

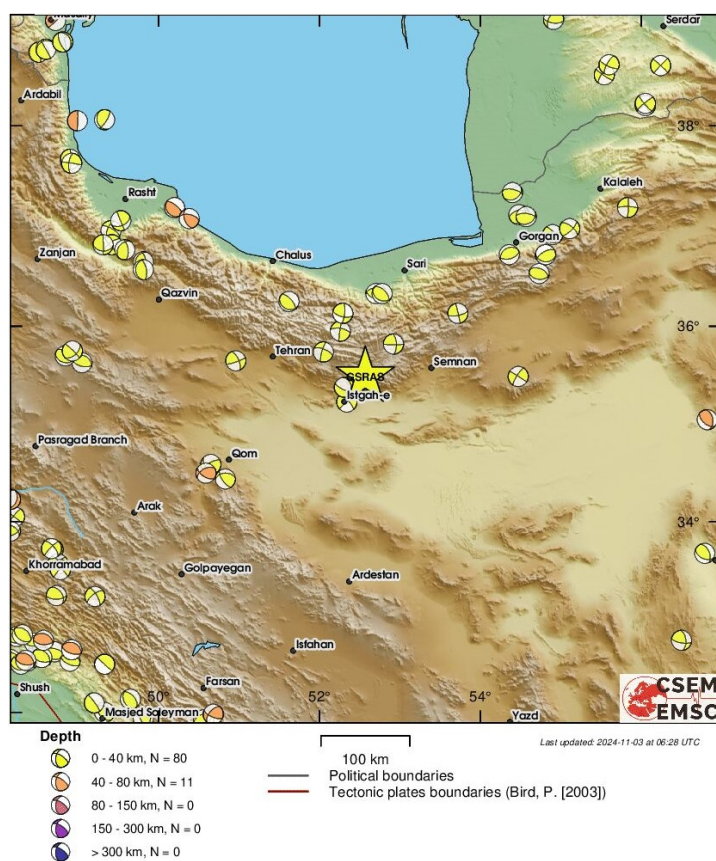


گزارش زمین لرزه با بزرگای ۴,۸ گرمسار استان سمنان

اداره کل نقشه برداری زمینی و بنیادی

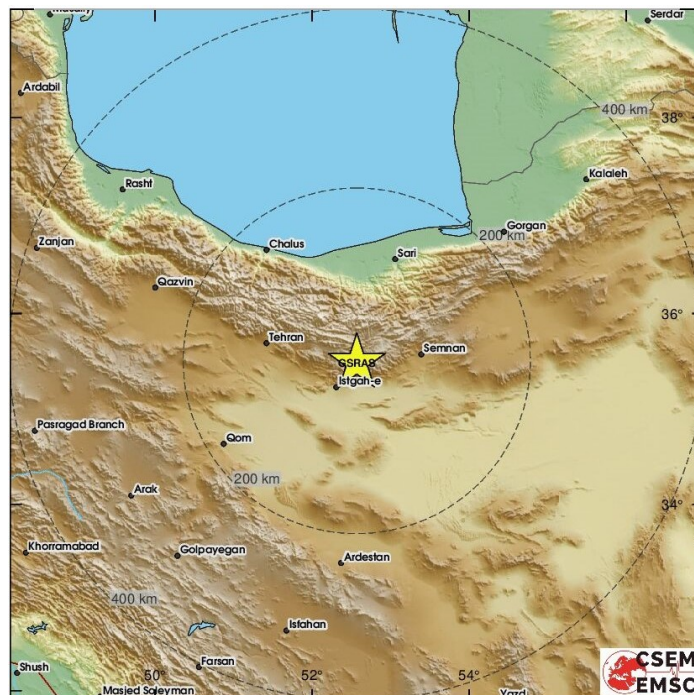
کمیته مدیریت بحران

تهیه کننده: دکتر حمید رضا نانکلی



۱-مقدمه

زمین لرزه ای به بزرگی ۴٫۸ ریشتر شهرستان گرمسار در استان سمنان را لرزاند. این زمین لرزه ساعت ۰۵:۱۶ دقیقه مورخ ۱۴۰۳/۰۸/۱۳ و در عمق ۸ کیلومتری زمین رخ داده است. به گزارش مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک، این زمین لرزه در ۸ کیلومتری گرمسار، ۱۰ کیلومتری آرادان، و در فاصله ۱۰۰ کیلومتری از تهران و در مجاورت گسل ایوانکی رخ داده است. شکل ۱.



شکل ۱-رومركز زمین لرزه با بزرگای ۴٫۸ گرمسار ۲۰۲۴;EMSC

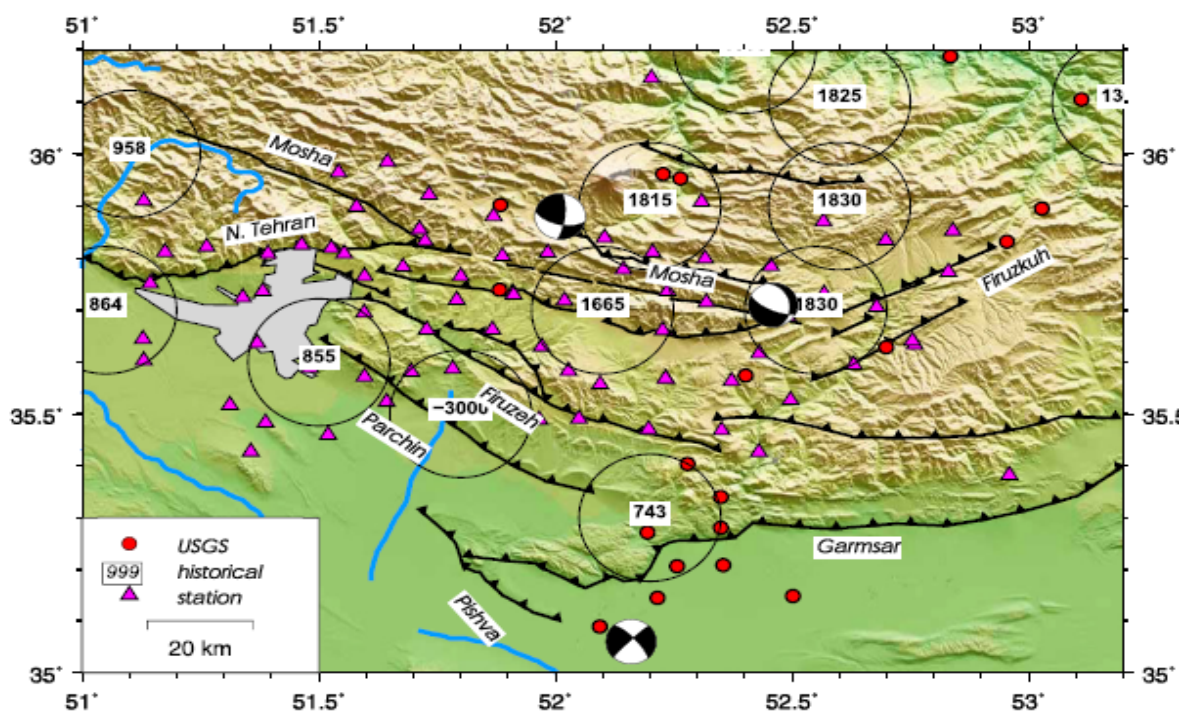
چهاردهم مهر امسال نیز زلزله‌ای با بزرگی ۴٫۵ در فاصله ۳۶ کیلومتری آرادان (شرق گرمسار) و ۱۷ کیلومتری روستای ایچ شهرستان سرخه رخ داده است. شدت این زلزله در شهرستان‌های آرادان و گرمسار استان سمنان و همچنین در شهرستان فیروزکوه و برخی نقاط استان تهران احساس شد. گسل گرمسار با طول نزدیک به ۷۵ کیلومتر با راستای تقریبی خاوری - باختری در شمال گرمسار و در دامنه جنوبی بخش خاوری البرز مرکزی با شیب رو به شمال، دیده می‌شود. بر پایه پژوهش‌های انجام شده از دیدگاه هندسی گسل گرمسار گسلی با شیب به سوی شمال و قابل قطعه‌بندی به ۵ پاره‌گسلی است که با توجه به راستا و هندسه هر پاره‌گسلی، سازوکار آن از چپ‌بر با مؤلفه فشاری تا کششی قابل تقسیم‌بندی است و گسل گرمسار در ردیف گسل‌های فعال در بازه زمانی کواترنری به‌شمار می‌رود. بیشینه و کمینه جابه‌جایی افقی چپ‌بر اندازه‌گیری شده بر روی این گسل برابر ۲۲۰ متر و ۴ متر بر روی پاره‌گسل‌های ۱ و ۳ از سامانه گسلی گرمسار بر روی آبراهه‌های جابه‌جا شده قابل مشاهده است. (هروی-طالبیان ۲۰۱۳).

گسل ایوانکی حدود ۸۵ کیلومتر طول دارد با راستایی شمال غرب - جنوب شرقی در انتهای به گسل گرمسار می‌رسد انتهای شمال‌غربی گسل ایوانکی به جنوب شرقی تهران می‌رسد و به‌نظر می‌رسد که دنباله آن در زیر آبرفت‌های جنوب -

جنوب شرق تهران پنهان است. زلزله قرن چهارم پیش از میلاد در منطقه دروازه خزر و شهر ایوانکی به بزرگای تخمینی ۷٫۹ و شدت $Io = X$ و همچنین زلزله بهار ۷۴۳ میلادی بزرگای تخمینی ۷٫۲ و شدت $Io = VIII$ در کوه تخته رستم و زلزله‌های ۱۹۸۸ (شهریور ۱۳۶۷) که به مدت یک سال ادامه داشت از زمین لرزه‌های مهم پهنه گرمسار و ایوانکی هستند. **با این حال در سه دهه اخیر بخش‌های مرکزی و غربی گسل گرمسار فعالیت لرزه‌ای بیشتری نشان داده‌اند** (موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران-مرکز لرزه نگاری کشوری -اطلس لرزه ای کشور ۱۴۰۲).

۲-تکتونیک و لرزه خیزی منطقه

از نقطه نظر لرزه زمین ساختی، کشور ایران بخشی از کمر بند زلزله خیز آلپ- هیمالایا را تشکیل می‌دهد. وجود گسل‌های فراوان فعال در منطقه ایران و همچنین زلزله‌های تاریخی و معاصر گویای پتانسیل بالای تغییر شکل در این منطقه می‌باشد. از بین ساختارهای تکتونیکی فعال در ایران رشته کوه‌های البرز که در بر گیرنده تعداد زیادی گسل فعال می‌باشد بسیار حائز اهمیت می‌باشد. منطقه البرز مرکزی لرزه خیز بوده و در طی دو هزار سال گذشته بیش از ۲۰ زمین لرزه با بزرگی ۶/۵ (درمقیاس امواج) سطحی در این منطقه بوقوع پیوسته است. از دیدگاه زمین ساخت البرز مرکزی توان ایجاد زمین لرزه‌های بزرگ را دارد و گسل‌های توانمندی در البرز مرکزی قرار دارند. شکل ۲.

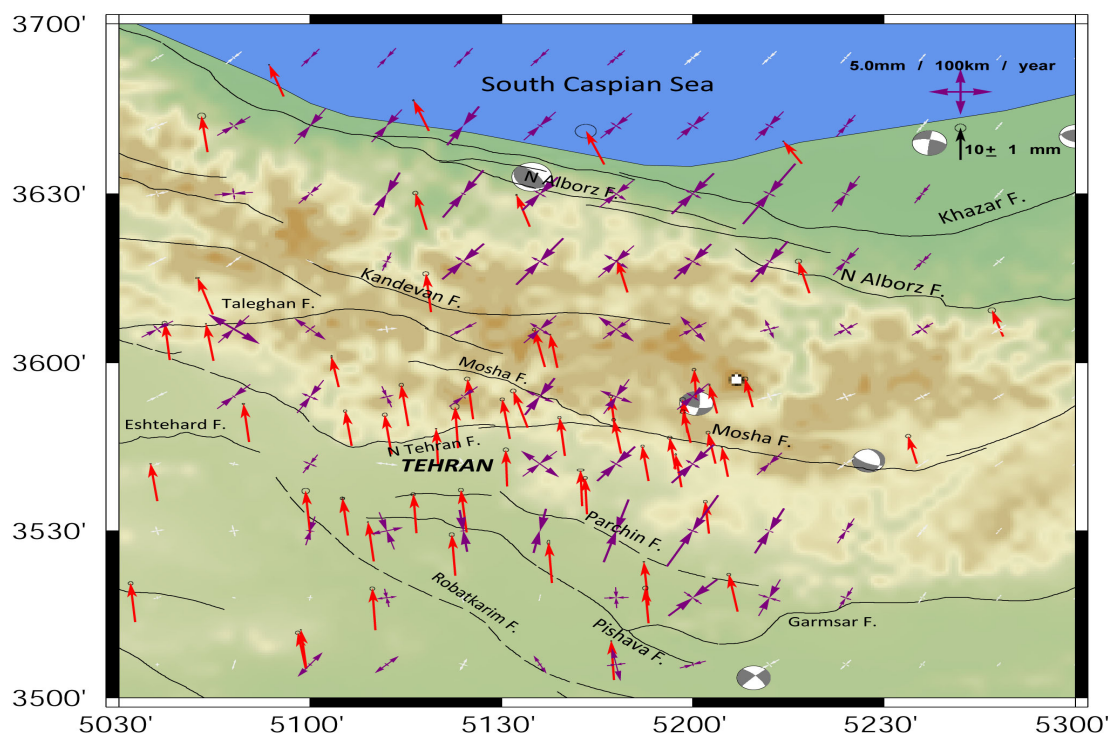


شکل ۲- پهنه البرز مرکزی، تاتار و همکاران: (۱۳۸۵)

۳-مدل حرکت منطقه البرز با استفاده از نتایج شبکه های GNSS موردی و دائمی سازمان نقشه برداری کشور

میدان سرعت و نرخ کرنش در شکل ۳ به ترتیب نحوه تغییر شکل در امتداد و در سراسر محدوده البرز را نشان می‌دهد. نمودار نرخ استرین نشان می‌دهد که تغییر شکل درون محدوده البرز به شدت در امتداد و در سراسر کمر بند در حال تغییر کردن است. در بخش شرقی تغییر شکل به صورت حرکت چپگرد و کوتاه شدگی روی لبه جنوبی کمر بند دیده می‌شود. در البرز مرکزی (از ۵۱ درجه شرقی تا ۵۲٫۵ درجه شرقی) تغییر شکل به صورت مایل و فشارش نسبتاً بزرگتری

مشاهده می شود. جهت فشارش اغلب عمود بر راستای کمربند در آن بخش است. نرخ استرین محاسبه شده نشان می دهد که در البرز مرکزی بخشی از همگرایی بین دو صفحه عربستان و اوراسیا از طریق کوتاه شدگی صورت گرفته توسط گسل های تراستی شمال البرز، خزر (۱٫۸ میلیمتر در سال قائم)، پارچین و گرمسار جذب می گردد. در حالی که تغییر شکل به صورت امتداد لغز چپگرد درون محدوده کوهستانی در امتداد گسل های طالقان و مشا (با نرخ لغزش ۱٫۵ و ۱ میلیمتر) دیده می شود و این نشان می دهد که نوع تغییر شکل در البرز مرکزی تنها بصورت چین خورده و بالا آمده نیست. تعدادی از بخش های البرز (البرز غربی) میزان فشار خیلی کوچکی را نشان می دهد که بیانگر تغییر شکل در شمال البرز است،



شکل ۳- میدان سرعت و نرخ کرنش (استرین) در پهنه البرز

تعیین و بررسی تنسور نرخ استرین پوسته زمین، امکان توصیف فرآیندهای ژئودینامیکی مانند تجمع استرین گسل ها را که یک پارامتر مهم در ارزیابی خطر لرزه های محسوب می شود، فراهم می آورد. یکی از کاربردهای مهم شبکه ایستگاه های دائمی ژئودینامیک و GNSS، محاسبه نرخ استرین ژئودینامیکی و برشی با استفاده از بردارهای سرعت می باشد نتایج بدست آمده از سری های زمانی و میدان سرعت و استرین شبکه ایستگاه های دائمی سازمان نقشه برداری کشور در منطقه حاکی از **رژیم فشارشی غالب است که از سمت غرب به مرکز و شرق کاهش میابد.** نرخ کاهش این استرین با توجه به عمق زلزله و فاصله از زون گسلی ۱،۲ تا ۳ نانو استرین در سال می باشد. 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. مناطق با نرخ بالای استرین (کرنش) 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. مناطق با نرخ کرنش بالا به طور متوسط تحت فعالیت لرزه ای بالا هستند، اما برای ارزیابی خطر چنین مناطقی باید دانست که آیا چرخه لرزه ای در مرحله اولیه است یا بعدی. نرخ کرنش بالا در مناطق خاص ممکن است ناشی از زلزله باشد، نه قبل از وقوع آن. بنابراین، همبستگی بین لرزه خیزی و تغییر شکل محلی

ونرخ کرنش از سرعت‌های بین لرزه‌ای GNSS ممکن است شاخصی از وقوع رویداد لرزه‌ای آینده باشد. بالعکس نرخ کرنش کمتر نشان دهنده وجود گسل‌های قفل شده و رخ داد‌های اصلی در آینده است.

۴- انتقال و برهم کنش تنش استاتیک

زمین لرزه‌ها می‌توانند با همدیگر برهم کنش داشته باشند و این موضوع می‌تواند منجر به توالی زمین لرزه‌ها و خوشه زمین‌بندی ورخداد پس لرزه‌ها گردد. برانگیختگی تنش بدین صورت است که گسل‌ها به تنشی که از گسل‌ها یا زمین لرزه‌های مجاور دریافت می‌کنند پاسخ می‌دهند. حرکت بلوک‌های دو طرف یک گسیختگی باعث ایجاد تغییر در تنش ایستایی محیط اطراف آن میشود. این تغییر تنش روی سطوح گیرنده اطراف گسیختگی دارای دو مولفه نرمال و برشی میشود. وقوع زمین لرزه نزدیک به هم در زمان و مکان که به صورت خوشه‌ای لحاظ می‌شود براساس تئوری انتقال تنش و اثر متقابل آن محاسبه می‌شود، تنش انباشته شده در روی یک گسل به عنوان کلید اصلی به منظور آغاز گسیختگی در نظر گرفته می‌شود در هنگام وقوع زلزله به سادگی از بین نمی‌رود. تنش آزاد شده از یک گسل می‌تواند هر چند کم می‌تواند تنش را روی گسل‌های مجاور و نزدیک را افزایش یا کاهش دهد و بالقوه باعث ایجاد گسیختگی و زلزله یا تاخیر در زمان رخداد شود. برای این منظور نرخ بلند مدت تنش تکتونیکی بر روی یک گسل فعال باید مشخص باشد. انتقال تنش مثبت (یعنی افزایش تنش) می‌تواند چرخه لرزه‌ای گسل را به طور موقت اصلاح کند و زلزله بعدی را با یک دوره زمانی T پیش‌برد و برعکس کاهش تنش باعث تاخیر در گسیختگی و زمان وقوع زلزله می‌شود (دوران آرامش). در مهرماه زمین لرزه‌ای با بزرگای ۴٫۵ در در فاصله ۵۰ کیلومتری از زمین لرزه اخیر در این منطقه روی داده است (شکل ۴) که احتمالاً باعث چکانش و رخ داد ۴٫۸ باشد.



شکل ۴- موقعیت دو زمین لرزه اخیر در گرمسار (زارع: ۲۰۲۴)

۴- راهکار آینده: پایش برخط گسل ها

از اهداف مهم در ایجاد شبکه ژئودینامیک اندازه گیری و تعیین تغییرات پوسته زمین در طول زمان می باشد. در این راستا با اندازه گیری های دائم GPS در ایستگاه های شبکه ژئودینامیک، پردازش و آنالیز نتایج می توانیم به شناخت کاملتری از وضعیت و حرکات پوسته زمین در کشور دست یابیم و بتوانیم حرکات آنها را مدل سازی کنیم. اندازه گیری های دقیق ژئودینامیک در تعیین حرکات صفحات تکتونیک قاره ای، بررسی حرکات گسل های فعال و پیش بینی روند جابجایی آنها، تعیین جابجایی و حرکت پوسته زمین برای کاهش خسارات احتمالی ناشی از زلزله و همچنین جهت مکانیابی بهینه سازه ها در پروژه های عظیم مهندسی عمران نظیر سدها، نیروگاه ها، پالایشگاه ها و تشخیص محل و میزان افت ذخایر حیاتی آب، نفت و گاز و منابع زیرزمینی کاربرد دارد. لذا یکی از اصلی ترین بررسی های ژئودینامیکی دستیابی به مدل جنبشی بلوک ها و پهنه های ساختاری زمین شناسی و میزان واکنش و همکنش پهنه ها، گسل های فعال نسبت به یکدیگر است. بر مبنای وظایف محوله به سازمان نقشه برداری کشور در راستای برنامه ملی کاهش خطر حوادث و سوانح مصوب ۱۴۰۰/۹/۲۴ شورای عالی مدیریت بحران کشور نیاز به تراکم شبکه های دائمی GNSS در اطراف بعضی از گسل های فعال می باشد تا اینکه با بهره گیری از این سیستم و هوش مصنوعی به عنوان یکی از پیش نشانگرهای کوتاه مدت و سیستم هشدار زلزله احتمالاً بتوان در جهت جلوگیری از خسارات جانی و مالی بهره برد.