



دانشگاه بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی (گرایش تکتونیک)

عنوان:

ارزیابی حریم و سازوکار گسل شمال تبریز و
برآورد رفتار لرزه زمین ساختی این گسل بر گستره
شهر تبریز

استاد راهنما:

دکتر محمد مهدی خطیب

استاد مشاور:

دکتر مسعود حاجی علیلوی بناب

تحقیق و نگارش:

مجتبی مهرپویان

آبان 1390

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان ارزیابی حریم و سازوکار گسل شمال تبریز و برآورد رفتار لرزه زمین ساختی این گسل بر گستره شهر تبریز قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی در گرایش تکتونیک توسط دانشجو مجتبی مهرپویان با راهنمایی استاد پایان نامه دکتر محمد مهدی خطیب تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

مجتبی مهرپویان

این پایان نامه 6 واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما:	دکتر محمد مهدی خطیب	
استاد مشاور:	دکتر مسعود حاجی علیلوی بناب	
داور 1:	دکتر علی اصغر مریدی فریمانی	
داور 2:	دکتر حمید رضا سلوکی	
نماینده تحصیلات تکمیلی:		



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب مجتبی مهرپویان تعهد می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

مجتبی مهرپویان

تقدیم با بوسہ بر وساکِ بدر

بہ لڑکھ نمئی دلنغ لڑ بزرگی (بی بگوم با مروانگی سخاوت، سکوت، مہربانی و.....

بدر راہ تمام زندگیست

بدر دلخوشی ہمیشگیست

تقدیم بہ ماوراءِ بحرین لڑ جانم

ماوراءِ ہستی من ز ہستی نوست نا ہستم و ہستی ولادت دوست

تقدیم بہ برادر

کہ سوالہ ور طول تحصیل منجمل زحمانع بوو و نکیہ گاہ من ور ملاحظہ با مشکلات، و دجووش
مابہ دلگرمی من می باشد

ستایش از آن خدای اول است که هیچ اولی قبل از او نیست. و مخصوص خدای آخر است که هیچ آخری بعد از او نیست. و ستایش مخصوص خداست چرا که بهره‌ای از معرفت خود را به ما ارزانی فرمود و از نعمت شکر خویش به ما الهام فرمود و برخی از درهای نامتناهی علم به ربوبیتش را به سوی ما گشود و ما را به مرتبه‌ی اخلاص در توحید خویش راهنمایی نمود و از شائبه‌ی الحاد و شک در امرش دور کرد. سپاس ایزد منان که به من این فرصت را داد تا به این مرحله از علم رسیده و از هیچ محبتی دریغ نکرد و در تمام مراحل زندگی مرا قوت قلب بود.

در راه پژوهش و آموختن، استاد فرزانه‌ام دکتر محمد مهدی خطیب، چونان پدری مهربان یاری‌ام داد، دلسوزی نمود و قوتم بخشید. الهی زبانم از سپاس او، آنگونه که شایسته باشد ناتوان است، تو خود اجرش ده و نگاه‌دارش باش.

استاد مشاورم جناب آقای دکتر مسعود حاجی علیلو که در مراحل مختلف اجرای این تحقیق با همکاری و ارائه راه‌حل‌های مناسب در به ثمر رسیدن این پایان‌نامه نقش ارزنده‌ای داشته‌اند، نهایت تشکر خود را ابراز می‌دارم. از اساتید محترم آقایان دکتر مریدی و دکتر سلوکی که قبول زحمت نموده و داوری پایان‌نامه اینجانب را قبول زحمت نمودند، متشکرم.

از جناب آقای مهندس مهران، مدیر محترم گروه زمین‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان به خاطر تمام زحمتهایشان، تشکر می‌نمایم.

مهد پرورش خرد، آغوش عقل نیست، بلکه دامن عشق است. نهال خرد باید در کوزه عشق کاشته شود و با آب احساسات آبیاری گردد. تشکر ویژه دارم از خانم مهسا ارجمندی بخاطر تمام زحمات و دلسوزی‌هایشان و بخاطر همراهی‌شان در انجام این تحقیق.

همچنین از آقای محسن جامی دوست و همکلاسی عزیزم و آقایان مجتبی کلانتری، مصطفی جمیل، نبی بیگدلی و علی اکبر شهناز و خانم‌ها ذهابی و مدهنی به خاطر همراهی صمیمانه خود از آغاز تا پایان این تحقیق سپاسگذارم.

و در پایان از پدر و برادرم که در تمام مراحل انجام این تحقیق یار و همراهم بودند، کمال تشکر را دارم.

چکیده:

با توجه به شواهد ریخت‌زمین‌ساختی و داده‌های صحرایی، گسل شمال تبریز از سه قطعه اصلی تشکیل شده است. امتداد کلی این سه قطعه N60W بوده ولی میزان شیب و رفتار هر یک از این قطعات متفاوت از یکدیگر می‌باشد. قطعه شمالی این گسل دارای شیبی بین 60 تا 75 درجه به سمت NE و سازوکار امتدادلغز با مولفه معکوس، قطعه میانی دارای شیب حدود 40 درجه به سمت NE و مولفه معکوس آن مشهود بوده و قطعه جنوبی آن دارای شیبی بین 52 تا 65 درجه به سمت SW بوده و حرکت امتدادلغز راستبر و مولفه معکوس آن آشکار می‌باشد. شواهد صحرایی حاکی از بالآمدگی بلوک شمالی این گسل در قطعه شمالی آن و نیز بالآمدگی بلوک جنوبی این گسل در قطعه جنوبی آن می‌باشد. با توجه به جابجایی 518 متری مخروطافکنه ای توسط این گسل و همچنین نامعلوم بودن سن دقیق رسوبات این مخروطافکنه، با در نظر گرفتن حداکثر سن دو میلیون سال (دوره کواترنری) برای رسوبات این مخروطافکنه، و با فرض اینکه این جابجایی توسط رخداد زمین لرزه‌های متعدد ایجاد شده و توسط حرکت تدریجی در طول این گسل نمی‌باشد، با در نظر گرفتن حداکثر جابجایی افقی 23 cm در هر رخداد زمین لرزه ای با بزرگای $M_s=7.4$ ، حداکثر دوره بازگشت زمین-لرزه‌ای با این بزرگا برابر با 888 سال می‌باشد. با توجه به پیشینه لرزه‌ای شهر تبریز، فرمول لرزه‌خیزی این شهر $\text{LogN}(M_s) = 2.47 - 0.705 M_s$ می‌باشد. براساس رابطه گوتنبرگ-ریشتر دوره بازگشت زمین لرزه‌ای با بزرگای $M_s = 7.4$ در این شهر برابر با 558 سال می‌باشد. میزان DBE برای سازه‌هایی با عمر مفید 20، 50 و 100 سال در شهر تبریز به ترتیب برابر با $M_s=5.3$ ، $M_s=5.9$ ، $M_s=6.3$ و میزان MCE برای سازه‌هایی با عمر مفید 20، 50 و 100 سال در این شهر به ترتیب $M_s=6.7$ ، $M_s=7.3$ و $M_s=7.7$ می‌باشد. با توجه به بررسی‌های لرزه زمین‌ساختی ما، بیشترین خطر لرزه‌ای در شهر تبریز از جانب گسل شمال تبریز می‌باشد به طوری که این گسل در دوره‌های 50، 100 و 475 ساله با احتمال تجاوز 64٪ می‌تواند زمین-لرزه‌ای با PGA افقی میانگین به ترتیب 0.18g، 0.23g و 0.43g را در شهر تبریز ایجاد کند.

کلمات کلیدی: گسل شمال تبریز- سازوکار گسل- لرزه‌خیزی- تبریز- شمال غرب ایران

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	فصل اول: مقدمه
2	1-1- بیان مسئله
2	2-1- سوال های اصلی تحقیق
3	3-1- اهداف
3	4-1- ضرورت مطالعه
4	5-1- موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی
4	1-5-1- موقعیت جغرافیایی
5	2-5-1- راه های ارتباطی
6	3-5-1- آب و هوا و بارندگی
7	6-1- مطالعات پیشین
7	7-1- روش انجام کار
8	فصل دوم: موقعیت زمین شناسی و زمین ساختی
9	1-2- زمین شناسی آذربایجان
12	2-2- لرزه زمین ساخت آذربایجان
18	فصل سوم: تحلیل هندسی گسل شمال تبریز
19	1-3- مقدمه
19	2-3- گسل شمال تبریز
21	1-2-3- اسکارپ های گسلی
23	2-2-3- پشته های فشارشی و پشته های مسدودکننده
25	3-2-3- کانال های زهکشی جابجاشده
25	4-2-3- رودخانه های منحرف شده و مخروط افکنه های جابجاشده
25	5-2-3- تراس های رودخانه ای
26	6-2-3- سطح گسلش
26	1-6-2-3- بخش شمالی گسل شمال تبریز
30	2-6-2-3- بخش میانی گسل شمال تبریز
32	3-6-2-3- بخش جنوبی گسل شمال تبریز
38	7-2-3- مقاطع عرضی توپوگرافی گسل شمال تبریز
40	3-3- تغییرات شاخص های زمین ریختی در طول گسل شمال تبریز
40	1-3-3- زمین ریخت ها و تغییرات شاخص های زمین ریختی در طول گسل شمال تبریز
41	2-3-3- قطعه بندی گسل شمال تبریز

42	..... 4-3 تحلیل هندسی گسل شمال تبریز
44	..... فصل چهارم: تحلیل ریخت زمین ساختی
45	..... 1-3-1 مقدمه
45	..... 1-1-3-1-1 تعریف ریخت زمین ساخت
46	..... 2-1-3-2-1 عوامل به وجود آورنده اشکال سطح زمین
48	..... 2-3-2-1 ریخت سنجی
48	..... 1-2-3-1-1 سینوسیته جبهه کوهستان
51	..... 2-2-3-2-2 شاخص طول جریان رود به شیب رود (SL)
64	..... 3-2-3-3 شاخص نسبت V
66	..... 4-2-3-4 منحنی های هیپسومتری و انتگرال هیپسومتری
69	..... 1-4-2-3-1 حوضه آبریز رودخانه آجی چای
71	..... 2-4-2-3-2 حوضه آبریز رودخانه قزل اوزن
73	..... 3-4-2-3-3 تغییرات مقادیر انتگرال هیپسومتری در طول گسل شمال تبریز
73	..... 5-2-3-5 فاکتور عدم تقارن حوضه زهکشی
75	..... 3-3-3 تحلیل ریخت زمین ساختی
78	..... فصل پنجم: تحلیل نوزمین ساختی
79	..... 1-5-1 مقدمه
80	..... 2-5-2 عوارض ریخت زمین ساختی گسل های فعال راستالغز
80	..... 1-2-5-1 زمین ریخت های اولیه
83	..... 2-2-5-2 زمین ریخت های ثانویه
84	..... 1-2-2-5-1 دره های خطی
85	..... 2-2-2-5-2 رودخانه های منحرف شده
87	..... 3-2-2-5-3 کانال های زهکشی جابجاشده
90	..... 4-2-2-5-4 پشته های مسدودکننده
93	..... 5-2-2-5-5 استخر گسلی
93	..... 6-2-2-5-6 پشته های فشارشی
96	..... 3-5-3 تحلیل نوزمین ساختی گسل شمال تبریز
98	..... فصل ششم: تحلیل لرزه زمین ساختی منطقه تبریز
99	..... 1-6-1 مقدمه
99	..... 1-1-6-1 زمین لرزه
99	..... 2-1-6-2 لرزه زمین ساخت ایران
101	..... 2-6-2 چشمه های لرزه زا
101	..... 3-6-3 تقسیم بندی گسل ها از دیدگاه فعالیت
102	..... 4-6-4 لرزه خیزی آذربایجان
102	..... 1-4-6-1 زمین لرزه های تاریخی
105	..... 2-4-6-2 زمین لرزه های دستگاهی
105	..... 1-2-4-6-1 شبکه لرزه نگاری کشوری

106	..... شبکه لرزه‌نگاری محلی	2-2-4-6
109	..... تحلیل خطر لرزه‌ای به روش احتمالی	5-6
111	..... دوره بازگشت، نرخ رخداد سالیانه و احتمال رخداد زمین لرزه در دوره‌های زمانی خاص..	1-5-6
112	..... برآورد DBE و MCE	2-5-6
113	..... برآورد خطر زمین لرزه به روش قطعی	6-6
113	..... چشمه‌های فعال گستره مورد مطالعه	1-6-6
115	..... توان لرزه‌زایی گسل‌های منطقه تبریز	2-6-6
117	..... پارامترهای گسیختگی و حرکتی گسل‌های منطقه تبریز	3-6-6
118	..... پارامترهای گسیختگی گسل‌های فعال منطقه	1-3-6-6
121	..... پارامترهای حرکتی گسل‌های فعال منطقه مورد مطالعه	2-3-6-6
125	..... پهنه‌بندی خطر زمین لرزه	7-6
125	..... شدت زمین لرزه در شهر تبریز	1-7-6
129	..... بیشینه شتاب زمین (PGA) در شهر تبریز	2-7-6
134	..... تحلیل لرزه‌زمین‌ساختی منطقه تبریز	8-6
138	..... فصل هفتم: نتیجه‌گیری	
139	..... نتیجه‌گیری	1-7
139	..... تحلیل هندسی گسل شمال تبریز	1-1-7
140	..... تحلیل ریخت‌زمین‌ساختی گسل شمال تبریز	2-1-7
142	..... تحلیل نوزمین‌ساختی گسل شمال تبریز	3-1-7
143	..... تحلیل لرزه‌زمین‌ساختی گسل شمال تبریز	4-1-7
145	..... مراجع	
151	..... پیوست‌ها	

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان جدول
50	جدول 4-1. مقادیر شاخص Smf در طول گسل شمال تبریز
56	جدول 4-2. مقادیر شاخص SL در بخش A از گسل شمال تبریز
58	جدول 4-3. مقادیر شاخص SL رودخانه ورکش چای
58	جدول 4-4. مقادیر شاخص SL رودخانه گمانج چای
59	جدول 4-5. مقادیر شاخص SL در بخش C از گسل شمال تبریز
62	جدول 4-6. مقادیر شاخص SL در بخش D از گسل شمال تبریز
65	جدول 4-7. مقادیر شاخص V در طول گسل شمال تبریز
70	جدول 4-8. مقادیر انتگرال هیپسومتری حوضه آبریز آجی چای
73	جدول 4-9. مقادیر انتگرال هیپسومتری حوضه قزل اوزن و زیر حوضه های آن
74	جدول 4-10. مقادیر AF محاسبه شده حوضه آجی چای
74	جدول 4-11. مقادیر AF محاسبه شده زیر حوضه های حوضه قزل اوزن
88	جدول 5-1. مقادیر جابجایی آبراهه ها در طول گسل شمال تبریز
100	جدول 6-1. زمین لرزه های مخرب قرن بیستم ایران
103	جدول 6-2. زمین لرزه های تاریخی آذربایجان
110	جدول 6-3. فراوانی زمین لرزه های منطقه
	جدول 6-4. دوره بازگشت، نرخ رخداد سالیانه و احتمال رخداد زمین لرزه با بزرگای مشخص در منطقه تبریز
111	
113	جدول 6-5. برآورد DBE و MCE برای سازه هایی با عمر مفید 10 تا 100 سال
116	جدول 6-6. توان لرزه زایی و شدت در محل کانون گسل های فعال در شعاع 300km شهر تبریز
120	جدول 6-7. ضرایب a و b روابط ولز و کوپراسمیت
120	جدول 6-8. مقادیر پارامترهای گسیختگی گسل های منطقه مورد مطالعه
124	جدول 6-9. مقادیر پارامترهای حرکتی گسل های فعال منطقه مورد مطالعه
127	جدول 6-10. شدت اعمال شده از هر یک از گسل های گستره مطالعه به شهر تبریز
133	جدول 6-11. سازوکار و شیب گسل های گستره مطالعه

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان شکل
4	شکل 1-1. گسل شمال تبریز و شهرهای مجاور آن
5	شکل 1-2. موقعیت شهرها و روستاهای مجاور گسل شمال تبریز
6	شکل 1-3. راههای ارتباطی استان آذربایجان شرقی
9	شکل 1-2. واحدهای ساختمانی و رسوبی ایران. نبوی
10	شکل 2-2. تقسیمات ایران از دیدگاه لرزه زمین ساختی
13	شکل 2-3. لرزه خیزی فلات ترکیه- ایران و نواحی اطراف آن
14	شکل 2-4. سرعت ها نسبت به اوراسیا بر اساس داده های GPS
15	شکل 2-5. گسل های اصلی فلات ترکیه- ایران
20	شکل 3-1. تصویر ماهواره ای از ساختار دوپلکس در گسل شمال تبریز
20	شکل 3-2. ساختار دوپلکس در گسل شمال تبریز
22	شکل 3-3. اسکارپ گسلی در بخش شمالی گسل شمال تبریز
22	شکل 3-4. اسکارپ گسلی در بخش جنوبی گسل شمال تبریز
24	شکل 3-5. پشته فشارشی در بخش جنوبی گسل شمال تبریز
24	شکل 3-6. پشته مسدود کننده در بخش جنوبی گسل شمال تبریز
27	شکل 3-7. گسل شمال تبریز
28	شکل 3-8. گسل شمال تبریز
28	شکل 3-9. نمایی از گسل شمال تبریز در ترانشه
29	شکل 3-10. جابجایی معکوس رسوبات آبرفتی توسط گسل شمال تبریز
30	شکل 3-11. گسل شمال تبریز
31	شکل 3-12. قرار گرفتن رسوبات میوسن بر روی رسوبات کواترنری توسط گسل شمال تبریز
32	شکل 3-13. قرار گرفتن مارن های پلیوکواترنری بر روی کنگلومرای قرمز میوسن
32	شکل 3-14. قرار گرفتن مارن های پلیوکواترنری بر روی کنگلومرای قرمز میوسن
33	شکل 3-15. نمایی نزدیک تر از شکل 5-16
34	شکل 3-16. رخنمون گسل شمال تبریز در برش جاده
35	شکل 3-17. گسل شمال تبریز
35	شکل 3-18. قرار گرفتن کنگلومرای پلیوکواترنری بر روی مارن های میوسن
36	شکل 3-19. نمایی نزدیک از شکل 5-20
36	شکل 3-20. قطع شدن آبرفت های عهد حاضر توسط گسل شمال تبریز
37	شکل 3-21. موقعیت جغرافیایی تعدادی از عوارض ذکر شده در این فصل
37	شکل 3-22. مقطع عرضی توپوگرافی از گسل شمال تبریز (A-A' از شکل 5-23)
38	شکل 3-23. مقطع عرضی توپوگرافی از گسل شمال تبریز (B-B' از شکل 5-23)

- 38 شکل 3-24. مقطع عرضی توپوگرافی از گسل شمال تبریز (C-C' از شکل 5-23)
- 38 شکل 3-25. مقطع عرضی توپوگرافی از گسل شمال تبریز (D-D' از شکل 5-23)
- 39 شکل 3-26. مقطع عرضی توپوگرافی از گسل شمال تبریز (E-E' از شکل 5-23)
- 49 شکل 4-1. تصویر SRTM گسل شمال تبریز
- 50 شکل 4-2. دیاگرام برای نشان دادن شاخص SL
- 53 شکل 4-3. موقعیت جغرافیایی تقسیمات گسل شمال تبریز برای محاسبه شاخص SL
- 54 شکل 4-4. کوه مورو
- 54 شکل 4-5. دشت تبریز - صوفیان
- 56 شکل 4-6. سطوح تراسی در بستر رودخانه ورکش چای در شمال گسل شمال تبریز
- 59 شکل 4-7. سطوح تراسی در بخش C در بلوک شمالی گسل شمال تبریز
- 60 شکل 4-8. سطوح تراسی در سرشاخه های رودخانه سعیدآبادچای
- 61 شکل 4-9. سطوح تراسی رودخانه سعید آباد در محل گذر این رودخانه از دره خود
- 63 شکل 4-10. نحوه تعیین شاخص نسبت V
- 65 شکل 4-11. نحوه محاسبه منحنی های هیپسومتری
- 66 شکل 4-12. سه حالت از منحنی های هیپسومتری
- 67 شکل 4-13. حوضه آبریز رودخانه های قزل اوزن و آجی چای
- 69 شکل 4-14. منحنی های هیپسومتری حوضه آبریز آجی چای
- 71 شکل 4-15. منحنی های هیپسومتری حوضه قزل اوزن و زیر حوضه های آن
- 73 شکل 4-16. بلوک دیاگرام نحوه محاسبه فاکتور عدم تقارن (AF)
- 80 شکل 5-1. اسکارپ گسلی. گسل شمال تبریز
- 81 شکل 5-2. فرازش زمین در رسوبات آبرفتی رودخانه ورکش چای
- 81 شکل 5-3. اسکارپ گسلی. گسل شمال تبریز. شرق دریاچه قوری گل
- 82 شکل 5-4. عوارض ریخت زمین ساختی گسل های راستالغز
- 83 شکل 5-5. دره خطی در امتداد گسل شمال تبریز
- 84 شکل 5-6. دره خطی در امتداد گسل شمال تبریز
- 85 شکل 5-7. انحراف در مسیر رودخانه ها توسط گسل شمال تبریز
- 85 شکل 5-8. جابجایی 420 متری در مخروط افکنه توسط گسل شمال تبریز
- 86 شکل 5-9. جابجایی 518 متری مخروط افکنه توسط گسل شمال تبریز
- 87 شکل 5-10. جابجایی راستبر کانال زهکشی
- 88 شکل 5-11. جابجایی راستبر کانال زهکشی
- 88 شکل 5-12. جابجایی راستبر گسل شمال تبریز
- 89 شکل 5-13. جابجایی راستبر کانال زهکشی توسط گسل شمال تبریز
- 90 شکل 5-14. پشته مسدود کننده در طول گسل شمال تبریز
- 90 شکل 5-15. پشته مسدود کننده در طول گسل شمال تبریز
- 91 شکل 5-16. پشته مسدود کننده در طول گسل شمال تبریز
- 92 شکل 5-17. دریاچه قوری گل
- 93 شکل 5-18. پشته فشارشی در طول گسل شمال تبریز

93	شکل 5-19. پشته فشارشی در طول گسل شمال تبریز
94	شکل 5-20. پشته فشارشی در طول گسل شمال تبریز
94	شکل 5-21. پشته فشارشی در طول گسل شمال تبریز
116	شکل 6-1. موقعیت زمین لرزه های تاریخی نسبت به گسل های منطقه
117	شکل 6-2. ویرانه های برجای مانده از زمین لرزه 1780 میلادی
118	شکل 6-3. زمین لرزه های دستگاهی محدوده تبریز در 1900-2011 میلادی
118	شکل 6-4. عمق زمین لرزه های دستگاهی با بزرگای $M_s \geq 4$ در محدوده شهر تبریز
120	شکل 6-5. فراوانی زمین لرزه ها در منطقه تبریز بین سال های 1900-2011
124	شکل 6-6. گسل های دارای پتانسیل فعالیت شعاع 300 کیلومتری شهر تبریز
140	شکل 6-7. نقشه هم شدت زمین لرزه شمال غرب ایران
	شکل 6-17. نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 50 ساله با احتمال
155	تجاوز 10٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 50 ساله با احتمال
155	تجاوز 50٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 50 ساله با احتمال
156	تجاوز 64٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 100 ساله با احتمال
156	تجاوز 10٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 100 ساله با احتمال
157	تجاوز 50٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 100 ساله با احتمال
157	تجاوز 64٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 475 ساله با احتمال
158	تجاوز 10٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 475 ساله با احتمال
158	تجاوز 50٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 475 ساله با احتمال
159	تجاوز 64٪ (PGA افقی)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 50 ساله با احتمال
159	تجاوز 10٪ (PGA قائم)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 50 ساله با احتمال
160	تجاوز 50٪ (PGA قائم)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 50 ساله با احتمال
160	تجاوز 64٪ (PGA قائم)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 100 ساله با احتمال
161	تجاوز 10٪ (PGA قائم)
	پیوست (ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 100 ساله با احتمال

- 161 تجاوز 50٪ (PGA قائم)
پیوست(ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 100 ساله با احتمال
- 162 تجاوز 64٪ (PGA قائم)
پیوست(ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 475 ساله با احتمال
- 162 تجاوز 10٪ (PGA قائم)
پیوست(ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 475 ساله با احتمال
- 163 تجاوز 50٪ (PGA قائم)
پیوست(ه). نقشه خطر لرزه ای شمال غرب ایران در دوره 475 ساله با احتمال
- 163 تجاوز 64٪ (PGA قائم)

فصل اول

مقدمه

1-1- بیان مسئله

گسل‌ها از ساختارهای مهم زمین‌شناسی‌اند. اهمیت این ساختارها از این لحاظ زیاد می‌باشد که می‌توانند به عنوان چشمه‌های لرزه‌زا عمل کرده و از این جهت تهدیدی برای جامعه بشری محسوب می‌شوند. به همین علت بررسی دقیق گسل‌های یک منطقه امری مهم در تعیین خطر زمین‌لرزه در آن منطقه می‌باشد. گسل شمال تبریز در شمال غرب ایران قرار داشته و شهر تبریز در مجاورت این گسل بنا شده است. شهر تبریز و شهرها و روستاهای مجاور آن در طول تاریخ چندین بار توسط رخداد زمین‌لرزه‌های بزرگ تخریب شده‌اند. رو مرکز چندین زمین‌لرزه تاریخی با فاصله کمی نسبت به گسل شمال تبریز گزارش شده است، که این امر نشان دهنده لرزه‌خیزی بالای این گسل می‌باشد. سازوکار و هندسه گسل‌ها از پارامترهایی هستند که تاثیر زیادی در نوع رفتار لرزه‌زمین‌ساختی گسل‌ها دارند. بنابراین گام اول در تحلیل خطر زمین‌لرزه در یک منطقه، تعیین سازوکار و هندسه گسل‌های آن منطقه می‌باشد. با توجه به مجاورت شهر تبریز با گسل شمال تبریز، بیشترین خطر لرزه‌ای برای این شهر از جانب این گسل می‌باشد. اگرچه بیش از دو قرن از آخرین فعالیت لرزه‌ای گسل شمال تبریز می‌گذرد با این وجود نباید خطر ایجاد زمین‌لرزه‌ای مخرب توسط این گسل را نادیده گرفت. بنابراین تعیین سازوکار و هندسه گسل شمال تبریز و بررسی لرزه‌زمین‌ساختی این گسل امری ضروری در تحلیل خطر زمین‌لرزه در گستره شهر تبریز می‌باشد.

1-2- سوال‌های اصلی تحقیق

در ابتدا و برای بررسی لرزه‌زمین‌ساختی شهر تبریز نکات زیر به ذهن می‌رسد:

- چشمه‌های لرزه‌زای فعال در اطراف شهر تبریز کدام‌ها می‌باشند.
- توان لرزه‌زایی و پارامترهای حرکتی این چشمه‌های لرزه‌زا به چه میزان می‌باشد.
- تاثیر هر یک از چشمه‌های فعال اطراف شهر تبریز بر این شهر، در صورت فعال شدن و رخداد زمین‌لرزه مخرب توسط آن‌ها به چه میزان می‌باشد.
- سازوکار و هندسه گسل شمال تبریز به عنوان نزدیک‌ترین چشمه لرزه‌زا به این شهر، چگونه می‌باشد.

1-3- هدفها

- شناسایی هندسه گسل شمال تبریز و رفتار آن
- بررسی لرزه‌زمین‌ساختی گسل شمال تبریز
- تحلیل لرزه‌زمین‌ساختی و خطر زمین‌لرزه- گسلش در منطقه تبریز و تهیه نقشه‌های هم شتاب ناشی از تمام چشمه‌های لرزه‌زای فعال اطراف این شهر و برآورد اثر این چشمه‌ها بر گستره شهر تبریز

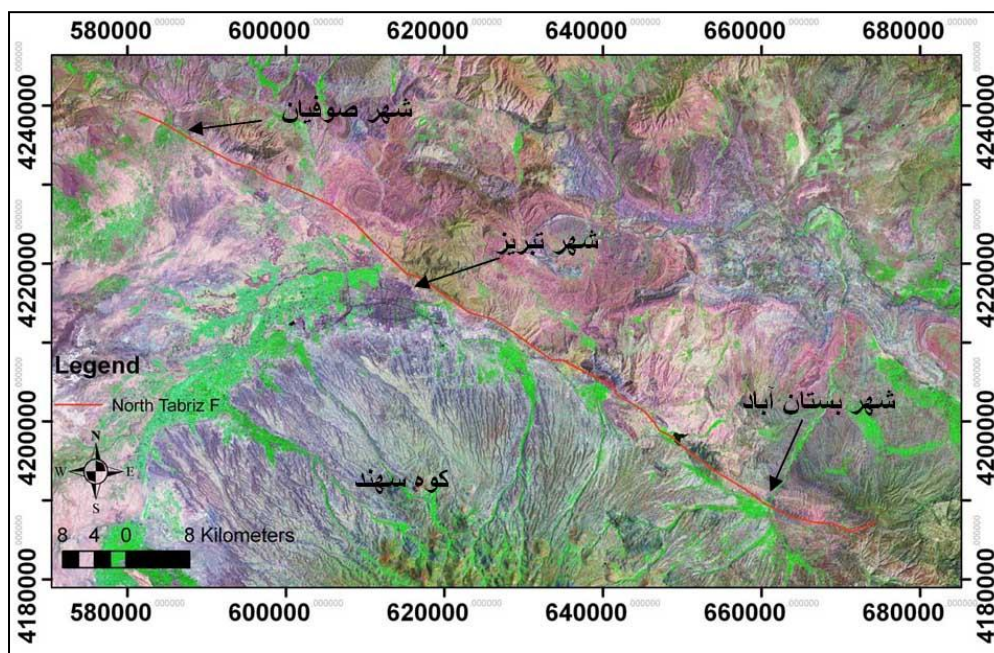
1-4- ضرورت مطالعه

شمال غرب ایران منطقه ای با تراکم جمعیتی بالا می‌باشد. شهر تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی بوده و با جمعیتی بالغ بر 1500000 نفر، چهارمین شهر پرجمعیت و همچنین دومین شهر صنعتی ایران می‌باشد. این شهر در مجاورت گسل شمال تبریز واقع شده است. در گزارش‌های تاریخی به چندین زمین‌لرزه مخرب که در شهر تبریز و شهرها و روستاهای مجاور آن رخ داده است، اشاره شده است. 5 رخداد از این زمین‌لرزه‌ها را به گسل شمال تبریز نسبت می‌دهند. با توجه به جمعیت بالای شهر تبریز، در صورت نداشتن شناخت مناسبی از لرزه خیزی این شهر و در نظر نگرفتن اقدامات پیشگیرانه در برابر رخداد زمین لرزه ای مخرب، خسارات جانی و مالی فراوانی با وقوع زمین لرزه به بار خواهد آمد. لازم به ذکر است در ایمنی سازه ها دو نکته وجود دارد که باید مورد توجه بگیرد؛ ایمنی سازه ها و تاسیسات در برابر نیروهای مخرب زمین لرزه، و ایمنی محل احداث سازه ها و تاسیسات هنگام زمین لرزه. همان قدر که ایمنی سازه مهم است، ایمنی ساختگاه نیز مهم بوده و در یک سازه مقاوم در برابر زمین لرزه باید هنگام طراحی سازه شناخت مطلوبی از ایمنی ساختگاه در دست باشد. همچنین برای سازه‌هایی با عمر مفید و کاربری‌های متفاوت نیز نیاز به رعایت ضرایب ایمنی متفاوتی می‌باشد. برای مثال در طراحی مراکز حساسی مانند بیمارستان‌ها، مدارس و مراکز صنعتی مهم از قبیل نیروگاه برق، پالایشگاه، پتروشیمی نیاز به رعایت حداکثر ضریب ایمنی می‌باشد. بنابراین بررسی لرزه‌زمین‌ساختی شهر تبریز و برآورد خطر زمین‌لرزه در این شهر در دوره‌های زمانی و درصدهای احتمال تجاوز متفاوت، امری حیاتی می‌باشد. در تحلیل لرزه‌زمین‌ساختی شهر تبریز، شناخت سازوکار، هندسه و خصوصیات لرزه‌زمین‌ساختی گسل شمال تبریز به عنوان نزدیک‌ترین چشمه لرزه‌زا به شهر تبریز امری ضروری می‌باشد.

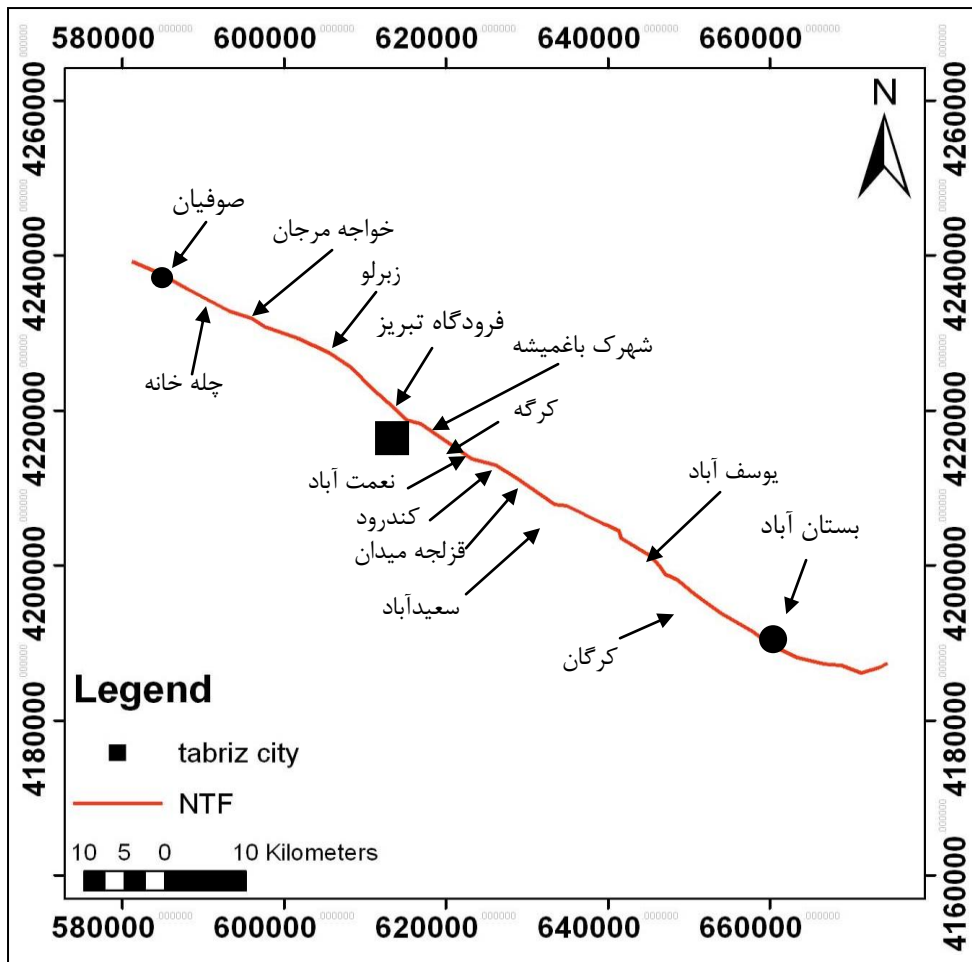
5-1- موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی

1-5-1- موقعیت جغرافیایی

گسل شمال تبریز با طولی حدود 97 کیلومتر و با روند NW-SE در شمال غرب ایران قرار دارد. این گسل از شمال شهر تبریز گذر کرده و بصورت بلافصل این شهر قرار دارد، همچنین شهرهای صوفیان و بستان آباد و آبادی‌های متعددی نیز در مجاورت این گسل قرار دارند (شکل 1-2). در شکل (1-1) موقعیت جغرافیایی گسل شمال تبریز و شهرهای تبریز، صوفیان و بستان آباد را می‌توان مشاهده کرد.



شکل 1-1. گسل شمال تبریز و شهرهای مجاور آن



شکل 1-2. موقعیت شهرها و روستاهای مجاور گسل شمال تبریز

1-5-2- راه‌های ارتباطی

مهمترین مسیرهای ارتباطی استان آذربایجان شرقی شامل مسیرهای جاده‌ای، آبی و راه‌آهن می‌باشد (شکل 1-3).

- **مسیرهای جاده‌ای:** این مسیرها شامل شبکه وسیعی از جاده‌های آسفالتی و خاکی بوده و شهر تبریز در مرکز این شبکه قرار گرفته است. مهمترین این محورها به قرار زیر است:
 آزاد راه تبریز- زنجان: این مسیر ترانزیتی شاه راه اصلی در محدوده مورد مطالعه است.
 محور ترانزیتی تبریز- بازرگان: این مسیر از شهرهای مرند و ماکو عبور کرده و به شهر مرزی بازرگان می‌رسد.
 محورهای مرند- جلفا و مرند- خوی از جمله مسیرهای پر اهمیت مشتق شده از این محور می‌باشد.

عمده مطالعات صحرائی در این پژوهش در محدوده مسیرهای تبریز- بستان‌آباد و تبریز- صوفیان انجام شده است.

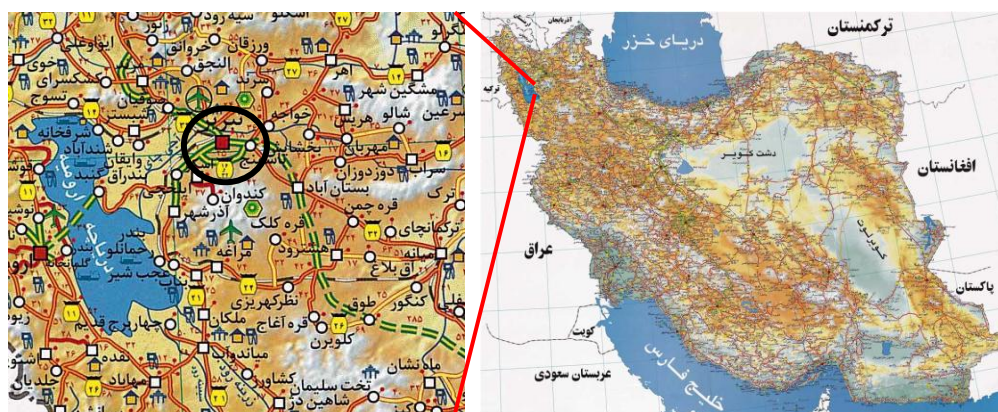
محور تبریز- ارومیه: این محور شامل 15 کیلومتر مسیر دریایی (بزرگراه شهید کلانتری) و 110 کیلومتر مسیر زمینی است. مسیر جاده آسفالته با طول 310 کیلومتر که از شهرهای صوفیان، شبستر، تسوج و سلماس عبور می‌کند نیز شهر تبریز را به ارومیه متصل می‌نماید.

محور تبریز- اردبیل: این مسیر از شهرهای بستان‌آباد، سراب و نیر عبور می‌کند.

محورهای تبریز- مراغه و تبریز- اهر از جمله مسیرهای دیگر در این محدوده می‌باشند.

● **مسیرهای آبی:** راه آبی بین بنادر رحمانلو در استان آذربایجان شرقی و گلمانخانه در آذربایجان غربی که از دریاچه ارومیه عبور می‌کند، تنها مسیر آبی در این محدوده می‌باشد.

● **راه آهن:** شبکه راه‌آهن کشوری در این محدوده از میانه، مراغه و تبریز عبور می‌کند و شاخه‌ای از آن به شهر جلفا رسیده و شاخه دیگر تا رازی (مرز ایران و ترکیه) ادامه می‌یابد.



شکل 1-3. موقعیت جغرافیایی شهر تبریز و راه‌های ارتباطی این شهر

1-5-3- آب و هوا و بارندگی:

روند ارتفاعات، عرض جغرافیایی، وجود دریای خزر، مدیترانه و سیاه و همچنین دریاچه ارومیه، توده‌های هوایی مختلف و ارتفاع از سطح دریا در تعیین آب و هوای آذربایجان نقش عمده‌ای به عهده دارد. گرچه آذربایجان از نواحی سردسیر کشور محسوب می‌شود، لیکن می‌توان آن را به نواحی سرد برفی (کلیمای Et) شامل ارتفاعات سهند و سبلان، نواحی معتدل شامل جلگه تبریز، اردبیل، سراب و جلگه‌های ساحلی دریاچه ارومیه و نواحی