

خطر زمین لرزه و ساخت و ساز در حریم گسل شمال تبریز و حریم گسلش گسلهای

زمین لرزه ای ایران

مهدی زارع، استادیار پژوهشکده زلزله شناسی پژوهشگاه

۱- چکیده

راستالغز راستگرد با مؤلفه فشاری (به نحوی که در بیشتر قسمت‌ها یال شمالی نسبت به یال جنوبی بالا آمده است) با وقوع حداقل ۱۶ زمین لرزه تاریخی، به عنوان گسلی زمین لرزه ای و فعال تلقی می شود. نگارنده در یک پژوهش پیشین نشان داد که روند گسل شمال تبریز با راستای شمال باختر- جنوب خاور، یک پهنه برخورد ساختاری مهم با سیستم گسله دهخوارقان- تبریز (با سازوکار راستالغز چپگرد) در ناحیه تبریز و پیرامون آن می سازد [۱]. در مقاله حاضر وضعیت ساخت و ساز در ناحیه نزدیک و پیرامون پهنه گسله، حریم گسل و نحوه ساخت و سازهای امروزی در شهرکهای جدید شمال و شمال خاور تبریز ارائه گردیده است.

در این مقاله، با توجه به بررسیهای روی زمین، در شهرکهای مختلف شمال تبریز، وضعیت ساخت و ساز و خطرهای مختلف زمین ساختی و ژئوتکنیکی در تمام گستره شمال این شهر تشریح گردیده است. در این راستا، ابتدا وضعیت لرزه زمین ساختی ناحیه تبریز به طور خلاصه معرفی شده است. به این منظور، از زلزله های تاریخی شهر تبریز و وضعیت کنونی لرزه خیزی در این شهر برای مشخص- ساختن روندهای لرزه زا بهره گیری شده است. علاوه بر آن، با استفاده از شواهد مربوط به پهنه های گسیختگی در زلزله های اخیر و مهم معیاری مقدماتی در مورد پهنای حریم گسل معرفی شده است. در نهایت، با ارائه شواهدی از بررسیهای انجام یافته بر روی زمین، مثالهایی از گستره عملیات احداث ساختمان (شهرک سازی، ساختمانهای پیش ساخته

گسل شمال تبریز که از بخشهای شمال خاوری، شمال و شمال باختری شهر تبریز عبور می نماید، به دلیل وقوع زمین لرزه های متعدد تاریخی و دوازده بار تخریب کامل شهر تبریز از گسلهای شناخته شده زمین لرزه ای ایران است. این گسل که زمانی با محدوده شهری تبریز فاصله داشت، هم اکنون بر اثر گسترش ساخت و ساز و شهرک سازی بر روی حریم آن، از میان شهرکهای جدید ساخته شده و در حال احداث در شمال تبریز عبور می نماید. با توجه به خطر گسیختگی مستقیم در شهر، گسلش در محدوده شهر تبریز و اثرهای حوزه نزدیک گسل در صورت وقوع زمین لرزه ای با بزرگای حدود ۶/۵ یا بیشتر، تلفات و خسارات فراوانی در تبریز پیش بینی می شود. با توجه به اهمیت شهر تبریز در شمال باختری ایران، سابقه لرزه خیزی، وجود نهشته های ماری- رسی و پتانسیل وقوع زمین لغزش، در این بررسی مشخص گردید که ساخت و ساز بر رو و در نزدیکی پهنه گسل شمال تبریز (در فاصله حدود ۲۰۰۰ متری از محور پهنه گسله) باید ممنوع و از گسترش ساخت و ساز موجود هرچه سریعتر جلوگیری گردد.

کلیدواژه ها: گسل شمال تبریز، حریم گسل، گسل زمین لرزه ای، تغییر مکان، ساخت و ساز، حوزه نزدیک.

۲- مقدمه

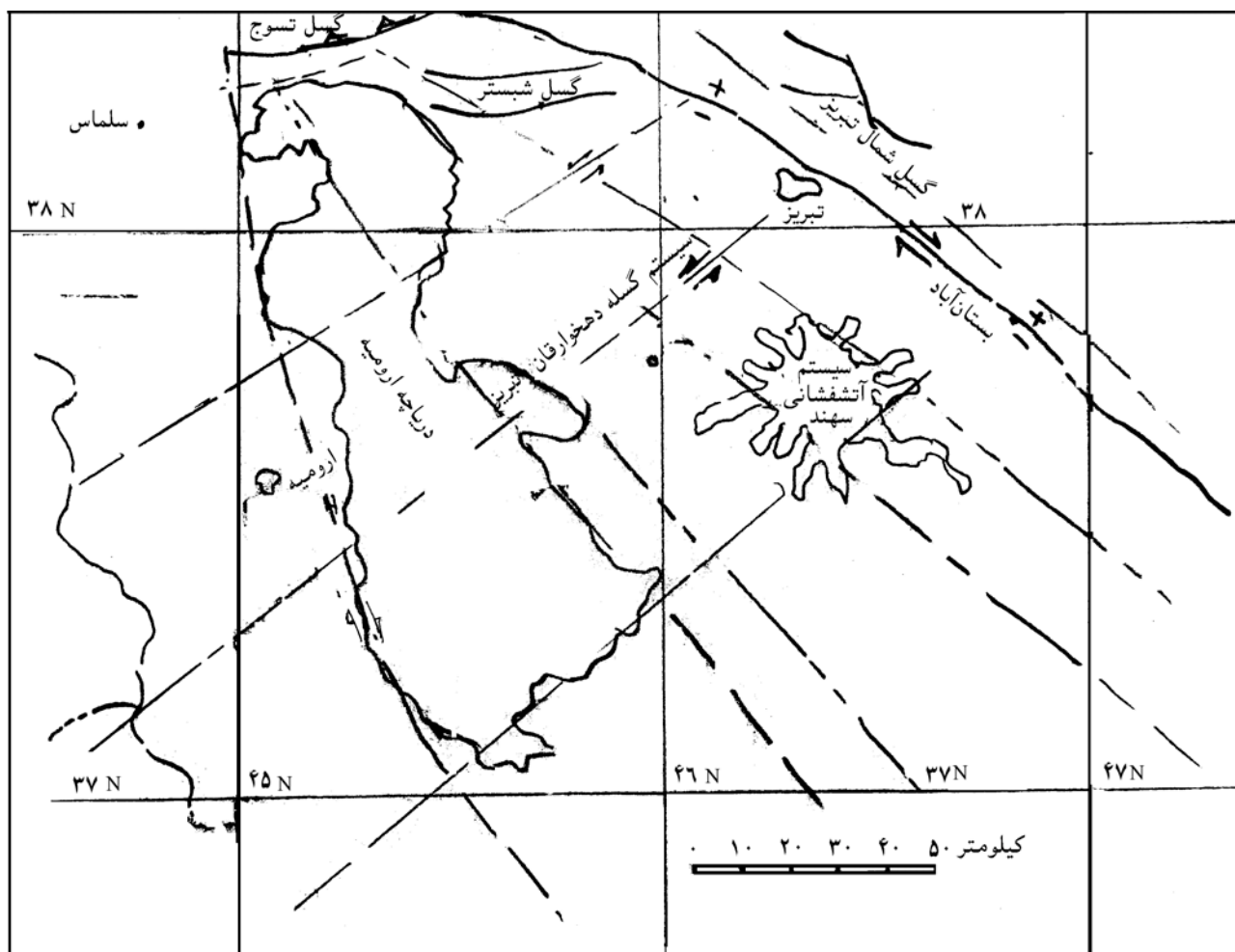
گستره شهر تبریز در شمال باختری ایران و در نزدیکی یکی از گسلهای مهم و شناخته شده زمین لرزه ای فلات ایران واقع شده است. گسل شمال تبریز با سازوکار عمدتاً

و برج سازی) و شریانهای حیاتی بر روی گسل شمال تبریز ارائه شده است.

۳- ویژگیهای لرزه زمین ساختی گسل شمال تبریز

سیستم گسل شمال تبریز در شمال و شمال خاوری فروافتادگی زمین ساختی دریاچه ارومیه، یک پهنه شکستگی با طول عمومی حدود ۲۵۰ کیلومتر می باشد (شکل ۱). توجه به وضعیت قرارگیری روندهای شکستگی در راستای گسل شمال تبریز با روند شمال باختر- جنوب خاور و سازوکار راستالغز راستگرد و فشاری و سیستم گسل دهخوارقان- تبریز با روند شمال خاور- جنوب باختر و سازوکار راستالغز چپگرد نشان می دهد که یک پهنه برخورد زمین ساختی در شمال باختری ایران شکل گرفته است. در

شکل (۱) مشخص شده است که روند دهخوارقان- تبریز دقیقاً در محل شهر تبریز با راستای سیستم گسله شمال تبریز تداخل می نماید. نگارنده در یک پژوهش پیشین [۱] نشان داد که چنین پهنه های برخوردی در ناحیه شمال باختر ایران، خاور ترکیه و ناحیه قفقاز عمومیت داشته و اساساً رخداد زمین لرزه های مخرب و ریخت لرزه خیزی عمومی این ناحیه با روندهای یاد شده کنترل می گردد. داده های شبکه محلی تله متری آذربایجان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ نمایانگر تمرکز رویدادهای لرزه ای با بزرگای ۱ تا ۴ در پیرامون سیستم گسل شمال تبریز و سیستم دهخوارقان- تبریز (بویژه در راستای ادامه آن در بخش جنوب باختری و باختر دریاچه ارومیه) می باشد.



شکل (۱): روندهای بنیادی در ناحیه تبریز- دریاچه ارومیه

۴- حریم گسلش گسلهای زمین لرزه ای ایران

با توجه به گسترش شهرنشینی و قرارگیری بسیاری از شهرها و مناطق مسکونی ایران در پای دامنه ها و قرارگیری روندهای گسله کواترنری در مرز بین کوه و دشت (در بسیاری موارد منطبق بر پای دامنه های کوهستانی)، مسأله حریم گسلش و چگونگی تعیین آن اهمیت ویژه ای یافته است. در این بررسی، بر روی پهنه گسل شمال تبریز مشخص شد که بسیاری از ساخت و سازهای کنونی در شمال و شمال خاوری شهر تبریز بر روی پهنه گسله صورت گرفته است. در بسیاری از موارد پهنه ساخت و ساز با تسطیح ناحیه پای دامنه (محل قرارگیری پهنه گسله) به بخشهای شمالی گسل شمال تبریز رسیده، به نحوی که این گسل هم اکنون از میان شهرکهای در حال احداث و به سرعت رو به گسترش- واقع در شمال تبریز عبور می نماید.

به منظور مطالعه حریم گسیختگی، پهنه گسیختگی های سطحی پیرامون گسلهای شناخته شده زمین لرزه ای ایران با توجه به فهرست زلزله های تاریخی و بازدیدهای محلی بررسی گردید. به این منظور، گسیختگی های ایجاد شده در پهنه پیرامون گسل های زمین لرزه ای در فلات ایران، با دقت در طول گسیختگی های سطحی و بزرگای زمین لرزه مربوطه، جمع آوری گردید. در مورد گسل شمال تبریز، آمبرسیز و ملویل [۲] برای دو رویداد زمین لرزه ۱۰۹۹ و ۱۱۵۸ هجری شمسی با طولهای گسیختگی به ترتیب ۱۱۸ و ۱۳۵ کیلومتر، گسیختگی های سطحی را در پهنه هایی به پهنای به ترتیب سه و چهار کیلومتر گزارش نموده اند (شکل ۳). نتایج این بررسی در مورد یازده زمین لرزه دیگر تاریخی و سده بیستم با توجه به کاتالوگ آمبرسیز و ملویل و بازدیدهای صحرائی نگارنده همراه با داده های مربوط به زمان و مکان پهنه رومرکزی به همراه بزرگا، طول گسیختگی سطحی و پهنای پهنه ای که در آن گسیختگی های سطحی در پیرامون گسل مشاهده می شوند، در جدول (۲) ارائه شده است. یادآوری این نکته لازم است که در مورد زلزله های یاد شده، داده های مطمئنی از گسترش گسیختگی های سطحی و طول آن در زمان رویداد زمین لرزه در دسترس بوده است؛

چنین روندهایی مؤید فعال بودن روند رده دوم دهخوارقان- تبریز حتی در حال حاضر است. در مقاله یاد شده بحث شد که زمین لرزه ۱۶۴۱ میلادی دهخوارقان (آذرشهر کنونی) به احتمال زیاد بر اثر جنبایی روند دهخوارقان- تبریز رخ داده است. به این ترتیب با در نظر گرفتن مرزها و گره های لرزه زمین ساختی (که یکی از آنها بر شهر تبریز منطبق است)، گسیختگی مجدد گسل شمال تبریز محرز می باشد.

۳-۱- بررسی تاریخچه لرزه خیزی ناحیه تبریز

گسل شمال تبریز در زمان تاریخی بارخداد زمین لرزه های مهمی موجب خسارات گسترده شده است (جدول ۱). جدول مذکور نشان می دهد که حداقل در مورد دو رویداد زمین لرزه ۱۰۹۹ هجری شمسی (آوریل ۱۷۲۱ میلادی) و ۱۱۵۸ هجری شمسی (ژانویه ۱۷۸۰ میلادی) گسیخته شدن گسل شمال تبریز محرز می باشد. از سال ۱۱۵۸ تاکنون زمین لرزه مهمی (با $M > 6$) بر اثر گسیخته شدن و جنبایی گسل شمال تبریز رخ نداده است. از این نظر شاید بتوان یک نبود احتمالی زمین لرزه های بزرگ و مخرب را به این سیستم گسله نسبت داد.

۳-۲- بررسی سیستم گسله شمال تبریز

مطالعه تفصیلی گسل شمال تبریز مشخص می سازد که روند یاد شده یک گسل منفرد نبوده، بلکه مجموعه ای از روندهای گسله است که به صورت آن- اشلان در دنباله یکدیگر قرار گرفته اند. در نقشه تفصیلی ساختارهای ناحیه تبریز و پیرامون (شکل ۲) سیستم شمال تبریز به صورت یک سیستم با سه قطعه گسلی: مرند- صوفیان با طول حدود ۷۵ کیلومتر، بستان آباد- تبریز با طول حدود ۱۱۰ کیلومتر و سیاه چمن با طول حدود ۵۰ کیلومتر تعیین شده است. در این شکل نشان داده شده است که سیستم گسله یاد شده به صورت یک پهنه برش ساده و فشاری عمل نموده، به نحوی که روند برش اصلی با راستای $N50-55W$ ، روند R_1 با راستای $N40-45W$ (هر دو با سازوکار راستالغز راستگرد)، روند R_2 با راستای $N0-7W$ و روند R'_2 (سیستم گسل دهخوارقان- تبریز) با راستای $N54-60E$ ریخت شکستگی های اصلی ناحیه را شکل می دهند.

جدول (۱): فهرست زمین لرزه های ناحیه تبریز

ردیف	تاریخ رویداد	زمان	مختصات پهنه رومرکز مهلززه ای		FD	mb	Ms	Mw	ML	Efa	مرجع	ناحیه
			عرض شمالی	طول خاوری								
۱	۸۵۸		۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰			۶/۰				Amb	تبریز
۲	۱۰۲۴/۱۱/۰۴	۱۸:۰۰:۰۰	۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰			۷/۶				Amb	تبریز
۳	۱۲۷۳/۰۱/۱۸	۱۸:۰۰:۰۰	۳۸/۴۰۰	۴۵/۸۰۰							Amb	تبریز
۴	۱۳۰۴/۱۱/۰۷	۲۴:۰۰:۰۰	۳۸/۵۰۰	۴۵/۵۰۰			۶/۷				Amb	تبریز
۵	۱۳۰۵/۰۴/۱۶		۳۸/۵۰۰	۴۶/۰۰۰							Am?	آذربایجان
۶	۱۳۴۵		۳۸/۲۰۰	۴۶/۰۰۰							Amb	تبریز
۷	۱۴۳۶		۳۸/۵۰۰	۴۶/۰۰۰							Am?	آذربایجان
۸	۱۴۵۹		۳۸/۰۰۰	۴۶/۲۰۰							Am?	آذربایجان
۹	۱۵۵۰		۳۷/۸۰۰	۴۶/۰۰۰							Amb	تبریز
۱۰	۱۶۴۱/۰۲/۰۵	۱۸:۰۰:۰۰	۳۷/۹۰۰	۴۶/۱۰۰			۶/۸				Amb	دهخوارقان
۱۱	۱۶۶۴		۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰							Amb	تبریز
۱۲	۱۷۱۷/۰۳/۱۷	۰۶:۰۰:۰۰	۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰			۵/۹				Amb	تبریز
۱۳	۱۷۲۰		۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰							Amb	
۱۴	۱۷۲۱/۰۴/۲۶	۰۷:۰۰:۰۰	۳۷/۹۰۰	۴۶/۷۰۰			۷/۷			*	Amb	تبریز
۱۵	۱۷۸۰/۰۱/۰۸	۲۴:۰۰:۰۰	۳۸/۲۰۰	۴۶/۰۰۰			۷/۷			*	Amb	تبریز
۱۶	۱۷۸۶/۱۰/۰۰	۱۸:۰۰:۰۰	۳۸/۳۰۰	۴۵/۶۰۰			۶/۳				Amb	مرند
۱۷	۱۸۰۶/۰۵/۰۰		۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰							Amb	
۱۸	۱۸۱۲/۰۵/۱۴	۲۴:۰۰:۰۰	۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰							Amb	
۱۹	۱۸۱۲/۰۶/۲۳	۱۴:۰۰:۰۰	۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰							Amb	
۲۰	۱۸۱۹/۰۱/۰۰		۳۸/۰۰۰	۴۶/۵۰۰							Amb	تبریز
۲۱	۱۸۲۰/۰۶/۰۰		۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰							Amb	
۲۲	۱۸۲۳/۱۲/۰۰		۳۸/۱۰۰	۴۶/۶۰۰							Amb	
۲۳	۱۸۳۱		۳۸/۱۰۰	۴۶/۳۰۰							Amb	
۲۴	۱۸۴۵/۰۷/۰۹	۱۳:۰۰:۰۰	۳۸/۴۰۰	۴۵/۵۰۰							Amb	
۲۵	۱۸۵۶/۱۰/۰۴	۲۰:۰۰:۰۰	۳۸/۲۰۰	۴۶/۵۰۰							Amb	تبریز
۲۶	۱۹۰۵/۰۱/۰۹	۰۶:۱۷:۰۰	۳۷/۰۰۰	۴۸/۶۸۰			۶/۲				Amb	
۲۷	۱۹۷۱/۰۲/۱۱	۰۱:۴۱:۴۰	۳۸/۳۳۲	۴۶/۸۹۱	۴۸	۴۱					NEIC	
۲۸	۱۹۷۳/۰۱/۰۶	۱۵:۳۹:۲۰	۳۸/۰۰۳	۴۶/۴۲۷	۲۴	۴۲					NEIC	
۲۹	۱۹۷۵/۱۱/۱۹	۲۳:۲۱:۲۰	۳۸/۳۵۷	۴۵/۶۴۴	۳۹	۳۸					NEIC	
۳۰	۱۹۸۰/۱۰/۱۰	۱۱:۰۹:۵۰	۳۸/۳۱۵	۴۵/۷۷۰	۳۳	۴۷					NEIC	
۳۱	۱۹۸۲/۱۱/۰۴	۰۰:۴۵:۵۰	۳۸/۵۰۰	۴۵/۵۷۸	۳۳	۴۲					NEIC	
۳۲	۱۹۸۴/۰۸/۱۱	۱۶:۳۳:۴۰	۳۸/۴۴۲	۴۶/۶۹۹	۱۰	۳۷					NEIC	
۳۳	۱۹۸۴/۰۸/۲۴	۱۱:۳۱:۴۰	۳۸/۴۶۰	۴۵/۹۴۳	۱۰	۴/۹					NEIC	
۳۴	۱۹۸۷/۰۷/۲۲	۱۸:۰۵:۲۰	۳۸/۰۶۳	۴۶/۶۲۰	۲۰	۴/۲	۳/۸				NEIC	
۳۵	۱۹۹۳/۰۳/۱۵	۱۵:۳۲:۳۸	۳۸/۱۰۲	۴۵/۸۰۷	۱۰	۴/۲	۴/۸				NEIC	
۳۶	۱۹۹۳/۰۵/۲۵	۱۸:۳۸:۲۵	۳۷/۵۵۷	۴۵/۹۶۱	۳۳	۴/۱					NEIC	
۳۷	۱۹۹۵/۰۵/۱۸	۰۰:۵۲:۰۰	۳۸/۲۹۲	۴۵/۶۹۹	۳۳	۴/۲					NEIC	
۳۸	۱۹۹۹/۰۸/۱۹	۰۴:۳۳:۱۵	۳۸/۳۰۰	۴۶/۴۵۰	۳۳	۴/۶					NEIC	

از گسل که گسیختگی به آن نسبت داده شده است (با در نظر گرفتن مسأله قطعه بندی) ۰/۳۷ می باشد [۳]. با توجه به داده های جدول (۲) و با اعمال رگرسیون خطی رابطه های تجربی بین بزرگا (M_w) و پهنای پهنه گسیختگی های سطحی پیرامون گسل زمین لرزه ای

بنابراین، گسلهای زمین لرزه ای که داده مطمئنی از پهنای پهنه گسلش سطحی آنها در دسترس نبود، از مطالعه حاضر حذف شده است. نگارنده در مطالعه ای نشان داد که بر اساس داده های مربوط به ۲۳ گسل زمین لرزه ای در فلات ایران میانگین نسبت طول گسیختگی های سطحی به طول قطعه ای

W به کیلومتر) مطابق رابطه (۱) به دست آمده است:

$$M_w = a + b \ln W + \sigma \cdot P \quad (1)$$

در رابطه (۱)، σ انحراف معیار است که با قرار دادن $P=1$ به مقدار محاسبه شده اضافه می شود ($P=0$ برای محاسبه مقدار میانگین). بر اساس مقدارهای جدول (۲)، مقدارهای a ، b و σ و ضریب همبستگی (R) مطابق رابطه (۲) به دست آمده است:

$$\begin{aligned} a &= 6.88 \\ b &= 0.34 \\ \sigma &= 0.61 \\ R &= 0.61 \end{aligned} \quad (2)$$

در این رابطه خطای استاندارد (Standard Error) برای ضریب $a=0.16$ و برای ضریب $b=0.13$ می باشد. یادآوری می شود که با فرم لگاریتمی رابطه (۲)، بهترین میزان ضریب همبستگی به دست آمده است. به عبارتی، فرم های دیگر ممکن (از جمله لگاریتم در مبنای ۱۰ و رابطه غیر لگاریتمی) نیز امتحان شده، ولی مقدارهای ضریب همبستگی کمتر از مقدار مذکور حاصل شده است. رابطه (۲) را می توان در شکل (۴) بین مقدارهای پهنای پهنه گسیختگی سطحی و M_w مشاهده نمود (بر اساس داده های جدول ۲). لازم به ذکر است که بر اساس مطالعات پیشین، مقدار M_w به عنوان مقیاس مبنای برای اندازه زمین لرزه انتخاب شده است و با توجه به همبستگی این مقیاس با $m_b < 6$ و $M_s > 6$ مقدارهای یاد شده در جدول (۲)، بر اساس M_w مرتب شده و در محاسبه

حاضر به کار رفته اند.

رابطه تجربی بین پهنای پهنه گسیختگی سطحی با طول گسیختگی سطحی گسل زمین لرزه ای (هر دو به کیلومتر) با استفاده از رابطه تجربی (۳) که بیشترین ضریب همبستگی ممکن را با استفاده از لگاریتم در مبنای ۱۰ برای طول گسیختگی قطعه گسله نشان داده است، به دست آمد:

$$W = 10^{(a+b \log L_R)} + \sigma \cdot P \quad (3)$$

با استفاد از رگرسیون خطی، ضرایب نشان داده شده در رابطه (۳) به صورت رابطه (۴) به دست می آید:

$$\begin{aligned} a &= -0.45 \\ b &= 0.48 \\ \sigma &= 0.70 \\ R &= 0.71 \end{aligned} \quad (4)$$

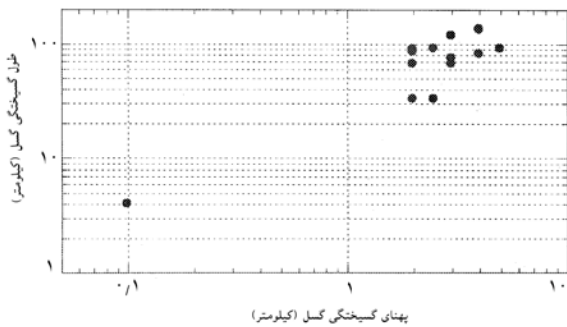
در این رابطه خطای استاندارد برای ضریب $a=0.42$ و برای ضریب $b=0.20$ می باشد. ضرایب این رابطه بر اساس داده های جدول (۲) حاصل و در شکل (۵) نمایش داده شده است؛ بنابراین، بادر نظر گرفتن طول کلی حدود ۲۵۰ کیلومتری مربوط به قطعه های مختلف گسل شمال تبریز و احتمال گسیختگی در ۰/۳۷ از طول گسل در یک زمین لرزه محتمل در آینده، پهنای پهنه گسیختگی های سطحی (حریم گسله)، 3.1 ± 0.7 کیلومتر به دست می آید. در نهایت تأکید می شود که در هنگام استفاده از



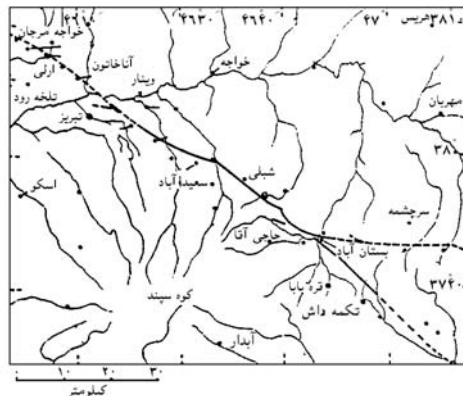
شکل (۲): نقشه تفصیلی روند شکستگی های بنیادی و خطواره های پیرامون تبریز، تهیه شده بر اساس تصاویرهای هوایی، ماهواره ای و بازدیدهای صحرایی

جدول (۲): فهرست گسل‌های زمین لرزه ای ایران با داده های مربوط به طول گسیختگی و پهنای پهنه گسیختگی سطحی در پیرامون گسل. به همراه بزرگا و سازوکار گسله

مرجع	سازوکار لغزش	پهنای پهنه گسیختگی در سطح (حزیم گسلی) (کیلومتر)	طول گسیختگی (کیلومتر)	بزرگا			پهنه زمین لرزه ای	نام گسل	مختصات پهنه زمین لرزه ای		تاریخ رویداد	رده
				Mw	Ms	mb			عرض شمالی	طول خاوری		
[۱]	-	۲/۵	۳۳		۷/۰		مومن آباد (خاور بیرجند)	نوزاد	۳۷/۹۰	۵۹/۸۰	۱۳۹۳/۰۱/۱۰	۱
[۲]	رستانفر - فشاری	۳	۱۱۸		۷/۷		جنوب خاور تبریز (شمالی بستان آباد)	شمال تبریز	۳۷/۹۰	۴۴/۴۵	۱۷۲۱/۰۴/۲۴	۲
[۳] و بازدید محلی	رستانفر - فشاری	۴	۱۳۵		۷/۷		تبریز	شمال تبریز	۳۸/۱۴	۴۴/۳۸	۱۷۸۱/۰۱/۰۸	۳
[۴] و بازدید محلی	رستانفر - فشاری	۲/۵	۹۲		۵/۹	۵/۳	تشریز	درونه	۳۵/۲۰	۵۸/۳۵	۱۹۰۳/۰۹/۲۵	۴
[۴]	رستانفر	۲	۴۷		۷/۴		سیلاخور	درون	۳۲/۵۰	۴۹/۰۸	۱۹۰۳/۰۱/۲۳	۵
[۴]	رستانفر - فشاری	۳	۴۷		۷/۳		باغان - گرماب (که داغ)	باغان	۳۷/۵۰	۵۸/۰۴	۱۹۲۹/۰۵/۰۱	۶
[۲] و بازدید محلی	فشاری - رستانفر	۲	۳۳		۷/۲		سلمان	زمین لرزه ای سلمان	۳۸/۱۲	۳۴/۷۰	۱۹۳۰/۰۵/۰۶	۷
[۲]	فشاری - رستانفر	۲	۸۲		۷/۲	۶/۹	بومین زهرا	ایبک	۳۸/۷۰	۴۹/۸۰	۱۹۴۶/۰۹/۰۱	۸
[۲] و بازدید محلی	رستانفر	۲	۸۵		۷/۴	۶/۰	دشت بیاض	دشت بیاض	۳۴/۰۵	۵۸/۸۰	۱۹۶۸/۰۸/۳۱	۹
[۲] و بازدید محلی	رستانفر - فشاری	۵	۹۲	۷/۴	۷/۳	۶/۷	طیسی	طیسی	۳۳/۵۸	۵۶/۹۵	۱۹۷۸/۰۹/۱۶	۱۰
[۳] و بازدید محلی	فشاری - رستانفر	۳	۷۵	۷/۲	۷/۷	۶/۴	منجیل	منجیل	۳۴/۹۵	۴۹/۴۰	۱۹۹۰/۰۴/۲۰	۱۱
[۴] و بازدید محلی	رستانفر	۰/۸	۴	۶/۱	۶/۱	۶/۱	سفیدابه - سیستان	سفیدابه	۳۱/۰۰	۶۰/۵۰	۱۹۹۶/۰۶/۲۳	۱۲
[۵] و بازدید محلی	رستانفر - فشاری	۲	۹۰	۷/۲	۷/۷	۶/۴	اردکول (فان)	حاجی آباد	۳۴/۴۵	۶۰/۱۰	۱۹۹۷/۰۵/۱۰	۱۳



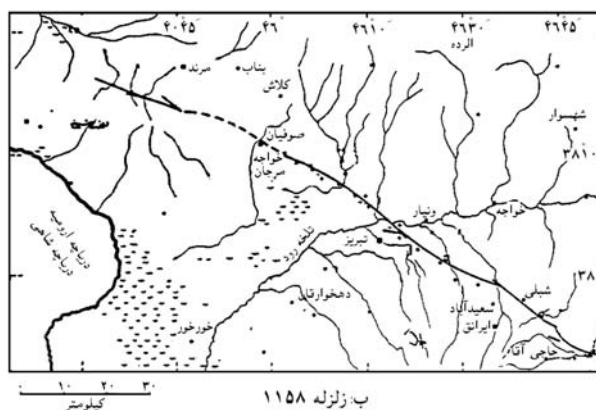
شکل (۵): رابطه بین پهنای پهنه گسیختگی سطحی پیرامون گسل زمین لرزه با طول گسیختگی سطحی گسله برای ۱۳ گسل زمین لرزه ای ایران (داده های جدول ۲)



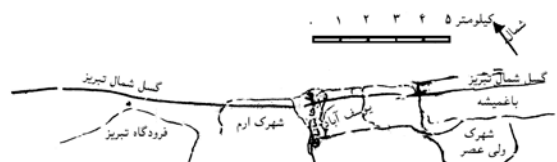
الف: زلزله ۱۰۹۹

۵- وضعیت کنونی ساخت و ساز در شهرکهای شمال شهر تبریز

در بازدیدهای انجام شده در اردیبهشت و مردادماه سال ۱۳۸۰ از پهنه گسل شمال تبریز در ناحیه شمال شهر تبریز، مشخص گردید که ساخت و ساز بی رویه ای بر روی پهنه گسله در شهرکهای باغمیشه، ولی امر، یوسف آباد و ارم در حال انجام است. در این بازدیدها معلوم شد که حریم مشخص شده برای ساخت و ساز در این شهرکها از گسل شمال تبریز فراتر رفته و عملاً پهنه گسیختگی های سطحی این گسل در میان و بخشهای شمالی این شهرکها واقع می شود. محدوده تقریبی شهرکهای یاد شده در شکل (۶) مشخص شده است.

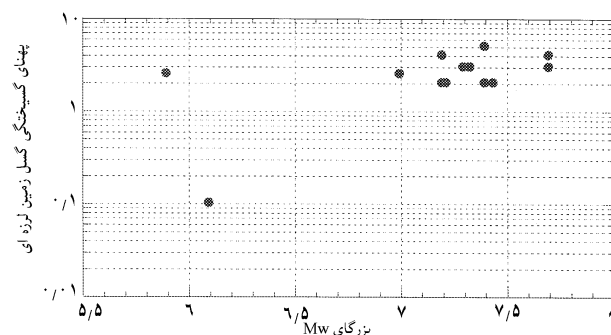


شکل (۳): گسلش سطحی زمین لرزه، مربوط به جنبایی گسل زمین لرزه ای تبریز الف: زمین لرزه ۱۰۹۹، ب: زمین لرزه ۱۱۵۸ [۲]



شکل (۶): محدوده تقریبی شهرکهای واقع در شمال شهر تبریز و محل قرارگیری گسل شمال تبریز (با تشکر از آقایان مهندس: فرید، رضایی تبریزی و شهناز برای کمک به مشخص کردن محل تقریبی شهرکهای در حال احداث بر روی نقشه)

در تصویرهای (۱) و (۲) به ترتیب بخشهایی از شهرکهای باغمیشه و ولی امر در یک نمای عمومی بر روی پهنه گسله شمال تبریز (در پای دامنه های شمالی این شهر) مشخص شده اند. شهرک باغمیشه (در زمان نگارش این مقاله) در هفت فاز در ناحیه شمالی تبریز در حال احداث است و عمدتاً



شکل (۴): رابطه بین بزرگای گشتاوری و پهنای پهنه گسیختگی سطحی پیرامون گسل زمین لرزه ای بر اساس داده های ۱۳ گسل زمین لرزه ای ایران (داده های جدول ۲)

این رابطه برای محاسبه حریم گسلش گسلهای کواترنری و بنیادی ایران لازم است تا ابتدا مقدار L_R با در نظر گرفتن 0.37 کل قطعه گسله (L_F) موجود در منطقه مورد نظر (و یا در بعضی محاسبات محافظه کارانه 0.50 کل طول قطعه گسله) در نظر گرفته شود.



ب



پ



ت

تصویر (۳): الف) ساخت و ساز در شهرک باغمیشه بر پای دامنه و مرز بین کوه و دشت رسیده و حتی از آن گذر کرده است. ب، پ و ت) ساخت و ساز در شهرک باغمیشه بر روی پهنه گسله در دو شیب دامنه محل عبور گسل شمال تبریز

پهنه گسله در حال احداث می باشد (تصویر ۴، الف تا پ). یادآوری می شود که علاوه بر احتمال گسیختگی مستقیم بر اثر گسلش و در نتیجه تخریب ساختمان بر اثر گسلش

در ناحیه شیبدار روی دامنه محل عبور گسل شمال تبریز بنا می شود (تصویر ۳، الف تا ت). در تصویر (۳، الف)، مشخص شده است که ساخت و ساز در شهرک باغمیشه به پای دامنه ای (مرز بین کوه و دشت) که محل عبور شاخه اصلی گسل شمال تبریز است، رسیده و حتی ساخت و ساز در شمال این مرز در حال انجام می باشد. در فاز یک شهرک باغمیشه نیز ساختمانهای بلند و برج بر روی



تصویر (۱): فاز یک شهرک باغمیشه بر روی پهنه گسلی گسل شمال تبریز



تصویر (۲): بخشهایی از شهرک ولی امر بر روی پهنه گسلی گسل شمال تبریز



الف

گسیختگی و تجربه زلزله های طبس (۱۳۵۷) و منجیل (۱۳۶۹) در فلات ایران و کوجائی (۱۳۷۸) در فلات آناتولی (ترکیه)، در راستای گسل شمال تبریز محتمل است. بر اثر جهت پذیری در صورت حمله جبهه گسیختگی به سوی شهر تبریز، اثرهای حوزه نزدیک و خرابیهای گسترده، نه تنها در ساختمانهای کوتاه، بلکه در ساختمانهای بلند بر اثر جنبشهای با دوام ظاهری کم ولی بسیار شدید با پیروید بلند و با تغییر مکان افقی بسیار زیاد محتمل می باشد؛ بنابراین، با هر دو استدلال (بر اساس گسیختگی مستقیم گسله و احتمال وقوع جهت پذیری در نزدیکی پهنه گسیختگی اصلی)، ساخت و ساز در حریم گسل شمال تبریز (و گسلهای زمین لرزه ای مهم دیگر در فلات ایران) خسارتهای گسترده ای را در آینده، بسیار محتمل می سازد؛ لذا، چنین ساخت و سازهایی در حریم گسله باید هر چه سریعتر متوقف شود. علاوه بر مسأله احداث ساختمان، نحوه انتخاب محل برای شریانهای حیاتی نیز باید با دقت مورد توجه قرار گیرد. تصویر (۵) نشان می دهد که دکلهای انتقال نیرو فشار قوی در حریم گسل شمال تبریز در فاز یک شهرک باغمیشه احداث شده است. در صورت بروز یک زمین لرزه شدید ($M > 7$)، که انتظار وقوع آن با توجه به سابقه لرزه خیزی ناحیه بسیار محتمل است) قطع این شریانهای حیاتی میزان آسیبها را دو چندان خواهد نمود.



الف



ب



پ

تصویر (۴، الف، ب، پ): احداث ساختمانهای بلند و برج در فاز یک شهرک باغمیشه در شمال تبریز



تصویر (۵): دکلهای خطوط انتقال نیروی فشار قوی احداث شده بر روی حریم گسیختگی گسل شمال تبریز (در فاز یک شهرک باغمیشه)

مستقیم، وقوع جهت پذیری در صفحه گسیختگی و حمله گسیختگی به سمت شهر تبریز با توجه به نزدیکی به پهنه

هجری شمسی به خسارتهای گسترده ای به منزلهای مسکونی منجر گردید. در این تصویرها، مشخص است که احداث مجتمع در پای این دامنه های ناپایدار و بر رو و در نزدیکی لبه های آن ادامه یافته است. در تصویر (۷) یک لغزش در دامنه شمال باختری تپه کوی ولی عصر (بدون



الف: لبه های کاسه لغزش



ب: کاسه لغزش



پ: پدیدار شدن شمع کوبی های انجام شده در زیر آپارتمانهای احداث شده

با توجه به جنس نهشته های سطحی نفوژن و کواترنری (که اکثراً ماری و رسی و در بخشهای سطحی بسیار هوازده می باشند) خطر دیگری که شهر تبریز و بویژه بخشهای شمال و شمال خاوری آن را تهدید می کند، خطر زمین لغزش (گسیختگی دامنه و ناپایداری زمین) است. در تصویر (۶) احداث مجتمع های مسکونی و آموزشی در پا و بر روی دامنه های تپه کوی ولی عصر مشخص شده است. در این ناحیه، لغزشهای متعددی در ابتدای دهه هفتاد



الف: مجتمع های مسکونی و آموزشی احداث شده در بخش باختری شهرک ولی عصر



ب: احداث آپارتمان در کناره های دامنه های با احتمال لغزش



پ: شیب تند دامنه های با احتمال لغزش

تصویر (۶): شهرک ولی عصر: بررسی وضعیت ناپایداری دامنه ای

وابسته بوده و حتی قبل از رویداد یک زمین لرزه مهم، می توان وقوع لغزشهای دامنه ای را در چنین نواحی انتظار داشت.

۶- نتیجه گیری و پیشنهاد

در این مقاله مسأله حریم گسیختگی های سطحی در پیرامون یک گسل زمین لرزه ای بر اساس سابقه لرزه خیزی و گسلش در شمال شهر تبریز، بررسی گردید. به این منظور با مراجعه به داده های موجود از گسلش زمین لرزه ای مربوط به زلزله های تاریخی و سده بیستم فلات ایران، رابطه های تجربی بین بزرگای گشتاوری و پهنای پهنه گسیختگی های سطحی (حریم گسل) و این پهنای و طول گسیختگی سطحی در زمان زمین لرزه توسعه داده شد. با استفاده از این رابطه ها، پهنای حریم گسل شمال تبریز $0.7 \pm 3/1$ کیلومتر (با دیدی محافظه کارانه و با لحاظ کردن کل طول ۲۵۰ کیلومتری برای مجموعه سه قطعه گسل شمال تبریز) به دست آمد. ساخت و ساز در حریم گسلهای زمین لرزه ای و کوتاه تر در فلات ایران به سه دلیل زیر باید ممنوع و محدود گردد:

۱- احتمال گسیختگی مستقیم بر اثر گسلش در راستای گسل کوتاه ترنری یا زمین لرزه ای، که می تواند موجب افزایش خسارتها و تلفات گردد.
۲- با عنایت به مسأله جهت پذیری در حوزه نزدیک گسل (نظیر گسل شمال تبریز)، می توان انتظار داشت که در صورت حمله جبهه گسیختگی به سمت ساختگاه مورد نظر (تبریز) جنبشهای بسیار شدیدی با پیرو بلند و تغییر مکانهای افقی بسیار زیاد اتفاق افتد.

۳- نهشته های دامنه ای مارن و رس که بر روی حریم گسلهای کوتاه ترنری و زمین لرزه ای (نظیر گسل شمال تبریز) واقعند، پتانسیل بسیار زیادی برای لغزش و ایجاد شکافهای سطحی و ناپایداری دامنه ای دارند. با توجه به موارد ذکر شده برای ادامه مطالعات در ناحیه شمالی تبریز پیشنهادهای زیر ارائه می گردد:

۱- با توجه به احداث شهرکهای جدید در این ناحیه و افزایش سریع تراکم ساکنان در منطقه شمال



ت: نهشته های گسیخته شده و جریان یافته (احتمالاً بر اثر بارندگی)

تصویر (۷، الف، ب، پ و ت): لغزش در بخش باختری دامنه تپه ای که شهرک ولی عصر روی آن احداث شده است.

ارتباط بارخداد زمین لرزه و به احتمال زیاد در پی بارندگی های فصلی) مشخص شده است. بدیهی است که در چنین وضعیتی ناپایداری، انتظار رخداد خسارتهای گسترده بر اثر لغزشهای وسیع پس از رویداد یک زمین لرزه شدید وجود دارد. در نهایت، با معرفی یک زمین لغزش که در شمال شهرک ارم (شمال باختری تبریز) که بر اثر تسطیح و خاکبرداری برای احداث خیابان در حریم گسل شمال تبریز رخ داده است، ارتباط این دو پدیده (زمین لغزش و گسلش) توضیح داده می شود. تصویر (۸) برای بیان مهمترین خطرهای زمین شناختی که شهر تبریز را تهدید می کند، بسیار گویا می باشد. در این شکل، رویداد لغزش بر روی پهنه گسیختگی های مربوط به شاخه اصلی گسل شمال تبریز نشان داده و مشخص گردیده است که پدیده زمین لغزش و ناپایداری دامنه ای بسیار به پدیده گسلش و پهنه های گسیختگی



تصویر (۸): زمین لغزش در شمال شهرک ارم (شمال باختری تبریز) در حریم گسیختگی گسل شمال تبریز

تبریز، اولویت مطالعه با تعیین دقیق موقعیت گسل‌های همراه با سیستم گسل شمال تبریز و مشخص کردن حریم دقیق و احتمال تغییر مکان در هر محل می باشد.

۲- لازم است با توجه به وضعیت نهشته های سطحی، نقشه زمین شناسی مهندسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ (یا کمتر) برای گستره تمام شهرکهای واقع در پهنه گسل شمال تبریز تهیه شود. در چنین نقشه هایی می توان پهنه های با احتمال گسیختگی و لغزش بالا و محل‌های گسیخته شده قبلی را با توجه به موقعیت گسل شمال تبریز مشخص نمود.

۳- گسترش شبکه لرزه نگاری محلی آذربایجان (زیر نظر مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران هم اکنون با هشت ایستگاه در حال کار است) به یک شبکه منطقه ای با تعداد ایستگاههای بیشتر می تواند به ثبت دقیقتر و پوشش گسترده تر لرزه خیزی ناحیه بویژه لرزه خیزی حاصل از گسل شمال تبریز کمک فراوانی نماید.

یادآوری می شود که تحقیق اولویت اول در پیشنهاد های ارائه شده در حال حاضر توسط نگارنده پیگیری می شود و ان شاء الله انجام اولویت دوم نیز بزودی و پس از شناسایی دقیق گسترش و وضعیت هندسی گسیختگی های سطحی در ناحیه گسل شمال تبریز آغاز خواهد گردید. بدیهی است انجام اولویتهای سوم و چهارم (که می توانند همزمان نیز صورت پذیرند) نیازمند صرف نیرو، وقت بیشتر و کار جمعی

و سازمان یافته می باشد.

در پایان بار دیگر بر لزوم توقف ساخت و ساز بی رویه در شهرکهای واقع بر روی حریم گسل شمال تبریز به دلیل احتمال خطر بالای جانی و مالی در پی یک رویداد زمین لرزه ای، تأکید می گردد.

۷- مراجع

۱- زارع، مهدی. "بررسی زمین ساختی و تحلیل راستای بردار لغزش در ناحیه دریاچه ارومیه"، پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال سوم، شماره سوم، پاییز ۷۹، صص ۳۱-۳۸.

۲- آمبرسیز، ن. ن؛ ملویل، ج. "تاریخ زمین لرزه های ایران"، (ترجمه ابوالحسن رده)، تهران: انتشارات آگاه، ۱۳۷۰.

3.Zare, M., "Site Dependent Attenuation of Strong Ground Motions in Iran, Seismic Zonation", 5th Int. Conf., Proc. Vol.2, PP. 1221-1227, 1995.

۴- زارع، مهدی و [همکاران]، "گزارش زمین لرزه ۴ اسفند ۱۳۷۲، سفیدابه، سیستان و بلوچستان"، گزارش شماره ۲۲-۹۵-۷۳، تهران: مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۷۳.

۵- نیکزاد، خشایار و [همکاران]، "گزارش مقدماتی زمین لرزه ۷۶/۲/۲۰، اردکول" (قائن- بیرجند)، پژوهشنامه مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال ششم، شماره اول، بهار ۷۶، صص ۴۵-۵۳. ▶