

## بررسی لرزه‌خیزی سواحل مکران و ارتباط آن با گسل‌های منطقه

عزیزاله بزی<sup>۱</sup>، نسیم الیاس پور<sup>۲</sup>، ناصر شهرکی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>\* هیئت علمی دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

<sup>۲</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رسوب شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

### چکیده

بررسی کانون سطحی زمین لرزه‌های زون فرورانش مکران نشان می‌دهد که کانون سطحی غالب زمین لرزه‌های دستگاهی منطقه، در یک امتداد شمالی-جنوبی در شرق چابهار و بیشتر در بخش‌های شمالی یعنی حوالی گسل‌های مهم قصرقند و فیروزآباد واقع شده‌اند، بنابراین بخش شرقی مکران فعالیت لرزه‌ای بالاتری را در مقایسه با بخش غربی نشان می‌دهد. بررسی روند کانون سطحی زمین لرزه‌های منطقه نشان می‌دهد که با وجود روند کلی شمالی - جنوبی برای زمین لرزه‌های منطقه، روند زمین لرزه‌های با بزرگی کم در منطقه تا حد خیلی خوبی از روند گسل‌های منطقه یعنی روند شرقی-غربی تبعیت کرده در حالی که زمین لرزه‌های با بزرگی بالاتر، کمتر از این روند تبعیت می‌کنند و بیشتر روند شمالغرب - جنوبشرق نشان می‌دهند. باید متذکر شد که عمق کانونی زمین لرزه‌های بزرگ نسبت به زمین لرزه‌های کوچک نسبتاً بزرگتر می‌باشد، بنابراین با توجه به این امر و روند شمالغرب - جنوبشرق زمین لرزه‌های بزرگ، می‌توان آنها را به گسل‌هایی با همین روند و در زیر سنگهایی با رخساره فلیش در منطقه مکران نسبت داد، طوری که فعالیت آنها باعث فعال شدن گسل‌های سطحی و رخداد زمین لرزه‌های کوچکتر می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** سواحل مکران، زمین لرزه، کانون سطحی، گسل

### ۱- مقدمه

سواحل شمالی دریای عمان که از شرق تنگه هرمز در جنوب ایران تا حدود غرب بندر کراچی در پاکستان گسترده است، جزو منطقه‌ی زمین‌ساختی مکران قلمداد می‌شود که از غرب به گسل میناب و از شرق به گسل اورناچ‌نال در پاکستان محدود می‌شود (شکل ۱ و ۲). از دیدگاه زمین‌شناسی، اشتوکلین (۱۹۶۸) بر این باور است که این منطقه، یک زمین‌درز کهن است که به چهره‌ی یک منشور برافزایشی، از کرتاسه‌ی پسین یا ترشیری پیشین تا هولوسن، در فرادپواره‌ی یک زون فرورانش کم ژرفا و کم شیب قرار دارد. در این ناحیه، اگرچه عمل فرورانش از کرتاسه‌ی پسین آغاز شده، ولی هنوز برخورد نهایی صفحه‌ها صورت نگرفته است. به همین رو، در حال حاضر عمل کوهزایی در مکران همچنان در حال انجام است. بنابراین احتمال آن می‌رود که پتانسیل لرزه‌ای بالایی داشته باشد. باید یادآور شد هنگامی که صفحه‌ای به زیر صفحه‌ی دیگر می‌رود، مقدار لرزه‌خیزی بالا است، اما به عنوان یک زون فرورانش فعال، در مکران توان لرزه‌خیزی چندان بالا نیست. این امر می‌تواند به دو دلیل اتفاق افتد؛ یکی فرورانش کم‌شیب و دوم این که در مکران مجموعه‌ی برافزایشی در آب قرار دارد و به دلیل وجود آب در منافذ سنگ‌ها، رفتار سنگ‌ها پلاستیک است و نه شکننده. به گفته‌ی دیگر، وجود آب، نیروهای مؤثر را کاهش می‌دهد. با این حال، وجود پادگانه‌های دریایی و ظهور ۹ گل‌فشان در منطقه، نشانه‌ی پویایی این پهنه است که از آن جمله می‌توان به زمین‌لرزه‌ی ۱۹۴۵ پاسنی اورمارا پاکستان با بزرگی ۸/۳ اشاره کرد. منطقه مورد نظر در این تحقیق شعاع ۲۰۰ کیلومتری شهر چابهار می‌باشد. توزیع کانون سطحی زمین لرزه‌های دستگاهی نشان دهنده‌ی فعالیت لرزه‌خیزی متفاوت در نیمه شرقی چابهار نسبت به نیمه غربی آن می‌باشد، همچنین توزیع کانون‌ها به شکلی است که همخوانی کمی را با ساختارهای منطقه، مخصوصاً برای رخدادهای بزرگ نشان می‌دهد. بنابراین در این مقاله تلاش شده است تا با بررسی فعالیت لرزه‌خیزی در سواحل مکران، رابطه آن با گسل‌های بزرگ و کوچک منطقه مشخص گردد.



شکل ۱: تصویر ماهواره ای منطقه مکران بین دو گسل میناب در غرب و اورناچ نال در شرق

## ۲- بحث

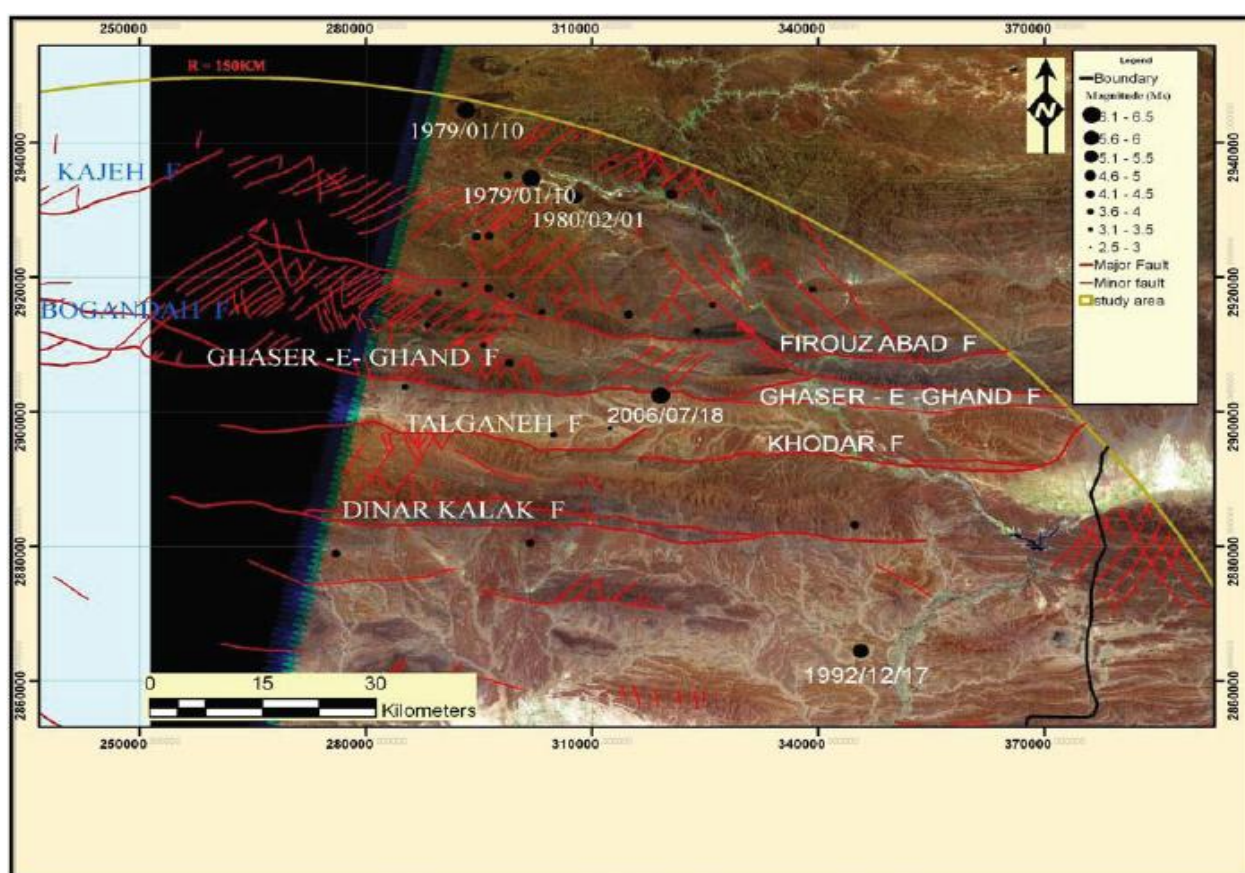
### ۲-۱- پراکندگی کانون سطحی زمین لرزه ها در منطقه

کانون سطحی غالب زمین لرزه های دستگاهی منطقه، بیشتر در بخش شمالی یعنی حوالی گسل های مهم قصرقند و فیروزآباد واقع شده اند (شکل ۳). همچنین چند کانون با روند شرقی - غربی در جنوب شرق چابهار و داخل دریا واقع گردیده اند که می توان آنها را به گسل یا گسل هایی داخل دریا نسبت داد. نکته مهم دیگری که از این تصویر استخراج می شود این است که کانون سطحی زمین لرزه ها تنها در نیمه شرقی چابهار و با روندی تقریباً شمالی-جنوبی قرار گرفته اند در حالی که روند گسل های منطقه شرقی - غربی است. این در حالی است که نیمه غربی خالی از زمین لرزه می باشد. در این منطقه، همانطور که در تصویر مشخص است کانون سطحی چند زمین لرزه نسبتاً بزرگ که برای سه تا از آنها مکانیزم کانونی (گسلش معکوس با مولفه امتدادی را نشان می دهد) نیز آورده شده است، روند خاص شمالغرب - جنوبشرق را از خود نشان می دهند، علاوه بر این، محل قرار گیری آنها روی نقشه بنحوی است که بجز کانون زمین لرزه ۲۰۰۶/۷/۱۸ که روی گسل قصرقند واقع گردیده است، بقیه کانون ها نسبت به گسل های موجود در نقشه فاصله زیادی داشته، بنابراین ارتباط دادن آنها به گسل های موجود در منطقه، مشکل می باشد و بنظر می رسد که حاصل فعالیت گسل یا گسل هایی باشند که با همین روند در عمق قرار داشته باشند. علاوه بر این، سازوکارهای کانونی آورده شده نشان می دهند مسبب زمین لرزه تاریخ ۱۹۷۹/۱/۱۰ یا روند شمالغرب - جنوبشرق داشته یا روند شمالشرق - جنوبغرب، که این روند ها با روند گسل های آشکار منطقه همخوانی ندارد. این نکته نیز جالب توجه است که روند زمین لرزه های کوچکتر تا حدی از روند گسل های منطقه در محدوده مورد نظر تبعیت می کنند و کانون سطحی آنها روی گسل ها قرار می گیرد. حال این سوال پیش می آید که چرا با اینکه روند گسل های به نقشه درآمده در منطقه، شرقی - غربی می باشند ولی روند زمین لرزه های نسبتاً بزرگ از این امر تبعیت نمی کنند؟ در جواب این سوال می توان گفت که ممکن است در اعماق گسل هایی با روند شمالی - جنوبی وجود داشته باشند و فعالیت آنها باعث ایجاد این زمین لرزه ها و فعال شدن گسل های سطحی تر شده که فعالیت این گسل های سطحی تر خود باعث رخداد زمین لرزه های کوچکتر شده است. درباره این موضوع در ادامه بحث خواهد شد.

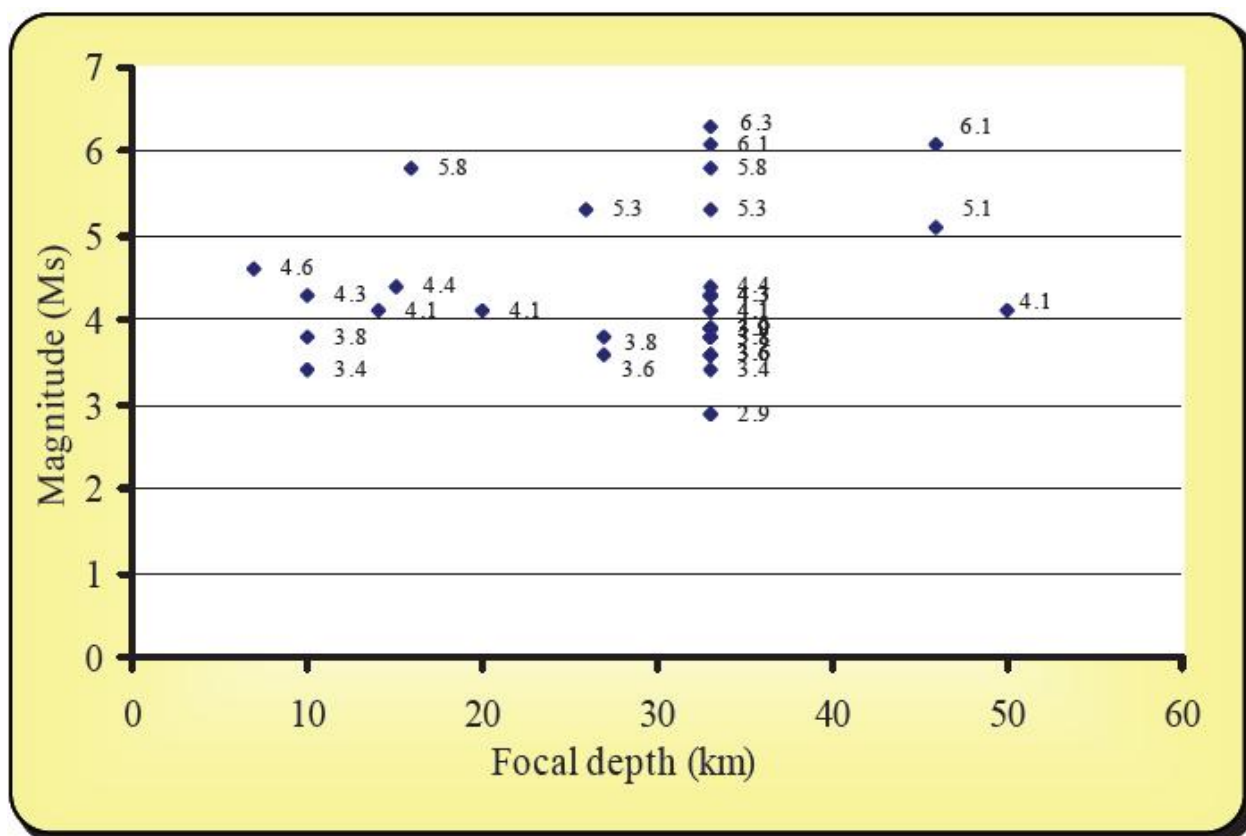


## ۲-۲- بررسی رابطه کانون سطحی زمین لرزه‌ها با گسل‌های آشکار منطقه

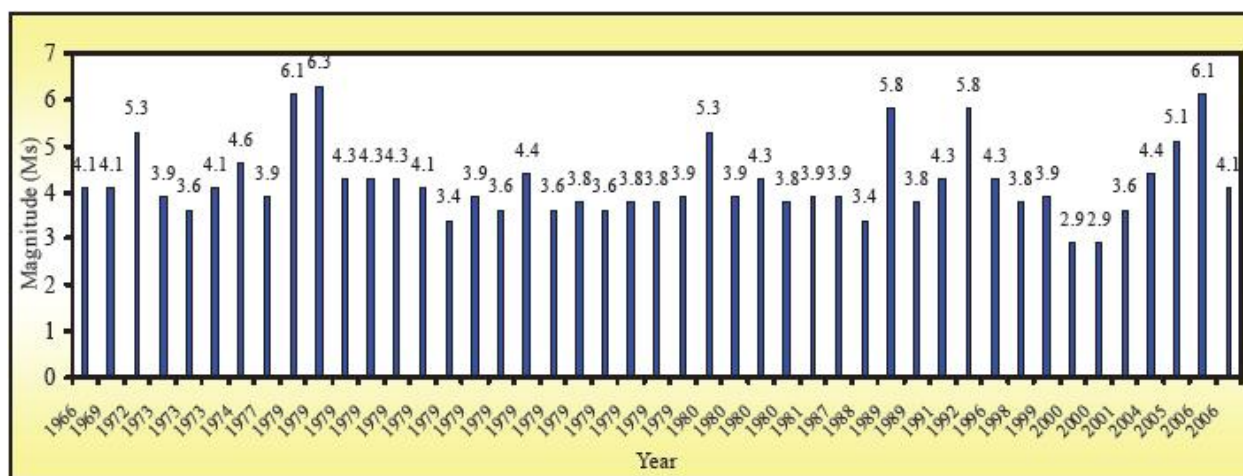
کانون سطحی تعدادی از زمین لرزه‌های رخ داده و موقعیت آنها نسبت به گسل‌های آشکار ناحیه در شکل ۳ آورده شده است. همانطور که قبلاً گفته شد و در شکل نیز مشخص می‌باشد روند زمین لرزه‌های کوچکتر تا حدی از روند گسل‌های منطقه در محدوده‌ی مورد نظر تبعیت می‌کنند و کانون سطحی آنها روی گسل‌ها قرار می‌گیرد در حالی که روند زمین لرزه‌های بزرگ بیشتر شمالغرب - جنوبشرق می‌باشد. برای بررسی بیشتر این موضوع نمودار بزرگی زمین لرزه‌ها در مقابل عمق کانونی آنها ترسیم شده است (شکل ۵). همانطور که در این نمودار مشخص است زمین لرزه‌هایی با بزرگی کم غالباً عمق‌های کانونی پایین دارند و زمین لرزه‌های بزرگ از عمق کانونی بالاتری برخوردارند. بنابراین با توجه به عمق کانونی و بزرگی زمین لرزه‌ها و همچنین موقعیت کانون سطحی زمین لرزه‌ها نسبت به گسل‌ها، می‌توان زمین لرزه‌های با بزرگی بالا را که از عمق کانونی بالاتری نیز برخوردارند به گسل‌هایی پنهان با روند شمالغرب - جنوبشرق نسبت داد. سازوکار کانونی چند زمین لرزه که در شکل ۳ آورده شده است، نیز می‌تواند مورد این موضوع باشد. زمین لرزه‌های با بزرگی کوچکتر نیز که عمق کانونی پایین‌تری دارند را می‌توان به گسل‌های آشکار منطقه نسبت داد که این امر در شکل ۴ مشخص می‌باشد. نکته جالب توجه دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد این است که معمولاً در کاتالوگ لرزه‌های منطقه بعد وقوع زمین لرزه‌های بزرگ ما شاهد رخداد زمین لرزه‌های کوچکتر با عمق کانونی کمتر هستیم و معمولاً زمین لرزه‌های بزرگ فاقد پیشلرزه‌های مشخص می‌باشند در حالی که با پس‌لرزه‌هایی همراهی می‌شوند (شکل ۶). این موضوع نیز می‌تواند تاییدی بر ارتباط رخداد زمین لرزه‌های بزرگ با عمق کانونی بالا و رخداد زمین لرزه‌های کوچک با عمق کانونی کمتر باشند طوریکه رخداد زمین لرزه‌های بزرگ از لحاظ زمانی در یک بازه مشخص مقدم بر رخداد زمین لرزه‌های کوچکتر است.



شکل ۴: رابطه کانون سطحی زمین لرزه‌های رخ داده با گسل‌های آشکار منطقه، زمین لرزه‌های کوچک تطابق نسبتاً خوبی را با گسل‌های آشکار منطقه نشان می‌دهند.



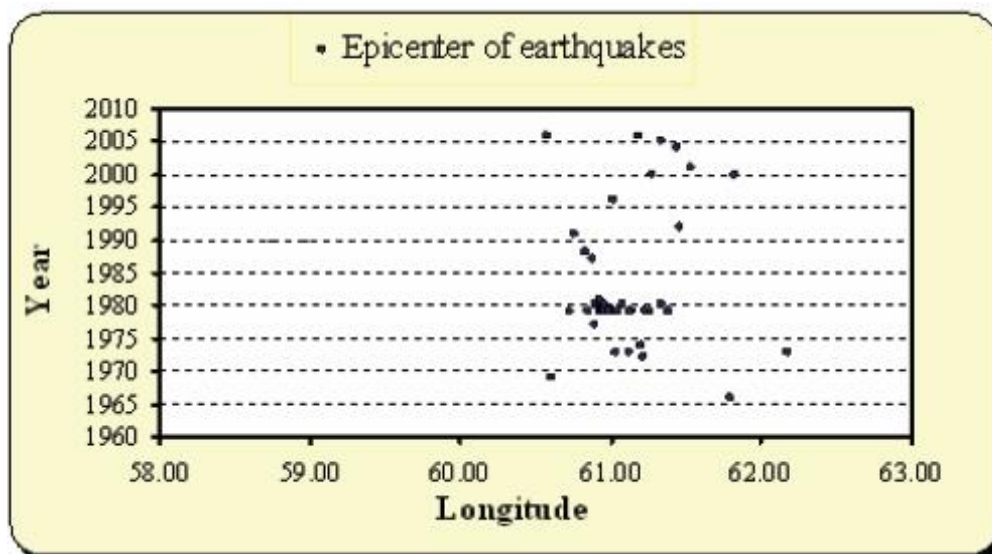
شکل ۵: عمق کانونی زمین لرزه های رخ داده در منطقه



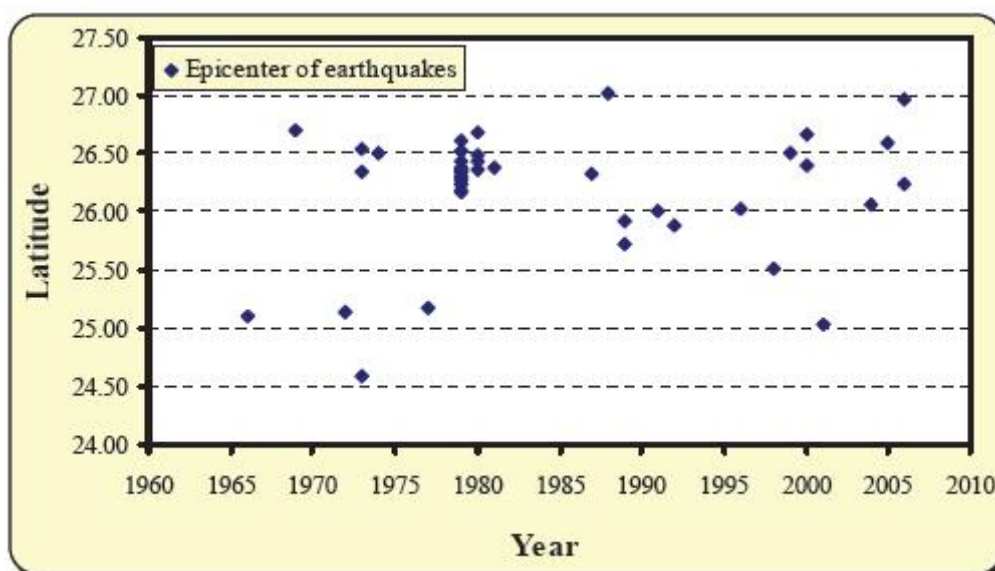
شکل ۶: توزیع زمانی زمین لرزه های منطقه.

### ۲-۳- مهاجرت کانون سطحی زمین لرزه ها در طول زمان

کانون سطحی زمین لرزه های دستگاهی در عرض و طول منطقه مورد مطالعه در شکل ۷ و ۸ آورده شده است. همانطور که در این تصاویر مشخص است در سال های اولیه در کانالوگ لرزه‌ای منطقه زمین‌لرزه‌ها در طول 62 درجه شرقی روی داده اند و با نزدیک شدن به سال های اخیر به سمت طول جغرافیایی کمتر مهاجرت نشان می دهند. نکته دیگری که از این می توان دریافت این است که زمین‌لرزه‌ها تمرکز خاصی را در طول 61 درجه شرقی در منطقه نشان می دهند. توزیع کانون ها در عرض منطقه نیز نشان می دهد که غالب زمین لرزه ها در عرض حدود 26 تا 27 درجه شمالی متمرکز می باشند یعنی حوالی گسل های مهم قصرقند، فیروزآباد و دینارکالک.



شکل ۷: توزیع کانون سطحی زمین لرزه ها در طول منطقه.



شکل ۸: توزیع کانون سطحی زمین لرزه ها در عرض منطقه.

### ۳- نتیجه گیری

پراکندگی کانون زمین‌لرزه‌ها در مکران از نظم خاصی برخوردار می‌باشد و می‌توان از آن جهت بررسی نحوه فعالیت لرزه زمین‌ساختی منطقه کمک گرفت. اغلب کانون زمین‌لرزه‌ها در منطقه در یک نوار شمالی - جنوبی و در شرق چابهار قرار می‌گیرند. با این ویژگی که تمرکز کانون‌ها در بخش شمالی این نوار یعنی بخش‌های شرقی تر گسل‌های قصر قند و فیروزآباد به وضوح بیشتر است بنابراین شرق چابهار فعالیت لرزه‌ای بسیار بالاتری را در مقایسه با غرب آن نشان می‌دهد. یعنی توزیع کانون زمین‌لرزه‌ها با روند گسل‌های به نقشه درآمده در منطقه خصوصاً برای زمین‌لرزه‌های نسبتاً بزرگ تطابق خوبی نشان نمی‌دهد، بنابراین می‌توان این نحوه توزیع کانونی خصوصاً برای زمین لرزه‌های بزرگ را به گسل‌هایی پنهان نسبت داد که فعالیت آنها باعث فعال شدن گسل‌های سطحی و رخداد زمین‌لرزه‌های کوچک با روند NNW در اعماق فیلیش‌های مکران با روند تقریبی تر روی این گسل‌ها شده است.

مهاجرت کانون سطحی زمین‌لرزه‌ها در منطقه نشان می‌دهد که در سال‌های اولیه در کاتالوگ لرزه‌ای منطقه زمین‌لرزه‌ها در طول 62 درجه شرقی روی داده‌اند و با نزدیک شدن به سال‌های اخیر به سمت طول جغرافیایی کمتر مهاجرت نشان می‌دهند. همچنین زمین‌لرزه‌ها تمرکز خاصی را در طول 61 درجه شرقی در منطقه نشان می‌دهند. توزیع کانون‌ها در عرض منطقه نیز نشان می‌دهد که غالب زمین‌لرزه‌ها در عرض حدود 26 تا 27 درجه شمالی متمرکز می‌باشند.

### ۴- منابع

- ۱- اسلامی، ع. الف.، حسن زاده، ج. (۱۳۶۵). استعداد لرزه‌خیزی مکران-مجله فیزیک، زمین و هوا-جلد ۱۵- شماره ۱ و ۲ موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- ۲- مریدی فریمانی، ع. ا. (۱۳۷۹). تحول ساختاری رشته کوه‌های مکران (ایران‌شهر تا چابهار). رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی.
- 3- De Mets c, Gordon RG, Argus DF, Stein. S. (1994) Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. *Geophysic. Volume 21. Pages 2191-2194.*
- 4- Grando G. and McClay K. (2007) Morphotectonics domains and structural styles in the Makran. accretionary prism, offshore Iran- *Sedimentary Geology, Volume 196, Pages 157-179.*
- 5- Kopp C., Fruehn J., Flueh E. R., Reichert C., Kukowski N., Bialas J. and Klaeschen D. (2000) Structure of the Makran subduction zone from wide-angle and reflection seismic data. *Tectonophysics, Volume 329. Pages 171-191.*
- 6- Nowroosi, A. (1972). Focal mechanism of earthquakes and plate tectonics of Middle east. *Bull. Seismol. Soc. Am. 62, 823-850.*
- 7- Stocklin, J., (1968) Structural History and Tectonics of Iran, A Review, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Volume. 52, Pages 1229-1258.*
- 8- Vernant, Ph., Nilforoushan, F., Hatzfeld, D., Abbassi, M.R., Vigny, C., Masson, F., Nankali, H., Martinod, J., Ashtiani, A., Bayser, R., Tavakoli, F. & Chery, J. (2004), present day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman, *Geophysical Journal International, Volume 157(1), Pages 381-398.*
- 9- Zarifi Z. (2006). Unusual subduction zones: Case studies in Colombia and Iran, Thesis for the degree of Philosophiae Doctor (PhD), University of Bergen.