



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

امکان‌سنجی سامانه پاسخ سریع زلزله در شهرهای مهم ایران

مجری:

محمد پور محمد شاهوار

همکاران:

امیرحسین عباسی فشمی، اسماعیل فرزندگان

عطیه اسحاقی، امیر شعبانی

مهدی پورویس، عطا آقایی آرای

پویان تاجداری، علی روحانی

نیما دولت آبادی، رکسانا حیدری

نشریه شماره: گ - ۱۰۵۷

چاپ اول: ۱۴۰۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سرشناسه	: پورمحمد شاهوار، محمد، ۱۳۵۸
عنوان و نام پدیدآور	: امکان‌سنجی سامانه پاسخ سریع زلزله در شهرهای مهم ایران/ مجری [طرح] محمد پورمحمدشاهوار، همکاران امیرحسین عباسی فشمی... [و دیگران].
مشخصات نشر	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ی، [۹۷] ص: مصور، جدول؛ ۲۲ × ۲۹ س.م.
فروست	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر: گ- ۱۰۵۷-۹-۶۷۳-۱۱۳-۶۰۰-۹۷۸
شابک	
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: چکیده به زبان انگلیسی در انتهای کتاب آورده شده است.
یادداشت	: همکاران امیرحسین عباسی فشمی، اسماعیل فرزنانگان، عطیه اسحاقی، امیر شعبانی، مهدی پورویس، عطا آقایی آرابی، پویان تاجداری، علی روحانی، نیما دولت آبادی، رکسانا حیدری.
یادداشت	: ص.ع. به انگلیسی: Mohammad Pourmohammad Shahvar. Feasibility study in earthquake rapid response system in the important cities of Iran.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۸۹
موضوع	: شتابنگارها -- ایران
موضوع	: Accelerograms -- Iran
شناسه افزوده	: عباسی فشمی، امیرحسین، ۱۳۷۵-
شناسه افزوده	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده	: Road, Housing and Urban Development Research Center
رده بندی کنگره	: QE۵۳۷/۲
رده بندی دیویی	: ۵۵۱/۲۲۰۹۵۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۵۰۸۴۸۷
وضعیت رکورد	: فیپا



نام کتاب: امکان‌سنجی سامانه پاسخ سریع زلزله در شهرهای مهم ایران

مجری: محمد پور محمد شاهوار

همکاران: امیرحسین عباسی فشمی، اسماعیل فرزنانگان، عطیه اسحاقی، امیر شعبانی، مهدی پورویس، عطا آقایی آرابی، پویان تاجداری، علی روحانی، نیما دولت آبادی، رکسانا حیدری.

شماره نشر: گ- ۱۰۵۷

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۲۰۰ جلد

قطع: رحلی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره انتشارات و چاپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

قیمت: ۸۵۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-113-473-9

شابک: ۹-۶۷۳-۱۱۳-۶۰۰-۹۷۸

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.
کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی محفوظ است.

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل... نوری، رویروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۳۱۴۵-۱۶۹۶ تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۳۸۴۱۳۲
پست الکترونیکی: pub@bhrc.ac.ir فروش الکترونیکی: http://pub.bhrc.ac.ir

سخن مرکز

شبکه شتابنگاری کشور با داشتن بیش از ۱۳۶۰ دستگاه شتابنگار یکی از بزرگترین شبکه‌های شتابنگاری دنیا محسوب می‌گردد. این مجموعه با ثبت افزون بر ۱۵۰۰۰ رکورد زمین‌لرزه گنجینه عظیمی از داده‌های جنبش نیرومند زمین را برای مطالعه و تحقیق دانش‌پژوهان علوم مرتبط فراهم کرده است. در این میان با وجود این داده‌ها به روز نمودن آیین‌نامه ۲۸۰۰ و نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه با دقت صورت می‌گیرد. دانشجویان بسیاری در مقاطع تحصیلات تکمیلی کارشناسی‌ارشد و دکتری با استفاده از این اطلاعات فارغ‌التحصیل شده‌اند.

در این گزارش اقدامات انجام گرفته جهت همسان سازی سیستم کنترل و ذخیره سازی بانک داده شبکه ملی شتابنگاری ایران مطابق با استانداردهای جهانی ارایه شده است.

محمد مهدی حیدری

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

سپاس

از همکاران، کارشناسان و تکنیسین‌های شبکه شتابنگاری که نقش مهمی در آماده به کار بودن و تخلیه اطلاعات دستگاه‌ها دارند، سپاسگزاری می‌گردد. آقایان خسرو بهرامی، نوید شریفیات، محمدرضا ابراهیم پور، محمدهادی احمدی، وحید عابد، شاهین برجی، مهدی کارخانه و علیرضا دستجردی و خانم مریم حشمتی سعادت‌ی در این مسیر تلاش فراوانی نمودند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- بخش اول: نمونه‌های اجرایی سامانه پاسخ سریع زلزله در کشورهای پیشرفته دنیا.....	۱
۱-۱- سامانه واکنش سریع زلزله در ایالات متحده آمریکا.....	۲
۱-۲- سامانه اطلاع‌رسانی سریع زلزله در تایوان.....	۳
۱-۳- سامانه پاسخ سریع زمین لرزه ترکیه (استانبول).....	۴
۱-۴- شبکه هشدار و پاسخ سریع ایتالیا.....	۵
۱-۵- شبکه شتابنگاری سوئیس (SSMNET).....	۶
۲- بخش دوم: جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری سامانه پاسخ سریع زلزله.....	۹
۲-۱- شهر تهران.....	۹
۲-۲- شهر تبریز.....	۱۴
۲-۳- شهر مشهد.....	۱۶
۲-۴- شهر کرج.....	۱۸
۲-۵- شهر شیراز.....	۲۰
۲-۶- شهر اهواز.....	۲۳
۲-۷- شهر کرمانشاه.....	۲۴
۲-۸- شهر بندرعباس.....	۲۶
۲-۹- شهر کرمان.....	۲۷
۲-۱۰- شهر قزوین.....	۲۹
۳- بخش سوم: امکان‌سنجی و طراحی بستر ارتباطی و اطلاع‌رسانی در سامانه پاسخ سریع زلزله.....	۳۱
۳-۱- بسترهای ارتباطی.....	۳۱
۳-۲- طراحی شبکه ارتباطی.....	۳۴
۳-۳- لینک رادیویی WLAN.....	۳۶
۳-۴- امکان‌سنجی اطلاع‌رسانی.....	۵۹
۴- بخش چهارم: امکان‌سنجی و طراحی اجرایی ایستگاه شتابنگاری سامانه پاسخ سریع زلزله.....	۶۳
۴-۱- اجرای فونداسیون و اتاقک.....	۶۳
۴-۲- تامین تغذیه مصرف‌کننده‌های الکتریکی.....	۶۵
۴-۳- جانمایی تجهیزات.....	۶۸
۵- بخش پنجم: هزینه اجرای ایستگاه‌های شتابنگاری سامانه پاسخ سریع زلزله.....	۷۱
۵-۱- شهر تهران.....	۷۲
۵-۲- شهر تبریز.....	۷۷
۵-۳- شهر مشهد.....	۷۸
۵-۴- شهر کرج.....	۷۹
۵-۵- شهر شیراز.....	۸۰
۵-۶- شهر اهواز.....	۸۱
۵-۷- شهر کرمانشاه.....	۸۲
۵-۸- شهر بندرعباس.....	۸۳
۵-۹- شهر کرمان.....	۸۳
۵-۱۰- شهر قزوین.....	۸۴
۶- نتیجه‌گیری.....	۸۷
۷- مراجع.....	۸۹
۸- پیوست.....	۹۱

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱ شبکه شتابنگاری کالیفرنیا جنوبی (راست) و نقشه لرزش زمینلرزه نورث ریج توسط USGS (چپ)
۴	شکل ۲ توزیع ایستگاه‌های شتابنگاری سامانه اطلاع رسانی زمینلرزه در تایوان (TREIRS)
۵	شکل ۳ ایستگاه‌های پاسخ سریع ترکیه (راست) و ایستگاه‌های هشدار سریع (چپ)
۴	شکل ۴ تعداد کل ایستگاه‌ها ۲۱۷ که از این تعداد ۱۲۴ ایستگاه باند پهن با پریود طبیعی صفر تا ۴۰ ثانیه (قرمز رنگ) ایستگاه‌هایی با پریود کوتاه که در تولید نقشه لرزش استفاده نمی‌شود (آبی رنگ) ۴۵ ایستگاه جفت شده با سنسورهای حرکتی (سبز رنگ) ایستگاه‌های زرد رنگ که متعلق به (INGV) نیست ولی در تولید نقشه لرزش استفاده می‌شود، (شکل راست) نقشه شدت لرزه‌ای (شکل چپ)
۷	شکل ۵ ایستگاه‌های لرزه‌نگاری باند پهن، پریود کوتاه و حرکت قوی شبکه لرزه‌نگاری سوئیس (سایت SED)
۱۰	شکل ۶ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر تهران
۱۵	شکل ۷ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر تبریز
۱۷	شکل ۸ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر مشهد
۱۹	شکل ۹ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر کرج
۲۱	شکل ۱۰ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر شیراز
۲۳	شکل ۱۱ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر اهواز
۲۵	شکل ۱۲ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر کرمانشاه
۲۶	شکل ۱۳ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر بندرعباس
۲۸	شکل ۱۴ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر کرمان
۲۹	شکل ۱۵ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر قزوین
۳۴	شکل ۱۶ شماتیک شبکه نقطه به چند نقطه با ساختار ستاره
۳۶	شکل ۱۷ تصویری از دکل و آنتن شبکه نقطه به چند نقطه با ساختار ستاره برند میموسا
۳۷	شکل ۱۸ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر تهران
۳۷	شکل ۱۹ نمونه‌ای از ارتباط دکل فرعی به مرکزیت پارک شهر با ایستگاه‌های شتابنگاری
۳۸	شکل ۲۰ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر تبریز
۳۸	شکل ۲۱ نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری آذربایجان شرقی با ایستگاه‌های شتابنگاری
۳۹	شکل ۲۲ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر مشهد
۳۹	شکل ۲۳ نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری خراسان رضوی با ایستگاه‌های شتابنگاری
۴۰	شکل ۲۴ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر کرج و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری البرز با ایستگاه‌های شتابنگاری
۴۰	شکل ۲۵ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر شیراز
۴۱	شکل ۲۶ نمونه‌ای از ارتباط دکل فرعی به مرکزیت دانشگاه شیراز با ایستگاه‌های شتابنگاری
۴۱	شکل ۲۷ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر اهواز و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری خوزستان با ایستگاه‌های شتابنگاری
۴۱	شکل ۲۸ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر کرمانشاه و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری کرمانشاه با ایستگاه‌های شتابنگاری
۴۲	شکل ۲۹ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر کرمان و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری کرمان با ایستگاه‌های شتابنگاری

شکل ۳۰	ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر قزوین و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری قزوین با ایستگاه‌های شتابنگاری	۴۳
شکل ۳۱	نقشه اجرایی فعلی فونداسیون ایستگاه شتابنگاری	۶۴
شکل ۳۲	نقشه شماتیک اصلاحی برای مهار فونداسیون ایستگاه شتابنگاری	۶۴
شکل ۳۳	تصویری از تابلو برق موجود در یکی از ایستگاه‌های شتابنگاری کشور اسپانیا	۶۵
شکل ۳۴	تصویری از تابلو برق موجود در یکی از ایستگاه‌های شتابنگاری کشور ایتالیا	۶۶
شکل ۳۵	نقشه شماتیک تابلو برق ایستگاه شتابنگاری شبکه پاسخ سریع	۶۷
شکل ۳۶	نقشه شماتیک سیستم پشتیبان مخابراتی	۶۸
شکل ۳۷	نقشه شماتیک محل قرارگیری سنسور شتابنگاری	۶۹
شکل ۳۸	نقشه شماتیک دکل کنار اتاقک ایستگاه شتابنگاری	۷۰
شکل ۳۹	نمونه اجرایی ایستگاه شتابنگاری	۷۰

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۱	جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر تهران
۱۵	جدول ۲ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر تبریز
۱۷	جدول ۳ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر مشهد
۱۹	جدول ۴ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر کرج
۲۱	جدول ۵ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر شیراز
۲۴	جدول ۶ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر اهواز
۲۵	جدول ۷ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر کرمانشاه
۲۷	جدول ۸ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر بندرعباس
۲۸	جدول ۹ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر کرمان
۳۰	جدول ۱۰ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر قزوین
۴۳	جدول ۱۱ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر تهران
۴۹	جدول ۱۲ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر تبریز
۵۰	جدول ۱۳ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر مشهد
۵۲	جدول ۱۴ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر کرج
۵۳	جدول ۱۵ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر شیراز
۵۴	جدول ۱۶ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر اهواز
۵۶	جدول ۱۷ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر کرمانشاه
۵۷	جدول ۱۸ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر بندرعباس
۵۷	جدول ۱۹ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر کرمان
۵۸	جدول ۲۰ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر قزوین
۶۰	جدول ۲۱ گروه‌بندی سطح هشدار برای دریافت نقشه شدت لرزه‌ای
۶۰	جدول ۲۲ گروه کاربران دریافت کننده نقشه شدت لرزه‌ای
۶۱	جدول ۲۳ روش‌های پیشنهادی ارسال نقشه شدت لرزه‌ای
۷۱	جدول ۲۴ هزینه‌های اصلی ایستگاه شتابنگاری
۷۲	جدول ۲۵ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر تهران
۷۷	جدول ۲۶ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر تبریز
۷۸	جدول ۲۷ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر مشهد
۷۹	جدول ۲۸ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر کرج
۸۰	جدول ۲۹ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر شیراز
۸۱	جدول ۳۰ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر اهواز
۸۲	جدول ۳۱ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر کرمانشاه
۸۳	جدول ۳۲ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر بندرعباس
۸۳	جدول ۳۳ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر کرمان
۸۴	جدول ۳۴ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر قزوین

پیشگفتار

با گذشت حدود چهار سال از زلزله مخرب سرپل ذهاب پیامد ناشی از وقوع آن زلزله هنوز باقی مانده و مردم و مسولان را همچنان درگیر خود کرده است. حال با مقایسه وسعت و جمعیت شهرستان سرپل ذهاب با کلان شهری همچون تهران می‌توان عمق فاجعه را درک کرد. این‌که ایران در طول تاریخ کشور لرزه‌خیز بوده است مطلب جدیدی نمی‌باشد ولی سوال این است که ما چقدر توانسته‌ایم خود را برای مقابله با این رخداد طبیعی آماده کنیم. شاید اغراق نباشد اگر بگوییم بزرگترین تهدید پیش‌رو، وقوع زلزله‌ای بزرگ و مخرب در شهری همچون تهران است؛ شهری با جمعیت میلیونی، مرکز سیاسی و اقتصادی کشور، دارای گسل‌های مهم و پتانسیل لرزه‌ای بالا و دوره بازگشت زلزله‌ای که به گفته کارشناسان به پایان رسیده و هر لحظه به انتظار وقوع زمین‌لرزه‌ای بزرگ می‌باشد.

اقداماتی که تاکنون انجام شده و در حال انجام می‌باشد اغلب متمرکز بر روی مقاوم سازی و ایمن سازی سازه‌ها بوده است و متأسفانه کمتر به شرایط و مدیریت پس از رخداد زلزله فکر شده است. در راستای این هدف نیاز است تمهیدات لازم جهت مدیریت در شرایط بحران به کار گرفته شود. یکی از ابزارهای مدیریت بحران، داشتن اطلاعات دقیق از رخداد زمین‌لرزه است. در یک شهر هنگام رخداد زمین‌لرزه‌ای مخرب، بدون دسترسی دقیق و سریع به داده‌های حاصل از وقوع زلزله، نقشه شدت لرزه‌ای از مکان زمین‌لرزه و سایر پارامترهای اساسی، امداد رسانی به موقع و کارساز امکان‌پذیر نیست. زلزله بم زمانی که اتفاق افتاد تا چندین ساعت پس از زلزله بدلیل اینکه خبری از داخل شهر مخابره نمی‌شد گمان براین بود که این شهر خسارتی ندیده است؛ حال اینکه شهر بم با خاک یکسان شده و همین عدم اطلاع باعث افزایش تلفات شده بوده است. به طور مشابه در وسعت جهانی برای زلزله کوبه ژاپن در سال ۱۹۹۵ میلادی، یک روز زمان صرف شد تا ابعاد گسترده فاجعه آشکار شود و سبب عدم امداد رسانی به موقع و افزایش تلفات انسانی شده بود. اما بالعکس وقوع زمین‌لرزه ۲۱ سپتامبر ۱۹۹۹ میلادی چیچی تایوان اولین تجربه عملکرد مثبت یک سیستم بررسی کننده زلزله بود. اطلاعات به دست آمده از این سیستم تصویر دقیقی از آثار رویداد زلزله را آشکار و مسیر امداد را مشخص کرد و همچنین کمک بزرگی به امدادگران نمود. در نتیجه مدیریت موثر بحران در این زمین‌لرزه جان تعداد زیادی از مردم را نجات داد. به زبان ساده تر با کمک نقشه شدت لرزه‌ای می‌توان لحظاتی پس از وقوع زلزله مشخص کرد که بیشترین و کمترین خسارات در کدام مناطق از یک شهر اتفاق افتاده است. این سیستم بر اساس عملکرد صدها دستگاه شتابنگار که در سراسر یک شهر نصب شده‌اند عمل می‌کند که همه آنها به یک سیستم کنترل مرکزی متصل هستند. مشابه این سیستم در استانبول ترکیه، مکزیکو سیتی، کالیفرنیا و هند در حال فعالیت هستند (والد و همکاران ۱۹۹۹).

طراحی و اجرای یک سامانه پاسخ سریع زلزله که اطلاعات اساسی را در فاصله زمانی اندک از رویداد زمین‌لرزه دریافت و نقشه‌های شدت لرزه‌ای تولید کند و در اختیار مسؤلان ذی‌ربط قرار دهد، کمک شایانی به مدیریت بحران پس از زلزله در یک شهر می‌کند.

چکیده

سیستم‌های پاسخ سریع و اعلان خطر اغلب برای سهولت در مدیریت بحران و امداد رسانی پس از وقوع زلزله، شناسایی مناطق آسیب دیده در کمترین زمان و قطع شریان‌های حیاتی به کار برده می‌شوند و هدف آنها تقریباً یکسان می‌باشد. سامانه‌های پاسخ سریع معمولاً برای مناطق بزرگ شهری و صنعتی و اماکنی که مدیریت بحران اهمیت بالایی دارد، بکار برده می‌شوند. همانطور که اشاره شد، مهم‌ترین خروجی یک سامانه پاسخ سریع زمین‌لرزه نقشه‌های لرزش زمین می‌باشد. این ابزار یکی از کارآمدترین ابزارهای یک سازمان مدیریت بحران بلافاصله بعد از رویداد زمین‌لرزه است. در واقع این نقشه‌ها توزیع لرزش زمین را به صورت پارامترهای جنبش زمین نشان می‌دهند. برای فراهم‌سازی این اطلاعات جامع از وقوع زلزله نیاز به استفاده از شبکه‌ی داده‌برداری منظم و سریع از شتاب لرزه‌ای محل رویداد زلزله می‌باشد. علاوه بر آن جهت یکپارچه‌سازی و مخابره‌ی این اطلاعات به مرکز کنترل باید از بستر ارتباطی امن و مطمئن بهره برد. در این پروژه با تشریح طراحی موارد ذکر شده، جزییات آنها برای شهرهای تهران، مشهد، تبریز، کرمان، کرمانشاه، اهواز، شیراز، کرج، قزوین و بندرعباس ذکر خواهد شد. همچنین لازم بذکر است اصول طراحی جهت اجرای عملیاتی در تمامی بخش‌ها در نظر گرفته شده است.

مهم‌ترین سوالی که در پی رویداد یک زمین‌لرزه بزرگ در یک شهر مطرح است، شناسایی مناطقی است که بیشترین خسارت‌ها و تلفات را در هنگام رویداد متحمل شده‌اند. مسلماً اتکا به روش‌های سنتی و تجربیات گذشته کشور در برابر زمین‌لرزه نمی‌تواند برای ابرشهری مانند تهران کارساز باشد. لذا ضروری است با به‌کارگیری امکانات مدرن سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و تولید نقشه‌های شدت لرزه‌ای با سامانه‌های ارتباطی ایمن و مطمئن، دامنه خسارات این پدیده طبیعی را به حداقل رساند. امروزه در کشورهای مدرن و لرزه‌خیز به‌کارگیری سامانه‌های واکنش و پاسخ سریع زمین‌لرزه به یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر در امر مدیریت بحران بدل شده است.

چند ساعت اولیه پس از وقوع زمین‌لرزه، اطلاعات مربوط به واقعه بسیار مهم و حیاتی هستند و به شدت این اطلاعات برای بهینه کردن توزیع منابع و مدیریت بحران مورد نیاز است. سیستم‌های پاسخ زلزله از سیستم‌های اطلاعاتی داده-زمان واقعی زمین‌لرزه هستند و شامل تعداد زیادی از ایستگاه‌های شتابنگاری است که با نظم و الگوی معینی در منطقه مورد نظر نصب شده‌اند. یک ارتباط مستمر و مداوم با پایگاه پردازش مرکزی مورد نیاز است و هر ثانیه این دستگاه‌ها به‌طور مستمر اطلاعات را به کنترل مرکزی می‌فرستند. نقشه‌های لرزش و لایه‌های اطلاعاتی از مناطق زلزله‌زده (مثل نوع زیرساخت‌ها، انواع ساختمان‌ها و کیفیت ساخت، توزیع جمعیت و...) در محیط جی‌آی‌اس^۱، دانش و فناوری پیشرفته و تجربیات به دست آمده از زمین‌لرزه‌های قبلی، داده‌های ورودی اساسی برای برآورد خسارت‌های و تلفات به شمار می‌آیند. این ابزارها یک دید جامع و سریع از شرایط بحران را برای مسئولین (برای مثال مدیران سازمان بحران) فراهم ساخته و آنها را قادر به تصمیم‌گیری بهینه در زمانی کوتاه می‌کند.

احکام قانونی برنامه ششم توسعه و همچنین قانون جدید مدیریت بحران مصوب مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۹۹ صراحتاً مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی را موظف دانسته است که شهرهای مهم و پرجمعیت کشور را به سامانه‌های پاسخ سریع زلزله مجهز نماید. در این راستا حداقل ۴۰۰ ایستگاه شتابنگاری می‌بایست در شهرهای ایران با استفاده از دستگاه‌های مدرن شتابنگاری رده الف احداث و سامانه‌های ارتباطی و نرم‌افزاری مورد نیاز تهیه و اجرایی گردند که به تفصیل در این پروژه اشاره شده است.

مهم‌ترین چالش‌های پیش رو در برابر رویداد یک زمین‌لرزه ویرانگر در یک شهر بزرگ به صورت خلاصه به شرح زیر است:

- وضعیت مبهم سازه‌های شهری که شامل تعداد بسیار زیادی ساختمان قدیمی فاقد اسکلت و ساختمان‌های نوساز فاقد مقاومت در برابر زمین‌لرزه هستند.

¹ GIS

- حفظ ایمنی لوله‌های انتقال فرآورده‌های نفتی و گازی و انبارهای ذخیره آنها
- حفظ ایمنی سدهای پیرامون شهر و برش لوله‌های آورنده آب به داخل شهر
- حفظ ایمنی کابل‌های فشار قوی خطوط برق
- جلوگیری از روانگرایی خاک در برخی مناطق
- جلوگیری از رویداد زمین لغزش و سنگ‌ریزش به‌خصوص در مناطق کوهستانی

موارد فوق تنها فهرست اندکی است که از خطرهای یک زمین‌لرزه احتمالی در شهری همچون تهران می‌توان برشمرد. در ادامه به بخش‌های زیر در این گزارش پرداخته خواهد شد:

در بخش اول نمونه‌های اجرا شده در کشورهای پیشرفته دنیا مورد بررسی قرار گرفته است.

در بخش دوم جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری برای ده شهر بزرگ کشور به همراه جزئیات تشریح شده است.

در بخش سوم بستر مخابراتی و ارتباطی میان ایستگاه‌های شتابنگاری و مرکز کنترل توصیف گشته است.

در بخش چهارم استاندارد جهت اجرای ایستگاه‌های شتابنگاری و طراحی تجهیزات فیزیکی مربوط به آن ارایه شده است.

و در نهایت در بخش پنجم هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع قید شده است.

فصل اول: نمونه‌های اجرایی سامانه پاسخ سریع زلزله در

کشورهای پیشرفته دنیا

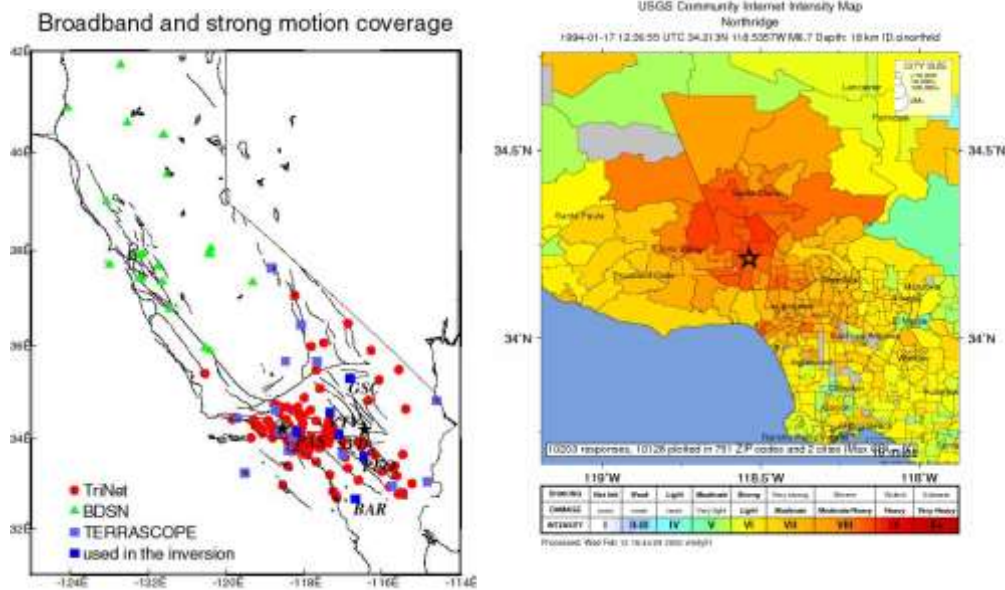
مهم‌ترین سوالی که در پی رویداد یک زمین‌لرزه بزرگ در یک شهر مطرح است، شناسایی مناطقی است که بیشترین خسارت‌ها و تلفات را در هنگام رویداد متحمل شده‌اند. مسلماً اتکا به روش‌های سنتی و تجربیات گذشته کشور در برابر زمین‌لرزه به تنهایی نمی‌تواند برای ابرشهری مانند تهران کارساز باشد. لذا ضروری است با به‌کارگیری امکانات مدرن سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و تولید نقشه‌های شدت لرزه‌ای توأم با استفاده از سامانه‌های ارتباطی ایمن و مطمئن، دامنه خسارات این پدیده طبیعی را به حداقل رساند. امروزه در کشورهای مدرن و لرزه‌خیز به‌کارگیری سامانه‌های واکنش و پاسخ سریع زمین‌لرزه به یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر در امر مدیریت بحران بدل شده است. کاهش خطرپذیری و در حالت ایده‌آل آن جلوگیری از آسیب در برابر زلزله یکی از سیاست‌های اصلی کشورهای لرزه‌خیز در سراسر دنیا می‌باشد؛ چراکه با وقوع زمین‌لرزه‌های بزرگ خسارات جبران‌ناپذیری همچون تلفات انسانی به یک جامعه تحمیل خواهد گشت. کشورهای پیشرفته با درک اهمیت این موضوع قدم بر سرمایه‌گذاری و پیاده‌سازی سامانه‌هایی همچون واکنش و پاسخ سریع زلزله برداشته‌اند که موجب پیشرو بودن آنها در توسعه‌ی این علم شده است. به عنوان مثال یکی از اولین سامانه‌های پاسخ سریع زلزله در سال ۱۹۹۹ میلادی توسط والد در جنوب ایالت کالیفرنیا آمریکا استفاده شد و پس از آن در سال‌های بعدی در ایتالیا، سوئیس، رومانی، پرتغال و سایر کشورها مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه به برخی از سامانه‌های پاسخ سریع زلزله در کشورهای مختلف که با موفقیت پیاده‌سازی شده‌اند اشاره می‌کنیم.



۱-۱- سامانه واکنش سریع زلزله در ایالات متحده آمریکا

در ایالت کالیفرنیا از سال ۱۹۹۷ میلادی سه مرکز سازمان زمین‌شناسی آمریکا، موسسه تکنولوژی کالیفرنیا^۱ و اداره معادن و زمین‌شناسی کالیفرنیا^۲، پروژه‌ای به نام ترایننت^۴ را توسعه دادند که طی آن نقشه‌های لرزش را برای زلزله‌های بزرگتر از سه ریشتر در قسمت جنوب کالیفرنیا تولید می‌نماید. در این پروژه علاوه بر نقشه‌های هم‌شدت، نقشه‌هایی از پراکندگی بیشینه حرکات زمین و بیشینه دامنه‌های طیفی شتاب و سرعت تولید می‌گردد. این نقشه‌ها تصویر سریعی از شدت زلزله در نقاط مختلف ارائه می‌دهد که می‌تواند برای عملیات امدادرسانی، تخمین خسارات و اطلاع‌رسانی عمومی در رسانه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از توابع برآورد خسارت و ترکیب نقشه‌های مذکور با نقشه‌های ساختمان‌ها و شریان‌های حیاتی مانند پل‌ها، پست‌ها و خطوط انتقال برق و ...، می‌توان برآوردی از خسارات وارده نیز ارائه نمود. نقشه‌های لرزش در ابتدا توسط والد و همکاران (۱۹۹۹) پایه‌گذاری گردید. طراحی و بکارگیری آن از سال ۱۹۹۶ در هنگامی که تعداد مناسبی از ایستگاه‌های هشدار سریع در شبکه لرزه‌نگاری کالیفرنیا با تعدادی از ایستگاه‌های تازه نصب شده در شبکه تراسکوپ (کاناموری ۱۹۹۱) ترکیب شدند، به سرانجام رسید. سامانه تولید نقشه‌های لرزش^۵ در بسیاری از مناطق ایالات متحده که به سرعت گسترش و توسط شبکه ترایننت توسعه داده شد، در شکل ۱ نشان داده شده است.

¹ USGS
² Caltech
³ CDMG
⁴ Trinet
⁵ Shakemap



شکل ۱ شبکه شتاب‌نگاری کالیفرنیا جنوبی (راست) و نقشه لرزش زمین لرزه نورث‌ریج توسط usgs (چپ)

۲-۱ - سامانه اطلاع‌رسانی سریع زلزله در تایوان

در تایوان، در ابتدا در سال ۱۹۸۹ میلادی شبکه شتاب‌نگاری با ۲۵ ایستگاه شتاب‌نگاری سه مولفه‌ای آغاز به کار نمود که در ادامه ۴۷ ایستگاه شتاب‌نگاری شش مولفه‌ای (سه مولفه سرعت و سه مولفه شتاب) به این شبکه اضافه گردید. سامانه اطلاع‌رسانی سریع زمین‌لرزه تایوان^۱ داده‌هایی نظیر حداکثر شتاب زمین (PGA) و حداکثر سرعت زمین (PGV) و همچنین شدت دستگاهی را در فاصله حدود ۶۰ تا ۱۰۵ ثانیه بعد از وقوع زلزله اعلام می‌کند. در این سامانه، سیستمی برای ثبت مداوم داده‌ها وجود دارد که پس از ثبت توسط نرم-افزارهایی پردازش می‌شوند و نتایج مورد دلخواه استخراج می‌گردند. سپس نتایج به چهار روش پست الکترونیکی^۲، قرار گرفتن بر روی صفحات اینترنت، سرور^۳ و سیستم خبردهنده پیجر^۴ ارسال می‌گردد (یو مین وو و همکاران، ۲۰۰۰). یک زمین‌لرزه بزرگ در نزدیکی شهر چی‌چی در بخش نانتو^۵ تایوان، در ساعت ۱:۴۷ صبح (وقت محلی)، ۲۱ سپتامبر ۱۹۹۹، در حدود ۱۵۰ کیلومتری جنوب تایپه رخ داد. این بزرگ‌ترین زمین‌لرزه در طول قرن بیستم بود که در تایوان رخ داد. اگرچه تایوان دارای آیین نامه ساختمان زلزله است، اما هزاران ساختمان به دلیل زلزله ویران شد و بیش از ۱۰۰/۰۰۰ نفر را بی‌خانمان کرد. تعداد کشته‌ها از ۲/۳۰۰

¹ TREIRS

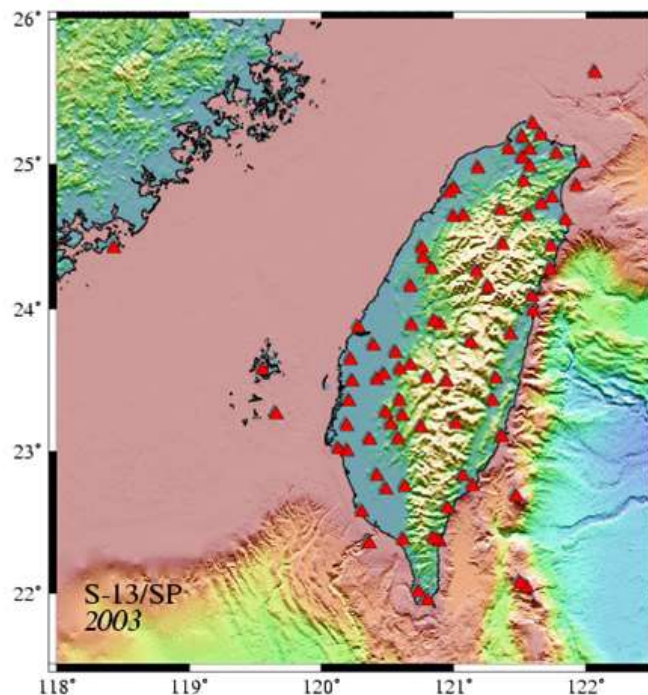
² Email

³ FTP server

⁴ Pager

⁵ Nantou

نفر بیشتر بود و بیش از ۱۰/۰۰۰ نفر مجروح شدند. در حدود ۱۰۲ ثانیه بعد از زمان منشا زلزله، برآورد خوبی از رومرکز و عمق کانونی زمین‌لرزه (N° ۲۳,۸۷، E° ۱۲۰,۷۵، عمق ۱۰ کیلومتر) و بزرگی (ML=7.3) و یک نقشه لرزش به طور خودکار توسط سیستم پاسخ سریع زلزله^۱ تعیین شد. نتایج بلافاصله به چهار روش از طریق ایمیل، اینترنت، فاکس، و پیجر به صورت الکترونیکی منتشر شد. این سیستم اطلاعات سریع برای بیش از چهار سال در تایوان فعال و به‌طور موفق اجرا شد. در زمین‌لرزه چی‌چی، سیستم RTD به‌صورت میانگین پس از زلزله^۲ بسیار خوب عمل کرد و در دسترس بودن سریع اطلاعات زلزله، واکنش اورژانسی تسهیل و اطلاعات به موقع برای تیم‌های امداد و نجات مفید بود. در شکل ۲ ایستگاه‌های اطلاع‌رسانی سریع زمین‌لرزه تایوان نشان داده شده است (یومین‌وو و همکاران ۲۰۰۰).



شکل ۲ توزیع ایستگاه‌های شتابنگاری سامانه اطلاع‌رسانی زمین‌لرزه در تایوان (TREIRS)

۳-۱- سامانه پاسخ سریع زمین‌لرزه ترکیه (استانبول)

در استانبول ترکیه، تعداد ۱۰۰ عدد دستگاه شتابنگاری در مساحتی حدود ۳۰ در ۵۰ کیلومتر جایگذاری شده است تا بتواند شبکه‌ای مناسب برای سامانه پاسخ سریع آماده گردد. در این سامانه پس از فعال شدن دستگاه‌ها و ثبت اطلاعات زمین‌لرزه، پارامترهای شتاب و سرعت زمین‌لرزه توسط پیامک به مرکز جمع‌آوری اطلاعات در استانبول فرستاده می‌شود. بعد از ثبت و پردازش داده‌ها، اطلاعات توسط نرم‌افزار سامانه هشدار

^۱ RTD

^۲ Aftershock

سریع که توسط سازمان زمین شناسی ایالات متحده طراحی شده است، بازخوانی و نقشه‌های هم‌شدت برآورد می‌گردد (اردیک و همکاران، ۲۰۰۴). سپس با توجه به سازه‌ها و ساختمان‌های موجود در محدوده شهر استانبول و با استفاده از توابع تخمین خسارت، نقشه‌های خرابی برای شهر استانبول برآورد می‌گردد. در شکل ۳ چگونگی توزیع ایستگاه‌های شتابنگاری سامانه پاسخ سریع و هشدار سریع استانبول در این شهر نشان داده شده است.

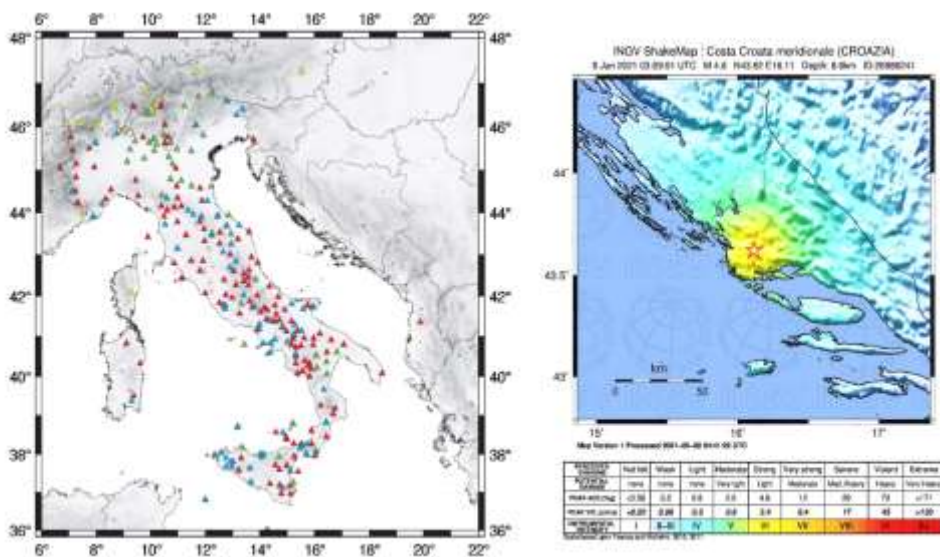


شکل ۳ ایستگاه‌های پاسخ سریع ترکیه (راست) و ایستگاه‌های هشدار سریع (چپ)

۴-۱- شبکه هشدار و پاسخ سریع ایتالیا

ایتالیا کشوری فعال از لحاظ لرزه‌خیزی است که چندین بار زمین‌لرزه بزرگ و خسارت‌بار را در طول تاریخ تجربه کرده است؛ به عنوان مثال می‌توان به زلزله کالابریا^۱ (۱۹۰۵، $M=6.8$)، مسینا^۲ (۱۹۰۸، $M=7$)، مارسیکا^۳ (۱۹۱۵، $M=7$)، ایرپینیا^۴ (۱۹۳۰، $M=6.8$)، بلیس^۵ (۱۹۶۸، $M=6.5$)، فریولی^۶ (۱۹۸۰، $M=6.5$) و ایرپینیا (۱۹۸۰، $M=6.9$) اشاره کرد. این زمین‌لرزه‌ها باعث خسارات شدید و صدها هزار تلفات شده است. موسسه ملی ژئوفیزیک ایتالیا (INGV) با استفاده از ۱۲۴ ایستگاه باند پهن با پریود $T_0=0$ تا $T=40$ ثانیه و ۴۵ ایستگاه باند پهن جفت شده با سنسورهای جنبش قوی با استفاده از نسخه تولید نقشه شدت لرزه-ای سازمان زمین شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS)، تنها چند دقیقه بعد از زمان واقعی رخداد زمین‌لرزه اقدام به تولید نقشه لرزش می‌کند که در شکل ۴ ایستگاه‌ها و نمونه نقشه شدت لرزش نشان داده شده است.

¹ Calabria
² Messina
³ Marsica
⁴ Irpinia
⁵ Belice
⁶ Friuli



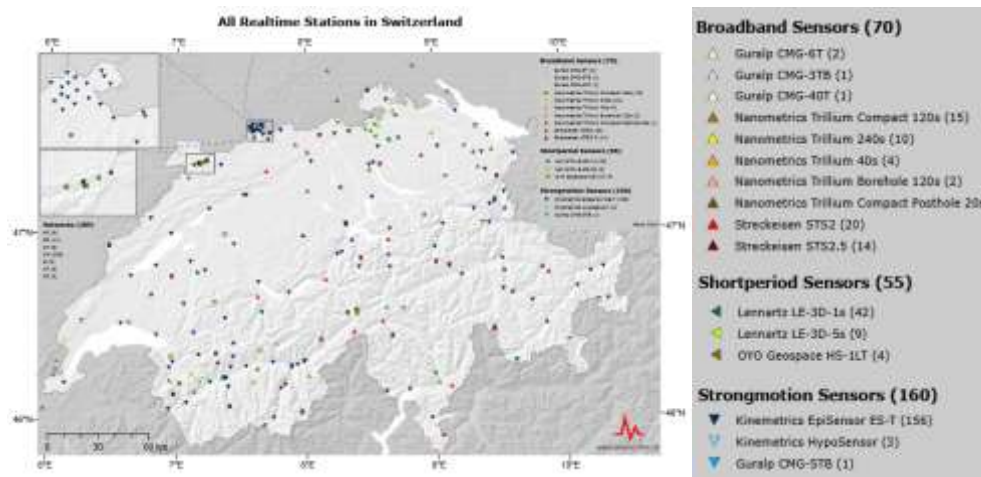
شکل ۴ تعداد کل ایستگاه‌ها ۲۱۷ که از این تعداد ۱۲۴ ایستگاه باند پهن با پریود طبیعی صفر تا ۴۰ ثانیه (قرمز رنگ) ایستگاه‌هایی با پریود کوتاه که در تولید نقشه لرزش استفاده نمی‌شود (آبی رنگ) ۴۵ ایستگاه جفت شده با سنسورهای حرکتی (سبز رنگ) ایستگاه‌های زرد رنگ که متعلق به (INGV) نیست ولی در تولید نقشه لرزش استفاده می‌شود، (شکل راست) نقشه شدت لرزه‌ای (شکل چپ)

۵-۱- شبکه شتابنگاری سوئیس^۱ (SSMNET)

اولین ایستگاه شبکه لرزه‌نگاری سوئیس (SSMNet) در اوایل دهه ۱۹۹۰ ساخته شد. این شبکه عمدتاً شامل ایستگاه‌های حوزه آزاد (Free-Field) و ایستگاه‌هایی در پنج سد بزرگ سوئیس بود. در سال‌های بعد، شبکه به طور مداوم گسترش یافت به طوری که شامل ۶۵ ایستگاه حوزه آزاد و ۳۲ ایستگاه سد در سال ۱۹۹۸ شده بود. در یک پروژه در حال پیشرفت، سرویس شتابنگاری سوئیس در حال تجدید و گسترش شبکه حرکت قوی خود است. اهداف این توسعه، پوشش فضایی بهتری از رکوردهای ضبط شده از مناطق مستعد زلزله، ارزیابی بهتر تغییرپذیری حرکت زمین و اثرات محل و در نهایت تایید و بهبود مدل‌های مخاطرات ارتعاشی هستند. در فاز نخست این پروژه، ۳۰ ایستگاه جدید بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ نصب شده‌اند که هر دو جایگزین ایستگاه‌های حرکت قوی و نصب ایستگاه‌های جدید شده‌اند. در چارچوب فاز دوم جاری این پروژه، قرار است ۷۰ ایستگاه دیگر تا سال ۲۰۱۹ را نصب کنند. همه ایستگاه‌های شبکه جدید حوزه آزاد (Free-Field) هستند و اکثر آنها در مناطق پرجمعیت شهری و در معرض خطر لرزه‌ای زیاد نصب شده‌اند؛ اگرچه تعداد کمی از آنها در مناطق روستایی واقع شده‌اند که در آنها زمین‌لرزه‌های قابل توجهی در گذشته رخ داده‌است. روند نصب این ایستگاه‌ها چند مرحله می‌باشد. هنگامی که یک هدف مناسب (معمولاً یک شهر) شناسایی می‌شود، یک نمای کلی از اثرات محلی مورد انتظار از طریق انجام یک

¹ Swiss Strong Motion Network

بررسی افقی/عمودی^۱ (V/H) و تجزیه و تحلیل اطلاعات زمین‌شناسی به دست می‌آید. ساختمان‌های عمومی مهم و پراهمیت مانند بیمارستان‌ها، مدارس یا پایگاه‌های آتش‌نشانی که می‌تواند یک ایستگاه در دسترس در آن حوالی باشد، پس از آن مورد جستجو قرار می‌گیرند. در این مکان‌ها، ایستگاه‌های تست برای چند روز نصب شده‌اند تا سطح نویز محلی را ارزیابی کنند. با استفاده از تمام اطلاعات موجود، مکان ایستگاه نهایی انتخاب می‌شود. داده‌های این سایت‌های شبکه لرزه‌نگاری برای تایید و اصلاح مدل‌های خطر لرزه‌ای موجود برای سوئیس مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صورت وقوع زلزله شدید، ضبط این حسگرهای لرزه‌نگار برای تولید نقشه شدت لرزه‌ای^۲ مورد استفاده قرار می‌گیرد که برای تخمین سریع اثرات روی ساختمان‌ها و زیرساختار بسیار مفید هستند. در شکل ۵ ایستگاه‌های شبکه لرزه‌نگاری سوئیس نشان داده شده است.



شکل ۵ ایستگاه‌های لرزه‌نگاری باند پهن، پریود کوتاه و حرکت قوی شبکه لرزه‌نگاری سوئیس (سایت SED)

همان‌طور که اشاره شد کشورهای پیشرفته‌ی دنیا از حداکثر امکانات خود در جهت احداث سامانه پاسخ سریع زلزله بهره برده‌اند؛ چرا که کارکرد به موقع و صحیح این سیستم به طور مستقیم بر جان انسان‌ها تاثیر می‌گذارد.

¹ Horizontal / Vertical

² ShakeMaps

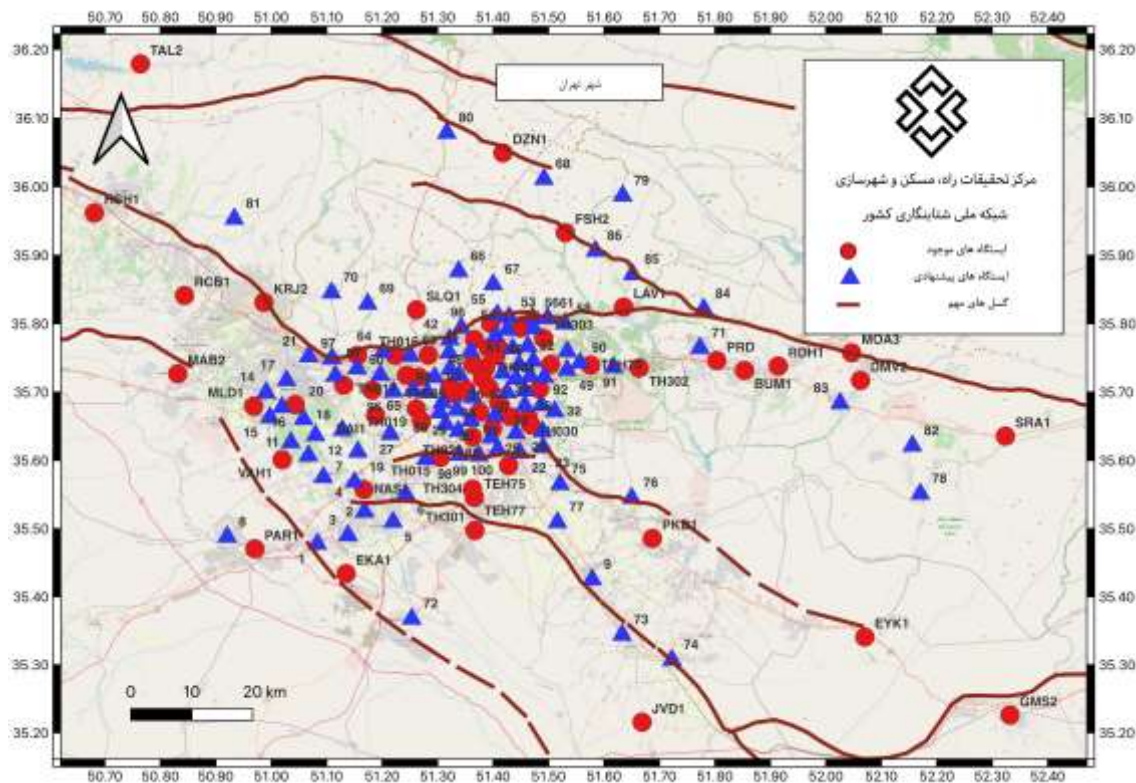
فصل دوم: جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری سامانه پاسخ سریع زلزله

در این بخش به تشریح نحوه چینش و تعیین موقعیت ایستگاه‌های شتابنگاری در ده شهر بزرگ کشور می‌پردازیم. برای هر شهر متناسب با وسعت و شدت لرزه‌خیزی آن تعداد ایستگاه‌های شتابنگاری تعیین شده است. لازم به ذکر است با توجه به موضوع پوشش حداکثری مساحت بافت شهری توسط ایستگاه‌های شتابنگاری، برای بیشترین دقت در داده‌برداری لرزه‌ای، از فضاهای اماکن دولتی جهت احداث این ایستگاه‌ها استفاده شده است؛ بنابراین همیاری و مساعدت سازمان‌ها و نهادهای مربوطه را در جهت اجرایی کردن این موضوع می‌طلبد. جهت طراحی جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری برای هر شهر از نرم‌افزار QGIS استفاده شده است.

۱-۲- شهر تهران

وجود گسل‌های لرزه‌خیز در شمال و جنوب تهران و همچنین درصد تراکم جمعیت بالا در مناطق مختلف آن، نشانگر اهمیت اجرای سامانه پاسخ سریع زلزله هنگام وقوع زمین‌لرزه می‌باشد تا با اطلاع‌رسانی داده‌های ضروری در کمترین زمان ممکن، اقدامات لازم توسط مراجع ذی‌ربط اجرایی گردد. نکته حائز اهمیت در طراحی سامانه پاسخ سریع زلزله در این شهر، در نظر گرفتن پیوستگی تراکم جمعیت از مرکز شهر به حاشیه آن می‌باشد؛ به طوری که ساختار و شکل چینش شبکه دستگاه‌های شتابنگاری در این شهر باید به صورت یکپارچه و پیوسته تمامی نقاط دارای تراکم جمعیت شهری را پوشش دهد. علاوه بر آن موضوع مهم در جانمایی ایستگاه‌های این شهر پوشش شهرهای پیرامونی توسط ایستگاه‌های شتابنگاری است که اغلب آنها دارای پتانسیل زیاد لرزه‌خیزی و واقع بر روی گسل‌های بزرگ می‌باشند؛ شهرهایی همچون دماوند،

اسلامشهر، ری، لواسان و ... از شهرهایی پرجمعیت می باشند که تراکم جمعیت در حدفاصل آنها و شهر تهران تقریباً به صورت پیوسته امتداد پیدا کرده است. در شکل ۶ تصویری از جانمایی پیشنهادی ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع شهر تهران به همراه شهرهای پیرامونی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر تهران

در این طراحی عواملی همچون پوشش یکپارچه طبق یکای مساحت، پوشش مناطق شهری به نسبت میزان گستردگی جمعیت، زیرسازی طراحی سیستم مخابراتی بهینه و غیره در نظر گرفته شده است. همچنین یافتن موقعیت مناسب جهت احداث ایستگاه‌های شتابنگاری از اهمیت زیادی برخوردار است؛ چرا که با عدم همکاری ارگان‌های ذی‌ربط جهت صدور مجوز احداث ایستگاه در مناطق پیش‌بینی شده، طراحی یکپارچه و داده‌برداری با بیشینه دقت محقق نخواهد گشت. در ادامه مشخصات موقعیت مکانی ایستگاه‌ها به همراه مختصات آنها در جدول ۱ قید شده است.

جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر تهران

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	35.477574	51.083215	بیمارستان حضرت فاطمه رباط کریم
2	35.524679	51.168227	شهرداری گلستان
3	35.490084	51.138324	مخابرات نصیرشهر
4	35.575512	51.093988	شهرداری شاهد شهر
5	35.509943	51.219631	شهرداری شهرک واوان
6	35.550132	51.242495	مجموعه ورزشی برزی اسلامشهر
7	35.568513	51.150284	پارک فدک وجه آباد
8	35.488148	50.920611	بیمارستان مهر ایرانیان پرند
9	35.425307	51.578606	شهرداری قرچک
10	35.607074	51.067079	ایستگاه آتش نشانی فردوسی
11	35.626451	51.035284	شهرداری امیریه
12	35.636846	51.079918	فرهنگسرا دینارآباد
13	35.660538	51.05828	شهرداری شهریار
14	35.69963	50.99087	آموزش پرورش استثنایی کشور(اندیشه فاز دو)
15	35.663055	50.997208	ایستگاه آتش نشانی شهرک جعفریه
16	35.678147	51.019529	ایستگاه آتش نشانی فاز یک اندیشه
17	35.717492	51.027577	فرهنگسرا سعدی فاز پنج اندیشه
18	35.644514	51.128349	شهرداری باغستان
19	35.612807	51.15602	درمانگاه نصیرآباد
20	35.723851	51.115436	اداره آب و فاضلاب شهر قدس
21	35.752367	51.067556	شهرداری گرمدره (ssa۲)
22	35.611481	51.448	مرکز مخابرات عربسرخی
23	35.619281	51.490143	ایستگاه آتش نشانی هفتاد و هشت مشیریه
24	35.642466	51.489046	پارک فجر
25	35.64006	51.441666	درمانگاه ری
26	35.615803	51.408397	شهرداری ناحیه چهار منطقه شانزده
27	35.638683	51.214637	شهرداری احمدآباد مستوفی
28	35.653002	51.314509	اداره گذرنامه غرب یافت آباد
29	35.642972	51.337042	بوستان تیر
30	35.658248	51.359198	شهرداری منطقه هفده



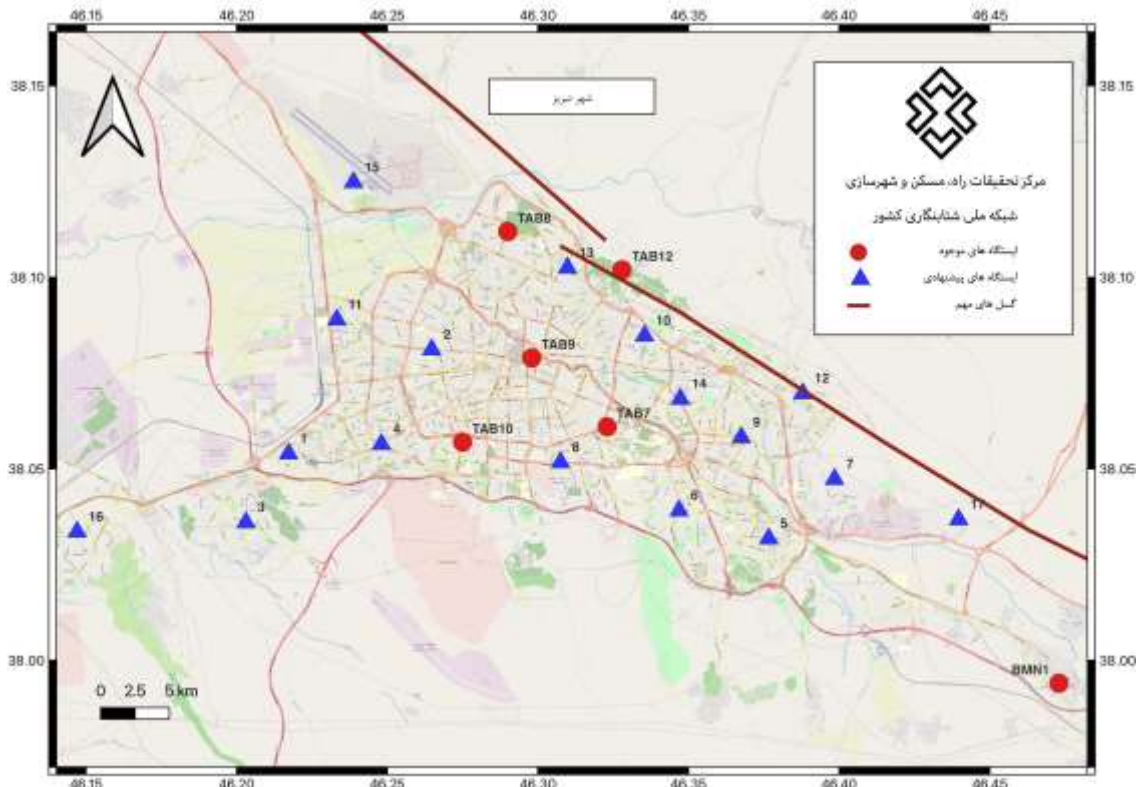
31	35.665259	51.403653	پلیس آگاهی تهران بزرگ
32	35.671804	51.511348	ورزشگاه تختی (SSA۲)
33	35.680289	51.457155	بیمارستان مردم
34	35.685346	51.309065	فرودگاه مهرآباد
35	35.692243	51.363028	دادسرا ناحیه ده
36	35.674161	51.335143	دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری
37	35.699704	51.42532	بیمارستان امیراعلم
38	35.70207	51.457998	شهرداری منطقه سیزده
39	35.727977	51.417445	ایستگاه مترو میرزای شیرازی
40	35.723329	51.467129	بوستان کوثر
41	35.733609	51.322419	شهرداری ناحیه پنج منطقه پنج
42	35.777125	51.321896	مخابرات شهید یزدان پناه
43	35.759421	51.359356	مدیریت آب ناحیه سه منطقه یک
44	35.757789	51.320817	دانشگاه آزاد واحد تهران غرب
45	35.781996	51.404455	مجموعه ورزشی صدا و سیما
46	35.7405	51.447003	سازمان فناوری اطلاعات ایران ساختمان مرکزی
47	35.722252	51.492488	اداره کل امور مالیاتی شرق تهران
48	35.725413	51.33923	مدیریت بحران شهر تهران
49	35.732656	51.533427	مجموعه ورزشی شهید عراقی
50	35.745484	51.472605	کتابخانه علامه طباطبایی مجیدیه
51	35.763922	51.435386	شهرداری منطقه سه ناحیه چهار
52	35.767512	51.462796	بیمارستان لبافی نژاد
53	35.809469	51.429186	شهرداری منطقه یک ناحیه سه
54	35.791366	51.425376	بوستان آقابزرگی
55	35.813378	51.407805	بوستان آصف ولنجک
56	35.808721	51.471519	بوستان نیاوران (فرهنگسرا)
57	35.793402	51.473764	کتابخانه IPM
58	35.800378	51.529007	دانشگاه آزاد تهران مرکز
59	35.759578	51.533779	اداره پست شهرک امید
60	35.725205	51.196594	ایستگاه مترو ایران خودرو
61	35.808068	51.498596	شهرداری منطقه یک ناحیه شش
62	35.719858	51.441648	شهرداری منطقه هفت ناحیه سه

63	35.752989	51.250751	ایستگاه آتش نشانی شماره ۶۹
64	35.759183	51.20217	شهرداری ناحیه پنج منطقه بیست و دو
65	35.702557	51.255463	شهرداری منطقه بیست و یک
66	35.876637	51.338083	امام زاده داوود (ssa۲)
67	35.857639	51.40027	هتل توچال
68	36.011235	51.491814	شهرداری شمشک
69	35.829203	51.17396	واریش (ssa۲)
70	35.845517	51.108804	کندر (ssa۲)
71	35.764716	51.773149	شهرداری فاز یازده پردیس
72	35.367684	51.253411	حسن آباد فشافویه (ssa۲)
73	35.344108	51.632616	ورامین (ssa۲)
74	35.306968	51.722648	شهرداری پیشوا
75	35.565044	51.520559	شهرداری ناحیه هفت منطقه بیست (ssa۲)
76	35.544849	51.649899	سنگ تراشان (ssa۲)
77	35.509372	51.51629	قلعه نو (ssa۲)
78	35.551061	52.170402	شهرداری کیلان (ssa۲)
79	35.987003	51.633602	گرماپدر (ssa۲)
80	36.078533	51.316707	نسا (ssa۲)
81	35.953342	50.933403	برغان (ssa۲)
82	35.621613	52.156136	مرکز جامع سلامت آبسرد
83	35.683784	52.025861	شهرداری ۲ دماوند (گیلاوند)
84	35.821684	51.779953	شورای لواسان بزرگ
85	35.872203	51.651735	خانه بهداشت کند علیا
86	35.906444	51.584592	دهباری امامه
87	35.734693	51.154936	تعویض پلاک وردآورد
88	35.6337	51.396853	بیمارستان مفرح
89	35.670285	51.303876	شهرداری ناحیه چهار منطقه هجده
90	35.74283	51.556798	شهرداری منطقه چهار ناحیه شش
91	35.736383	51.617393	ایستگاه ۲۶ آتش نشانی شهرک امام خمینی
92	35.681057	51.486847	سرای محله ابوذر
93	35.721864	51.29466	شهربازی ارم
94	35.699834	51.281638	سوله فرودگاه مهرآباد

95	35.700789	51.220324	مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری
96	35.794273	51.342774	مرکز خدمات بهداشت فرحزاد
97	35.74964	51.109466	بیمارستان شریعتی ۲
98	35.602197	51.279096	شهرداری گلدسته
99	35.606974	51.374656	شهرداری ناحیه پنج منطقه نوزده
100	35.608128	51.338809	پمپ گاز اتوبان آزادگان

۲-۲- شهر تبریز

موقعیت خاص جغرافیایی و تراکم جمعیت بالای شهر تبریز به همراه گسل شمالی مهم آن، از عواملی هستند که پتانسیل این شهر را از جهت آسیب‌پذیری در مقابل زمین‌لرزه بالا برده‌اند. بنابراین با در نظر گرفتن و بهره‌وری از زیرساخت مناسب برداشت داده حاصل از زمین‌لرزه جهت استفاده در سیستم پاسخ سریع زلزله، می‌توان سطح این خطرپذیری را به حداقل رساند. گستره تبریز در آذربایجان شرقی دارای سابقه زلزله‌های مخرب و ویرانگر تاریخی بوده است که نشان از سابقه فعالیت گسل شمال تبریز دارد. بررسی زلزله‌های تاریخی رخداده در منطقه بیانگر این است که بیشترین تمرکز در مسیر گسل شمال تبریز (شمال غربی- جنوب شرقی) می‌باشد. وقوع زلزله‌های تاریخی گستره مناطق جنوب شرق سیستم گسله شمال تبریز کمتر از مناطق شمال غرب آن است. همچنین مطالعه داده‌های تاریخی نمایانگر ۲۳۷ سال سکون یا شکاف لرزه‌ای از یک جنبش نیرومند (با بزرگای بیش از ۷) در منطقه است اما نمی‌توان آن را از نظر لرزه‌خیزی غیرفعال دانست؛ چراکه زلزله‌های این گسل دارای دوره بازگشت ۲۵۰ تا ۳۰۰ سال هستند. متأسفانه با رشد جمعیت و گسترش فضایی منطقه به ویژه ازدیاد جمعیت بافت‌های فرسوده و حاشیه‌نشینی و همچنین ساخت و سازهای بی‌رویه و ناامن در حریم گسل مجموعاً آسیب‌پذیری، تلفات جانی، مخاطرات ثانویه و خسارت‌های مالی بیشتری در محدوده تبریز در اثر جنبایی احتمالی گسل ارزیابی می‌شود. گسل شمال تبریز در حال حاضر در سکون لرزه‌ای است؛ انباشت انرژی با توجه به سابقه لرزه‌خیزی تاریخی و فعالیت‌های خردلرزه‌خیزی سال‌های اخیر آن می‌تواند حکایت از سناریوی جنبشی واقع‌گرایانه با بزرگای بین ۵ تا ۷ ریشتر در راستای گسل مزبور و داخل شهر تبریز داشته باشد. بنابراین احداث شبکه پاسخ سریع زلزله در این شهر اهمیت خود را بیش از پیش نشان می‌دهد.



شکل ۷ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر تبریز

از نکات حائز اهمیت در داده‌برداری از خصوصیات لرزه‌ای در این شهر، جمع‌آوری بیشترین داده لرزه‌ای ارزشمند در نزدیکی گسل فعال واقع در قسمت شمالی شهر برای استفاده در روابط گسل نزدیک می‌باشد. لذا جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری در نواحی پیرامونی این گسل با بهینه‌ترین موقعیت، نتیجه نهایی را با بیشترین دقت مخابره می‌کند. در جدول ۲ مشخصات ایستگاه‌های شتابنگاری شهر تبریز قید شده است.

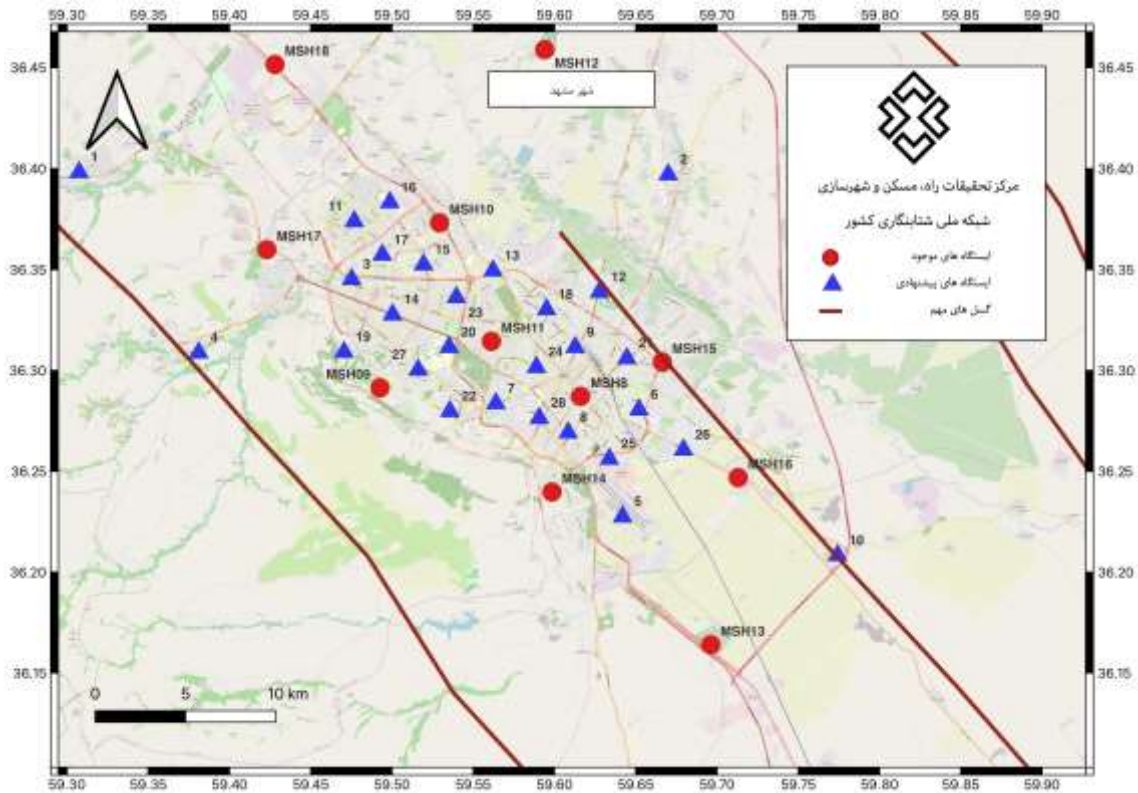
جدول ۲ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر تبریز

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	38.054001	46.217242	درمانگاه پنجم آذر
2	38.081177	46.264761	ایستگاه مترو کوچه باغ
3	38.036009	46.203089	ایستگاه آتش نشانی شماره ۱۴
4	38.056463	46.248068	ایستگاه مترو میدان امام حسین
5	38.031818	46.376636	مخابرات شهید باغچیان
6	38.039097	46.346902	دانشگاه فنی حرفه ای شماره ۳
7	38.04734	46.398507	ورزشگاه مرزداران
8	38.051724	46.307545	کانون فرهنگی شهید فتحیان

9	38.058254	46.367546	آب و فاضلاب منطقه چهار تبریز
10	38.084783	46.335447	اداره حوادث آب و فاضلاب منطقه دو
11	38.088969	46.233274	ایستگاه مترو شهرک امام
12	38.069723	46.387969	درمانگاه آذری‌آبادگان
13	38.102501	46.309833	مرکز شماره ۵ کانون پرورش فکری کودکان
14	38.06827	46.347299	سازمان میادین و ساماندهی مشاغل شهری
15	38.124831	46.238793	فرودگاه شهید مدنی
16	38.033566	46.147033	دانشگاه آزاد سردرود
17	38.0368	46.439699	سالن فوتسال کرکج

۳-۲- شهر مشهد

وجود اماکن و سازه‌های با درجه اهمیت بسیار بالا همانند حرم مطهر امام رضا (ع) به شکلی که تمرکز جمعیت حوالی این نقطه تا اطراف شهر گسترانده شده است به انضمام وجود گسل‌های بزرگ در جهات شرق و غرب، اهمیت ایجاد شبکه پاسخ سریع زلزله در این شهر را به وضوح نشان می‌دهد. پایش داده‌های لرزه‌ای به صورت برخط کمک شایانی به امداد رسانی و کاستن خسارت در این شهر خواهد کرد. ویژگی منحصر به فرد شهر مشهد، نزدیکی به مرز کشور لرزه‌خیز افغانستان می‌باشد که با تجهیز این شهر به شبکه پاسخ سریع زلزله، خطر وقوع زمین‌لرزه در این کشور با بیشترین دقت و کمترین زمان ممکن مخابره می‌گردد. همچنین یکی از نکات قابل توجه در طراحی این سامانه در نظر گرفتن جمعیت میلیونی زائران می‌باشد که در برخی مواقع این شهر مملو از جمعیت می‌گردد و همین عامل احتمال آسیب‌پذیری در برابر زلزله را بالا می‌برد؛ بنابراین مناطق شهری با تراکم متمرکز خصوصا حوالی حرم مطهر امام رضا (ع) اهمیت بسزایی دارند. در شکل ۸ جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری جدید و قدیمی جهت استفاده در سامانه پاسخ سریع زلزله نمایش داده شده‌اند.



شکل ۸ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر مشهد

همانطور که شکل ۸ مشخص می‌باشد دستگاه‌های موجود در این شهر محدوده پیرامونی دارای تراکم جمعیت بالا را پوشش نداده‌اند که در جانمایی دستگاه‌های جدید این نکته رفع شده است. در جدول ۳ مشخصات ایستگاه‌های شبکه پاسخ سریع این شهر قید شده است.

جدول ۳ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر مشهد

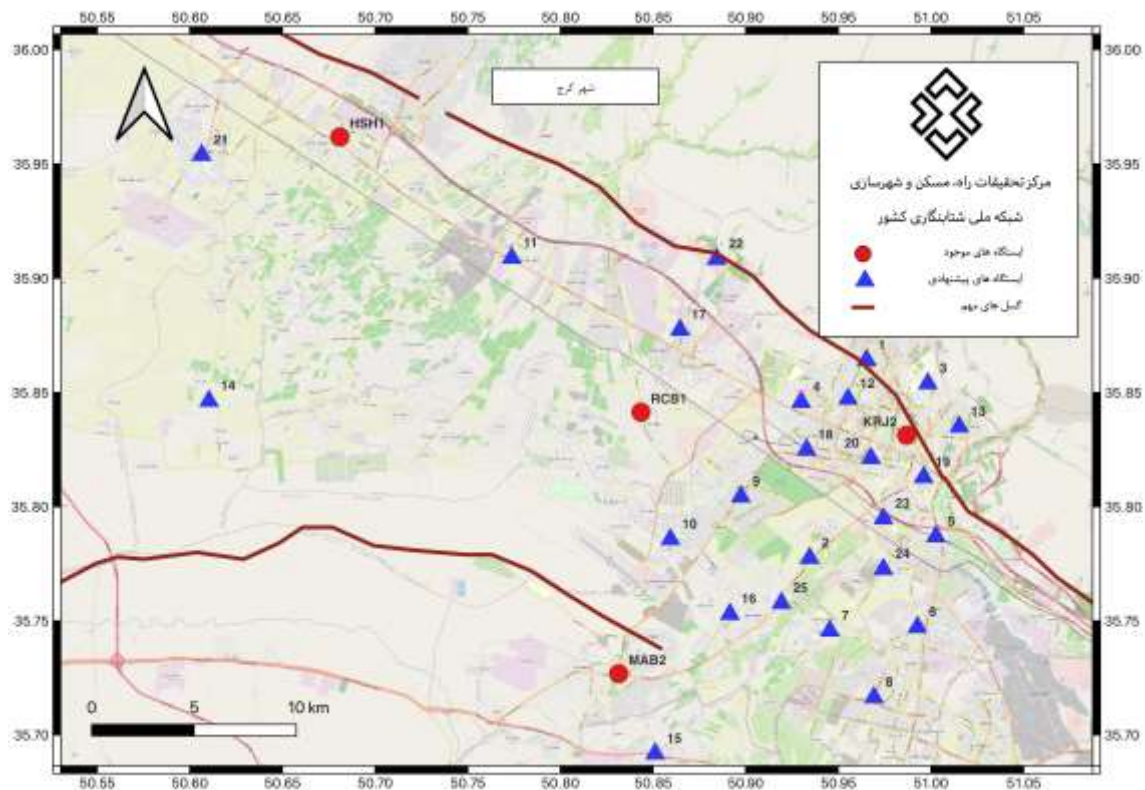
شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	36.398241	59.307532	شهرداری شاندیز
2	36.397105	59.670023	ایستگاه آتش نشانی ۴۵ مهرگان
3	36.345217	59.475197	ایستگاه آتش نشانی ۳۱
4	36.308903	59.38109	طرقبه (ssa۲)
5	36.227516	59.641937	فرودگاه شهید هاشمی نژاد
6	36.280581	59.652072	سوله چندمنظوره بحران شهید علی‌مردانی
7	36.283765	59.563986	ایستگاه مترو کوهسنگی
8	36.269227	59.608465	بیمارستان شهید کامیاب
9	36.311578	59.612798	بوستان پامچال



10	36.208385	59.774297	شهرداری رضویه
11	36.373995	59.476861	شهرداری منطقه دوازده
12	36.338848	59.627783	کتابخانه امام خمینی
13	36.349512	59.562202	پارک پردیس قائم
14	36.327738	59.500404	ایستگاه مترو هفت تیر
15	36.352511	59.51949	مخابرات بلوار شریعی
16	36.383314	59.498749	هنرستان کشاورزی شهید یوسفی
17	36.357351	59.494082	بوستان فروغ
18	36.330297	59.595169	مجتمع قضایی خانواده
19	36.309155	59.470569	کوه پارک (ssa۲)
20	36.311596	59.535253	مرکز تحقیقات زلزله دانشگاه فردوسی مشهد
21	36.306012	59.644652	ایستگاه مترو نبوت
22	36.279837	59.535655	دانشگاه علوم پزشکی مشهد
23	36.336331	59.539674	بوستان شیرنگ
24	36.301716	59.588924	اداره اوقاف
25	36.256171	59.633826	مجموعه ورزشی مصطفی خمینی
26	36.260749	59.679438	مخابرات توحید
27	36.300373	59.516189	بوستان رز
28	36.276463	59.590653	کلانتری ۱۸ شهید فیاض بخش

۴-۲- شهر کرج

همسایگی شهر کرج با کلان شهر تهران سبب این شده است که بسیاری از حمل و نقل‌ها و سکونت‌های شهری به این شهر راه پیدا کند؛ به طوری که از دیدگاه محققان زمین‌شناسی بررسی خطرپذیری لرزه‌ای شهر کرج را نمی‌توان جدا از شهر تهران دانست. وجود حجم وسیع ساخت و سازهای غیرمجاز و بافت‌های فرسوده در شهر کرج با جمعیتی نزدیک به سه میلیون نفر هنگام زمین‌لرزه خسارات فراوانی به بار خواهد آورد. همچنین امتداد گسل شمال تهران و عبور آن از شهر کرج با وجود گسل بزرگ در قسمت جنوب غربی شهر، این خطرپذیری را چند برابر کرده است؛ همانطور که در استاندارد ۲۸۰۰ نیز آمده است، کرج دارای خطر لرزه‌خیزی بالا می‌باشد و این موضوع لرزه‌خیزی کرج را با اهمیت ساخته است. آخرین زلزله بسیار مخرب کرج در سال ۱۱۱۷ میلادی با قدرت ۷ ریشتر این محدوده جغرافیایی کشور را لرزاند. همچنین لازم به ذکر می‌باشد که اکنون ۱۷۶ سال است که تخلیه انرژی مترکم گسل‌های فعال این شهر صورت نگرفته است؛ این درحالی است که چرخه بازگشت هر زلزله نیز ۶۵۹ سال برآورد شده است که با هر سال تعویق بر قدرت آن افزوده خواهد شد.



شکل ۹ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر کرج

تراکم خانه‌ها و جمعیت، نبودن فضای باز کافی برای کم‌رسانی، وجود ساختمان‌های غیرمقاوم، سطح بالای آب زیرزمینی در برخی نقاط، دانه‌ریز بودن خاک، آبرفتی بودن رسوبات باعث شده است با وجود اینکه گسل‌های اصلی بیشتر در شمال منطقه است، ولی بخش جنوبی نیز آسیب پذیر باشد. نوعی سکون لرزه‌ای در طی قرن اخیر در منطقه کرج و اطراف آن حاکم بوده است؛ اما در صورت وقوع زلزله در این منطقه که علاوه بر نزدیکی به پایتخت، مرکزیت امکانات فرهنگی، اقتصادی و همچنین دولتی را دارد و بیش از سه میلیون نفر در آن سکونت دارند با فاجعه‌ای بزرگ مواجه خواهیم بود.

جدول ۴ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر کرج

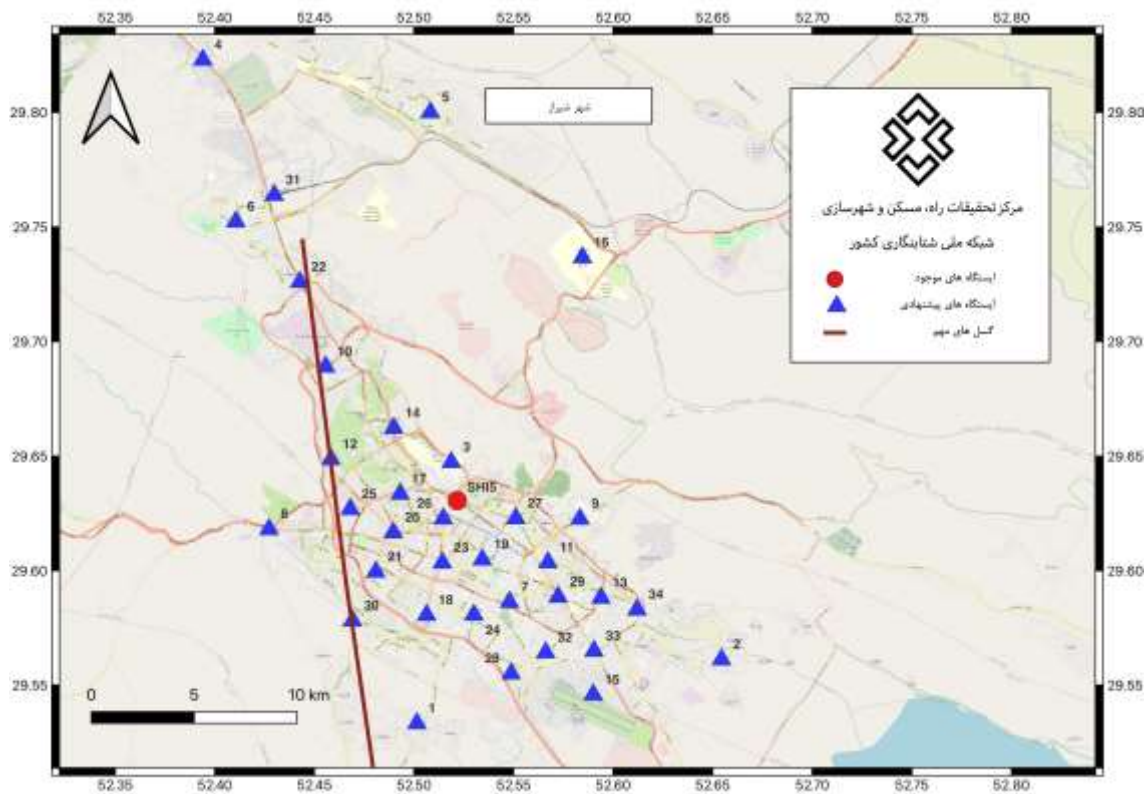
شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	35.86417	50.96533	دانشکده پیراپزشکی علوم پزشکی البرز
2	35.77753	50.93457	بیمارستان دامپزشکی دام تهران
3	35.85399	50.99837	مرکز تربیت مربی فنی و حرفه ای
4	35.84583	50.93	موسسه تحقیقات واکسن رازی
5	35.78696	51.00272	ایستگاه مترو کرج
6	35.74724	50.99274	اداره فرهنگ و ارشاد فردیس



7	35.74569	50.94548	مرکز درمانی شهدای مشکین دشت
8	35.71642	50.96924	ایستگاه آتش نشانی ۲۱ فردیس
9	35.80442	50.89746	درمانگاه مهرشهر
10	35.78573	50.85941	مرکز مخابرات امیرکبیر
11	35.90891	50.77373	شهرداری گلسار
12	35.84726	50.95529	اداره برق غرب کرج
13	35.83503	51.01532	آتش نشانی بلوار شریعتی
14	35.8463	50.61037	بافت روستای کریم آباد
15	35.69175	50.85117	بخشداری صفادشت
16	35.75299	50.89155	کلانتری ۲۶ ولدآباد محمدشهر
17	35.87741	50.86456	درمانگاه شهرک رضوانیه
18	35.82496	50.93291	ایستگاه مترو گلشهر
19	35.81294	50.99616	شهرداری کرج
20	35.82126	50.96764	درمانگاه حنانه
21	35.95392	50.60646	مخابرات نظرآباد
22	35.90841	50.88446	پارک علم و فناوری البرز
23	35.7948	50.97439	آموزشکده عالی محیط زیست
24	35.77268	50.97434	درمانگاه جاده مشکین دشت امیرکبیر
25	35.75779	50.91936	اداره پست محمدشهر

۵-۲- شهر شیراز

شهر شیراز در ایالت زمین ساختی زاگرس واقع شده و یکی از لرزه‌خیزترین نواحی این ایالت به شمار می‌رود. پراکندگی جمعیت با وسعت بالا به نسبت میزان جمعیت در شهر شیراز و همچنین وجود اماکن تاریخی با ارزش بالا این شهر را به یکی از مستعدترین شهرها در خطرپذیری از وقوع زلزله تبدیل کرده است. با توجه به شکل ۱۰ وجود گسل بزرگ در سمت غربی نیز این پتانسیل را تشدید می‌کند. نکته حائز اهمیت در طراحی شبکه ایستگاه‌های شتابنگاری در این شهر، امتداد تراکم جمعیت در راستای گسترده‌گی گسل بزرگ این شهر می‌باشد که از نقاط حساس و حیاتی می‌باشد.



شکل ۱۰ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر شیراز

تعداد زلزله‌های تاریخی و دستگاهی بیشمار، وجود گسل‌های پی‌سنگی فعال، چشمه‌های لرزه‌زا و نیز دلایل قوی مبنی بر رویداد و تداوم جنبش‌های نوزمین‌ساختی در این استان، همه حکایت از پتانسیل لرزه‌خیزی بالای آن دارند. از این رو هر گونه کوشش برای ارزیابی دقیق خطر زلزله و جلوگیری از خسارات ناشی آن حائز اهمیت فراوان می‌باشد. شهر شیراز با قدمت تاریخی و همچنین مشکلات مربوط به شهرسازی بی‌برنامه و گسترش بافت‌های فرسوده شهری باعث شده است تا خطر زمین‌لرزه و تخریب‌های ناشی از آن این شهر را تهدید کند. ما آنچه اهمیت این تهدید را در مورد بافت‌های تاریخی دو چندان می‌کند از یک سو ارزش این بافت‌ها بعنوان سرمایه‌ای ملی و از سوی دیگر مشکلات و نارسایی‌هایی است که به دلایل گوناگون در زمینه‌های کالبدی، اجتماعی و فرهنگی در این فضاها بروز کرده است.

جدول ۵ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر شیراز

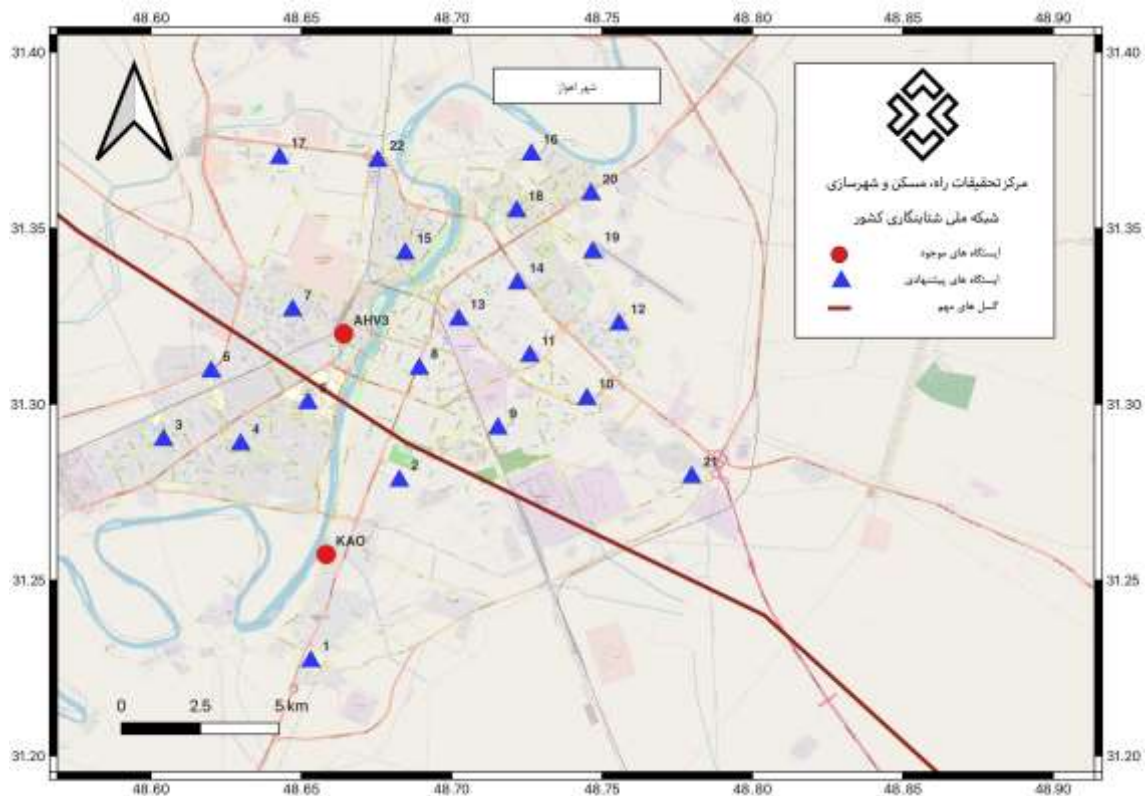
شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	29.533267	52.501479	بافت شهری (کرونی)
2	29.561161	52.654414	بافت شهری (منطقه ۷)
3	29.647359	52.518707	دانشکده علوم دانشگاه شیراز



4	29.822886	52.393984	شهرداری گویم (SSa۲)
5	29.799986	52.508252	اداره برق صدرا
6	29.752361	52.410551	درمانگاه شهرک گلستان
7	29.586262	52.547956	دانشکده فنی مهندسی شهید باهنر شیراز
8	29.618054	52.427214	مرکز تعویض پلاک شیراز
9	29.622606	52.583394	آرامگاه سعدی
10	29.688991	52.455675	شهرداری منطقه شش شیراز
11	29.603567	52.56733	اداره پست کاوه
12	29.648622	52.458316	بیمارستان امیر
13	29.588117	52.593925	درمانگاه خیام
14	29.662254	52.489854	بیمارستان چمران
15	29.545821	52.590034	فرودگاه شهید دستغیب
16	29.736726	52.584597	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
17	29.633531	52.493082	بیمارستان چشم پزشکی خدادوست
18	29.580641	52.506381	ایستگاه مترو عدالت
19	29.604851	52.534267	مرکز بهداشت شهیدای انقلاب
20	29.616626	52.489607	اداره گاز بلوار استقلال
21	29.599501	52.480857	بهداشت ولیعصر
22	29.726022	52.442664	ایستگاه مترو شهید بهشتی
23	29.603428	52.51424	شهرداری منطقه چهار
24	29.580709	52.53008	کتابخانه عمومی مولوی
25	29.626823	52.467982	کالانتری ۳۲ گلشن
26	29.622716	52.514735	شهرداری ناحیه ۱
27	29.622839	52.551154	شهرداری منطقه ۳
28	29.555019	52.548802	بوستان مادر
29	29.588535	52.57243	اداره کل گمرک
30	29.578113	52.469165	پارک جنگلی کیان
31	29.763954	52.429847	ایستگاه راه آهن شیراز
32	29.564213	52.566151	ایستگاه سه آتش نشانی
33	29.56491	52.590402	مترو فرصت شیرازی
34	29.582951	52.612041	شهرداری منطقه هفت

۶-۲- شهر اهواز

بررسی گسل‌های فعال جهت شناخت خطر زمین‌لرزه در یک منطقه امری ضروری است. گسل اهواز با مکانیسم فشاری یکی از گسل‌های فعال منطقه اهواز است. علاوه بر آن گسل‌های دیگری نیز پیرامون شهر وجود دارد. بر اساس مطالعات انجام شده بزرگی زلزله ناشی از فعالیت گسل‌ها تا ۶٫۹ ریشتر و شتاب افقی تا $0.34g$ می‌رسد. وقوع زلزله‌ای با بزرگی و شتاب ذکر شده علاوه بر تخریب وسیع منازل مسکونی در نقاط مختلف شهر اهواز، با زمین لغزش‌هایی نیز در ناحیه شرق شهر همراه خواهد بود. این زمین لغزش‌ها در شیب‌های خاکی از نوع لغزش خاکی و در شیب‌های سنگی از نوع سقوط سنگ و واژگونی خواهند بود.



شکل ۱۱ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر اهواز

همانطور که در شکل ۱۱ مشخص است، وجود شهرک‌های صنعتی و کارخانجات مهم در شهر اهواز و حومه‌ی آن که به صورت پیوسته بهم متصل می‌باشند، نشانگر اهمیت کاهش حوادث و خرابی‌های ناشی از وقوع زمین‌لرزه است. شبکه پاسخ سریع زلزله در این شهر علاوه بر پوشش تمامی نواحی شهری، رفتار لرزه‌ای نواحی صنعتی شهر را نیز مخابره می‌کند. یکی از مهم‌ترین کاربردهای سامانه پاسخ سریع زلزله در این شهر بررسی اثرات حوزه نزدیک گسل است.

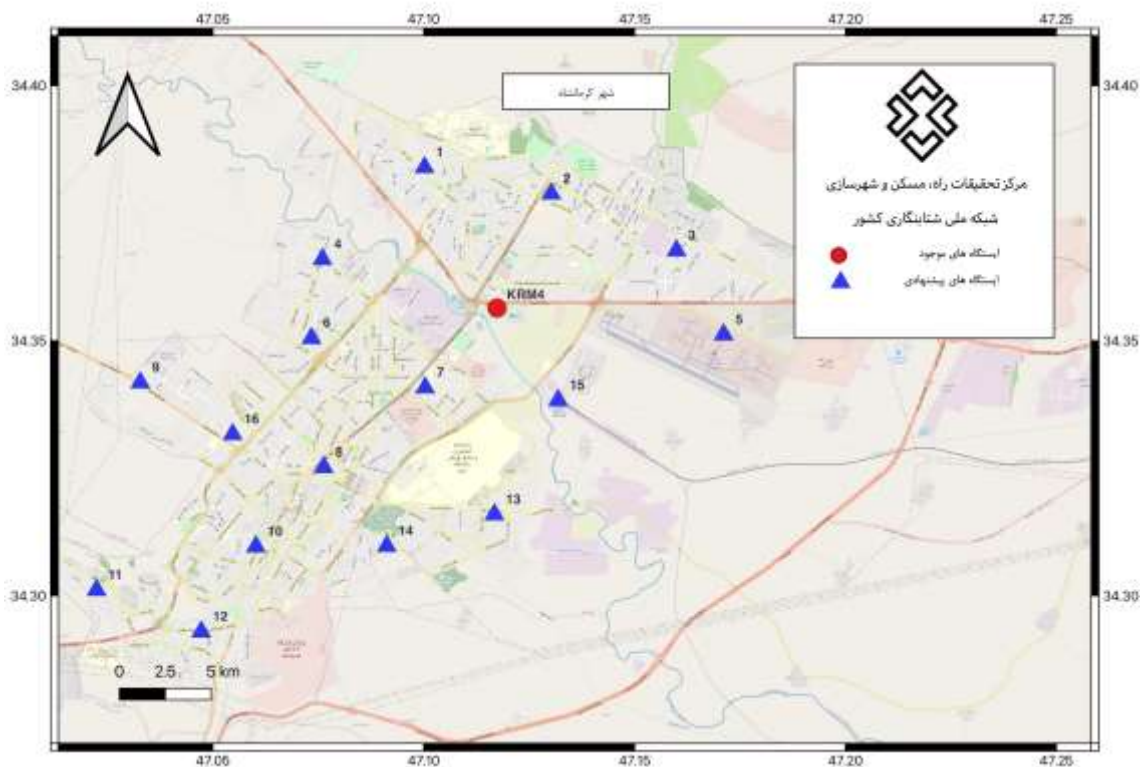


جدول ۶ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر اهواز

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	31.22689	48.65318	دانشگاه صنعت نفت
2	31.27822	48.68264	دانشگاه فرهنگیان پردیس رسول اکرم
3	31.2898	48.60422	دفتر پست پردیس (ssa۲)
4	31.28855	48.62987	شرکت برق منطقه ای خوزستان
5	31.3003	48.65226	کتابخانه دانشگاه شهید چمران
6	31.30923	48.62004	شهرداری منطقه پنج اهواز
7	31.32668	48.64715	شهرداری منطقه شش اهواز
8	31.31005	48.68926	بوستان شهرداری
9	31.29304	48.7154	درمانگاه اوستا
10	31.30146	48.74501	بیمارستان امیرالمومنین
11	31.31368	48.72604	پارک کوی رمضان
12	31.32271	48.75565	خدمات ویژه نمودارگیری شرکت ملی حفاری
13	31.32402	48.70235	کلاتری ۱۱
14	31.33428	48.72192	مجموعه ورزشی آزادی
15	31.34277	48.68458	مرکز تخصصی نوین طب صنعت
16	31.37091	48.72653	کلاتری خ ۱۱ کلاتری
17	31.3699	48.64275	مجموعه ورزشی اینارگران
18	31.35479	48.72166	پارک زیتون
19	31.34311	48.74694	فرودگاه شهید سلیمانی
20	31.35963	48.74637	شهرداری منطقه سه اهواز
21	31.32029	48.66357	شهرداری اهواز (ssa۲)
22	31.27926	48.77985	استادیوم فولاد آرنا
23	31.3691	48.67543	پست برق کیان آباد

۲-۷- شهر کرمانشاه

شهر کرمانشاه، در غرب ایران و قسمت شمالی کوهستان زاگرس واقع شده است. زاگرس، فعال‌ترین منطقه‌ی لرزه‌خیز ایران است. کرمانشاه در پهنه با خطر بالای لرزه‌ای قرار دارد و بر طبق نقشه‌ی ریزپهنه‌بندی هم فرکانس حاصل برای این شهر، ثابت شده که در بخش‌های شمالی و جنوبی ضخامت لایه‌ی آبرفت کم بوده و رخنمون سنگ بستر وجود دارد.



شکل ۱۲ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر کرمانشاه

باتوجه به شکل ۱۲، نزدیکی به گسل اصلی زاگرس و سابقه وقوع زمین‌لرزه‌های شدید، بزرگ و ویرانگر در شهر کرمانشاه، این شهر را به یکی از لرزه‌خیزترین شهرهای کشور تبدیل کرده است. پدید آمدن خسارات بلاجبران ناشی از وقوع زمین‌لرزه در دهه‌ی اخیر در این شهر و عدم وجود ساختاری جهت داده‌برداری یکپارچه و سریع زلزله بیانگر احساس نیاز سامانه پاسخ سریع زلزله در این شهر می‌باشد.

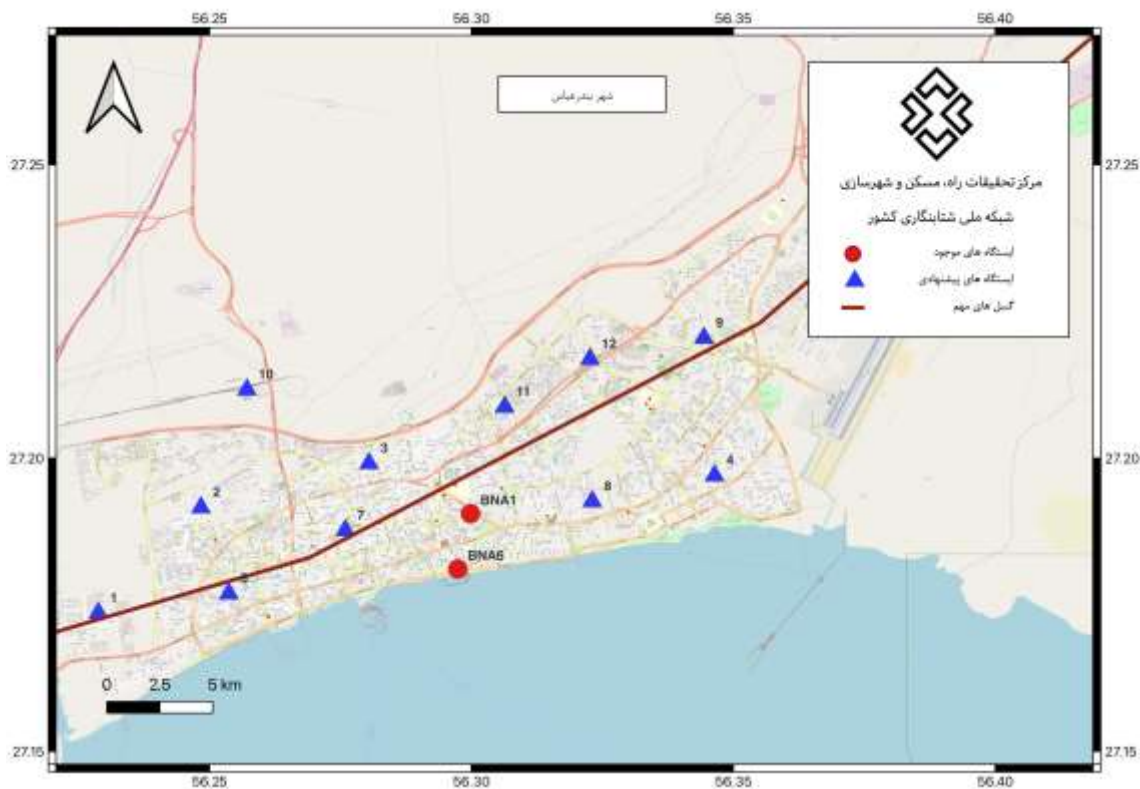
جدول ۷ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر کرمانشاه

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	34.38399	47.10021	دانشکده دندان پزشکی دانشگاه رازی
2	34.37882	47.13027	بیمارستان حضرت معصومه
3	34.36769	47.15995	مجتمع فرهنگی شهید عاصمی
4	34.36597	47.076	درمانگاه میدان رسالت
5	34.3512	47.17115	فرودگاه شهید اشرفی اصفهانی
6	34.3505	47.07339	کتابخانه عمومی الهیه
7	34.33512	47.10269	اداره کل فنی حرفه ای کرمانشاه
8	34.32518	47.07632	آموزش و پرورش ناحیه ۱
9	34.34179	47.03279	جایگاه CNG اسلامی

10	34.30962	47.06022	مخابرات خ ناصری
11	34.30109	47.02244	پارک پردیس ۲
12	34.29292	47.04725	دانشگاه فنی و حرفه ای ۱
13	34.31612	47.11228	پارک بسیج
14	34.3097	47.09127	پارک ابوذر
15	34.33833	47.1319	ایستگاه راه آهن کرمانشاه
16	34.33165	47.05471	بیمارستان فارابی

۸-۲- شهر بندرعباس

قرار گرفتن بندرعباس در انتهای زون زاگرس و در مجاورت مکران، آن را به عنوان یکی از مناطق فعال تکتونیکی کشور مبدل کرده است. شهر بندرعباس با مرکزیت استان هرمزگان یکی از مهم‌ترین و محوری‌ترین شهر بندری از دیدگاه اقتصادی و تجاری کشور است. همچنین مسائل ژئوپلیتیک این منطقه به عنوان شهری دارای مرزآبی با کشورهای حوزه خلیج فارس، اهمیت حفظ و حراست از آن را بیش از پیش نمایان تر می‌کند. بنابراین تجهیز این شهر به سامانه پاسخ سریع زلزله برای کاهش حداقلی آسیب به زیرساخت‌ها و منابع در این شهر بسیار ضروری است.



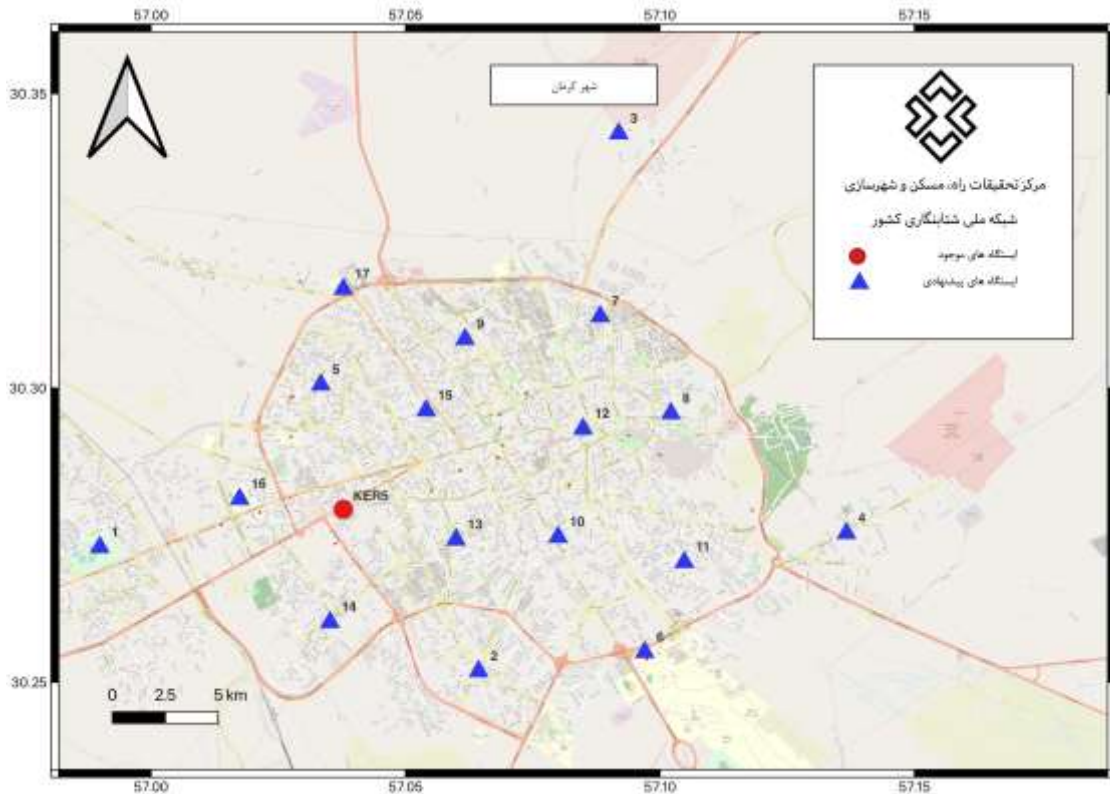
شکل ۱۳ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر بندرعباس

جدول ۸ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر بندرعباس

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	27.173586	56.228804	مرکز درمانی سیدالشهدا
2	27.191582	56.248383	زمین فوتبال خ ملت ۳۵
3	27.199115	56.280462	کتابخانه شهید عوض پور
4	27.197038	56.346428	فرهنگسرا الغدیر
5	27.232731	56.366118	پارک پایگاه هوایی
6	27.17691	56.253716	زمین فوتبال خ اسلام آباد ۱۶
7	27.187693	56.275921	کلینیک تخصصی خ شهید حقانی
8	27.192625	56.323077	زمین ورزشی تیپ تفنگداران
9	27.220492	56.344384	ورزشگاه خلیج فارس
10	27.211674	56.25716	ایستگاه راه آهن بندر عباس
11	27.208749	56.306365	دانشگاه سما
12	27.216898	56.322634	مخابرات امام حسین

۹-۲- شهر کرمان

وقوع زلزله‌های مخرب و ویرانگر در سالیان گذشته و بروز خسارات بلاجبران همانند از دست دادن هم‌وطنان عزیزمان در این زلزله‌ها همواره این شهر را به یکی از خطرپذیرترین شهرها ناشی از وقوع زمین‌لرزه تبدیل کرده است. این شهر با داشتن بافت شهری قدیمی، سازه‌های سنتی و دسترسی‌های محدود در اغلب مناطق آن، مسعتد آسیب‌پذیری پس از وقوع زمین لرزه می‌باشد. نکته قابل توجه در طراحی شبکه ایستگاه‌های شتابنگاری در این شهر، در نظر گرفتن درجات اهمیت در پوشش مناطق پرخطر تا کم خطر در این شهر است که با بیشترین دقت طبق شکل ۱۴ رعایت شده است.



شکل ۱۴ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر کرمان

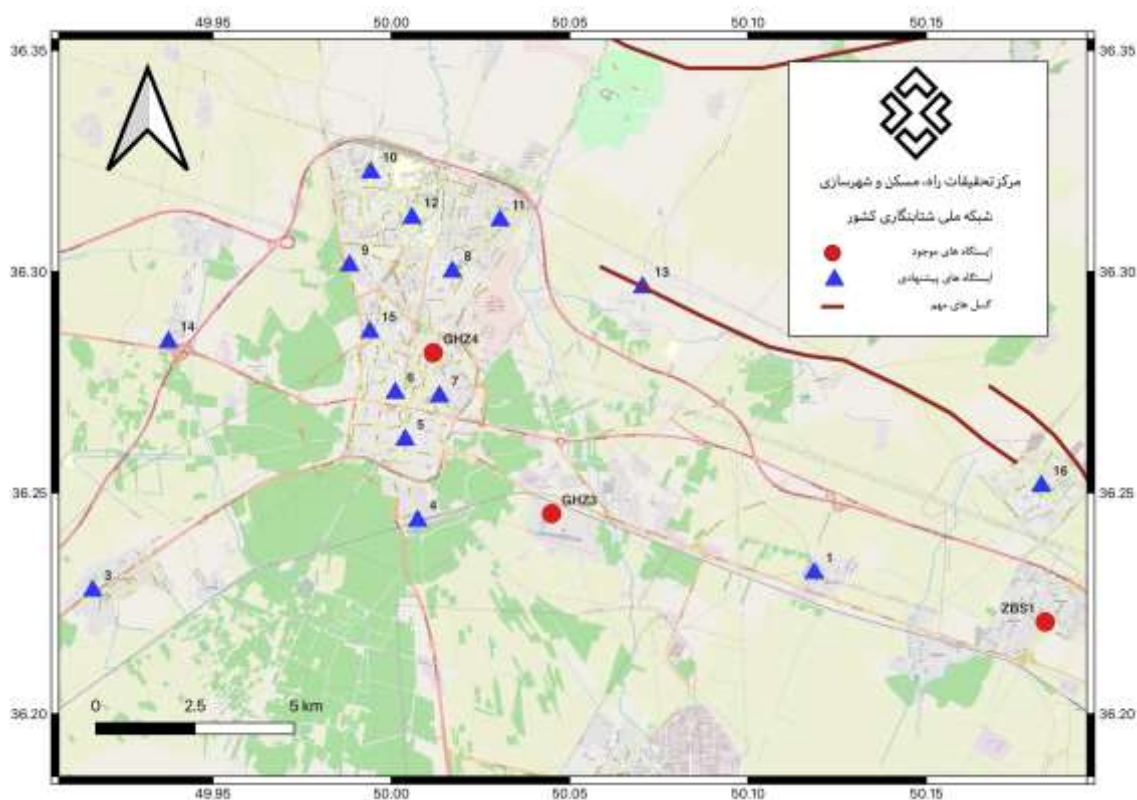
جدول ۹ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر کرمان

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	30.27297	56.98996	مجموعه ورزشی امام علی
2	30.25187	57.06439	فضای سبز حاشیه میدان رسالت
3	30.34324	57.0919	پارک شهدا
4	30.27536	57.13666	درمانگاه سرآسیاب
5	30.3006	57.03339	پارک نصر شرقی
6	30.25512	57.09701	بیمارستان افضل‌ی پور
7	30.31221	57.08826	خانه فرهنگ بهشت
8	30.2957	57.10215	بیمارستان نوریه
9	30.30831	57.06172	پارک میخک
10	30.2747	57.07999	صداوسیما کرمان
11	30.27043	57.10479	پارک فروغ
12	30.2931	57.08489	کتابخانه هرن‌دی
13	30.27425	57.05994	پارک مطهری

14	30.26022	57.03518	مجموعه ورزشی ۹دی
15	30.29619	57.05408	پارک زنبق
16	30.28115	57.01742	دانشکده فنی مهندسی شهید باهنر
17	30.31681	57.0378	دانشگاه پیام نور کرمان

۱۰-۲- شهر قزوین

با توجه به تمرکز جمعیتی و صنعتی قزوین، واقع شدن این شهر در جوار پایتخت و همچنین قرار داشتن بر سر چهارراه مواصلاتی کشور، اهمیت خاص این شهر از لحاظ اقتصادی و سیاسی مشخص می‌شود؛ بنابراین از نظر تامین امنیت و تمهید راهکارهای کاهش آسیب‌های وقوع زلزله در شهر قزوین، باید اقدامات ویژه صورت گیرد. قزوین جزو مناطقی است که مابین گسل زاگرس و البرز واقع شده و از همین رو جزو مناطقی با میزان لرزه‌خیزی بالا به حساب می‌آید. از بین ۸ گسل فعال در استان قزوین، گسل شمال شهر بزرگترین دغدغه مدیریت بحران و تهدید برای ساخت و سازهای شهری است و بر همین اساس اجرای سامانه پاسخ سریع زلزله در این شهر بسیار حائز اهمیت می‌باشد.



شکل ۱۵ تصویری از جانمایی ایستگاه‌های شهر قزوین



وجود گسل‌های بزرگ در قسمت شمالی و شرقی این شهر به همراه بافت شهری سنتی و قدیمی میزان تاثیرپذیری این شهر از وقوع زلزله را بالا می‌برد. همچنین تراکم بالای جمعیت به نسبت مساحت در این شهر یکی دیگر از عواملی است که میزان آسیب‌پذیری در مقابل رخداد زلزله را تقویت می‌کند. بنابراین وجود شبکه یکپارچه مخابره زلزله با قابلیت پوشش رفتار لرزه‌ای حداکثری نقاط مختلف این شهر بشدت نیاز می‌گردد.

جدول ۱۰ مشخصات ایستگاه‌های جدید شهر قزوین

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	36.23185	50.118631	بوستان امام علی بیدستان
2	36.184536	50.056586	شهرداری الوند
3	36.227835	49.916308	پلیس راه قزوین همدان
4	36.243665	50.007454	ایستگاه راه آهن قزوین
5	36.261994	50.00395	درمانگاه شبانه روزی امام علی
6	36.272591	50.001169	موزه حمام قاجار
7	36.271799	50.013581	پارک ملت
8	36.300012	50.01715	دادگستری استان قزوین
9	36.301385	49.98831	پارک امام علی
10	36.322406	49.994302	آتش نشانی شهید آوینی
11	36.311608	50.03054	کلینیک تخصصی محمد زاده
12	36.312126	50.005844	آموزش و پرورش ناحیه ۱
13	36.296457	50.070515	بافت شهر حسن آباد
14	36.284101	49.937564	سازمان فنی حرفه‌ای ۶ قزوین
15	36.286341	49.994033	دانشگاه پیام نور قزوین
16	36.251523	50.182316	پارک بهشت مهرگان

همانطور که در قسمت ۱-۲- الی ۱۰-۲- اشاره شد، جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری در ده شهر مهم کشور طراحی شده است. نکته‌ی مهم پوشش همه جانبه شهر توسط ایستگاه‌های شتابنگاری است که مقید به جانمایی در اماکن دولتی که احتمال اخذ مجوز احداث ایستگاه در آنها بالا می‌باشد. همچنین در تمامی شهرها بیشینه فاصله‌ی دو ایستگاه از یکدیگر ۴ کیلومتر در نظر گرفته شده است. حال برای برقراری ارتباط میان این ایستگاه‌ها و مرکز کنترل سامانه پاسخ سریع زلزله در هر شهر نیازمند طراحی شبکه مخابرات داده‌ها می‌باشیم که در بخش سوم به تفسیر به آن خواهیم پرداخت.

فصل سوم : امکان‌سنجی و طراحی بستر ارتباطی و اطلاع‌رسانی در

سامانه پاسخ سریع زلزله

در بخش قبل به طراحی بهینه و جانمایی ایستگاه‌های شتابنگاری در ده شهر بزرگ کشور پرداختیم. حال برای ایجاد ارتباط میان ایستگاه‌ها و واحد کنترل مرکزی شبکه پاسخ سریع زلزله، بسترهای مخابراتی که امکان پیاده‌سازی و بهره‌وری از آن‌ها در کشورمان فراهم می‌باشد را ذکر خواهیم کرد. اهمیت بستر مخابراتی شبکه پاسخ سریع زلزله درست همانند وجود ستون‌ها در یک سازه هستند. همانطور که بدون وجود ستون‌ها یک سازه سرپا نمی‌گردد، بدون وجود بستر ارتباطی امن و مطمئن، داده‌های لرزه‌ای پس از وقوع زلزله به واحد پردازش مرکزی ارسال نمی‌گردند. بنابراین کارکرد این سیستم به سرانجام نمی‌رسد؛ زیرا که با وقوع زلزله بسیاری از اتفاق‌های غیرقابل پیشبینی متناسب با شدت زلزله رخ می‌دهد. برای این کار ابتدا باید بسترهای ارتباطی میان واحد کنترل مرکزی و ایستگاه‌ها را مشخص کنیم. لذا به معرفی این بسترها که قابلیت استفاده در شبکه پاسخ سریع دارند می‌پردازیم.

۳-۱- بسترهای ارتباطی

• ارتباط ماهواره‌ای :

ارتباط ماهواره‌ای به عنوان یک ایستگاه بسیار کوچک زمینی از آخرین دستاوردهای حوزه مخابراتی ماهواره‌ای استفاده کرده و قابلیت استفاده مطمئن از مخابرات ماهواره‌ای را برای کاربران فراهم می‌کند. در مخابرات ماهواره‌ای ارتباط نقاط، مستقل از امکانات مخابراتی و سیمی انجام می‌شود و لذا این روش بهترین



انتخاب برای ایجاد شبکه‌های گسترده در نقاط فاقد امکانات سیستم‌های سیمی و زمینی می‌باشد. در تکنولوژی ارتباط ماهواره‌ای چندین کاربر حضور دارند؛ این کاربران با داشتن یک دستگاه وظیفه ایجاد رابط بین تجهیزات داده‌برداری و آنتن ارسال و دریافت سیگنال‌های ماهواره‌ای را برعهده دارند. دستگاهی که کاربر در اختیار دارد به دستگاه فرستنده و گیرنده شهرت دارد و باید اطلاعات به صورت سیگنال را دریافت و ارسال کند. این سیگنال‌ها به شبکه مخابراتی ماهواره ارسال می‌شوند. در واقع نقش ماهواره در اینترنت ماهواره‌ای نقش هاب^۱ است. یعنی اطلاعات باید به ماهواره هاب منتقل شوند و بعد از آن به مقصد که مرکز کنترل می‌باشد، ارسال شوند.

• ارتباط رادیویی :

در این روش داده‌ها در مبدأ به امواج رادیویی تبدیل می‌شوند به سمت مقصد ارسال می‌شوند. گیرنده‌های مقصد این امواج را دریافت می‌کنند و مجدد آنها را به داده تبدیل می‌کنند و به سمت شبکه داخلی ارسال می‌کنند. باتوجه به باند فرکانسی مورد استفاده در این شبکه می‌توان از ساختار نقطه به نقطه یا نقطه به چند نقطه بهره برد. امواج رادیویی با فرکانس پایین، بیشتر از امواج فرکانس بالا قدرت انتشار دارند؛ به عنوان مثال یک موج ۹۰۰ مگاهرتزی دو برابر بیشتر از موج ۲,۴ گیگا هرتزی با مدولاسیون^۲ و توان یکسان منتشر می‌شود. همچنین یک سیگنال رادیویی ۹۰۰ مگاهرتزی در برابر سیگنال ۲,۴ گیگا هرتزی، طول موج بلند تری دارد. این ویژگی سبب می‌شود سیگنال ۹۰۰ مگاهرتزی راحت‌تر از روی موانع عبور کند. لازم به ذکر است طول موج‌های بزرگتر به سطح بیشتری برای انتشار نیاز دارند؛ به همین خاطر با افزایش طول موج، ابعاد آنتن نیز بزرگتر می‌شود.

• بستر ارتباطی فیبرنوری و شبکه MPLS^۳:

ارتباط فیبر نوری، روش ارتباطی است که در آن سیگنال به شکل نور درمی‌آید و فیبر نوری به عنوان محیطی برای انتقال آن سیگنال نوری از یک مکان به مکان دیگر استفاده می‌گردد. سیگنال منتقل شده در فیبر نوری از سیگنال الکتریکی به نور تبدیل می‌شود و در محل دریافت، دوباره از نور به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود. بیشتر سیستم‌های انتقال فیبر نوری از لینک‌های داده دو طرفه بهره می‌برند. هر لینک فیبر از یک فرستنده در یک انتهای فیبر و یک گیرنده در انتهای دیگر تشکیل شده است. بیشتر سیستم‌های انتقال فیبر نوری بر روی دو تار فیبر نوری تحت عنوان یک لینک فیبر نوری مورد استفاده قرار می‌گیرند که در یک

¹ Hub

² Modulation

³ Multi Protocol Label Switching

جهت بر روی یک فیبر فرایند ارسال و در جهت مخالف بر روی فیبر دیگر فرایند دریافت برای عملکرد کامل صورت می‌پذیرد؛ به همین دلیل به شکل دوتایی مورد اشاره قرار می‌گیرد.

MPLS یک بستر ارتباطی خصوصی است که هر نقطه توسط بستر سیمی به شبکه MPLS خصوصی شما متصل می‌گردد. سیستم‌های متصل به این شبکه به اینترنت دسترسی نداشته و از خارج از این شبکه امکان دسترسی به داخل وجود ندارد.

• اینترنت:

در شبکه گسترده اینترنت با اتصال نقاط فرستنده و گیرنده به درگاه اینترنت، قابلیت انتقال داده با توجه به نوع دسترسی، با طیف مختلفی از حجم و سرعت امکان‌پذیر می‌باشد. اتصال به اینترنت هم از طریق بسترهای سیمی و هم از طریق ارتباط بیسیم مقدور می‌باشد.

همانگونه که در بالا ذکر شد، برخی از بسترهای فیزیکی انتقال اطلاعات معرفی شده به صورت بیسیم می‌باشند؛ اما بدهی ست که بسترهای سیمی اختصاصی به همراه هزینه‌ی پیاده‌سازی بالا در صورت عدم خرابی هنگام وقوع زمین لرزه، امن‌تر و سریع‌تر از بسترهای بیسیم می‌باشند که در اینجا عملکرد مناسب و بدون اشکال هنگام و پس از وقوع زلزله هدف اصلی می‌باشد؛ بنابراین در برخی موارد بکارگیری بسترهای بیسیم راه‌حلی برای رفع این موضوع است. همچنین علاوه بر قیاس فنی جهت انتخاب بهترین بستر ارتباطی برای استفاده در شبکه پاسخ سریع زلزله، محدودیت‌هایی برای انتخاب آن در کشورمان وجود دارند. به دلیل وجود تحریم‌های گوناگون علی‌الخصوص در بهره‌برداری از امکانات مخابراتی در برابر کشورمان امکان استفاده از شبکه‌های ارتباط ماهواره‌ای برای این زمینه و به صورت اختصاصی تا به امروز وجود نداشته است. علاوه بر این استفاده از ارتباط رادیویی در هر باند فرکانسی مقدور نمی‌باشد؛ چرا که سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی جهت عدم بوجود آمدن تداخل بر روی کانال انتقال داده‌ها، با اختصاصی کردن بهروری از باندهای فرکانسی، مجوز ارسال و دریافت داده بر روی هر باند فرکانسی را نمی‌دهد و به همین دلیل تا به امروز مجوز لازم جهت اختصاص باند رادیویی ویژه به این موضوع صادر نگردیده است. در نتیجه برای طراحی بستر مخابراتی شبکه پاسخ سریع زلزله باید به نکات مذکور دقت نمود.

۳-۲- طراحی شبکه ارتباطی

برای طراحی شبکه مخابراتی سامانه پاسخ سریع ضرورت‌هایی به عنوان شروط طراحی وجود دارند که پارامترها، محدودیت‌ها و هدف طراحی را مشخص می‌نمایند که به شرح زیر می‌باشند:

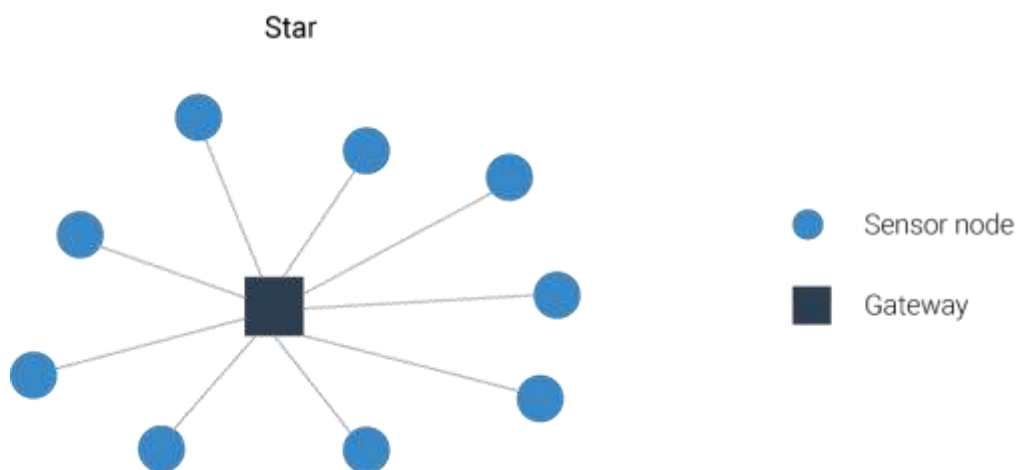
الف) شبکه مخابراتی توانایی مخابره داده‌ها را برای هر ایستگاه با فاصله‌ی حداکثری چهار کیلومتر از یکدیگر داشته باشد.

ب) این شبکه کمترین وابستگی را به شبکه‌های مخابراتی دیگر داشته باشد.

ج) هنگام وقوع زلزله بهترین عملکرد بدون قطعی ارتباط را داشته باشد.

د) در صورتی که به هر دلیلی یک مسیر ارتباطی کارکرد مناسبی نداشت مسیر دیگری جایگزین آن شود تا همیشه ارتباط با ایستگاه‌ها برقرار شد.

در کشورهای لرزه‌خیز پیشرو در احداث این سیستم ساختار شبکه‌های پاسخ و یا هشدار سریع زلزله به دو صورت نقطه به نقطه^۱ و نقطه به چند نقطه^۲ می‌باشد که هر کدام با توجه به شرایط طراحی شبکه و پروتکل ارتباطی، بکار گرفته شده‌اند. با توجه به اهمیت برد فاصله پوشش‌دهی شبکه و قابلیت سرعت بالا در انتقال اطلاعات، در استفاده از شبکه مخابراتی چند نقطه‌ای از توپولوژی^۳ شبکه خاص همانند توپولوژی ستاره^۴ بهره برده می‌شود. همچنین بستر فیزیکی اجرای این دو ساختار شبکه نیز به دو شکل سیمی و بیسیم قابل اجرایی می‌باشد.



شکل ۱۶ شماتیک شبکه نقطه به چند نقطه با ساختار ستاره

^۱ PTP

^۲ PTMP

^۳ Topology

^۴ Star

بهترین روش برای برخورداری با بیشترین ضریب اطمینان از داده‌های لرزه‌ای پس از وقوع زمین‌لرزه، بهره‌مندی از روش بستر مخابراتی تلفیقی می‌باشد. دلیل آن این است که با ترکیب شدن مسیرهای مخابراتی در یک ناحیه احتمال از دست دادن داده‌های لرزه‌ای پس از وقوع زلزله و آسیب به یک بستر ارتباطی خاص بشدت کاهش می‌یابد.

باتوجه به مسایلی که ذکر شد و شرایط و قوانینی که هم اکنون در کشور حاکم می‌باشد، هم اکنون استفاده از چهار بستر ارتباطی جهت اجرای شبکه پاسخ سریع زلزله مقدور می‌باشد که به شرح زیر می‌باشند:

۱. لینک رادیویی WLAN^۱

۲. ارتباط بر بستر فیبرنوری

۳. ارتباط از طریق شبکه MPLS

۴. استفاده از شبکه اینترنت موبایل

به لطف رواج شبکه اینترنت موبایل در کشور و پوشش حداکثری در شهرها، ارتباط از طریق شبکه اینترنت موبایل با توجه به ارتباط بیسیم با دکل‌های مرکزی، این امکان را ایجاد می‌کند که در بیشتر نقاط یک شهر این ارتباط برقرار باشد. بنابراین بهترین انتخاب برای نقاطی است که دیگر بسترهای مخابراتی امکان پوشش آنها را ندارند. همچنین می‌توان از آن به عنوان راهی جایگزین برای بسترهای ارتباطی دیگر در صورت عدم کارکرد صحیح یا قطعی ارتباط بهره برد. برقراری ارتباط از طریق شبکه MPLS و فیبرنوری از طریق بستر سیمی و باند اختصاصی قابل پیاده‌سازی می‌باشد. علاوه بر آن بهره‌وری از شبکه اینترنت بر بستر فیبرنوری نیز راهی مطمئن برای انتقال داده هست. ارتباط از طریق شبکه‌های لینک رادیویی WLAN این امکان را فراهم می‌کند که به صورت مستقیم، برخط و همچنین اختصاصی میان ایستگاه‌ها و واحد کنترل مرکزی انتقال اطلاعات صورت پذیرد.

حال برای امکان‌سنجی و انتخاب بهترین راه ارتباطی برای هر ایستگاه در ده شهر بزرگ کشور ابتدا الویت را بر امکان‌سنجی لینک رادیویی WLAN می‌گذاریم. همچنین برای مراکز دولتی که امکانات لازم جهت استفاده از زیرساخت سیمی فراهم می‌باشد، بستر ارتباطی فیبرنوری و شبکه MPLS را در نظر خواهیم گرفت. در نهایت نقاطی که از حمایت این سه بستر ارتباطی برخوردار نمی‌شوند، توسط شبکه اینترنت موبایل پوشش خواهد داده شد. لازم به ذکر است تمامی ایستگاه‌ها به صورت خودکار از اینترنت موبایل جهت راه

¹ Wireless Local Area Network

ارتباطی جایگزین دیگر بسترهای مخابراتی بهره می‌برند. همچنین در صورت اخذ مجوزات لازم و میسر شدن استفاده از لینک RF، می‌توان ۲۰ درصد از ظرفیت مختص به لینک WLAN را به آن اختصاص داد.

۳-۳- لینک رادیویی WLAN

برای امکان‌سنجی ارتباط رادیویی در هر ایستگاه نیاز به یک پلتفرم یکپارچه جهت نمایش قیمت‌های طراحی ارتباط داریم. برای این کار از پلتفرم طراحی لینک‌های رادیویی میموسا^۱ استفاده شده است. این پلتفرم به صورت اختصاصی جهت طراحی لینک رادیویی محصولات شرکت میموسا به شکل نقطه به نقطه و نقطه به چند نقطه به صورت تحت وب و بر روی مرورگر قابل دسترسی است. الویت طراحی لینک رادیویی برای هر شهر به صورت نقطه به چند نقطه می‌باشد؛ به این شکل که ایستگاه‌های شتابنگاری به عنوان کلاینت و مرکز کنترل به عنوان درگاه^۲ اصلی دریافت اطلاعات با توپولوژی شبکه ستاره در هر شهر طراحی می‌شوند. در حالتی که شهری دارای مساحت تراکم جمعیت بیشتر نسبت به محدوده قابل پوشش دهی شبکه لینک رادیویی باشد از چند شبکه نقطه به چند نقطه ارتباط رادیویی جهت پوشش حداکثری مساحت شهری استفاده خواهد شد. در این حالت برای اتصال این شبکه‌های چند نقطه‌ای به یکدیگر و به مرکز کنترل از ارتباط نقطه به نقطه بهره می‌بریم.



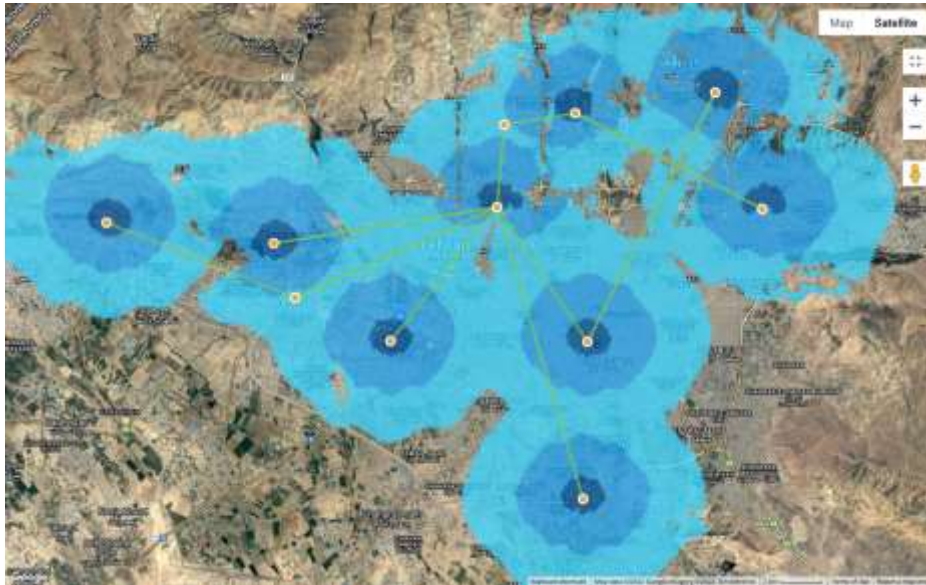
شکل ۱۷ تصویر از دکل و آنتن شبکه نقطه به چند نقطه با ساختار ستاره برند میموسا

^۱ Mimosa Network Inc.

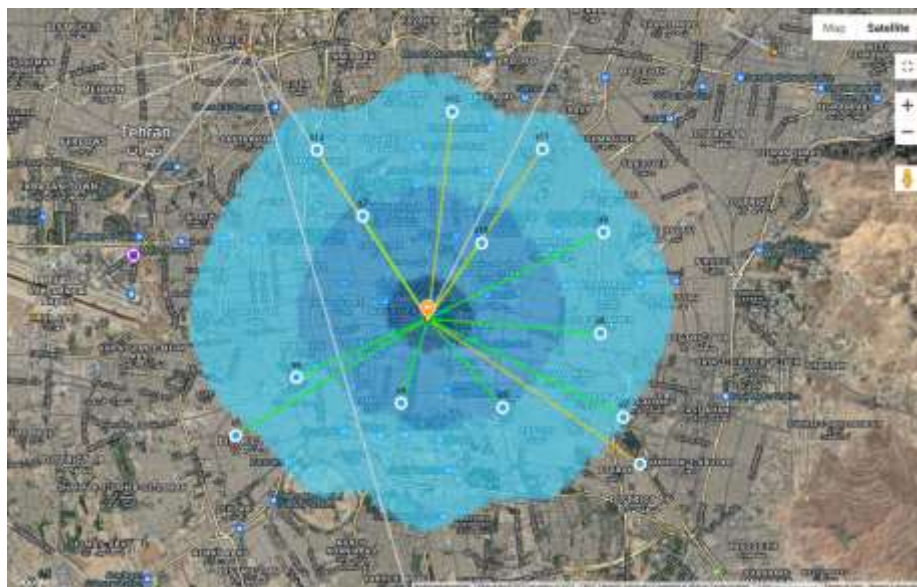
^۲ Gateway

• شهر تهران

این شهر با وسعت گسترده خود نیاز به چندین شبکه رادیویی چند نقطه‌ای دارد که همگی به مرکز کنترل متصل خواهند گردید. هشت دکل فرعی که هر کدام به چندین ایستگاه شتابنگاری متصل هستند به شکل مستقیم و یا از طریق تکرارکننده^۱ به مرکز کنترل یعنی دکل اصلی که در محل مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی واقع شده است ارتباط دارند که در شکل ۱۸ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۱۸ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر تهران



شکل ۱۹ نمونه‌ای از ارتباط دکل فرعی به مرکزیت پارک شهر با ایستگاه‌های شتابنگاری

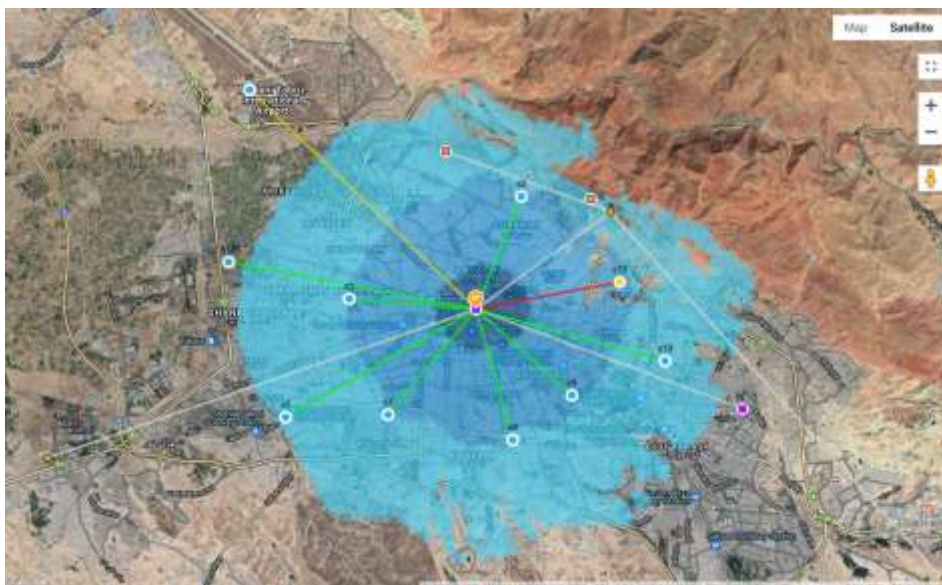
¹ Repeater

• شهر تبریز

این شهر نیز همانند شهر تهران نیازمند بکاربردن چندین شبکه چند نقطه‌ای برای پوشش حداکثری مساحت تراکم شهری است. باتوجه کوهستانی بودن مناطق شمالی این شهر و ارتفاع بیشتر نسبت به بقیه مناطق شهری و پوشش سخت ارتباط چند نقطه‌ای، در برخی از نقاط از ارتباط نقطه به نقطه استفاده شده است.



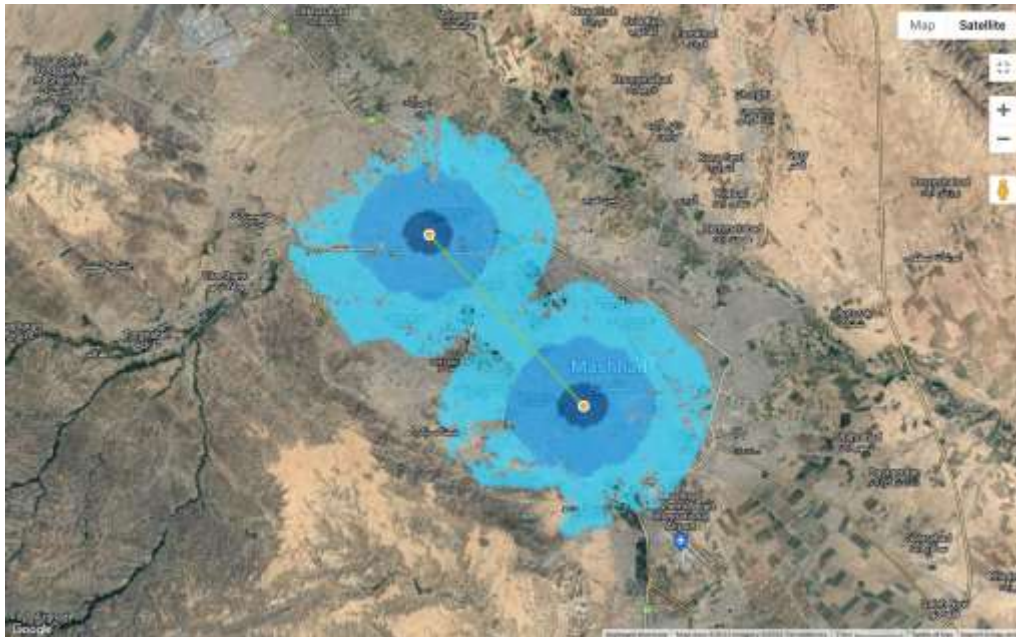
شکل ۲۰ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر تبریز



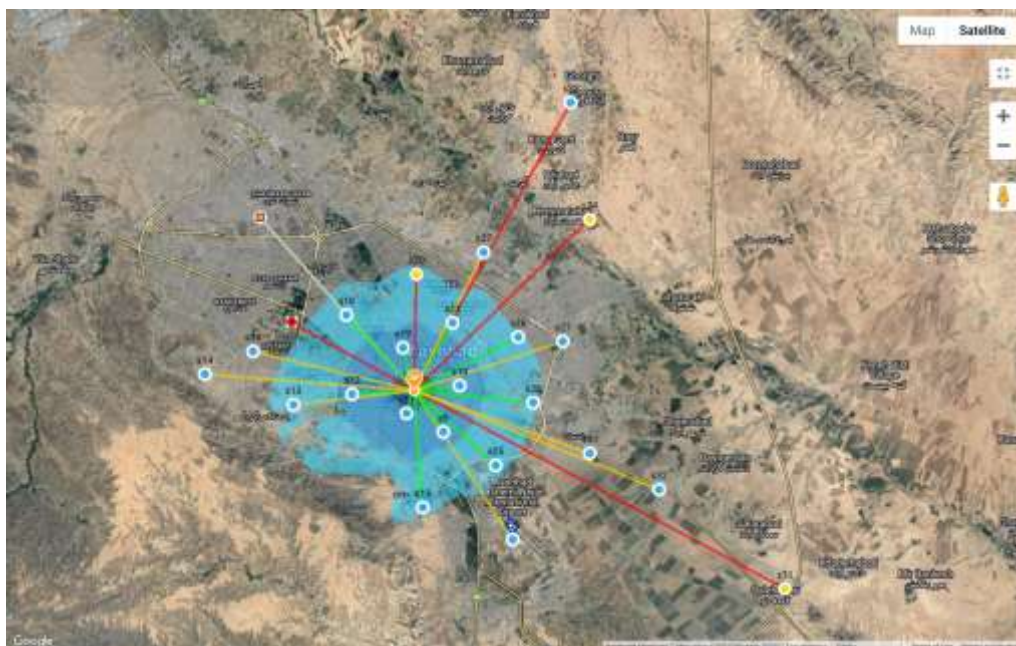
شکل ۲۱ نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری آذربایجان شرقی با ایستگاه‌های شناپنگاری

• شهر مشهد

شبکه چند نقطه‌ای رادیویی در شهر مشهد با تعداد دو دکل که یکی از آنها در محل استانداری به عنوان مرکز کنترل سیستم در نظر گرفته شده است، پوشش منطقه تراکم شهری را داده است. با وجود کوه‌ها در اطراف این شهر برخی ارتباطات میان دکل‌های مرکزی و ایستگاه‌های با فاصله‌ی دور مقدور نمی‌باشد.



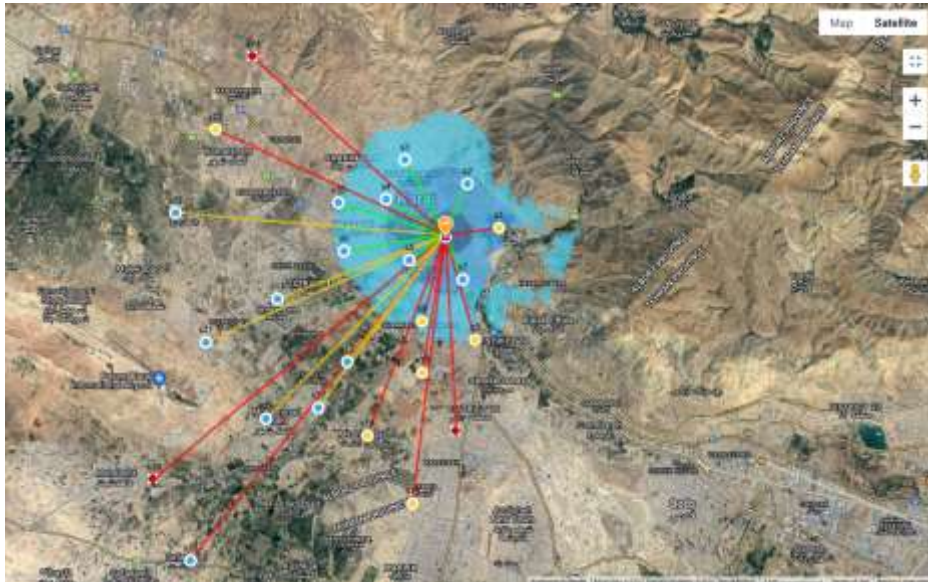
شکل ۲۲ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر مشهد



شکل ۲۳ نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری خراسان رضوی با ایستگاه‌های شتابنگاری

• شهر کرج

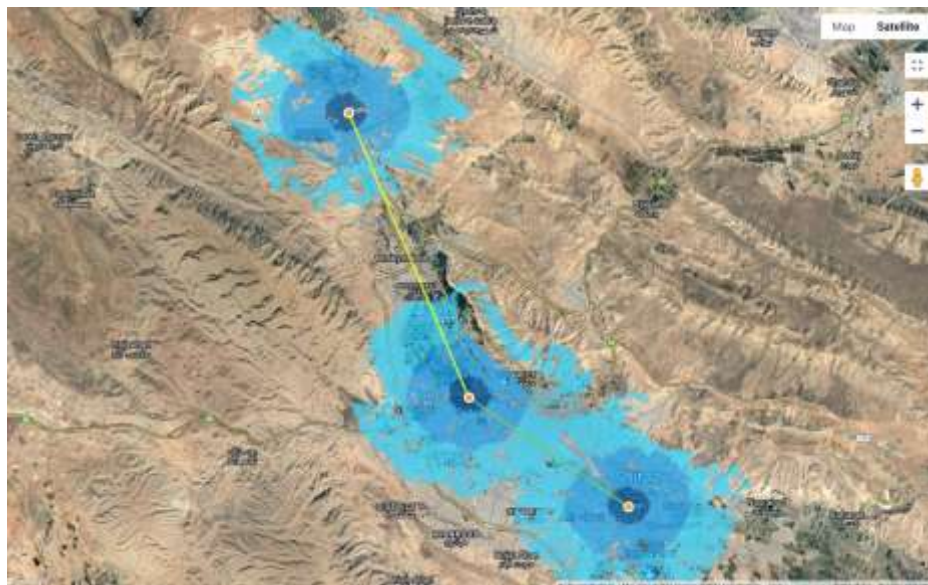
با وجود پراکندگی جمعیت در حاشیه این شهر شبکه چند نقطه‌ای اغلب ایستگاه‌های شتابنگاری درون شهر را پوشش داده است که در شکل ۲۴ قابل رویت می‌باشد.



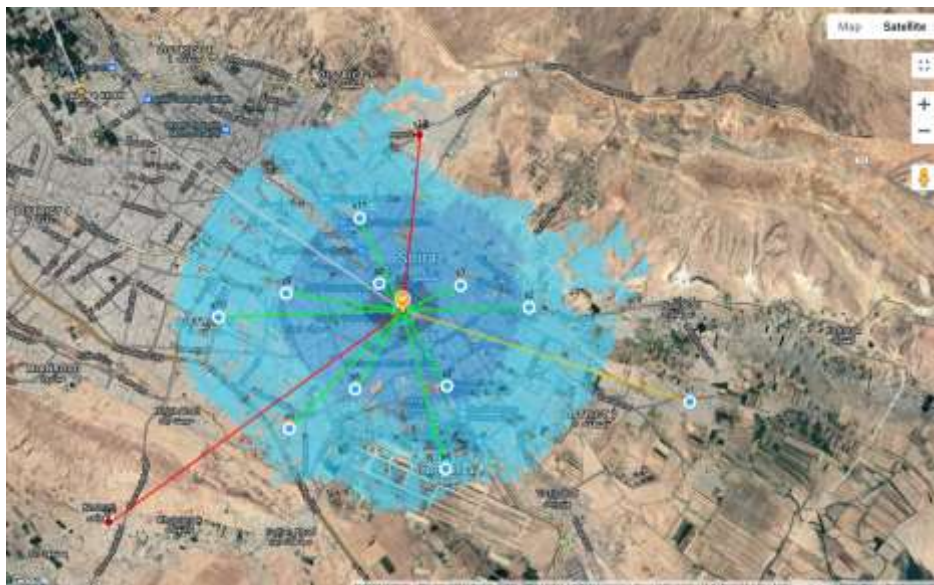
شکل ۲۴ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر کرج و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری البرز با ایستگاه‌های شتابنگاری

• شهر شیراز

گسترده‌گی جمعیت در این شهر به همراه شکل نواری انتشار آن این مساله را ایجاد کرده که در این شهر از سه شبکه چند نقطه‌ای جهت پوشش حداکثری آن استفاده کنیم.



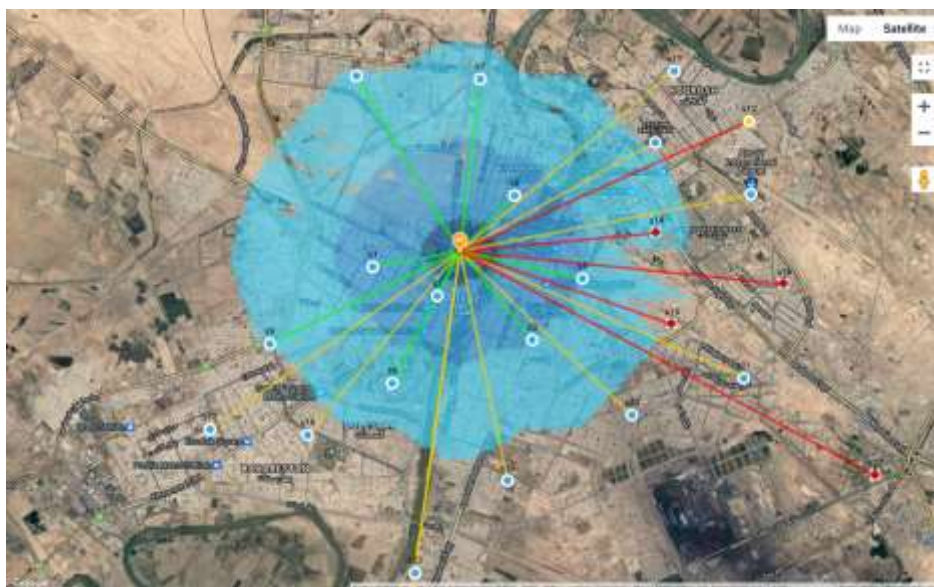
شکل ۲۵ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر شیراز



شکل ۲۶ نمونه‌ای از ارتباط دکل فرعی به مرکزیت دانشگاه شیراز با ایستگاه‌های شتابنگاری

• شهر اهواز

وجود مراکز صنعتی در اطراف شهر اهواز سبب گسترش جمعیت و پراکندگی آن در حومه شهر شده است.



شکل ۲۷ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر اهواز و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری خوزستان با ایستگاه‌های شتابنگاری

• شهر کرمانشاه

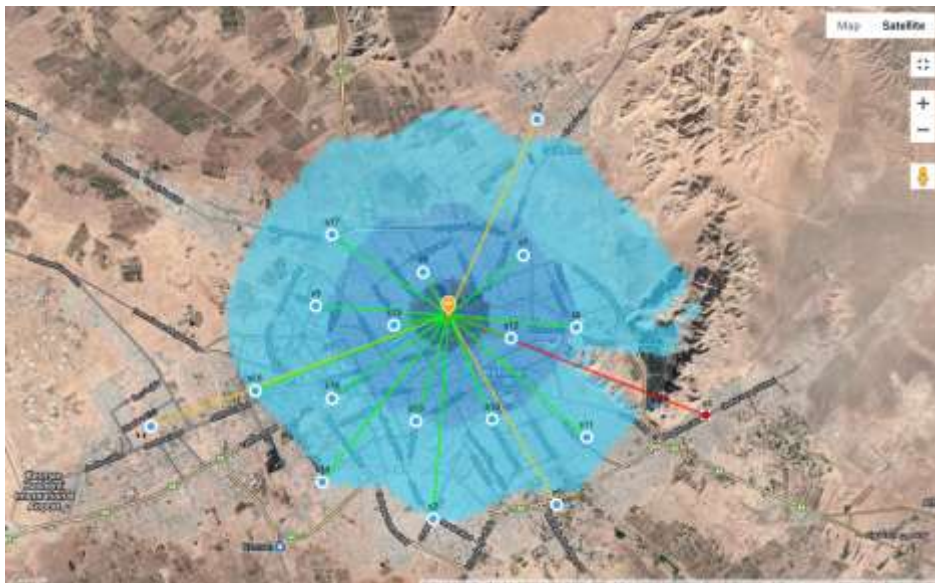
میانگین تقریبی سطح ارتفاعی ثابت در این شهر سبب این شده است که یکی از بهترین ارتباطات لینک رادیویی چند نقطه‌ای در این شهر شبیه سازی گردد. نکته قابل توجه در این شهر امکان اضافه نمودن لینک رادیویی برای شش ایستگاه دیگر توسط ارتباط نقطه به نقطه می‌باشد.



شکل ۲۸ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر کرمانشاه و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری کرمانشاه با ایستگاه‌های شتابنگاری

• شهر کرمان

محیط کویری و سازه‌های با ارتفاع نسبتاً استاندارد سبب ایجاد شبکه ارتباط رادیویی پایدار برای اکثر ایستگاه‌های شهر کرمان شده است.



شکل ۲۹ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر کرمان و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استانداری کرمان با ایستگاه‌های شتابنگاری

• شهر قزوین



شکل ۳۰ ساختار شبکه لینک رادیویی WLAN در شهر قزوین و نمونه‌ای از ارتباط دکل اصلی به مرکزیت استاندارد قزوین با ایستگاه‌های شتابنگاری

پس از امکان‌سنجی ایستگاه‌های شتابنگاری در ده شهر ذکر شده، باتوجه به نکات ذکر شده در ابتدای این بخش بستر مخابراتی منتخب برای هر ایستگاه به شرح زیر می‌باشد:

• شهر تهران

جدول ۱۱ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر تهران

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	35.477574	51.083215	بیمارستان حضرت فاطمه رباط کریم	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
2	35.524679	51.168227	شهرداری گلستان	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
3	35.490084	51.138324	مخابرات نصیرشهر	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
4	35.575512	51.093988	شهرداری شاهد شهر	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
5	35.509943	51.219631	شهرداری شهرک واوان	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
6	35.550132	51.242495	مجموعه ورزشی برزی اسلامشهر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
7	35.568513	51.150284	پارک فدک وجه آباد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
8	35.488148	50.920611	بیمارستان مهر ایرانیان پرنده	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
9	35.425307	51.578606	شهرداری قرچک	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
10	35.607074	51.067079	ایستگاه آتش نشانی فردوسیه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network



11	35.626451	51.035284	شهرداری امیریه	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
12	35.636846	51.079918	فرهنگسرا دینارآباد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
13	35.660538	51.05828	شهرداری شهریار	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
14	35.69963	50.99087	آموزش پرورش استثنایی کشور (اندیشه فاز دو)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
15	35.663055	50.997208	ایستگاه آتش نشانی شهرک جعفریه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
16	35.678147	51.019529	ایستگاه آتش نشانی فاز یک اندیشه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
17	35.717492	51.027577	فرهنگسرا سعدی فاز پنج اندیشه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
18	35.644514	51.128349	شهرداری باغستان	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
19	35.612807	51.15602	درمانگاه نصیرآباد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
20	35.723851	51.115436	اداره آب و فاضلاب شهر قدس	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
21	35.752367	51.067556	شهرداری گرمدره (SSA۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
22	35.611481	51.448	مرکز مخابرات عربسرخی	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
23	35.619281	51.490143	ایستگاه آتش نشانی هفتاد و هشت مشیریه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
24	35.642466	51.489046	پارک فجر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
25	35.64006	51.441666	درمانگاه ری	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
26	35.615803	51.408397	شهرداری ناحیه چهار منطقه شانزده	جدید	دکل	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
27	35.638683	51.214637	شهرداری احمدآباد مستوفی	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
28	35.653002	51.314509	اداره گذرنامه غرب یافت آباد	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
29	35.642972	51.337042	بوستان تیر	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
30	35.658248	51.359198	شهرداری منطقه هفده	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
31	35.665259	51.403653	پلیس آگاهی تهران بزرگ	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
32	35.671804	51.511348	ورزشگاه تختی (SSA۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
33	35.680289	51.457155	بیمارستان مردم	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
34	35.685346	51.309065	فرودگاه مهرآباد	جدید	دکل	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
35	35.692243	51.363028	دادسرا ناحیه ده	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
36	35.674161	51.335143	دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
37	35.699704	51.42532	بیمارستان امیراعلم	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
38	35.70207	51.457998	شهرداری منطقه سیزده	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
39	35.727977	51.417445	ایستگاه مترو میرزای شیرازی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
40	35.723329	51.467129	بوستان کوثر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
41	35.733609	51.322419	شهرداری ناحیه پنج منطقه پنج	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
42	35.777125	51.321896	مخابرات شهید یزدان پناه	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS

43	35.759421	51.359356	مدیریت آب ناحیه سه منطقه یک	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
44	35.757789	51.320817	دانشگاه آزاد واحد تهران غرب	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
45	35.781996	51.404455	مجموعه ورزشی صدا و سیما	جدید	دکل	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
46	35.7405	51.447003	سازمان فناوری اطلاعات ایران ساختمان مرکزی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
47	35.722252	51.492488	اداره کل امور مالیاتی شرق تهران	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
48	35.725413	51.33923	مدیریت بحران شهر تهران	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
49	35.732656	51.533427	مجموعه ورزشی شهید عراقی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
50	35.745484	51.472605	کتابخانه علامه طباطبایی مجیدیه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
51	35.763922	51.435386	شهرداری منطقه سه ناحیه چهار	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
52	35.767512	51.462796	بیمارستان لبافی نژاد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
53	35.809469	51.429186	شهرداری منطقه یک ناحیه سه	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
54	35.791366	51.425376	بوستان آقازری	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
55	35.813378	51.407805	بوستان آصف ولنجک	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
56	35.808721	51.471519	بوستان نیاوران (فرهنگسرا)	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
57	35.793402	51.473764	کتابخانه IPM	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
58	35.800378	51.529007	دانشگاه آزاد تهران مرکز	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
59	35.759578	51.533779	اداره پست شهرک امید	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
60	35.725205	51.196594	ایستگاه مترو ایران خودرو	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
61	35.808068	51.498596	شهرداری منطقه یک ناحیه شش	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
62	35.719858	51.441648	شهرداری منطقه هفت ناحیه سه	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
63	35.752989	51.250751	ایستگاه آتش نشانی شماره ۶۹	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
64	35.759183	51.20217	شهرداری ناحیه پنج منطقه بیست و دو	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
65	35.702557	51.255463	شهرداری منطقه بیست و یک	جدید	رپیتر	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
66	35.876637	51.338083	امام زاده داوود (ssa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
67	35.857639	51.40027	هتل توچال	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
68	36.011235	51.491814	شهرداری شمشک	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
69	35.829203	51.17396	واریش (ssa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
70	35.845517	51.108804	کندر (ssa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
71	35.764716	51.773149	شهرداری فاز یازده پردیس	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
72	35.367684	51.253411	حسن آباد فشافویه (ssa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
73	35.344108	51.632616	ورامین (ssa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
74	35.306968	51.722648	شهرداری پیشوا	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS

75	35.565044	51.520559	شهرداری ناحیه هفت منطقه بیست (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
76	35.544849	51.649899	سنگ تراشان (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
77	35.509372	51.51629	قلعه نو (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
78	35.551061	52.170402	شهرداری کیلان (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
79	35.987003	51.633602	گرمابدر (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
80	36.078533	51.316707	نسا (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
81	35.953342	50.933403	برغان (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
82	35.621613	52.156136	مرکز جامع سلامت آپسرد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
83	35.683784	52.025861	شهرداری ۲ دماوند (گیلاوند)	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
84	35.821684	51.779953	شورای لولاسان بزرگ	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
85	35.872203	51.651735	خانه بهداشت کند علیا	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
86	35.906444	51.584592	دهیاری امامه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
87	35.734693	51.154936	تعویض پلاک وردآورد	جدید	دکل	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
88	35.6337	51.396853	بیمارستان مفرح	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
89	35.670285	51.303876	شهرداری ناحیه چهار منطقه هجده	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
90	35.74283	51.556798	شهرداری منطقه چهار ناحیه شش	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
91	35.736383	51.617393	ایستگاه ۲۶ آتش نشانی شهرک امام خمینی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
92	35.681057	51.486847	سرای محله ابودر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
93	35.721864	51.29466	شهریاری ارم	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
94	35.699834	51.281638	سوله فرودگاه مهرآباد	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
95	35.700789	51.220324	مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
96	35.794273	51.342774	مرکز خدمات بهداشت فرزاد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
97	35.74964	51.109466	بیمارستان شریعی ۲	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
98	35.602197	51.279096	شهرداری گلدسته	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
99	35.606974	51.374656	شهرداری ناحیه پنج منطقه نوزده	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
100	35.608128	51.338809	پمپ گاز اتوبان آزادگان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
101	36.0493	51.4177	هتل دیزین	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
102	35.8313	50.9869	استانداری البرز	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
103	35.726849	50.831509	شهرداری ماهدشت	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
104	35.8414	50.8435	شهرداری چهارباغ	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
105	35.4857	51.6872	شهرداری پاکدشت	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
106	35.722079	51.266083	استادیوم آزادی - تهران درون چاهی	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN

107	35.722079	51.266083	استادیوم آزادی - تهران درب ورودی غربی	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
108	35.340793	52.070333	بخشداری ایوانکی	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
109	35.739342	51.575904	دانشکده آب و برق	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
110	35.703637	51.351089	دانشگاه شریف - TH-09 هشدار سریع	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
111	35.719824	51.380949	دانشگاه تربیت مدرس TH-14	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
112	35.764267	51.410156	دانشگاه خواجه نصیر طوسی - هشدار سریع TH-13	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
113	35.697012	51.33174	سازمان زمین شناسی TH-05	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
114	35.89722222	52.21333333	شهرداری گزنک	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
115	35.740783	51.503854	دانشگاه علم و صنعت TH-06	موجود	دکل	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
116	35.763638	51.392218	دانشگاه الزهرا TH-07	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
117	35.545639	51.366186	مرقد امام خمینی	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
118	35.545639	51.366186	مرقد امام خمینی درون چاهی	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
119	35.73539	51.386258	دانشکده فیزیک TH-04	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
120	35.592485	51.427833	شهر ری - فرمانداری TH-10	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
121	35.604218	51.304841	بخشداری چهاردنگه	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
122	35.683388	51.410885	پارک شهر TH-12	موجود	دکل	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
123	35.740646	51.363704	شبکه شتابنگاری	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
124	35.754237	51.283266	شهرداری منطقه ۵-ناحیه ۲	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
125	35.724658	51.244109	شهرداری منطقه ۱۷ ناحیه ۲ - ۲۲	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
126	35.675673	51.26155	بیمارستان شهید فیاض بخش TH-19	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
127	35.740646	51.363704	شبکه شتابنگاری - محوطه	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
128	35.824363	51.635439	شهرداری لواسان	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
129	35.740646	51.363704	شبکه شتابنگاری - درون چاهی	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
130	35.683388	51.410885	پارک شهر TH-22	موجود	دکل	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
131	35.702673	51.181833	آموزشکده فنی TH-21	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
132	35.67088556	51.37549278	ستاد حوادث TH-27	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
133	35.754	51.223	مدیریت بحران قائم ۱۱ TH-24	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
134	35.70722222	51.32222222	مدیریت بحران ریاحی TH-23	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
135	35.776827	51.3666612	ریپیتر	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
136	35.634563	51.362781	پایگاه مدیریت بحران منطقه ۱۹ - عبدال آباد TH-29	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
137	35.662221	51.463414	پایگاه مدیریت بحران منطقه ۱۴ - پارک زیتون TH-30	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN



138	35.664246	51.430919	مدیریت بحران TH-۲۵ منطقه ۱۲	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
139	35.704804	51.483294	مدیریت بحران م TH-۲۶ ۱۳	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
140	35.71726944	52.062525	شهرداری دماوند	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
141	35.4704	50.9704	دانشگاه پیام نور پرند	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
142	35.5573	51.1671	شهرداری نسیم شهر	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
143	35.558	51.3628	TH304 دانشگاه آزاد	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
144	35.7318	51.8534	شهرداری بومهن	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
145	35.635653	52.323849	دهیاری سربندان	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
146	35.738127	51.914211	مرکز مطالعات و تحقیقات شهرداری رودهن	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
147	35.7354	51.6634	پارک غزال	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
148	35.820325	51.261895	دهیاری سولقان	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
149	35.7538	51.1556	مدرسه TH-۰۹	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
150	35.681733	51.042958	فرمانداری شهریار	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
151	35.666018	51.188173	مخابرات سعیدآباد	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
152	35.6522	51.4679	فرهنگسرای خاوران	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
153	35.4972	51.3673	TH301 کهریزک	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
154	35.6472	51.3991	فرهنگسرای TH-۰۸ هشدار سریع - بهمن	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
155	35.7055	51.3933	پشت دانشکده TH-۰۶ دارو سازی دانشگاه تهران	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
156	35.7787	51.49101	دانشگاه شهید رجایی	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
157	35.800542	51.395547	دانشگاه شهید TH-۰۷ بهشتی- هشدار سریع	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
158	35.740646	51.363704	شبكة شتابنگاری	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
159	35.6794	50.9684	فرمانداری ملارد	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
160	35.601	51.0197	شهرداری وحیدیه	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
161	35.4342	51.1351	فرودگاه امام خمینی	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
162	35.7538	51.4051	دیوان محاسبات	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
163	35.9331	51.5303	مرکز بهداشت فشم	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
164	35.6575	51.27083333	مدیریت بحران TH-۰۲ منطقه ۱۸	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
165	35.79388889	51.44944444	پارک قیطره	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
166	35.7575	52.0466	خانه بهداشت مشا	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
167	35.7462	51.8034	شهرداری پردیس	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
168	35.7104	51.1304	شهرداری شهر قدس SQO	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN

• شهر تبریز

جدول ۱۲ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر تبریز

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	38.054001	46.217242	درمانگاه پنجم آذر	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	محتمل	WLAN
2	38.081177	46.264761	ایستگاه مترو کوچه باغ	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
3	38.036009	46.203089	ایستگاه آتش نشانی شماره ۱۴	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
4	38.056463	46.248068	ایستگاه مترو میدان امام حسین	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
5	38.031818	46.376636	مخابرات شهید باغچیان	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
6	38.039097	46.346902	دانشگاه فنی حرفه ای شماره ۳	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
7	38.04734	46.398507	ورزشگاه مرزداران	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	محتمل	Mobile network
8	38.051724	46.307545	کانون فرهنگی شهید فتحیان	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
9	38.058254	46.367546	آب و فاضلاب منطقه چهار تبریز	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
10	38.084783	46.335447	اداره حوادث آب و فاضلاب منطقه دو	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
11	38.088969	46.233274	ایستگاه مترو شهرک امام	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
12	38.069723	46.387969	درمانگاه آذربادگان	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	محتمل	WLAN
13	38.102501	46.309833	مرکز شماره ۵ کانون پرورش فکری کودکان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	محتمل	Mobile network
14	38.06827	46.347299	سازمان میادین و ساماندهی مشاغل شهری	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
15	38.124831	46.238793	فرودگاه شهید مدنی	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
16	38.033566	46.147033	دانشگاه آزاد سردرود	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
17	38.0368	46.439699	سالن فوتسال کرکج	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
18	37.994	46.473	شهرداری (BMN)	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS



19	38.102	46.328	عیال زینال (TAB۲)	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
20	38.061	46.323	نظام مهندسی (TAB۷)	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
21	38.079	46.298	استانداری (TAB۹)	موجود	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
22	38.112	46.29	شهرداری (TAB۸)	موجود	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
23	38.057	46.275	شهرداری (TAB۱۰)	موجود	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS

• شهر مشهد

جدول ۱۳ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر مشهد

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	36.398241	59.307532	شهرداری شاندیز	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
2	36.397105	59.670023	ایستگاه آتش نشانی ۴۵ مهرگان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
3	36.345217	59.475197	ایستگاه آتش نشانی ۳۱	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
4	36.308903	59.38109	طریقہ (SSa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
5	36.227516	59.641937	فرودگاه شهید هاشمی نژاد	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
6	36.280581	59.652072	سوله چندمنظوره بحران شهید علیمردانی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
7	36.283765	59.563986	ایستگاه مترو کوهسنگی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
8	36.269227	59.608465	بیمارستان شهید کامیاب	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
9	36.311578	59.612798	بوستان پامچال	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
10	36.208385	59.774297	شهرداری رضویه	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
11	36.373995	59.476861	شهرداری منطقه دوازده	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
12	36.338848	59.627783	کتابخانه امام خمینی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
13	36.349512	59.562202	پارک پردیس قائم	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
14	36.327738	59.500404	ایستگاه مترو هفت تیر	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN

15	36.352511	59.51949	مخابرات بلوار شریعتی	جدید	دکل	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
16	36.383314	59.498749	هنرستان کشاورزی شهید یوسفی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
17	36.357351	59.494082	بوستان فروغ	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
18	36.330297	59.595169	مجتمع قضایی خانواده	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
19	36.309155	59.470569	کوه پارک (ssa۲)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
20	36.311596	59.535253	مرکز تحقیقات زلزله دانشگاه فردوسی مشهد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
21	36.306012	59.644652	ایستگاه مترو نبوت	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
22	36.279837	59.535655	دانشگاه علوم پزشکی مشهد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
23	36.336331	59.539674	بوستان شیرنگ	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
24	36.301716	59.588924	اداره اوقاف	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
25	36.256171	59.633826	مجموعه ورزشی مصطفی خمینی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
26	36.260749	59.679438	مخابرات توحید	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
27	36.300373	59.516189	بوستان رز	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
28	36.276463	59.590653	کلاتری ۱۸ شهید فیاض بخش	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
29	36.2469	59.7131	آتش نشانی MSH۶	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
30	36.3042	59.6664	شهرداری م ۴ MSH۵	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
31	36.28723	59.61613	حرم امام رضا MSH۸	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
32	36.2398	59.5985	سالن شهید نامی MSH۴	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
33	36.3145	59.5612	راه و شهرسازی MSH۱	موجود	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
34	36.373186	59.529319	انباربحران MSH۰ استانداری	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
35	36.2915	59.4927	مدیریت بحران نماز MSH۸	موجود	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
36	36.3599	59.423	فرمانداری شاندریز MSH۷	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS



• شهر کرج

جدول ۱۴ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر کرج

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	35.86417	50.96533	دانشکده پیراپزشکی علوم پزشکی البرز	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
2	35.77753	50.93457	بیمارستان دامپزشکی دام تهران	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
3	35.85399	50.99837	مرکز تربیت مربی فنی و حرفه ای	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
4	35.84583	50.93	موسسه تحقیقات واکسن رازی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
5	35.78696	51.00272	ایستگاه مترو کرج	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
6	35.74724	50.99274	اداره فرهنگ و ارشاد فردیس	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
7	35.74569	50.94548	مرکز درمانی شهدای مشکین دشت	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
8	35.71642	50.96924	ایستگاه آتش نشانی ۲۱ فردیس	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
9	35.80442	50.89746	درمانگاه مهرشهر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
10	35.78573	50.85941	مرکز مخابرات امیرکبیر	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
11	35.90891	50.77373	شهرداری گلزار	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
12	35.84726	50.95529	اداره برق غرب کرج	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
13	35.83503	51.01532	آتش نشانی بلوار شریعتی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
14	35.8463	50.61037	بافت روستای کریم آباد	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
15	35.69175	50.85117	بخشداری صفادشت	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
16	35.75299	50.89155	کلانتری ۲۶ ولداآباد محمدشهر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
17	35.87741	50.86456	درمانگاه شهرک رضوانیه	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
18	35.82496	50.93291	ایستگاه مترو گلشهر	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
19	35.81294	50.99616	شهرداری کرج	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
20	35.82126	50.96764	درمانگاه حنا	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
21	35.95392	50.60646	مخابرات نظرآباد	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
22	35.90841	50.88446	پارک علم و فناوری البرز	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
23	35.7948	50.97439	آموزشکده عالی محیط زیست	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network

24	35.77268	50.97434	درمانگاه جاده مشکین دشت امیرکبیر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
25	35.75779	50.91936	اداره پست محمدشهر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
26	35.8313	50.9869	استانداری (دفتر ۲ KRJ فنی)	موجود	دکل	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
27	35.8414	50.8435	شهرداری چهارباغ RCB	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
28	35.72685	50.83151	شهرداری ماهدشت MAB	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
29	35.96179	50.681	فرمانداری هشتگرد HSH	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS

• شهر شیراز

جدول ۱۵ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر شیراز

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سپینت مخابراتی منتخب
1	29.533267	52.501479	باقت شهری (کرونی)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
2	29.561161	52.654414	باقت شهری (منطقه ۷)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
3	29.647359	52.518707	دانشکده علوم دانشگاه شیراز	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
4	29.822886	52.393984	شهرداری گویم (SSAT)	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
5	29.799986	52.508252	اداره برق صدرا	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
6	29.752361	52.410551	درمانگاه شهرک گلستان	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
7	29.586262	52.547956	دانشکده فنی مهندسی شهید باهنر شیراز	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
8	29.618054	52.427214	مرکز تعویض پلاک شیراز	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
9	29.622606	52.583394	آرامگاه سعدی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
10	29.688991	52.455675	شهرداری منطقه شش شیراز	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
11	29.603567	52.56733	اداره پست کاوه	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
12	29.648622	52.458316	بیمارستان امیر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
13	29.588117	52.593925	درمانگاه خیام	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
14	29.662254	52.489854	بیمارستان چمران	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
15	29.545821	52.590034	فرودگاه شهید دستغیب	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
16	29.736726	52.584597	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network



17	29.633531	52.493082	بیمارستان چشم پزشکی خدادوست	جدید	دکل	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
18	29.580641	52.506381	ایستگاه مترو عدالت	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
19	29.604851	52.534267	مرکز بهداشت شهدای انقلاب	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
20	29.616626	52.489607	اداره گاز بلوار استقلال	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
21	29.599501	52.480857	بهداشت ولیعصر	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
22	29.726022	52.442664	ایستگاه مترو شهید بهشتی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
23	29.603428	52.51424	شهرداری منطقه چهار	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
24	29.580709	52.53008	کتابخانه عمومی مولوی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
25	29.626823	52.467982	کلابتری ۳۲ گلشن	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
26	29.622716	52.514735	شهرداری ناحیه ۱	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
27	29.622839	52.551154	شهرداری منطقه ۳	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
28	29.555019	52.548802	بوستان مادر	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
29	29.588535	52.57243	اداره کل گمرک	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
30	29.578113	52.469165	پارک جنگلی کیان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
31	29.763954	52.429847	ایستگاه راه آهن شیراز	جدید	دکل	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
32	29.564213	52.566151	ایستگاه سه آتش نشانی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
33	29.56491	52.590402	مترو فرصت شیرازی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
34	29.582951	52.612041	شهرداری منطقه هفت	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
35	29.6306	52.5217	دانشکده فنی ۵ SHI	موجود	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN

• شهر اهواز

جدول ۱۶ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر اهواز

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	31.226889	48.653176	دانشگاه صنعت نفت	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
2	31.278216	48.682644	دانشگاه فرهنگیان پردیس رسول اکرم	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network

3	31.289801	48.604222	دفتر پست پردیس (SSAT)	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
4	31.288549	48.629873	شرکت برق منطقه ای خوزستان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
5	31.300299	48.652259	کتابخانه دانشگاه شهید چمران	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
6	31.309234	48.62004	شهرداری منطقه پنج اهواز	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
7	31.326679	48.647151	شهرداری منطقه شش اهواز	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
8	31.310047	48.689257	بوستان شهرداری	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
9	31.293042	48.715395	درمانگاه اوستا	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
10	31.301464	48.745012	بیمارستان امیرالمومنین	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
11	31.313675	48.726043	پارک کوی رمضان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
12	31.322712	48.755654	خدمات ویژه نمودارگیری شرکت ملی حفاری	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
13	31.324016	48.702354	کلانتری ۱۱	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
14	31.334283	48.721923	مجموعه ورزشی آزادی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
15	31.342765	48.68458	مرکز تخصصی نوین طب صنعت	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
16	31.370905	48.726526	کلانتری خ ۱۱ کلانتری	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
17	31.369898	48.642751	مجموعه ورزشی ایثارگران	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
18	31.354786	48.72166	پارک زیتون	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
19	31.343111	48.746936	فرودگاه شهید سلیمانی	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
20	31.359626	48.746371	شهرداری منطقه سه اهواز	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
21	31.279258	48.779853	استادیوم فولاد آرنا	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
22	31.369102	48.67543	پست برق کیان آباد	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
23	31.32	48.6641	مسکن و شهرسازی AHV	موجود	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
24	31.2573	48.6583	فرمانداری کارون KAO	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS



• شهر کرمانشاه

جدول ۱۷ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر کرمانشاه

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	34.383993	47.10021	دانشکده دندان پزشکی دانشگاه رازی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
2	34.378815	47.130269	بیمارستان حضرت معصومه	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
3	34.367691	47.159949	مجتمع فرهنگی شهید عاصمی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
4	34.365971	47.076003	درمانگاه میدان رسالت	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
5	34.351198	47.171153	فرودگاه شهید اشرفی اصفهانی	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
6	34.350499	47.073386	کتابخانه عمومی الهیه	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
7	34.335115	47.10269	اداره کل فنی حرفه ای کرمانشاه	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
8	34.325177	47.076316	آموزش و پرورش ناحیه ۱	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
9	34.341789	47.032793	جایگاه CNG اسلامی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
10	34.309617	47.060219	مخابرات خ ناصری	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
11	34.301086	47.022441	پارک پردیس ۲	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
12	34.292919	47.047245	دانشگاه فنی و حرفه ای ۱	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
13	34.316121	47.112282	پارک بسیج	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
14	34.309704	47.09127	پارک ابوذر	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
15	34.33833	47.131903	ایستگاه راه آهن کرمانشاه	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
16	34.331654	47.054705	بیمارستان فارابی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
17	34.3564	47.1174	استانداری KRM	موجود	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS

• شهر بندرعباس

جدول ۱۸ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر بندرعباس

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	27.173586	56.228804	مرکز درمانی سیدالشهدا	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
2	27.191582	56.248383	زمین فوتبال خ ملت ۳۵	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
3	27.199115	56.280462	کتابخانه شهید عوض پور	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
4	27.197038	56.346428	فرهنگسرا الغدیر	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
5	27.232731	56.366118	پارک پایگاه هوایی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
6	27.17691	56.253716	زمین فوتبال خ اسلام آباد ۱۶	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
7	27.187693	56.275921	کلینیک تخصصی خ شهید حقانی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
8	27.192625	56.323077	زمین ورزشی تیپ تفنگداران	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
9	27.220492	56.344384	ورزشگاه خلیج فارس	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
10	27.211674	56.25716	ایستگاه راه آهن بندر عباس	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
11	27.208749	56.306365	دانشگاه سما	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
12	27.216898	56.322634	مخابرات امام حسین	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
13	27.190525	56.299852	مسکن و شهرسازی BAN	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
14	27.1811	56.2974	فرمانداری BAN	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS

• شهر کرمان

جدول ۱۹ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر کرمان

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	30.27297	56.98996	مجموعه ورزشی امام علی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
2	30.25187	57.06439	فضای سبز حاشیه میدان رسالت	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
3	30.34324	57.0919	پارک شهدا	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
4	30.27536	57.13666	درمانگاه سراسیاب	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network



5	30.3006	57.03339	پارک نصر شرقی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
6	30.25512	57.09701	بیمارستان افضلی پور	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
7	30.31221	57.08826	خانه فرهنگ بهشت	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
8	30.2957	57.10215	بیمارستان نوریه	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
9	30.30831	57.06172	پارک میخک	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
10	30.2747	57.07999	صداوسیما کرمان	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
11	30.27043	57.10479	پارک فروغ	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
12	30.2931	57.08489	کتابخانه هرندی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
13	30.27425	57.05994	پارک مطهری	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
14	30.26022	57.03518	مجموعه ورزشی آدی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
15	30.29619	57.05408	پارک زندق	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
16	30.28115	57.01742	دانشکده فنی مهندسی شهید باهنر	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
17	30.31681	57.0378	دانشگاه پیام نور کرمان	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
18	30.2794	57.0378	راه و شهرسازی KERD	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS

• شهر قزوین

جدول ۲۰ اطلاعات امکان‌سنجی بستر مخابراتی ایستگاه‌های شهر قزوین

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان	وضعیت ایستگاه	WLAN	Mobile network	MPLS	Fiber Optic	سیستم مخابراتی منتخب
1	36.23185	50.118631	بوستان امام علی بیدستان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
2	36.184536	50.056586	شهرداری الوند	جدید	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
3	36.227835	49.916308	پلیس راه قزوین همدان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Mobile network
4	36.243665	50.007454	ایستگاه راه آهن قزوین	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN

5	36.261994	50.00395	درمانگاه شبانه روزی امام علی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
6	36.272591	50.001169	موزه حمام قاجار	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
7	36.271799	50.013581	پارک ملت	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
8	36.300012	50.01715	دادگستری استان قزوین	جدید	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN
9	36.301385	49.98831	پارک امام علی	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
10	36.322406	49.994302	آتش نشانی شهید آوینی	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
11	36.311608	50.03054	کلینیک تخصصی محمد زاده	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
12	36.312126	50.005844	آموزش و پرورش ناحیه ۱	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
13	36.296457	50.070515	بافت شهر حسن آباد	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	WLAN
14	36.284101	49.937564	سازمان فنی حرفه ای ۶ قزوین	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
15	36.286341	49.994033	دانشگاه پیام نور قزوین	جدید	ممکن	ممکن	غیرممکن	ممکن	WLAN
16	36.251523	50.182316	پارک بهشت مهرگان	جدید	غیرممکن	ممکن	غیرممکن	غیرممکن	Mobile network
17	36.2208	50.1834	شهرداری زیباشهر ZBS۱	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
18	36.2453	50.045	هواشناسی قزوین GHZ۲	موجود	غیرممکن	ممکن	ممکن	ممکن	Fiber Optic - MPLS
19	36.2817	50.0118	فرمانداری GHZ۴	موجود	ممکن	ممکن	ممکن	ممکن	WLAN

۴-۳- امکان‌سنجی اطلاع‌رسانی

برحسب بزرگای زلزله تشخیص داده شده و شدت برآورد شده آن، چهار سطح اطلاع‌رسانی برای سامانه پاسخ سریع زلزله پیشنهاد می‌شود. برای زلزله‌های کوچک و با شدت کم نیازی به تولید نقشه لرزه‌ای نیست یا می‌توان به هشدار محدود بسنده کرد. هر چه بزرگا و شدت بیشتر می‌شود دامنه کاربران دریافت‌کننده نقشه شدت لرزه‌ای وسیع‌تر می‌شود. هر چه دامنه دریافت‌کنندگان آن وسیع‌تر می‌شود باید دقت در تشخیص زلزله و برآورد مشخصات آن بیشتر باشد زیرا اعلام هشدارهای اشتباه در سطح وسیع هزینه‌بر است و باعث کاهش



اعتماد عمومی می‌شود. بنابراین در کنار شاخصه‌های بزرگا و شدت میزان عدم قطعیت بزرگا و کانون نیز در چهار سطح از D یعنی کمترین قطعیت تا A که بیشترین قطعیت است، تقسیم‌بندی می‌شود. گروه‌بندی پیشنهادی سطح هشدار برحسب معیارهای بزرگا و شدت در جدول ۲۱ نشان داده شده است.

جدول ۲۱ گروه‌بندی سطح هشدار برای دریافت نقشه شدت لرزه‌ای

تعداد	توضیح	ایستگاه‌های ثابت‌کننده	عدم قطعیت	(و/یا) معیار شدت	(و) معیار بزرگا	سطح هشدار
۱ گروه	۲		A~D $\sigma M < \pm 1$ $\sigma R < \pm 10$	V (یا) کمتر از V	M < 5	صفر
۱ گروه	۳		A~C $\sigma R < \pm \gamma \sigma M < \pm \lambda$	V (و) بیشتر از V	M > 5	۱
۱ گروه	۳		A~C $\sigma R < \pm \gamma \sigma M < \pm \lambda$	VI (و) بیشتر از VI	M > 5.5	۲
همه گروه‌ها	۴		A~B $\sigma R < \pm \gamma \sigma M < \pm \lambda$	VII (و) بیشتر از VII	M > 6	۳

در جدول ۲۲ دریافت‌کنندگان هشدار در دو گروه طبقه‌بندی شده‌اند. با توجه به تجربه دیگر کشورها، به‌خصوص کشور ژاپن، برای ایران نیز نقشه‌های شدت لرزه‌ای خصوصی و همگانی پیشنهاد می‌شود.

جدول ۲۲ گروه کاربران دریافت‌کننده نقشه شدت لرزه‌ای

گروه	نام	شامل	نوع هشدار
گروه ۱	کاربران خصوصی	مدیران بحران، خدمات دهندگان سامانه	هشدار محدود (از طریق پیامک یا تلفن همراه و روش‌های دیگر مانند گیرنده‌های خاص)
گروه ۲	کاربران عمومی (عموم مردم)	همه مردمی که تحت تاثیر زلزله قرار می‌گیرند	هشدار عمومی (ارسال پیام سلولی، تلفن‌های همراه و ثابت، صدا و سیما، شبکه‌های اجتماعی و ...)

جدول ۲۳ مجموعه‌ای از ظرفیت‌ها و روش‌ها را برای ارسال نقشه شدت لرزه‌ای جمع‌آوری کرده است. از بین روش‌های مطرح شده برخی در سامانه‌های دیگر کشورها مورد استفاده قرار گرفته است و برخی دیگر برای مطالعات امکان‌پذیری آن‌ها پیشنهاد شده است. همچنین برخی محدودیت‌ها و مزایای روش‌ها در جدول ذکر شده است. متداول‌ترین روش اطلاع‌رسانی هشدار در کشورهای دارای سامانه پاسخ عمومی، پخش سلولی پیامک انبوه است. در کنار استفاده از این روش، مطالعه امکان‌پذیری و مقایسه میزان تاخیر روش‌های دیگر پیشنهاد می‌شود.

جدول ۲۳ روش‌های پیشنهادی ارسال نقشه شدت لرزه‌ای

روش اطلاع‌رسانی	توضیح	مزایا	محدودیت‌ها
ارسال پیامک انبوه (پخش سلولی)	ارسال هم‌زمان پیام متنی به گوشی‌های واقع در ناحیه تحت پوشش آنتن فرستنده موبایل (سلول) تا کل شبکه	تکنولوژی قابل وصول، سریع، ارسال هم‌زمان به همه افراد در معرض خطر، مناسب برای ناشنویان، دسترسی در محیط خانه و محل کار و ...	نیاز به راه‌اندازی توسط اپراتورها، نیاز به فعال‌سازی کاربر، نیاز به داشتن تلفن همراه با این قابلیت و آشنایی با آن، در محدوده آنتن دهی تلفن همراه
بلندگوها (آژیر)	نصب بلندگوها بر ساختمان‌های بلند و انتشار آژیر خطر	تکنولوژی در دسترس، قابلیت اعلان هم‌زمان به همه افراد در معرض خطر، مناسب برای نابینایان و افراد بی‌سواد، تاخیر کم	محدودیت پوشش جغرافیایی
زنگ یا پیام صوتی همراه	بررسی امکان به صدا درآمدن زنگ گوشی‌های همراه از طرف اپراتور یا پخش خودکار پیام صوتی هشدار	اگر عملی باشد: دسترسی در محیط خانه و محل کار و ...، مناسب به هنگام خواب و دور بودن از تلفن همراه	پیش‌بینی تاخیر بیشتر نسبت به روش ارسال پیام سلولی، احتمال اختلال به دلیل محدودیت ظرفیت ارسال هم‌زمان صوت یا برقراری تماس، در محدوده آنتن دهی تلفن همراه
زنگ یا پیام گویای تلفن ثابت	بررسی امکان به صدا درآمدن زنگ تلفن ثابت و پخش پیام گویا	اگر عملی باشد: دسترسی در محیط خانه، محل کار و ...، مناسب به هنگام خواب، فراگیری گیرنده (تلفن ثابت) و آسانی استفاده از آن	پیش‌بینی تاخیر بیشتر نسبت به روش پخش سلولی، احتمال اختلال به دلیل محدودیت برقراری تماس هم‌زمان
رادیو و تلویزیون	قطع برنامه‌های عادی و پخش آژیر و اعلام خطر زلزله نزدیک به همراه زیرنویس در تلویزیون	قابلیت ارسال هم‌زمان برای همه افراد در معرض خطر، در دسترس همه خانواده‌ها	تاخیر نسبتاً زیاد نسبت به پخش سلولی، نامناسب برای استفاده غیرخانگی، روشن نبودن گیرنده‌ها در همه ساعت شبانه روز
شبکه‌های اجتماعی متداول (برای تلفن همراه یا رایانه)	ارسال خودکار پیام‌های متنی یا صوتی هشدار به اکانت‌ها و کانال‌های از پیش ایجاد شده در شبکه‌های مثل تلگرام یا توئیتر	در دسترس در همه موقعیت‌ها، میزان تاخیر باید بررسی شود	پیش‌بینی تاخیر نسبتاً زیاد، استفاده محدود نسبت به رسانه‌های دیگر، نیاز به سواد بالا، نیاز به آنلاین بودن
شبکه‌های اجتماعی داخلی	بررسی امکان ایجاد شبکه داخلی فراگیر و سریع در اینترنت ملی، نسبت به مشابه خارجی	پیش‌بینی سرعت بهتر نسبت به شبکه‌های اجتماعی متداول، در دسترس در همه موقعیت‌ها	نیاز به سرمایه‌گذاری و توسعه، استفاده محدود نسبت به رسانه‌های دیگر، نیاز به سواد بالا، نیاز به آنلاین بودن
اپ‌های همراه	ارسال هشدار بر روی اپلیکیشن‌هایی که به منظور دریافت هشدار طراحی شده و کاربران بر گوشی خود نصب کرده‌اند	در دسترس در همه موقعیت‌ها، میزان تاخیر باید بررسی شود	استفاده محدود نسبت به رسانه‌های دیگر، نیاز به سواد بالا، نیاز به آنلاین بودن

فصل چهارم: امکان‌سنجی و طراحی اجرایی ایستگاه شتابنگاری

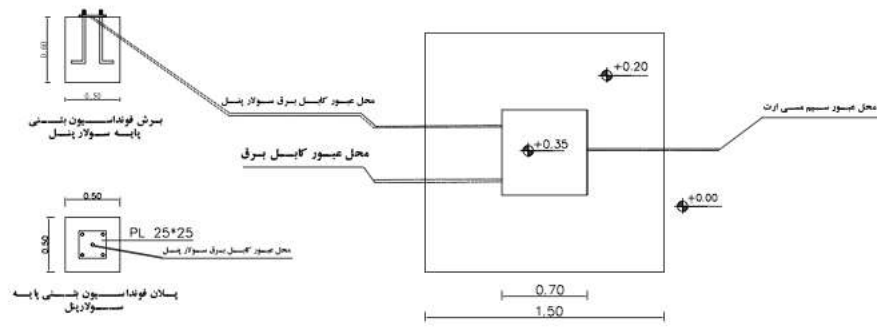
سامانه پاسخ سریع زلزله

در اکثر کشورهای پیشرفته و لرزه‌خیز اعم از آمریکا، ایتالیا، سوئیس و... یک استاندارد یکسان جهت اجرای ایستگاه‌های شتابنگاری وجود دارد. به همین دلیل بررسی جزئیات فنی اجرای این موارد از اهمیت بالایی برخوردار است. در این بخش به ارائه‌ی الگوی سخت‌افزاری جهت اجرای ایستگاه شتابنگاری خواهیم پرداخت. اجرای یک ایستگاه شتابنگاری شامل اجرای فونداسیون و اتاقک، تامین تغذیه مصرف‌کننده‌های الکتریکی و جانمایی تجهیزات می‌گردد که با ارائه نقشه و شکل‌های مربوطه، آنها را تشریح می‌کنیم.

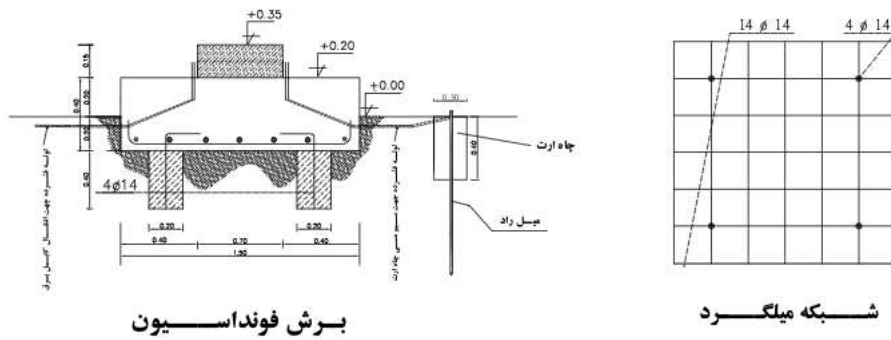
۱-۴- اجرای فونداسیون و اتاقک

در

شکل ۳۱ نقشه اجرایی فعلی فونداسیون ارائه شده است. با توجه به اهمیت ایستگاه‌های سامانه پاسخ سریع نقشه شماتیک اصلاحی برای مهار فونداسیون ایستگاه شتابنگاری ارائه شده است. همچنین پیشنهاد می‌گردد که بجای اجرای فونداسیون فعلی، سنسور شتابنگاری در عمق ۱ متری زمین متصل و محفظه آن عایق بندی گردد (شکل ۳۷).



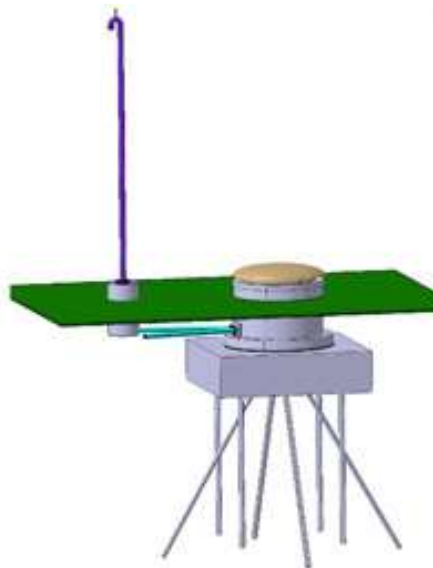
پلان فونداسیون شتابنگار



برش فونداسیون

شبکه میلگرد

شکل ۳۱ نقشه اجرایی فعلی فونداسیون ایستگاه شتابنگاری



شکل ۳۲ نقشه شماتیک اصلاحی برای مهار فونداسیون ایستگاه شتابنگاری (برگرفته از شبکه شتابنگاری سوییس

(<http://www.seismo.ethz.ch>)

۴-۲- تامین تغذیه مصرف‌کننده‌های الکتریکی

نوسانات برق، قطعی آن، عملکرد نامطمئن هنگام وقوع زلزله و... همگی عواملی است که ایجاب می‌کند برای تامین تغذیه پایدار و مناسب جهت مصرف تجهیزات مربوط به یک ایستگاه شتابنگاری، راه‌کاری به عنوان استاندارد تدوین گردد تا با حل مشکلات رخ داده در موارد مشابه، از وقوع دوباره آنها جلوگیری کند. در یک ایستگاه شتابنگاری دو نوع تجهیزات موجود می‌باشد که از نیروی الکتریکی تغذیه می‌کنند:

الف) تجهیزات داده برداری

ب) تجهیزات ارتباطی و مخابراتی

برای یکپارچگی و سهولت اجرا و پیاده‌سازی مدارات مربوط به تامین‌کننده تغذیه، نیاز به ساخت مدارات در قالب تابلو برق می‌باشد؛ به این شکل که تمامی تجهیزات تامین‌کننده اعم از المان‌های محافظ و کنترل‌کننده درون فضای تابلو به عنوان یک تجهیز یکپارچه به کار گرفته می‌شوند و هنگام نصب تابلو توسط تکنسین‌ها فقط سیم‌های ورودی و خروجی به تابلو متصل می‌گردند. این کار باعث کاهش آسیب‌پذیری به مدارات و همچنین کاهش ضریب خطا در اجرای مدارات می‌گردد. در شکل ۳۳ و شکل ۳۴ نمونه‌ای از تابلو برق های اجرا شده در ایستگاه‌های لرزه‌ای کشورهای دیگر نشان داده شده است.

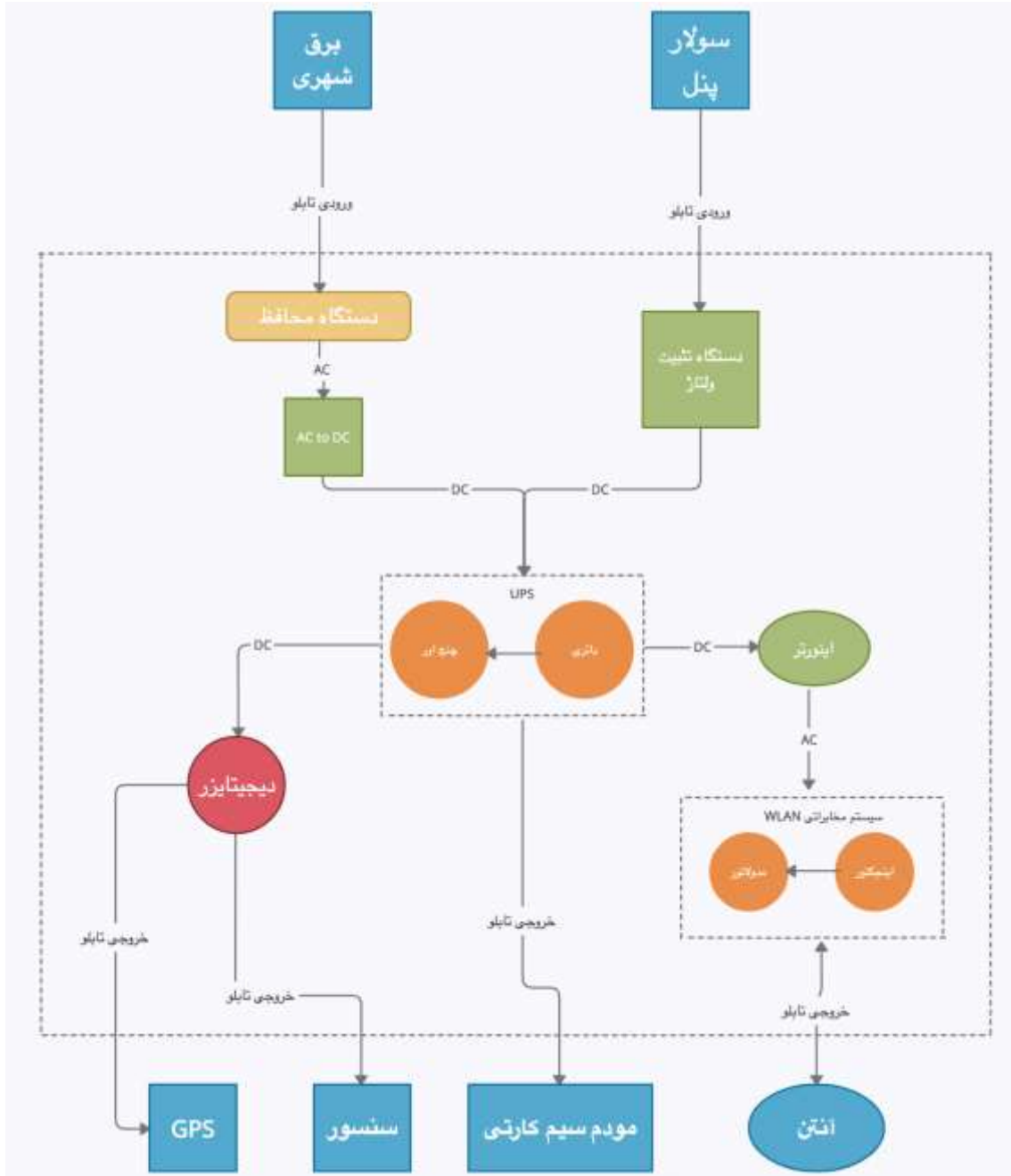


شکل ۳۳ تصویری از تابلو برق موجود در یکی ایستگاه‌های شتابنگاری کشور اسپانیا



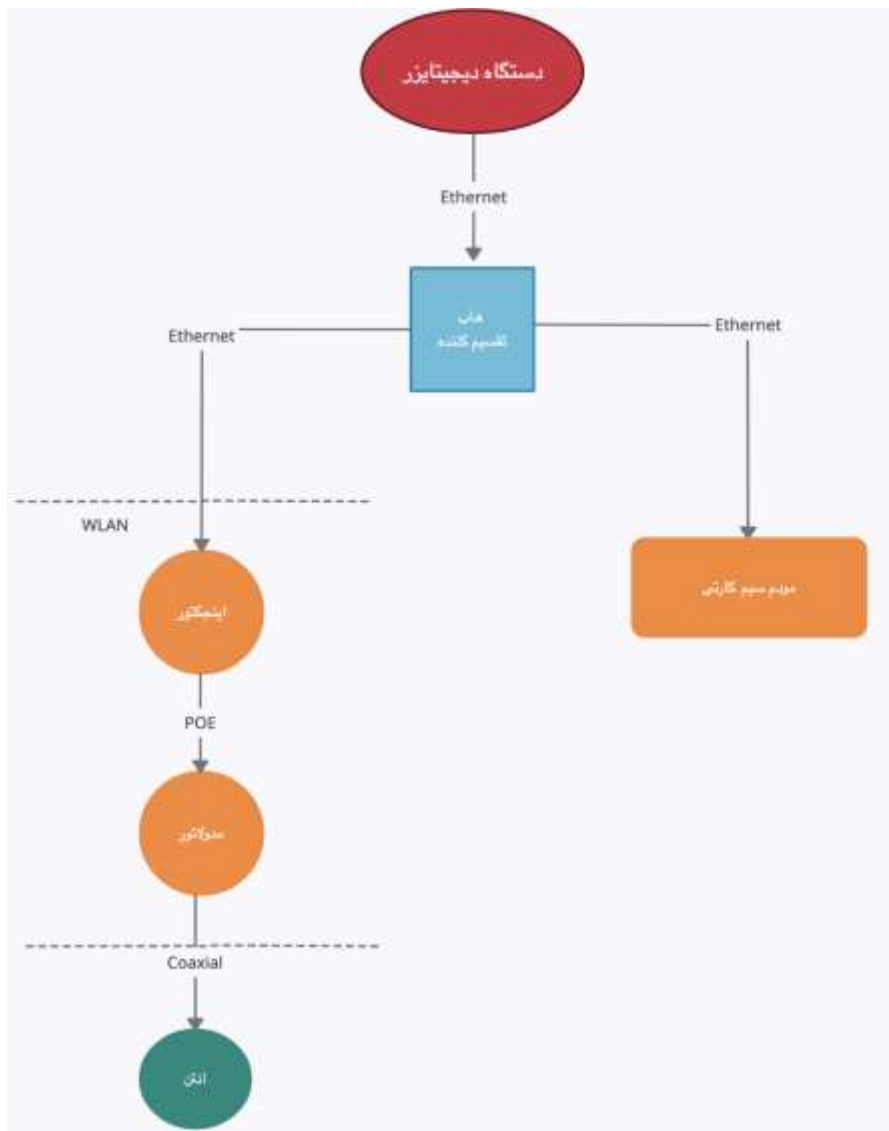
شکل ۳۴ تصویری از تابلو برق موجود در یکی ایستگاه‌های شتابنگاری کشور ایتالیا

برای طراحی مدار تامین کننده تغذیه ایستگاه شتابنگاری شبکه پاسخ سریع همانند نمونه‌های اجرا شده در کشورهای دیگر نیاز به کارکرد پیوسته مدارات جهت حمایت هر دو مصرف‌کننده‌های داده‌برداری و مخابراتی به صورت همزمان داریم. همچنین نکته‌ی بسیار مهم در تامین تغذیه این تجهیزات فراهم آوردن بدون وقفه و بدون قطعی آن چه در حالت عادی و چه در حالت وقوع زمین‌لرزه است. در شکل ۳۵ نقشه شماتیک تابلو برق طراحی شده جهت نصب در ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع نشان داده شده است.



شکل ۳۵ نقشه شماتیک تابلو برق ایستگاه شتابنگاری شبکه پاسخ سریع

همان‌طور که در بخش سوم ذکر شد، سیستم ارتباطی WLAN در بسیاری از ایستگاه‌ها به عنوان بستر ارتباطی انتخاب گردید. علاوه بر آن برای مسیر پشتیبان از سیستم اینترنت موبایل استفاده شده است تا در صورت خرابی یا بروز مشکل در یکی از مسیرهای مخابراتی، ارتباط ایستگاه با مرکز کنترل منقطع نگردد. طراحی سخت‌افزاری این سیستم در شکل ۳۶ نشان داده شده است.



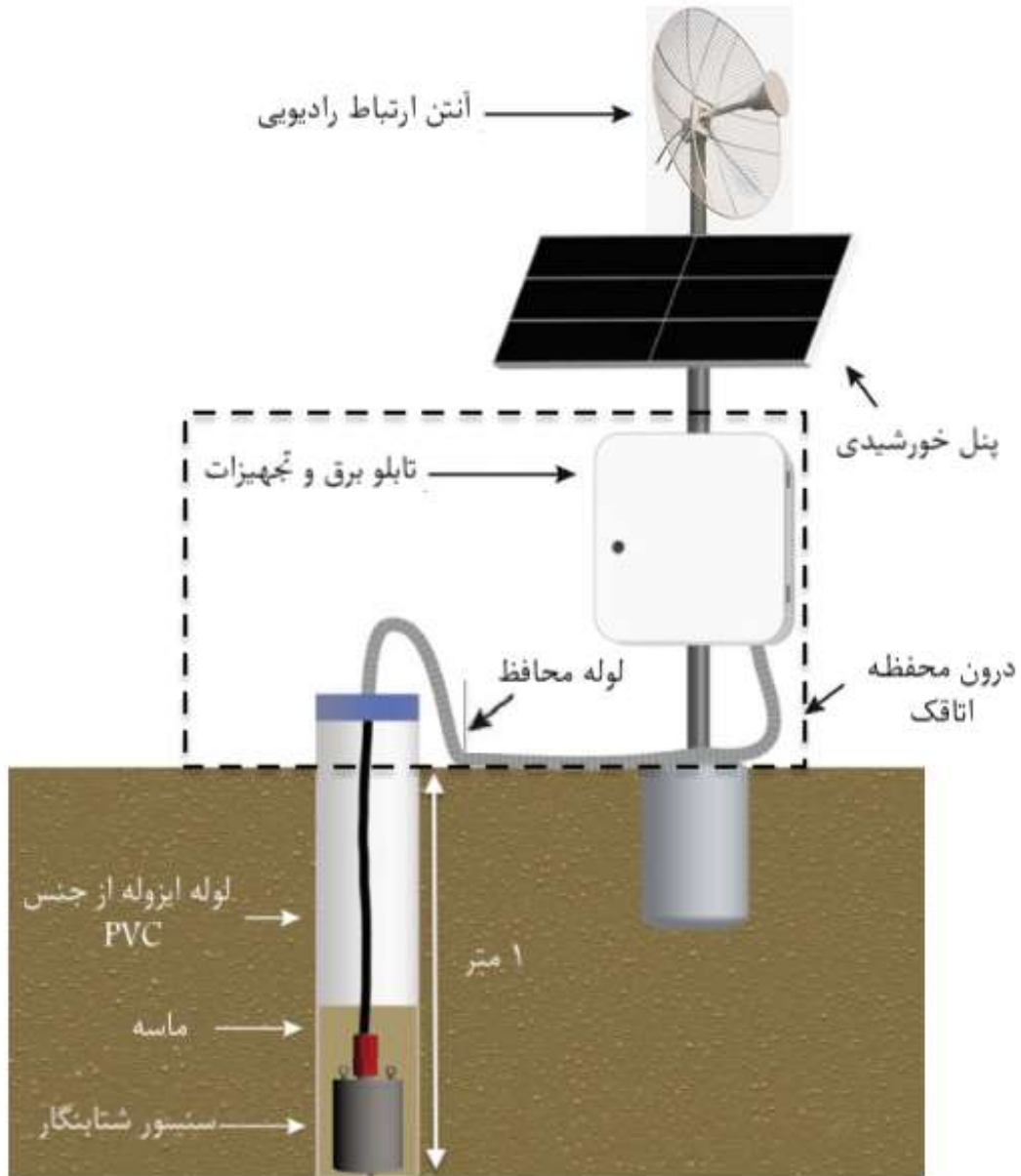
شکل ۳۶ نقشه شماتیک سیستم پشتیبان مخابراتی

۳-۴- جانمایی تجهیزات

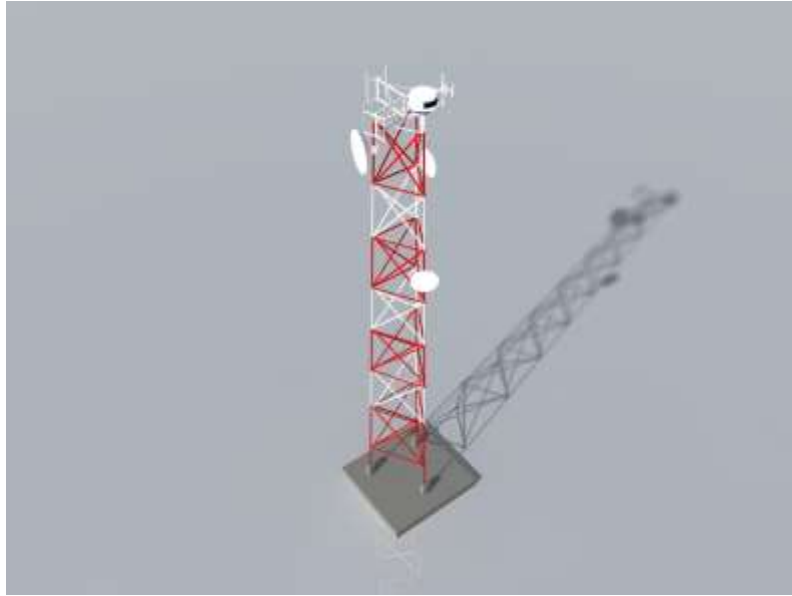
پس از اجرای فونداسیون طبق نقشه اجرایی در شکل ۳۲، دستگاه سنسور شتابنگار همانند شکل ۳۷ به صورت درون‌چاهی ۱ در عمق ۱ متر زیر سطح زمین قرار می‌گیرد که محفظه‌ی درون چاه کاملاً ایزوله و عایق می‌باشد. این کار سبب کاهش محسوس سطح نویز محیطی بر روی داده سنسور شتابنگار می‌گردد. تجهیزات تامین‌کننده، دستگاه‌های مربوط به سیستم مخابراتی و دستگاه دیجیتالیزر همگی درون محفظه‌ی داخل تابلو که بر دیواره داخلی اتاقک نصب می‌باشد، جای می‌گیرند. اتاقک بر روی چاه دستگاه شتابنگار و بر روی

¹ Downhole

سطح فونداسیون سوار می‌شود و در نهایت آنتن‌های مخابراتی و پنل خورشیدی همانند شکل ۳۷ بر روی دکل و خارج از اتاقک به صورت ایستا نصب خواهند شد.



شکل ۳۷ نقشه شماتیک محل قرارگیری سنسور شتابنگاری



شکل ۳۸ نقشه شماتیک دکل کنار اتاقک ایستگاه شتابنگاری



شکل ۳۹ نمونه اجرایی ایستگاه شتابنگاری

فصل پنجم : هزینه اجرای ایستگاه‌های شتابنگاری سامانه پاسخ

سریع زلزله

در این بخش هزینه‌های پیاده‌سازی هر ایستگاه شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله به تفکیک سیستم مخابراتی منتخب در ده شهر مهم کشور محاسبه و به صورت جدول ارائه گردیده است. هزینه‌های اصلی یک ایستگاه شتابنگاری طبق جدول ۲۴ شامل تجهیزات داده‌برداری، احداث فونداسیون و اتاقک، تجهیزات تامین‌کننده تغذیه الکتریکی، بستر مخابراتی (براساس بستر ارتباطی منتخب به علاوه بستر ارتباطی پشتیبان) می‌باشد. همچنین برای احداث زیرساخت بستر مخابراتی WLAN در هر شهر نیاز به احداث دکل‌های مخابراتی است که با توجه به نوع طراحی شبکه رادیویی متغیر می‌باشد.

جدول ۲۴ هزینه‌های اصلی ایستگاه شتابنگاری

شماره	نام امکانات	هزینه (میلیون تومان)	
۱	سیستم شتابنگاری رده A	۷۵۰	
۲	فونداسیون و اتاقک	۱۵۰	
۳	تجهیزات برق رسانی	۱۵۰	
۴	سیستم ارتباطی	WLAN	۴۰۰
		Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
		Mobile Network	۵۰
۵	سیستم مرکزی	دکل فرعی	۱۰۰۰
		دکل اصلی	۱۵۰۰
		سیستم ماینورینگ	۶۰۰۰



۱-۵- شهر تهران

جدول ۲۵ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر تهران

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	بیمارستان حضرت فاطمه رباط کریم	Mobile network	۱۱۰۰
2	شهرداری گلستان	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
3	مخابرات نصیرشهر	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
4	شهرداری شاهد شهر	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
5	شهرداری شهرک واوان	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
6	مجموعه ورزشی برزی اسلامشهر	Mobile network	۱۱۰۰
7	پارک فدک وجه آباد	Mobile network	۱۱۰۰
8	بیمارستان مهر ایرانیان پرند	Mobile network	۱۱۰۰
9	شهرداری قرچک	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
10	ایستگاه آتش نشانی فردوسیه	Mobile network	۱۱۰۰
11	شهرداری امیریه	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
12	فرهنگسرا دینارآباد	Mobile network	۱۱۰۰
13	شهرداری شهریار	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
14	آموزش پرورش استثنایی کشور(اندیشه فاز دو)	Mobile network	۱۱۰۰
15	ایستگاه آتش نشانی شهرک جعفریه	Mobile network	۱۱۰۰
16	ایستگاه آتش نشانی فاز یک اندیشه	Mobile network	۱۱۰۰
17	فرهنگسرا سعدی فاز پنج اندیشه	Mobile network	۱۱۰۰
18	شهرداری باغستان	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
19	درمانگاه نصیرآباد	Mobile network	۱۱۰۰
20	اداره آب و فاضلاب شهر قدس	WLAN	۱۵۰۰
21	شهرداری گرمدره (ssa۲)	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
22	مرکز مخابرات عربسرخی	WLAN	۱۵۰۰
23	ایستگاه آتش نشانی هفتاد و هشت مشیریه	Mobile network	۱۱۰۰
24	پارک فجر	Mobile network	۱۱۰۰
25	درمانگاه ری	WLAN	۱۵۰۰
26	شهرداری ناحیه چهار منطقه شانزده	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
27	شهرداری احمدآباد مستوفی	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
28	اداره گذرنامه غرب یافت آباد	WLAN	۱۵۰۰
29	بوستان تیر	WLAN	۱۵۰۰
30	شهرداری منطقه هفده	WLAN	۱۵۰۰
31	پلیس آگاهی تهران بزرگ	WLAN	۱۵۰۰
32	ورزشگاه تختی (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰

33	بیمارستان مردم	WLAN	۱۵۰۰
34	فرودگاه مهرآباد	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
35	دادسرا ناحیه ده	Mobile network	۱۱۰۰
36	دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری	WLAN	۱۵۰۰
37	بیمارستان امیراعلم	WLAN	۱۵۰۰
38	شهرداری منطقه سیزده	WLAN	۱۵۰۰
39	ایستگاه مترو میرزای شیرازی	Mobile network	۱۱۰۰
40	بوستان کوثر	Mobile network	۱۱۰۰
41	شهرداری ناحیه پنج منطقه پنج	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
42	مخابرات شهید یزدان پناه	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
43	مدیریت آب ناحیه سه منطقه یک	Mobile network	۱۱۰۰
44	دانشگاه آزاد واحد تهران غرب	Mobile network	۱۱۰۰
45	مجموعه ورزشی صدا و سیما	Mobile network	۱۱۰۰
46	سازمان فناوری اطلاعات ایران ساختمان مرکزی	Mobile network	۱۱۰۰
47	اداره کل امور مالیاتی شرق تهران	WLAN	۱۵۰۰
48	مدیریت بحران شهر تهران	WLAN	۱۵۰۰
49	مجموعه ورزشی شهید عراقی	Mobile network	۱۱۰۰
50	کتابخانه علامه طباطبایی مجیدیه	Mobile network	۱۱۰۰
51	شهرداری منطقه سه ناحیه چهار	WLAN	۱۵۰۰
52	بیمارستان لبافی نژاد	Mobile network	۱۱۰۰
53	شهرداری منطقه یک ناحیه سه	WLAN	۱۵۰۰
54	بوستان آقابزرگی	Mobile network	۱۱۰۰
55	بوستان آصف ولنچک	Mobile network	۱۱۰۰
56	بوستان نیاوران(فرهنگسرا)	WLAN	۱۵۰۰
57	کتابخانه IPM	WLAN	۱۵۰۰
58	دانشگاه آزاد تهران مرکز	Mobile network	۱۱۰۰
59	اداره پست شهرک امید	WLAN	۱۵۰۰
60	ایستگاه مترو ایران خودرو	WLAN	۱۵۰۰
61	شهرداری منطقه یک ناحیه شش	WLAN	۱۵۰۰
62	شهرداری منطقه هفت ناحیه سه	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
63	ایستگاه آتش نشانی شماره ۶۹	WLAN	۱۵۰۰
64	شهرداری ناحیه پنج منطقه بیست و دو	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
65	شهرداری منطقه بیست و یک	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
66	امام زاده داوود (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
67	هتل توچال	Mobile network	۱۱۰۰



68	شهرداری شمشک	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
69	واریش (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
70	کندر (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
71	شهرداری فاز یازده پردیس	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
72	حسن آباد فشافویه (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
73	ورامین (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
74	شهرداری پیشوا	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
75	شهرداری ناحیه هفت منطقه بیست (ssa۲)	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
76	سنگ تراشان (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
77	قلعه نو (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
78	شهرداری کیلان (ssa۲)	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
79	گرماپدر (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
80	نسا (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
81	برغان (ssa۲)	Mobile network	۱۱۰۰
82	مرکز جامع سلامت آبسرد	Mobile network	۱۱۰۰
83	شهرداری ۲ دماوند (گیلاوند)	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
84	شورای لواسان بزرگ	Mobile network	۱۱۰۰
85	خانه بهداشت کند علیا	Mobile network	۱۱۰۰
86	دهیاری امامه	Mobile network	۱۱۰۰
87	تعویض پلاک وردآورد	Mobile network	۱۱۰۰
88	بیمارستان مفرح	WLAN	۱۵۰۰
89	شهرداری ناحیه چهار منطقه هجده	WLAN	۱۵۰۰
90	شهرداری منطقه چهار ناحیه شش	WLAN	۱۵۰۰
91	ایستگاه ۲۶ آتش نشانی شهرک امام خمینی	Mobile network	۱۱۰۰
92	سرای محله ابوذر	Mobile network	۱۱۰۰
93	شهربازی ارم	WLAN	۱۵۰۰
94	سوله فرودگاه مهرآباد	WLAN	۱۵۰۰
95	مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری	WLAN	۱۵۰۰
96	مرکز خدمات بهداشت فرحزاد	Mobile network	۱۱۰۰
97	بیمارستان شریعتی ۲	WLAN	۱۵۰۰
98	شهرداری گلده	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
99	شهرداری ناحیه پنج منطقه نوزده	WLAN	۱۵۰۰
100	پمپ گاز اتوبان آزادگان	Mobile network	۱۱۰۰
101	هتل دیزین	Mobile network	0
102	استانداری البرز	Mobile network	0

103	شهرداری ماهدشت	Mobile network	0
104	شهرداری چهارباغ	Mobile network	0
105	شهرداری پاکدشت	Mobile network	0
106	استادیوم آزادی-درون چاهی TEH۰۸	WLAN	۴۰۰
107	استادیوم آزادی-درب ورودی غربی TEH۰۷	WLAN	۴۰۰
108	بخشداری ایوانکی	Mobile network	0
109	دانشکده آب و برق	Mobile network	0
110	دانشگاه شریف-هشدار سریع TH۰۰۹	WLAN	۴۰۰
111	دانشگاه تربیت مدرس TH۰۱۴	WLAN	۴۰۰
112	دانشگاه خواجه نصیر طوسی-هشدار TH۰۱۳ سریع	WLAN	۴۰۰
113	سازمان زمین شناسی TH۰۰۵	WLAN	۴۰۰
114	شهرداری گزنک	Mobile network	0
115	دانشگاه علم و صنعت و صنعت TH۰۰۶	Mobile network	0
116	دانشگاه الزهرا TH۰۰۷	WLAN	
117	مرقد امام خمینی	Mobile network	0
118	مرقد امام خمینی درون چاهی	Mobile network	0
119	دانشکده فیزیک TH۰۰۴	WLAN	۴۰۰
120	فرمانداری - شهر ری TH۰۱۰	WLAN	۴۰۰
121	بخشداری چهاردنگه	Mobile network	0
122	پارک شهر TH۰۱۲	Mobile network	0
123	شبکه شتابنگاری	Mobile network	0
124	شهرداری منطقه ۵-ناحیه ۲	Mobile network	0
125	ناحیه ۲ - ۲۲ شهرداری منطقه TH۰۱۷	WLAN	۴۰۰
126	بیمارستان شهید فیاض بخش TH۰۱۹	WLAN	۴۰۰
127	شبکه شتابنگاری- محوطه	Mobile network	0
128	شهرداری لواسان	Mobile network	0
129	شبکه شتابنگاری- درون چاهی	Mobile network	0
130	پارک شهر TH۰۲۲	Mobile network	0
131	آموزشکده فنی TH۰۲۱	WLAN	۴۰۰
132	ستاد حوادث TH۰۲۷	WLAN	۴۰۰
133	مدیریت بحران قائم TH۰۲۴ ۱۱	WLAN	۴۰۰
134	مدیریت بحران ریاحی TH۰۲۳	WLAN	۴۰۰
135	ریپیتر	Mobile network	0
136	پایگاه مدیریت بحران منطقه ۱۹- عبدال TH۰۲۹ آباد	WLAN	۴۰۰



137	پایگاه مدیریت بحران منطقه ۱۴- پارک TH۰۳۰ زیتون	WLAN	۴۰۰
138	مدیریت بحران منطقه ۱۲ TH۰۲۵	WLAN	۴۰۰
139	مدیریت بحران م TH۰۲۶	WLAN	۴۰۰
140	شهرداری دماوند	Mobile network	0
141	دانشگاه پیام نور پرند	Mobile network	0
142	شهرداری نسیم شهر	Mobile network	0
143	دانشگاه آزاد TH304	Mobile network	0
144	شهرداری بومهن	Mobile network	0
145	دهیاری سرپندان	Mobile network	0
146	مرکز مطالعات و تحقیقات شهرداری رودهن	Mobile network	0
147	پارک غزال	Mobile network	0
148	دهیاری سولقان	Mobile network	0
149	مدرسه TH۰۰۹	WLAN	۴۰۰
150	فرمانداری شهریار	Mobile network	0
151	مخابرات سعیدآباد	Mobile network	0
152	فرهنگسرای خاوران	Mobile network	0
153	TH301 کهریزک	Mobile network	0
154	هشدار سریع -فرهنگسرای بهمن TH۰۰۸	WLAN	۴۰۰
155	پشت دانشکده دارو سازی دانشگاه TH۰۰۶ تهران	WLAN	۴۰۰
156	دانشگاه شهید رجایی	Mobile network	0
157	دانشگاه شهید بهشتی-هشدار سریع TH۰۰۷	WLAN	۴۰۰
158	شبکه شتابنگاری	Mobile network	0
159	فرمانداری ملارد	Mobile network	0
160	شهرداری وحیدیه	Mobile network	0
161	فرودگاه امام خمینی	Mobile network	0
162	دیوان محاسبات	Mobile network	0
163	مرکز بهداشت فشم	Mobile network	0
164	مدیریت بحران منطقه ۱۸ TH۰۰۲	WLAN	۴۰۰
165	پارک قیطره	Mobile network	0
166	خانه بهداشت مشا	Mobile network	0
167	شهرداری پردیس	Mobile network	0
168	شهرداری شهر قدس SQO	WLAN	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۳۶۵۰۰
		مجموع	۱۷۷۳۰۰

جدول ۲۶ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر تبریز

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	درمانگاه پنجم آذر	WLAN	۱۵۰۰
2	ایستگاه مترو کوچه باغ	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
3	ایستگاه آتش نشانی شماره ۱۴	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
4	ایستگاه مترو میدان امام حسین	WLAN	۱۵۰۰
5	مخابرات شهید باغبیان	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
6	دانشگاه فنی حرفه ای شماره ۳	WLAN	۱۵۰۰
7	ورزشگاه مرزداران	Mobile network	۱۱۰۰
8	کانون فرهنگی شهید فتحیان	WLAN	۱۵۰۰
9	آب و فاضلاب منطقه چهار تبریز	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
10	اداره حوادث آب و فاضلاب منطقه دو	Mobile network	۱۱۰۰
11	ایستگاه مترو شهرک امام	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
12	درمانگاه آذربادگان	WLAN	۱۵۰۰
13	مرکز شماره ۵ کانون پرورش فکری کودکان	Mobile network	۱۱۰۰
14	سازمان میادین و ساماندهی مشاغل شهری	WLAN	۱۵۰۰
15	فرودگاه شهید مدنی	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
16	دانشگاه آزاد سردرود	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
17	سالن فوتسال کرکج	Mobile network	۱۱۰۰
18	شهرداری (BMN1)	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
19	عینال زینال (TAB12)	WLAN	۴۰۰
20	نظام مهندسی (TAB7)	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
21	استانداری (TAB9)	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
22	شهرداری (TAB8)	WLAN	۴۰۰
23	شهرداری (TAB10)	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۲۱۵۰۰
		مجموع	۴۷۸۰۰



جدول ۲۷ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شنابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر مشهد

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	شهرداری شاندیز	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
2	ایستگاه آتش نشانی ۴۵ مهرگان	Mobile network	۱۱۰۰
3	ایستگاه آتش نشانی ۳۱	Mobile network	۱۱۰۰
4	طرقه (ssa2)	Mobile network	۱۱۰۰
5	فرودگاه شهید هاشمی نژاد	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
6	سوله چندمنظوره بحران شهید علیمردانی	WLAN	۱۵۰۰
7	ایستگاه مترو کوهسنگی	WLAN	۱۵۰۰
8	بیمارستان شهید کامیاب	WLAN	۱۵۰۰
9	بوستان پامچال	WLAN	۱۵۰۰
10	شهرداری رضویه	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
11	شهرداری منطقه دوازده	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
12	کتابخانه امام خمینی	Mobile network	۱۱۰۰
13	پارک پردیس قائم	WLAN	۱۵۰۰
14	ایستگاه مترو هفت تیر	WLAN	۱۵۰۰
15	مخابرات بلوار شریعتی	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
16	هنرستان کشاورزی شهید یوسفی	WLAN	۱۵۰۰
17	بوستان فروغ	WLAN	۱۵۰۰
18	مجتمع قضایی خانواده	Mobile network	۱۱۰۰
19	کوه پارک (ssa2)	Mobile network	۱۱۰۰
20	مرکز تحقیقات زلزله دانشگاه فردوسی مشهد	Mobile network	۱۱۰۰
21	ایستگاه مترو نبوت	WLAN	۱۵۰۰
22	دانشگاه علوم پزشکی مشهد	Mobile network	۱۱۰۰
23	بوستان شبرنگ	WLAN	۱۵۰۰
24	اداره اوقاف	WLAN	۱۵۰۰
25	مجموعه ورزشی مصطفی خمینی	WLAN	۱۵۰۰
26	مخابرات توحید	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
27	بوستان رز	Mobile network	۱۱۰۰
28	کلاتری ۱۸ شهید فیاض بخش	WLAN	۱۵۰۰
29	آتش نشانی MSH16	Mobile network	0
30	شهرداری م ۴ MSH15	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰

31	حرم امام رضا MSH8	WLAN	۴۰۰	
32	سالن شهید نامی MSH14	WLAN	۴۰۰	
33	راه و شهرسازی MSH11	WLAN	۴۰۰	
34	انباربهران استانداری MSH10	WLAN	۴۰۰	
35	مدیریت بحران نماز MSH9	Mobile network	0	
36	فرمانداری شانندیز MSH17	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰	
			سیستم مرکزی	۱۶۵۰۰
			مجموع	۵۷۳۰۰

۴-۵- شهر کرج

جدول ۲۸ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر کرج

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	دانشکده پیراپزشکی علوم پزشکی البرز	WLAN	۱۵۰۰
2	بیمارستان دامپزشکی دام تهران	Mobile network	۱۱۰۰
3	مرکز تربیت مربی فنی و حرفه ای	WLAN	۱۵۰۰
4	موسسه تحقیقات واکسن رازی	WLAN	۱۵۰۰
5	ایستگاه مترو کرج	Mobile network	۱۱۰۰
6	اداره فرهنگ و ارشاد فردیس	Mobile network	۱۱۰۰
7	مرکز درمانی شهدای مشکین دشت	Mobile network	۱۱۰۰
8	ایستگاه آتش نشانی ۲۱ فردیس	Mobile network	۱۱۰۰
9	درمانگاه مهرشهر	Mobile network	۱۱۰۰
10	مرکز مخابرات امیرکبیر	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
11	شهرداری گلزار	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
12	اداره برق غرب کرج	WLAN	۱۵۰۰
13	آتش نشانی بلوار شریعتی	Mobile network	۱۱۰۰
14	بافت روستای کریم آباد	Mobile network	۱۱۰۰
15	بخشداری صفادشت	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
16	کلانتری ۲۶ ولدآباد محمدشهر	Mobile network	۱۱۰۰
17	درمانگاه شهرک رضوانیه	Mobile network	۱۱۰۰
18	ایستگاه مترو گلشهر	WLAN	۱۵۰۰
19	شهرداری کرج	WLAN	۱۵۰۰
20	درمانگاه حنانه	WLAN	۱۵۰۰
21	مخابرات نظرآباد	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰



22	پارک علم و فناوری البرز	Mobile network	۱۱۰۰
23	آموزشکده عالی محیط زیست	Mobile network	۱۱۰۰
24	درمانگاه جاده مشکین دشت امیرکبیر	Mobile network	۱۱۰۰
25	اداره پست محمدشهر	Mobile network	۱۱۰۰
26	(استانداری (دفتر فنی KRJ2	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
27	شهرداری چهارباغ RCB1	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
28	شهرداری ماهدشت MAB2	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
29	فرمانداری هشتگرد HSH1	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
سیستم مرکزی			۱۲۵۰۰
مجموع			۴۶۰۰۰

۵-۵- شهر شیراز

جدول ۲۹ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شنابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر شیراز

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	بافت شهری (کرونی)	Mobile network	۱۱۰۰
2	بافت شهری (منطقه ۷)	Mobile network	۱۱۰۰
3	دانشکده علوم دانشگاه شیراز	Mobile network	۱۱۰۰
4	شهرداری گویم (ssa2)	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
5	اداره برق صدرا	Mobile network	۱۱۰۰
6	درمانگاه شهرک گلستان	WLAN	۱۵۰۰
7	دانشکده فنی مهندسی شهید باهنر شیراز	WLAN	۱۵۰۰
8	مرکز تعویض پلاک شیراز	Mobile network	۱۱۰۰
9	آرامگاه سعدی	Mobile network	۱۱۰۰
10	شهرداری منطقه شش شیراز	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
11	اداره پست کاوه	WLAN	۱۵۰۰
12	بیمارستان امیر	Mobile network	۱۱۰۰
13	درمانگاه خنیام	WLAN	۱۵۰۰
14	بیمارستان چمران	WLAN	۱۵۰۰
15	فرودگاه شهید دستغیب	WLAN	۱۵۰۰
16	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز	Mobile network	۱۱۰۰
17	بیمارستان چشم پزشکی خدادوست	WLAN	۱۵۰۰
18	ایستگاه مترو عدالت	Mobile network	۱۱۰۰
19	مرکز بهداشت شهدای انقلاب	WLAN	۱۵۰۰

20	اداره گاز بلوار استقلال	WLAN	۱۵۰۰
21	بهداشت ولیعصر	WLAN	۱۵۰۰
22	ایستگاه مترو شهید بهشتی	WLAN	۱۵۰۰
23	شهرداری منطقه چهار	WLAN	۱۵۰۰
24	کتابخانه عمومی مولوی	WLAN	۱۵۰۰
25	کلانتری ۳۲ گلشن	WLAN	۱۵۰۰
26	شهرداری ناحیه ۱	WLAN	۱۵۰۰
27	شهرداری منطقه ۳	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
28	بوستان مادر	WLAN	۱۵۰۰
29	اداره کل گمرک	WLAN	۱۵۰۰
30	پارک جنگلی کیان	Mobile network	۱۱۰۰
31	ایستگاه راه آهن شیراز	WLAN	۱۵۰۰
32	ایستگاه سه آتش نشانی	WLAN	۱۵۰۰
33	مترو فرصت شیرازی	WLAN	۱۵۰۰
34	شهرداری منطقه هفت	WLAN	۱۵۰۰
35	دانشکده فنی SHIS	WLAN	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۱۳۵۰۰
		مجموع	۶۰۹۰۰

۶-۵- شهر اهواز

جدول ۳۰ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر اهواز

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	دانشگاه صنعت نفت	Mobile network	۱۱۰۰
2	دانشگاه فرهنگیان پردیس رسول اکرم	Mobile network	۱۱۰۰
3	دفتر پست پردیس (ssa2)	Mobile network	۱۱۰۰
4	شرکت برق منطقه ای خوزستان	Mobile network	۱۱۰۰
5	کتابخانه دانشگاه شهید چمران	WLAN	۱۵۰۰
6	شهرداری منطقه پنج اهواز	WLAN	۱۵۰۰
7	شهرداری منطقه شش اهواز	WLAN	۱۵۰۰
8	بوستان شهرداری	WLAN	۱۵۰۰
9	درمانگاه اوستا	Mobile network	۱۱۰۰
10	بیمارستان امیرالمومنین	Mobile network	۱۱۰۰
11	پارک کوی رمضان	Mobile network	۱۱۰۰



12	خدمات ویژه نمودارگیری شرکت ملی حفاری	Mobile network	۱۱۰۰
13	کلاتری ۱۱	WLAN	۱۵۰۰
14	مجموعه ورزشی آزادی	Mobile network	۱۱۰۰
15	مرکز تخصصی نوین طب صنعت	WLAN	۱۵۰۰
16	کلاتری خ ۱۱ کلاتری	Mobile network	۱۱۰۰
17	مجموعه ورزشی اینارگران	WLAN	۱۵۰۰
18	پارک زیتون	Mobile network	۱۱۰۰
19	فرودگاه شهید سلیمانی	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
20	شهرداری منطقه سه اهواز	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
21	استادیوم فولاد آرنا	Mobile network	۱۱۰۰
22	پست برق کیان آباد	WLAN	۱۵۰۰
23	مسکن و شهرسازی AHV3	WLAN	۴۰۰
24	فرمانداری کارون KAO	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۱۰۵۰۰
		مجموع	۳۹۵۰۰

۷-۵- شهر کرمانشاه

جدول ۳۱ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شنابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر کرمانشاه

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	دانشکده دندان پزشکی دانشگاه رازی	WLAN	۱۵۰۰
2	بیمارستان حضرت معصومه	WLAN	۱۵۰۰
3	مجتمع فرهنگی شهید عاصمی	WLAN	۱۵۰۰
4	درمانگاه میدان رسالت	WLAN	۱۵۰۰
5	فرودگاه شهید اشرفی اصفهانی	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
6	کتابخانه عمومی الهیه	WLAN	۱۵۰۰
7	اداره کل فنی حرفه ای کرمانشاه	WLAN	۱۵۰۰
8	آموزش و پرورش ناحیه ۱	WLAN	۱۵۰۰
9	جایگاه CNG اسلامی	Mobile network	۱۱۰۰
10	مخابرات خ ناصری	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
11	پارک پردیس ۲	Mobile network	۱۱۰۰
12	دانشگاه فنی و حرفه ای ۱	Mobile network	۱۱۰۰
13	پارک بسیج	WLAN	۱۵۰۰
14	پارک ابوذر	Mobile network	۱۱۰۰
15	ایستگاه راه آهن کرمانشاه	WLAN	۱۵۰۰

16	بیمارستان فارابی	Mobile network	۱۱۰۰
17	استانداری KRM4	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۱۰۵۰۰
		مجموع	۳۲۹۰۰

۸-۵- شهر بندرعباس

جدول ۳۲ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر بندرعباس

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	مرکز درمانی سیدالشهدا	Mobile network	۱۱۰۰
2	زمین فوتبال خ ملت ۳۵	Mobile network	۱۱۰۰
3	کتابخانه شهید عوض پور	WLAN	۱۵۰۰
4	فرهنگسرا الغدیر	WLAN	۱۵۰۰
5	پارک پایگاه هوایی	Mobile network	۱۱۰۰
6	زمین فوتبال خ اسلام آباد ۱۶	Mobile network	۱۱۰۰
7	کلینیک تخصصی خ شهید حقانی	WLAN	۱۵۰۰
8	زمین ورزشی تیپ تفنگداران	WLAN	۱۵۰۰
9	ورزشگاه خلیج فارس	Mobile network	۱۱۰۰
10	ایستگاه راه آهن بندر عباس	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
11	دانشگاه سما	WLAN	۱۵۰۰
12	مخابرات امام حسین	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
13	مسکن و شهرسازی BAN1	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
14	فرمانداری BAN6	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۱۰۵۰۰
		مجموع	۲۷۳۰۰

۹-۵- شهر کرمان

جدول ۳۳ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر کرمان

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	مجموعه ورزشی امام علی	Mobile network	۱۱۰۰
2	فضای سبز حاشیه میدان رسالت	Mobile network	۱۱۰۰
3	پارک شهیدا	Mobile network	۱۱۰۰



4	درمانگاه سرآسیاب	Mobile network	۱۱۰۰
5	پارک نصر شرقی	Mobile network	۱۱۰۰
6	بیمارستان افضل‌پور	Mobile network	۱۱۰۰
7	خانه فرهنگ بهشت	WLAN	۱۵۰۰
8	بیمارستان نوریه	WLAN	۱۵۰۰
9	پارک میخک	WLAN	۱۵۰۰
10	صداوسیما کرمان	WLAN	۱۵۰۰
11	پارک فروغ	Mobile network	۱۱۰۰
12	کتابخانه هرندی	Mobile network	۱۱۰۰
13	پارک مطهری	Mobile network	۱۱۰۰
14	مجموعه ورزشی ۹دی	Mobile network	۱۱۰۰
15	پارک زینق	WLAN	۱۵۰۰
16	دانشکده فنی مهندسی شهید باهنر	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
17	دانشگاه پیام نور کرمان	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
18	راه و شهرسازی KERS	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۱۰۵۰۰
		مجموع	۳۲۴۰۰

۱۰-۵- شهر قزوین

جدول ۳۴ هزینه‌های احداث ایستگاه‌های شتابنگاری شبکه پاسخ سریع زلزله در شهر قزوین

شماره	مکان	سیستم مخابراتی منتخب	هزینه (میلیون تومان)
1	بوستان امام علی بیدستان	WLAN	۱۵۰۰
2	شهرداری الوند	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
3	پلیس راه قزوین همدان	Mobile network	۱۱۰۰
4	ایستگاه راه آهن قزوین	WLAN	۱۵۰۰
5	درمانگاه شبانه روزی امام علی	Mobile network	۱۱۰۰
6	موزه حمام قاجار	WLAN	۱۵۰۰
7	پارک ملت	WLAN	۱۵۰۰
8	دادگستری استان قزوین	WLAN	۱۵۰۰
9	پارک امام علی	Mobile network	۱۱۰۰
10	آتش نشانی شهید آوینی	WLAN	۱۵۰۰
11	کلینیک تخصصی محمد زاده	WLAN	۱۵۰۰
12	آموزش و پرورش ناحیه ۱	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰

13	بافت شهر حسن آباد	WLAN	۱۵۰۰
14	سازمان فنی حرفه ای ۶ قزوین	Fiber Optic - MPLS	۱۵۰۰
15	دانشگاه پیام نور قزوین	WLAN	۱۵۰۰
16	پارک بهشت مهرگان	Mobile network	۱۱۰۰
17	شهرداری زیباشهر ZBS1	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
18	هواشناسی قزوین GHZ3	Fiber Optic - MPLS	۴۰۰
19	فرمانداری GHZ4	WLAN	۴۰۰
		سیستم مرکزی	۹۵۰۰
		مجموع	۳۳۱۰۰

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که در فصول گذشته ذکر شد، آسیب‌پذیری شهرهای پرجمعیت کشور ناشی از وقوع زلزله‌های بزرگ امری انکارناپذیر است. همین عامل دستگاه‌های ذی‌ربط را ملزم به تدبیر راهکاری جهت کاهش میزان تلفات و خسارات ناشی از وقوع آن کرده است. یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین این راهکارها، بهره‌وری از سامانه‌های پاسخ سریع زلزله می‌باشد که در کم‌ترین زمان ممکن پس از وقوع زمین‌لرزه، اطلاعات مربوط به وقوع زلزله را در دسترس نهادهای مدیریتی قرار می‌دهد. در این گزارش تلاش شد با ارزیابی مکان‌های طراحی شده برای احداث ایستگاه‌های شتابنگاری تحت سامانه پاسخ سریع زلزله و الگوی اجرایی آنها، امکان‌سنجی راه‌حل‌های ارتباطی طبق هزینه‌های مربوطه با جزییات به تفسیر ذکر گردد. از این رو مواردی همچون فراهم آوردن امکانات لازم جهت اجرای سخت‌افزاری، تخصیص بودجه در نظر گرفته شده در زمان مقتضی و همکاری سازمان‌های ذی‌ربط لازمی اجرای این سامانه می‌باشد.

مراجع

مراجع فارسی:

- [۱] ا. شعبانی، "نقشه شدت زمین لرزه برای شهر تهران"، دانشگاه علم و فرهنگ تهران، تهران، ۱۴۰۰.
- [۲] ح. میرزایی علویجه و همکاران، "سامانه پاسخ سریع زمین لرزه شهر تهران"، در دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، ۱۳۹۳.
- [۳] م. مجرب و همکاران، "امکان سنجی طراحی شبکه هشدار سریع زلزله تهران"، مدیریت مخاطرات طبیعی، جلد ۱، شماره ۴، سال ۸۱-۶۳، ص ۱۳۹۶.

مراجع لاتین:

- [1] c. David J. Wald, "Shake Maps," *Encyclopedia of solid Earth geophysics*, pp. 245-248, 1999.
- [2] H. Kanamori, "The energy release in great earthquakes," *Journal of Geophysical research*, vol. 82, no. 20, pp. 2981-2987, 1991.
- [3] Y.-M. W. a. coworkesr, "Relationship between peak ground acceleration, peak ground velocity and intensity in Taiwan," *Bulletin of the seismological society of America*, vol. 93, pp. 386-396, 2003.
- [4] Y. F. O. O. H. A. A. M. M. G. M. Erdik, "Istanbul earthquake rapid response and the early," *Bulletin of earthquake engineering*, vol. 1, pp. 157-163, 2003.
- [5] p. g. c. n. s. a. r. f. simon guerin-marthe, "rapid earthquake respomse: the state-of-the art and recommendations with a focus on european systems," *international journal of disaster risk reduction*, vol. 52, 2021.
- [6] M. B. Hayman, "Downhole seismometers," *encyclopedia of earthquake engineering*, 2014.
- [7] G. I. V. C. Aldo Zollo, "Earthquake early warning system in southern Italy," Zollo et al encyclopedia e 2009, 2009.

پیوست

اطلاعات و مشخصات ایستگاه‌های شتابنگاری در نظر گرفته شده جهت فعالیت در سامانه پاسخ سریع زلزله برای شهرهای رشت، اردبیل، ارومیه، زاهدان، اراک، اصفهان و همدان به شرح زیر می‌باشد:

• رشت:

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	37.244371	49.594563	ایستگاه آتش نشانی شماره ۱۱
2	37.262158	49.570396	مجموعه ورزشی ۶۰۰۰ نفری شهدای رشت
3	37.261064	49.611151	شرکت پخش فراورده های نفتی
4	37.271525	49.555654	دانشکده پرستاری دانشگاه علوم پزشکی گیلان
5	37.274474	49.533572	بیمارستان قائم
6	37.274468	49.58971	اداره کل راه و شهرسازی گیلان
7	37.284208	49.568523	پارک کسمایی
8	37.278802	49.621098	دادگستری رشت
9	37.297073	49.576138	بیمارستان فوق تخصصی پارس
10	37.32094	49.618406	فرودگاه سردار جنگل رشت
11	37.292866	49.611845	خانه تکواندو رشت
12	37.313567	49.58964	دانشگاه علمی کاربردی دانیال شمال

• اردبیل:

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	38.193986	48.244793	مخابرات شام اسبی
2	38.200465	48.277539	ایستگاه آتش نشانی شماره ۶
3	38.213523	48.297261	دانشگاه علوم پزشکی اردبیل
4	38.240558	48.261989	مجموعه ورزشی کارگران
5	38.257583	48.265238	فرهنگسرا جیرال باغی
6	38.219644	48.325827	دانشگاه فنی و حرفه ای رازی اردبیل
7	38.241202	48.313443	مرکز آموزش فنی و حرفه ای شماره ۱۱ تخصصی
8	38.262255	48.312062	شهرداری منطقه ۵
9	38.280002	48.331074	صدا و سیما اردبیل
10	38.279646	48.266053	ایستگاه آتش نشانی شماره ۷



11	38.285201	48.293808	بوستان شیخ جبرائیل
12	38.266908	48.282386	بیمارستان تامین اجتماعی سبلان
13	38.251524	48.292368	شورای اسلامی اردبیل
14	38.232771	48.296487	اداره کل پست اردبیل

• ارومیه:

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	37.497975	44.998984	مخابرات (ssa2)
2	37.514408	45.021734	صدا و سیمای آذربایجان غربی
3	37.508146	45.048552	مجموعه ورزشی کارگران
4	37.522203	45.085544	نمایشگاه بین المللی
5	37.544361	45.063052	استانداری آذربایجان
6	37.552942	45.013456	آتش نشانی ایثار
7	37.562417	45.039746	مجموعه ورزشی شهید باکری
8	37.575303	45.003629	فرهنگسرای شهریار
9	37.572007	45.064922	کتابخانه شهید مظاهری
10	37.597155	45.058622	دانشگاه آزاد ارومیه
11	37.538091	45.110755	موزه تاریخ طبیعی ارومیه
12	37.564026	45.093018	ورزشگاه شهید کاظمی

• زاهدان:

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	29.401139	60.825474	ایستگاه قطار انبار نفت زاهدان
2	29.440244	60.847939	بیمارستان امام علی
3	29.479227	60.900646	فرودگاه زاهدان
4	29.484118	60.807643	تصفیه خانه آب زاهدان
5	29.468041	60.83746	ایستگاه آتش نشانی دانشجو
6	29.458724	60.873758	ایستگاه آتش نشانی شورا
7	29.497462	60.844441	شهرداری منطقه ۲
8	29.518692	60.832805	درمانگاه فاطمه الزهرا
9	29.505367	60.914791	تصفیه خانه فاضلاب زاهدان
10	29.513545	60.88343	پارک شیرآباد
11	29.430397	60.914869	ایستگاه راه آهن زاهدان

• اراک:

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	34.057538	49.801552	دانشگاه آزاد اراک
2	34.075174	49.769593	نمایشگاه بین المللی اراک
3	34.06881	49.728045	ایستگاه آتش نشانی شماره ۲
4	34.071449	49.692961	ایستگاه آتش نشانی شماره ۸
5	34.056086	49.62228	شهرداری منطقه ۳
6	34.083835	49.643845	بیمارستان امیرالمومنین
7	34.095717	49.677026	درمانگاه تامین اجتماعی ۳
8	34.090748	49.706415	استاندارد(اداره کل تحقیقات صنعتی)
9	34.095777	49.764097	شرکت برق باختر
10	34.116032	49.704323	سازمان تامین اجتماعی استان مرکزی

• اصفهان:

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	32.619041	51.661302	دانشگاه اصفهان
2	32.622515	51.618087	بیمارستان تخصصی رز
3	32.642603	51.713602	مرکز آفرینش های ادبی قلمستان
4	32.673714	51.621662	فرهنگسرای اسوه(ssa2)
5	32.654959	51.760191	شورای شهر خوراسگان
6	32.670305	51.693108	پارک میرزا آقا کریم
7	32.660729	51.710657	ایستگاه آتش نشانی جی
8	32.638012	51.682361	سازمان انتقال خون
9	32.637468	51.648618	سازمان کل تعزیرات اصفهان
10	32.65597	51.639272	مجتمع شماره ۲ دادرسی عمومی و انقلاب
11	32.64928	51.592353	درمانگاه مهر چهلستون
12	32.680035	51.575395	ایستگاه مترو شمس تبریزی
13	32.692966	51.531827	کتابخانه فاطمیه خمینی شهر
14	32.673617	51.660958	درمانگاه امام موسی صدر
15	32.684843	51.730274	کلانتهری ۱۷ هفتون
16	32.694791	51.613174	پارک درخشان
17	32.692723	51.650156	بوستان بهار
18	32.713284	51.634632	مرکز بهداشت و درمان بهرام آباد

19	32.714635	51.670806	ورزشگاه انقلاب اسلامی
20	32.710557	51.724549	شهرداری منطقه ۱۴
21	32.700914	51.688289	کتابخانه فرشته
22	32.684086	51.688008	کتابخانه عمومی ارشاد

• همدان:

شماره	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مکان
1	34.773258	48.500425	اداره کل راه و شهرسازی
2	34.781116	48.475799	مجتمع تفریحی عباس آباد (ssa2)
3	34.795243	48.488837	دانشگاه ابوعلی سینا
4	34.773983	48.529764	ایستگاه آتش نشانی شماره ۲
5	34.791325	48.543341	بیمارستان بعثت
6	34.80933	48.564536	دانشکده فنی دانشگاه مفتح
7	34.846379	48.560152	دانشگاه آزاد همدان
8	34.822848	48.54222	بیمارستان تامین اجتماعی آتیه
9	34.830198	48.45766	شهرداری مریانج
10	34.815902	48.488578	بیمارستان ۵۵۷ ارتش
11	34.831247	48.51558	پارک شهرداری
12	34.790535	48.512986	شهرداری همدان
13	34.809143	48.521531	پردیس شهید مقصودی

واژه نامه:

ACCELEROGRAM	شتابنگاشت
ACCELEROGRAPH	شتابنگار
ACCELERATION	شتاب
EARTHQUAKE RAPID RESPONSE	پاسخ سریع زلزله
ACCELEROMETER	شتاب‌سنج
GROUND MOTION	جنبش زمین
PEAK ACCELERATION	پیشینه شتاب
RADIO LINK	ارتباط رادیویی
ACCELEROMETER	شتاب‌سنج

Abstract

Advanced countries use earthquake rapid response (ERR) and alarming systems for detecting damaged areas in minimum time, having better crisis management and making decision, doing relief operations after earthquake occurrence and controlling the critical paths. In fact, EER systems usually use for large and industrial city places that have more importance in crisis management. The most important output of an EER system is shaking maps. This tool is one of the most efficient solutions for a crisis management organization in an earthquake-prone country for assessing the damage of an earthquake immediately. In other words, these maps show ground shaking distributions as ground motions in an area. Providing these pieces of information about earthquakes happening needs a rapid and organized data acquisition network of seismic acceleration in the mentioned field. In addition, it needs a reliable communication system to communicate between the stations and the controlling center. In this study, by designing the place of strong motion stations and their communication network for Tehran, Tabriz, Mashhad, Karaj, Shiraz, Ahvaz, Kermanshah, BandarAbbas, Kerman and Ghazvin, the main approaches needed for producing the shake map of this city are described.



Road, Housing and Urban Development Research Center

Feasibility study in earthquake rapid response system in the important cities of Iran

By:

Mohammad Pourmohammad Shahvar

Amir Hosein Abbasi Fashami

Esmail Farzanegan

Atiyeh Eshaghi

Morteza Talebian

Amir Shabani

Mahdi Pourveys

Ata Aghayi Arayi

Pouyan Tajdari

Ali Rouhani

Nima Dowlatabadi

Roxana Heidari

Research Report

BHRC Publication No:R-1057

2024