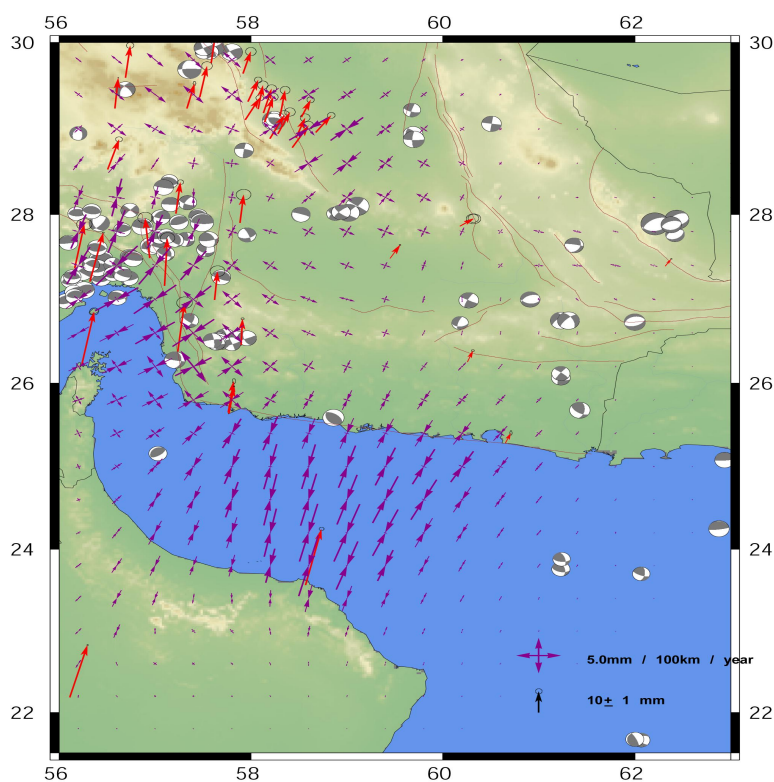




## گزارش زمین لرزه با بزرگای ۵,۶ استان سیستان و بلوچستان

اداره کل نقشه برداری زمینی و بنیادی

تهیه کننده: دکتر حمید رضا نانکلی

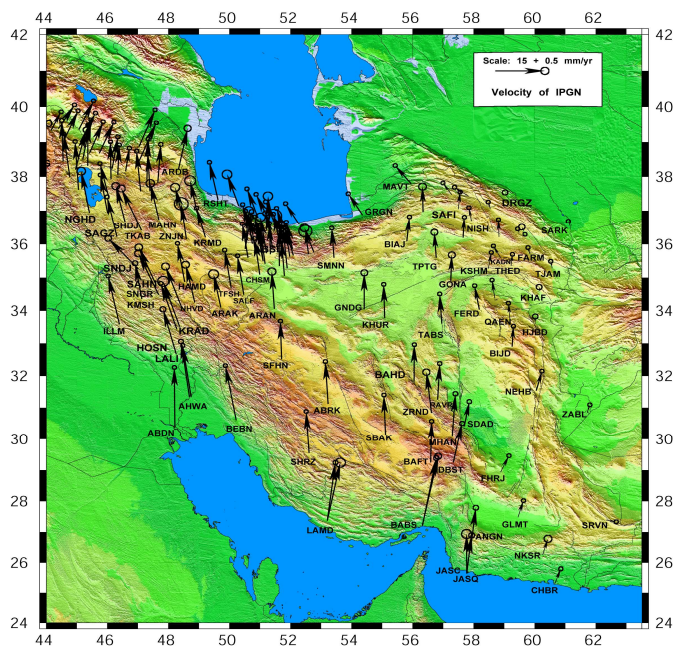


## ۱-مقدمه

زمین لرزه ای به بزرگی ۵.۶ ریشتر شهرستان فنوج را لرزاند. این زمین لرزه ساعت ۷:۵۰ دقیقه صبح مورخ ۱۴۰۲/۱۲/۱۵ و در عمق ۱۸ کیلومتری زمین رخ داده است. به گزارش مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک، این زمین لرزه در، ۴۴ کیلومتری فنوج، ۶۷ کیلومتری گلمورتی، در استان سیستان و بلوچستان رخ داده است. سازوکار این زمین لرزه فشاری و راستای گسل شرقی-غربی با تمایل شمالشرق-جنوبغرب، که در جنوب افتادگی جازموریان می باشد رخ داده است.

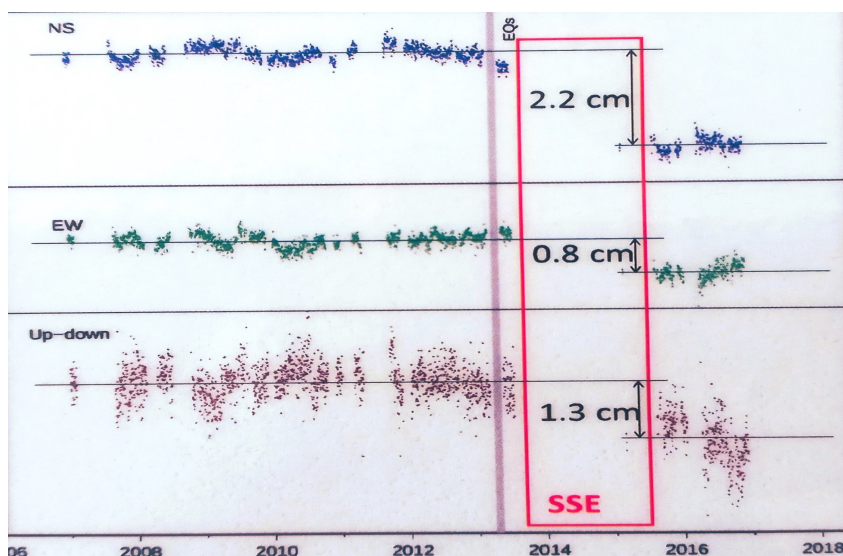
## ۲-تکتونیک منطقه و مدلسازی بر اساس ایستگاه های دائمی

زون مکران که در جنوب شرقی استان هرمزگان واقع شده است از غرب به گسل میناب، از جنوب به دریای عمان و از شرق به پاکستان محدود می شود. در حد شمالی زون مزبور گسل ها و تراست هایی با روند شرقی - غربی وجود دارند. در منطقه فرورانش مکران که از حرکت صفحه عمان به زیر منطقه مکران رخ می دهد ایستگاه های JASC و CHAB قرار گرفته اند. در مقایسه بین ایستگاه JASC و BABS که در نزدیکی گسل زندان میناب و در دو سوی غربی و شرقی آن قرار گرفته اند با اختلافی در نرخ حرکت معادل ۱۱/۵ میلی متر در سال در راستای شمال-جنوب و ۳/۵ میلی متر در سال در امتداد غرب-شرق مواجه می شویم. با توجه به امتداد شمالی- جنوبی گسل زندان میناب اختلاف در نرخ حرکت بین دو ایستگاه در راستای شمالی-جنوبی، باعث به وجود آمدن حرکت لغزشی راستگرد قابل توجه در سازوکار گسل زندان میناب می گردد. از طرفی دیگر با در نظر گرفتن ایستگاه MUSC واقع شده در  $23.56^{\circ} E$ ,  $58.56^{\circ} N$  بر روی صفحه عمان و با نرخ سرعت حدود ۲۶ میلی متر در سال در راستای مولفه شمالی و سرعت ایستگاه CHAB بر روی منطقه مکران می توان نرخ فشارش معادل ۱۹/۵ میلی متر در سال برای مکران تخمین زد. همان طور که می دانیم این فشردگی صرف فرورانش عمان به زیر مکران می گردد. براین اساس با توجه به سرعت حرکت صفحه عربی به سمت اوراسیا در طول جغرافیایی ۵۸ درجه که به اندازه ۲۶ میلی متر در سال برآورد شده است حدود ۱۹/۵ میلی متر آن در مکران، ۴۰ میلی متر آن در کپه داغ و مابقی در ایران مرکزی و لوت مستهلک می گردد. شکل ۱



شکل ۱-میدان سرعت نسبت به اوراسیا

نرخ فرورانش ۱۹.۵ میلیمتر در سال باید باعث زلزله های بزرگی شود. اما سطح لرزه خیزی فعلی در مکران نسبتاً پایین است. رخداد های درون صفحه ای نزدیک ساحل فقط در شرق زون سیستان ثبت شدند جایی که سه زلزله بزرگ تاریخی ( $M_w > 7$ ) رخ داده است. در ساحل جنوبی ایران، زلزله های بزرگی حداقل تا ۱۴۸۳ رخ نداده است. (Byrne et al. 1992) با فرض قفل شدگی بعد از ۱۴۸۳، حدود ۶-۹ متر کوتاه شدگی شمالی-جنوبی در آن رخ داده است. این برابر با لغزش آزاد شده زلزله ای با بزرگی در حدود ۸ (Weel & Coppersmith 1994) نظیر زلزله ۱۹۴۵ ( $M_w$  ۸.۱) در شرق مکران است. بنابراین ۱۹.۵ میلیمتر در سال می تواند کمترین مقدار برای نرخ فرورانش باشد، با توجه نرخ ماکزیمم، سرعت از دریای عمان نسبت به اوراسیا (۲۶ میلیمتر در سال برای ایستگاه MUSC). نکته دیگری که باید مد نظر داشت در منطقه فرورانشی مکران است که تراکم لرزه ای کمتری دارد. منطقه ای که محل برخورد ۳ گانه صفحه عربی - اوراسیا و هند است و زلزله های آرام یا خاموش که در ایستگاه های GNSS سازمان دیده می شود. زلزله های آرام، زلزله هایی غیرممتد یا لرزش هایی نظیر زمین لرزه هستند منتهی با این تفاوت که در انواع معمول زمین لرزه انرژی تنها ظرف چند ثانیه یا چند دقیقه آزاد میشود اما در زلزله های آرام انرژی در یک دوره نسبتاً طولانی آزاد می شود.



شکل ۲- سری زمانی ایستگاه چابهار (محور افقی زمان و محور قائم جابجایی را نشان می دهد) (توکلی و همکاران ۲۰۲۱)

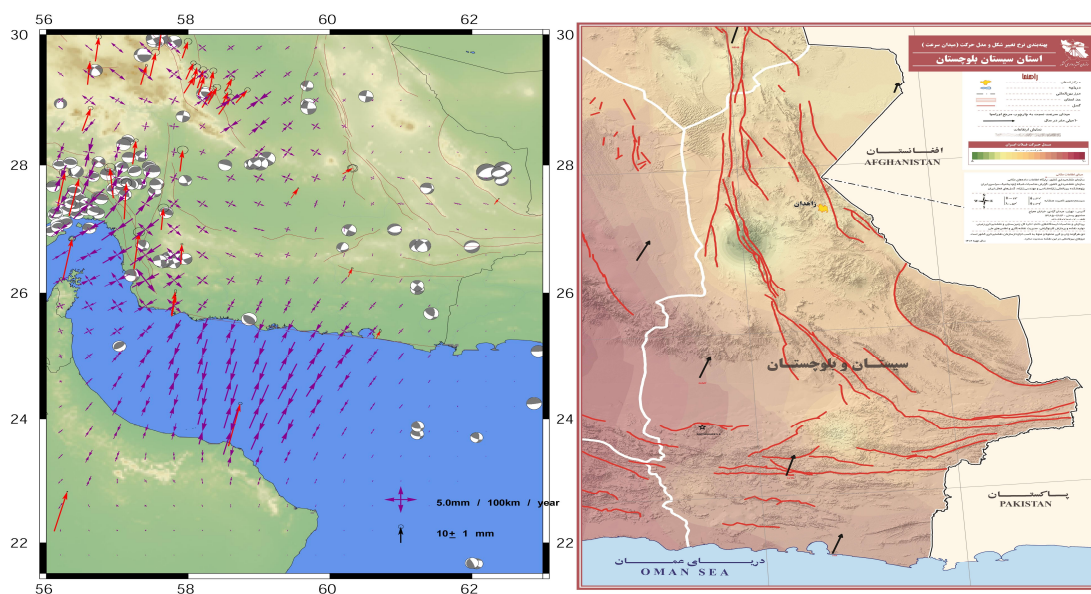
همانطوریکه در شکل ۲ دیده میشود و بر اساس سری زمانی ده ساله از این ایستگاه جابجایی آرام (غیر لرزه ای) با مستطیل قرمز رنگ مشخص شده است. این میزان جابجایی افقی در پهنه فرورانش معادل ۷ تا ۵ سانتی متر لغزش در عمق ۱۰ کیلومتری می باشد که معادل زمین لرزه ای با بزرگای ۶.۴ می باشد.

### ۳- تحلیل رخداد

زمین لرزه ۵.۶ در محدوده مرز شمالی زون مکران (نوار جنوبی استان سیستان و بلوچستان) و در پهنه جازموریان واقع در بین دو پهنه لرزه زمین ساختی مکران و ایران مرکزی در ۴۴ کیلومتری شمال غربی شهر فنوج استان سیستان و بلوچستان تعیین موقعیت شده است.

رو مرکز این زلزله براساس نقشه گسله های موجود، در مجاورت گسل جنوب جازموریان می باشد. گسل جنوب جازموریان با سازوکار راندگی با شیب به سمت جنوب، با تجمیع تمامی سگمنت های هم راستای آن، دارای طولی تقریبی ۱۰۰ کیلومتری می باشد. براساس سازوکار گسله جازموریان، سازوکار کانونی زلزله نیز احتمالاً راندگی خواهد بود. تا کنون پس لرزه ای برای این رخ داد ثبت نشده است. با توجه به عمق زلزله و طول گسل تنش زمین ساختی لازم برای این جابجایی و ایجاد زلزله ۱۰ مگا پاسکال می باشد. نقشه لرزه خیزی جدید نشان می دهد که فرورفتگی جازموریان یک بلوک نسبتاً لرزه ای است، همانطور که با کمبود زمین لرزه های پوسته کم عمق در فرورفتگی و تمرکز زمین لرزه های کم عمق در اطراف حاشیه آن مشهود است. (اکبر زاده، ۲۰۲۴)

تجزیه و تحلیل کرنش و تغییرات آن در طول زمان در یک منطقه فعال زمین ساختی می تواند ابزار قدرتمندی در پیش بینی مکان و بزرگی مورد انتظار زلزله های آینده باشد. بر اساس نتایج حاصله از میدان سرعت و نرخ کرنش ایستگاه های دائمی با نرخ بالای کرنش (جنوب سیستان و بلوچستان-زلزله اخیر) را می توان به عنوان مناطقی تفسیر کرد که در آن پوسته بالایی و پایینی در حال خزش هستند و به طور متناوب بارگذاری زمین ساختی در آن اثر دارد، به طوری که زلزله های با بزرگی کوچک و متوسط مورد انتظار است. بالعکس نرخ کرنش کمتر شمال و شرق سیستان و بلوچستان نشان دهنده وجود گسل های قفل شده و رخ داد های شدید-اصلی (زلزله سال ۲۰۱۳ سراوان با بزرگای ۷.۷) و احتمالی در آینده است. شکل ۳



پهنه بندی نرخ تغییر شکل در استان سیستان و بلوچستان

بر مبنای تقسیم بندی های صورت گرفته زلزله ها از نظر بزرگی به هفت دسته تقسیم می شوند. زلزله های با بزرگی کمتر از ۲ ریشتر در گروه خرد لرزه ها (micro)، بین ۲ تا ۴ ریشتر، ریز (minor)، بین ۴ تا ۵ ریشتر، کوچک (light)، بین ۵ تا ۶ ریشتر، متوسط (moderate)، بین ۶ تا ۷ ریشتر، شدید (strong)، بین ۷ تا ۸ ریشتر، اصلی (major) و بیش از ۸ ریشتر، بزرگ (great) اطلاق می شود.

