بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه مازندران

عنوان:
ارزیابی لرزه ای قاب های خمشی تحت تاثیر زلزله های نزدیک گسل

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران- سازه

اساتید راهنما:

دکتر غلامرضا عبدالله زاده

دکتر علیرضا میرزا گل تبار روشن

استاد مشاور:

دکتر جواد واثقی امیری

نگارش:

آرمان محمودی

تابستان ۱۳۸۹

تشکر و قدردانی :

که منعم کند فضل حق را سپاس

اکنون که به لطف خداوند منان و همکاری ارزشمند استادان ارجمند آقایان **دکتر غلامرضا عبدالله زاده** و **دکترعلیرضا میرزا گل تبار روشن** این پایان نامه را به اتمام رساندم، جا دارد از مساعدت و راهنمایی خالصانه ایشان تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از راهنمایی‌های آقای **دکتر جواد واثقی امیری** که به عنوان استاد مشاور راهنمایی های ارزشمندی به این جانب نمودند ، سپاسگزاری و قدردانی می نمایم .

و در انتها از زحمات و همکاری دوستان عزیزم آقای **مهندس قاسم جلالی** و آقای **مهندس محمدرضا بنی هاشمی** تشکر می‌نمایم.

تقدیم به:

پدر ▪عزیز ومادر مهربانم که وجودشان گرمی بخش وجودم و معنی بخش زندگی ▪ام میباشند. عزیزانی که پیشرفت فرزندانشان دغدغه اصلی زندگیشان بوده و می باشد.

و

خانواده عزیزم که همواره پشتیبانم بوده اند.

چکیده

در حین وقوع زلزله، اثرات جهت پذیری باعث ایجاد تفاوت بین مشخصات رکوردهای حوزه نزدیک ثبت شده در جهت های مختلف، همچنین باعث ایحاد تفاوت بین مشخصات این رکوردها با رکوردهای حوزه دور می شود . وجود حرکت پالس گونه با پریود بلند در ابتدای رکوردها، مقدار ماکزیمم شتاب ،سرعت و جابجایی بالاتر و اعمال نیروی ضربه گونه به سازه ها از جمله این تفاوت ها می باشند. در این تحقیق رفتار قاب های فولادی برون محور دو بعدی تحت تاثیر رکوردهای حوزه دور و نزدیک در دو حالت مولفه افقی به تنهایی و مولفه افقی و قائم به صورت همزمان ، مورد بررسی قرار گرفته است. در هر یک از قاب ها مقادیر ماکزیمم تغییر مکان نسبی و کلی، ماکزیمم برش طبقات ، عملکرد لرزه ای قاب ها و کفایت لرزه ای ضوابط ویژه طراحی قاب های برون محور در آیین نامه فولاد ایران (۱۳۸۴) تحت مولفه افقی رکوردها به تنهایی مورد بررسی قرار گرفته است . همچنین نسبت نیروی ایجاد شده در ستون های میانی و کناری (ناشی از تحلیل دینامیکی غیر خطی) به نیروی طراحی اولیه آنها و شتاب قائم مطلق طبقات تحت اثر توامان مولفه افقی و قائم رکوردها بررسی شده است .

نتایج نشان می دهد نیاز تغییر مکانی رکوردهای حوزه نزدیک بیشتر از رکوردهای حوزه دور می‌باشد و پاسخ سازه ها در حوزه نزدیک اساسا متفاوت از پاسخ آنها در حوزه دور می باشد . قاب ها سطح عملکرد مورد نظر طراحی که همان سطح عملکرد ایمنی جانی تحت زلزله با سطح خطر یک می باشد را برآورده نمی سازند .همچنین اصول طراحی بر اساس ظرفیت که معیار اساسی طراحی قاب های EBF می باشد با توجه به ضوابط طرح لرزه ای ویژه بیان شده در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان اقناع نمی گردد .

کلمات کلیدی: قاب فولادی برون محور، اثرات جهت پذیری، رکوردهای حوزه نزدیک، پارامترهای لرزه ای، مولفه افقی و قائم رکوردها

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- ضرورت تحقیق ۲

۱-۳- منشاء زلزله ۳

۱-۳-۱- تکتونیک صفحه‌ای ۳

۱-۳-۲- گسل‌ها ۴

۱-۴- ویژگیهای حرکات لرزه‌ای زمین ۵

۱-۵- عوامل موثر بر روی حرکات زمین ۶

۱-۵-۱- اثرات جهت گسیختگی گسل بر دامنه حرکات زمین ۶

۱-۵-۲- اثرات فاصله منبع لرزه‌ای تا سایت بر دامنه حرکات زمین ۶

۱-۵-۳- اثرات جهت گسیختگی گسل بر مدت زمان زلزله ۶

۱-۵-۴- اثرات فاصله سایت از منبع لرزه‌ای بر مدت زمان زلزله ۷

۱-۵-۵- اثر فاصله سایت تا منبع لرزه‌ای بر روی مشخصات ارتعاشی زلزله ۸

۱-۶- ساختار پایان نامه ۸

فصل دوم: مشخصات رکوردهای حوزه نزدیک و مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- تعریف واژه‌ها در این تحقیق ۹

۲-۳- محدوده نزدیک گسل به عنوان معیاری برای معرفی تکانه‌های میدان نزدیک ۱۰

۲-۴- خصوصیات تکانه‌های میدان نزدیک ۱۴

۲-۴-۱- حرکت پالسگونه در رکوردهای حوزه نزدیک ۱۵

۲-۴-۲- اثر گام پرتابی در تکانه‌های میدان نزدیک ۱۶

۲-۴-۳- بررسی مولفه‌های رکوردهای جنبش زمین در نزدیکی گسل ۱۹

۲-۴-۳-۱- مقادیر حداکثر حرکات زمین (PGA,PGV,PGD) در تکانه میدان نزدیک ۲۴

عنوان	صفحه

۲-۴-۴- انتقال انرژی در مدت زمان کوتاه و اعمال نیروی ضربه‌گونه به سازه‌های موجود در مسیر پیشرو گسیختگی ۲۶

۲-۵- اثر مدت زمان زلزله بر پاسخ سازه‌ها ۲۷

۲-۶- استفاده از طیف پاسخ برای طراحی سازه‌ها تحت تأثیر رکوردهای نزدیک گسل ۲۸

۲-۶-۱- مقدمه ۲۸

۲-۶-۲- طیف پاسخ الاستیک تکانه‌های میدان نزدیک ۲۹

۲-۶-۳- اثرات PGD, PGV, PGA و نسبت این مقادیر بر طیف پاسخ الاستیک ۳۶

۲-۷- اثرات وسعت ناحیه شتاب- حساس بر پاسخ سازه‌ها ۴۰

۲-۷-۱- کاهش انعطاف‌پذیری ظاهری سازه ۴۰

۲-۷-۲- افزایش برش پایه و جابه جایی نسبی طبقات سازه ۴۱

۲-۷-۳- میزان مشارکت مدهای بالاتر در سازه ۴۱

۲-۷-۴- افزایش نیاز شکل‌پذیری ۴۲

۲-۷-۵- کاهش اثرات میرایی ۴۲

۲-۸- مروری بر مطالعات انجام شده ۴۲

۲-۸-۱-گروه اول تحقیقات ۴۳

۲-۸-۱-۱- جایگزینی رکوردهای نزدیک گسل توسط مدلهای پالس‌گونه ۴۷

۲-۸-۲- بررسی رفتار سازه ها تحت رکوردهای حوزه نزدیک ۵۴

فصل سوم : روش تحقیق، معرفی مدل ها و انتخاب شتابنگاشت ها

۳-۱- مقدمه ۵۹

۳-۲- تاریخچه پیدایش سیستم مهاربندی واگرا ۵۹

۳-۳- فلسفه طراحی قاب های خارج از مرکز ۶۰

۳-۴- توصیف موضوع ۶۴

۳-۵- روند انجام تحقیق ۶۵

۳-۵-۱- کلیات ۶۵

۳-۵-۲-معرفی سازه های مورد استفاده و چگونگی مدلسازی آنها ۶۶

عنوان	صفحه

۳-۵-۳- شتابنگاشت های رکوردهای حوزه نزدیک و دور ۶۹

۳-۵-۴- تحلیل دینامیکی غیر خطی با استفاده از روش مفاصل الاستوپلاستیک ۷۲

۳-۵-۵- تعریف مفاصل غیر خطی ۷۳

۳-۵-۵-۱- تعریف مفاصل غیر خطی کنترل شونده توسط تغییرشکل ۷۴

۳-۵-۵-۲- تعریف مفاصل غیر خطی کنترل شونده توسط نیرو ۷۵

فصل چهارم : آنالیز و استخراج نتایج

۴-۱- مقدمه ۷۸

۴-۲- نتایج بدست آمده برای قاب ها تحت مولفه افقی رکوردهای حوزه دور و نزدیک ۷۹

۴-۲-۱- جابه جایی طبقات و توزیع آنها در ارتفاع قاب ۷۹

۴-۲-۲- برش پایه ۸۸

۴-۲-۳- بررسی سطح عملکردی قاب‌های مورد بررسی براساس استاندارد ۲۸۰۰ و آیین‌نامه بهسازی ایران ۹۳

۴-۲-۴- کنترل کفایت لرزه‌ای ضوابط ویژه طراحی قاب‌های برون‌محور در آیین‌نامه فولاد ایران (۱۳۸۴) ۹۸

۴-۳- نتایج بدست آمده برای قاب ها تحت مولفه قائم رکوردهای حوزه دور و نزدیک ۱۰۰

فصل پنجم:خلاصه نتایج و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری ۱۰۹

۵-۲- پیشنهاد برای تحقیق آینده ۱۱۲

منابع و مراجع ۱۱۳

پیوست A ۱۱۸

پیوست B ۱۲۵

پیوست C ۱۳۵

چکیده (لاتین)

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱): انواع گسل‌ها	۵
شکل (۲-۱): تاریخچه زمانی شتاب، سرعت وجابه‌جایی مولفه قائم بر گسل رکورد LN92lucr با جهت‌گیری پیش‌رونده	۱۲
شکل (۲-۲): تاریخچه زمانی شتاب، سرعت وجابه‌جایی مولفه قائم بر گسل رکورد LN92josh با جهت‌گیری پس‌رونده	۱۳
شکل (۲-۳): ایستگاههای قرار گرفته در محدوده نزدیک گسل مسبب زلزله چی چی (۱۹۹۹)	۱۵
شکل (۲-۴): مولفه قائم بر گسل سرعت و جابه‌جایی رکورد NR94rrs زلزله نورثریج	۱۷
شکل (۲-۵): مولفه موازی بر گسل سرعت و جابه‌جایی رکورد NR94rrs زلزله نورثریج	۱۷
شکل (۲-۶): مولفه دوران یافته رکورد $0/707(F_N + F_P) - NR94rrs$	۱۸
شکل (۲-۷): مولفه دوران یافته رکورد $0/707(F_N - F_P) - NR94rrs$	۱۸
شکل (۲-۸- الف): تاریخچه زمانی سرعت و جابه‌جایی رکوردهای تفت، رینالدی و SKR	۱۹
شکل (۲-۸-ب): راستای ایجاد دو اثر جهت‌پذیری و گام پرتابی در دو نوع گسل امتداد لغز و شیب لغز	۲۰
شکل (۲-۹): دیاگرام مسیر بیشترین سرعت مربوط به چندایستگاه نزدیک گسل برای زمین لرزه چی‌چی تایوان	۲۲
شکل (۲-۱۰): دیاگرام مسیر حرکت یک ذره در حین زلزله کوبه (ایستگاه کوبه)	۲۳
شکل (۲-۱۱): دیاگرام مسیر حرکت یک ذره در حین زلزله کوبه (ایستگاه تاکاتوری)	۲۳
شکل (۲-۱۲): مقدار سرعت و جابه‌جایی برای رکورد نزدیک گسل بم برای دومولفه عمود و موازی با گسل	۲۴
شکل (۲-۱۳): تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و جابه‌جایی الف) زلزله نورثریج (NR94rrs) و ب) زلزله کرن‌کانتی (تفت)	۲۵
شکل (۲-۱۴): انرژی اعمالی به یک سازه تحت دو رکورد السنترو و رینالدی	۲۷
شکل (۲-۱۵): نمودار طیف پاسخ رکوردهای دور و نزدیک زلزله طبس	۲۹
شکل (۲-۱۶): مقایسه نمودار طیف‌های تعدادی زلزله نزدیک گسل با طیف آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران	۲۹
شکل (۲-۱۷): طیف پاسخ الاستیک مولفه موازی و عمود بر گسل الف) NR94rrs و ب) تفت. میرایی ٪۵	۳۰
شکل (۲-۱۸): طیف پاسخ الاستیک همپایه شده مولفه موازی و عمود بر گسل الف) NR94rrs و ب) تفت. میرایی ٪۵	۳۱

عنوان	صفحه
شکل (۲-۱۹): طیف پاسخ تقاضای مقاومت الاستیک متوسط ۱۵ رکورد *15-D و خاک نوع SD آیین‌نامه UBC	۳۱
شکل (۲-۲۰): طیف پاسخ سرعت و جابه‌جایی متوسط ۱۵ رکورد معمولی *15-D و چندین تکانه میدان نزدیک	۳۳
شکل (۲-۲۱): تاریخچه سرعت مولفه عمود بر گسل ۶ رکورد مورد استفاده توسط سامرویل (۲۰۰۳)	۳۴
شکل (۲-۲۲): طیف سرعت سه رکورد زلزله ($6/7 \sim 7$ ریشتر- ستون چپ) و سه رکورد زلزله ($7/6 \sim 7/2$ ریشتر- ستون راست)	۳۵
شکل (۲-۲۳): طیف پاسخ سه جانبه مولفه عمود بر گسل حرکات زمین الف) تفت و ب) NR94 rrs میرایی ٪۵	۳۷
شکل (۲-۲۴): طیف صاف شده برای مولفه عمود بر گسل سه تحریک نزدیک گسل و تحریک دور از گسل تفت	۳۸
شکل (۲-۲۵): تاریخچه زمانی حرکات زمین نزدیک گسل	۳۹
شکل (۲-۲۶): دیاگرام سه جانبه طیف‌های پاسخ برای سه رکورد نزدیک گسل و یک رکورد مصنوعی. میرایی ٪۵	۴۰
شکل (۲-۲۷): نمودار رابطه زمان تناوب بزرگترین پالس شکل موج سرعت T و بزرگای گشتاوری M_N برای مسیر پیشرو	۴۴
شکل (۲-۲۸): تاریخچه زمانی سرعت و جابه‌جایی ضربه P_2 ارائه شده توسط آقایان علوی و کراوینکلر	۴۸
شکل (۲-۲۹): طیف‌های پاسخ همپایه شده شتاب، سرعت و جابه‌جایی پالس P_2	۴۹
شکل (۲-۳۰): انواع مدل پالسگونه ایده‌آل برای حرکات نزدیک گسل ارائه شده توسط ماکریس	۴۹
شکل (۲-۳۱): تاریخچه زمانی پالس حرکات نزدیک گسل با ضرایب مختلف ξ_p (الف) شتاب و (ب) سرعت	۵۰
شکل (۲-۳۲): تاریخچه‌های زمانی حرکت زلزله نورثریج در ایستگاه رینالدی، ایده‌ال شده با پالس‌های B,A به روش ماکریس و روش تابع سینوسی میرا	۵۱
شکل (۲-۳۳): طیف های پاسخ سیستم SDF تحت روش ایده‌آل و الف) مولفه قائم رینالدی ب) مولفه قائم لوسرن	۵۱
شکل(۳-۱): مقاطع مورد استفاده برای اعضای ستون ، تیر و مهاربند	۶۷
شکل(۳-۲): نمای کلی از پلان سازه و قاب های انتخابی	۶۹
شکل(۳-۳): منحنی نیرو تغییر شکل تعمیم یافته برای اعضا و اجزائ فولادی	۷۴
شکل(۳-۴): مشخصات مفصل V2 تعریف شده برای تیرپیوند طبقه اول قاب ۵ طبقه در sap2000	۷۶
شکل(۳-۵): مشخصات مفصل M3 تعریف شده در برنامه sap2000	۷۶

عنوان	صفحه

شکل(۳-۶):تعریف مفصل pکنترل شونده توسط نیرو در sap2000 ۷۷

شکل(۳-۷): تعریف مفصل P.M3کنترل شونده توسط نیرو در sap2000 ۷۷

شکل(۴-۱): ماکزیموم جابه جایی نسبی طبقات وتوزیع آنها در ارتفاع تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۵ طبقه ۸۱

شکل(۴-۲): ماکزیموم جابه جایی نسبی طبقات وتوزیع آنها در ارتفاع تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۹ طبقه ۸۲

شکل(۴-۳): ماکزیموم جابه جایی نسبی طبقات وتوزیع آنها در ارتفاع تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۱۴ طبقه ۸۳

شکل(۴-۴): مقادیر ماکزیمم دریفت طبقه برای قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک ۸۴

شکل(۴-۵): مقادیر ماکزیمم دریفت طبقه برای قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک ۸۴

شکل(۴-۶): مقادیر ماکزیمم دریفت طبقه برای قاب۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک ۸۴

شکل(۴-۷): ماکزیموم جابه جایی کلی طبقات وتوزیع آنها در ارتفاع تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۵ طبقه ۸۵

شکل(۴-۸): ماکزیموم جابه جایی کلی طبقات وتوزیع آنها در ارتفاع تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۹ طبقه ۸۶

شکل(۴-۹): ماکزیموم جابه جایی کلی طبقات وتوزیع آنها در ارتفاع تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۱۴ طبقه ۸۷

شکل(۴-۱۰): میانگین ماکزیموم جابه جایی کلی طبقات تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۵،۹و۱۴ طبقه ۸۸

شکل(۴-۱۱): ماکزیموم برش طبقات تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۵ طبقه ۸۹

شکل(۴-۱۲): ماکزیموم برش طبقات تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۹ طبقه ۹۰

شکل(۴-۱۳): ماکزیموم برش طبقات تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۱۴ طبقه ۹۱

شکل(۴-۱۴): ماکزیموم برش پایه تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۵ طبقه ۹۲

شکل(۴-۱۵): ماکزیموم برش پایه تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۹ طبقه ۹۲

عنوان	صفحه
شکل(۴-۱۶): ماکزیموم برش پایه تحت رکوردهای حوزه دور ونزدیک برای قاب ۱۴ طبقه	۹۲
شکل(۴-۱۷):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک نورثریج	۱۰۱
شکل(۴-۱۸):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک نورثریج	۱۰۱
شکل(۴-۱۹):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک نورثریج	۱۰۱
شکل(۴-۲۰):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک امپریال والی	۱۰۲
شکل(۴-۲۱):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک امپریال والی	۱۰۲
شکل(۴-۲۲): میانگین نسبت(PE/PD) برای ستون میانی قاب۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک امپریال والی	۱۰۲
شکل(۴-۲۳):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک چی چی تایوان	۱۰۳
شکل(۴-۲۴):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک چی چی تایوان	۱۰۳
شکل(۴-۲۵):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی قاب ۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک چی چی تایوان	۱۰۳
شکل(۴-۲۶):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور نورثریج	۱۰۴
شکل(۴-۲۷):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور نورثریج	۱۰۴
شکل(۴-۲۸):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور نورثریج	۱۰۴
شکل(۴-۲۹):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور امپریال والی	۱۰۵
شکل(۴-۳۰):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور امپریال والی	۱۰۵
شکل(۴-۳۱):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور امپریال والی	۱۰۵
شکل(۴-۳۲):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور چی چی	۱۰۶
شکل(۴-۳۳):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون کناری قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور چی چی	۱۰۶
شکل(۴-۳۴):میانگین نسبت(PE/PD) برای ستون کناری قاب ۱۴طبقه تحت رکوردهای حوزه دور چی چی	۱۰۶

عنوان	صفحه
شکل(۴-۳۵):میانگین نسبت(PE/PD) برای ستون میانی و کناری قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک	۱۰۷
شکل(۴-۳۶):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی و کناری قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک	۱۰۷
شکل(۴-۳۷):میانگین نسبت (PE/PD) برای ستون میانی و کناری قاب ۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک	۱۰۷
شکل(۴-۳۸): شتاب طبقه در جهت Z برای قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک و میانگین حوزه دور	۱۰۸
شکل(۴-۳۹): شتاب طبقه در جهت Z برای قاب ۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک و میانگین حوزه دور	۱۰۸
شکل(۴-۴۰): شتاب طبقه در جهت Z برای قاب ۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه نزدیک و میانگین حوزه دور	۱۰۸

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۱): متوسط مدت زمان زلزله برای فواصل مختلف	۷
جدول (۲-۱): مقادیر PGD, PGV, PGA برای امتدادهای موازی و عمود بر گسل	۲۱
جدول (۲-۲): نسبت PGV/PGA برای دو رکورد دور از گسل و نزدیک گسل زلزله چی‌چی تایوان	۲۶
جدول (۲-۳): مقایسه رکورد نزدیک و دور از گسل زلزله بم برای مولفه عمود بر گسل	۲۶
جدول (۲-۴): مقادیر PGA/PGV ,PGD/PGV برای چهار جنبش زمین نزدیک گسل	۴۰
جدول (۲-۵): رکوردهای نزدیک گسل استفاده شده در تحقیق سامرویل	۴۵
جدول (۲-۶): پریود پالس در مسیر پیشرو گسیختگی گسل در بسترهای سنگی	۴۶
جدول (۲-۷): پریود پالس در مسیر پیشرو گسیختگی گسل در بسترهای خاکی	۴۶
جدول (۲-۸): مدلهای ارائه شده جهت شبیه‌سازی حرکت پالسگونه نزدیک گسل	۵۳
جدول (۳-۱): مشخصات لرزه ای ، سازه ای و بارهای اعمالی در طراحی سازه ها	۶۷
جدول (۳-۲) : مشخصات مقاطع تیر ورق طراحی شده	۶۸
جدول (۳-۳): مشخصات تکانه های میدان دور مورد استفاده در این تحقیق	۷۰
جدول (۳-۴): مشخصات تکانه های میدان نزدیک مورد استفاده در این تحقیق	۷۱
جدول (۳-۵): ضریب مقیاس برای تکانه ها	۷۲
جدول(۳-۶): تعریف مفصل برشی V2 برای تیر پیوند موجود در طبقه اول قاب ۵ طبقه	۷۵
جدول(۴-۱): تعداد مفاصل تشکیل شده برای اعضای قاب ۵ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک	۹۴
جدول(۴-۲): تعداد مفاصل تشکیل شده برای اعضای قاب ۵ و۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک	۹۵
جدول(۴-۳):تعداد مفاصل تشکیل شده برای اعضای قاب۹ طبقه تحت رکوردهای حوزه دورو نزدیک	۹۶
جدول(۴-۴):تعداد مفاصل تشکیل شده برای اعضای قاب ۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه دورو نزدیک	۹۷
جدول(۴-۵):تعداد مفاصل تشکیل شده برای اعضای قاب۱۴ طبقه تحت رکوردهای حوزه دورو نزدیک	۹۸

۱-۱- مقدمه

زلزله یکی از بلایای طبیعی است که همواره بشر از وقوع آن بیم داشته و در اثر این پدیده متحمل ضررهای مالی و جانی بسیار شده است لذا در پی مقابله با این بلای طبیعی بوده است و همواره سعی داشته است که با شناخت کافی از واقعیت این پدیده و چگونگی عملکرد و پیدایش آن با اتخاذ راهکارهایی خسارت ناشی از آن را به حداقل ممکن برساند که این مرحله را می‌توان منشأ تولید علم مهندسی زلزله دانست.

خسارت‌های ایجاد شده در سازه‌ها، در اثر زلزله‌های نور ثریج ۱۹۹۴، کوبه ۱۹۹۵، ازمیت ترکیه، چی‌چی تایوان ۱۹۹۹ و بم ۲۰۰۳ نشان داد که اختلاف فاحشی بین پاسخ سازه‌ها در برابر زمین لرزه‌های حوزه دور[1] و حوزه نزدیک[2] وجود دارد و همچنین تأثیر زمین لرزه‌های حوزه نزدیک به پارامترهای زیادی بستگی دارد[۱].

تحقیقات و بررسی‌های انجام شده پس از وقوع زلزله‌های مذکور نشان داد که نیاز تغییر مکانی زلزله‌های نزدیک گسل[3] بسیار بالا می‌باشد که این امر ناشی از اعمال یک انرژی حجیم در یک مدت زمان کوتاه توسط رکوردهای نزدیک گسل می‌باشد [۲].

به دلیل نیاز تغییر مکانی بالای زلزله‌های نزدیک گسل، سازه‌هایی که بر طبق، نیروهای پایه معمولی ارائه شده در آیین‌نامه‌های لرزه‌ای فعلی طراحی شده‌اند به هیچ وجه نمی‌توانند تأمین‌کننده این نیاز تغییر مکانی بالا باشند.

1. Far Field
2. Near Field
3. Near Fault

لذا لزوم بررسی و شناخت رکوردهای نزدیک گسل و گنجاندن تأثیرات این رکوردها در آیین‌نامه‌های لرزه‌ای و بهبود ظرفیت سازه‌ها برای نیازهای بالای تغییر مکان حاصل از زمین لرزه‌های نزدیک گسل موضوع تحقیقات دهه اخیر بوده است که در راستای این ضرورت ، آیین‌نامه UBC97 تأثیرات رکوردهای نزدیک گسل را با ارائه یک سری ضرایب بزرگنمایی در نظر می‌گیرد که این سری ضرایب بزرگنمایی در نواحی نزدیک گسل در روابط مربوط به روش استاتیکی معادل و طیف طرح آیین‌نامه اعمال می‌گردد .

در آیین‌نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ایران، در مورد زلزله‌های نزدیک گسل هیچگونه تمهیداتی در نظر گرفته نشده است و تنها به بیان جمله «بطور کلی باید از احداث ساختمان در مجاورت گسل‌های فعال و محل‌هایی که احتمال به وجود آمدن شکستگی در سطح زمین هنگام زلزله وجود دارد، اجتناب شود. در مواردی که احداث ساختمان در چنین مکانهایی اجتناب‌ناپذیر باشد، علاوه بر رعایت ضوابط این آیین‌نامه، باید تمهیدات فنی ویژه منظور شود» اکتفا شده است[۳].

۱-۲- ضرورت تحقیق

با توجه به آمار ارائه شده توسط حسن مقدم [۴] که در ارتباط با مشخصات گسل و سابقه لرزه‌خیزی شهرهای ایران می‌باشد نتایج زیر قابل استخراج می‌باشد که:

۷۰ درصد شهرهای ایران فاصله کمتر از ۲۰ کیلومتر تا گسل دارند که طول تقریبی بعضی از این گسل‌ها بیشتر از ۳۰۰ کیلومتر می‌باشد. که از این تعداد ۴۰ درصد، سابقه لرزه‌خیزی با بزرگی محلی بالاتر از ۶ ریشتر را دارند که تنها با تکیه بر همین مسائل ضرورت تحقیقات بیشتر در زمینه زمین لرزه‌های نزدیک گسل درکشور ایران قابل توجیه و پراهمیت می‌باشد، که متأسفانه به خاطر فقدان اطلاعات آماری و به دلیل کمبود امکانات و ابزار و دانش کافی و هم به دلیل خصوصیات ناشناخته و اغلب غیرقابل پیش‌بینی و کنترل زلزله که تقریباً به یکی

از اصلی‌ترین چالش‌های امروزه دانش بشری تبدیل شده است توجه کافی و وافی در این مسائل صورت نگرفته است. همچنین با توجه به تحقیقات انجام گرفته بر روی مشخصات رکوردهای ثبت شده در ناحیه نزدیک گسل در دو دهۀ اخیر و علی‌الخصوص به دلیل بروز خسارت جانی و مالی شدید در طی زمین‌لرزه‌های نورثریج(۱۹۹۴)،کوبه ژاپن(۱۹۹۵)، دوزجه ترکیه و چی‌چی تایوان(۱۹۹۹) و بم(۲۰۰۳) در مقایسه با زلزله‌های با بزرگی مشابه و همچنین رفتار متفاوت سازه‌ها تحت اثر این زمین لرزه‌ها در مقایسه با رکوردهای دور از گسل برای آنها، باعث اهمیت و تحقیق دو چندان در مورد رکوردهای نزدیک گسل شده است.

همچنین از آنجایی که درگذشته، ملاک تهیه و جمع‌آوری ضوابط موجود در آیین‌نامه‌های لرزه‌ای، زلزله‌های با فاصله از مرکز متوسط تا دور بوده‌اند، لذا با توجه به تأثیرات متفاوت رکوردهای نزدیک گسل بر روی سازه‌ها در مقایسه با رکوردهای دور از گسل، تحقیقات در خصوص زلزله‌های نزدیک گسل وگنجاندن تأثیرات آنها درآیین‌نامه‌های لرزه‌ای اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

۱-۳- منشاء زلزله

۱-۳-۱- تکتونیک صفحه‌ای

نظریه‌های مختلفی درباره منشاء اصلی زلزله ارائه گردیده است که در این بین، نظریه تکتونیک صفحه‌ای از مقبولیت بیشتری در میان زلزله‌شناسان برخوردار است. بر اساس این نظریه، پوسته زمین از صفحاتی تشکیل شده است که میل به حرکت دارند و دائماً در حال حرکت هستند. این صفحات که بطور لایه لایه رویهم قرار گرفته‌اند پس از حرکت، زلزله را تولید می‌کنند. طبق این نظریه، سطح زمین از یک پوسته سخت به ضخامت ۱۰۰ کیلومتر تشکیل شده است [۴و۵] که در زیر آن و درون زمین، مواد حالت خمیری دارند. پوسته مزبور در بعضی از مناطق جغرافیایی بریده شده و صفحاتی را بوجود آورده است که این صفحات ساکن و بی‌حرکت نبوده و بر روی گوشه خمیری زیرین سر می‌خورند و در نتیجه وضعیت نسبی و مرز بین آنها همواره در حال تغییر می باشد.به علت ذخیره شدن مقادیر زیادی از انرژی در درون زمین و با توجه به نظریه جابجایی قاره‌ها-

قاره‌ها به صفحات نازکی شباهت دارند که برروی گوشته با خصوصیات لزجی ارتجاعی شناور بوده و دائماً در حال تغییر شکل می‌باشند- تغییرات عمده‌ای در قسمتهای سطحی زمین رخ می‌دهد که زمین لرزه یکی از این تغییرات است. به عبارت دیگر، زمین لرزه پدیده انتشار امواج در زمین بعلت آزاد شدن مقدار زیادی انرژی ناشی از اغتشاش سریع در پوسته زمین و یا در قسمتهای بالایی گوشته در مدت کوتاه می‌باشد. محلی که منشاء زلزله بوده و در حقیقت انرژی به یکباره از آنجا رها و آزاد می‌گردد، کانون زلزله و نقطه‌ای واقع بر سطح زمین که بالای کانون قرار دارد مرکز زلزله نامیده می‌شود. دامنه حرکت زمین در روی سطح ابتدا شامل لرزه‌های جزئی است که یکباره افزایش می‌یابد و پس از لحظه کوتاهی، حرکت آن تدریجاً فروکش می‌کند. لرزه‌های جزئی به نام تکانه‌های اولیه(پیش لرزه) و قسمت بعدی با دامنه‌های بزرگتر به نام تکانه‌های اصلی(لرزه اصلی) و آخرین قسمت بنام دنباله لرزه(پس لرزه) مرسوم است.

۱-۳-۲- گسلها

گسلها هنگامی تشکیل می‌شوند که بر روی یک سطح مشخص، لغزش متقابل بسترهای سنگی اتفاق افتد. بسته به راستای لغزش، گسل ها به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند [۴] :

- لغزش قائم: (گسل نرمال[۴] و معکوس[۵])
- لغزش افقی: (گسل جانبی[۶] - چپ لغز و راست لغز)

گسلها در حقیقت علت زلزله‌ها هستند نه حاصل آنها. یک زلزله به طرق زیر توسط گسلها حادث می‌شود:

۱- تغییر شکلی که در مدت زمان طولانی درگسل جمع شده است به مقدار حدی خود برسد.

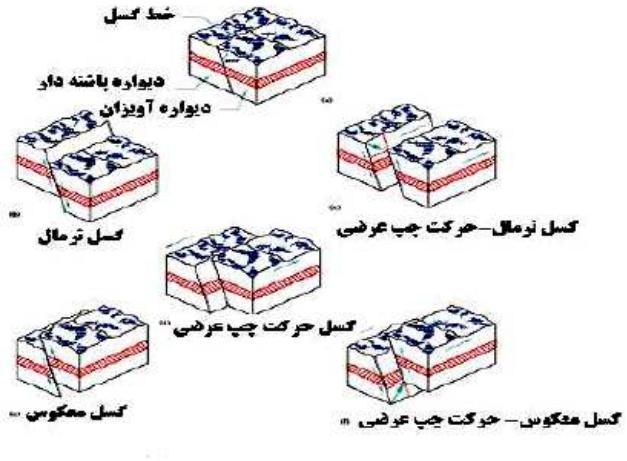
۲- در سطح گسل لغزش ایجاد شده و باعث بازگشت شود .

۳- در گسل یک نیروی فشار و کشش عمل نماید.

۴- موقعیتی که معادل اعمال دو جفت نیروی کوپله است که به طور ناگهانی عمل نماید.

4. Normal Fault
5. Reverse Fault
6. Leteral Fault

در شکل (۱-۱) انواع گسلها نشان داده شده است. گسلهایی که در چند صد هزار سال گذشته تحت تغییر شکل بوده‌اند و در آینده نیز به این تغییر شکل ادامه می‌دهند را گسلهایی فعال گویند. ازآنجایی که زلزله‌ها اغلب درگسلها رخ می‌دهند در طراحی سازه لازم است در پیش‌بینی حرکت لرزه‌ای زمین عوامل مختلف از جمله فاصله از محل ساخت تا گسل فعال یا گسلهای منطقه مدنظر قرار گیرد.



شکل (۱-۱): انواع گسلها[۴]

۱-٤- ویژگی‌های حرکات لرزه‌ای زمین

مهمترین خصوصیات حرکات لرزه‌ای زمین از نظر کاربرد در مهندسی زلزله عبارتند از[۶] :

الف- حداکثر حرکات زمین (حرکات شتاب، سرعت و تغییر مکان)

ب- طول مدت حرکات لرزه‌ای شدید

ج- مشخصات ارتعاشی زلزله

هر یک از این پارامترها به نحو مؤثری عکس‌العمل سازه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. حداکثر حرکات زمین قبل از هر چیز بر روی بزرگی ارتعاشات وارد بر سازه تأثیر می‌گذارند. طول مدت حرکات لرزه‌ای قوی اثر بسیار زیادی بر روی شدت خسارات ناشی از زلزله دارد. یک زلزله با شتاب متوسط و طول مدت زیاد عموماً منجر به خسارات بیشتری نسبت به زلزله کوتاه‌تر با شتاب بیشتری می‌شود. مشخصات ارتعاشی زلزله بیشتر از این لحاظ اهمیت دارد که نزدیکی فرکانس زلزله و فرکانس ارتعاشی سازه منجر به ایجاد پدیده همگامی یا تشدید می‌شود.