه گسل های پی سنگی منطقه به صورت شکل ٢ مشخص گردید. در این نقشه تعداد سه گسل با نام های گسل کازرون و گسل خارک میش و گسل هندیجان با راستای تقریبا شمالی –

www.SID.ir

Archive of SID

جنوبی مشخص است. همچنین گسل جبهه پیشانی زاگرس ، گسل پیشانی کوهستان زاگرس ، گسل زاگرس مرتفع و گسل معکوس اصلی زاگرس مشخص می باشد.

گسل کازرون متشکل از دو بخش (Segment) است. یکی در شمال ، بنام بخش کازرون ویکی در جنوب تحت عنوان برازجان که در وسط این دو بخش یک نبود (gap) وجود دارد (Berberian 1981) . این گسل و بخش های آن به همراه نبود موجود درشکل ۲ به وضوح دیده می شود.

بخش کازرون با روند شمالی – جنوبی در ۱۵ کیلومتری غرب کازرون با طول ۱۲۵ کیلومتر مشخص است. بخش برازجان با طول ۱۸۰ کیلومتر در قسمت جنوبی این گسل مشهود است. حل سازوکار کانونی زلزله ۱۹۹۰ در منطقه کلامه (نزدیک تاقدیس سیاه) نشانگر چرخش گسل های فعال راندگی پی سنگی در اثر تأثیر گسل راستگرد برازجان است (Berberian 1995).

گسل خارک میش با حرکت راستگرد از بین جزیره خارک و خارکو در جنوب تا کوه میش در شمال کشیده شده است. به نظر می رسد زلزله تاریخی خارگو ۱۹۷۷ و ۱۹۷۲ با Ms=6.9,7 مربوط به این گسل باشد.

گسل هندیجان در سمت غرب منطقه از گسل های فعال بوده و با حرکت راستگرد مشخص می گردد. بر اساس مطالعه روی نقشه یک میلیونیوم مغناطیسی ایران به نظر می رسد گسل هندیجان دارای شیب نزدیک به قائم با کمی میل به طرف غرب باشد وگسل خارک میش دارای شیب به طرف شرق می باشد. این مطلب از روی فاصله بین منحنی های هم شدت استنتاج شده است. همچنین شیب به سمت غرب گسل هندیجان در اطلاعات حاصل از لرزه نگاری تأیید شده است (عبدالهی فرد، شفاهی).

همگرایی مایل بین صفحه عربی و زاگرس به دو مولفه تجزیه می شود که یکی مولفه راندگی در طول گسل های پی سنگی طولی و دیگری مولفه راستگرد در طول گسل جوان اصلی زاگرس (Main Recent Fault) می باشد.

گسل های معکوس اصلی زاگرس (MZRF) و زاگرس مرتفع (HZF) و پیشانی کوهستان (MFF) و جبهه پیشانی (ZFF) به دلیل همین حرکت صفحه عربستان در طول کوههای زاگرس به صورت راندگی عمل می کنند. این گسل ها نیز در شکل ۲به وضوح دیده می شوند.

گسل پیشانی کوهستان (MFF) حدود کمربند چین خورده ساده و بیرون زدگی سازند آسماری به سن ائوسن الیگوسن را معین می کند که دارای ویژگیهای ساختاری، توپوگرافی و لرزه ای مهم است. این گسل در حد فاصل ۵۰۰ متری شرق گسل عرضی کازرون برازجان در ایالت فارس و غرب کبیرکوه در لرستان دیده می شود. این گسل در محل اتصال به گسل کازرون ۱۴۰ کیلومتر جابه جایی طولی دارد که توسط گسل عرضی کازرون برازجان انجام شده است.

گسل جبهه پیشانی زاگرس (ZFF) ، ساحل خلیج فارس را در جنوب و جنوب غرب از جبهه پیشانی در شمال و شمال شرق با یک سیستم معکوس جدا می کند. این گسل موازی گسل پیشانی کوهستان زاگرس بوده و در ارتفاع چند صد متری از دریا قرار دارد. این گسل توسط گسل کازرون برازجان به طول ۱۵۰ کیلومتر به صورت راستگرد جابجا شده است. همانند گسل پیشانی کوهستان، جابجایی همراه با افزایش ارتفاع در سطح و در غرب گسل کازرون است (Berberian 1995) .

توپوگرافی پی سنگ

– فروافتادگی برازجان

ناحیه دزفول جنوبی که بخش شرقی منطقه فروبار دزفول می باشد ، بدلیل دربرداشتن میادین متعدد هیدروکربوری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. تقریباً در اکثر تاقدیسهای منطقه وجود نفت و گاز درافق های مختلف چینه شناسی مانند آسماری ،بنگستان و خامی به

www.SID.ir

Archive of SID

اثبات رسیده و با داشتن میادین هیدروکربوری بزرگ مانند گچساران و بی بی حکیمه ، از اهمیت بالایی در حوضه رسوبی زاگرس برخوردار است.

محدوده دزفول جنوبی به لحاظ داشتن شکل های تکتونیکی و پدیده های زمین شناسی جالبی مانند برجستگی های قدیمی خارک میش – هندیجان ،گسل کازرون و ... از نظر زمین شناسی بسیار قابل مطالعه بوده و دارای پیچیدگی های زمین شناسی بسیاری است که تا حدی مجهول مانده است (اشرف زاده ۱۳۷۸).

منطقه دزفول جنوبی را در واقع باید فروافتادگی برازجان نامید. طبق نقشه توپوگرافی پی سنگ (شکل ۳)، فروافتادگی عمیق منطقه درست بر روی برازجان منطبق می گردد. این منطقه در مختصات ۳۲۳۹۷۸۳ و ۵۱۷۵۹۵ تا ۳۲۱۵۰۹۳ و ۵۰۸۱۴۸ به طول تقریبی ۲۰ کیلومتر و عرض ۱۰ کیلومتر قرار گرفته است. در زیر منطقه برازجان پی سنگ در عمق تقریبی ۱۶ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد. با فاصله گرفتن از این منطقه به سمت کناره ها عمق پی سنگ کاهش می یابد با این تفاوت که به سمت غرب این کاهش عمق با شیب ملایمتری از سمت شرق است. در توجیه این پدیده باید متذکر شد که کل منطقه(منطقه فروبار دزفول)نسبت به مناطق مجاور در سطح پایینتری قرار گرفته است و مبنای توپوگرافی این منطقه نسبی می باشد. در ارتباط با توجیه این فروافتادگی باید گفت ، گسل خارک میش دارای شیب ملایمی به سمت شرق و جنوب شرق می باشد . حرکت این گسل راستگرد بوده و اگر با کمی حرکت شیب لغز همراه باشد می تواند بخش شرق گسل را که شامل بلوک B از شکل ٤ ، می باشد به سمت پایین سوق دهد.

بالا آمدگی خارک میش – هندیجان

طبق شکل ۳، یک بالا آمدگی در پی سنگ منطقه مشخص است که شامل بلوک A از شکل ٤ ، می باشد. این برجستگی تحت عنوان بالاآمدگی خارک میش – هندیجان نامگذاری می گردد. این برجستگی از زمان آپتین یا قدیمیتر فعال بوده است و در زمان ائوسن بالایی تقریباً خاتمه حرکات تکتونیکی بلندی است (اشرف زاده ۱۳۷۸). بلندی خارک میش – هندیجان بدلیل حرکات تکتونیکی که در ادوار مختلف زمین شناسی داشته تأثیرات مهمی بر گسترش و پراکندگی سنگهای منشأ و مخزن این منطقه گذاشته است. بالا آمدگی مکرر در امتداد این برجستگی باعث تغییرات رخساره ای زیادی شده و منجر به کاهش یا افزایش ضخامت سازندها ، رخساره ها و بیوزون ها در طرفین شده است.

در این منطقه به دلیل کاهش ضخامت سازندها ، عدم رسوبگذاری یا فرسایش آنها، افق های دارای پتانسیل هیدروکربوری در اعماق پایین تر (پرمین) نیز می توانند در حفاری چاههای اکتشافی در نظر گرفته شوند.

قدیمیترین زمان حرکت تکتونیکی خارک میش به کرتاسه پایینی مربوط می شود که نتیجه آن کاهش ضخامت سازند گدوان و ناپیوستگی راس سازند فهلیان در شرق برجستگی است (اشرف زاده ۱۳۷۸).

باید توجه داشت که در نوشته های قدیمی این برجستگی را متشکل از دو قسمت تحت عنوان برجستگی خارک – میش و برجستگی هندیجان دانسته اند، اما با توجه به شکل ۳ به نظر می رسد ، این دو برجستگی یکی بوده و بهتر است به نام برجستگی خارک میش – هندیجان نامگذاری گردد.

در مورد مکانیسم فعالیت گسل هندیجان با توجه به نقشه یک میلیونیوم مغناطیسی ایران ،شیب این گسل تقریباً قائم با اندکی تمایل به سمت غرب می باشد و با توجه به راستگرد بودن آن، به نظر می رسد، تنها عامل این برجستگی حرکت راستگرد توأم با شیب لغز گسل خارک میش و گسل هندیجان باشد.

اما در مورد گسل کازرون باید به این نکته اشاره کرد که از این گسل به عنوان گسل راستالغز راستگرد یاد شده و هیچ حرکت شیب لغزی را برای آن متصور نبوده اند. این گسل شیب بسیار ملایمی به سمت غرب دارد. با این پیش فرض در بخش های آینده به مقایسه عملکرد گسل

www.SID.ir

Archive of SID

کازرون در نقشه های زمین شناسی یک صد هزارم اشاره خواهیم کرد که نتایج جالبی دارد.

گسل های پی سنگی در خلیج فارس

بر پایه اطلاعات حاصل از گرانی سنجی ماهواره ای خلیج فارس (طباطبایی ۱۳۸٤)، مشخص گردیده که گسل های عرضی منطقه شامل گسل های هندیجان و کازرون و خارک میش در زیر خلیج فارس نیز ادامه دارند. این مطلب دلیل دیگری بر پی سنگی بودن این گسل ها است.

در شکل۵ این مطلب آورده شده است. در این شکل نقشه گسل های منطقه با نقشه گرانی سنجی خلیج فارس که گسل های موجود در آن توجیه شده اند ، تطبیق داده شده است. همان طوری که قبلاً گفته شد می توان به طور واضح ادامه این گسل ها را در نقشه گرانی سنجی ملاحظه کرد.

همچنین در این شکل، یک گسل با راستای شمال غرب – جنوب شرق تحت عنوان گسل اصلی خلیج فارس مطرح شده است .گسل اصلی خلیج فارس را Dehghani , Makris (1983) ، در مقاله خود نیز مطرح کرده اند، ولی مطالعه چندانی در مورد این گسل انجام نگرفته و نیازمند مطالعه دقیق می باشد. همچنین این گسل در برخی مطالعات لرزه نگاری جدید شرکت ملی نفت ایران، به عنوان گسل عسلویه مطرح گردیده است. گسل اصلی خلیج فارس از روند گسل نجد عربستان پیروی می کند. این گسل به صورت تراستی و با شیب به سمت شمال می باشد.

با توجه به اینکه در مطالعات گرانی سنجی هر چقدر مقدار شدت جاذبه گرانی بیشتر شود ضخامت پوسته کمتر می شود ، در شکل ۵ ، رنگ آبی نشان دهنده شدت جاذبه گرانی پایین بوده و رنگ قرمز نشانگر شدت جاذبه گرانی بالا است ، پس می توان عنوان کرد که ضخامت پوسته از طرف جنوب خلیج فارس به طرف شمال آن افزایش می یابد که ناشی از خم شدگی پوسته و زمین ساخت ستبر پوسته (Thick – Skinned Tectonics) با نزدیک شدن به زمین درز زاگرس می باشد.

سازند های زمین شناسی و گسل های پی سنگی و زمین لرزه ها

در این بخش نقشه گسل های پی سنگی منطقه را بر روی نقشه های به هم چسبیده زمین شناسی با مقیاس های یک صد هزارم، انداخته و به مطالعه عوارض این گسل ها روی سطح پرداختیم. همچنین زمین لرزه های اتفاق افتاده در منطقه بر روی نقشه گسل های پی سنگی و نقشه زمین شناسی منطبق گردیدند.

- گسل های پی سنگی و سازندهای زمین شناسی

در شکل ٦، گسل های پی سنگی منطقه و نقشه های زمین شناسی یک صد هزارم منطقه (۲٦ ورقه) بر روی هم منطبق شده اند. در این شکل تغییر قابل توجهی در سازندهای زمین شناسی در منطقه شرق و غرب گسل کازرون دیده می شود. مخصوصاً در بخش جنوبی این گسل. چنانچه سازند میشان از سازندهای بختیاری و آغاجاری و رسوبات کواترنری که جوانترند، به صورت خطی در امتداد گسل کازرون جدا شده است. مناطق سمت شرق گسل کازرون شامل بیرون زدگی های سازندهای بختیاری، آغاجاری و رسوبات کواترنری بوده، که با منطقه فروبار برازجان همخوانی دارد. این تمایزات در بخش شمالی گسل کازرون به وضوحی که در بخش جنوبی آن دیده می شود نیست. یک مسئله مهم در مورد گسل کازرون، نداشتن رخنمون سازند آسماری در غرب این گسل می باشد.

تمایز آشکار و واضحی بین سازندهای شمال و جنوب گسل پیشانی کوهستان زاگرس(MFF) نیز مشهود است. سازند آسماری به سن ائوسن – الیگوسن، در سمت شمال گسل پیشانی کوهستان زاگرس، بیرون زدگی دارد، که در بخش جنوبی این گسل تنها در یک نقطه بیرون زده است. به طور کلی بیرون زدگی سازندهای

www.SID.ir

Archive of SID

سمت شمالی گسل پیشانی کوهستان زاگرس ، قدیمیتر از سازندهای سمت جنوبی آن می باشند.

گسل جبهه کوهستان زاگرس (ZFF) نیز بیرون زدگی سازندهای آغاجاری و بختیاری به سن پلیوسن – پلیستوسن را از رسوبات کواترنری در بخش ساحلی و جنوبی جدا می کند، در مورد گسل خارک میش و هندیجان ، این تمایزات به شکل مشخص وجود ندارد و نشانگر نداشتن علامت فعالیت در سطح می باشد.

قدیمیترین سازند بیرون زده در بلوک A از شکل ٤ ، که بین گسل های خارک میش در شرق و هندیجان در غرب و گسل پیشانی کوهستان در شمال قرار دارد، سازند میشان به سن میوسن می باشد.

قدیمیترین سازند بیرون زده در بلوک B ، از شکل ٤ ، نیز سازند آسماری به سن ائوسن الیگوسن، می باشد. این بلوک بین گسل های کازرون و خارک میش و پیشانی کوهستان زاگرس، قرار دارد.

- گسل های پی سنگی و زمین لرزه ها

جهت بررسی بهتر پی سنگ، یکی از اطلاعات در دسترس اطلاعات زمین لرزه های دستگاهی می باشد. ما نیز در این مطالعه ، اطلاعات طول و عرض و عمق و بزرگی و زمین لرزه های دستگاهی بزرگتر از سه ریشتر را در منطقه مورد مطالعه،بررسی کردیم.

حدود ۵۱۵ زمین لرزه بزرگتر از سه ریشتر از سال ۱۹۸۳ تا ۲۰۰۷ در منطقه حادث شده است. جهت سهولت مطالعه، زمین لرزه ها را بر اساس عمق کانونی به چهار دسته از ۰ ای ۱۰ کیلومتری ، از ۱۱ الی ۲۰ کیلومتری، از ۲۱ الی ۳۰ کیلومتری و از ۳۱ الی ۳٦ کیلومتری که عمیق ترین زمین لرزه اتفاق افتاده می باشد، تقسیم نمودیم. این زمین لرزه ها در شکل ۷ ، با رنگ های مختلف به شرح زیر از هم متمایزگردیده اند:

از مجموع ۵۱۵ زمین لرزه رخ داده ، تعداد ۲۲ زمین لرزه با عمق بیشتر از ۳۱ کیلومتری و تعداد ۱۱٤ زمین لرزه با عمق ۳۰-۲۱ کیلومتری و ۲۲٤ زمین لرزه با عمق ۲۰-۱۱ کیلومتری و ۱۵۵ زمین لرزه با عمق تا ۱۰ کیلومتری اتفاق افتاده اند.عمیق ترین آنها در سال ۲۰۰٤ با بزرگای ۳/۹ ریشتر در عمق ۳٦ کیلومتری و در مختصات، عرض ۲۹/۱۱ و طول ۵۱/۰۹ اتفاق افتاده است. همچنین آخرین زمین لرزه اتفاق افتاده در منطقه، در تاریخ ۲۰۰۷/۷/٦ و در مختصات ، عرض ۳۰/۹٤ و طول ٤۹/۹۷ با بزرگای ۳/۱ ریشتر در عمق ۱٦ کیلومتری می باشد.

همان طور که می دانیم زمین لرزه های با عمق تا ۱۰ کیلومتری حتماً در پوشش رسوبی اتفاق افتاده اند. و زمین لرزه های عمیق (تا ۳٦) کیلومتر نیز در پی سنگ رخ داده اند. عمق موهو در منطقه نزدیکی گسل کازرون و در نزدیکی شیراز ٤۰ کیلومتر بوده و به سمت شمال غرب و در نزدیکی هندیجان نیز ٤۰ کیلومتر می باشد، همچنین از کناره خلیج فارس به سمت گسل راندگی زاگرس عمق موهو افزایش یافته و به ۵٤ کیلومترمی رسد، که دوباره به سمت ایران مرکزی کاهش یافته و در نزدیکی اصفهان به ٤۷ کیلومترمی رسد (Dehghani,Makris1983)، پس اکثریت زمین لرزه های رخ داده در منطقه در پی سنگ حادث شده اند و این نشانگر فعال بودن پی سنگ منطقه در حال حاضر می باشد.

در شکل۷، با توجه به قرارگیری گسل ها و زمین لرزه ها ، نتیجه گرفته می شود که گسل های پیشانی کوهستان و گسل جبهه پیشانی زاگرس و گسل کازرون و خارک میش و هندیجان، همه گسل های پی سنگی بوده و فعالیت لرزه ای دارند. علاوه بر این به خط شدگی زمین لرزه ها در قسمتی از گسل کازرون و نبودن زمین لرزه در گپ گسلی کازرون ما را بیشتر از گذشته به نتیجه کارمان امیدوار می کند. از سمت شمال منطقه به سمت جنوب آن و در نزدیکی های سواحل خلیج فارس از تعداد زمین لرزه ها کاسته می شود که نشانگر کاهش تنش، از سمت زمین درز زاگرس به سمت جنوب و جنوب غرب می باشد.همچنین فراوانی زمین لرزه ها در نزدیکی گسل ها نشانگر فعالیت آنها است. نبود بین دو بخش گسل کازرون یک منطقه بی لرزه یا کم لرزه است، این منطقه می تواند به عنوان یکی از مناطق لرزه خیز با خطر

www.SID.ir

Archive of SID

بالا در آینده محسوب شود.

- گسل های سطحی و زمین لرزه ها

در شکل ٦ ، با توجه به مطالعه زمین لرزه ها و گسل های سطحی در نقشه های زمین شناسی ، ارتباط منطقی بین گسل های سطحی و زمین لرزه ها وجود ندارد و بیشتر زمین لرزه ها با گسل های پی سنگی مرتبطند. علاوه بر این در بخش های قبلی عنوان شد که عمق کانونی اکثر زمین لرزه های منطقه بر گسیختگی در پی سنگ دلالت دارند تا در پوشش رسوبی.

بیشتر زمین لرزه های زاگرس بدون گسلش سطحی اند، این امر می تواند به دلیل وجود لایه های نمکی سری هرمز در مرز پی سنگ و پوشش رسوبی باشد، در ضمن وجود رسوبات گچی ، انیدریتی وابسته به سازندهای دالان ، دشتک ، کنگان، هیث ، گوتنیا، به ویژه گچساران از عوامل موثر در کاهش انرژی و جلوگیری از گسلش سطحی است. فراوانی زمین لرزه های زاگرس می تواند به دلیل حرکت گسل های شمالی جنوبی پرکامبرین باشند ولی این گونه گسل ها به طور عموم در سطح دارای حرکت های نرمال و یا امتداد لغزند(آقانباتی ۱۳۸۳).

Falcon (1969) با توجه به گسترش گنبدهای نمکی و عدم تطابق کانون زمین لرزه ها با گسل های مشخص، گنبدهای نمکی و حرکت آنها را در زمین لرزه های زاگرس موثر می داند. ولی در مورد منطقه فروبار دزفول این امر با تردید همراه است. زیرا گنبدهای نمکی بیشتر در ایالت فارس بیرون زده اند تا در فروبار دزفول.

زمین لرزه های زاگرس عموماً بزرگی کمتر از ۷ دارند و کم ژرفایند و بیشترشان در عمق ۳۰ کیلومتری متمرکزند. پراکندگی جغرافیایی زمین لرزه ها به گونه ای است که گاهی بر روی شکستگیهای شناخته شده آلپی و یا شکستگی های کهن دوباره فعال شده، قرار می گیرند ، ولی بسیاری از زمین لرزه ها را نمی توان به شکستگی های شناخته شده یا گسل های سطحی ربط داد.

Berberian (1995) ، اعلام می دارد که تعدادی از قطعات فعال تراست های کور و گسل های عرضی بین سطح و پی سنگ، مسئول برخی از زمین لرزه های زاگرس هستند. زلزله طبس – گلشن ۱۹۷۸ –Ms = 7.4 و الاصنام ۱۹۸۰ – Ms = 7.3 ثابت کردند که سطح تاقدیس ها وابسته به گسل های راندگی فعال ، دامنه موج لرزه ای را افزایش می دهند(گسل های کور).

حل سازو کار کانونی زمین لرزه ها در زاگرس نشان می دهد که ، زمین لرزه ها در گسل های راندگی با زاویه بزرگ (۵۰ – ٤٠)درجه در عمق ۱۲–۸ کیلومتر در روی پی سنگ دگرگونی زیر نمک هرمز و روی پوشش رسوبی مخصوصاً توسط چین ها اتفاق می افتند Berberian) (1995. ایشان همچنین منبع اصلی زمین لرزه های آینده در زاگرس را مانند کوه بنان و ایران مرکزی (کویر) درگسل های رانده کور در پی سنگ می داند .

بحث و نتیجه گیری

با توجه به مجموع مطالعات ، فروباره دزفول ، یک فروافتادگی مربوط به پی سنگ بوده و بالاآمدگی خارک میش – هندیجان نیز یک باللاآمدگی پی سنگی است. در این منطقه پی سنگ در عمق ۷ الی ١٦ کیلومتری قرار گرفته است و بر این اساس ، ضخامت پوشش رسوبی منطقه نیز متفاوت می باشد.

گسل های هندیجان(Hj) – خارک میش(Kh-M) – کازرون(Kz) – جبهه پیشانی زاگرس (ZFF)و پیشانی کوهستان زاگرس(MFF)، گسل های پی سنگی هستند. گسل پی سنگی جبهه پیشانی و پیشانی کوهستان زاگرس و گسل پی سنگی کازرون، در بیرون زدگی سازندهای زمین شناسی در سطح زمین نیز تأثیر گذاشته اند و این مطلب در نقشه زمین شناسی منطقه به وضوح دیده می شود.گسل های با روند تقریبی شمالی – جنوبی منطقه که شامل سه گسل هندیجان و خارک – میش و کازرون می باشند، در زیر خلیج فارس و به طرف صفحه عربی نیز ادامه دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

حرکت گسل های جبهه پیشانی زاگرس و پیشانی کوهستان زاگرس، راندگی بوده و حرکت گسل های هندیجان و کازرون، راستالغز راست بر می باشد. همچنین حرکت گسل خارک میش، راستا لغز راست بر با اندکی حرکت شیب لغز نرمال می باشد.

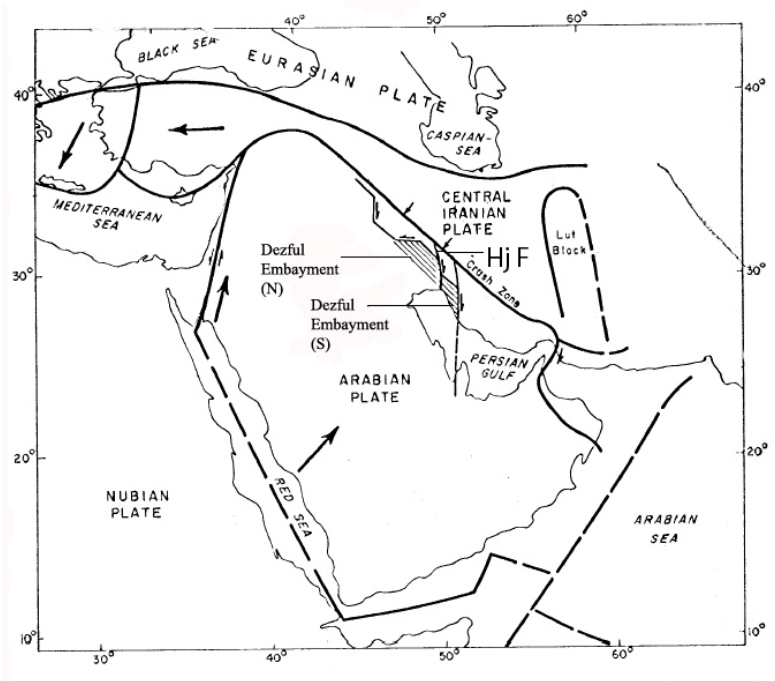
گسل کازرون دارای شیب خیلی ملایمی به سمت غرب، گسل خارک – میش دارای شیب ملایمی به سمت شرق و گسل هندیجان دارای شیب ملایمی به سمت غرب می باشد.

در بین دو قطعه شمالی و جنوبی گسل کازرون، یک منطقه با تعداد زمین لرزه های کم وجود دارد که می تواند به عنوان نقطه لرزه زا در آینده معرفی گردد. با توجه به مطالعه انجام گرفته ، گسل های کازرون، هندیجان، خارک میش، جبهه پیشانی و پیشانی کوهستان زاگرس، گسل های لرزه زا هستند. فراوانی و عمق زمین لرزه ها نشان دهنده فعال بودن پی سنگ در حال حاضر می باشد.

تعداد زمین لرزه ها ، به طرف سواحل خلیج فارس و از شمال به طرف جنوب منطقه ، کاهش می یابد که نشانگر کاهش تنش ناشی از همگرایی دو صفحه عربستان و ایران ، از سمت زمین درز به سمت داخل صفحه عربستان می باشد، همچنین نشانگر فعالیت گسلی در فروبار دزفول است.

سپاسگزاری

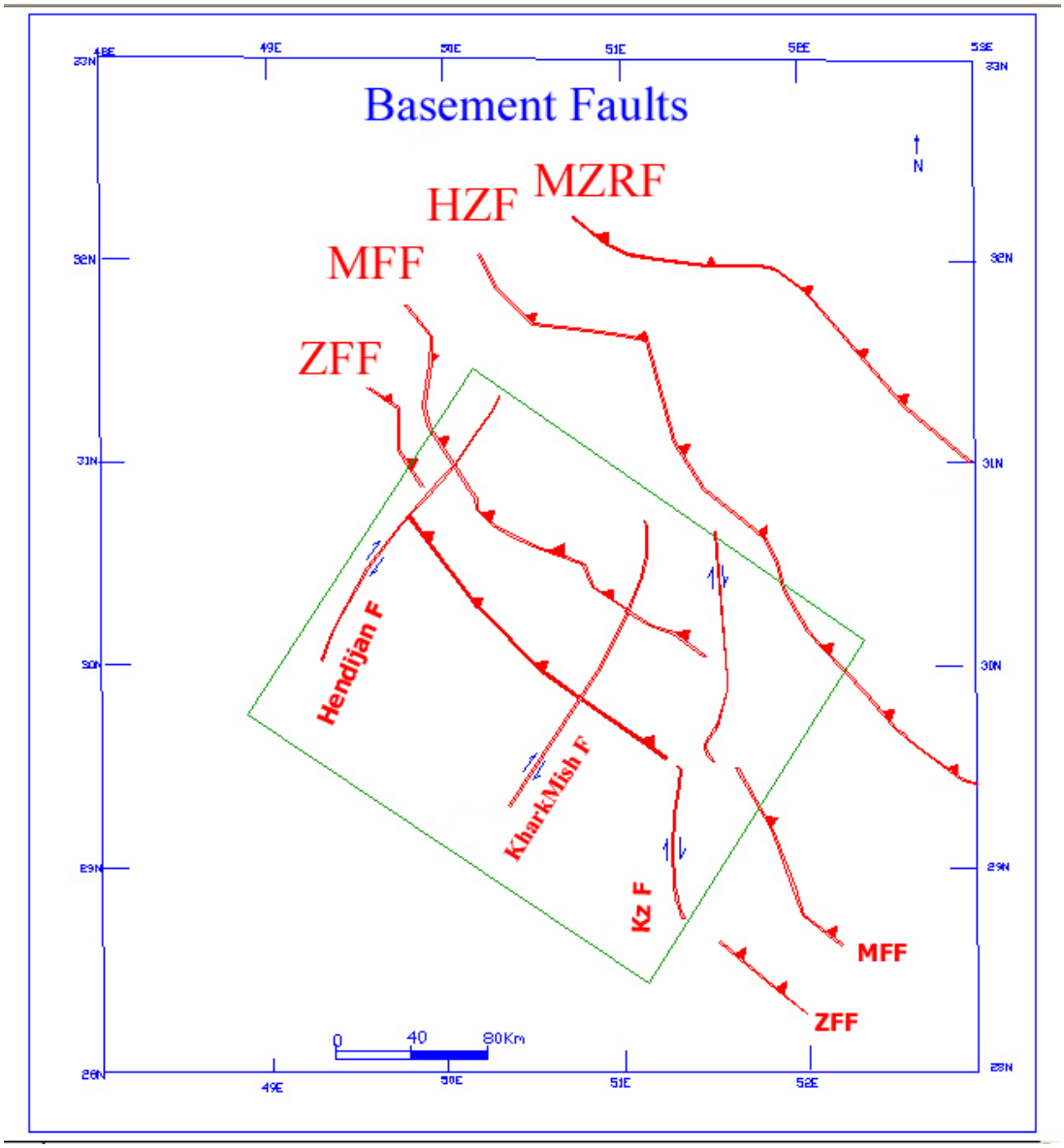
از همکاری صمیمانه جناب آقایان دکتر طباطبایی و دکتر عبدالهی فرد، تشکر و سپاسگزاری می شود.



شکل ۱- نقشه تکتونیکی خاور میانه و منطقه مورد مطالعه. فروباره دزفول جنوبی و شمالی در شکل کاملاً معلوم است.
(Pattinson.R , Takin.M 1971)

www.SID.ir

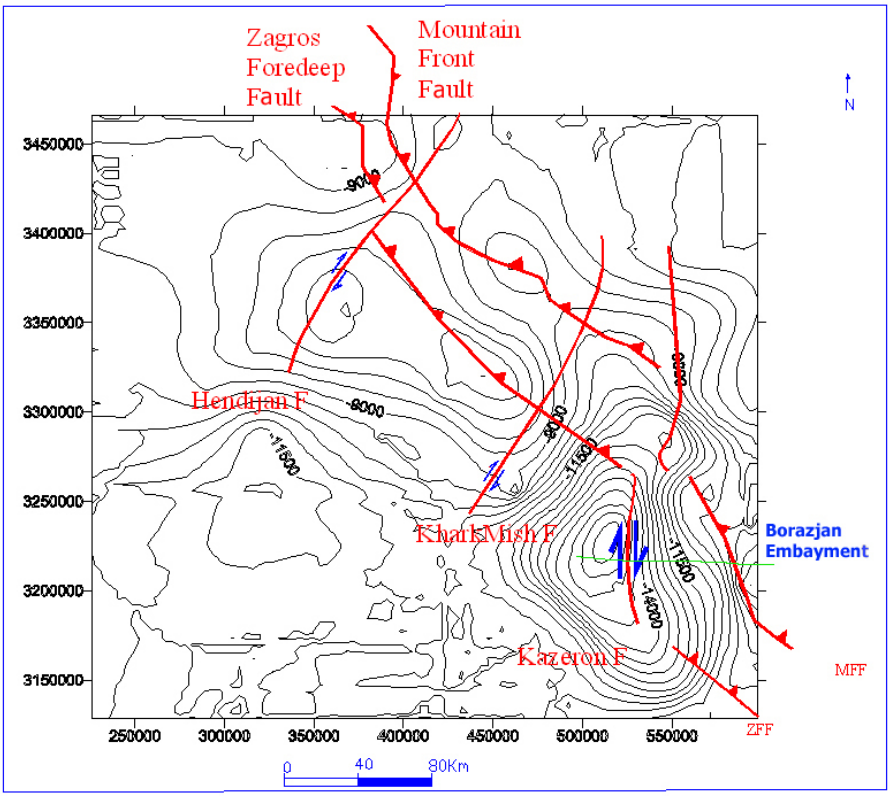
Archive of SID



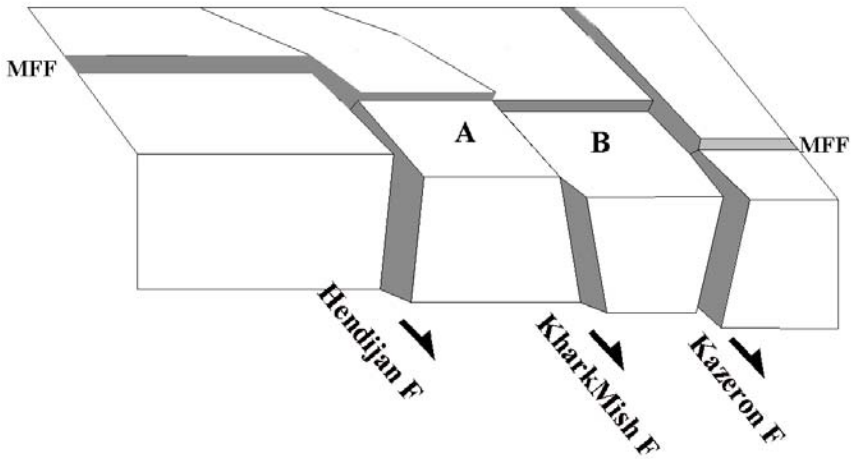
شکل ۲- گسل های پی سنگی منطقه. محدوده مورد مطاله با خط سبز رنگ مشخص شده است. **Hendijan F** گسل هندیجان، **KharkMish F** گسل خارک میش ، **Kz F** گسل کازرون ، **ZFF** گسل جبهه پیشانی زاگرس، **MFF** گسل پیشانی کوهستان زاگرس ، **HZF** گسل زاگرس مرتفع ، **MZRF** گسل اصلی معکوس زاگرس.

www.SID.ir

Archive of SID



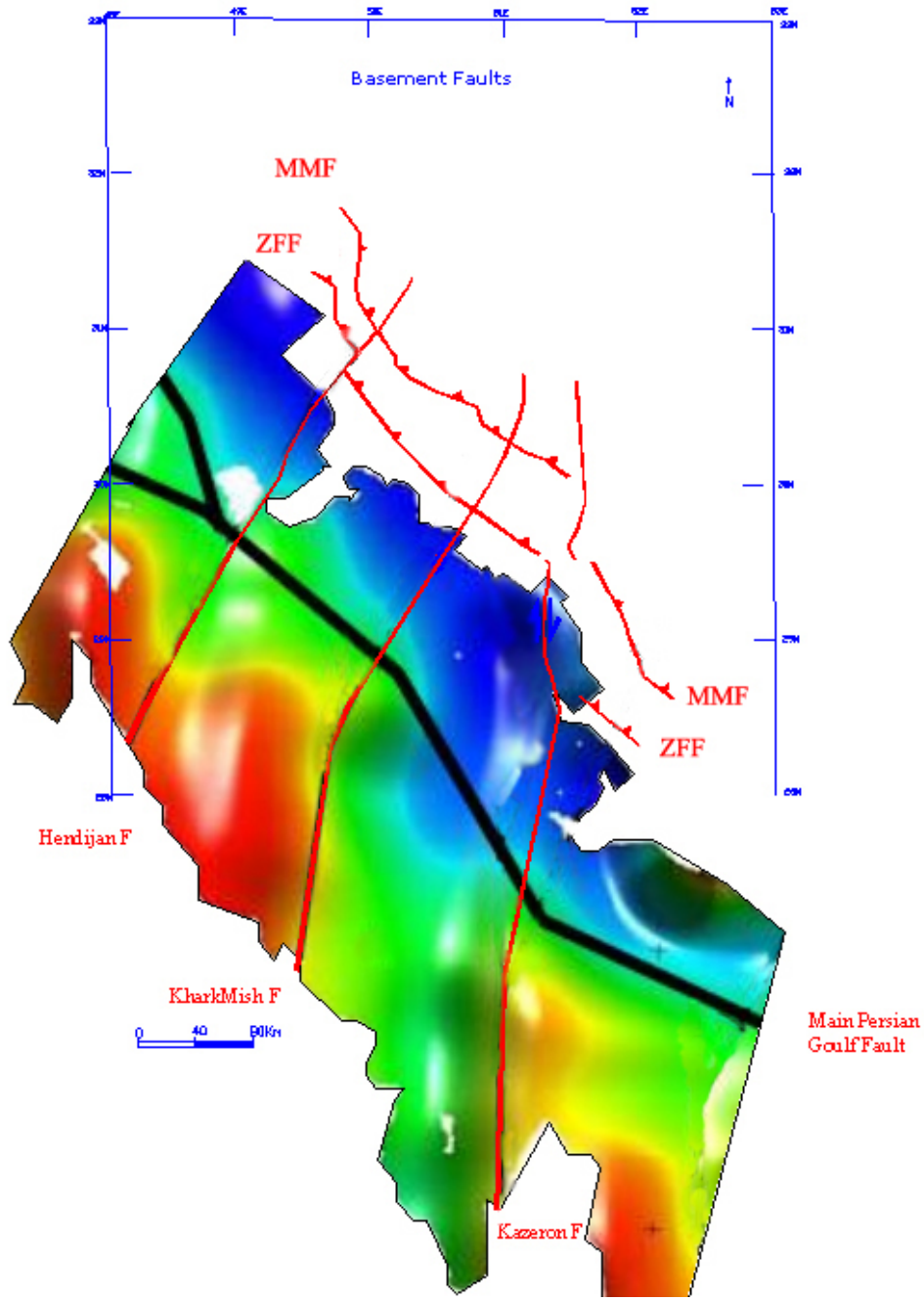
شکل۳– نقشه توپوگرافی پی سنگ و گسل های موجود در منطقه
فروافتادگی برازجان و بالاآمدگی خارک میش – هندیجان



شکل ٤ – مدل سه بعدی بلوک های پی سنگی منطقه. به شیب گسل های خارک میش و هندیجان دقت کنید.
بلوک **B** : فروباره برازجان ، بلوک **A** : بالاآمدگی خارک میش هندیجان.

www.SID.ir

Archive of SID

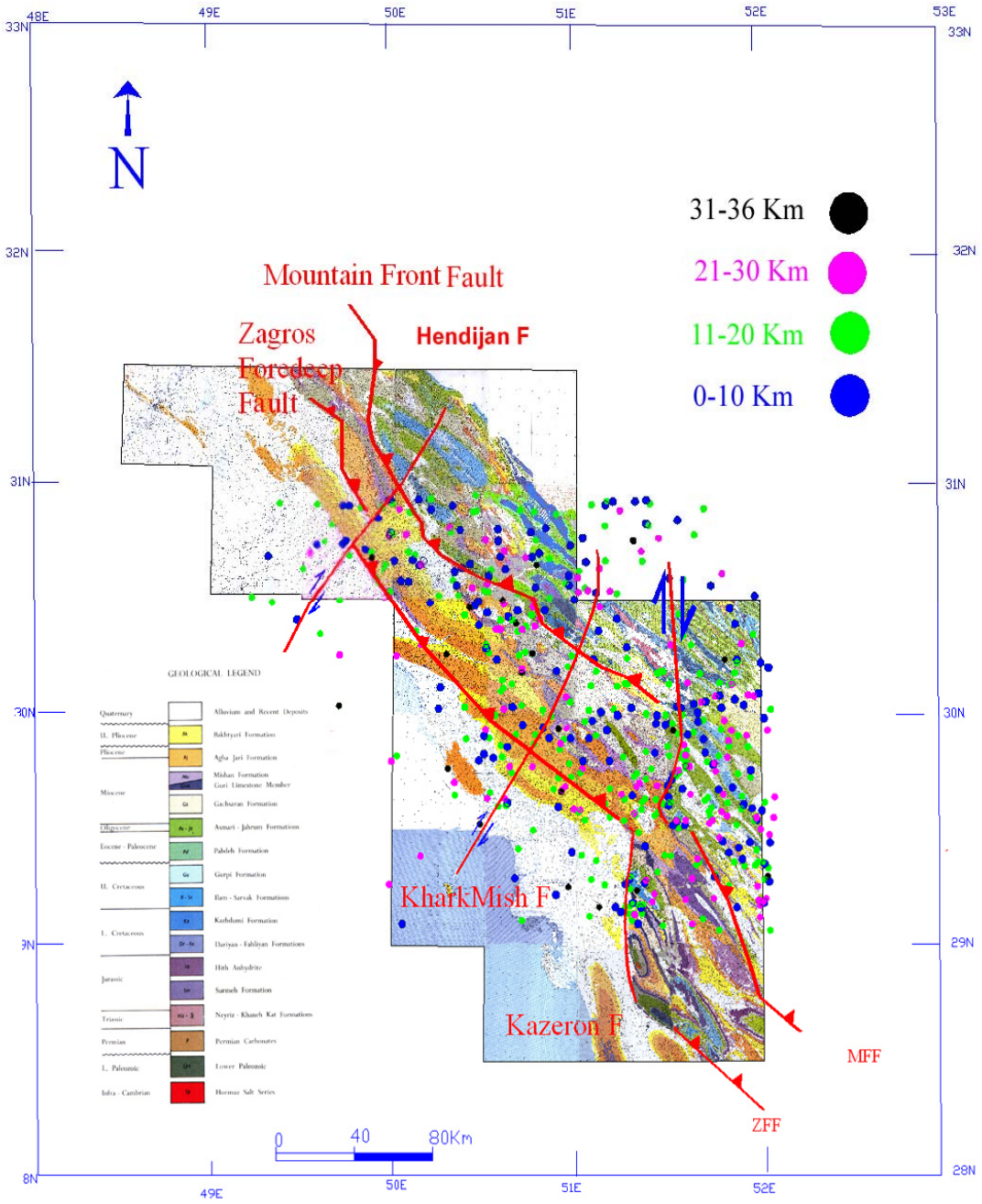


شکل۵- تلفیق نقشه گسل های پی سنگی منطقه و نقشه گرانی سنجی خلیج فارس

به ادامه گسل ها ی شمالی جنوبی و گسل اصلی خلیج فارس، در نقشه گرانی سنجی توجه نمایید.

www.SID.ir

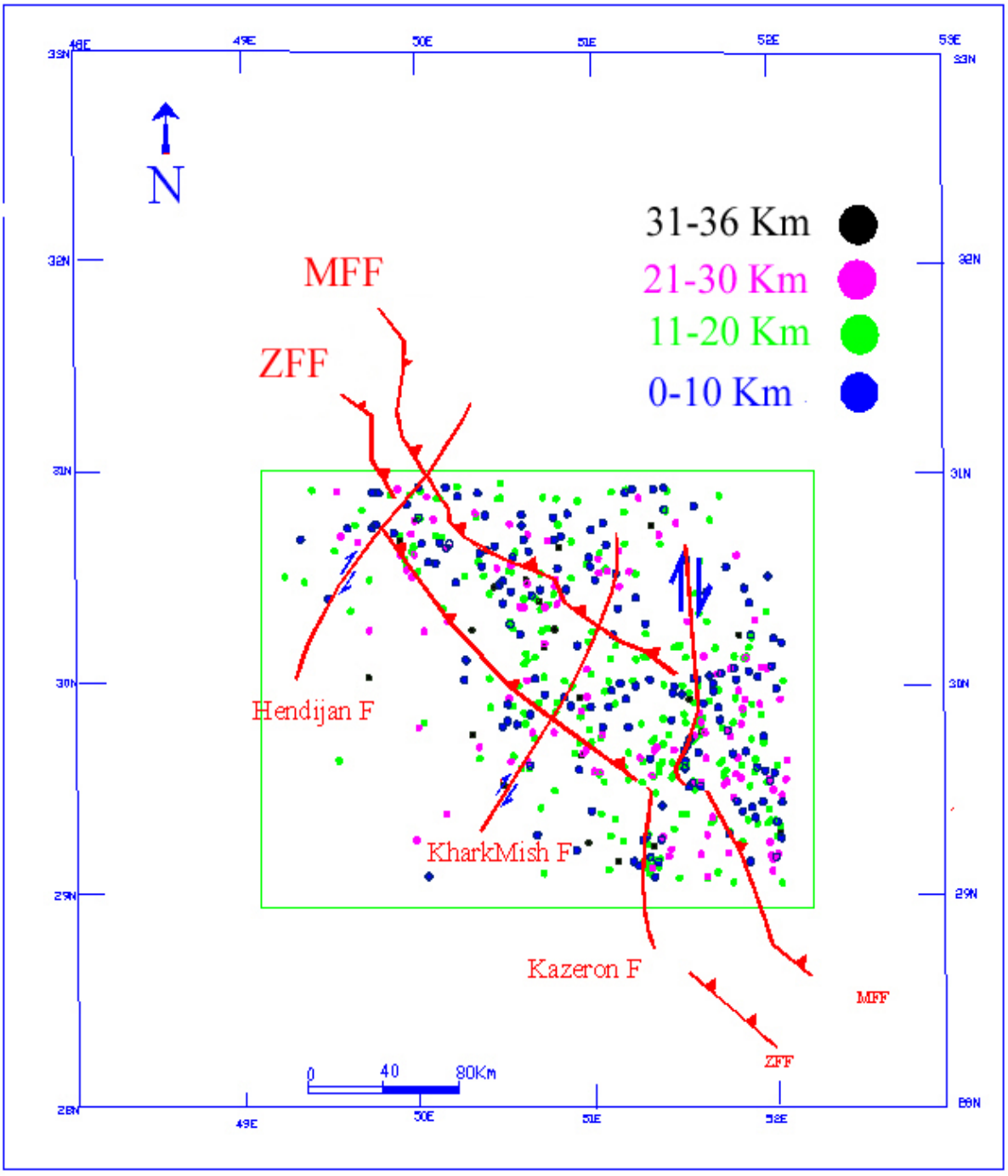
Archive of SID



شکل ٦– نقشه زمین شناسی منطقه که بر روی آن نقشه گسل های پی سنگی و زمین لرزه های حادث شده در منطقه منطبق شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- نقشه گسل های منطقه و زمین لرزه های حادث شده در آن به تفکیک عمق کانونی

مستطیل سبز منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

- آقانباتی ، س . ع ، (۱۳۸۳) : زمین شناسی ایـران ، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- شرف زاده . ع . ر ، (۱۳۷۸) : بلندی های قدیمی نقش و اهمیت آنها در منطقه دزفول جنوبی، گزارشزمین شناسی شماره ۱۹۱۹. شرکت ملی نفت ایران.
- طباطبایی ، سید هاشـم ، (۱۳۸٤) : گرانـی سـنجی ماهواره ای خلیج فارس، شرکت ملی نفت ایران.
- طباطبایی ، سید هاشـم ، (۱۳۷۰) : نقـشه خطـوط تراز پی سنگ جنوب غرب ایـران ، شـرکت ملـی نفت ایران.
- سایت موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران http://irsc.ut.ac.ir
- Alavi. M. (1991): Tectonic map of the Middle East, Geological Survey of Iran.
- Berberian. M. (1995): Master Blind Thrust Faults hidden under the Zagros Folds, Active Basement Tectonic and Surface Morphotectonics, Tectonophysics, Vol 241. PP 193 - 224
- 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.
- Dehghani .G. A and Makris. J (1983): The Gravity Field and Crustal Structure of Iran. Institut Fur Geophysik. Hamburg.
- Falcon. N.L. (1969): Problems of the Relationship between surface Structure and deep displacement the Zagros range. London, Geological Society special publication, 3 , P 9-22.
- Geological map of sheet 20830E - NIOC.
- Geological map of sheet 20829E – Ahwaz- NIOC.
- Geological map of sheet 20835W – Bandar e Mahshahr - NIOC.
- Husseini . M.I, (1988): The Arabian Infra Cambrian Extensional System. Tectonophysics, V. 148, P 93 – 103.
- Kugler, A (1973): An Interpretation of the Southwest Iran Aeromagnetic Survey, NIOC
- Llewellyn. P.G. and Ahdoot,H.(1973). Geological map of sheet 20850E – Buzpar- NIOC.
- Llewellyn. P.G. and Ahdoot.H.(1973). Geological map of sheet 20850W – Borazjan- NIOC.
- Llewellyn. P.G. (1972). Geological map of sheet 20831E – Kuh e Gallal- NIOC
- Llewellyn. P.G. (1973). Geological map of sheet 20836E – Dehdasht- NIOC.
- Llewellyn. P.G ,and Ahdoot.H , Fakhari . M.(1977). Geological map of sheet 20855W – Mand North- NIOC.
- Llewellyn. P.G. (1973). Geological map of sheet 20831W - NIOC.
- Majedi . M. (1971). Geological map of sheet 20840W – Bandare Shahpur- NIOC.
- Majedi. M.(1971). Geological map of sheet 20849E – Bandar e Rig - NIOC.
- Macleod . J . H , and Majedi. M.(1972). Geological map of sheet 20846E – Kazerun- NIOC.
- Macleod . J . H, and Akbari.(1970). Geological map of sheet 20836W – Behbahan - NIOC.
- Macleod . J . H.(1969). Geological map of sheet 20829W –Ab Teymur - NIOC.
- Macleod . J . H , and Majedi. M.(1972). Geological map of sheet 20846W – Kuh e Dara - NIOC.
- Macquillan . H (1978). Geological map of sheet 20842W – Fahlyan- NIOC.
- Mcquillan . H, and Roohi. M .(1977). Geological map of sheet 20855E– Bushgan NIOC.

www.SID.ir

Archive of SID

- Mcquillan . H , and Roohi. M .(1978). Geological map of sheet 20842E– Ardakan NIOC.
- Morris. P (1977): Basement Structures Suggested by Aeromagnetic Survey in South West Iran.
- Proceeding of the 2nd Geological Symposium of Iran.
- Pattinson . R , and Takin . M(1971) :Geological Significance of The Dezful Embayment Boundaries. NIOC.
- Setudehnia.A. and Obperry.J.T .(1966). Geological map of sheet 20841E – Ghachsaran- NIOC.
- Setudehnia.A , and Obperry.J.T .(1966). Geological map of sheet 20841W – Bandare Deylam - NIOC.
- Setudehnia.A , and Obperry.J.T .(1967). Geological map of sheet 20845E –Ganaveh- NIOC.
- Setudehnia.A , and Obperry.J.T .(1966). Geological map of sheet 20845W – Binak- NIOC.
- Setudehnia.A , and Obperry.J.T.(1967): Geological map of sheet 20849W – Kharg and Khargu- NIOC.
- Setudehnia.A , and Obperry.J.T .(1966). Geological map of sheet 20830W - Marun- NIOC.
- Setudehnia.A , and Obperry.J.T .(1966). Geological map of sheet 20835E – Aghajari- NIOC.
- Talebian . M, and Jackson. J. (2002) :Offset on the Main Recent Foult of NW Iran and implications for the late Cenozoic Tectonics of the arabia – Eurasia collision Zone , jurnal of Geophys.J.Int , Vol .150 pp 422 – 439.
- Vernant. Ph, Nilforoushan. F, Hatzfeld . D, Abbassi . M. R, Vigny . C, Masson. F, Nankali. H , Martinod . J , Ashtiani . A, Bayer. R, Tavakoli. F and, Chery. J (2004): Present – day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman. Journal of Geophys.J.Int , Vol 157 , pp 381-398.

www.SID.ir