جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

دستورالعمل ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی

(زیر نظر کمیته تدوین ضوابط گسلی)

شماره نشر:

چاپ اول: آذرماه ۱۳۹۹

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

کمیته تهیه و تدوین (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر علی بیت اللهی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی / عضو
دکتر محسن تهرانی زاده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر / **رئیس**
دکتر سید محسن حائری	دانشگاه صنعتی شریف / عضو
دکتر مهدی خوش کردار	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی / عضو
دکتر حمزه شکیب	دانشگاه تربیت مدرس تهران / عضو
دکتر مرتضی طالبیان	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی / عضو
مهندس علی‌اصغر طاهری بهبهانی	مهندسین مشاور / عضو
دکتر محمدرضا عباسی	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی / عضو
دکتر منوچهر قرشی	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی / عضو
دکتر سید سهیل مجیدزمانی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی / عضو
دکتر زهرا محمدی اصل	کارشناس آزاد / عضو
مهندس سعید منتظر القائم	کارشناس آزاد / عضو

کمیته اجرایی و راهبردی (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

دکتر محمد شکرچی زاده

دکتر سعید بختیاری

دکتر عاطفه جهان‌محمدی

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۲۰۰۱

پیشگفتار

جابه‌جایی گسل‌ها در هنگام زلزله، همواره اثرات شدید و مخربی روی سازه‌های احداث شده بر آن داشته و در زلزله‌های گذشته، مواردی از تأثیر زلزله بر ساختمان‌ها، مستحدثات و شریان‌های حیاتی مشاهده شده است. بررسی این شواهد با هدف شناسایی و تعریف اقدامات پیشگیرانه در جهت کاهش خسارات و تلفات ناشی از زلزله نشان می‌دهد با رعایت فاصله مناسب از گسل‌های فعال، می‌توان از تخریب ساختمان‌ها جلوگیری و تلفات جانی ناشی از آن را کاهش داد. بنابراین وجود دستورالعملی برای ساخت ساختمان‌ها در پهنه‌های اطراف گسل الزامی بوده و عدم ساخت و ساز در اطراف گسل‌های فعال، می‌تواند آسیب‌های وارده به سازه‌ها را کاهش دهد.

پیرو مصوبات شورای عالی معماری و شهرسازی در زمینه مشخص شدن حرائم گسل‌ها در طرحهای تفضیلی شهری و در راستای اقدامات صورت گرفته در معاونت پیشگیری و کاهش خطرپذیری سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران برای ابلاغ حرائم گسل‌ها و مطالعه در زمینه ضوابط احداث بنا در این مناطق، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی با استناد بر مصوبه شماره ۱۷۷۴۳/۳۰۰ شورایعالی شهرسازی و معماری ایران به تاریخ ۹۷/۰۲/۰۳، وظیفه تدوین "دستورالعمل ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی" را بر عهده گرفت. در همین راستا، کمیته‌ای متشکل از صاحبنظران دانشگاهی و حرفه‌ای برای تدوین این دستورالعمل در دفتر تدوین ضوابط و استانداردها مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تشکیل شد. بررسی جدیدترین تحقیقات بعمل آمده در سایر کشورها، تجربیات داخلی از زلزله‌های گذشته، یافته‌های حاصل از مطالعات پژوهشی صورت گرفته در بخش‌های تخصصی مرکز و همچنین، مطالعات اولیه صورت گرفته توسط معاونت پیشگیری و کاهش خطرپذیری سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران از جمله مواردی است که در این کمیته مورد بررسی و واکاوی قرار گرفته‌است.

با توجه به اینکه شناخت رفتار ساختمان‌ها در مواجهه با فعالیت گسل‌ها، مستلزم انجام مطالعات میدانی، آزمایشگاهی، پژوهشی و عددی بسیار می‌باشد و این موضوع از قدمت زیادی در سابقه مطالعات برخوردار نیست، هنوز آئین‌نامه بین‌المللی مشخص و جامعی برای تعریف معیارهای دقیق طراحی ساختمان‌ها با درنظر گرفتن اثر فعالیت گسلها ارائه نشده است. به همین دلیل و با توجه به شرایط کشور، طرح موضوعات حائز اهمیت در بارگذاری، مدلسازی، طراحی و اجرای ساختمان‌ها در پهنه‌های گسلی در اولویت قرار گرفت. به این ترتیب، مجموعه مطالب ارائه شده

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
نوبت مصوبه بورخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۱ اعالی

در سند حاضر در قالب یک دستورالعمل و به عنوان تکمله‌ای بر مباحث مقررات ملی ساختمان و آئین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است در این دستورالعمل، ساخت ساختمانهای با اهمیت بسیار زیاد در پهنه‌های گسلی غیرمجاز دانسته شده و احداث ساختمان‌های با اهمیت زیاد، منوط به رعایت تمهیدات عادی یا ویژه گردیده است. به عبارت دیگر، این دستورالعمل به طور عام برای ساختمان‌های با اهمیت متوسط و کم تدوین شده است.

مهندسین و مجریان ساختمان می‌بایست در زمان مدلسازی و طراحی ساختمانها و همچنین، ارائه طرحهای اجرایی برای ساختمان‌های واقع در پهنه‌های گسلی، علاوه بر ضوابط ارائه شده در مراجع الزامی بارگذاری و طراحی، ملاحظات این دستورالعمل را نیز مورد توجه قرار دهند. لازم به ذکر است، اطلاعات مرتبط با گسل‌ها و پهنه‌های گسلی، از طریق معاونت شهرسازی و معماری وزارت راه و شهرسازی و یا شهرداری‌ها در اختیار مهندسین قرار خواهد گرفت.

با توجه به اهمیت ارتقاء ایمنی ساختمانها در برابر زلزله، به ویژه در مناطقی که بیشترین تاثیرپذیری از این مخاطره را دارند، امید آن می‌رود تا دستورالعمل حاضر شرایط را برای کاهش خطرپذیری و افزایش تاب آوری ساختمانهایی که در پهنه‌های گسلی احداث می‌شوند فراهم آورد.

محمد شکرچی‌زاده

رئیس مرکزتحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
تاریخ مصوبه ۱۳۹۹/۱۰/۰۱ ایران

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

دستورالعمل ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی ۱

۱- مقدمه ۱

۲- حدود کاربرد ۱

۳- تعاریف ۳

۳-۱ گسل ۳

۳-۲- گسلش سطحی ۳

۳-۳- پهنه گسلی ۳

۳-٤- طبقه‌بندی میزان خطرپهنه‌های گسلی ۳

٤- محاسبه جابجایی گسل ٤

٤-۱-تعیین حداکثر جابجایی گسل ٤

٤-۲-تعیین جابجایی گسل طرح ٤

٤-۳-اصلاح جابجایی گسلی در اثر وجود روبار خاک بر روی سنگ بستر ٥

٥-ملاحظات و تمهیدات عمومی طراحی و ساخت ساختمان در پهنه‌های گسلی ٥

٦-کاربری و تعداد طبقات مجاز ۷

٦-۱-انحراف گسلش از زیر ساختمان ۷

٦-۲- محدودیت های دیگر ۸

۸-حداکثر بعد ساختمان ۱۲

۹- فاصله‌ها از زمین و بناهای مجاور ۱۲

۹-۱- فاصله ساختمان از خاک مجاور درزیرزمین ۱۲

۹-۲-فاصله از ساختمان مجاور ۱۲

۱۰- طرح پی ۱۳

۱۱- خاکریزی و لایه های ژئوممبران در زیر پی ۱٤

۱۲- سازه ۱٤

۱۳-عناصر غیر سازه ای ۱٦

۱٤-سایر تدابیر اصلاحی ۱٦

پیوست (۱) راهنمای محاسبه جابجایی گسل طرح ۱۷

پ۱-۱ محاسبه ضریب b ۱۷

پ۱-۲ محاسبه ضریب a ۱۸

پ۱-۳ محاسبه بزرگی زمین لرزه طرح ۱۹

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

پ۱-٤ محاسبه جابجایی گسل طرح ۱۹
پیوست (۲) راهنمای بررسی های خطر گسلش سطحی در ساختگاه‌های ساختمانی ۲۱
پ۲-۱ مقدمه ۲۱
پ۲-۲ موارد کاربرد بررسی های گسلش سطحی ۲۲
پ۲-۳ شرایط انجام دهنده بررسی ها ۲۳
پ۲-٤ روش ها و مراحل انجام مطالعات ۲۳
پ۲-۵ تدوین گزارش و داوری ۲۹
پ۲-٦ تصویب ۲۹

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
تاریخ تصویب نامه ۱۳۹۹/۱۰/۰۰۱ ایعالی

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱)-طبقه‌بندی میزان خطرپهنه‌های گسلی ٤

جدول (۲) محدودیت کاربری، تعدادکل طبقات مجازو حداقل فاصله خاک از ساختمان مجاور بر اساس طبقه‌بندی میزان خطرپهنه‌های گسلی ۹

جدول (پ-۱) روابط مرتبط با جابجایی گسلی طرح ۱۹

دبیرخانه شورایعالی سیر ساری و معماری
موضوع طرح ..... ۱۳۹۹/۱۰/۰۰۱ الی

مقدمه

یکی از الزامات توسعه شهری پایدار در کلانشهرهای لرزه‌خیز توجه به ساختمان‌ها به عنوان یکی ازاجزای تاثیرگذار بر محیط شهری وعملیاتی نمودن برنامه‌های مدیریت کاهش خطرپذیری لرزه‌ای در سیاستگذاری‌های شهری برای کاهش مخاطرات و کاهش هزینه‌های مدیریت بحران بوده و اطمینان ازتامین هدف عملکردی پیش‌بینی شده برای آنها به خصوص در زمان وقوع زلزله، از جمله ضروریات شهرهای لرزه‌خیز کشور می‌باشد.

از موارد قابل توجه در طرح‌های راهبردی – ساختاری توسعه و عمران شهرها، خطر گسلش زمین در اثر زلزله در مناطق شهری است که باید در طرح های کاربری اراضی شهری و ضوابط ساخت و نیز بررسی ژئوتکنیکی پروژه‌ها مورد توجه قرار گیرد. در این طرح‌ها تسریع در شناسایی مشخصات مکانی و سازوکارهای رفتاری پهنه‌های گسلی با خطر خیلی زیاد و زیاد و اجرای مقررات ملی ساختمان به منظور ایمن سازی و اعمال ضوابط مربوط به پهنه‌های گسلی اشاره شده در کلیه ساختمان‌ها و تاسیسات زیربنایی و سایر شریان‌های حیاتی شهرها مطابق با برنامه‌های مصوب تاکید شده است. بنابراین با توجه به موارد یاد شده، عدم وجود دستورالعملی ویژه برای ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی با خطر خیلی زیاد و زیاد برای کلان‌شهرها یکی از علل افزایش آسیب پذیری ساختمان‌های شهری جدید الاحداث می‌باشد.

توجه به پدیده گسلش سطحی زمین و تاثیر آن بر ساختمان‌ها و تدوین دستورالعمل مربوط به آن موضوع تقریباً جدیدی است که اغلب مستندات موجود در مورد آن مبتنی بر تجربیات حاصل از زلزله‌های گذشته بوده و توصیه‌های مربوط به کاهش اثرات گسلش بر ساختمان‌ها و بهسازی ساختمان‌ها در برابر اثرات این پدیده در بسیاری از موارد بر مبنای تجارب محدود یا قضاوت فنی می‌باشد و تجارب واقعی و مدل سازی آزمایشگاهی و عددی کافی برروی آن انجام نشده و غالباً از سوی صاحبنظران نیز در خصوص تاثیرات آنها اتفاق نظر وجود ندارد.

با عنایت به این نیاز و به منظور اجرایی نمودن وظایف محوله در تدوین دستورالعمل ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی، پیرو مصوبه مورخ ۱۳۹۵/۰۵/۲۵شورای عالی شهرسازی و معماری ایران و در راستای تکلیف مندرج در بند ۱ مصوبه مورخ ۱۳۹۶/۰۲/۱۰ هیات محترم وزیران (ابلاغی به شماره ۱۵۰۲۱ / ۵۳۱۳۳ مورخ ۱۳۹۶/۰۲/۱۲) مقرر گردید دستورالعمل ساخت و

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
تاریخ مصوبه مورخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۱

ساز در پهنه‌های گسلی کلانشهرها، در قالب کمیته‌ای متشکل از استادان دانشگاه‌ها، مهندسان صاحب نظر در حرفه و پژوهشگران همکار در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تهیه و تدوین گردد .

این کمیته دراولین گام، ضوابط و مقررات مربوط به ساخت و ساز در پهنه‌بندی گسل‌ها در سایر کشورها را از جمله مقررات مربوط به ساخت و ساز در پهنه‌بندی گسلی که برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ در کالیفرنیا با عنوان مقررات آلکویست- پریولو، با هدف کاهش خطرگسلش سطحی ازطریق همکاری بین شهرداری‌ها، مراجع کنترل و صدورپروانه، مدیران بحران، متخصصان علوم زمین و مالکان زمین‌های واقع روی گسل تدوین شد، مورد بررسی قرارداده و با توجه به حساسیت موضوع، دستورالعمل ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی کلان‌شهرها را متناسب با شرایط اجتماعی، فرهنگی، سیاسی واقتصادی کشور تدوین نمود.

مجموعه حاضر در طول قریب به سه سال تلاش مداوم و مستمر کار کارشناسی توسط گروهی از استادان برجسته دانشگاه‌ها، مهندسان صاحب‌نظر در این حرفه و پژوهشگران همکار در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی با تخصص‌های مختلف در زمینه‌های مهندسی سازه و زلزله، ژئوتکنیک لرزه ای،زمین شناسی و لرزه زمین ساخت در قالب گروه های تخصصی، تهیه و تدوین گردیده است و اینجانب بر خود واجب می‌دانم از تلاش این افراد تشکر و سپاسگزاری نمایم.

امید است با اجرای صحیح این دستورالعمل و جزئیات ارائه شده و اجرای فراگیر آن، موجبات کاهش خسارات ناشی از زلزله و جلوگیری از هدر رفت منابع و سرمایه‌های ملی فراهم گردد.

محسن طهرانی زاده

رئیس کمیته تدوین دستورالعمل ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

دستورالعمل ساخت و ساز در پهنه‌های گسلی

۱- مقدمه

یکی از خطرات تهدید کننده ساختمان‌های واقع در پهنه‌های گسلی، جابجایی‌های گسلی همراه زلزله می‌باشد. در زلزله‌های اخیر نمونه‌های متعددی از آسیب دیدگی و تخریب ساختمان‌ها تحت تأثیر گسلش سطحی زلزله مشاهده شده است. از سوی دیگر، مواردی نیز از عملکرد رضایت بخش ساختمان‌ها در مواجهه با جابجایی گسلی ثبت شده است. بنابراین مانند دیگر اشکال جابجایی زمین، می‌توان راهبردهای طراحی مؤثری را در مقابل خطرات مربوط به این پدیده به کار بست. به دلیل تکیه بر پرهیز از ساخت در پهنه‌های گسلی، پیشرفت در زمینه تمهیدات کاهش خطر گسلش سطحی زمین نسبت به شکل‌های دیگر ناپایداری‌های زمین کمتر بوده است. اکنون روشن شده است که با به کارگیری روش‌های مؤثر مهندسی، می‌توان نسبت به ساخت ساختمان‌های با اهمیت کم و متوسط در پهنه‌های گسلی فعال - بخصوص در مواردی که جابجایی‌های نسبتا زیادی پیش بینی نمی‌شود - با تمهیدات ویژه ای اقدام کرد.

۲- حدود کاربرد

این دستورالعمل به منظور تعیین حداقل مطالعات لازم و نحوه طراحی و احداث ساختمان‌های جدید در پهنه‌های گسلی کشور تهیه شده است. انتظار می‌رود با به کارگیری صحیح این دستورالعمل و نیز روش‌های مناسب طرح و اجرا، ساختمان‌های ساخته شده بتوانند حداقل‌های لازم برای عملکرد مورد انتظار از ساختمان‌های با

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

اهمیت متوسط در شرایط زلزله طرح یعنی تامین ایمنی جانی را در شرایط وقوع گسلش سطحی طرح (با احتمال وقوع ۱۰درصد در ۵۰ سال) فراهم کنند. بنابراین این دستورالعمل به طور عمده برای ساختمان‌های گروه۳، یعنی ساختمان‌های با اهمیت متوسط است.

توصیه کلی در پهنه‌های گسلی به ویژه پهنه‌های گسل‌های با خطر عمده[1]، اجتناب ازساخت ساختمان به ویژه ساختمان‌های با اهمیت زیاد و بسیار زیاد است، مگر در موارد خاص که در جدول (۲) به آن اشاره شده است.

در تهیه طرح‌های جامع و یا تفصیلی و یا در هنگام طراحی شهرها و سکونت گاه‌های جدید، تعیین کاربری‌های شهری حتی‌الامکان باید به نحوی انجام شود که محدوده‌های پهنه‌های گسلی به ویژه گسل‌های با خطر عمده به کاربری‌های کم خطر و یا کم تراکم نظیر فضای سبز، معابر هم تراز با زمین، فضاهای ورزشی و تفریحی با سازه‌های سبک اختصاص یافته و یا با زمین‌های با کاربری‌های اشاره شده که در محدوده‌های پهنه‌های گسلی قرار ندارند، معاوضه شوند.

الزامات و ضوابط این دستورالعمل ، حداقل‌هایی هستند که با دیدگاهی کلی جهت افزایش اطمینان از ایمنی ساختمان‌هایی که در پهنه‌های گسلی ساخته می‌شوند، تعیین شده‌اند. مسئولیت طراحی ایمن ساختمان ساخته شده در برابر بارگذاری‌ها و عوامل مربوطه و از جمله تغییر مکان‌ها و یا گسیختگی‌های زمین در اثر گسلش سطحی به عهده مسئولین فنی و طراح ساختمان بوده و در صورتی که براساس مطالعات زمین‌شناسی، ژئوتکنیکی و سایر روشهای مطالعاتی و نیز تحلیل‌های سازه‌ای مشخص شود که ساختمان مورد نظر در برابر گسلش سطحی مورد انتظار در زلزله‌های طراحی با سطح خطر معین شده در آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های معتبر قادر به تأمین ضوابط

---

[1] تعریف ومیزان خطر پهنه‌های گسلی مطابق این ضوابط، در بند ۳-٤ ارائه شده است

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

آئین‌نامه مورد استفاده در طراحی نیست، باید در طرح ساختمان تجدید نظر شده و یا از ساخت آن صرفنظر شود.

چنانچه ملزومات ناشی از به کارگیری این دستورالعمل با ملزومات مربوط به بارگذاری‌های دیگر حاکم بر ساختمان متفاوت باشند، باید برای رعایت احتیاط، ملزومات سخت گیرانه‌تر به کار گرفته شوند.

۳- تعاریف

۳-۱ گسل

شکستگی یا پهنه‌ای از شکستگی‌های پوسته‌ای مرتبط با هم که در اثر نیروهای تکتونیکی، بلوکهای طرفین آن به موازات سطوح شکستگی نسبت به یکدیگر جابه‌جایی نسبی قابل اندازه‌گیری داشته باشند. گسلش گاه در راستای صفحات چندگانه روی داده و گسلش‌های فرعی را نیز در بر می‌گیرد.

۳-۲- گسلش سطحی

جابه‌جایی یا گسیختگی زمین در راستای گسل‌ها که به سطح زمین می‌رسد.

۳-۳- پهنه گسلی

محدوده در برگیرنده احتمال گسلش سطحی است.

۳-٤- طبقه‌بندی میزان خطر پهنه‌های گسلی

پهنه‌های گسلی از نظر میزان خطر گسلش سطحی، بر حسب مقدار حداکثر جابجایی و مقدار جابجایی گسل طرح مورد نظر، مطابق جدول (۱) طبقه‌بندی می‌شوند. نحوه تعیین مقدار حداکثر جابجایی و مقدار جابجایی گسل طرح در بند (٤) ارائه شده است.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
نوبت بندی بورج..... ۱۳۹۹/۱۰/۰۱

٤- محاسبه جابجایی گسل

٤-١-تعیین حداکثر جابجایی گسل

مقدار بیشینه جابجایی گسل از روابط ولز و کوپر اسمیت (١٩٩٤) بر اساس طول گسل قابل تعیین است:

گسلهای امتداد لغز $Log(D) = -1.69 + 1.16 * Log(L)$

گسلهای راندگی $Log(D) = -0.44 + 0.42 * Log(L)$

گسلهای نرمال $Log(D) = -1.98 + 1.51 * Log(L)$

که در آنها، L طول گسیختگی احتمالی بر حسب کیلومتر و D بیشینه جابجایی بر حسب متر است.

جدول (١)-طبقه‌بندی میزان خطرپهنه‌های گسلی

حداکثر جابجایی گسل	کمتر از یک متر		بین یک مترو دو متر		بیشتر از دو متر
جابجایی گسل طرح	کمتر از نیم متر	نیم متر و بیشتر	کمتر از یک متر	یک متر و بیشتر	به هر میزان
میزان خطر پهنه گسلی	کم	متوسط	متوسط	زیاد	بسیار زیاد

- میزان خطر پهنه گسلی متوسط تا بسیار زیاد، خطر عمده تلقی می‌شود

٤-٢-تعیین جابجایی گسل طرح

برای تعیین جابجایی گسل طرح می‌توان از روش‌هایی که اخیراً و برای محاسبه خطر گسلش سطحی توسعه یافته، استفاده کرد. در پیوست (١) یکی از این روش ها به همراه جزئیات محاسباتی مربوطه ارائه شده است. در صورت استفاده از روشهای احتمالاتی، ضروری است مبانی محاسباتی این روشها به دقت دنبال شود. لازم به یاد

دبیرخانه شورایعالی نظارت و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۲

آوری است برای تعیین جابجایی گسل طرح برای ساختمان‌های با اهمیت متوسط دوره بازگشت ٤٧٥ سال در نظر گرفته می‌شود.

٤-٣-اصلاح جابجایی گسلی در اثر وجود روبار خاک بر روی سنگ بستر

مقادیر به دست آمده در بندهای ٤-١ و ٤-٢ به عنوان جابجایی در سنگ بستر منظور می‌شوند که در صورت وجود روبار خاک بر روی سطح سنگ بستر می‌توان آنها را با استفاده از روشهای مناسب اصلاح کرد.

٥-ملاحظات و تمهیدات عمومی طراحی و ساخت ساختمان در پهنه‌های گسلی

به طور کلی در پهنه‌های گسلی علاوه بر ملاحظاتی که به صورت عمومی در همه پهنه‌های لرزه خیز در نظر گرفته می شوند، دو جنبه زیر به صورت ویژه باید مورد توجه قرار گیرند:

- ملاحظات مربوط به حرکت‌های ارتعاشی ناشی از گسلش
- ملاحظات مربوط به بروز جابجایی ناشی از گسلش سطحی

ملاحظات مربوط به حرکت‌های ارتعاشی ویژه زمین در پهنه‌های نزدیک به گسل ، براساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. در این دستورالعمل تمرکز بر مباحث مربوط به تغییرمکان و جابجائی گسلش سطحی زمین است.

الف- در ساختمان‌های واقع در پهنه‌های گسلی، ضروری است آخرین ویرایش ضوابط آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰ ایران) و آخرین ویرایش مبحث ششم مقررات ملی ساختمان به طور کامل و با دقت رعایت شود.

ب- سازه ساختمان باید از یکپارچگی و انسجام کافی برخوردار باشد.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
نوبت بازدید مورخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۱

پ- اتصالات شریان‌های حیاتی شهری به ویژه برق و گاز به ساختمان باید برای تحمل نیروها و تغییر مکان‌های ناشی از گسلش طراحی شوند.

ت- موارد زیر از بندهای ۱-٤ (ملاحظات معماری) و ۱-۵ (ملاحظات پیکربندی سازه‌ای) در آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله ویرایش چهارم (استاندارد ۲۸۰۰ ایران) که به صورت توصیه و یا با قید "تا حد امکان" ذکر شده‌اند در این ساختمان‌ها باید اکیداً مورد توجه قرار گیرند:

- بند ۱-٤-۲: پلان ساختمان باید به شکل ساده و متقارن در دو امتداد عمود بر هم و بدون پیش‌آمدگی و پس‌رفتگی زیاد باشد و از ایجاد تغییرات نامتقارن پلان در ارتفاع ساختمان نیز جداً احتراز شود.
- بند ۱-٤-۵: از قرار دادن اجزای ساختمانی، تأسیساتی و یا کالاهای سنگین بر روی طره‌ها و عناصر لاغر و دهانه‌های بزرگ جداً پرهیز گردد.
- بند ۱-٤-۷ : از ایجاد اختلاف سطح در کف‌ها جداً خودداری شود.
- بند ۱-۵-۱ : کلیه عناصر باربر ساختمان باید به نحو مناسبی به هم پیوسته باشند تا در زمان زلزله عناصر مختلف از یکدیگر جدا نشده و ساختمان به‌طور یکپارچه عمل کند. در این مورد کف‌ها باید به عناصر قائم باربر، قاب‌ها و یا دیوارها، به نحو مناسبی متصل باشند، به‌طوری‌که بتوانند به‌صورت یک دیافراگم عمل نموده و نیروهای زلزله را به عناصر باربر جانبی منتقل نمایند.

ه- طراحی، اجرا و نظارت و کنترل‌های مربوطه برای ساختمان‌های واقع در پهنه‌های گسلی باید به صورت مضاعف انجام شود. از جمله اقدامات ضروری در این ساختمان‌ها عبارت است از:

- کنترل کامل نقشه‌ها و محاسبات؛

دبیرخانه شورایعالی معماری و شهرسازی
نسخه مصوبه مورخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۱

- تهیه مشخصات فنی خصوصی و دستورالعمل‌های اجرایی به منظور اجرای دقیق آنها؛
- انجام آزمایشات مورد نیاز مطابق مقررات ملی ساختمان.

تبصره ۱- چنانچه بخشی از زمین مورد نظر برای احداث یک ساختمان در پهنه گسلی قرار گیرد و نیز در مواردی که قرارگیری ساختمان در پهنه‌های گسلی متفاوت باشد، ضوابط محدود کننده‌تر بر کل ساختمان حاکم خواهد بود.

تبصره ۲- چنانچه در موارد خاص یا طرح‌های عمرانی شهری، از طریق انجام مطالعات ویژه محلی، آزمایشگاهی و با در نظر گرفتن تمهیدات ویژه طراحی و محاسباتی با ارائه مستندات کافی اثبات شود که ایمنی لازم برای ساخت طرح مورد نظر، بدون رعایت بخشی از محدودیت‌های فوق‌الذکر، در مقابل گسلش سطحی زمین تأمین می‌شود و از نظر سایر ضوابط شهرسازی انجام این کار مجاز باشد، باید مدارک فنی مربوطه به کمیته فنی ویژه‌ای در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ارجاع شود. این کمیته با بررسی کامل و دقیق علمی و فنی و استفاده ازاسناد معتبر داخلی و بین‌المللی، تقاضای ارائه شده را بررسی و در مورد آن تصمیم‌گیری خواهد کرد. مرکزتحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ترکیب این کمیته و نحوه کار آن را مشخص خواهد کرد.

٦-کاربری و تعداد طبقات مجاز

٦-١-انحراف گسلش از زیر ساختمان

همه ساختمان‌های موضوع دستورالعمل حاضر، از نظر تعداد طبقات و بار وارده به زیر پی باید به نحوی طراحی شوند، که اگر در میدان آزاد (حالت عدم وجود ساختمان)، خط گسلش به زیر ساختگاه در نظر گرفته شده برای احداث پی ساختمان برخورد کند ، شرایط احداث ساختمان بگونه‌ای باشد که پس از احداث، گسلش از زیر پی

دبیرخانه شورایعالی نظارت و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

ساختمان به بیرون از محدوده زیر پی منحرف شود. برای اطمینان از ایجاد شرایط فوق باید با دقت کافی امتداد، جهت و مکانیزم گسلش و میزان جابجایی محتمل آنرا بدست آورد ویا بدترین حالت ممکن از نظر موقعیت برخورد خط گسلش با زیر پی و نیز عمق سنگ بستر و زاویه برخورد گسل با مرز سنگ بستر و خاک روباره در نظر گرفته شود.

٦-٢- محدودیت های دیگر

کاربری و تعداد طبقات کل مجاز برای ساختمان‌های واقع در پهنه‌های گسلی تابع محدودیت های جدول (۲) می‌باشد.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

جدول (۲) محدودیت کاربری، تعدادکل طبقات مجازو حداقل فاصله خاک از ساختمان مجاور بر اساس طبقه‌بندی میزان خطرپهنه‌های گسلی

میزان جابجایی گسل	نوع خطر پهنه	محدودیت کاربردی	حداکثر تعداد طبقات مجاز	حداکثر بعد افقی ساختمان	حداقل فاصله از خاک یا ساختمان مجاور	پی
جابجایی حداکثر بیش از ۲ متر و جابجایی گسل طرح به هر میزان	بسیار زیاد	-عدم احداث ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد و زیاد				
		- احداث ساختمان‌های با اهمیت کم و متوسط در صورت انجام مطالعات واعمال تمهیدات ویژه**	٦	٤٠ متر	۱,٤d	گسترده
جابجایی حداکثر ۱ تا ۲ متر و جابجایی گسل طرح بیش از ۱ متر	زیاد	-عدم احداث ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد و زیاد				
		- احداث ساختمان‌های با اهمیت کم و متوسط در صورت انجام مطالعات واعمال تمهیدات ویژه** :	۸	٤٠ متر	۱,٤d	گسترده
		- احداث ساختمان‌های با اهمیت کم و متوسط در صورت اعمال تمهیدات عمومی*	٦		d	

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۰۱

میزان جابجایی گسل	نوع خطر پهنه	محدودیت کاربردی	حداکثر تعداد طبقات مجاز	حداکثر بعد افقی ساختمان	حداقل فاصله از خاک یا ساختمان مجاور	پی
جابجایی حد اکثر ۱ تا ۲ متر و جابجایی گسل طرح کمتر از ۱ متر یاجابجایی حد اکثر کمتر از ۱ متر و جابجایی طرح بیشتر از ۰,۵ متر	متوسط	- عدم احداث ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد - عدم احداث ساختمانهای با اهمیت بسیار زیاد و زیاد، در صورت اعمال تمهیدات عمومی				
		- احداث ساختمان‌های با اهمیت کم، متوسط و زیاد در صورت انجام مطالعات و اعمال تمهیدات ویژه **	۱۰	٤۰ متر	۱,٤d	گسترده
		- احداث ساختمان‌های با اهمیت کم و متوسط در صورت اعمال تمهیدات عمومی *	۸		d	
جابجایی حد اکثر کمتر از ۱ متر و جابجایی طرح کمتر از ۰,۵ متر	کم	- عدم احداث ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد - عدم احداث ساختمانهای با اهمیت بسیار زیاد و زیاد، در صورت اعمال تمهیدات عمومی				
		- احداث ساختمان‌های با اهمیت کم، متوسط و زیاد در صورت انجام مطالعات و اعمال تمهیدات ویژه **	۱۲	٤۰ متر	۱,٤d ویا۰,۳۵ متر	گسترده
		- احداث ساختمان‌های با اهمیت متوسط در صورت اعمال تمهیدات عمومی*	۱۰		dویا ۰,۲۵ متر	

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

-از نظر این دستورالعمل محدودیتی برای ساختمان‌های با اهمیت کم وجود ندارد.

-محدودیت طبقات مشخص شده در این دستورالعمل برای تعداد کل طبقات ساختمان است و از نظر این دستورالعمل ، تا هنگامی که تمام ملاحظات مشخص شده در آن به ویژه از نظر فاصله‌های جدایی از ساختمانها و زمین‌های مجاور رعایت شوند، تفاوتی میان طبقات زیر و بالای سطح زمین وجود ندارد.

-احداث ساختمان‌های با اهمیت زیاد در پهنه‌های با خطر متوسط و نیزاحداث هرگونه ساختمان در پهنه‌های با خطر بسیار زیاد منوط به حفر ترانشه برای جستجوی گسل در زیر محل احداث ساختمان و اطراف آن، مطابق با شرایط ذکر شده در پیوست شماره (۲) و عدم مشاهده گسل فعال و یا در صورت مشاهده، احداث ساختمان به فاصله حداقل ۵ متر از گسل فعال، می‌باشد.

ترانشه وبررسی‌های مربوطه باید از نظر مشخصات طول، عمق، موقعیت، ایمنی، قابلیت حفر و برداشت داده و سایر مشخصات فنی ذکر شده در پیوست (۲) از نظر بازبین فنی معتمد مرجع صدور پروانه قابل قبول بوده و توسط وی کنترل و تایید شود.

* تمهیدات عمومی مورد اشاره در جدول (۲)، در بندهای ۸ تا ۱۳ عنوان شده است.

** به تمهیدات ویژه در بندهای ۹ تا ۱۳ اشاره شده است.

*** محدودیت حداکثر تعداد طبقات مشخص شده در جدول، از نظر گسلش سطحی بوده، بنابراین از بین حداکثر طبقات مجاز مربوط به این دستورالعمل و حداکثر طبقات مجاز سایر ضوابط نظیرضوابط شهرسازی،تعداد طبقات کمتر ملاک خواهد بود.

**** معمولا با افزایش تعداد طبقات، محاسبات و تحلیل‌های سازه پیچیده و دشوار تر می‌شود و طراح سازه مسئول در نظر گرفتن پیچیدگی‌های رفتار سازه به ویژه از نظر موارد زیر می‌باشد:

تامین مقاومت اجزای سازه و پایداری کلی ساختمان و عدم تاثیرات نامطلوب در ساختمان‌ها و تاسیسات مجاور در اثر ۱- تغییر شکل‌های زمین ۲- خالی شدن

دبیرخانه شورایعالی سازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

احتمالی بخشی از زمین زیر پی و ۳- چرخش‌ها و پیچش‌های ساختمان با استفاده ازروش‌های مناسب تحلیل و محافظه کاری لازم

۷-حداکثر بعد ساختمان

حداکثر بعد ساختمان در تراز پی ٤٠ متر می‌باشد.

۸- فاصله‌ها از زمین و بناهای مجاور

۸-۱- فاصله ساختمان از خاک مجاور درزیرزمین

در کلیه پهنه‌های گسلی در بخش‌های واقع در زیرزمین، وجوه جانبی ساختمان باید ازخاک اطراف، جدا نگاه داشته شود، بدون آنکه پایداری کلی ساختمان به خطر افتد. در صورت لزوم، برای نگهداری خاک باید از روش‌های مناسب تثبیت دیواره خاکی یا شیروانی استفاده شود. حداقل فاصله جدایی در هر نقطه بین ساختمان و خاک مجاور، مطابق جدول (۲) می‌باشد. این فاصله باید تا زیر تراز کف پی حفظ شود، به نحوی که بین پی و دیواره زیرزمین ساختمان مورد نظر با خاک مجاور، حداقل فاصله ذکر شده در فوق وجود داشته باشد. این فاصله (از کف پی تا سطح زمین) می‌تواند خالی مانده و یا بامصالح نرم مناسب (نظیر ژئوفوم) پر شود.

۸-۲-فاصله از ساختمان مجاور

حداقل فاصله جدایی در هر امتداد بین ساختمان‌های مجاور، مطابق جدول (۲) می‌باشد. این فاصله باید تا زیر تراز کف پی ساختمان بالاتر حفظ شود.به علاوه برای جلوگیری از برخورد ساختمان به ساختمان‌های مجاور در اثر چرخش افقی کلی (حول محور قائم) و چرخش قائم کلی(حول محورهای افقی)، و یا مجموع آنها در اثر جابجایی‌های زمین زیر پی ناشی از گسلش سطحی زمین(جابجایی گسل طرح)، فاصله کافی از آنها داشته باشد.این فاصله می‌تواند خالی مانده و یا از مصالح نرم مناسب پر شود.

دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

۹- طرح پی

پی مورد استفاده بایداز نوع گسترده (Mat Foundation) با ضخامت و مقاومت کافی بوده و کف آن در یک تراز اجرا شود. در طراحی پی گسترده می توان در صورت نیاز ، دیوارها و ستون‌هاو سقف سازه‌ای طبقه تحتانی رابه عنوان جزیی از پی لحاظ کرد. در صورت نیاز به پی شمعی ،کلاهک شمع ها بایستی مشخصاتی حداقل نظیر مشخصات یک پی گسترده که در بالا به آن اشاره شده داشته باشد. این شمع‌ها باید طوری طراحی شوند که باعث تحمیل جابجایی گسلی زمین به سازه فوقانی نشده و خود قبل از انتقال نیروهای ناشی از گسلش زمین به سازه فوقانی تسلیم شوند.

مطالعات لازم مرتبط با تمهیدات ویژه: برای انجام مطالعات و اعمال تمهیدات ویژه در پهنه‌های گسلی سه مورد زیر باید در تحلیل و طراحی پی گسترده ساختمان مورد توجه ویژه قرار گیرند:

الف- تعیین نیروهای داخلی پی:

تحت اثر بارگذاری ساختمان و شرایط قرار گیری پی بر روی زمین تغییر شکل یافته در اثر اندرکنش گسلش، در پی و روسازه، نیروهای داخلی(لنگر ها و نیروهای برشی و محوری) ایجاد می‌شود که برای تعیین ضخامت پی و آرماتور گذاری آن لازم است توزیع مقدار این نیروها در بخش‌های مختلف پی تعیین شود. تحلیل پی گسترده در این حالت تقریبا مشابه پی‌های گسترده در شرایط عادی است، با این تفاوت که در این حالت ممکن است در اثر گسلش قسمت‌هایی از زیر پی خالی مانده و بدون تکیه گاه زمین بماند.

ب-تعیین میزان چرخش کلی پی:

برای تعیین میزان چرخش کلی پی گسترده، شرایط پایداری و قابلیت استفاده ساختمان ونیز اثرات p-delta در تعیین نیروهای وارده بر اعضای ساختمان ضروری است.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

ج-تعیین تغییر شکل های پی:

تغییر شکل‌های پی گسترده در شرایط بارگذاری و تکیه گاهی توصیف شده در بند الف فوق باید تعیین شود. هرگونه تغییر شکل عمود بر صفحه پی مستقیماً به ستون‌ها منتقل شده و اثر آن به صورت اثر نشست نامساوی باعث ایجاد نیروهای اضافی در اعضای سازه ساختمان می‌شود. در صورتی که مقدار نشست نامساوی از حد معینی بیشتر شود، ساختمان باید برای اثر نشست نامساوی تحلیل و طراحی شود.

۱۰- خاکریزی و لایه های ژئوممبران در زیر پی

در پهنه‌های گسلی که جابجایی قائم طرح از ۱۰ سانتیمتر بیشتر است، در زیر پی گسترده باید خاکریز دانه‌ای با ضخامت یکسان بر روی سطحی افقی اجرا شود. حداقل ضخامت خاکریزی در زیر پی ساختمان‌های با تمهیدات عادی ۰,۷۵d (حداقل ۰,۵ متر) و برای ساختمان‌های با تمهیدات ویژه۱,۵d (حداقل ۱,۰ متر) می‌باشد.
خاکریزدانه‌ای مورد استفاده باید حتی المقدور مخلوط شن و ماسه تمیز و ترجیحا خوب دانه‌بندی شده باشد و با دانسیته نسبی حداقل ۵۰ درصد و حد اکثر ٦۵ درصد و یا تراکم حداقل ۹۰ درصد و حداکثر ۹۵ درصد اشوی استاندارد متراکم گردد.

در صورتیکه بررسی‌های زمین شناسی وجود مولفه افقی بیش از ۱۰سانتیمتر جابجایی گسل را در دوره طراحی سازه نشان دهد، باید از دو لایه ژئوممبران از جنس پلی اتیلن سنگین HDPE، به ضخامت‌های ۱,۵ میلیمتر(یک شانزدهم اینچ) وژئوسنتتیک کم اصطکاک به ضخامت ده میلیمتر (سه هشتم اینچ)در میان لایه خاکریزی از جنس ماسه با مشخصات فوق با حداقل ۳۰ سانتیمتر ضخامت کل در زیر پی استفاده شود.

۱۱- سازه

۱۱-۱-کلیه قابهای ساختمان باید دارای مقاومت و شکل پذیری مناسب باشند.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
نوبت تحویل مورخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۱

۱۱-۲-ساختمان باید شرایط تاب آوری و انسجام را داشته باشد. از مهمترین این شرایط آن است که سازه ساختمان (اعم از ستون‌ها، تیرها، دیوارها و دالهای کف) طوری طراحی شوند که، اثر از میان رفتن هر یک از آنها در هر دهانه یا طبقه، به صورت موضعی مانده و موجب گسترش تخریب در سایر اعضا واقع درنواحی مختلف و یا فروریختن کلی ساختمان نشود.

۱۱-۳-اثر نشست‌های نامساوی ناشی از تغییر شکل پی گسترده: در صورتی که میزان نشست نامساوی پی محاسبه شده در بند ۹ بین هر دو ستون، چرخشی بیش از یک-سیصدم ایجاد کند، ساختمان باید برای اثر نشست های نامساوی ناشی از گسلش سطحی تحلیل و طراحی شود.

۱۱-٤-تحلیل ساختمان در مقابل جابجایی‌های افقی امتداد لغز: در صورت وجود مولفه جابجایی‌های افقی امتداد لغز، ساختمان باید در مقابل اثر این جابجایی کنترل شود. در این حالت مقاومت موجود در مقاطع قائم برای انتقال اثر نیروهای تماسی افقی وارده از زمین بر کف پی و فشار های افقی وارده از زمین بر ساختمان در نقاط تماس با سطوح جانبی آن باید کافی باشد. در این تحلیل از تأثیر کاهنده اصطکاک لایه های ژئوممبران در کف باید صرف نظر شود.

۱۱-۵- ترکیب بارگذاری: جابجایی‌های گسلی در حد نهایی منظور می‌شوند و باید به یکی از دو صورت زیر با اعمال ضریب ۱٫۰ در ترکیبات بار در نظر گرفته شوند:

الف-در صورت اعمال جابجایی‌های گسل طرح بر ساختمان، همزمان باید اثر نیروهای حاصل از زلزله طرح بر سازه اعمال شود. به عبارت دیگراعمال جابجایی‌های گسل طرح بر ساختمان، جزیی از بارگذاری زلزله طرح ساختمان می‌باشد.

ب- در صورت اعمال جابجایی‌های گسلی حداکثر بر ساختمان، نیازی به اعمال همزمان اثر شتاب‌های زلزله طرح بر سازه ساختمان نیست. در این صورت یک بار

دبیرخانه شورایعالی سازی و معماری
نوبت تصویب شورا ۱۳۹۹/۱۰/۰۱ شورایعالی

ساختمان تحت جابجایی‌های گسلی حداکثر،بدون اعمال شتاب‌های زلزله قرار گرفته و تحلیل و طراحی می‌شودو باید برای هر دو حالت جوابگو باشد.

۱۲-عناصر غیر سازه ای

از به کارگیری عناصر غیر سازه‌ای غیر انعطاف‌پذیر خودداری شده و این عناصر باید برای تحمل جابجایی‌های ناشی از گسلش سطحی در ساختمان به صورت مناسب طراحی شوند.

۱۳-سایر تدابیر اصلاحی

لازم است توجه شود که استفاده از سایر تدابیر اصلاحی باید مطابق با تحلیل‌ها و طراحی‌های لازم بوده و توسط متخصصین ذیصلاح انجام شود، به نحوی که ساختمان از جنبه‌های دیگر معمول در طراحی‌ها در شرایط لرزه‌ای و غیرلرزه‌ای نیز ایمن باشد.
در صورت استفاده از آن تدابیر، مدارک فنی مربوطه باید در کمیته فنی ویژه در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مورد تأیید قرار گیرد.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱
شورایعالی

پیوست (۱) راهنمای محاسبه جابجایی گسل طرح

برآورد میزان جابجایی احتمالی یک گسل برای یک دوره زمانی مشخص (جابجایی گسل طرح) رابطه مستقیم با بزرگی زمین لرزه ای دارد که یک گسل در آن دوره ایجاد می نماید و با استفاده از دو پارامتر اساسی که با عنوان ضرایب گوتنبرگ- ریشتر شناخته شده اند، محاسبه می شود. بر اساس رابطه گوتنبرگ - ریشتر فراوانی نسبی زمین لرزه ها از رابطه ای خطی تبعیت می نماید که در اغلب موارد با مشاهدات همخوانی دارد و در صورت وجود داده های کافی می توان ضرایب آن را بطور مستقیم محاسبه نمود. اما از آنجایی که دوره بازگشت زمین لرزه ها اغلب بسیار طولانی است در عمل داده های موجود در کاتالوگ زمین لرزه ها برای تعیین ضرایب یک گسل کافی نیست و از این رو لازم است از نرخ لغزش گسل ها که از مطالعات زمین شناسی و ژیودتیک بدست می آید، استفاده نمود. در زیر به مراحل این محاسبات بطور مختصر اشاره می شود.

پ۱-۱ محاسبه ضریب b

نخستین پارامتر مورد نیاز در برآورد خطر جابجایی احتمالی یک گسل ضریبb است. این ضریب بیانگر فراوانی نسبی زمین لرزه ها با بزرگای متفاوت است و بر اساس تاریخچه لرزه خیزی منطقه تعیین می شود. در اغلب موارد داده ها ی مربوط به یک گسل برای محاسبه این ضریب کافی نیست از این رو از داده های منطقه وسیعتری که ممکن است شامل چندین گسل باشد استفاده می شود. میانگین جهانی این ضریب حدود ۱ است اما درمناطق مختلف می تواند از حدود ۰٫۸ تا ۱٫۲ تغییر نماید. این ضریب بر اساس رابطه شناخته شده گوتنبرگ- ریشتر به قرار زیر محاسبه می شود و فرض بر این است که برای همه گسل های آن منطقه کم وبیش یکسان است.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱
پیوست مصوبه شورا
شورایعالی

$$Log(N) = a_r - b \times M$$

در این رابطه N بیانگر فراوانی تجمعی زمین لرزه ها، M بزرگی زمین لرزه ها و a_r و b ضرایب گوتنبرگ –ریشتر هستند. با توجه به اینکه ضریبa_r بیانگر مجموع فعالیت لرزه ای چند سرچشمه در یک منطقه است، بنابر این برای گسل مورد نظر لازم است بطور مستقل و به کمک داده های تکمیلی محاسبه شود که در ادامه به آن پرداخته شده است.

پ۱-۲ محاسبه ضریب a

این ضریب فرا وانی مطلق زمین لرزه های مرتبط با یک سرچشمه را بیان می نماید. در صورت وجود داده های کافی از تاریخچه فعالیت لرزه ای یک گسل می توان این ضریب را مستقیما و با استفاده از رابطه گوتنبرگ- ریشتر که در بالا آمده است برای گسل مورد نظر محاسبه نمود. اما با توجه به اینکه داده های موجود در کاتالوگ زمین لرزه ها اغلب ناکافی و بیانگر دوره کوتاهی از فعالیت یک گسل می باشند، از این رو می توان از نرخ لغزش گسل که از مطالعات زمین شناسی بدست آمده است برای تعیین این ضریب استفاده نمود. در روابط زیر L و W و $\dot{u}$ به ترتیب بیانگر طول وعرض گسل و نرخ لغزش گسل هستند. μ مقاومت برشی پوسته زمین(با میانگین جهانی ۳×۱۰^{۱۰} نیوتن بر مترمربع) و $\dot{M}_o$ نرخ ممان تجمعی سالیانه است.

$$\dot{M}_o = \mu \times \dot{u} \times L \times W$$

ممان تجمعی بر اساس روابط زیر به ضریب لرزه خیزی a مربوط به گسل مورد نظر تبدیل می شود.

$$\dot{M}o = \sum_{Mmin}^{Mmax} N(m)M(m)$$

$$N(m)=10^{a-bM}$$

$$M(m)=10^{1.5M+9.1}$$

در روابط بالا M بزرگی گشتاوری زمین لرزه، N(m) و M(m) به ترتیب فراوانی سالیانه زمین لرزه های بزرگتر از M و گشتاور آن زمین لرزه است. M_{max} بزرگترین

دبیرخانه شورایعالی سیر ساری و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۰۱

زمین لرزه ای است که گسل می تواند ایجاد نماید و M_{min} کوچکترین زمین لرزه است که در محاسبات آورده می شود.

پ۱-۳ محاسبه بزرگی زمین لرزه طرح

بزرگی زمین لرزه طرح تابعی از اهمیت و طول عمر مفید سازه است و معمولا برای درصد مشخصی از احتمال رویداد در طول عمر سازه تعیین می شود. فراوانی سالیانه زمین لرزه طرح از تابع احتمالاتی زیر محاسبه می شود.

$$P(m > M) = 1 - e^{-N(m)T}$$

در این رابطه N(m) نرخ وقوع سالیانه بزرگای M و T دوره زمانی مورد نظر هستند و P(m>M) احتمال این است که زمین‌لرزه‌ای بزرگتر یا مساوی M در طول دوره زمانی T رخ دهد.

با داشتن فراوانی سالیانه، بزرگای زمین لرزه طرح با استفاده از رابطه ساده گوتنبرگ- ریشتر (و یا تابع دو کران دار گوتنبرگ- ریشتر) قابل محاسبه است.

پ۱-٤ محاسبه جابجایی گسل طرح

از محاسبه بزرگی زمین لرزه با فراوانی مورد نظر (بزرگی زمین لرزه طرح) جابجایی گسل طرح با استفاده از روابط جدول زیر محاسبه می گردد.

جدول (پ-۱) روابط مرتبط با جابجایی گسلی طرح

محدوده بزرگا	ساز و کار گسل	رابطه
۵,٦ تا ۸,۱	امتداد لغز	Log(D)= 1.03M-7.03
۵,٤ تا ۷,٤	معکوس	Log(D)= 0.29M-1.84
۵,۲ تا ۷,۳	عادی	Log(D)= 0.89M-5.90
۵,۲ تا ۸,۱	همه ساز و کارها	Log(D)= 0.82M-5.46

دبیرخانه شورایعالی عبر ساری و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۰ بعالی

پیوست (۲) راهنمای بررسی های خطر گسلش سطحی در ساختگاه‌های ساختمانی

پ۲-۱ مقدمه

این راهنما به منظور ارائه توصیه های کارشناسی برای مطالعات تعیین وجود گسل و خطر گسلش سطحی در ساختگاه های ساختمانی که در پهنه های گسلی فعال در نقشه های رسمی شهری یا استانی قرار می گیرند، تهیه شده است. گزارش این بررسی ها باید بر مبنای داده های کافی زمین شناسی، موقعیت گسل و یا عدم وجود آن را در ساختگاه مشخص کند.

در بیشتر موارد گسلش سطحی به پهنه ای باریک در حدود چند متر محدود می شود. به همین دلیل اجتناب از ساخت در محدوده گسلش (عقب نشینی از این محدوده) می تواند به عنوان یکی از راه حل های مناسب برای کاهش مخاطرات ناشی از این پدیده مطرح شود. اما گاه گسیختگی در امتداد گسل اصلی یا شاخه های فرعی آن می تواند در پهنه های چند ده تا چند صد متر توزیع شده و یا به صورت تغییرشکل هایی عریض ظاهرشود. در این گونه موارد با راهکارهای مهندسی می توان خطر انتقال گسیختگی به سازه را کاهش داد.

به دلیل پیچیدگی ارزیابی گسل های سطحی وشرایط محلی گوناگون، هیچ روش بررسی یگانه ای وجود ندارد که در همه ساختگاه ها بهترین باشد. با این وجود برخی روش ها در تعیین محل گسل ها و تعیین تازگی فعالیت آنها مؤثرترند.

ارزیابی ساختگاه ها برای خطر گسلش سطحی عمدتاً بر پایه جوان بودن گسل و تکرار گسلش در امتداد گسل های موجود است. به طور کلی هر چه گسلش جوان تر باشد احتمال گسلش آتی بیشتر است. به بیان دیگر، گسل های با شواهد جنبش در سده های اخیر نسبت به گسل های با سن هولوسن (۱۱ هزار سال اخیر) احتمال

دبیرخانه شورایعالی سازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱
شورایعالی

بیشتر و نسبت به گسل های دوره کواترنر (۱/٦ میلیون سال اخیر) احتمال بسیار بیشتری برای فعال شدن دارند. امکان ایجاد گسل جدید وجود دارد اما احتمال آن نسبت به جنبش دوباره گسل های جوان بسیارکمتر است.

همچنین باید توجه شود که در بعضی گسل ها فاصله تکرار گسلش (دوره بازگشت) در حد ده ها یا صد ها سال است اما برخی دیگر، قبل از تجدید فعالیت، هزاران سال غیر فعال می مانند. فعالیت بعضی گسل ها نیز با گسیختگی های خزشی کمابیش پیوسته مشخص می شود .

مقدار، جهت و نوع گسیختگی گسلی نیز در بین گسل های مختلف یا حتی در راستای شاخه های یک گسل متفاوت است.

بررسی گسلش در قدم نخست به مسئله تعیین موقعیت گسل های موجود و سپس تلاش برای ارزیابی تازگی فعالیت آنها می پردازد. داده ها را می توان هم از داخل و هم از خارج ساختگاه به دست آورد.

سودمند ترین و مستقیم ترین روش ارزیابی تازگی فعالیت، مشاهده جوان ترین واحد زمین شناسی گسل خورده و کهن ترین واحد گسل نخورده است (در ترانشه یا برش).حتی در صورت دسترسی به ترانشه یا برش نیز ممکن است به دلیل ظرافت یا ناپیوستگی، گسل از دید پنهان شود.بنابر این پیمایش دقیق ضروری بوده و ممکن است نیاز به تکمیل داده ها با روش های دیگر باشد. به عنوان نمونه، گسل های جوان را اغلب می توان با بررسی پدیده های زمین ریخت شناسی بر روی زمین و در عکس هوایی شناسایی کرد. روش های ژئوفیزیکی نیز می توانند بعنوان داده های کمکی مورد استفاده قرار گیرند.

پ۲-۲ موارد کاربرد بررسی های گسلش سطحی

این نوع بررسی ها برای صدور مجوز احداث ساختمان در پهنه های گسلی فعال که در نقشه های رسمی شهری یا استانی مشخص شده اند، انجام می شوند.گستردگی بررسی ها تابع پیچیدگی و اهمیت سازه و سطح خطر پذیری است. احداث

دبیرخانه شورایعالی سرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱
شورایعالی

بیمارستان ها و ایستگاه های آتش نشانی و سایر ساختمان های با اهمیت بسیار زیاد بر روی پهنه های گسلی اصلی با جابجائی عمده ممنوع است.

پ۲-۳ شرایط انجام دهنده بررسی ها

بررسی های دفتری و میدانی برای تعیین خطر گسلش سطحی امری پیچیده و با ابهامات زیادی همراه است. بسیاری از گسل ها شامل شکستگی های متعدد هستند و تشخیص میان گسل های اخیراً فعال و گسل هایی که مدتی طولانی غیر فعال بوده اند، دشوار است. ازاینرولازم است در بررسی هااز اشخاص حقیقی یاحقوقی دارای دانش وتجربه کافی در زمینه بررسی گسل ها استفاده شود.

پ۲-٤ روش ها و مراحل انجام مطالعات

روش های بررسی گسلش سطحی بسته به شرایط سازه و ساختگاه متفاوت است،اما مواردی هستند که باید درکلیه بررسی های زمین شناسی جامع گسلی و گزارش های مربوطه مورد توجه قرار گیرند. گاه به دلیل تفاوت وضعیت زمین شناسی یا تکتونیکی و یا شرایط ساختگاه، به برخی جنبه ها باید با جزئیات بیشتری پرداخته شود. در مواردی نیز ممکن است همه روش های ارائه شده در این راهنما، مورد نیاز و یا قابل انجام نباشند، اما چارچوب ارائه شده، راهنمایی برای تدوین گزارشی کامل و مستند فراهم می نماید. در شرایط ویژه ممکن است لازم شود برخی روش های بررسی تا حد زیادی به بیرون از ساختگاه یا زمین پروژه گسترش یابند.

چارچوب کلی روش های مختلف بررسی، الزامات مربوطه و ملاحظات پیشنهادی درزیر ارائه می شود:

پ۲-٤-۱ بررسی های دفتری

نخستین قدم در مطالعات خطر گسلش سطحی بررسی های دفتری است. هدف از این مرحله تدوین برنامه هدفمند و موثر مطالعات تکمیلی و به حداقل رساندن بررسی های میدانی است. این مطالعات شامل موارد زیر است :

دبیرخانه شورایعالی سازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۹

مرور ادبیات و نقشه های زمین شناسی و گسل ها و دیگر اطلاعات مربوطه از محل.

پ۲-٤-۱-۱ مرور سوابق پرونده ها و گزارش های بررسی های گسلی املاک مجاور ساختگاه در بایگانی های شهری و استانی مربوطه . گزارش های بررسی های ژئوتکنیکی به ویژه از نظر داده های واحد های زمین شناسی و آبهای زیرزمینی نیز مفید خواهد بود.

پ۲-٤-۱-۲ مطالعه عکس های هوایی و ماهواره ای و ترکیب آنها با داده های توپوگرافی با هدف شناسایی خطواره ها و رخنمون سطحی گسل ها

پ۲-٤-۱-۳ مطالعات زمین ریخت شناسی شامل وضعیت آبراهه ها، پروفیل های طولی و عرضی رودخانه، اندیس های زمین ریخت شناسی، جابجایی واحد های سنگی و آبرفتی جوان و ....

پ۲-٤-۱-٤ تعیین محدوده مناسب برای بررسی های میدانی از طریق ارزیابی نقشه های منطقه

پ۲-٤-۱-۵ بازدید میدانی مقدماتی به منظور امکان سنجی انجام مطالعات میدانی

پ۲-٤-۲ بررسی های ژئوفیزیکی

یکی از اهداف مهم بررسی های گسلی، مشاهده لایه ای رسوبی جوان (اواخرپلایستوسن) و پیوسته است که وجود گسل فعال (مطابق تعریف ضوابط ساخت ساختمان در پهنه های گسلی) را منتفی سازد.

روشهای ژیوفیزیکی روشهایی غیر مستقیم هستند که برای تعیین مکان های حفاری یا تکمیل آنها بوده و تفسیر درست آنها، مستلزم آگاهی از شرایط خاص زمین شناسی محل است. این روش ها به تنهایی قادر به اثبات وجود یا عدم گسل یا تعیین جوان بودن جنبش آن نیستند ونباید به عنوان جایگزین روشهای مشاهده مستقیم تلقی شوند.

روش های ژئوفیزیکی که در بررسی های گسلی کاربرد بیشتری دارند، عبارتند از:

الف- روش های الکترومغناطیسی(از جمله روش های مقاومت الکتریکی، روش های رادار نفوذی یا جی پی آر و ...)

دبیرخانه شورایعالی معماری و شهرسازی
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

ب- روش های لرزه ای (شامل روش های انعکاسی و شکست مرزی)

ج- سایر روش های ژئوفیزیکی (ثقل سنجی، مغناطیسی و دورسنجی)

روش های ژیوفیزیکی هرکدام محدودیت خاص خود را دارند از اینرو لازم است تجهیزات، روش برداشت داده ها و داده های پشتیبانی کننده بطور کامل ارائه شوند.

پ۲-٤-۳ بررسی های پارینه لرزه شناسی

مشاهده مستقیم در ترانشه های اکتشافی بهترین روش انجام بررسی است و به منظور مشاهده تفصیلی و مستقیم واحد ها ، خاک ها و ساختار های زمین شناسی انجام می شود.

ترانشه زنی و مطالعات آن باید مطابق بر روش ها و استانداردهای تخصصی صورت پذیرفته و تفسیر آن نیز توسط کارشناسان دارای تخصص و تجربه کافی انجام شود.امتداد ترانشه ها باید با عمق کافی بوده و عمود بر امتداد منطقه ای گسلش باشد و به دقت پیمایش شوند. کلیه پدیده های زمین شناسی باید به تفصیل پیمایش و توصیف شوند. تأکید ویژه بر مشخص کردن و توصیف سطوح تماس میان واحد های زمین شناسی خواهد بود.

شرکت های حفر کننده ترانشه باید عملیات خود را مطابق ضوابط ایمنی ادارات بهداشت کار و شهرداری و سایرمراجع صدور پروانه انجام دهند. همچنین اطلاع رسانی و هماهنگی و کسب مجوز های لازم از سازمان های مسئول تأسیسات زیرزمینی در زمان های مناسب، مطابق دستورالعمل موجود الزامی است. در صورت نیاز باید از خدمات شرکت های متخصص در تکنیک های الکترومغناطیسی و یا جی پی آر برای تعیین وجود و موقعیت تأسیسات زیرزمینی که وجود آنها در محل قطعی یا محتمل است استفاده شود. حفاری در محل های عمومی، نیازمند کسب مجوز از سازمان مربوطه است. حفر ترانشه نباید باعث سست شدن ساختمان های مجاور در خود ملک یا املاک خصوصی و عمومی مجاور شود.

دعوت زمین شناس بازبین با دانش و تجربه کافی در زمینه اینگونه مطالعات باید بعد از ایمن سازی، تمیزکردن ونصب شبکه مرجع مختصات درترانشه انجام شود.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
پیوست مصوبه شورا مورخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۱ شورایعالی

بهتراست پیمایش ترانشه نیزکامل شده باشد. درپروژه های بزرگ دعوت اززمین شناسان سازمان زمین شناسی ودیگرمتخصصین پارینه لرزه شناسی به بازدیدازترانشه هاقویاًتوصیه میشود.

پ۲-٤-٤- داده های تکمیلی

بسیاری از املاک، به ویژه در شهر های بزرگ تحت اشغال ساختمان بوده و در بیرون از ساختمان فضای کمی باقی مانده است. در این محل ها عموماً فضای کافی برای برداشتهای ژیوفیزیکی وحفر ترانشه وجود ندارد. در این موارد به منظور جمع آوری اطلاعات در مورد واحد های زمین شناسی و آب زیرزمینی باید از حفر تعدادی گمانه یا چال استفاده کرد. تعداد گمانه ها و فاصله آزمایشها و توزیع نقاط برداشت داده باید به گونه ای باشد که لایه های پیوسته جوان به خوبی شناسایی شده و نمای نسبتا دقیقی ازچینه شناسی ساختگاه فراهم شود. دربررسی های اولیه فاصله گمانه ها و یا چال ها را بسته به محیط رسوبی میتوان نسبتاًزیاد (۱۰تا ۱۵ متر) گرفت، اما درصورت واضح نبودن لایه بندی پیوسته، زمین شناس بایددرمرحله بعدی چال های گمانه ها یا سونداژهای بیشتری را در برنامه قرار دهد. بنابراین بررسیها عموماً باید در دو مرحله انجام شوند. بهتراست پیش از انجام اقدامات تکمیلی نتایج بررسیهای صحرایی مرحله نخست بوسیله زمین شناس بازبین مورد بررسی قرارگیرند.

عمق گمانه ها یا چال ها معمولا باید تا حدی باشد که حد اقل یک لایه شاخص جوان (پلایستوسن) را در برگیرد و به این ترتیب اطلاعات لازم برای پشتیبانی از نتیجه گیری ها را فراهم سازد. این چال ها یا گمانه ها نیز باید مانند ترانشه ها به تفصیل پیمایش شوند.

گمانه های ژئوتکنیکی با نمونه گیری منفصل برای بررسی های گسلی کافی نیستند، اما می توانند به عنوان منبع اطلاعات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرند.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱

در صورت برخورد به آب زیرزمینی در گمانه ها و چال ها، عمق استاتیکی آب باید اندازه گیری شود که مستلزم گذشت مقداری وقت است.اما در صورت نشت آب،مرز اشباع فقط در زمان حفاری قابل تعیین است.

پ۲-٤-٥- روش های سن یابی

در تعیین زمان های جنبش گسل روش های سن یابی با هدف تعیین سن واحد های زمین شناسی، خاکها و سطوحی که گسل آنها را بریده است ضرورت دارد. در صورت پوشش یک گسیختگی بوسیله رسوباتی که گسیختگی ندارند، سن آن رسوبات بیانگر حد بالای زمان فعالیت آن گسل است. در سن یابی مطلق می توان از روش های مختلف استفاده نمود. در زیرروش هایی که بیشترین کاربرد را در مطالعه رسوبات جوان دارند آورده شده است:

پ۲-٤-٥-۱کربن ١٤

این روش ایزوتوپی در گستره سنی مورد نظر تفکیک بهینه ای دارد، اما کاربرد آن بستگی به وجود و حفظ کربن دارد و در معرض خطا های ناشی از آلودگی نیز قرار دارد. نمونه های حجمی در معرض آلودگی ترکیب های آلی آب زیرزمینی هستند، به ویژه اگر میزان کربن اصلی در خاک کم باشد. از این رو آزمایش نمونه های حجمی دارای حجم کم مواد آلی توصیه نمی شود. به هنگام نمونه گیری باید دقت کافی انجام گیرد که نمونه مورد نظر هم سن با رسوب در بر گیرنده آن باشد. ریشه های گیاهان گاه تا ژرفای زیاد نفوذ می نمایند و ممکن است با نمونه های درجا اشتباه شوند. در گزارش باید مستندات صحرایی بصورت توصیفی و همرا با عکسهای کافی از محل نمونه گیری و همچنین مستندات آزمایشگاهی ارایه شوند.

پ۲-٤-٥-۲ لومینسانس نوری (OSL)

روش لومینسانس نوری روش نسبتاً جدیدی برای سن یابی نهشته های اواخر کواترنری است. مبنای این روش تعیین زمانی که آخرین بار نمونه مورد نظر نور دیده

دبیرخانه شورایعالی سرسازی و معماری
۱۳۹۹ /۱۰/ ۰۱

است و از این رو زمان رسوب گذاری و پوشیده شدن بوسیله رسوبات جوان تر را نشان می دهد. نمونه گیری در این روش از دقت و حساسیت خاصی برخوردار است و ضروری است در زمان نمونه گیری و انتقال به آزمایشگاه به هیچ وجه در معرض نور قرار نگیرد. از آنجایی که برای این نوع سن سنجی از دانه های کوارتز و یا فلدسپار استفاده می شود لازم است از وجود این دانه ها در نمونه اطمینان حاصل شود.

پ۲-٤-٥-۳ سن یابی نسبی

سن نسبی خاک ها معمولاً بر اساس مقایسه با سن یابی های منتشر شده از دیگر نیمرخ های خاک انجام می شود. آشنایی با چینه شناسی کواترنر، سیکل های اقلیمی کواترنری و اصول توسعه خاک برای زمین شناسان مسئول در بررسی های گسلی ضروری است. دوره های یخچالی و بین یخچالی در تعیین چینه نگاری زمانی مورد استفاده قرار می گیرند.

از جمله سایر شواهد تعیین سن نسبی می توان به چگونگی فرسایش، هوازدگی قلوه ها و کانی ها، همبستگی چینه ای قطعات سنگی، کانی ها و فسیل ها می توان اشاره نمود. داده های تکمیلی شامل بررسی قنوات، داده های باستان شناسی، نهشته های آتشفشانی، مدل سازی افراز گسل، پارینه مغناطیس، گاه شماری درختی و ... نیز می توانند مفید باشند.

نیمرخ های تفصیلی خاک باید با استفاده از روش ها و واژگان استاندارد توصیف شوند. در صورت فقدان تجربه و اطمینان کافی زمین شناس پروژه در توصیف و تخمین سن واحد ها، باید با قراردادی فرعی از خدمات متخصصین این رشته استفاده شود.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱ شورایعالی

پ۲-۵ تدوین گزارش و داوری

به منظور رسیدن به نتیجه گیری و تحلیل های زمین شناسی درست، زمین شناس باید کفایت داده ها را به دقت ارزیابی کند. گزارش ها باید توسط مرجع معتبر و یا حداقل دو داور دارای دانش و تجربه مرتبط بازبینی شوند. بنابراین برای تسهیل بازبینی ضروریست که داد ه های خام و مستندات به روشنی و در غالب جداول؛ شکل ها و نمودار ها ارایه شده و متن فاقد هرگونه ابهام باشد. اهمیت فرایند داوری در آن است که داور موارد ابهام در گزارش، اقدامات مورد نیاز برای تکمیل ، رفع نواقص یا رفع ابهام را مشخص می کند و در نهایت در مورد قابل پذیرش بودن گزارش به مرجع صدور پروانه نظر می دهد.

پ۲-٦ تصویب

تصمیم نهایی در خصوص تصویب بررسی ها، انجام پروژه و مشخصات آن به عهده شورایعالی شهرسازی و معماری است.

دبیرخانه شورایعالی شهرسازی و معماری
۱۳۹۹/۱۰/۰۱