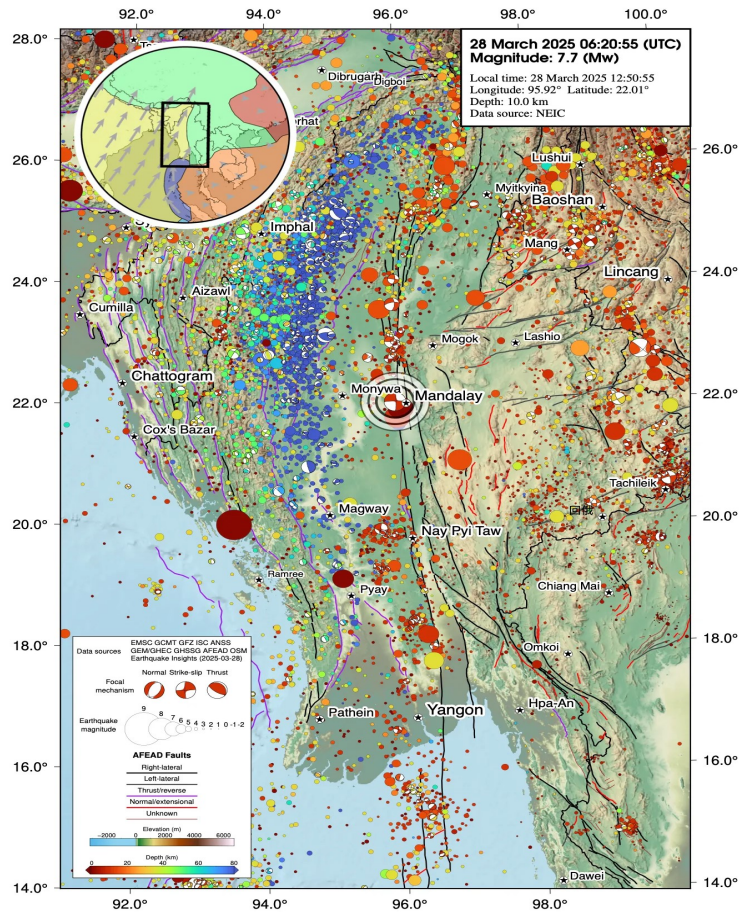




گزارش تحلیلی زمین لرزه با بزرگای ۷٫۷ میانمار (برمه)
اداره کل نقشه برداری زمینی و بنیادی
کمیته مدیریت بحران

تهیه کننده: دکتر حمید رضا نانکلی



۱-مقدمه :

زمین‌لرزه با زتاب یک رویداد زمین‌شناسی است که به صورت جنبش در سطح زمین ظاهر می‌شود. گسیختگی در پوسته جامد زمین که به دلیل جنبش‌های برشی در دو سوی گسل‌ها روی می‌دهد عامل اصلی بروز زمین‌لرزه بوده و پیامد مستقیم انباشتگی تنش‌ها در پی جابه‌جایی ورقه‌های زمین‌ساختی نسبت به یکدیگر می‌باشد. در ساعت ۱۲:۵۰ بعد از ظهر به وقت محلی در ۲۸ مارس ۲۰۲۵، یک زمین‌لرزه با بزرگای ~۷,۷M و در مدت زمان ۹۰ ثانیه گسیختگی به طول ~۵۰۰ کیلومتر بر روی صفحه گسل ساگاینگ در میانمار ایجاد کرد. این گسیختگی درست از غرب شهر ماندالای، دومین شهر پرجمعیت میانمار آغاز شد و یازده دقیقه بعد پس لرزه ای با بزرگای ۶,۴M رخ داد، (شکل ۱). از آن زمان تاکنون تعداد ۴۰۰ پس لرزه دیگر رخ داده است که همگی کوچکتر از ۵M بوده‌اند.

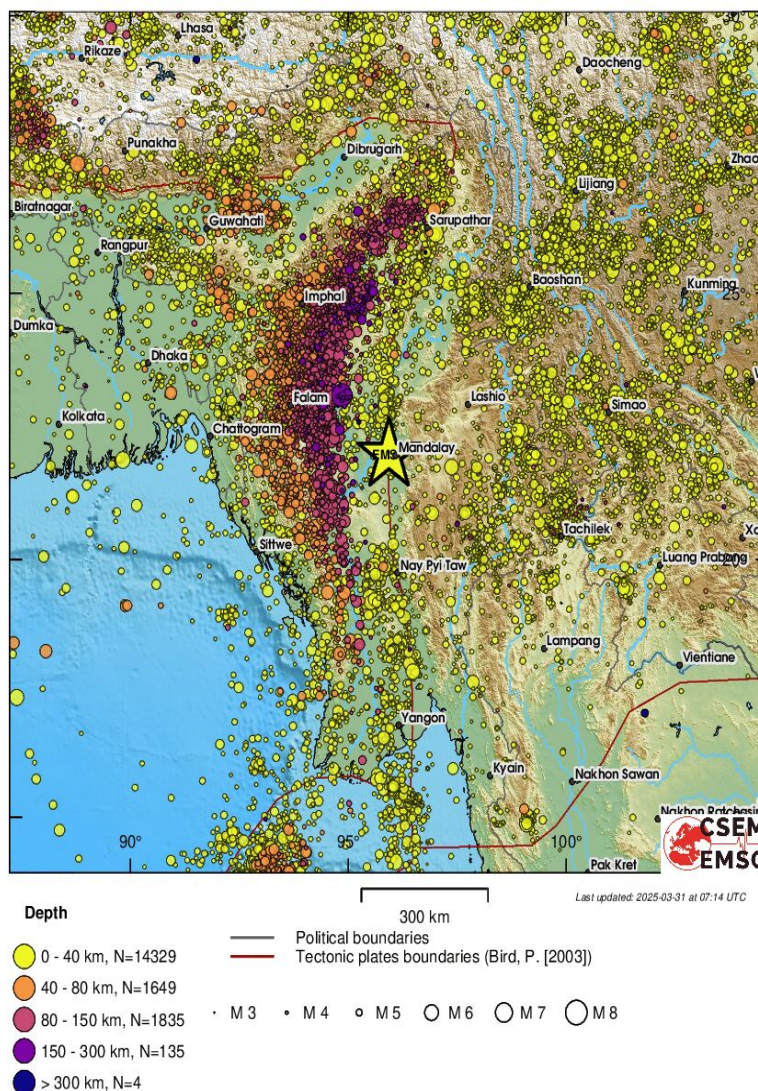
EMSC manual location

M:7.7 2025/03/28 - 06:20:54 UTC

Lat: 21.99 Lon: 95.93 Depth: 10 km

Background data: ISC + EMSC catalogues from 1960/07/29 - 10:00 to 2025/03/28 - 06:00

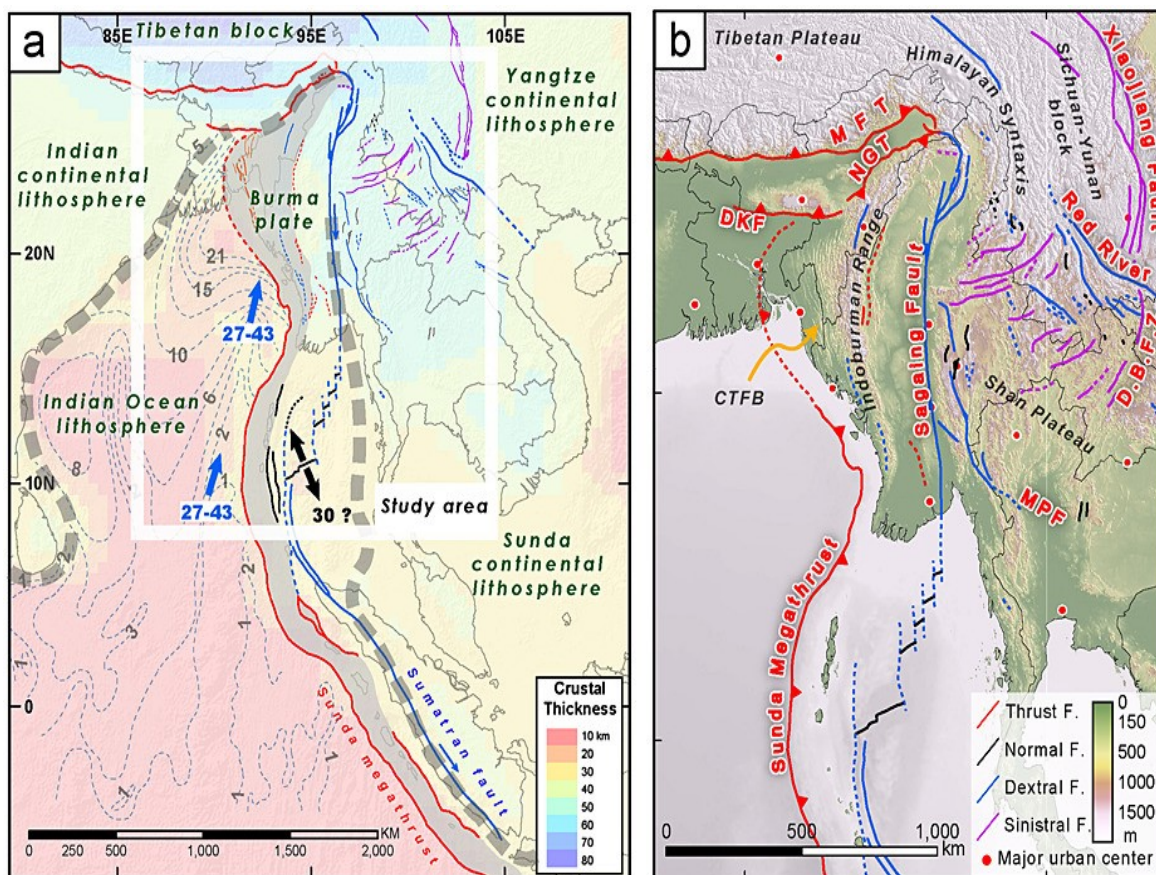
(Total number of events with M>3: 17952)



شکل ۱-زمین لرزه ۷,۷ میانماربرگرفته از EMSC

۲- زمین ساخت میانمار (برمه)

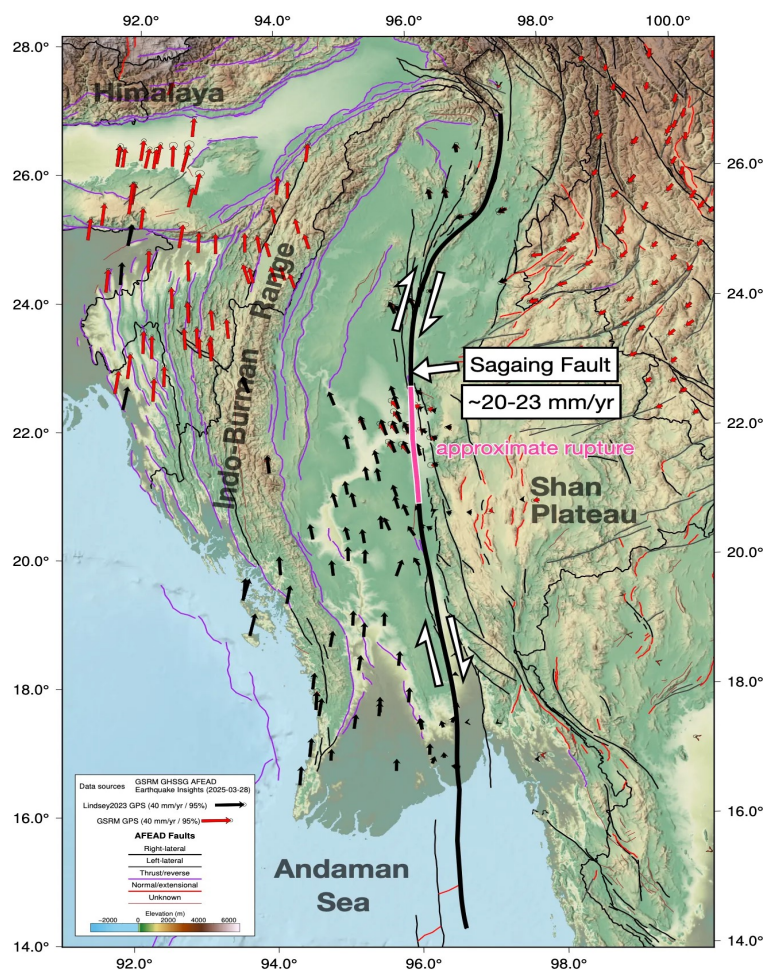
میانمار در یک منطقه فعال و پیچیده همگرایی مورب بین صفحه هند در غرب و صفحات سوندا و اوراسیا در شرق قرار دارد. این همگرایی با سرعت ۳۵ تا ۴۰ میلی متر در سال رخ می دهد (DeMets, ۲۰۰۵). و شامل گسل های فعال زیادی می باشد. (شکل ۲). گسل راستا لغز ساگاینگ بیش از ۱۳۰۰ کیلومتر از دریای آندامان تا نزدیک شرق هیمالیا امتداد دارد و بیشتر حرکت شمالی-جنوبی را در خود جای می دهد (سو تورا تون و واتکینسون، ۲۰۱۷)، گسل ساگاینگ یکی از خطرناک ترین گسل های امتد لغز روی زمین در نظر گرفته می شود، زیرا مستقیماً از یانگون (بزرگترین شهر)، نای پی تاو (پایتخت) و - نزدیکتر از همه - ماندالای، دومین شهر بزرگ برمه عبور می کند. گسل ساگاینگ سابقه زمین لرزه های ۷M+ ۱۹۰۶ دارد. یکی از جنبه های زمین لرزه های امتداد لغز این است که در حالی که تنش را بر بخشی از گسل گسیخته شده کاهش می دهند، در واقع آن را بر سایر گسل های منطقه افزایش می دهند. این فرآیندی است که در فوریه ۲۰۲۳ در ترکیه شاهد آن بودیم. به عبارت دیگر زمین لرزه ها می توانند با همدیگر بر هم کنش داشته باشند و این موضوع می تواند منجر به توالی زمین لرزه ها و خوشه زمین بندی و رخداد پس لرزه ها گردد. برانگیختگی تنش بدین صورت است که گسل ها به تنشی که از گسل ها یا زمین لرزه های مجاور دریافت می کنند پاسخ می دهند.



شکل ۲- زمین ساخت و گسل های اصلی در میانمار

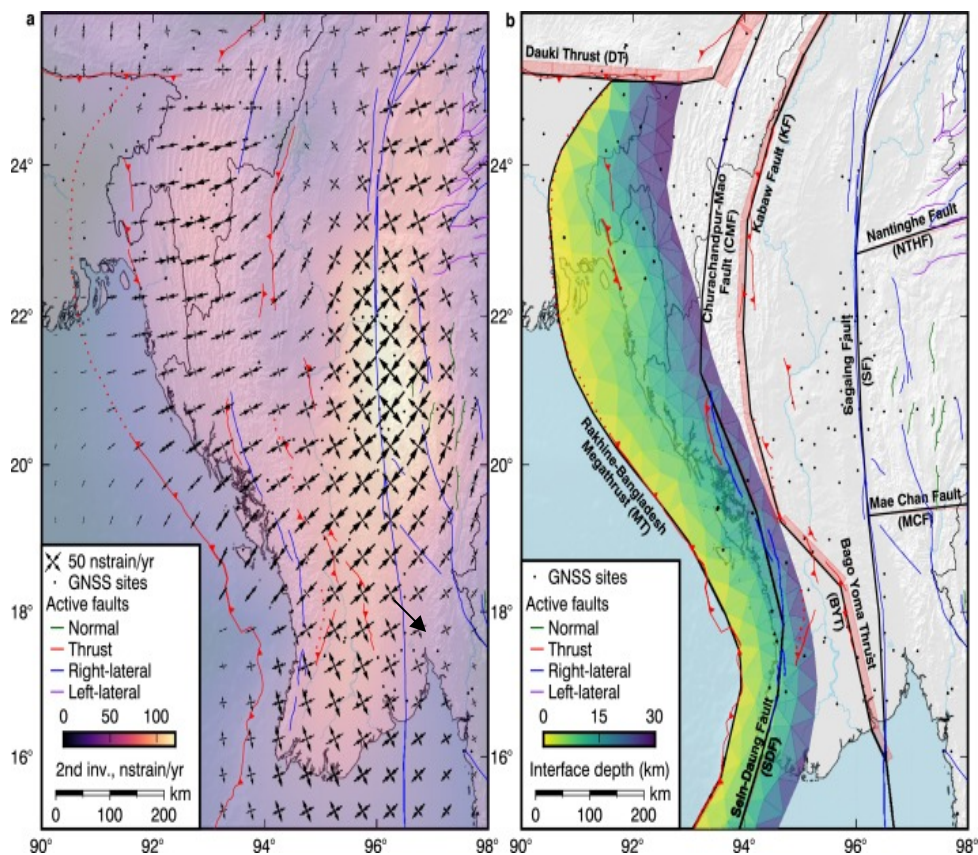
۳- مدل سازی میدان سرعت منطقه و استرین با استفاده از ایستگاه های دائمی GNSS میانمار

از اهداف مهم در ایجاد شبکه ژئودینامیک اندازه‌گیری و تعیین تغییرات پوسته زمین در طول زمان می‌باشد. در این راستا با اندازه‌گیری‌های دائم GPS در ایستگاه‌های شبکه ژئودینامیک، پردازش و آنالیز نتایج می‌توانیم به شناخت کاملتری از وضعیت و حرکات پوسته زمین در دست یابیم و بتوانیم حرکات آنها را مدل‌سازی کنیم. اندازه‌گیری‌های دقیق ژئودینامیک در تعیین حرکات صفحات تکتونیک قاره‌ای، بررسی حرکات گسل‌های فعال و پیش‌بینی روند جابجایی آنها، تعیین جابجایی و حرکت پوسته زمین برای کاهش خسارات احتمالی ناشی از زلزله و همچنین جهت مکانیابی بهینه سازه‌ها در پروژه‌های عظیم مهندسی کاربرد دارد. یکی از اصلی‌ترین بررسی‌های ژئودینامیکی دستیابی به مدل جنبشی بلوک‌ها و پهنه‌های ساختاری زمین‌شناسی و میزان واکنش و همکنش پهنه‌ها، گسل‌های فعال نسبت به یکدیگر است. نتایج حاصل از میدان های سرعت ایستگاه های دائمی GNSS نقش مهمی در این زمینه دارد و بر اساس آن می‌توان نرخ لغزش و مدلسازی را انجام داد. شبکه ایستگاه های موردی و دائمی برمه با ۱۰۸ ایستگاه نصب شده در منطقه و بازه ۷ ساله اندازه‌گیری نشان می‌دهد که نرخ لغزش گسل ساگاینگ به طور متوسط با سرعت ۲۰~ میلی متر در سال انجام میشود که نرخ بسیار بالایی می‌باشد. حرکت امتداد لغز راستگرد بر روی گسل ساگاینگ به توجه به میدان سرعت (نسبت به صفحه اوراسیا مشخص است: مناطق غرب گسل نسبت به مناطق شرقی به سمت شمال حرکت می‌کند. شکل ۳. گسیختگی ناشی از زمین لرزه اخیر با رنگ صورتی مشخص است.



شکل ۳- شبکه ایستگاه های GNSS میانمار Judit, 2025

تعیین و بررسی تنسور نرخ استرین پوخته زمین، امکان توصیف فرآیندهای ژئودینامیکی مانند تجمع استرین گسل‌ها را که یک پارامتر مهم در ارزیابی خطر لرزه‌های محسوب می‌شود، فراهم می‌آورد. یکی از کاربردهای مهم شبکه ایستگاه‌های دائمی ژئودینامیک و GNSS، محاسبه نرخ استرین ژئودینامیکی و برشی با استفاده از بردارهای سرعت در مد بین لرزه ای می‌باشد. همانطوریکه در شکل ۳ مشاهده می‌شود نرخ این تغییرات تا ۱۰۰ نانو استرین در سال می‌باشد. منطقه ای که در آن زمین لرزه اخیر رخ داده نشان دهنده تجمع استرین بالا (پوخته بالایی و پایینی در حال خزش هستند و به طور متناوب بارگذاری زمین ساختی در آن اثر دارد) و متمایل به شرق تا عمق ۱۵ کیلومتر (شکل سمت راست) است. رژیم تکتونیکی امتداد لغز گسل ساگاینگ در شکل ۴ (سمت چپ) مشهود است.

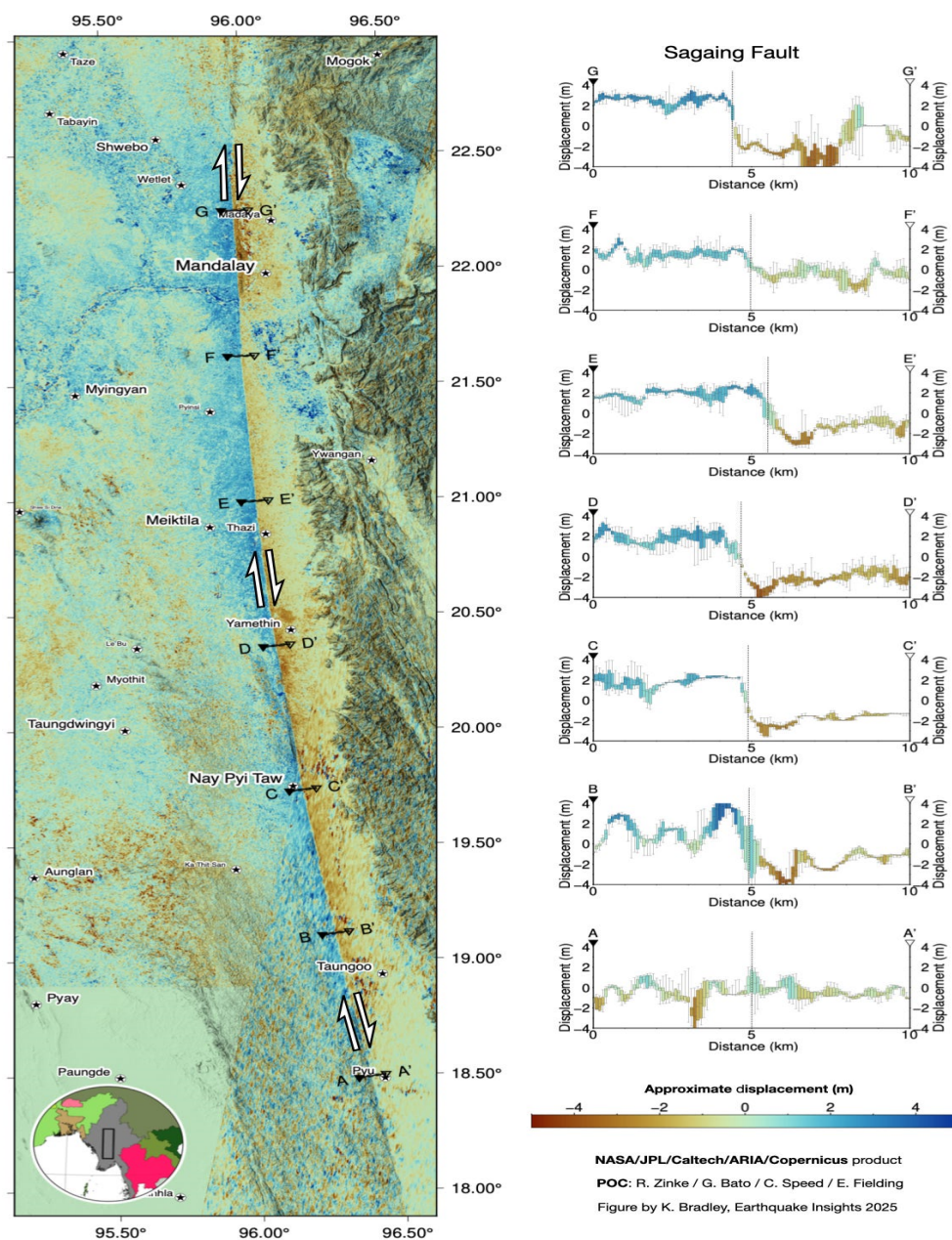


شکل ۴- پهنه بندی نرخ استرین Lindsey, 2023

۵- تحلیل نتایج با استفاده از تصاویر راداری

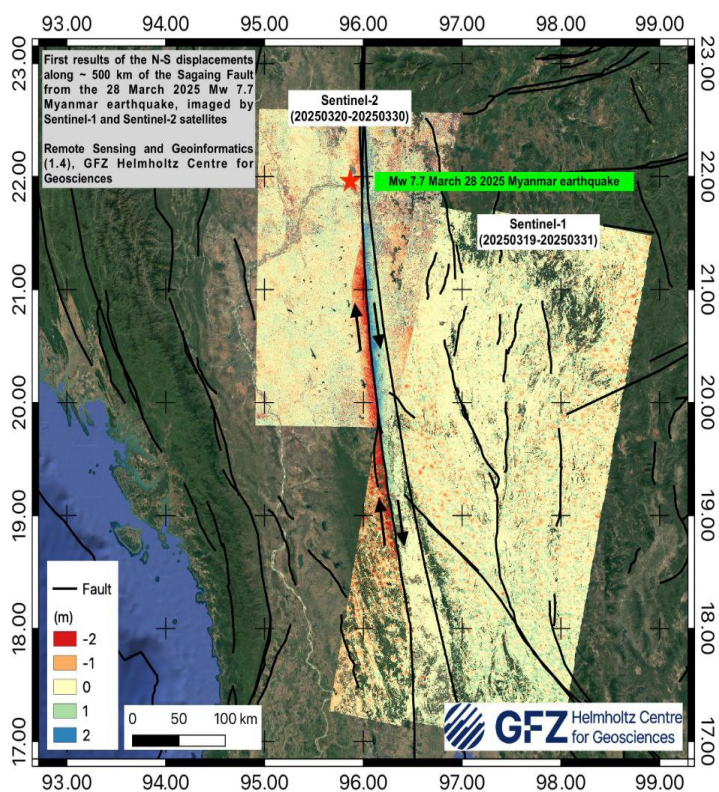
چرخه زمین لرزه این قطعه گسلی که مسبب زلزله با بزرگای ۷٫۷ میانمار بوده است عامل دو تغییر شکل در این منطقه شده است و به آن تغییر شکل هم لرزه ای می‌گوییم ۲- تغییر شکل دوم : بلافاصله پس از وقوع زلزله مکانیسم آزاد شدن تنش به دلیل ویسکوزیته کم و دمای بالا در قسمت پایین یا شکل پذیر پوخته زمین فعال شده که منجر به تغییر شکل های پس لرزه ای در این قطعه گسلی شده . این سیکل با توجه به بزرگای زمین لرزه مربوط به یک دوره از چند دقیقه تا ماه ها یا سال

ها پس از زلزله است که پوسته و گسل هر دو به حالت تغییرات تنش پوسته ناشی از زلزله تنظیم می شوند. در طول دوره پس لرزه ای حداقل دو فرآیند مشخص باعث ایجاد حرکت اضافی پوسته می شود. یکی شامل لغزش اضافی که معمولاً جزئی و در امتداد گسل رخ داده است و دوم مناطق عمیق تری از پوسته پایین تر از ۲۰ کیلومتر در پاسخ به تغییرات تنش پوسته جریان دارند. نتایج اولیه پردازش های دورسنجی گسیختگی را نشان می دهد که در حدود ۵۰۰ کیلومتر طول دلرد. شکل ۵ جابجایی پیکسل های آبی به سمت شمال و پیکسل های قرمز به سمت جنوب را نشان می دهد که معرف راست گرد بودن گسل امتداد لغز ساگاینگ است Zinke, 2025. نتایج پردازش های دورسنجی دیگری که توسط زیکسین لی از دانشگاه ملی تایوان تهیه شده است، تخمینی از میزان لغزش در طول گسل را که به ۴-۵ متر می رسد و در بیشتر طول گسیختگی بیش از ۳ متر لغزش در سطح نشان می دهد.



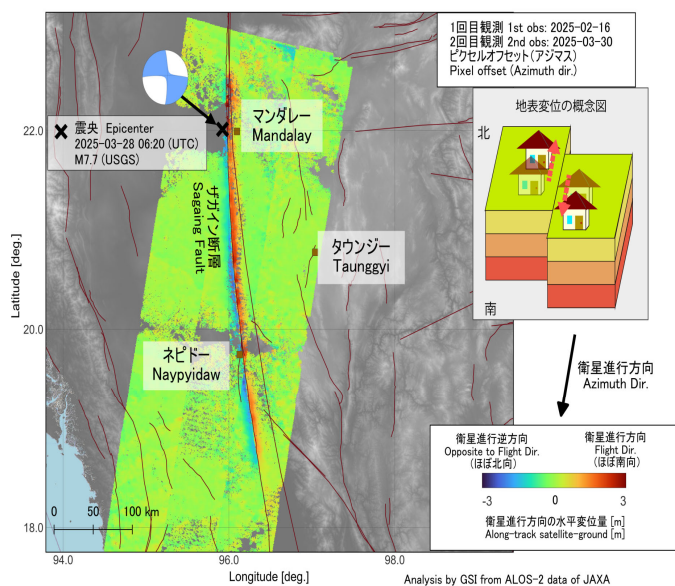
شکل ۵- جابجایی سطحی در امتداد گسل ساگاینگ Zinke. 2025

نتایج تصاویر ماهواره ای سنتینل ۱ و ۲ توسط مرکز علوم زمین GFZ شکل ۶ جابجایی افقی بیش از ۲ تا ۳ متر و گسیختگی به طول ۵۰۰ کیلومتر قابل مشاهده است.



شکل ۶ - نتایج دورسنجی مرکز GFZ آلمان (معتق ۲۰۲۵)

در تحقیقی دیگر GSI ژاپن با استفاده از تصاویر ALOS2 جابجایی ۶متر ناشی از این زمین لرزه را محاسبه کرد. میزان گسیختگی در این محاسبات ۴۰۰ کیلومتر بدست آمده است. شکل ۷.

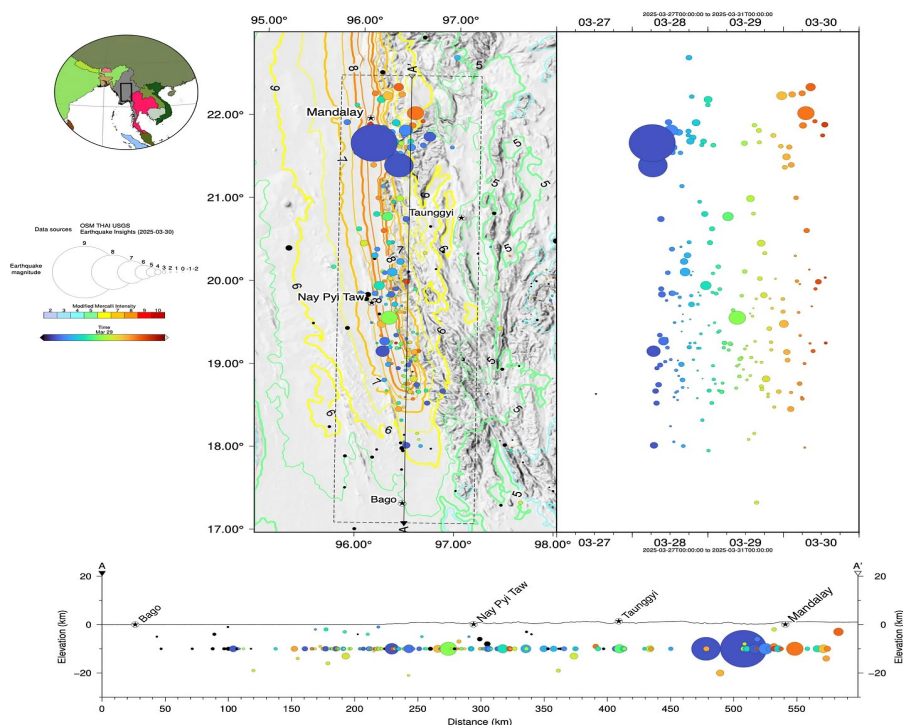


شکل ۷- نتایج دورسنجی GSI ژاپن ۲۰۲۵

نتایج پردازش‌های دورسنجی نشان می‌دهد که طول گسیختگی در راستای گسل مسبب زلزله، ۵۰۰ کیلومتر می‌باشد، این در حالی است که بر اساس روابط تجربی ولز و کوپر اسمیت بین بزرگای زلزله و طول گسیختگی، برای زلزله ۷,۷ میانمار، طول گسیختگی بمراتب کمتر از ۲۵۰ کیلومتر بدست می‌آید. بر اساس مطالعه‌ای که بر روی داده‌های زمین‌لرزه‌های جهانی که اخیراً در **Nature Geosciences** منتشر شده است، پدیده‌هایی که به عنوان زمین‌لرزه‌های ابر برشی شناخته می‌شوند - زلزله‌هایی هستند که بسیار سریع حرکت می‌کنند و می‌توانند لرزش‌های بیشتری نسبت به زمین‌لرزه‌های آهسته‌تر ایجاد کنند. زمین‌لرزه‌های ابر برشی زمانی اتفاق می‌افتند که جبهه گسیختگی یک زلزله سریعتر از امواج لرزه ای ایجاد شده حرکت کند. پیشروی سریع جبهه گسیختگی باعث می‌شود که امواج روی هم انباشته شوند و موجی بسیار بزرگ‌تر را تشکیل دهند که به عنوان موج مخروطی ماخ شناخته می‌شود. موج مخروطی ماخ امواجی با دامنه بزرگ‌تر تولید می‌کند که لرزش قوی‌تری نسبت به یک زلزله معمولی ایجاد می‌کند. طول رکورد سری زمانی در ایستگاه یانگون واقع در انتهای جنوبی گسله، ۹۰ ثانیه برآورد شده است و با توجه به طول حدود ۵۰۰-۴۵۰ کیلومتری گسیختگی، سرعت گسیختگی حدود ۵ کیلومتر در ثانیه بدست می‌آید که بیشتر از سرعت امواج برشی است.

۸- تحلیل گسیختگی و حرکات پسا لرزه ای

پس لرزه‌ها دنباله‌ای از زمین‌لرزه‌ها هستند که پس از وقوع شوک اصلی در یک گسل اتفاق می‌افتند پس لرزه‌ها در نزدیکی منطقه گسل که در آن گسیختگی اصلی اتفاق افتاده رخ می‌دهد و بخشی از "روند تنظیم مجدد" پس از لغزش اصلی در صفحه گسلی است. پس لرزه‌ها با گذشت زمان کمتر می‌شوند و می‌توانند برای روزها، هفته‌ها، ماه‌ها ادامه داشته باشند. وقوع پس‌لرزه‌ها پس از یک رخداد زمین‌لرزه بزرگ ناشی از به تعادل رسیدن و ثبات تنش تکتونیکی حاکم بر پوسته زمین پس از رخداد زمین‌لرزه اصلی است. پس‌لرزه‌ها به عبارتی باقی مانده انرژی است که از رخداد اصلی در زمین باقی مانده است. پس از یک زلزله بزرگ حرکات پوسته متوقف نمی‌شود و پس لرزه‌هایی به دنبال دارد که برخی از آنها آسیب‌زا هستند. لغزش مربوط به این پس لرزه‌ها را پس لغزش می‌نامند و ممکن است به صورت زمین‌لرزه‌های معمولی یا به صورت لغزش کند رخ دهد که احساس نمی‌شود. شکل ۸



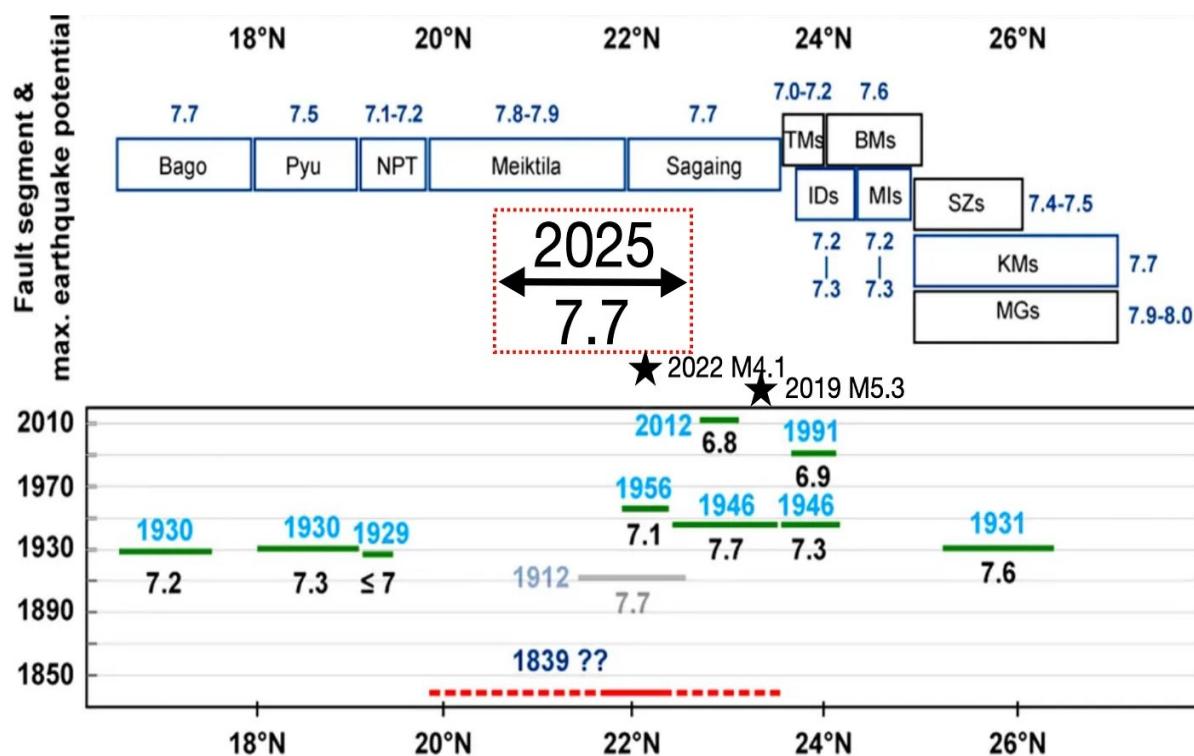
شکل ۸- پراکندگی پس لرزه‌های رخ داده که طول و جهت گسیختگی به سمت جنوب را نشان می‌دهد JUDIT, 2025



با نگاهی به موقعیت خوشه لرزه ای و پس لرزه های آن مساحتی با ابعاد ۵۰۰ کیلومتر در طول و ۲۰ کیلومتر در عرض را پوشش می‌دهد که نشان دهنده تجمع تنش تکتونیکی در پهنه گسلی و رها شدن آن در طی زمان است. تا کنون ۶۴۰ پس لرزه در پهنه رخداد روی داده است که بزرگترین آنها ۶,۵ بوده است. تعداد پس لرزه‌های تولید شده در منطقه نیز بیانگر افزایش تنش و تغییرات تنش ناشی از لرزه اصلی هستند که نقطه مستعد و آماده گسیخته شدن بعدی رامشخص کردند. همانطور که در شکل مشاهده می‌گردد روند پس لرزه ها یا مها جرت لرزه ای نیز به سمت جنوب در جهت گسیختگی است.

۹- گسیختگی ناشی از زمین لرزه با بزرگای ۷,۷ میانمار

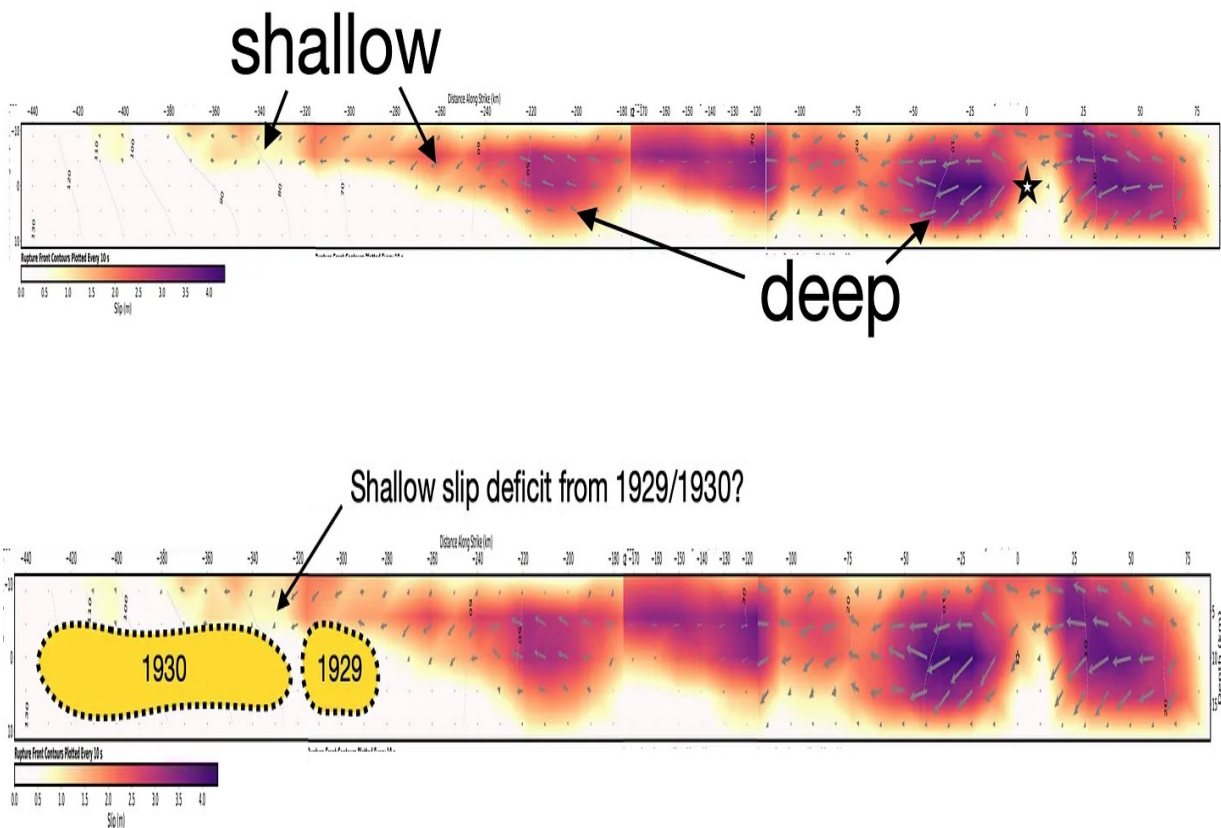
منطقه ای که زمین لرزه در آن رخ داد از نظر لرزه ای فعال است. گسل ساگایینگ از مجاورت شهر یانگون (بزرگترین شهر)، نای پی تاو پایتخت برمه و ماندالی بعنوان دومین شهر بزرگ کشور میانمار می گذرد. وانگ و همکاران ۲۰۱۴ محدوده های احتمالی گسیختگی های قبلی را در شکل ۹ گردآوری کرده اند. به نظر می رسد که زلزله ۷,۷ ماندالی، رخداد ۲۸ مارس ۲۰۲۵، همراه با گسیختگی بخش هایی از قطعات میکتیل و ساگایینگ بوده است. حد شمالی گسیختگی تقریباً با انتهای جنوبی زلزله ۶,۸ در سال ۲۰۱۲ مطابقت دارد.



شکل ۹- نمودار بزرگی های بالقوه حداکثر زلزله M_w مرتبط با سگمنت های گسل ساگایینگ. وانگ و همکاران ۲۰۱۴

به نظر میرسد گسیختگی سال ۲۰۲۵ حداقل بخشی از گپ لرزه ای بین نواحی گسیختگی ۱۹۲۹ و ۱۹۵۶ را پر کرده است که گسیختگی مذکور توسط نوبو هوریکاوا و ماونگ در سال ۲۰۱۱، شناسایی شد. گسیختگی ناشی از زمین لرزه ۷,۷ ظاهراً با چندین گسیختگی گذشته نیز همپوشانی دارد. به طور خاص، زمین لرزه بزرگ آوا در سال ۱۸۳۹ با بزرگی ۷,۹-۳,۸ در همین منطقه رخ داده و ممکن است به طور قابل توجهی به سمت شمال و جنوب گسترش یافته باشد.

زمین لرزه ۷٫۷ ریشتری ناشی از گسلش امتداد لغز در عمق کم بوده. این رویداد ناشی از گسیختگی در صفحه گسلی نزدیک به قائم امتداد لغز راستگرد در راستای شمال-جنوب، بوده است. ابعاد این گسیختگی دارای طول ۴۶۰ کیلومتر می‌باشد.

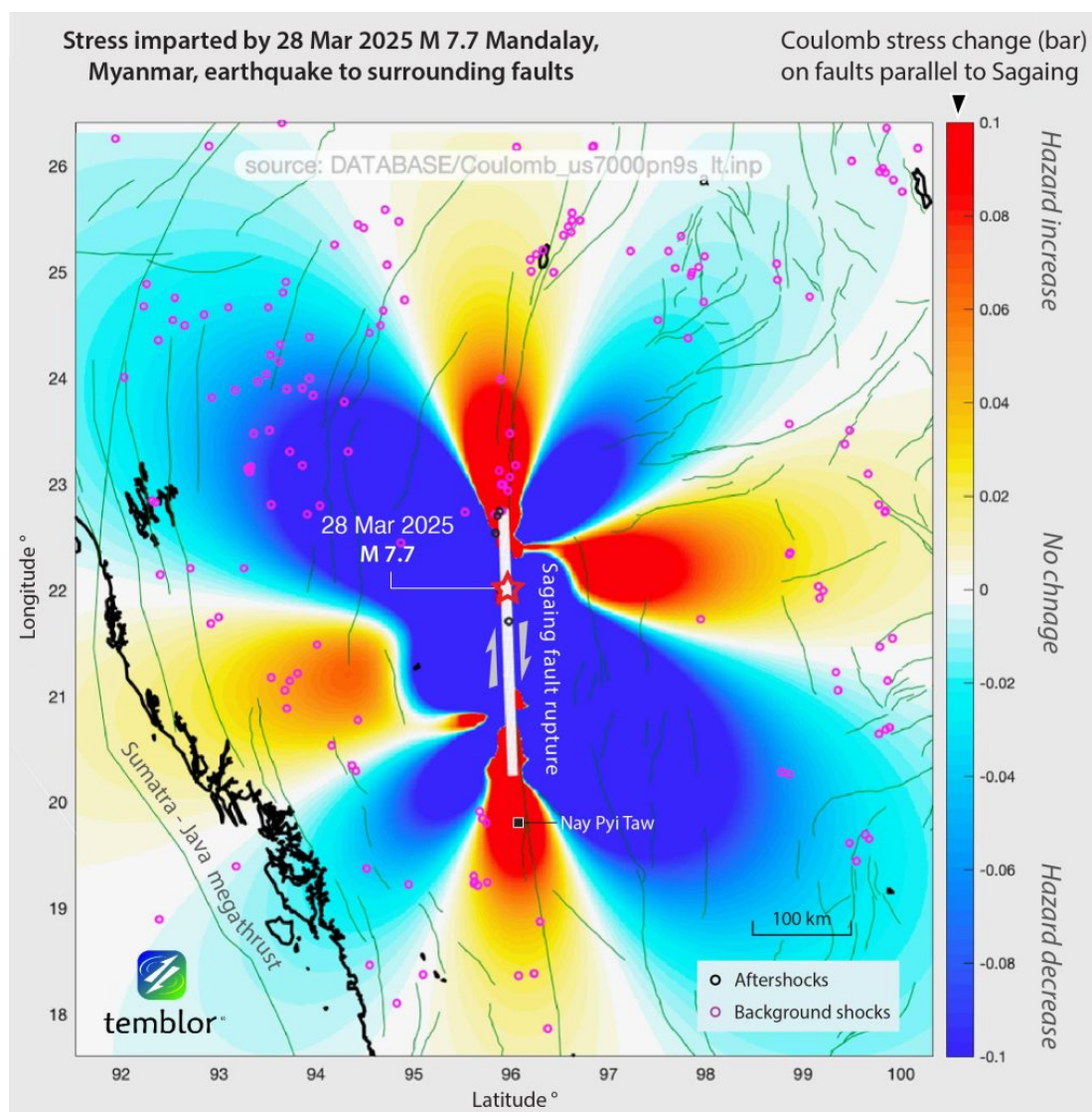


شکل ۱۰-مقطعی از گسیختگی و لغزش USGS,2025

ابعاد گسل و دامنه لغزش در امتداد گسلی که باعث ایجاد زلزله شده است را می‌توان در یک "مدل گسل محدود" نشان داد. این مدل از زلزله از طریق یک «وارونگی گسل محدود» تولید می‌شود که برای تخمین مکان، زمان و میزان لغزش استفاده می‌شود. همانطوریکه در شکل ۱۰ دیده می‌شود گسل مسبب زمین لرزه از جنوب (چپ) به شمال (راست) امتداد دارد. این مدل نشان می‌دهد که گسیختگی رخ داده در صفحه گسلی ~۴۶۰ کیلومتر طول و حداکثر لغزش بین ۴ تا ۵ متر بوده است. یکی از جالب‌ترین جنبه‌های این مدل لغزش، در انتهای جنوبی آن است (در سمت چپ در شکل بالا). لغزش در شمال گسل، نزدیک هیپوسنتر، بسیار عمیق بوده و از سطح ۲۰ کیلومتر گسترش یافته که نشان می‌دهد زمین لرزه در قسمت بالای پوسته که شکننده و زون لرزه‌ای است رخ داده. قسمت جنوبی گسیختگی به طول ۱۲۰ کیلومتر (تقریباً جنوب Nay Pyi Taw سیار متفاوت از شمال به نظر می‌رسد. در این بخش، به نظر می‌رسد لغزش فقط در بالاترین قسمت پوسته، در حدود ۵ کیلومتری سطح زمین رخ داده است و میزان جابجایی ۱-۲ متر در سطح زمین است. به نظر می‌رسد که علت این اختلاف لغزش می‌تواند ناشی از سختی سنگ‌ها در عمق کم باشد و یا ناشی از گسیختگی‌های ۱۹۲۹ و ۱۹۳۰ در این محل باشد که باعث توقف لغزش در عمق زیاد و عبور گسیختگی از عمق کم شده است.

۱۰- انتقال و برهم کنش تنش استاتیک

زمین لرزه ها می توانند با همدیگر بر هم کنش داشته باشند و این موضوع می تواند منجر به توالی زمین لرزه ها و خوشه زمین بندی ورخداد پس لرزه ها گردد. برانگیختگی تنش بدین صورت است که گسل ها به تنشی که از گسل ها یا زمین لرزه های مجاور دریافت می کنند پاسخ می دهند. 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 خوشه ای لحاظ می شود براساس تئوری انتقال تنش و اثر متقابل آن محاسبه می شود ، تنش انباشته شده در روی یک گسل به عنوان کلید اصلی به منظور آغاز گسیختگی در نظر گرفته می شود در هنگام وقوع زلزله به سادگی از بین نمی رود. تنش آزاد شده از یک گسل می تواند هر چند کم می تواند تنش را روی گسل های 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) می تواند چرخه لرزه ای گسل را به طور موقت اصلاح کند و زلزله بعدی را با یک دوره زمانی T پیش ببرد و بر عکس کاهش تنش باعث تاخیر در گسیختگی و زمان وقوع زلزله می شود (دوران آرامش).

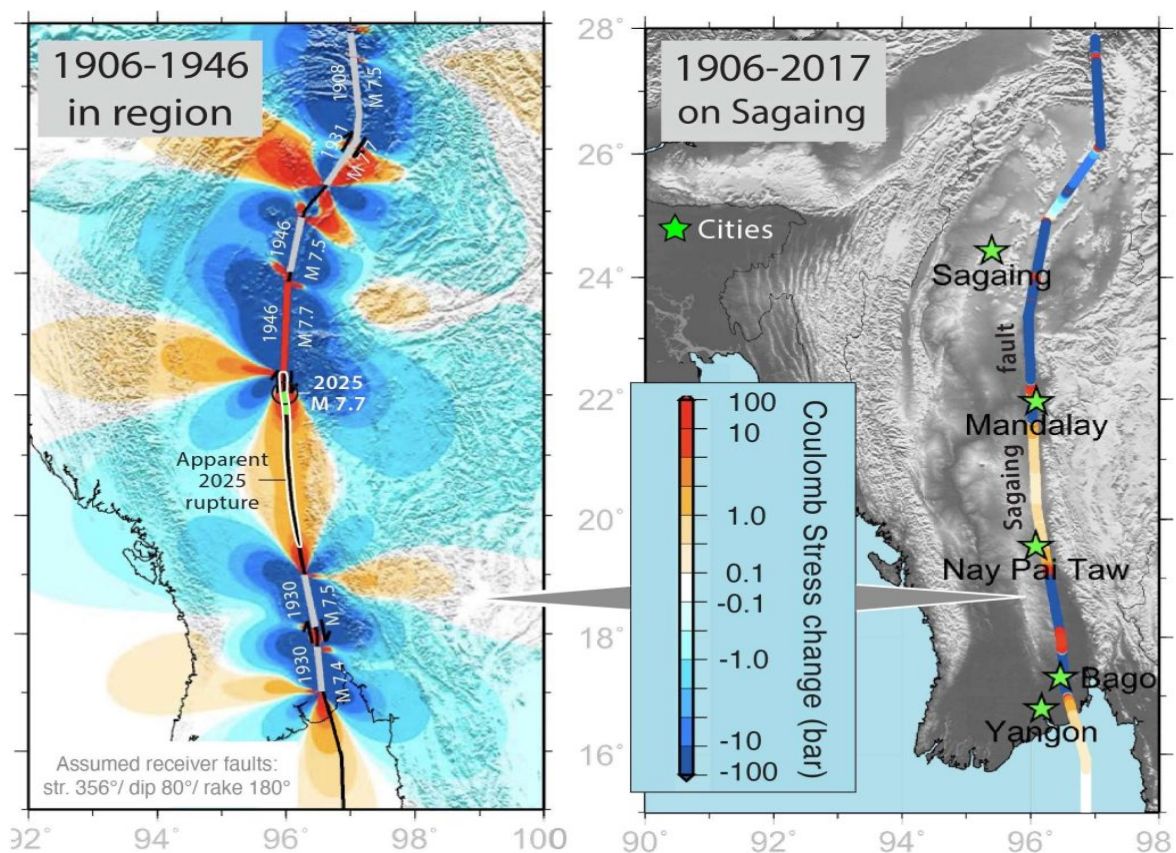


شکل ۱۱- تنش کلمب محاسبه شده برای زمین لرزه ۷,۷ میانمار (Toda, 2025)

تنش منتقل شده به گسل‌های اطراف ناشی از زمین لرزه ۷,۷ (شکل ۱۱) نشان می‌دهد که مرکز و شمال غربی و جنوب شرق در یک سایه تنش قرار دارند (منطقه آبی در شکل ۱۱) که نشان می‌دهد در نتیجه شوک اصلی نسبتاً ایمن تر شده‌اند. از سوی دیگر، شمال و جنوب گسیختگی (دم گسل) و بخش‌هایی از شرق گسل ساگاینگ، تنش بیشتری افزایش یافته (لوب قرمز) و خطرناک‌تر از قبل به نظر می‌رسد و به آستانه شکست نزدیک شدند.

۱۱- تحلیل رخداد و نتایج

آنچه در زلزله میانمار با بزرگای ۷,۷ رخ داده است در اثر تجمع تنش فعال ناشی از حرکات صفحات تکتونیکی در طول زمان (گپ لرزه‌ای شکل‌های ۹ و ۱۲) و غلبه این تنش بر استحکام بلوک گسلی مسبب زلزله (ساگاینگ) و شکست آن (تنش برشی بر تنش ناشی از اصطکاک غلبه کرده) گسیختگی در مدت ۹۰ ثانیه به صورت ابر برشی در طول ۵۰۰ کیلومتری ایجاد و لغزش بر روی صفحه گسلی تا ۴ متر و جابجایی ۲۱ متر در سطح زمین (near field) انجام شده است. در این حالت انتقال تنش به سمت دم گسل تا ۰,۱ بار و قسمت پایین و بالای پوسته انجام شده که با پراکندگی پس لرزه‌ها تطابق دارد. میزان تنش قبل از زلزله و آغاز گسیختگی بر روی این قسمت از گسل ۱۳ مگا پاسکال می‌باشد. در این حالت تنش برشی بر تنش قبل از زلزله غلبه کرده و لغزش در صفحه گسل رخ داده. افت تنش در این زمین لرزه ۲,۴ مگا پاسکال و تنش انتقالی ۰,۲ تا ۰,۱ بار می‌باشد. شاید پیش‌بینی کننده ترین تجزیه و تحلیل، محاسبه تنش کولن تجمعی بود که توسط ده شوک در امتداد گسل ساگاینگ که از سال ۱۹۰۶ با بزرگای بیشتر یا مساوی ۶,۵ رخ داده است، انجام شده است (Xiong, 2017). شکل ۱۲. "فرضیه تنش کولن" فرض می‌کند که شکست در یک گسل، زمانی افزایش می‌یابد که یک زلزله نزدیک باعث افزایش تنش برشی روی گسل و گسیخته شدن آن شود. هنگامی که تنش برشی کاهش می‌یابد خطر گسیختگی کمتر است.



شکل ۱۲- تجمع تنش بر روی گسل ساگاینگ در بازه ۱۹۰۶ تا ۲۰۱۷؛ (Xiong, 2017).



زلزله ۲۰۲۵ میانمار بخش هایی از گسل ساگاینگ را در شمال و جنوب گسیختگی به شکست نزدیک کرده است (شکل ۱۱، لوب های قرمز). با این حال، از آنجایی که بخش شمالی ۷۹ سال پیش دچار زلزله ای به همان بزرگی شده، محل محتمل تر برای زمین لرزه های بزرگ بعدی در جنوب قرار دارد که تقریباً در شهر نای پوی تاو متمرکز است. به احتمال زیاد این سناریو برای سگمنت yangon نیز در آینده رخ خواهد داد.

این زمین لرزه بزرگ و بین صفحه ای سوالات علمی جالبی را در مورد قدرت لرزش و نقش تغییر شکل پوسته، ازدحام های لرزه ای و انتقال تنش بر روی گسل های امتدادلغز با طول خیلی بلند مطرح کرده است. وجه اشتراک این رویداد با زمین لرزه های ۷,۷ ریشتری ترکیه ۲۰۲۳، و ۷,۸ سانفرانسیسکو ۱۹۰۶ امتدادلغز بودن گسلها- طول بلند آنها - سابقه لرزه خیزی سگمنت های مختلف و عمق زلزله این است که در هر ۳ مورد لرزش در نزدیکی گسیختگی بسیار قوی تر از آنچه تاکنون تصور می شد روی داده است. ممکن است این زمین لرزه ها جزء زلزله هایی هستند که بسیار سریع حرکت می کنند و می توانند لرزش های بیشتری نسبت به زمین لرزه های معمولی ایجاد کنند. زمین لرزه های ابر برشی زمانی اتفاق می افتند که جبهه گسیختگی یک زلزله سریعتر از امواج لرزه ای ایجاد شده حرکت کند. پیشروی سریع جبهه گسیختگی باعث می شود که امواج روی هم انباشته شوند و موجی بسیار بزرگ تر را تشکیل دهند که به عنوان موج مخروطی ماخ شناخته می شود. موج مخروطی ماخ امواجی با دامنه بزرگ تر تولید می کند که لرزش قوی تری نسبت به یک زلزله معمولی ایجاد می کند.