تکثیر و صحافی آپادانا

تلفن ۳۳۹۲۳۸۳

دانشگاه تبریز- دانشکده عمران

ساختمان شماره ۶ - جنب درب ورودی

۹۲۰۸۹

دانشکده مهندسی عمران

گروه عمران- سازه

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی

عمران -سازه

عنوان

بررسی پلهای جدا سازی شده با جداگرهای الاستومری در نزدیکی گسلها

استاد راهنما

دکتر برقیان

استاد مشاور

دکتر جلالی

پژوهشگر

رسول باقری

بهمن ۱۳۸٦

۹٦۰۸۹

تقدیم

به

پدر و

مادر

عزیزم

۱۳۸۷/۱۰/۱

تقدیر و تشکر

اینک که به فضل الهی موفق به انجام این پژوهش شده‌ام، بر خود فرض می‌دانم مراتب سپاس قلبی‌ام را به محضر بزرگوارانی که یاری و محبتشان را از حقیر دریغ نکرده‌اند اعلام نمایم:

جناب آقای دکتر **برقیان** استاد راهنمای این حقیر که بردبارانه و با شکیبایی تمام و ژرف اندیشانه پشتیبان و راهنمایم در انجام این تحقیق بوده‌اند، الطافشان توفیق و افتخار بزرگی است که نصیبم شده‌است. امیدوارم که سپاس صادقانه شاگرد حقیرشان را پذیرا باشند. همچنین از جناب آقای دکتر جلالی استاد مشاور محترم که همواره ما را در انجام این پژوهش یاری داده‌اند، از ایشان به واسطه الطافشان سپاسگزارم.

از تمام اساتید محترم مخصوصاً از جناب دکتر غفار زاده که در انجام این پایان نامه مرا کمک کردند تشکر و قدر دانی می نمایم.

سپاسگزارم از آنان که در حیاتم وامدار و شرمنده آنانم پدر بزرگوار، مادر گرامی و همه اعضای خانواده‌ام که با تلاشی در خور در همه مراحل زندگی و تحصیل به یاری‌ام همت گماردند. در پایان از کمک‌های صادقانه دوستان عزیزم که همواره باعث دلگرمی اینجانب بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم .

نام خانوادگی: باقری **نام:** رسول

عنوان: بررسی پلهای جدا سازی شده با جداگرهای الاستومری در نزدیکی گسلها

استادان راهنما: دکتر برقیان **استاد مشاور:** دکتر جلالی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی‌عمران **گرایش:**-سازه **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: عمران **تاریخ فارغ التحصیلی:** **تعداد صفحه:**

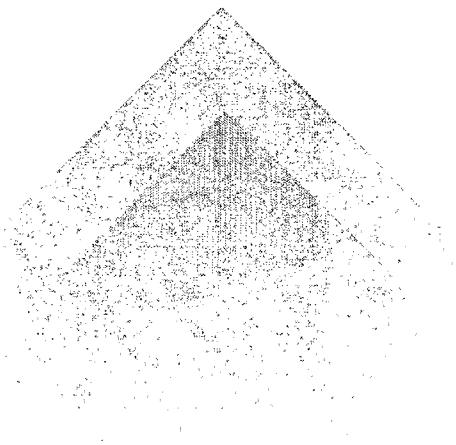
کلید واژه‌ها: گسل، جدا سازی لرزه ای، پل، جداگر لاستیکی سربی، سختی اولیه جداگر، نیروی تسلیم جداگر

چکیده:

زمین لرزه های نزدیک گسل دارای محتوای فرکانسی بالا و پهنای باند باریک میباشند این خصوصیات باعث میشوند انرژی فوق العاده زیاد که ناشی از شتاب های تولیدی در ابتدای زمین لرزه است به سیستم وارد شود. در این تحقیق اثرات نیروهای ناشی از زمین لرزه‌های نزدیک گسل برروی پلها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین خواص جداگرهای لرزه ای لاستیکی- سربی که امکان ساخت و تولید آنها در کشور وجود دارد و مبانی طراحی این جداگرها بر طبق آئین نامه آشتو که از معتبر ترین آئین نامه در زمینه طراحی پلها میباشد، مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور یک پل بزرگراهی سه دهنه به طول ٦٠ متر که در سالهای اخیر طراحی و ساخته شدهدر نظر گررفته شده و برای آن سه نو جداگر لاستیکی سربی مطابق با ظوابط ائین نامه آشتو طراحی گردید. با استفاده از نرم افزار SAP ۲۰۰۰ نسخه ۱۰/۱ استفاده شده و پل مورد نظر در دو حالت جدا سازی نشده و جدا سازی شده مدلسازی گردیده وتحت اثر سه شتاب نگاشت نزدیک گسل (LANDERS, KOBE, TABAS) در جهات طولی، عرضی، قائم و دو جهت ترکیبی(xz , yz) تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی شد. سه جداگر لاستیکی- سربی طوری طراحی شداند که بتوان تأثیر متغیرهای مختلف این جداگر مانند سختی اولیه و نیروی تسلیم را در بهبود رفتار لرزه ای پلها بررسی کرد نتایج نشان داد که جداگرهای لرزه ای لاستیکی- سربی، در کاهش نیروهای لرزهای پلهای بزرگ راهی معمول کشور تأثیر بسزایی دارند. بررسی رفتار و منحنیهای بار جابجایی جداگرهای لاستیکی سربی حاکی از آن است که

گرنش اولیه ونیروی تسلیم این نوع جداگرها باعث کاهش چشمگیر برش پایه و لنگر خمشی در پل مورد مطالعه شده است. همچنین تأثیر در نظر گرفتن همزمان مؤ لفه قائم و افقی زلزله در جهات x و y بر روی خروجیهای تحلیل ازدیگر نتایج این تحقیق میباشد که باعث افزایش نیروهای وارد بر ستونها وتمرکز نیروها در بعضی از ستونهای پل می باشد.

تأثیر مولفه قائم زلزله برنیروی فشاری وکششی ستونهای پل مورد مطالعه که باعث افزایش نیروی فشاری ستون و به همچنین ایجاد نیروی کششی در ستونها به عنوان یک نتیجه اثر گذاردر این تحقیق استخراج گردیده است. این نتایج همچنین نشان دهنده نقطه ضعف آئین نامه های معتبر دنیا نظیر IBCوNEHRPو...در پلهای جداسازی شده می باشد که اثر مؤلفه قائم زلزله نادیده گرفته شده میبایستی همانند سازه های غیر جدا سازی شده لحاض گردد.



فہرست مطالب

فهرست مطالب

مقدمه ۱

فصل اول: مبانی لرزه شناسی و گسل

۱-۱مبانی لرزه شناسی ٤

۱-۱-۱ منشاء زلزله ٤

۱-۱-۲ گسل ٥

۱-۱-۳ هندسه گسل ۸

۱-۱-٤ تئوری بازگشت ارتجاعی ۸

۱-۱-٥ گشتاور لرزه ای ۱۰

۱-۱-٦ بزرگای گشتاور ۱۰

۱-۱-۷ گسل فعال ۱۱

۱-۱-۸ کانون و رومرکز ۱۲

۱-۱-۹ امواج لرزه ای ۱۲

۱-۱-۱۰ فرایند زمین ساخت ایران ۱۳

۱-۱-۱۱ تاثیر نوع خاک بر امواج زلزله ۱٤

۱-۱-۱۲ حرکت زلزله روی سطح زمین ۱۸

۱-۲ پارامترهای حرکات زمین ۱۹

۱-۲-۱ پارامترهای دامنه ۱۹
۱-۲-۲ پارامترهای محتوی فرکانس ۲۰
۱-۲-۳ منابع خطای شتاب نگاشت ۲٤
۱-۲-٤ روشهای تصحیح شتاب نگاشت ۱۹
۱-۲-۵ تاثیر نحوه تصحیح شتاب نگاشت ۲۵
۱-۳ مشخصات زمین لرزه نزدیک گسل..... ۲٦
۱-۳-۱ مقدمه..... ۲٦
۱-۳-۲ پالس راستادار گسیختگی نزدیک گسل..... ۲۷
۱-۳-۳ مطالعات پارامتری زمین لرزه نزدیک گسل..... ۳۲
۱-۳-٤ پریود پالس ۳٦

فصل دوم: جداسازی لرزه ای و کاربرد آن در پل و مرور منابع

۲-۱ مقدمه ٤۳
۲-۲ شکل گیری نظریه جدایش..... ٤۷
۲-۳ ساخت سیستمهای جداسازی ۵٦
۲-٤- کاربرد سیستمهای جدا سا زی در پل..... ۵۷

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱ مقدمه ٦۹

۳-۲ عناصر اصلی در سیستم جداکننده لرزه ای ٦٩
۳-۲-۱ انعطاف پذیری ۷۰
۳-۲-۲ استهلاک انرژی ۷۱
۳-۲-۲ سختی در برابر نیروهای کم ۷۳
۳-۳ شرایط عملکرد مناسب سیستم ۷٤
۳-٤ مدل سازی پل و سیستم ها جداساز لرزه ای ۷۵
۳-٤-۱ مدل ریاضی سیستم های جداساز لرزه ای ۷۸
۳-٤-۱-۱ سیستم های تکیه گاه الاستومری لایهای ۷۸
۳-٤-۱-۲ سیستم های P-F ۷۹
۳-٤-۱-۳ سیستم های R-FBI ۸۰
۳-٤-۱-٤ سیستم هایEDF ۸۲
۳-٤-۱-۵ سیستم نیوزلند ۸٤
۳-٤-۲مبانی تحلیل دینامیکی سازه های جداسازی شده ۸۵
۳-۵ بعضی ضوابط آیین‌نامهٔ آشتو درمورد جداسازی لرزه‌ای پلها ۸۸
۳-۵-۱ مقدمه ۸۸
۳-۵-۲ رابطه بار_ جابجایی جداگرهای الاستومری ۸۸
۳-۵-۳ پارامترهای لرزه ای ۹۲

۳-۵-۳-۱ ضریب شتاب..... ۹۲
۳-۵-۳-۲ سطوح عملکرد لرزه‌ای ۹۳
۳-۵-۳-۳ اثرات و ضریب ساختگاه ۹۳
۳-۵-۳-٤ ضریب اصلاح پاسخ ۹٤
۳-۵-٤ روشهای تحلیل..... ۹٤
۳-۵-٤- ۱ روش بار یکنواخت ۹۵
۳-۵-٤-۲ روش طیفی چند مودی..... ۹۸
۳-۵-٤-۳-روش تاریخچه زمانی..... ۹۹
۳-۵-۵- جداگرهای الاستومری..... ۱۰۰
۳-۵-۵- ۱ مؤلفه‌های کرنش برشی برای طراحی جدگرها ۱۰۰
۳-٦- طراحی جداگرهای لاستیکی _سربی..... ۱۰۳
۳-٦-۱ مقدمه ۱۰۳
۳-٦-۲ مراحل طراحی جداگرهای لاستیکی_سربی براساس آئین نامه آشتو ۱۰٤

فصل چهارم: نتایج و بحث

٤-۱ مقدمه ۱۰۹
٤-۲- مشخصات پل مورد مطاله..... ۱۱۰
٤-۳- طراحی جداگرهای لاستیکی- سربی ۱۱۲

٤-٤- مشخصات شتاب نگاشتهای ورودی ١١٥

٤-٥- مدل سازیو تحلیل تاریخچه زمانی پل مورد بررسی..... ١١٦

٤-٦- بحث درباره نتایج حاصل از تحلیل پلها..... ١٣٥

٤-٦-١- مقایسه جداگرهای طراحی شده..... ١٣٥

٤-٧- نتیجه گیری..... ١٣٩

٤-٨- پیشنهادات..... ١٤١

٤-٩- فهرست منابع..... ١٤٣

مقدمه

زلزله در طول تاریخ زندگی انسانها باعث ایجاد خسارات مالی وتلفات جانی زیادی شده است. ۷۰ درصد شهرهای ایران که نامشان در جدول ۱-۱ ذکر شده فاصله کمتر از ۲۰ km تا گسل دارند که طول تقریبی بعضی از این گسل ها بیشتر از ۳۰۰km می باشد.از این تعداد ٤٠٪ سابقه لرزه خیزی با بزرگی محلی بالاتر از ٦ ریشتر دارند. تنها با تکیه بر همین مسائل ضرورت تحقیقات بیشتر در زمینه حرکت زمین نزدیک گسل در ایران قابل توجیه است. اما متاسفانه بخاطر فقدان اطلات آماری و به دلیل کمبود امکانات و ابزار و دانش کافی و هم به دلیل خصوصیات ناشناخته و اغلب غیر قابل پیش بینی ، کنترل زلزله تقریبا تبدیل به یکی از اصلی ترین چالش های دانش بشر امروز شده است، توجه کافی در این زمینه صورت نگرفته است. شتاب نگاشت زلزله در سال ۱۹۷۸ طبس در ایران که در آن با وجود داشتن تراکم جمعیتی پایین منطقه ٤٠٠٠٠ نفر کشته شدند، امروز به عنوان یکی از اصلی ترین منابع در جهان مورد استفاده قرار می گیرد. در زلزله Kobe در سال ۱۹۹۵ که در ژاپن رخ داد،٦٠٠٠ نفر کشته شدند این مساله با توجه به پیشرفت هایی که این کشور در زمینه دانش لرزه ای داشته است، کمی عجیب و در خور توجه بوده و دلیل دیگری بر لزوم توجه به رفتار این نوع از زلزله ها در جهان است.

بر اساس تحقیقات اسمبرسنر، گسل تبریز به عنوان یک گسل امتداد لغز با فاصله ای برابر با ۸ km با شهر تبریز، بیشترین سا بقه لرزه خیزی را طی۱۵۰۰ سال گذشته دارد، طوری که یکی از زیان بارترین زلزله های ثبت شده تاریخ در سال ۱۷۲۱ میلادی در تبریز و منطقه آذربایجان رخ داه است که در آن ۲۵۰۰۰۰ نفرجان خود را از دست دادند.

با توجه به مسائل ذکر شده، بهبود ظرفیت سازه ها برای نیازهای بالای تغییر مکان حاصل از زمین لرزه نزدیک گسل موضوع تحقیقات اخیر بوده است. دراین نوع از زمین لرزه، مقدار انرژی بالایی در یک زمان کوتاه به سازه منتقل می شود که موجب تحمیل نیاز بالای تغییر مکانی است.

با پیشرفتهایی که امروزه حاصل شده است بشر توانسته است روشهای مناسبی برای جلوگیری از خسارات زلزله ابداع کند. اکثر روشهای طرح سازه های مقاوم بر این فرض استواراند که نیروهای ناشی از زلزله از طریق پی به سازه منتقل شود. سپس این نیروها میان عناصر مقاوم خاصی که در سازه تعبیه شده توزیع و توسط انها تحمل میگردند.

در روش دیگری از انتقال مستقیم نیروی زلزله به سازه جلوگیری می شود که یکی از این روشها جدا سازی ارتعاشی نامیده می شود، در این روش از ابزار خاصی بنام جداگر به عنوان مانعی برای انتقال نیروی زلزله و انرژی حاصل از آن به سازه استفاده می شود. جداسازی پل به صورت جداکردن عرشه از پایه و از بین بردن اثرات حرکات افقی ایجاد شده بوسیله زلزله در پایه است اصل اساسی که یک سیستم جداسازی شده بر مبنای آن کار می کند این است که سختی جانبی (افقی) سیستم ایجاد شده بسیار کوچک است و می تواند از انتقال حرکات زمین به سازه جلوگیری کند.

با توجه به اینک پلها از جمله سازه های بسیار مهم در هنگام امداد رسانی در زمان وقوع زلزله می باشند و اکثر شهرهای ایران در نزدیک گسل واقع اند استفاده از روشهای جدید برای حفاظت از پل های ساخته شده در نزدیکی گسل بسیار ضروری است به همین خاطر تحقیق در این زمینه ضروری بنظر میرسد.

فصل اول

مبانی لرزه شناسی و گسل

مقدمه

۱-۱مبانی لرزه شناسی

۱-۱-۱ منشاء زلزله

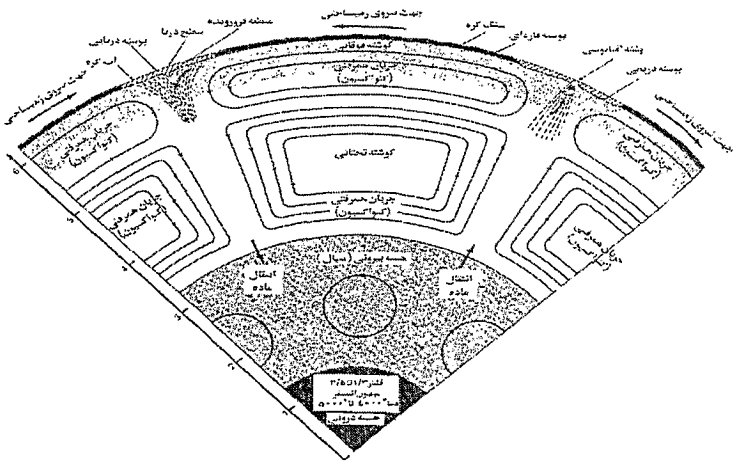
از میان نظریه های مختلفی که به عنوان عامل اصلی زلزله ارائه گردیده، نظریه حرکات زمین ساخت (تکتونیک) صفحه ای[۱] بیشترین مقبولیت را در میان لزره شناسان[۲] دارد. بر این اساس، پوسته زمین مرکب از صفحاتی است که میل به حرکت دارند. این صفحات که بطور لایه به لایه رویهم قرار گرفته اند پس از حرکت، زلزله را تولید می کنند. صفحه سخت سنگ کره (لیتوسفر) بر روی لایه نرمتر و خمیری مانند مذاب کرده (آستنوسفر) قرار گرفته و همانند جسمی سخت می لغزد. صفحات سنگ کره توسط پشته های اقیانوسی[۳]، جزایر آتشفشانی[٤]، گسلهای انتقالی و گودالهای فرو رونده (نواحی آلی) احاطه شده اند. مواد مذاب در پشته های اقیانوسی بسمت بالا آمده و خنک می شوند و صفحه سنگی را به وجود می آورند و بدین ترتیب این صفحه بطور افقی گسترش می یابد (شکل ۱-۱). صفحات زمین ساخت که در کنار هم قرار داشته و توسط گسل های انتقالی از هم جدا شده اند روی هم لغزیده و در ناحیه آلی (گودالهای اقیانوسی)، به داخل زمین فرو می روند (شکل ۱-۲).

۱- Plate Tectonics
۲- Seismotogists
۳- Midoceanic Ridges
٤- Transform Faults

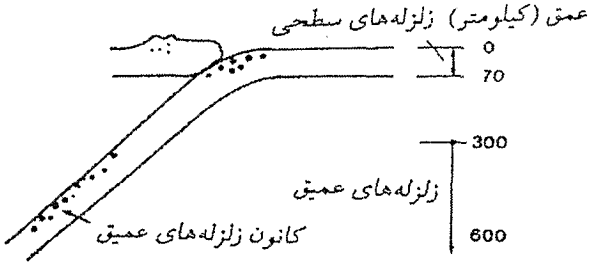
۱-۱-۲ گسل

تغییر و تحولات بین یک منطقه باز شونده و یک منطقه زیر رانده به صورتی است که هندسه سطح زمین تغییر چندانی نمی کند. این هماهنگی هندسی توسط گسلها صورت می پذیرد. تعریف زمین شناسی گسل چندان ساده نیست. گسل عبارت از سطح ناپیوسته ای است (غالباً مسطح) که دو مجموعه سنگی را از هم جدا میکند[۱].

گسل نتیجه گسیختگی و حرکتی است که در آن نخست دو مجموعه سنگی متصل بهم، از هم مجزا شده و سپس باعث لغزش و دور شدن دو بخش از هم می شود.



شکل ۱-۱ ساختمان کره زمین و صفحات زمین ساخت



شکل ۱-۲ کانون زلزله های سطحی و عمیق

جابجایی حاصل از حرکت گسل، اختلاف سطح گسل خوانده می شود که عبارت است از فاصله بین دو ساختمان زمین شناسی به هم پیوسته و می توان آن را به کمک جابجایی لایه های زمین شناسی، رودخانه و یا قسمتی از جاده معین نمود. در گسل های فعالی که جابجاییهای آن زیاد باشد (معمولا بیشتر از ۱mm/year)، سطح زمین با مورفولوژی خاصی همراه است و شامل جداشدگی قائم از چند دسی متر تا چند متر و بدون شکاف زیاد می باشد. در گسلهای قدیمی، مشخصات ریخت شناسی فوق چندان قابل تشخیص نیست. غالباً اختلاف سطح گسل، زمینها و لایه هایّ کاملا متفاوتی را پهلوی هم قرار میدهد. بعنوان مثال سنگهای سخت و مقاوم در کنار سنگ های سست و کم مقاومت قرار می گیرند و با کمک عوامل فرسایش، گسل، منظره های پله مانند پیدا می کند.

گسل ها بسته به راستای لغزش مطابق زیر دسته بندی می شوند:

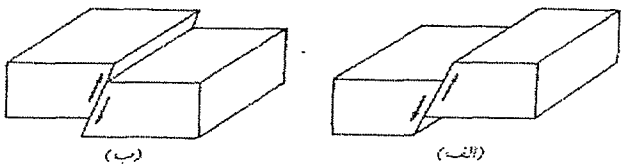
۱. گسل هایی که جابجایی اصلی آنها در سطح افقی صورت گرفته و ناشی از لغزش افقی اند، گسل جانبی یا امتداد لغز[۱] نامیده می شود. اگر ابعاد گسلش جانبی بزرگ باشد، زلزله زیادی ایجاد می کند.

الف- گسل چپ لغز[۲] هنگامی که از یک طرف گسل نظاره شود، طرف دیگر گسل رو به سمت چپ حرکت می کند.

ب- گسل راست لغز هنگامی که از یک طرف گسل نظاره شود، طرف دیگر گسل رو به سمت راست حرکت می کند.

---

[۱] - Strike Slip
[۲] - Left Lateral Fault

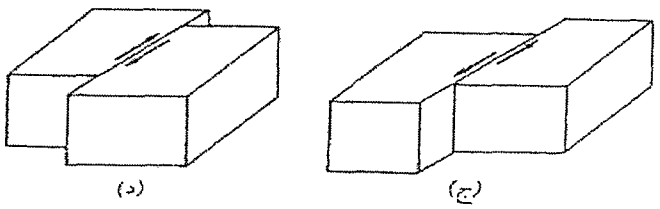


الف)گسل نرمال ب)گسل معکوس

۲. گسلهایی که جابجایی آنها در سطح قائم انجام می شود و دارای لغزش عمودی اند، گسل شیب لغز[۱] نامیده می شود.

ج- گسلهای نرمال[۲] یا عادی: حرکت لغزشی توده سنگ فوقانی رو به پایین است و یا به عبارتی در نتیجه حرکات کششی ایجاد می شود.

د- گسل معکوس[۳] حرکت لغزشی توده سنگ فوقانی رو به بالا است و یا به عبارتی در نتیجه حرکات فشاری پدید می آید.



ج)گسل چپ لرز د)گسل راست لغز

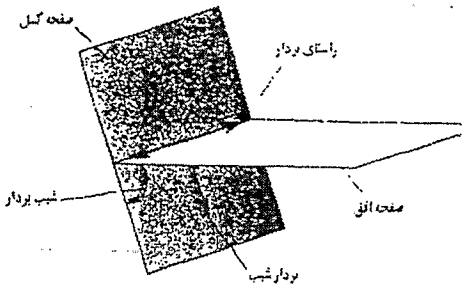
از گسل های مشهور جهان می توان به گسل جانبی سن اندریاس در کالیفرنیا به طول ۳۰۰ کیلومتر که در سال ۱۹۰۶ زلزله سانفرانسیسکو با بزرگی ۸/۳ ریشتر و در ۱۹۴۰ زلزله ال سنترو را با بزرگی ۷/۱ بوجود آورد، اشاره کرد.

---

۱ - Dip- Slip
۲ - Normal Fault
۳ - Reverse Fault

۱-۱-۳ هندسه گسل

علائم زمین شناسی استاندارد برای تشریح جهت گسل در فضا بکار می رود. جهت یابی صفحه گسل توسط امتداد و شیب آن صورت می پذیرد، امتداد گسل خط افقی است که از تداخل صفحه گسل و صفحه افق بوجود می آید شکل (۱-٤). آزیموت امتداد (بعنوان مثال N٦٠E) برای توجیه جهت گسل نسبت به شمال بکار می رود. شیب پایین دست توسط زاویه شیب که زاویه بین صفحه گسل و صفحه افق می باشد، تعریف می شود. یک گسل قائم دارای زاویه شیب ۹۰ است. حرکت گسل به دو مولفه در جهت امتداد و شیب تصویر می شود. با آنکه قدری حرکت در دو جهت اجتناب ناپذیر است، اما حرکت در یک جهت نسبت به جهت دیگر معمولا غالب خواهد بود.



شکل ۱-٤ علائم هندسی برای توصیف جهت گسل

۱-۱-٤ تئوری بازگشت ارتجاعی [۱]

زلزله زمانی رخ می دهد که کرنش الاستیک به تدریج جمع شده در گسل، ناگهان در روند بازگشت ارتجاعی آزاد می شود. انرژی الاستیکی ذخیره شده در هر طرف گسل، حرکت در گسل را باعث می شود. باز گشت ارتجاعی زمین لرزه های قوی از چند ثانیه تا چند دقیقه طول می کشد. این پدیده

۱- Elastic Rebound Theory