بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

دانشگاه تبریز

دانشکده فنی مهندسی عمران

رساله جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی زلزله

عنوان

اثر زلزله های نزدیک به گسل برروی ساختمان های بتنی بلند مرتبه با سیستم مقاوم جانبی دوگانه

استاد راهنما

جناب آقای دکترجلالی

استاد مشاور

جناب آقای دکتر فرزام

پژوهشگر

سامان ختایی

شهریور ۹۳

تقدیم به آنانکه سوختند تا بدرخشیم...

پدر و مادر عزیزتر از جانم...

University of Tabriz

Faculty of Civil Engineering

Department of Structural Engineering

Earthquake Engineering

Dissertation

For the Degree of Master of Science in Earthquake Engineering

Title:

The Effect of Near Fault Ground Motions on Reinforced Concrete Tall Buildings with Dual Systems

Supervisor:

Dr.Abdolrahim Jalali

Advisor:

Dr.Masoud Farzam

Research:

Saman Khataei

September 2014

Surname: Khataei **Name:** Saman

Thesis Title: The Effect of Near Fault Ground Motions on Reinforced Concrete Tall Buildings with Dual Systems

Supervisor: Dr.Abdolrahim Jalali **Advisor:** Dr.Masoud Farzam

Degree: M. Sc. **Major:** Civil Engineering **Field:** Earthquake Engineering

University: University of Tabriz **Faculty:** Civil Engineering

Graduation Date: September 2014 **Pages:** 75

Keyword: Near Fault Ground Motion, Nonlinear Dynamic Analyze, Drift, Displacement, Base Shear

Abstract:

In this thesis the effects of near fault ground motions in comparison with far fault ground motions on a reinforced concrete building constructed in Tabriz city has been studied. The structure is a thirteen floor building with applied dual lateral force resisting system on one side and moment resisting frame system on the other. To perform the analyze, Tabas and Bam ground motion records has been utilized by means of Sap2000 computer assisted program with the method of Nonlinear Direct Integration Time History Dynamic Analyze .

Bearing response parameters, such as displacement, drift and base shear in mind, the importance of considering near fault effects on structures is crucial than ever.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله بایسته میداند از زحمات تمامی اساتیدی که در طول سالهای تحصیل از برکت علم و فرهنگ آنان بهره ها بردم قدردانی نمایم. بویژه اساتید عزیزی که در روند تکمیل این پروژه دست یاری به بنده رساندند از جمله جناب آقای دکتر عبدالرحیم جلالی و جناب آقای دکتر مسعود فرزام که این کلمات در قبال زحمات خالصانه و پدرانه شان کافی نخواهد بود.

همچنین از تمامی مسئولین و کارکنان دانشگاه تبریز که در راستای نیل به اهداف آموزشی و فرهنگی جامعه زحمت ها میکشند تقدیر مینماید.

در نهایت از دستان پرمهر پدر و مادرم که مهمترین سهم از نیل به تمامی داشته های زندگی ام را دارند بوسیده و برای تمامی پدران و مادران که گوهرانی بی همتا در زندگی مان بوده اند صحت جان از پروردگار طلب مینمایم. همچنین از همسر مهربانم به خاطر یاری که درتمامی مراحل تدوین رساله به بنده رساند تشکر و قدردانی مینمایم.

سامان ختایی

شهریور ۱۳۹۳

نام خانوادگی: ختایی **نام:** سامان

عنوان پایان نامه: اثر زلزله های نزدیک به گسل برروی ساختمان های بتنی بلند مرتبه با سیستم مقاوم جانبی دوگانه

استاد راهنما: جناب آقای دکتر عبدالرحیم جلالی **استاد مشاور:** جناب آقای دکتر مسعود فرزام

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** عمران **گرایش:** زلزله **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: عمران **تاریخ فارغ التحصیلی**: شهریور ۹۳ **تعداد صفحه:** ۷۵

کلید واژه ها: زلزله نزدیک به گسل، تحلیل دینامیکی غیرخطی، دریفت، تغییرمکان، برش پایه

چکیده:

در این پایان نامه به بررسی اثرات زلزله های نزدیک به گسل در قیاس با زلزله های دور از گسل بر روی یک ساختمان در حال ساخت در کلانشهر تبریز پرداخته شده است. ساختمان مذکور از جنس بتن مسلح ۱۳ طبقه با سیستم مقاوم جانبی قاب خمشی در یک سمت و تلفیق دیوار برشی و قاب خمشی در سمت دیگر میباشد. برای بررسی تفاوت بین اثرات این دو نوع زلزله از زلزله های ثبت شده در ایستگاه های زمین لرزه های طبس و بم بهره گرفته شده است. برای تحلیل از نرم افزار sap2000 و از نوع تحلیل دینامیکی غیر خطی تاریخچه زمانی با روش انتگرال مستقیم استفاده شده است. با در نظر گرفتن پارامترهای پاسخی تغییرمکان، دریفت و برش پایه تصویری از لزوم توجه به اثرات نزدیک به گسل در این نوع زمین لرزه ها بر روی سازه های اجرا شده بیش از پیش نمایان میگردد.

فهرست مطالب

۱-مقدمه ۱

۲-بیان مسئله ۳

۲-۱ اهمیت موضوع ۴

۲-۲ پالس ۴

۲-۳ جهت پذیری ۴

۲-۴ ارتباط نوع گسل با پالس ۷

۲-۵ تغییرشکل ماندگار ۸

۲-۶ مراحل پژوهش و روش ها ۹

۳-پیشینه تحقیق ۱۱

۳-۱ ماهیت پالس ۱۲

۳-۲ نحوه مدلسازی پالس ۱۴

۳-۳ روش شناسایی پالس ۱۵

۳-۴ زلزله های دارای پالس در ایران ۱۶

۳-۵ تحلیل اثرات زلزله های نزدیک به گسل ۱۷

۴-مدل سازی ۲۸

۴-۱ مشخصات کلی مدل ۲۹

۴-۲ مشخصات المان ها ۳۰

۴-۳ مشخصات تحلیل ۳۲

۴-۴ مشخصات رکوردهای اعمالی ۳۲

۴-۵ مشخصات مودهای لرزه ای..... ۳۴
۵-نتایج ۳۵
۵-۱ نتایج زلزله طبس ایستگاه دیهوک در راستای قاب خمشی ۳۶
۵-۲ نتایج زلزله طبس ایستگاه طبس در راستای قاب خمشی ۳۸
۵-۳ مقایسه نتایج ایستگاه طبس و دیهوک در راستای قاب خمشی ۴۰
۵-۴ نتایج زلزله طبس ایستگاه دیهوک در راستای دیوار برشی ۴۲
۵-۵ نتایج زلزله طبس ایستگاه طبس در راستای دیوار برشی ۴۴
۵-۶ مقایسه نتایج ایستگاه طبس و دیهوک در راستای دیوار برشی ۴۶
۵-۷ نتایج زلزله بم ایستگاه بم در راستای قاب خمشی ۴۸
۵-۸ نتایج زلزله بم ایستگاه محمدآباد در راستای قاب خمشی ۴۹
۵-۹ مقایسه نتایج ایستگاه بم و محمدآباد در راستای قاب خمشی ۵۰
۵-۱۰ مقایسه نتایج ایستگاه بم و محمدآباد در راستای دیوار برشی ۵۲
۵-۱۱ جمع بندی و بحث ۵۳
۶-نتیجه گیری ۵۶
۷-مراجع ۵۸

فهرست جداول

جدول شماره (۱) : رکوردهای نزدیک گسل ایران(Yaghmaei, 2010) ۱۶

جدول شماره (۲) : رکوردهای نزدیک گسل ایران که دارای پالس هستند(Yaghmaei, 2010) ۱۷

جدول شماره (۳) : مشخصات اجزای سازه های دوگانه مورد مطالعه توسط میررضایی و جلالی..... ۱۹

جدول شماره (۴) : مشخصات پریودی سازه ها..... ۲۴

جدول شماره (۵ الف) : مقاطع ستون..... ۳۰

جدول شماره (۵ ب) : مشخصات تیرها..... ۳۱

جدول شماره (۵ ج) : مشخصات سقف و دیوار برشی..... ۳۱

جدول شماره (۶) : رکوردهای اعمالی برای تحلیل..... ۳۳

جدول شماره (۷) : مشخصات مودهای لرزه ای..... ۳۴

جدول شماره (۸ الف) : مقاسیه مقادیر حداکثری پاسخ های سازه ای..... ۵۳

جدول شماره (۸ ب) : میزان اختلاف درصدی در پارامتر پاسخ در زلزله دور از گسل نسبت به زلزله نزدیک گسل..... ۵۴

جدول شماره (۹) : میزان اختلاف درصدی در پارامتر پاسخ زلزله بم در ایستگاه های راور و راین..... ۵۵

فهرست اشکال

شکل ۱– منطقه لویسرن که موقعیت کانون زلزله ، ایستگاه های ثبت رکورد و نگاشت های ثبت شده در سال ۱۹۶۲..... ۵

شکل ۲– وجود پالس در رکورد سرعت زلزله..... ۶

شکل ۳– گسل های امتدادلغز و شیب لغز..... ۷

شکل ۴– تغییر شکل ماندگار در رکورد زلزله..... ۸

شکل ۵– مولفه شرقی غربی نگاشت یاریکما در زلزله کجایلی..... ۹

شکل۶– سابقه لرزه ای گسل تبریز ۱۰

شکل ۷– نمونه ای از طیف پاسخ زلزله دور از گسل..... ۱۳

شکل ۸– نمونه ای از طیف پاسخ زلزله نزدیک به گسل..... ۱۳

شکل ۹ – ساده سازی رکوردهای سرعت توسط رودریگز و بری..... ۱۴

شکل۱۰– دریفتهای سازه های مورد مطالعه توسط دانش آشتیانی و محمدرضاپور..... ۱۸

شکل۱۱– پلان و نمای یکی از سازه های مورد مطالعه توسط میررضایی و جلالی..... ۱۸

شکل۱۲– میررضایی و جلالی– طیف پاسخ شتاب شتاب نگاشتهای مقیاس شده برای بزرگی۰/۴g..... ۱۹

شکل ۱۳– میررضایی و جلالی– جابجایی حداکثر مرکز جرم طبقات در مقایسه با پروفیل تغییرمکان هدف..... ۲۰

شکل ۱۴– میررضایی و جلالی– تغییرمکان نسبی حداکثر طبقات در مقایسه با تغییرمکان نسبی طرح (۲/۵٪)..... ۲۰

شکل۱۵– قاب مهاربند زانویی و پلان ساختمان مورد مطالعه حقایق و همکاران..... ۲۲

شکل ۱۶– مقایسه تغییر مکان جانبی نسبی سازه تحت تاثیر زلزله حوزه نزدیک و دور از گسل توسط حقایق و همکاران..... ۲۳

شکل ۱۷الف– رکورد واقعی و مدل سینوسی میرا ایجاد شده زلزله Northridge..... ۲۵

شکل ۱۷ ب- رکورد واقعی و مدل سینوسی میرا ایجاد شده زلزله Coalinga..... ۲۵

شکل ۱۸- سازه مورد مطالعه ملک پور و غفارزاده..... ۲۶

شکل ۱۹- مدل مورد بررسی پژوهش..... ۲۹

شکل ۲۰- نمودار تنش کرنش بتن و فولاد ۳۰

شکل ۲۱ – رکورد زلزله طبس(PI=0.993)..... ۳۲

شکل ۲۲ – رکورد زلزله بم(PI=1)..... ۳۳

شکل ۲۳ الف-تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه دیهوک- راستای LN ۳۶

شکل ۲۳ ب-دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه دیهوک- - راستای LN..... ۳۶

شکل ۲۳ج-نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه دیهوک - راستای LN..... ۳۶

شکل ۲۴ الف-تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه دیهوک- راستای TR ۳۷

شکل ۲۴ ب-دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه دیهوک- راستای TR..... ۳۷

شکل ۲۴ ج-نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه دیهوک - راستای TR ۳۷

شکل ۲۵ الف-تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه طبس -راستایLN ۳۸

شکل ۲۵ ب-دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه طبس راستای LN ۳۸

شکل ۲۵ ج-نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه طبس- راستای LN ..... ۳۸.

شکل ۲۶ الف- تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه طبس –راستایTR..... ۳۹

شکل ۲۶ ب-دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه طبس راستای TR..... ۳۹

شکل ۲۶ ج-نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه طبس- راستایTR..... ۳۹

شکل ۲۷ الف-تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه طبس و دیهوک..... ۴۰

شکل ۲۷ ب–دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه طبس و دیهوک..... ۴۰

شکل ۲۷ ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه طبس و دیهوک..... ۴۰

شکل ۲۷ د – مفصل پلاستیک در یکی از تیرهای طبقه ۱۱ در راستای قاب خمشی زلزله طبس..... ۴۱

شکل ۲۸ الف–تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه دیهوک– راستای LN..... ۴۲

شکل ۲۸ ب–دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه دیهوک– راستای LN..... ۴۲

شکل ۲۸ ج– نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه دیهوک – راستای LN..... ۴۲

شکل ۲۹ الف– تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه دیهوک– راستای TR..... ۴۳

شکل ۲۹ ب–دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه دیهوک– راستای TR..... ۴۳

شکل ۲۹ ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه دیهوک – راستای TR..... ۴۳

شکل ۳۰ الف–تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه طبس –راستای LN..... ۴۴

شکل ۳۰ ب–دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه طبس راستای LN..... ۴۴

شکل ۳۰ ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه طبس– راستای LN ۴۴

شکل ۳۱ الف– تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه طبس –راستای TR..... ۴۵

شکل ۳۱ ب– دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه طبس راستای TR..... ۴۵

شکل ۳۱ ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه طبس– راستای TR..... ۴۵

شکل ۳۲ الف–تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله طبس ایستگاه طبس و دیهوک ۴۶

شکل ۳۲ ب–دریفت طبقه آخر زلزله طبس ایستگاه طبس و دیهوک ۴۶

شکل ۳۲ ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله طبس ایستگاه طبس و دیهوک..... ۴۶

شکل ۳۲ د– مفصل پلاستیک در یکی از تیرهای طبقه ۱۱ در راستای دیوار برشی زلزله طبس..... ۴۷

شکل ۳۳ الف- تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله بم ایستگاه بم..... ۴۸

شکل ۳۳ ب–دریفت طبقه آخر زلزله بم ایستگاه بم..... ۴۸

شکل ۳۳ ج- نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله بم ایستگاه بم..... ۴۸

شکل ۳۴ الف–تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله بم ایستگاه محمد آباد..... ۴۹

شکل ۳۴ ب–دریفت طبقه آخر زلزله بم ایستگاه محمد آباد..... ۴۹

شکل ۳۴ ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله بم ایستگاه محمد آباد..... ۴۹

شکل ۳۵ الف–تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله بم ایستگاه بم و محمد آباد..... ۵۰

شکل ۳۵ ب–دریفت طبقه آخر زلزله بم ایستگاه بم و محمد آباد..... ۵۰

شکل ۳۵ ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله بم ایستگاه بم و محمد آباد..... ۵۰

شکل ۳۵ د – مفصل پلاستیک در یکی از تیرهای طبقه اول در راستای قاب خمشی زلزله بم..... ۵۱

شکل ۳۶ الف–تغییرمکان گرهی(سانتیمتر) زلزله بم ایستگاه بم و محمد آباد..... ۵۲

شکل ۳۶ب–دریفت طبقه آخر زلزله بم ایستگاه بم و محمد آباد..... ۵۲

شکل ۳۶ج–نمودار برش پایه نسبت به تغییر مکان گرهی زلزله بم ایستگاه بم و محمد آباد..... ۵۲

فصل اول

مقدمه

بحث بلایای طبیعی و اثرات مخرب آن بر زندگی بشر بحثی است که از سالیان پیش مورد توجه بوده و ذهن انسان را جهت مبارزه یا مهار اثرات آن به خود معطوف نموده است. این حوادث معمولاً غیرقابل پیش‌بینی بوده و یا حداقل از مدتهای طولانی قبل، نمی‌توان وقوع آنها را پیش‌بینی نمود. لذا با توجه به اینکه دانش امروزی علی رغم پیشرفت های چشمگیر دهه های اخیر در امر علوم طبیعی هنوز قادر به پیش بینی این حوادث نمیباشد، توجه به مهار اثرات مخرب ناشی از این حوادث مورد توجه دانشمندان و مهندسین قرار گرفته است.

پدیده زلزله یکی از مخرب ترین بلایای طبیعی است که انسان طی سالیان حیات بر کره زمین آنرا تجربه نموده است. زمین لرزه، لرزش و جنبش زمین است که ناشی از آزاد شدن انرژی ناشی از گسیختگی سریع در گسل های پوسته زمین در مدتی کوتاه روی می دهد. پدیده زلزله و اثرات آن بر روی سازه ها علاوه بر بزرگی زلزله به نوع گسل، مکانیزم شکست، فاصله سایت تا گسل، تداوم زمانی زلزله، محتوای فرکانسی و ... بستگی دارد. در این پژوهش زلزله های نزدیک به گسل و اثرات این نوع زلزله ها بر روی سایت (سازه) مورد بررسی قرار خواهد گرفت. سازه مورد بررسی این پژوهش ساختمان بلند مرتبه بتنی با سیستم مقاوم جانبی دوگانه خواهد بود.

موضوع اثر زلزله در حوزه نزدیک گسل از موضوعات نسبتاً جدید مطرح در مهندسی زلزله است. زلزله های حوزه نزدیک گسل به نقاطی اطلاق می شود که فاصله آنها از مرکز سطحی زلزله کمتر از یک حد معینی‌باشد. فاصله واحدی به عنوان محدوده نزدیک گسل تعریف نشده است و در این زمینه بین محققین اختلاف نظر وجود دارد. فواصل مختلفی بین ۱۰ تا ۶۰ کیلومتر به عنوان محدوده نزدیک گسل پیشنهاد شده است[۱]. آیین نامه UBC 97 فاصله ۱۵ کیلومتر را به عنوان محدوده نزدیک گسل در نظر گرفته است[۲].

اخیراً مطالعات زیادی برروی رفتار سازه ها در اثر اعمال زلزله در حوزه نزدیک گسل و مقایسه آن با اثر زلزله در حوزه دوراز گسل انجام شده و مقالات زیادی نیز در این خصوص ار ائه شده است، ولی با وجود این، به دلیل اهمیت مسئله اثر نیروی زلزله در حوزه نزدیک گسل و جهت داری زلزله بر سازه ها به بررسی این موضوع پرداخته شده است. عوامل زیادی

خصوصیات و مشخصات زلزله را تحت تاثیر قرار می دهند . اما تاثیر بعضی از عوامل روی زلزله های‌نزدیک گسل مهم تر است.

ورزقان، اثر جابجایی ماندگار ناشی از زمین لرزه

فصل دوم

بیان مسئله

۲-۱) اهمیت موضوع

رکوردهای حوزه نزدیک سبب خرابی زیادی در نزدیکی منابع زلزله در طول زلزله های اخیر که دارای ماهیت متفاوتی نسبت به زلزله های حوزه دور دارند ، شده است . زلزله های حوزه نزدیک دارای شتاب بالاتر و محتوای فرکانسی محدودتری در فرکانس های بالا نسبت به حوزه دور می باشند[۳]. به دلیل مجاورت سایت با گسل، زمین لرزه‌هایی که در این مناطق ثبت می‌شوند دارای ویژگی‌هایی هستند که آنهارا کاملا از سایر زمین لرزه‌ها مجزا میکند. مهمترین مشخصه زمین‌لرزه‌های نزدیک گسل وجود پالس‌های با پریود بزرگ به‌خصوص درتاریخچه‌زمانی‌سرعت است که این پالس‌ها به سبب اثرات جهت داری رو به جلو و جابجایی‌های دائمی گسل به وجود می‌آید[۴] [۵].

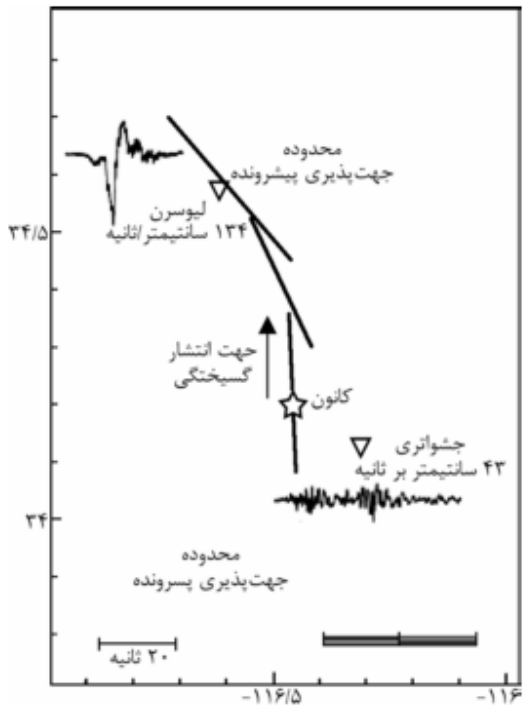
۲-۲) پالس

اخیرا رکوردهای مناطق نزدیک گسل و نیز پالسهای ایجاد شده در آن هم از دیدگاه مهندسی زلزله و همچنین لرزه شناسی مورد توجه قرار گرفته است و دلیل آن نیز خرابی‌های گسترده به سبب زلزله‌های رخداده در مناطق نزدیک گسل شهری در چند سال گذشته است. با توجه به وجود پتانسیل بالای رخداد زلزله در مناطق نزدیک گسل ایران از جمله کلانشهرهای تهران و تبریز به دلیل وجود گسل‌های فعال، اهمیت بررسی خصوصیات رکوردهای نزدیک گسل بیش از پیش آشکار می-گردد. البته رکوردهای ثبت شده در یک زلزله در منطقه نزدیک گسل لزوما دارای پالس نیستند و بسته به شرایط هندسی محل سایت نسبت به منبع لرزه، پالس ایجاد می‌شود. [۶]

۲-۳) جهت پذیری

در محدوده نزدیک گسل معمولا زمین لرزه ها به سه عامل وابسته میباشند. این عوامل شامل مکانیسم شکست ، جهت انتشار شکست نسبت به ساختگاه و تغییر مکانهای دائمی ناشی از لغزش گسل‌می باشد. این پارامترها باعث ایجاد دو اثر به نامهای Rupture Directivity (جهت پذیری شکست) و Fling step (جابجایی ضربه ای ماندگار زمین) می شود. برای تخمین زلزله های نزدیک به گسلهای فعال بایستی ویژگیهای زمین لرزه های نزدیک گسل(Directivity Ruptureو Fling Step)درنظرگرفته شود.

Rupture Directivity شامل دو اثر Forward Directivity (جهت پذیری پیشرونده) و Backward Directivity(جهت پذیری پسرونده) می باشد. زمانی که یک گسل شروع به شکسته شدن می کند، شکست از نقطه ای بر روی امتداد گسل ایجاد شده و بسته به محل آغاز گسیختگی به ابتدا ، انتها و یا هر دو جهت گسترش می یابد. به گسترش شکست در امتداد گسل اصطلاحا Rupture directivity گفته می شود. چنانچه ساختگاه در نزدیکی مرکز زمین لرزه باشد و انتشار شکست به سمت دور شدن از ساختگاه باشد در این حالت Backward directivity رخ می دهد. زمین لرزه در حالت Backward directivity دارای مدت زمان بیشتر و دارای پالسهای متعدد با دوره تناوب کوتاه و دامنه کوچک بوده بطوریکه انرژی زلزله در طول مدت ارتعاش پراکنده می شود. ولی اگر انتشار شکست گسل به سمت ساختگاه باشد و جهت لغزش گسل نیز در جهت ساختگاه باشد. آنگاه Forward directivity رخ می دهد. (شکل ۱)



شکل ۱– منطقه لویسرن که موقعیت کانون زلزله ، ایستگاه های ثبت رکورد و نگاشت های ثبت شده در سال ۱۹۶۲