دانشکده فنی و مهندسی عمران

گروه مکانیک خاک و پی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران

عنوان :

تحلیل خطر زمین لرزه در مسیر شماره 2 متروی تبریز

استاد راهنما

دکتر غلام مرادی

استاد مشاور

دکتر عبد الرحیم جلالی

پژوهشگر

عطا اله ماهوتی

تیر 1390

به نام خدا

نام خانوادگی دانشجو : **ماهوتی** نام : **عطا اله**

عنوان پایان نامه : **تحلیل خطر زمین لرزه در مسیر شماره 2 مترو تبریز**

استاد راهنما : **دکتر غلام مرادی**

استاد مشاور : **دکتر عبدالرحیم جلالی**

مقطع تحصیلی : **کارشناسی ارشد** رشته : **عمران** گرایش : **خاک و پی** دانشگاه : **تبریز**

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

کلید واژه ها : **تحلیل خطر، شتاب نگاشت، طیف پاسخ، روابط کاهندگی، تحلیل پاسخ زمین**

چکیده : با توجه به اینکه کشور ایران در روی کمربند آلپ-هیمالیا که یکی از فعالترین مناطق لرزه خیز محسوب می شود قرار گرفته است اغلب توسط زلزله های با بزرگای مختلف دچار لرزش می گردد. به همین خاطر کشور ایران تلفات جانی و مالی زیادی در اثر این زلزله ها متحمل شده است.

شهر تبریز از نقطه نظر اقتصادی، سیاسی و اجتماعی یکی از مهمترین شهرهای ایران محسوب می شود. وجود گسل شمال تبریز باعث افزایش احتمال وقوع زمین لرزه های بزرگ می گردد که تهدیدی برای این شهر با جمعیت 1/6 میلیون نفری محسوب می شود.

یکی از مهمترین مسائل در طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله برآورد سطح لرزش هائی است که سازه ها ممکن است تحت این لرزش ها قرار بگیرند. برای این منظور می توان از تحلیل خطر لرزه ای استفاده کرد.

در این پایان نامه با استفاده از روش تحلیل احتمالی خطر لرزه ای، ارزیابی از خطرات لرزه ای در مسیر شماره 2 مترو تبریز انجام شده است. به این منظور ابتدا لرزه زمین ساخت گستره مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته و کلیه منابع لرزه زا در شعاع 150 کیلومتری طرح که قادر به ایجاد زمین لرزه های مخرب می باشند تعیین شده است.

با استفاده از این اطلاعات و سه رابطه کاهندگی مختلف پارامترهای لرزه ای گستره مورد مطالعه شامل مقادیر PGA، PGV، PGD و طیف پاسخ احتمالاتی شتاب در سنگ بستر در محل های مختلف مسیر تعیین شده است.

ادامه چکیده

برای بررسی اثرات ساختگاه 4 شتاب نگاشت مختلف براساس مشخصات ساختگاه و لرزه زمین ساخت گستره، بابزرگاها و فواصل کانونی مختلف انتخاب گردیده است. این شتاب نگاشت ها بر اساس مقادیر PGA حاصل از مطالعات تحلیل خطر زمین لرزه مقیاس شده و یک بار نیز با طیف پاسخ حاصل از مطالعات تطبیق داده شده است. ازاین شتاب نگاشت ها به عنوان حرکت ورودی در بررسی اثرات ساختگاه استفاده شده است. به منظور به دست آوردن مشخصات لایه های خاک از 55 گمانه در طول مسیر استفاده شده است.

برای بررسی اثرات ساختگاه در مسیر شماره 2 مترو تبریز از مدل هندسی یک بعدی و روش معادل خطی به منظور انتشار امواج در ستون خاک مورد مطالعه و تعیین حرکت سطح زمین استفاده شده است. برای انجام تمامی این مراحل از نرم افزار EZ-FRISK استفاده گردیده است.

بر اساس نتایج حاصل از تحلیل های عددی انجام گرفته، بیشترین شتاب حاصله در روی سنگ بستر برای دوره های بازگشت 200،50، 475، 975 و 2475 ساله به ترتیبg 0/18، 0/31g، 0/42g،g 0/52 و 0/67g در حوالی میدان شهید فهمیده حاصل شده است و کمترین آن به ترتیب 0/137g، 0/22g، 0/293g، 0/356g و 45g/ در نزدیکی خیابان قراملک می باشد. همچنین بیشترین شتاب در سطح زمین برای دوره بازگشت 475 ساله برابر 0/71g در حوالی خیابان قدس و کمترین مقدار برابر با 0/42g در نزدیکی نمایشگاه بین المللی تبریز حاصل شده است.

فهرست

فصل 1 مقدمه.....1
1-1 تعریف موضوع تحقیق 2
2-1 ضرورت تحقیق مورد نظر 2
3-1 اهداف تحقیق 4
4-1 روش تحقیق 4
5-1 کاربردهای تحقیق. 5

فصل 2 بررسی منابع 7
1-2 مقدمه.....8
2-2 خطرات زلزله 9
3-2 تلفات جانی و مالی ناشی از زلزله 13
4-2 تئوری تکتونیک صفحات 17
1-4-2 گسل ها 18
5-2 نیروی یک زلزله، بزرگی و شدت 21
6-2 تحلیل خطر زمین لرزه 24
1-6-2 گسل ها و شدت زلزله 27
7-2 انواع تحلیل های خطر لرزه ای 28
1-7-2 توزیع زمانی و مکانی زلزله 29
2-7-2 محاسبه دوره بازگشت بزرگای زمین لرزه 29
1-2-7-2 روش گوتنبرگ-ریشتر 32
3-7-2 روابط کاهندگی 33
4-7-2 سطح خطر لرزه ای 35
5-7-2 تحلیل خطرزمین لرزه با رهیافت تعیینی (DSHA) 36
6-7-2 تحلیل خطرزمین لرزه با رهیافت احتمالی (PSHA).....37
7-7-2 نتایج حاصل از تحلیل خطر زلزله 38
8-2 تأثیر شرایط ساختگاهی بر مشخصات زلزله 39
1-8-2 شواهد تاریخی 41
1-1-8-2 زلزله 1967 کاراکاس 41
2-1-8-2 زلزله 1985 شهر مکزیکو 43

2-8-1-3 زلزله سال 1369 منجیل - رودبار 44
2-8-2 تأثیر توپوگرافی 45
2-8-3 تحلیل پاسخ زمین 49
2-8-3-1 انوع روشهای تعیین پاسخ دینامیکی خاک 51
2-8-3-2 انواع مدلهای محاسباتی 52
2-8-3-3 انواع مدل های هندسی خاک 53
2-8-3-3-2 مدل هندسی یک بعدی 53
2-8-3-3-2 مدل هندسی دو و سه بعدی 55
2-8-3-4 مدل های رفتاری خاک 57
2-8-3-4-1 رفتار خطی 59
2-8-3-4-2 روش خطی معادل 59
2-8-3-4-3 روش غیر خطی 60
2-8-4 مقایسه روش خطی معادل و روش غیر خطی 61
2-8-4-1 مقایسه نتایج انواع مدل های رفتاری 61
2-8-5 مطالعات ژئوتکنیکی 65
2-9 مطالعات انجام گرفته 67
2--9-1 تعیین محل ساخت پل در شهر آدیسابابا با توجه به پاسخ لرزه ای و شرایط ساختگاه 67
2-9-2 بررسی اثرات ساختگاه در تحلیل خطر زلزله برای شهر سلنودر ایتالیا 69
2-9-3 مطالعات تکمیلی ریز پهنه بندی جنوب تهران از دیدگاه شرایط ساختگاه 71
2-9-4 تحلیل خطر زلزله با رابطه های کاهندگی طیفی برای گستره شهر تهران ساختگاه 72

فصل 3 مواد و روش ها 74

3-1 مقدمه 75
3-2 موقعیت جغرافیائی شهر تبریز 76
3-3زمین شناسی عمومی منطقه 76
3-4 مسیر شماره 2 متروی تبریز 80
3-5 لرزه زمین ساخت گستره مورد مطالعه 82
3-5-1 مطالعه و بررسی گسل های فعال منطقه 84
3-5-1-1 گسل شمال تبریز 86
3-5-1-2 گسل جنوب میشو 87
3-5-1-3 گسل تسوج 87
3-5-1-4 گسل شرفخانه صوفیان 87

3-5-1-5 گسل های شمال و جنوب بزقوش 88
3-5-1-6 گسل مزرعه 88
3-5-1-7 گسل آذرشهر 88
3-6 لرزه خیزی ناحیه مورد مطالعه 89
3-6-1 کاتالوگ زمین لرزه های تاریخی (زمین لرزه های پیش از سده بیستم 89
3-6-2 کاتالوگ زمین لرزه های دستگاهی (زمین لرزه های بعد از سده بیستم) 92
3-7 رابطه بین مقیاس های مختلف 93
3-7-1 رابطه Thatcher and Hanks 93
3-7-2 رابطه Ekstom and Dziewonski 94
3-7-3 رابطه هیتون 94
3-7-4 رابطه زارع 94
3-7-5 رابطه بولت 95
3-8 حذف پس لرزه ها و پیش لرزه ها 95
3-9 برآورد پارامتر های لرزه خیزی 97
3-9-1 روش تخمین ماگزیمم محتمل (کیکو-سلوول) 97
3-10 روابط کاهندگی مورد استفاده 99
3-11 انتخاب حرکت زمین لرزه محتمل در روی سنگ بستر لرزه ای 102
3-11-1 اصلاح و مقیاس شتاب نگاشتها 105
3-12 تهیه مقاطع نماینده ژئوتکنیکی 105
3-12-1 تعیین سرعت موج برشی در لایه های خاک 112
3-12-2 آزمایشات نفوذ استاندارد 113
3-12-2-1 انتخاب رابطه محاسبه سرعت موج برشی 115
3-12-3 موقعیت سنگ بستر لرزه ای منطقه مطالعاتی 116
3-13 معرفی نرم افزار مورد استفاده 118
3-13-1 تحلیل خطر لرزه ای 118
3-13-2 تطبیق و مقیاس نمودن شتاب نگاشت ها 119
3-13-3 تحلیل پاسخ زمین 120

فصل 4 نتایج و بحث 123

4-1مقدمه 124
4-2- پردازش کاتالوگ زمین لرزه گستره طرح 124
4-2-1 همگن سازی بزرگا 124
4-2-2 حذف پس لرزه ها و پیش لرزه ها 124

3-4 آزمون کامل بودن کاتالوگ 125
4-4 برآورد پارامترهای لرزه خیزی 128
5-4 نتایج تحلیل خطر زمین لرزه در گستره طرح در روی سنگ بستر لرزه ای 131
1-5-4 طیف پاسخ زلزله در روی سنگ بستر 134
6-4 مقیاس کردن شتاب نگاشت ها 149
7-4 نتایج تحلیل پاسخ زمین 152
1-7-4 شتاب بیشینه حرکت در سطح زمین 152
2-7-4 دوره تناوب دینامکی متوسط پروفیل 153
3-7-4 ضریب تشدید شتاب 154

فصل5 نتیچه گیری و پیشنهادات 163

5-1-مقدمه 164
5-2 نتایج 165
5-3 پیشنهادات 167

فهرست اشکال

فصل2

شکل 2-1: منابع ایجاد زمین لرزه 9
شکل 2-2: تقسیم بندی خطرات لرزه ای 10
شکل 2-3: ویرانی بندر ها در اثر تسونامی 11
شکل 2-4: آتش سوزی در زلزله کوبه ژاپن بلا فاصله بعد از زلزله 12
شکل 2-5: خرابی شریان های حیاطی شهرها 12
شکل 2-6: پدیده سنگ ریزش در اثر زلزله 12
شکل 2-7: نشست نامتقارن در اثر وقوع زلزله 13
شکل 2-8: خرابی ناشی از روانگرائی در زلزله نیگاتا 13
شکل 2-9: میزان تلفات زلزله : 1906-1970 و 1971-2005 14
شکل 2-10: میزان تلفات ناشی از بلایای طبیعی 15
شکل 2-11: خرابی ارگ بم زلزله 2003 16
شکل 2-12: صفحات تکتونیکی زمین 17
شکل 2-13: توزیع زلزله ها در سطح زمین 18
شکل 2-14: گسل فعال سن آندرس (چپ) و کانال کرینس یونان (راست) 19
شکل 2-15: پارامترهای مورد استفاده برای تعریف حرکت گسل 20
شکل 2-16: مکانیز های اصلی گسلش 21
شکل 2-17: رابطه بین عمر مفید سازه و دوره بازگشت 31
شکل 2-18: نمودار میرائی حداکثر شتاب زمین نسبت به فاصله برای بزرگا های مختلف 34
شکل 2-19: مراحل تحلیل خطر زلزله به روش تعیینی 37
شکل 2-20: تشدید برای دو ساختگاه A و B 40
شکل 2-21: وضعیت توپوگرافی شهر کاراکاس 42
شکل 2-22: ارتباط بین حجم خرابی ساختمانهای مختلف نسبت به پریودهای اولیه محاسبه شده برای لایه های آبرفتی 42
شکل 2-23: شرایط خاک و مشخصات طیف پاسخ زمین برای شش سایت مختلف 47
شکل 2-24: مقایسه ضرایب تشدید برای تحلیلهای یک و دو بعدی جهت 48
شکل 2-25: روند انکسار که سبب انتشار امواج تقریبا عمودی نزدیک به سطح زمین می شوند 53
شکل 2-26: مواردی که برای آنها از تحلیل دو بعدی با کرنش صفحه ای استفاده می شود. (دیوار حائل، سد و تو نل)..... 56
شکل 2-27: مواردی که برای تعیین پاسخ دینامیکی زمین نیاز به تحلیل سه بعدی است 56
شکل 2-28: انواع روشهای تحلیل لرزه ای ساختگاه 58
شکل 2-29: محاسبه طیف پاسخ سطح زمین به فرض سه نوع رفتار خاک (شتاب سنگ 0/1g) 62
شکل 2-30: محاسبه طیف پاسخ سطح زمین به فرض سه نوع رفتار خاک (شتاب سنگ 0/5g) 62
شکل 2-31: منحنی شتاب سطح نسبت به شتاب رخنمون سنگی برای یک لایه 30 متری ماسه ای 63
شکل 2-32: مقایسه بین طیف پاسخ ثبت شده و محاسباتی در اثر زلزله های 64
شکل 2-33: روش های موجود برای اندازه گیری سرعت موج برشی 65

شکل 2-34: طیف پاسخ شتاب سنگ بستر و سطح خاک 67
شکل 2-35: تغییرات طیف پاسخ نسبت به تغییرات بزرگای زلزله 68
شکل 2-36: تغییرات طیف پاسخ نسبت به تغییرات فاصله کانونی 68
شکل 2-37: شتابنگاشت مورد استفاده به عنوان حرکت ورودی به خاک 70
شکل 2-38: مدل های دوبعدی مورد استفاده برای آنالیز 70
شکل 2-39: طیف پاسخ حاصل از اعمال زلزله قوی نزدیک در مقطع A-B 71
شکل 2-40: میزان تشدید در نقاط در نظر گرفته شده برای مقطع A-B در زلزله قوی نزدیک 71

فصل 3

شکل3-1: ستون چینه شناسی محدوده دشت تبریز 77
شکل3-2: راهنمای استفاده از شکل مربوط به ستون چینه شناسی محدوده دشت تبریز 78
شکل3-3: ستون چینه شناسی محدوده شهر تبریز 78
شکل3-4 نقشه زمین شناسی محل پروژه 79
شکل3-5: تصویری از مرز لایه های مارنی ورسوبات آبرفتی (منبع : خبازی، 1385) 79
شکل3-6: مسیرهای در نظر گرفته شده برای قطار شهری تبریز 81
شکل3-7: مدل استان های لرزه زمین ساخت ارائه شده توسط نوروزی 1976 82
شکل3-8: مدل لرزه زمینساخت توکلی و همکاران 83
شکل3-9: مدل استان های لرزه زمین ساخت ایران IRCOLD (1996) 85
شکل3-10: نقشه گسل های فعال منطقه در شعاع 150 کیلومتری 90
شکل3-11: شمائی از گسل های در نظر گرفته شده در تحلیل خطر زمین لرزه گستره طرح 91
شکل3-12: زمین لرزه های دستگاهی روی داده در شعاع 150 کیلومتری شهر تبریز 93
شکل3-13: شتابنگاشت های مورد استفاده در مطالعه 104
شکل3-14: محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 108
شکل3-15: محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 108
شکل3-16: محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 109
شکل3-17: محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 109
شکل3-18: محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 110
شکل3-19 محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 110
شکل3-20 محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 111
شکل3-21: محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 111
شکل3-22: محل گمانه های مسیر شماره 2 مترو تبریز 112
شکل3-23: سرعت موج برشی با روابط مختلف برای گمانه های BH-19 و BH-18 117
شکل3-24: سرعت موج برشی با روابط مختلف برای گمانه های BH-13 و BH-10 117
شکل3-25: سرعت موج برشی با روابط مختلف برای گمانه های BH-6 و BH-3 117
شکل3-26: نمائی از نرم افزار برای انجام تحلیلخطر لرزه ای 119
شکل3-27: نمائی ار نرم افزار برای اصلاح و مقیاس نمودن شتاب نگاشت ها 120

شکل3-28: منحنی تغییرات مدول برشی و میرایی نسبت به کرنش برشی در مصالح رسی بکار رفته برای تحلیل پاسخ آبرفت 121
شکل3-29: منحنی تغییرات مدول برشی و میرایی نسبت به کرنش برشی در مصالح ماسه ای بکار رفته برای تحلیل پاسخ آبرفت 122
شکل3-30: نمائی ار نرم افزار برای تعریف پارامتر های لایه خاک 122

فصل 4

شکل4-1: بررسی کامل بودن کاتالوگ زمین لرزه برای بزرگا های 2.5 تا 4..... 128
شکل4-2: بررسی کامل بودن کاتالوگ زمین لرزه برای بزرگا های 4 تا 4/5 128
شکل4-3: احتمال رویداد زلزله با بزرگای مشخص در دوره های بازگشت مختلف 130
شکل4-4: میزان مشارکت گسل های در نظر گرفته شده در لرزه خیزی منطقه 132
شکل4-5: میزان مشارکت هر یک از روابط کاهندگی 132
شکل4-6: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Campbell & Bozorgnia (2008) در طول مسیر با دوره های بازگشت 50 و 200 ساله 135
شکل4-7: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Campbell & Bozorgnia (2008) در طول مسیر با دوره های بازگشت 475 و 975 ساله 136
شکل4-8: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Campbell & Bozorgnia (2008) در طول مسیر با دوره بازگشت 2475 ساله 137
شکل4-9: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Boore-Atkinson (2008) در طول مسیر با دوره های بازگشت 50 و 200 ساله 138
شکل4-10: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Boore-Atkinson (2008) در طول مسیر با دوره های بازگشت 475 و 975 ساله 139
شکل4-11: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Boore-Atkinson (2008) در طول مسیر با دوره بازگشت 2475 ساله . 140
شکل4-12: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Idriss (2008) در طول مسیر با دوره های بازگشت 50 و 200 ساله 141
شکل4-13: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Idriss (2008) در طول مسیر با دوره های بازگشت 475 و 975 ساله 142
شکل4-14: مقادیر PGA برای رابطه کاهندگی Idriss (2008) در طول مسیر با دوره بازگشت 2475 ساله 143
شکل4-15: مقادیر PGA برایMean در طول مسیر با دوره های بازگشت 50 و 200 ساله 144
شکل4-16: مقادیر PGA برایMean در طول مسیر با دوره های بازگشت 475 و 975 ساله 145
شکل4-17: مقادیر PGA برایMean در طول مسیر با دوره بازگشت 2475 ساله 146
شکل4-18: طیف پاسخ ایستگاه D با روابطه کاهندگی Cambell-Bozorgnia..... 147
شکل4-19: طیف پاسخ ایستگاه D با رابطه کاهندگی Boore-Atkinson..... 147
شکل4-20: طیف پاسخ ایستگاه D با رابطه کاهندگی Idriss..... 148
شکل4-21: طیف پاسخ ایستگاه D با روابط کاهندگی مختلف در حالت میانگین 148
شکل4-22: طیف پاسخ ایستگاه G برای دوره بازگشت 475 ساله در حالت میانگین 149
شکل4-23: طیف تطبیق شده زلزله Coyote Lake برای ایستگاه G..... 150
شکل4-24: طیف تطبیق شده زلزله Mammoth Lake برای ایستگاه G 150
شکل4-25: طیف تطبیق شده زلزله Morgan Hill برای ایستگاه G..... 151

شکل4-26: طیف تطبیق شده زلزله Parkfield برای ایستگاه G 151
شکل4-27: مقادیر PGA در سطح زمین ناشی از اعمال شتاب نگاشت های اصلاح شده و مقیاس شده 155
شکل4-28: مقادیرمیانگین PGA در سطح زمین ناشی از اعمال 8 شتاب نگاشی در نظر گرفته شده 156
شکل4-29: مقادیر متوسط دوره تناوبی پروفیل های خاک 157
شکل4-30: طیف های تشدید به دست آمده برای ایستگاه های A1، A2 و B 158
شکل4-31: طیف های تشدید به دست آمده برای ایستگاه های D، E و F..... 158
شکل4-32: طیف های تشدید به دست آمده برای ایستگاه های L، K و J..... 159
شکل4-33: طیف های تشدید به دست آمده برای ایستگاه های ، N و P و گمانه BH-3 159
شکل4-34: طیف های تشدید به دست آمده برای ایستگاه های S، R و Q 160
شکل4-35: مقادیر ضریب تقویت بستر برای مسیر در پریودهای 0.5-0 و 1-0.5..... 161
شکل4-36: مقادیر ضریب تقویت بستر برای مسیر در پریودهای 1.5-1 و 2-1.5..... 162

فهرست جداول

فصل 2

جدول 2-1: هزینه های تحمیل شده در اثر زلزله 16
جدول 2-2: روابط تجربی برای بزرگای زلزله از روی طول گسیختگی سطحی 28
جدول 2-3: رابطه بین زلزله ، مشخصات سازه و سطح عملکرد مورد انتظار 36
جدول 2-4: خلاصه ای از اثرات توپوگرافی و بی قاعدگیهای سطحی 49
جدول 5-5: روابط همبستگی بین سرعت موج برشی و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد 66

فصل 3

جدول 3-1: فهرست زمین لرزه های پیش از سده بیستم در گستره مورد مطالعه 91
جدول 3-2: گسترش زمانی و مکانی پیش لرزه ها و پس لرزه ها در منطقه ایران 96
جدول 3-3: گسترش زمانی و مکانی پیش لرزه ها و پس لرزه ها روش گاردنر و نوپوف 97
جدول 3-4: مشخصات شتابنگاشتهای انتخاب شده برای تحلیل 104
جدول 3-5: نام و موقعیت گمانه های مسیر شماره 2 قطار شهری تبریز 107
جدول 3-6 : نتایج آزمایشات تعیین سرعت موج برشی در گمانه های مسیر شماره 2 قطار شهری تبریز 114
جدول 3-7: منحنی های مدول برشی و میرائی مورد استفاده 121

فصل 4

جدول 4-1: زلزله های دستگاهی یعد از حذف پیش و پس لرزه ها 126
جدول 4-2: نتایج آزمون کامل بودن کاتالوگ 129
جدول 4-3: مقادیر پارامتر های لرزه خیزی برای گستره طرح 130
جدول 4-4: سهم مشارکت هر دسته از کاتالوگ ها در تعیین پارامترهای لرزه خیزی 130
جدول 4-5: احتمال رویداد یک زلزله با بزرگای مختلف در عمرهای مفید 1، 50 و 100 سال 131
جدول 4-6: مقادیر بیشترین و کمترین شتاب سنگ بستر لرزه ای در مسیر شماره 2 مترو تبریز 133
جدول 4-7: مقادیر PGD با رابطه کاهندگی Campbell & Bozorgnia (2008) 134
جدول 4-8: مقادیر PGV با رابطه کاهندگی Campbell & Bozorgnia (2008) 134

فصل اول

مقدمه

1-1 تعریف موضوع تحقیق

زلزله یکی از مخرب ترین بلایای طبیعی می باشد که همواره جوامع انسانی را از لحاظ مالی و جانی تهدید می نماید. کشورهای لرزه خیزی که این پدیده و جوانب آن را بهتر شناخته و بر روی آن تحقیق و مطالعه می نمایند، با پیش بینی مسائل و رعایت جوانب فنی و ایمنی در پروژه های عمرانی و شهرسازی از میزان خطر به مقدار زیادی کاسته اند و جوامعی که یا توان مالی و فنی نداشته اند و یا هنوز پهنه سرزمین خود را به خوبی نشناخته اند، در رخداد زلزله، تلفات جانی و مالی زیادی را تحمل کرده اند. متاسفانه قرار گیری ایران بر روی یکی از فعالترین نوارهای لرزه خیز دنیا سبب برجای ماندن خاطرات تلخی برای ملت ما گردیده است.

شهر تبریز در بخشی از ایران قرار دارد که سابقه لرزه خیزی بسیاری داشته و چندین بار زمین لرزه های مهیب باعث از بین رفتن شهر شده اند. با توجه به مطالعات ژئوتکنیکی گسترده در طول مسیر شماره 2 مترو تبریز توسط مهندسین مشاور ذیصلاح در راستای شناخت بیشتر شرایط لرزه ای شهر و همچنین کاهش خطرات ناشی از زمین لرزه، در این پایان نامه ریزپهنه بندی ژئوتکنیکی لرزه ای مسیر شماره 2 مترو تبریز از دیدگاه تاثیرات شرایط ساختگاهی انجام گرفته است.

2-1 ضرورت تحقیق مورد نظر

تجربیات حاصل از زلزله های گذشته و میزان و نحوه توزیع آسیب های ناشی از آنها نشان داده است که برای ایمنی در مقابل مخاطرات ناشی از زلزله باید دو عامل اساسی در نظر گرفته شود. عامل اول ایمنی سازه های ساخته شده در برابر حرکات ناشی از زلزله است که به این مسئله در آئین نامه های مختلف پرداخته شده و برای تامین آن بند های ویژه ای ارائه گردیده است. عامل دوم که کمتر مورد توجه قرار گرفته ایمنی محل احداث سازه می باشد. تجربه زلزله های بزرگ چند دهه اخیر دنیا، خصوصا زلزله

های کاراکاس (ونزوئلا 1967)، مکزیکوسیتی (مکزیک 1985)، منجیل رودبار (ایان 1369) ، لوماپریتا(آمریکا 1989) و بم (ایران 1982) اهمیت اثرات ساختگاهی در میزان شدت زلزله و خرابی های آن را به وضوح نشان داده است.

از جمله عوامل مهم در بروز خسارات ناشی از زلزله، عوامل ژئوتکنیک لرزه ای می باشند که وقوع پدیده هائی چون حرکت دامنه ای (Slope Movement) یا زمین لغزش، روانگرائی خاک (Liqueafaction) و بزرگنمائی (Amplification) یا تشدید امواج زلزله در اثر عبور از لایه های سطحی می باشد که هر یک در شرایط خاص زمین شناسی و ژئوتکنیکی حادث می شوند. مطالعه بر روی توزیع آسیب های ناشی از زلزله در مناطق مختلف نشان می دهد که میزان آسیب دیدگی در محل هائی بیشتر هستند که امواج زلزله به علت شرایط خاک محل تشدید می شوند. شرایط ساختگاه علاوه بر تشدید امواج می تواند سبب افزایش طول مدت لرزش و تغییر محتوای فرکانسی آن نیز شود. شناخت این اثرات می تواند طراح را در طراحی سازه های مقاوم در برابر این مخاطرات تا حدود زیادی کمک نماید.

با توجه به شدت خسارات وارده در اثر زلزله یکی از عمده ترین فعالیت ها در راستای کاهش خطرات ناشی از زلزله و افزایش ایمنی عمومی، انجام مطالعات پهنه بندی خطر زلزله در مناطق مختلف شهری می باشد که بایستی در مقیاس مناسب صورت گیرد. با توجه به این مسئله امروزه اکثر کشورهای لرزه خیز دنیا، مطالعات پهنه بندی خطر زلزله و ریزپهنه بندی ژئوتکنیک لرزه ای را به عنوان گامی مهم در برنامه جامع مدیریت خطرپذیری و کاهش آسیب ها و خسارات احتمالی ناشی از زلزله مورد توجه قرار داده اند.

1-3 اهداف تحقیق

- ✓ تعیین پارامتر های لرزه ای مورد نیاز محاسبات استاتیکی معادل و دینامیکی (تحلیل طیفی) که عمدتا شتاب حداکثر و طیف پاسخ شتاب در سطح زمین است.
- ✓ شناخت وضعیت لرزه خیزی شهر تبریز و مناطق مختلف مسکونی قرار گرفته در مسیر خط 2 متروی تبریز.
- ✓ تدوین اطلاعات مناسب به منظور طراحی صحیح سازه ها.
- ✓ تعیین مناطق پر خطر و مناطق امن در برابر زمین لرزه به منظور انتخاب کاربری مناسب برای این مناطق.
- ✓ تعیین مقادیر تشدید ناشی از اثرات آبرفت موجود در روی سنگ بستر لرزه ای.
- ✓ تعیین پریود طبیعی آبرفت و شناسائی محدوده های احتمالی رزونانس سازه ها با توجه به شرایط آبرفت.

1-4 روش تحقیق

به طور خلاصه مطالعه حاضر در گام های زیر انجام گرفته است:

- ✓ تعیین لرزه خیزی ناحیه مورد مطالعه: با جمع آوری اطلاعات در مورد زمین لرزه های تاریخی و دستگاهی و کاتالوگ آنها از منابع اطلاعاتی معتبر
- ✓ تحلیل سایزموتکتونیکی منطقه با تعیین گسل های فعال منطقه واستان های لرزه زمین ساخت.
- ✓ انتخاب روابط کاهندگی مناسب با توجه به شرایط تکتونیکی و قابلیت کاربرد آنها.

✓محاسبه پارامتر جنبش نیرومند زمین در سطح سنگ بستر لرزه ای برای دوره های بازگشت مختلف.

✓انتخاب شتاب نگاشت های مناسب با توجه به شرایط ژئوتکنیکی منطقه مورد مطالعه و اصلاح و مقیاس کردن آنها با توجه به شرایط لرزه ای موجود به منظور استفاده در تحلیل پاسخ زمین.

✓تحلیل پاسخ زمین و محاسبه پارامترهای مورد نیاز از قبیل جنبش نیرومند زلزله در سطح زمین، پریود دینامیکی پروفیل های ژئوتکنیکی و ...

1-5 کاربردهای تحقیق

شکل گیری مناطق جمعیتی و سکونتی بدون توجه به خطرات ناشی از زلزله و تهدید آنها به ویژه در مورد مراکز عمده جمعیتی از قبیل شهر های تهران، تبریز، قزوین، بندر عباس، مشهد و ... در هنگام وقوع زمین لرزه می تواند باعث افزایش شدید تلفات و هزینه های ناشی از زلزله گردد. به منظور کاهش خطرات ناشی از زلزله و امکان برنامه ریزی بعد از وقوع زلزله های مخرب به خصوص در شهر های بزرگ، تهیه نقشه های پهنه بندی و ریز پهنه بندی لرزه ای امری ضروری و اجتناب ناپذیر خواهد بود. از نتایج حاصل از این مطالعات می توان در موارد زیر استفاده کرد:

✓تشخیص تنوع ویژگی های زمین شناختی مناطق از نظر ساختمان زمین شناسی، وضعیت چینه شناسی و ویژگی های لرزه زمین ساختی.

✓تبیین موقعیت استقرار مراکز جمعیتی سکونتی و فعالیتی در ارتباط با ویژگی های زمین شناختی به ویژه در ارتباط با زون های زمین ساخت و لرزه زمین ساخت.

✓شناسائی رشد و گسترش مراکز جمعیتی و شهر ها در جهت مناسب و تنظیم ضوابط طراحی شهری در ارتباط با آسیب پذیری مناطق در برابر زلزله.

- ✓شناخت وضعیت لرزه خیزی مناطق مختلف سکونتی
- ✓تدوین ضوابط و مقررات لازم در مورد ساخت و ساز با توجه به میزان خطر لرزه ای در هر یک از مناطق.
- ✓کاهش و کنترل میزان خسارت و تلفات ناشی از رویداد زلزله.
- ✓تدوین اطلاعات مناسب به منظور طراحی صحیح سازه ها.
- ✓تعیین مناطق پر خطر و مناطق امن در برابر زمین لرزه به منظور انتخاب کاربری مناسب برای مناطق مختلف.
- ✓استفاده از نتایج این مطالعات به عنوان الگوی فرادست جهت سایر طرح ها و پروژه ها.
- ✓تعیین کاربری شهری و مکان یابی مناسب برای سازه های مهم تاسیساتی و شریان های حیاتی.
- ✓تبیین وضعیت آسیب پذیری نواحی در برابر زمین لرزه.

فصل دوم

بررسی منابع