جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

راهنمای دفع فاضلاب در شرایط اضطراری

جلد اول

مرداد ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحیم

مقدمه

در کشور ما هر سال بلایای طبیعی متعددی با ابعاد مختلف اتفاق می افتد که موجب وارد شدن آسیب های جدی به زیر ساخت های جامعه از جمله سامانه های مربوط به دفع فاضلاب می گردد. بر اساس تجارب موجود، فقدان تسهیلات دفع مدفوع و فاضلاب در مراحل اولیه اسکان موقت جمعیت بلا دیده از مهمترین نیاز های اساسی است که معمولا با تاخیر قابل توجهی به آن پاسخ داده می شود و این تاخیر ممکن است اثرات زیادی را بر سلامت مردم بر جای گذارد که به آسانی قابل جبران نیست.

با توجه به این نیاز مبرم، راهنمای دفع فاضلاب در شرایط اضطراری با تاکید ویژه ای بر دفع بهداشتی مدفوع تهیه گردیده است تا بتواند در این شرایط توسط دستگاههای ذی ربط مورد استفاده قرار گیرد.

این راهنما با حمایت مالی سازمان مدیریت و برنامه ریزی و شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور با شماره ۸۰۱۶۸ تهیه گردیده است که بدینوسیله از آن ها تشکر و قدردانی بعمل می آید.

همچنین از آقایان دکتر رامین نبی زاده، دکتر میرزمان زمان زاده و مهندس علی مفیضی که در تهیه و تدوین این راهنما مشارکت و با اینجانب همکاری موثر داشته اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

دکتر کاظم ندافی

فهرست

عنوان | صفحه

فصل ۱- اثرات بلایای طبیعی بر زیرساختهای حیاتی ۲
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۱-۱- بلای طبیعی ۲
۱-۱-۲- وضع اضطراری ۲
۱-۱-۳- فاجعه ۳
۱-۲- زیرساختهای حیاتی ۸
۱-۲-۱- انرژی الکتریکی ۸
۱-۲-۲- آب ۱۱
۱-۲-۳- گاز ۱۶
۱-۲-۴- سیستمهای ارتباط از راه دور ۱۷
۱-۲-۵- سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب ۲۰
۱-۲-۶- سیستم حمل و نقل (راهها و جاده های ارتباطی) ۲۳
فصل ۲- زیرساختهای اساسی جامعه و اثرات زلزله بر آنها ۲۵
۲-۱- مقدمه ۲۵
۲-۲- آسیب پذیری سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب ۲۵
۲-۳- آسیبهای وارده بر سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب ۲۹
۲-۳-۱- شکستگی و جابجایی خطوط لوله ۲۹
۲-۳-۲- روانروی ۴۱
۲-۳-۳- قطعی برق و از کارافتادن ایستگاههای پمپاژ ۴۶
۲-۳-۴- آلوده شدن منابع آب و منابع پذیرنده فاضلاب نهایی ۴۶
۲-۳-۵- رانش زمین به دلیل ناپایداری شیبها و خسارات ناشی از آن بر تاسیسات ۴۹
فصل ۳- ارزیابی اثرات بلایای طبیعی بر سیستمهای موجود دفع فاضلاب ۵۲
۳-۱- اصول ارزیابی ۵۲
۳-۲- جمع آوری اطلاعات ۵۴
۳-۲-۱- اطلاعات قبلی ۵۴
۳-۲-۲- مشاهدات ۵۵

عنوان | صفحه

۳-۲-۳- بررسی مقدماتی..... ۵۵
۳-۲-۴- مشاهدات رفتاری..... ۵۵
۳-۲-۵- تهیه نقشه ۵۶
۳-۲-۶- ارزیابی ۵۶
۳-۲-۷- مصاحبه با افراد..... ۵۷
۳-۲-۸- اندازه گیری و محاسبه ۶۲
۳-۲-۹- حداقل شرایط پیشنهادی..... ۶۳
۳-۳- چک لیست برای ارزیابی سریع شرایط اضطراری ۶۹
۳-۴- تجزیه و تحلیل داده ها..... ۷۳
۳-۵- اهداف و معیارهای پیشنهادی..... ۷۴
۳-۶- تفسیر نتایج..... ۷۹
۳-۷- دفع مدفوع ۸۱
۳-۸- مدیریت فاضلاب ۸۲
۳-۹- چک لیست انتخاب نهایی ۸۳
۳-۱۰- چک لیست انتخاب نهایی روش دفع مدفوع یا فاضلاب ۸۳
۳-۱۱- تهیه جدول زمان بندی فعالیتها..... ۸۴
۳-۱۲- باز خورد و اصلاح برنامه کاری ۸۶
فصل ۴- احیای ظرفیت سیستم موجود دفع فاضلاب برای رفع نیازهای فوری جمعیت آسیب دیده ۸۸
۴-۱- فاضلاب خانگی ۸۸
۴-۱-۱- مدفوع..... ۸۸
۴-۱-۲- ادرار ۸۹
۴-۱-۳- فاضلاب شستشو..... ۸۹
۴-۲- خطرات مرتبط با مدفوع ۸۹
۴-۳- خط مشی دفع مدفوع در شرایط اضطراری..... ۹۱
۴-۳-۱- نواحی شهری بحران زده..... ۹۱

فهرست

عنوان | صفحه

۴-۳-۲- نواحی روستائی بحران زده..... ۹۲
۴-۳-۳- شرایط بحرانی ناشی از جابجائی مردم..... ۹۳
۴-۴- روشهای دفع مدفوع ۹۶
۴-۴-۱- پاکسازی مدفوع پراکنده..... ۹۶
۴-۴-۲- محدوده دفع مدفوع..... ۹۷
۴-۴-۳- توالت با ترانشه کم عمق ۹۹
۴-۴-۴- توالت با ترانشه عمیق..... ۱۰۱
۴-۴-۵- توالتهای خانوادگی..... ۱۰۳
۴-۴-۶- توالت سطلی..... ۱۰۴
۴-۴-۷- توالت با مخزن ذخیره..... ۱۰۵
۴-۴-۸- توالت پاکتی ۱۰۶
۴-۴-۹- توالت شیمیایی..... ۱۰۹
فصل ۵- دفع مدفوع و فاضلاب در اردوگاههای اسکان موقت..... ۱۱۲
۵-۱- معیارهای انتخاب روش دفع مدفوع ۱۱۲
۵-۱-۱- معیارهای اجتماعی- فرهنگی ۱۱۲
۵-۱-۲- فضای موجود..... ۱۱۲
۵-۱-۳- جنس زمین ۱۱۳
۵-۱-۴- دسترسی به آب ۱۱۳
۵-۱-۵- مواد مورد استفاده برای تنظیف مدفوع..... ۱۱۳
۵-۱-۶- محدودیت زمانی ۱۱۴
۵-۱-۷- مدت استفاده از بنا..... ۱۱۴
۵-۱-۸- مأموریت سازمان ۱۱۴
۵-۱-۹- محدودیت مالی ۱۱۵
۵-۱-۱۰- مصالح ساختمانی موجود..... ۱۱۵
۵-۱-۱۱- منابع نیروی انسانی ۱۱۵
۵-۱-۱۲- راهبری و نگهداری..... ۱۱۶

عنوان | صفحه

۵-۱-۱۳- امنیت محل توالت ۱۱۶
۵-۲- نکات لازم در انتخاب و ساخت توالتها ۱۱۶
۵-۳- روشهای دفع مدفوع برای دوره های طولانی تر ۱۱۸
۵-۳-۱- طراحی و ساخت ۱۱۸
۵-۳-۱-۱- انتخاب محل توالت ۱۱۸
۵-۳-۱-۲- مصالح و وسایل ساختمانی ۱۱۹
۵-۳-۱-۳- طرح بناء ۱۲۰
۵-۳-۱-۴- کف توالت ۱۲۰
۵-۳-۱-۵- ساخت بتن ۱۲۴
۵-۳-۱-۶- درپوش سوراخ کاسه توالت ۱۲۵
۵-۳-۱-۷- لوله تهویه ۱۲۶
۵-۳-۱-۸- حفاری و ایجاد پوشش داخلی چاهک ۱۲۷
۵-۳-۱-۹- تعیین ابعاد چاهک ۱۳۰
۵-۳-۲- تخلیه چاهک ۱۳۲
۵-۳-۲-۱- پمپهای مکانیکی ۱۳۲
۵-۳-۲-۲- پمپهای دستی ۱۳۴
۵-۳-۲-۳- تخلیه دستی ۱۳۴
۵-۳-۳- دفع لجن ۱۳۵
۵-۳-۴- انواع توالت ۱۳۵
۵-۳-۴-۱- توالت ساده ۱۳۵
۵-۳-۴-۲- توالت ساده تهویه دار ۱۳۷
۵-۳-۴-۳- توالت آب بند ۱۳۸
۵-۳-۴-۴- توالت افراشته ۱۴۰
۵-۳-۴-۵- توالت با چاهک کم قطر ۱۴۱
۵-۳-۴-۶- سیستم های فاضلابرو ۱۴۳
۵-۳-۵- خط مشی دفع مدفوع در شرایط دشوار ۱۴۵

فهرست

عنوان | صفحه

۵-۳-۵-۱- توالت ساده افراشته ۱۴۶
۵-۳-۵-۲- توالت ساده دوچاهکی ۱۴۷
۵-۳-۵-۳- توالت با استوانه شنی ۱۴۸
۵-۳-۵-۴- توالت کودی بیهوازی و هوازی ۱۴۹
۵-۳-۵-۵- توالت آبی ۱۵۱
۵-۴- مدیریت فاضلاب ۱۵۳
۵-۴-۱- مقدمه ۱۵۳
۵-۴-۲- منشاء و نوع فاضلاب ۱۵۴
۵-۴-۳- معیارهای انتخاب و طرح اقدام اضطراری ۱۵۴
۵-۴-۳-۱- شرایط و جنس زمین ۱۵۵
۵-۴-۳-۲- سطح آب زیر زمینی ۱۵۷
۵-۴-۳-۳- موقعیت و نوع منبع آب ۱۵۸
۵-۴-۳-۴- توپو گرافی ۱۵۸
۵-۴-۳-۵- کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی ۱۵۹
۵-۴-۳-۶- شرایط آب وهوایی ۱۵۹
۵-۴-۳-۷- ملاحظات اجتماعی – فرهنگی ۱۶۰
۵-۵- انتخاب تکنولوژی مناسب ۱۶۰
۵-۵-۱- چاه جذبی ۱۶۱
۵-۵-۲- ترانشه های نفوذ ۱۶۵
۵-۵-۳- زهکشی طبیعی ۱۶۷
۵-۵-۴- زهکش مصنوعی ۱۶۸
۵-۵-۵- برکه های تبخیر ۱۶۸
۵-۵-۶- پشته های تبخیر و تعرق ۱۷۰
۵-۵-۷- آبیاری ۱۷۲
۵-۶- تصفیه فاضلاب ۱۷۲
۵-۶-۱- سپتیک تانک ۱۷۳

عنوان | صفحه

۵-۶-۱-۱- طراحی سپتیک تانک ۱۷۳
۵-۶-۱-۲- ساخت و راهبری سپتیک تانک..... ۱۷۵
۵-۶-۱-۳- دفع وتصفیه لجن سپتیک تانک..... ۱۷۶
۵-۶-۱-۴- سپتیک تانکها ۱۷۷
۵-۶-۲- حذف مواد معلق..... ۱۷۷
۵-۶-۳- چربی گیر ۱۷۷
۵-۶-۴- تانک ته نشینی..... ۱۷۸
۵-۶-۵- بسترهای دارای پوشش گیاهی (وتلند مصنوعی) ۱۸۱
۵-۶-۵-۱- وتلند مصنوعی با جریان سطحی ۱۸۱
۵-۶-۵-۲- وتلند مصنوعی با جریان زیر سطحی..... ۱۸۱
۵-۶-۷- تصفیه فاضلاب مراکز درمانی..... ۱۸۳
۵-۶-۸- زهکشی رواناب..... ۱۸۳
فصل ۶: حداقل امکانات و تجهیزات مورد نیاز شرکتهای آب و فاضلاب برای مواجهه با شرایط اضطراری..... ۱۸۶
۶-۱- وسایل وتجهیزات مورد نیاز..... ۱۸۶
۶-۱-۱- GPS ۱۸۷
۶-۱-۱-۱- بخشهای اصلی GPS ۱۸۸
۶-۱-۱-۲- محدودیت‌های GPS ۱۹۰
۶-۱-۱-۳- کاربرد GPS در نقشه برداری..... ۱۹۰
۶-۱-۲- قطب نما ۱۹۰
۶-۱-۲-۱- انواع قطب نما ۱۹۱
۶-۱-۳- تراز ۱۹۳
۶-۱-۳-۱- انواع ترازها ۱۹۳

فهرست

عنوان | صفحه

۶-۱-۴- پرگار مقیاس ۱۹۴
۶-۱-۵- شاغول ۱۹۴
۶-۱-۶- شمشه ۱۹۵
۶-۱-۷- متر ۱۹۵
۶-۱-۸- دوربین نقشه برداری ۱۹۶
۶-۱-۹- کیت کلر سنج ۱۹۷
۶-۱-۹-۱- ساختمان کیت کلر سنج ۱۹۷
۶-۱-۱۰- شیشه نمونه‌برداری ۱۹۸
۶-۲- تجهیزات ایمنی ۲۰۱
۶-۴- بهداشت فردی ۲۰۳
۶-۵- دستور العمل ایمنی و اجرائی نگهداری و استفاده از ماسک و سیلندر هوا ... ۲۰۳
۶-۵-۱- شناخت دستگاه ۲۰۳
۶-۵-۲- ذخیره هوا ۲۰۴
۶-۵-۳- مراقبتهای ایمنی در مورد دستگاه ۲۰۵
۶-۶- ماسکهای ضد گاز ۲۰۶
۶-۶-۱- انواع ماسک ۲۰۶
فصل ۷- راهبری و نگهداری سیستمهای فاضلاب شهری در شرایط اضطراری ۲۱۱
۷-۱- مقدمه ۲۱۱
۷-۲- انواع گرفتن در شبکه های فاضلاب ۲۱۱
۷-۳- شستشوی شبکه های فاضلاب ۲۱۲
۷-۳-۱- دستورالعمل کار با تانکرهای شستشوی شبکه فاضلاب ۲۱۲
۷-۳-۲- انواع سَری یا نازلهای مورد استفاده در شستشوی شبکه ۲۱۴
۷-۳-۳- استفاده از دوربین ها برای بازرسی شبکه فاضلاب ۲۱۷
۷-۳-۳-۱- تجهیزات و لوازم مورد نیاز برای فیلمبرداری ۲۱۸
۷-۳-۳-۲- روش اجرایی برای استفاده از دوربین ۲۱۹
۷-۴- خطرات موجود در شبکه های فاضلاب ۲۲۰

فهرست

عنوان | صفحه

۷-۴-۱- اقدامات پیش گیرانه جهت جلوگیری از خطرات مطرح شده ۲۲۳
۷-۴-۲- مشکل تکثیر موش و سوسک در فاضلابرو ها و طرق مقابله با آنها ۲۲۵
۷-۴-۲-۱- موش ها ۲۲۵
۷-۴-۲-۱-۱- اهمیت بهداشتی موش مذکور ۲۲۵
۷-۴-۲-۱-۲- روش های مقابله با مشکل موش ها ۲۲۵
۷-۴-۲-۲- سوسری ها ۲۲۷
۷-۴-۲-۲-۱- شناسایی سوسریها ۲۲۸
۷-۴-۲-۲-۲- راههای مبارزه با سوسریها ۲۲۸
۷-۴-۲-۲-۳- نحوه سمپاشی و رعایت نکات ایمنی و بهداشتی ۲۳۰
۷-۴-۳- سولفید هیدروژن (H_2S) ۲۳۱
۷-۴-۳-۱- خصوصیات کلی سولفید هیدروژن ۲۳۳
۷-۴-۳-۲- اثرات بیولوژیکی ۲۳۴
۷-۴-۳-۳- جذب و دفع ۲۳۴
۷-۴-۳-۴- بو و خواص خبرکنندگی ۲۳۴
۷-۴-۳-۵- تولید سولفید هیدروژن در لوله اصلی ۲۳۵
۷-۴-۳-۶- کنترل بو توسط کلر ۲۳۶
۷-۴-۳-۷- نقش کلر ۲۳۶
۷-۵- بازرسی و آزمایش فاضلابرو ها ۲۳۷
۷-۵-۱- بازرسی سطحی ۲۳۷
۷-۵-۲- بازرسی از طریق آدمروها ۲۳۷
۷-۵-۳- بازرسی فاضلابرو ۲۳۸
۷-۵-۴- انجام آزمایش روی لوله ها ۲۳۸
۷-۵-۴-۱- آزمایش دود ۲۳۸
۷-۶- نگهداری فاضلابرو ها ۲۳۹
۷-۶-۱- روش توپی ۲۴۰
۷-۶-۲- روش میله ای ۲۴۱

عنوان | صفحه

۷-۶-۳- روش فلاش ۲۴۲
۷-۶-۴- روش جت آب ۲۴۳
۷-۶-۵- کایت ها، کیسه ها،لاستیک ها و پلی پیگزها ۲۴۳
۷-۷- نگهداری سایر بخش های فاضلابرو ۲۴۴
۷-۷-۱- سیفونها ۲۴۴
۷-۷-۲- سازه تقسیم جریان ۲۴۵
۷-۷-۳- نگهداری ایستگاههای پمپاژ ۲۴۵
۷-۸- نقشه ها ۲۴۶
۷-۹- راهبری و نگهداری تصفیه خانه های فاضلاب درشرایط اضطراری ۲۴۸
۷-۹-۱- مقدمه ۲۴۸
۷-۹-۲- بلایای طبیعی ۲۴۹
۷-۹-۲-۱- رعد و برق ۲۴۹
۷-۹-۲-۲- زمین لرزه ۲۵۰
۷-۹-۲-۳- یخبندان ۲۵۱
۷-۹-۲-۴- سیل گرفتگی ۲۵۱
۷-۹-۳- مشکلات احتمالی کارکنان هنگام وقوع بلا ۲۵۲
۷-۹-۴- مسئولیت کارکنان ۲۵۳
۷-۹-۵- مرکز شورای اقدامات اضطراری ۲۵۴
۷-۹-۶- فهرست تجهیزات لازم در شرایط اضطراری ۲۵۵
۷-۹-۷- نگهداری اطلاعات ۲۵۶
۷-۹-۸- مراحل اقدامات اضطراری ۲۵۶
۷-۹-۸-۱- ارزیابی پیشاپیش ۲۵۶
۷-۹-۸-۲- روشهای کاهش آسیب پذیری سیستم ۲۵۷
۷-۹-۹- چک لیست اولویت بندی اقدامات ۲۵۸
۷-۹-۱۰- قطع برق ۲۵۹
۷-۹-۱۱- ورود مواد سمی و خطرناک کارخانجات ۲۵۹

عنوان | صفحه

۷-۹-۱۲- از کار افتادن تجهیزات ۲۶۱
۷-۹-۱۳- راهبری تصفیه خانه هنگام کمبود نیروی انسانی ۲۶۱
۷-۹-۱۴- نیاز به نیروی انسانی کمکی ۲۶۲
۷-۹-۱۵- هدایت فاضلاب به لوله کنارگذر ۲۶۲
۷-۹-۱۶- هماهنگی با اداره آتش نشانی ۲۶۲
۷-۹-۱۷- اطلاعات عمومی برای کنترل تصفیه خانه ۲۶۳
۷-۹-۱۷-۱- نقشه های مهندسی ۲۶۳
۷-۹-۱۷-۲- گندزدایی در شرایط اضطراری ۲۶۳
۷-۹-۱۷-۳- کارکنان آموزش دیده ۲۶۳
۷-۹-۱۷-۴- مصدومان ۲۶۳
۷-۹-۱۷-۵- کمک های اولیه ۲۶۴
۷-۹-۱۷-۶- لوازم تنفس ۲۶۴
۷-۹-۱۷-۷- تجهیزات مورد نیاز در شرایط اضطراری ۲۶۵
۷-۱۰- بهره برداری و نگهداری از برکه ۲۶۶
۷-۱۰-۱- بهره برداری و نگهداری از برکه های بی هوازی ۲۶۶
۷-۱۰-۲- بهره برداری و نگهداری ازبرکه های اختیاری و تکمیلی ۲۶۶
۷-۱۰-۳- مشکلات بهره برداری و راه حلها ۲۶۷
۷-۱۰-۴- مشکلات برکه های بی هوازی ۲۶۸
۷-۱۰-۴-۱- بوهای اعتراض انگیز ۲۶۸
۷-۱۰-۴-۲- پشه ها و سایر حشرات ۲۶۸
۷-۱۰-۴-۳- رشد علف ها ۲۶۹
۷-۱۰-۵- مشکلات برکه های اختیاری و تکمیلی ۲۷۰
۷-۱۰-۵-۱- کف ۲۷۰
۷-۱۰-۵-۲- بوهای اعتراض انگیز ۲۷۱
۷-۱۰-۵-۳- اتصال کوتاه ۲۷۱
۷-۱۰-۵-۴- پشه ها و سایر حشرات ۲۷۲

عنوان | صفحه

۷-۱۰-۵-۵- رشد علف ها ۲۷۳
۷-۱۰-۶- توقف کارایی برکه ۲۷۳
۷-۱۰-۶-۱- معیارهای توقف کارایی برکه ۲۷۴
۷-۱۱- راهبری و نگهداری از سپتیک تانک و تصفیه خانه های فاضلاب پس از شرایط بحرانی ۲۷۶
۷-۱۱-۱- سپتیک تانک ۲۷۶
۷-۱۱-۲- چربی گیرها ۲۷۸
۷-۱۱-۳- نمونه برداری ۲۷۹
۷-۱۱-۳-۱- نمونه برداری اتفاقی ۲۸۰
۷-۱۱-۳-۲- نمونه برداری مرکب ۲۸۰
۷-۱۱-۴- آشغالگیر ۲۸۰
۷-۱۱-۵- حوض دانه گیری ۲۸۱
۷-۱۱-۶- حوض ته نشینی ۲۸۱
۷-۱۱-۷- حوض هوادهی ۲۸۲
۷-۱۱-۸- عوامل موثر در انجام تصفیه به روش لجن فعال ۲۸۲
۷-۱۱-۸-۱- شدت آلودگی فاضلاب ورودی ۲۸۲
۷-۱۱-۸-۲- مواد غذایی ۲۸۳
۷-۱۱-۸-۳- اکسیژن محلول (DO) ۲۸۳
۷-۱۱-۸-۴- زمان ماند هیدرولیکی ۲۸۴
۷-۱۱-۸-۵- pH ۲۸۴
۷-۱۱-۸-۶- سمیت ۲۸۴
۷-۱۱-۸-۷- دما ۲۸۵
۷-۱۱-۸-۸- اختلاط ۲۸۵
۷-۱۱-۸-۹- میزان جریان ورودی فاضلاب ۲۸۵
۷-۱۱-۹- پایش فرآیند ۲۸۵
۷-۱۱-۹-۱- شاخصهای بصری ۲۸۶

عنوان | صفحه

۷-۱۱-۹-۲- شاخصهای آزمایشی (تجزیه تحلیلی)..... ۲۸۸
۷-۱۲- مشکلات بهره برداری در فرآیند لجن فعال ۲۹۱
۷-۱۲-۱- حجیم شدن لجن (بالکینگ)..... ۲۹۱
۷-۱۲-۲- ایجاد کفهای سطحی بیولوژیکی (کف نوکاردیا) ۲۹۲
۷-۱۲-۳- بالا آمدن لجن (Rising) ۲۹۲
۷-۱۲-۴- ایجاد فلوک ریز (Pin Floc) ۲۹۲
۷-۱۳- جمع آوری لجن..... ۲۹۳
۷-۱۴- کلرزنی فاضلاب و پساب تصفیه شده و اندازه گیری کلر باقیمانده ۲۹۴
۷-۱۵- نمونه برداری..... ۲۹۴
۷-۱۶- تعمیرات فوری و اضطراری ۲۹۵
۷-۱۷- لوازم و قطعات یدکی..... ۲۹۵
فصل ۸- آموزش کارشناسان و تکنسین ها برای دفع فاضلاب در شرایط اضطراری ۲۹۷
۸-۱- چگونگی ساخت توالتها..... ۲۹۷
۸-۱-۱- پوشش داخلی چاهک توالت ۲۹۷
۸-۱-۲- پی و کف توالت ۲۹۸
۸-۱-۳- اطاقک توالت و تهویه ۲۹۸
۸-۱-۴- نگهداری توالتها..... ۲۹۹
۸-۱-۵- کاسه توالت ۳۰۰
۸-۱-۶- لوله اتصال ۳۰۰
۸-۱-۷- دفع لجن..... ۳۰۰
۸-۲- آموزش نحوه ساخت، راهبری و نگهداری توالتها..... ۳۰۲
۸-۳- سپتیک تانک..... ۳۲۰
۸-۳-۱- ساخت و راهبری سپتیک تانک ۳۲۱
۸-۳-۲- دفع وتصفیه لجن سپتیک تانک ۳۲۲
۸-۴- آموزش نحوه ساخت، راهبری و نگهداری سپتیک تانک..... ۳۲۳
۸-۵- ساخت، راهبری و نگهداری تأسیسات دفع فاضلاب..... ۳۳۱

عنوان | صفحه

۸-۵-۱- ساخت برکه های تثبیت..... ۳۳۱
۸-۵-۱-۱- تراز کف جهت کمترین خاک برداری..... ۳۳۱
۸-۵-۱-۲- وضعیت هندسی خاکریز ۳۳۲
۸-۵-۱-۳- پوشش..... ۳۳۳
۸-۵-۱-۴- ورودی ها ۳۳۴
۸-۵-۱-۵- خروجی ها ۳۳۶
۸-۵-۱-۶- لوله های ارتباطی بین برکه ها..... ۳۳۶
فصل ۹- آموزش مردم در زمینه دفع فاضلاب در شرایط اضطراری ۳۳۹
۹-۱- مقدمه ۳۳۹
۹-۲- ملاحظات کلی ۳۴۰
۹-۲-۱- تعریف بلایای طبیعی و شرایط اضطراری..... ۳۴۰
۹-۲-۲- انواع بلایای طبیعی..... ۳۴۰
۹-۳- روشهای ساده دفع مدفوع برای دوره کوتاه (۲ هفته اول) پس از وقوع بلای طبیعی ۳۴۱
۹-۳-۱- توالت با ترانشه کم عمق ۳۴۱
۹-۳-۲- توالتهای خانوادگی..... ۳۴۲
۹-۳-۳- توالت با مخزن ذخیره..... ۳۴۲
۹-۳-۴- توالت پاکتی ۳۴۳
۹-۳-۵- توالت شیمیایی ۳۴۴
۹-۴- روشهای دفع مدفوع برای دوره های طولانی تر..... ۳۴۴
۹-۴-۱- توالت ساده..... ۳۴۴
۹-۴-۲- توالت ساده تهویه دار ۳۴۵
۹-۴-۳- توالت آب بند ۳۴۶
۹-۴-۴- توالت با چاهک کم قطر ۳۴۷
۹-۵- آموزش نحوه ساخت، راهبری و نگهداری توالتها به مردم ۳۴۸

فهرست

عنوان | صفحه

۹-۵-۱- نگهداری توالتها ۳۴۸
۹-۶- روشهای دفع مدفوع برای کودکان و افراد آسیب پذیر ۳۴۹
۹-۷- رعایت بهداشت فردی در دفع مدفوع ۳۴۹
۹-۸- رعایت بهداشت در اماکن دفع و گندزدایی آن ۳۵۰
۹-۹- مواردی که مردم در مورد دفع مدفوع باید از آن اجتناب کنند ۳۵۰
۹-۱۰- روشهای آموزش مردم ۳۵۲
۹-۱۰-۱- رادیو ۳۵۲
۹-۱۰-۱-۱- محاسن ۳۵۲
۹-۱۰-۱-۲- محدودیت ها ۳۵۲
۹-۱۰-۲- تلویزیون ۳۵۲
۹-۱۰-۲-۱- محاسن ۳۵۳
۹-۱۰-۲-۲- محدودیت ها ۳۵۳
۹-۱۰-۳- بروشور ۳۵۳
۹-۱۰-۴- استفاده از همکاری سازمانهای غیر دولتی (NGO) ۳۵۳
۹-۱۰-۵- مقایسهٔ بین روشهای آموزش به مردم ۳۵۴
منابع ۳۵۶
پیوست یک- نقشه های اجرائی سیستم دفع مدفوع در شرایط اضطراری ۳۵۹
پیوست دو- نقشه های اجرائی سیستم دفع مدفوع در شرایط اضطراری ۳۶۶

فصل اول

فصل ۱- اثرات بلایای طبیعی بر زیرساختهای حیاتی

۱-۱- مقدمه

از آنجا که زندگی انسان و سایر موجودات زنده تا حدود زیادی متاثر از شرایط و عوامل محیطی است، تغییرات محیطی می تواند نقش بسیار مهمی در سلامت و نحوه عملکرد عناصر زیستی ایفا نماید. در بسیاری از موارد تغییرات محیطی از نظر شدت و وسعت به گونه ای است که توان تطابق و مقابله با آنها وجود داشته و مشکل خاصی در روند حیاتی ایجاد نمی شود ولی در برخی از موارد و رخدادها خواه طبیعی یا غیرطبیعی تغییرات ایجاد شده در محیط بقدری سریع و شدید است که تاثیرات بسیار عمده بر حیات انسان و سایر موجودات زنده ایفا می کند. رخداد این تغییرات محیطی در برخی از موارد نظیر زلزله تقریبا غیر قابل پیش بینی بوده و در موارد دیگر نیز پیش بینی آنها دشوار یا مستلزم وجود داده های بسیار دقیق و سیستمهای مناسب شبه سازی است. از این تغییرات سریع، غیرقابل پیش بینی و شدید که معمولا آمادگی خاصی برای مقابله با آنها وجود ندارد، با واژه هایی مانند "بلا[1]" ، "وضع اضطراری"[2] یا "فاجعه"[3] یاد می شود. تعاریف دقیقتر این واژه ها در ذیل ارائه شده است.

۱-۱-۱- بلای طبیعی

بلای طبیعی اصولا تغییری است در شرایط محیطی که سبب گسسته شدن روند زندگی طبیعی مردم و قرار گرفتن آنها در معرض عناصر مضر و خطرناک محیط می شود.

۱-۱-۲- وضع اضطراری

منظور از وضع اضطراری موقعیتی است که در اثر یک بلای طبیعی که بشر در ایجاد آن نقشی ندارد و یا حادثه مهمی که ممکن است توسط انسان ایجاد شده باشد، پدید آید.

---

[1] Disaster
[2] Emergency Condition
[3] Catastrophe

۱-۱-۳- فاجعه

فاجعه را می توان حادثه ای طبیعی، یا حاصل دست انسانها برشمرد که آن چنان ناگهانی، سریع و شدید بروز می کند که خسارات مالی و جانی قابل توجهی ببار آورده و جمعیت سانحه دیده از عهده دفع خسارات برنمی آیند.

تاثیرات ناشی از تغییرات محیطی ایجاد شده ناشی از بلاهای طبیعی را می توان در دو گروه کلی زیر طبقه بندی کرد.

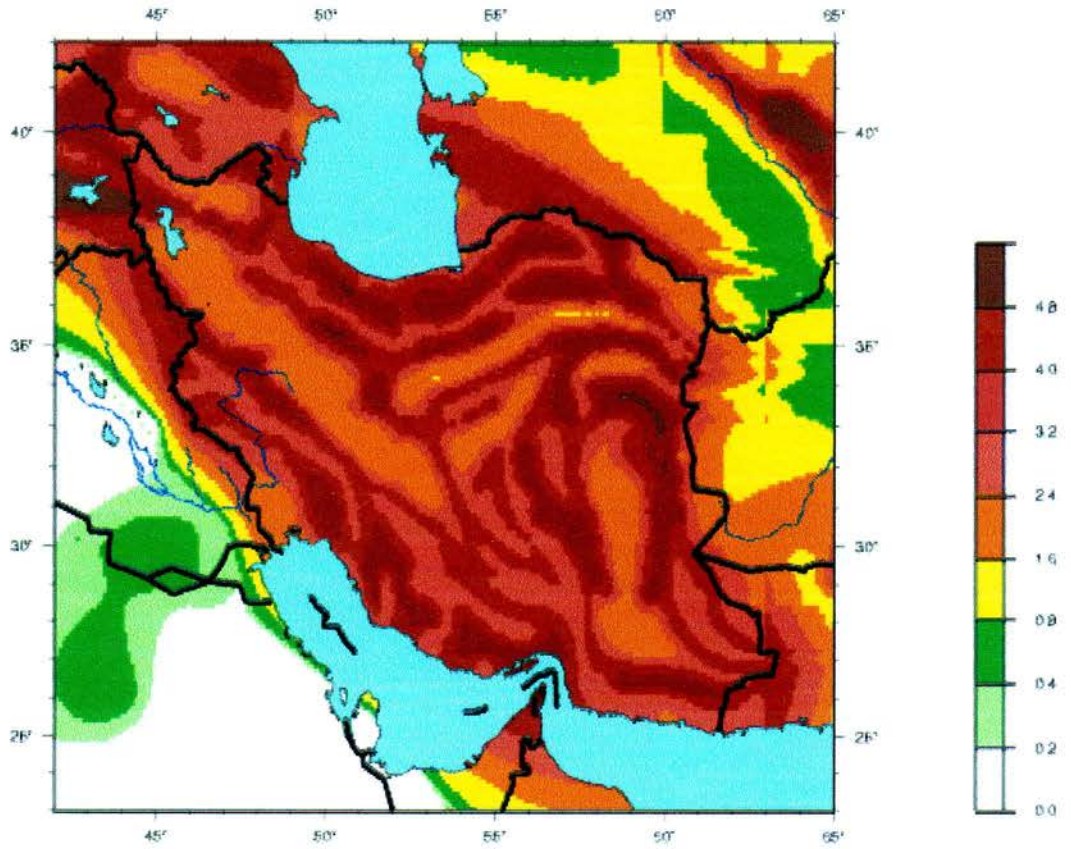
- خسارتهای جانی که بطور مستقیم زندگی و سلامتی انسان را تحت تاثیر قرار می دهند.
- خسارات وارده بر "زیرساختارهای حیاتی"[۴] که زندگی و فعالیت جامعه بدانها وابسته است.

تلفات و خسارتهای جانی در بلاهای طبیعی به تبع شدت حادثه و سطح آسیب پذیری جامعه بسیار متفاوت است.

کشور ایران از جمله کشور های آسیب پذیر در برابر زلزله می باشد. همواره رخداد زلزله در کشور ما منجر به تلفات جانی قابل توجهی شده است. جدول ۱-۱ فهرست زلزله های با تلفات جانی بیش از ۱۰۰۰ نفر را نشان می دهد. همچنانکه ملاحظه می شود نام ایران در چندین مورد در این جدول فهرست شده است.

کشور ایران بسیار در برابر زلزله آسیب پذیر بوده و بیش از ۹۹ درصد مساحت آن در معرض زلزله با شتاب بیش از ۱/۶ متر بر مجذور ثانیه می باشد. نقشه زیر خطر زلزله را در قسمت عظیمی از مساحت کشور به وضوح نشان می دهد.

[4] Life Lines



نقشه خطر زلزله در ایران، حداکثر شتاب زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه با ۱۰ درصد احتمال فزونی در طی ۵۰[&]

[&] Source: JAICA(Japan International Cooperation Agency), " The Study on Seismec Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran", Pacific Consultants International,OYO Corporation, November 2000.

جدول ۱-۱- رخدادهای زلزله از سال ۱۹۶۰ میلادی با تلفات جانی بیشتر از ۱۰۰۰ نفر در دنیا*

تاریخ وقوع	محل و موقعیت جغرافیایی	مرگ و میر(نفر)	شدت (ریشتر)
۱۹ آوریل ۱۹۰۲	گواتمالا	۲۰۰۰	۷.۵
۱۶ دسامبر ۱۹۰۲	ترکستان	۴۵۰۰	۶.۴
۱۹ آوریل ۱۹۰۳	ترکیه	۱۷۰۰	
۲۸ آوریل ۱۹۰۳	ترکیه	۲۲۰۰	۶.۳
۴ آوریل ۱۹۰۵	هند-کانگرا	۱۹۰۰۰	۸.۶
۸ سپتامبر ۱۹۰۵	ایتالیا-کالابریا	۲۵۰۰	۷.۹
۳۱ ژانویه ۱۹۰۶	گواتمالا-اکوادور	۱۰۰۰	۸.۸
۱۶ مارس ۱۹۰۶	تایوان-کاگی	۱۳۰۰	۷.۱
۱۷ آگوست ۱۹۰۶	شیلی-والپارایسو	۲۰۰۰۰	۸.۲
۱۴ ژانویه ۱۹۰۷	جامائیکا-کینگستون	۱۶۰۰	۶.۵
۲۱ اکتبر ۱۹۰۷	آسیای میانه	۱۲۰۰۰	۸.۱
۲۸ دسامبر ۱۹۰۸	ایتالیا- مسینا	۷۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰	۷.۲
۲۳ ژانویه ۱۹۰۹	ایران- ۳۳.۴ شمالی، ۴۹.۱ شرقی	۵۵۰۰	۷.۳
۹ آگوست ۱۹۱۲	دریای مرمره	۱۹۵۰	۷.۸
۱۳ ژانویه ۱۹۱۵	ایتالیا-اوزانو	۲۹۹۸۰	۷.۵
۲۱ ژانویه ۱۹۱۷	اندونزی-بالی	۱۵۰۰۰	
۳۰ جولای ۱۹۱۷	چین	۱۸۰۰	۶.۵
۱۳ فوریه ۱۹۱۸	چین-کنگ تونگ	۱۰۰۰۰	۷.۳
۱۶ دسامبر ۱۹۲۰	چین-گاسو	۲۰۰۰۰۰	۸.۶
۲۴ مارس ۱۹۲۳	چین	۵۰۰۰	۷.۳
۲۵ می ۱۹۲۳	ایران- ۳۵.۳ شمالی، ۵۹.۲ شرقی	۲۲۰۰	۵.۷
۱ سپتامبر ۱۹۲۳	ژاپن-کانتو	۱۴۳۰۰۰	۷.۹
۱۶ مارس ۱۹۲۵	چین-یانان	۵۰۰۰	۷.۱
۷ مارس ۱۹۲۷	ژاپن-تاگو	۳۰۲۰	۷.۶
۲۲ می ۱۹۲۷	چین-تسینگا	۲۰۰۰۰۰	۷.۹
۱ می ۱۹۲۹	ایران- ۳۸ شمالی، ۵۸ شرقی	۳۳۰۰	۷.۴
۶ می ۱۹۳۰	ایران- ۳۸.۰شمالی، ۴۴.۵	۲۵۰۰	۷.۲
۲۳ جولای ۱۹۳۰	ایتالیا	۱۴۲۰	۶.۵
۳۱ مارس ۱۹۳۱	نیکاراگوئه	۲۴۰۰	۵.۶
۲۵ دسامبر ۱۹۳۲	چین-گانسو	۷۰۰۰۰	۷.۶
۲ مارس ۱۹۳۳	ژاپن-سنریکو	۲۹۹۰	۸.۴
۲۵ آگوست ۱۹۳۳	چین	۱۰۰۰۰	۷.۴
۱۵ ژانویه ۱۹۳۴	هند-بیهار-نپال	۱۰۷۰۰	۸.۱
۲۰ آوریل ۱۹۳۵	فورموسا	۳۲۸۰	۷.۱
۳۰ می ۱۹۳۵	پاکستان-کوتا	۳۰۰۰۰-۶۰۰۰۰	۷.۵
۱۶ جولای ۱۹۳۵	تایوان	۲۷۰۰	۶.۵
۲۵ ژانویه ۱۹۳۹	شیلی-چیلان	۲۸۰۰۰	۸.۳
۲۶ دسامبر ۱۹۳۹	ترکیه-ارزینکان	۳۰۰۰۰	۷.۸

*Source: USGS, Earthquake Hazard Program, 2004. Earthquakes with 1,000 or More Deaths from 1900. Available:USGS Earthquake Hazards Program Earthquakes with 1,000 or More Deaths from 1900.htm [accessed 5 September 2004].

ادامه جدول ۱-۱

تاریخ وقوع	محل و موقعیت جغرافیایی	مرگ و میر(نفر)	شدت (ریشتر)
۱۰ نوامبر ۱۹۴۰	رومانی	۱۰۰۰	۷.۳
۲۶ نوامبر ۱۹۴۲	ترکیه	۴۰۰۰	۷.۶
۲۰ دسامبر ۱۹۴۲	ترکیه-اربا	۳۰۰۰	۷.۳
۱۰ سپتامبر ۱۹۴۳	ژاپن-توتوری	۱۱۹۰	۷.۴
۲۶ نوامبر ۱۹۴۳	ترکیه	۴۰۰۰	۷.۶
۱۵ ژانویه ۱۹۴۴	آرژانتین-سن خوان	۵۰۰۰	۷.۸
۱ فوریه ۱۹۴۴	ترکیه	۲۸۰۰	۷.۴
۷ دسامبر ۱۹۴۴	ژاپن-تونانکیا	۱۰۰۰	۸.۱
۱۲ ژانویه ۱۹۴۵	ژاپن-میکاوا	۱۹۰۰	۷.۱
۲۷ نوامبر ۱۹۴۵	**ایران- ۲۵.۰ شمالی، ۶۰.۵ شرقی**	**۴۰۰۰**	**۸.۲**
۳۱ می ۱۹۴۶	ترکیه	۱۳۰۰	۶
۱۰ نوامبر ۱۹۴۶	پرو-آنکاش	۱۴۰۰	۷.۳
۲۰ دسامبر ۱۹۴۶	ژاپن-تونانکی	۱۳۳۰	۸.۱
۲۸ ژوئن ۱۹۴۸	ژاپن-فوکوئی	۵۳۹۰	۷.۳
۵ اکتبر ۱۹۴۸	ترکمنستان-عشق آباد	۱۱۰۰۰۰	۷.۳
۵ آگوست ۱۹۴۹	اکوادور-آمباتو	۶۰۰۰	۶.۸
۱۵ آگوست ۱۹۵۰	هند-تبت	۱۵۳۰	۸.۶
۹ سپتامبر ۱۹۵۴	الجزایر-اورلنسویل	۱۲۵۰	۶.۸
۲۷ ژوئن ۱۹۵۷	روسیه	۱۲۰۰	
۲ جولای ۱۹۵۷	**ایران- ۳۶.۲ شمالی، ۵۲.۷ شرقی**	**۱۲۰۰**	**۷.۴**
۱۳ دسامبر ۱۹۵۷	**ایران- ۳۴.۴ شمالی، ۴۷.۶ شرقی**	**۱۱۳۰**	**۷.۳**
۲۹ فوریه ۱۹۶۰	مراکش-آگادیر	۱۰۰۰۰-۱۵۰۰۰	۵.۷
۲۲ می ۱۹۶۰	شیلی	۴۰۰۰-۵۰۰۰	۹.۵
۱ سپتامبر ۱۹۶۲	**ایران- قزوین**	**۱۲۲۳۰**	**۷.۳**
۲۶ حولای ۱۹۶۳	یوگوسلاوی	۱۱۰۰	۶
۱۹ آگوست ۱۹۶۶	ترکیه- وارتو	۲۵۲۰	۷.۱
۳۱ آگوست ۱۹۶۸	**ایران- ۳۵.۶ شمالی، ۴۹.۹ شرقی**	**۱۲۰۰۰-۲۰۰۰۰**	**۷.۳**
۲۵ جولای ۱۹۶۹	شرق چین	۳۰۰۰	۵.۹
۴ ژانویه ۱۹۷۰	چین-استان یانان	۱۰۰۰۰	۷.۵
۲۸ مارس ۱۹۷۰	ترکیه-گدیز	۱۱۰۰	۷.۳
۳۱ می ۱۹۷۰	پرو	۶۶۰۰۰	۷.۹
۱۰ آوریل ۱۹۷۲	**ایران- جنوب- ۲۸.۴ شمالی، ۵۲.۸ شرقی**	**۵۰۵۴**	**۷.۱**
۲۳ دسامبر ۱۹۷۲	نیکاراگوئه - ماناگوآ	۵۰۰۰	۶.۲
۱۰ می ۱۹۷۴	چین	۲۰۰۰۰	۶.۸
۲۸ دسامبر ۱۹۷۴	پاکستان	۵۳۰۰	۶.۲
۴ فوریه ۱۹۷۵	چین	۱۰۰۰۰	۷
۶ سپتامبر ۱۹۷۵	ترکیه	۲۳۰۰	۶.۷
۴ فوریه ۱۹۷۶	گوآتمالا	۲۳۰۰۰	۷.۵

ادامه جدول ۱-۱

تاریخ وقوع	محل و موقعیت جغرافیایی	مرگ و میر(نفر)	شدت (ریشتر)
۶ می ۱۹۷۶	ایتالیا- شمال شرقی	۱۰۰۰	۶.۵
۲۵ ژوئن ۱۹۷۶	گینه نو	۴۲۲	۷.۱
۲۷ جولای ۱۹۷۶	چین- تانگسشان	۲۵۵۰۰۰	۷.۵
۱۶ آگوست ۱۹۷۶	فیلیپین- میندانائو	۸۰۰۰	۷.۹
۲۴ نوامبر ۱۹۷۶	مرز ایران و شوروی سابق- شمال غرب	۵۰۰۰	۷.۳
۴ مارس ۱۹۷۷	رومانی	۱۵۰۰	۷.۲
۱۶ سپتامبر ۱۹۷۸	ایران- ۳۶.۱ شمالی، ۵۷.۴ شرقی	۱۵۰۰۰	۷.۸
۱۰ اکتبر ۱۹۸۰	الجزیره، الاسنام	۳۵۰۰	۷.۷
۲۳ نوامبر ۱۹۸۰	جنوب ایتالیا	۳۰۰۰	۷.۲
۱۱ ژوئن ۱۹۸۱	جنوب ایران- ۲۹.۹ شمالی، ۵۷.۷ شرقی	۳۰۰۰	۶.۹
۲۸ جولای ۱۹۸۱	جنوب ایران- ۳۰.۰ شمالی، ۵۷.۸ شرقی	۱۵۰۰	۷.۳
۱۳ دسامبر ۱۹۸۲	غرب شبه جزیره عربستان	۲۸۰۰	۶
۳۰ اکتبر ۱۹۸۳	ترکیه	۱۳۴۲	۶.۹
۱۹ سپتامبر ۱۹۸۵	مکزیک، میچوکان	۹۵۰۰	۸
۱۰ اکتبر ۱۹۸۶	السالوادور	بیشتر از ۱۰۰۰	۵.۵
۶ مارس ۱۹۸۷	کلمبیا – اکوادور	بیشتر از ۱۰۰۰	۷
۲۰ آگوست ۱۹۸۸	نپال - منطقه مرزی هند	۱۴۵۰	۶.۶
۷ دسامبر ۱۹۸۸	امریکا – اسپیتاک	۲۵۰۰۰	۶.۸
۲۰ ژوئن ۱۹۹۰	غرب ایران	۴۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	۷.۷
۱۶ جولای ۱۹۹۰	لوزون، جزایر فیلیپین	۱۶۲۱	۷.۸
۱۹ اکتبر ۱۹۹۱	شمال هند	۲۰۰۰	۷
۱۲ دسامبر ۱۹۹۲	منطقه فلورز، اندونزی	۲۵۰۰	۷.۵
۲۹ سپتامبر ۱۹۹۳	هند، لاتور- کیلاری	۹۷۴۸	۶.۲
۱۶ ژانویه ۱۹۹۵	ژاپن، کوبه	۵۵۰۲	۷.۱
۲۷ می ۱۹۹۵	جزیره ساخالین	۱۹۸۹	۷.۵
۱۰ می ۱۹۹۷	شمال ایران- ۳۳.۹ شمالی، ۵۹.۷ شرقی	۱۵۶۰	۷.۵
۴ فوریه ۱۹۹۸	منطقه مرزی افغانستان و تاجیکستان	۲۳۲۳	۶.۱
۳۰ می ۱۹۹۸	منطقه مرزی افغانستان و تاجیکستان	۴۰۰۰	۶.۹
۱۷ جولای ۱۹۹۸	گینه نو	۲۱۸۳	۷
۲۵ ژانویه ۱۹۹۹	کلمبیا	۱۱۸۵	۶.۲
۱۷ آگوست ۱۹۹۹	ترکیه	۱۷۱۱۸	۷.۶
۲۰ سپتامبر ۱۹۹۹	تایوان	۲۲۹۷	۷.۷
۲۶ ژانویه ۲۰۰۱	هند	۲۰۰۲۳	۷.۷
۲۵ مارس ۲۰۰۲	منطقه هندوکش، افغانستان	۱۰۰۰	۶.۱
۲۱ می ۲۰۰۳	شمال الجزایر	۲۲۶۶	۶.۸

۱-۲- زیرساختهای حیاتی

زیرساختهای حیاتی به مجموعه ای از تجهیزات ، امکانات، سیستمها و نرم افزارهایی اطلاق می شود که در زندگی روزمره جوامع انسانی با هدف ارائه خدمات اساسی و پایه در اجتماع بکار گرفته می شود. اختلال و از کار افتادن هر یک از این زیر ساختها وضعیت طبیعی جامعه را دچار آشفتگی نموده و در بسیاری از موارد انسان را در معرض مخاطرات مستقیم و غیر مستقیم قرار می دهد. زیرساختهای حیاتی عمده که در بحث زلزله مورد توجه قرار می گیرند عبارتند از:

- انرژی الکتریکی (برق)
- آب
- گاز
- سیستمهای ارتباط از راه دور
- سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب
- سیستم حمل و نقل (راهها و جاده های ارتباطی)

در این قسمت به آسیبهای رایجی که در اثر زلزله در هر یک از این ساختارهای حیاتی وارد می شود خواهیم پرداخت.

۱-۲-۱- انرژی الکتریکی

در اثر زلزله ممکن است بر حسب شدت و وسعت زلزله آسیبهایی در تامین و توزیع انرژی الکتریکی ایجاد شود. انرژی الکتریکی از مهمترین زیرساختهای توسعه در یک جامعه بشمار می رود و

بسیاری از زیرساختهای دیگر نیز ممکن است به نوعی تحت تاثیر تنشها و آسیبهای وارده بر آن واقع شوند. آسیبهایی جدی در زیرساخت حیاتی مهمی نظیر انرژی الکتریکی عمدتا عبارت است از:

- آسیبها و تخریب نیروگاههای برق
- تخریب سدهای مولد انرژی برقابی یا از کار افتادن توربینها
- جابجایی و حرکت تجهیزات نظیر ترانسفورماتورها (شکل ۱-۱ و ۱-۲) وضعیت استقرار ترانسفورماتور و نحوه جابجایی احتمالی آن را نشان می دهد)
- اختلال در واحدهای دیسپچینگ
- واژگون شدن دکلها و قطع شدن خطوط ارتباطی
- تخریب ساختمانها و سازه های مربوطه و از کارافتادن خدمات لجستیک

شکل ۱-۱: ترانسفورماتور در ایستگاه فرعی بینگول (ترکیه) مجهز به چرخ و سازه بتنی که قابلیت حرکت و جابجایی ترانسفورماتور را تسهیل می کند. همچنانکه مشخص است تخریب در این واحد صورت نگرفته است[+].

[+] Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

شکل ۱-۲: ترانسفورماتور با حرکت و تغییر وضعیت مکانی جزیی به نسبت وضعیت قبل از زلزله (وجود و نصب چنین تجهیزاتی از تخریبهای اساسی جلوگیری می کند. در صورت ثابت بودن این واحد امکان تخریبهای زیادی در این ترانسفورماتور مورد انتظار بود.[Ψ])

در اثر بروز مشکلات در سیستم برق رسانی علاوه بر ایجاد مشکل در بخشهای انتقال آب ، مخابرات و غیره مخاطرات جانی در اثر برق گرفتگی و آتش سوزی نیز مورد توجه می باشد. قطع برق می تواند به طور غیر مستقیم موجب بروز مشکلات بهداشتی شود. قطع آب و عدم دسترسی به منابع آب سالم جمعیت آسیب دیده را در معرض ابتلا به بیماریهای منتقله از آب (ذکر شده در جدول ۱-۲) قرار می دهد. از طرفی چنانچه در سیستم جمع آوری فاضلاب شهری ایستگاههای پمپاژ فاضلاب وجود داشته باشد، قطع برق و از کارافتادن پمپها منجر به پس زدن فاضلاب از منهولها و منازل گردیده و آلودگی شدیدی در منطقه پخش می شود. ازکارافتادن تجهیزات برقی در تصفیه خانه های فاضلاب، نظیرپمپها، شیرهای برقی، هوادها، همزنها و غیره تصفیه فاضلاب را بکلی مختل کرده که این مسئله با عث آلودگی شدید منابع

[Ψ] Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

پذیرنده پساب خروجی از تصفیه خانه خواهد شد. لازم به ذکر است که این فاضلابها ممکن است منابع احتمالی تامین آب اجتماع آسیب دیده پس از وقوع زلزله واقع شود که به نوبه خود منجر به گسترش بیماریهای منتقله از آب و بروز اپیدمیها خواهد شد.

۱-۲-۲- آب

آب یکی از زیرساختهای مهمی است که ممکن است در زلزله تحت تاثر قرار گیرد. قطع شدن آب، آلوده شدن منابع آب و امکان گسترش بیماریهای منتقله از آب همگی مواردی است که در اثر بروز مشکل در این بخش بروز خواهد نمود. مشکلاتی که در این زیرساخت حیاتی ممکن است بروز کنند عمدتا عبارتند از:

- شکستگی لوله های انتقال و توزیع آب (در برخی از موارد سازه های زیرزمینی مثل لوله ها جابجا شده و دچار شکستگی های زیادی می شوند. محل اتصالات ، شیرآلات و سایر وسایل و تجهیزات آبرسانی بسیار در برابر حرکات آسیب پذیر هستند. شکل ۱-۳ ایجاد ترک و شکافهای عمیق در یک زلزله را نشان می دهد که می تواند تخریبهای جدی بر سازه های زیرزمینی نظیر لوله ها و تجهیزات آبرسانی وارد کند. جابجایی زمین در اثر حرکت و فعالیت گسل دربسیاری ازموارد در مناطق زلزله زده رخ می دهد و خطوط لوله کارگذاری شده در زمین که گسل را قطع نموده اند بشدت آسیب خواهند دید. شکل ۱-۴ شکستگی و پیچ خوردگی لوله فولادی با قطر ۲۸ اینچ را در اثر زلزله نشان می دهد. این لوله در زمین در تقاطع با گسل فعال بوده است.)
- واژگون شدن مخازن ذخیره آب (در اثر زلزله ممکن است مخازی هوایی واژگون شده و کاملا تخریب شوند. شکل ۱-۵ مربوط به یک مخزن واژگون شده در اثر زلزله می

باشد. در ضمن در مخازن زمینی نیز امکان ایجاد ترک و درز و شکاف و مشکلات سازه ای وجود دارد

- از کارافتادن سیستم پمپاژ به دلیل قطع برق یا از کار افتادن واحد پمپاژ
- آلوده شدن آب در اثر ورود آلاینده ها از محلهای شکستگی و امکان گسترش بیماریهای منتقله توسط آب (جدول ۱-۲ فهرست مهمترین بیماریهای منتقله از آب پس از وقع زلزله و بروز مشکلات در سیستم آبرسانی را ارائه می نماید.)
- آلوده شده منابع آب زیرزمینی (آبهای زیرزمینی ممکن است به دلیل ورود فاضلابها، مواد نشت یافته از مخازن نفت،بنزین و سایر مواد شیمیایی و غیره در معرض آلودگی واقع شوند.در ضمن در بسیاری از موارد کدورت آب چاههای آشامیدنی افزایش می یابد.)
- کمبود منابع تامین آب اضطراری
- تخلیه آب از لوله های اصلی و غرقاب کردن مناطق پایین دست
- قطع آب و مشکل مقابله با آتش سوزیها (در اثر زلزله در بسیاری از مناطق به دلایل مختلف نظیر نشت گاز و غیره آتش سوزی رخ می دهد. بر خی از مواقع تعداد آتش سوزیهای همزمان به اندازه ای است که حتی در شرایط عادی نیز سیستمهای خدمات رسانی امکان برخورد با مسئله و رفع معضل را ندارد. به طور مثال در کوبه ژاپن، اندکی پس از وقوع زلزله به طور همزمان ۳۰۰ آتش سوزی همزمان اتفاق افتاد.)

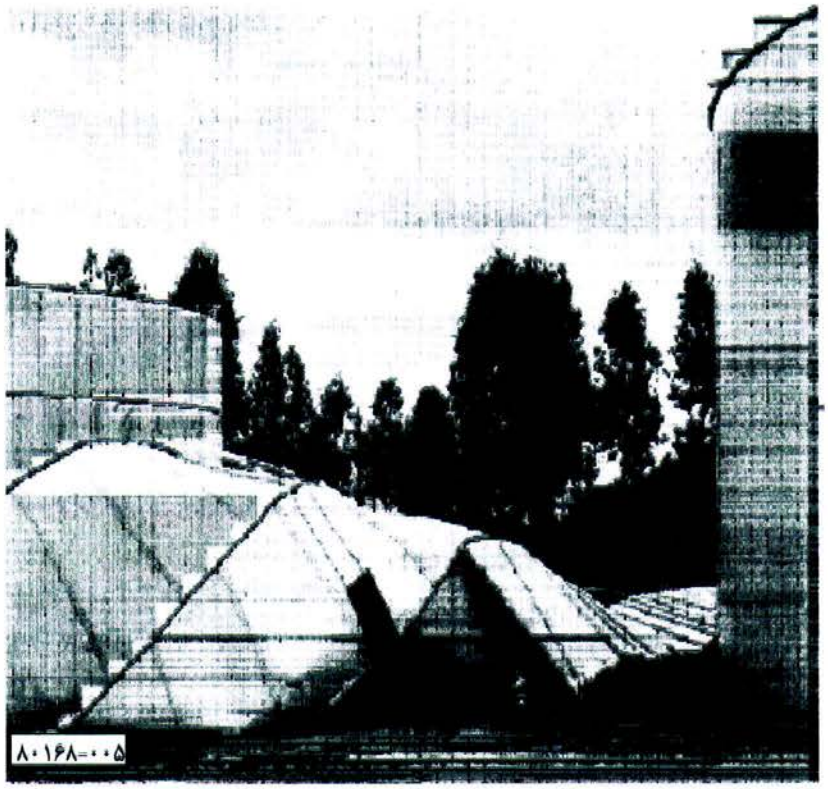
۸۰۱۶۸-۰۰۳

شکل ۱-۳: ترکها و شکافهای عمیق در اثر زلزله که می توانند تخریب جدی در تاسیسات زیرزمینی نظیر لوله های آبرسانی را باعث شوند*.

۸۰۱۶۸-۰۰۴

شکل ۱-۴: لوله فولادی انتقال آب به قطر ۲۸ اینچ که در تقاطع با خط گسل بوده و در اثر زلزله دچار شکستگی و خمش واقع گردیده و از زمین خارج شده است*.

* Source: Nitcgeva O., G. Velkovsky, "Groundwater related environmental problems after an earthquake", Institute of Water Problems, Bulgarian Academy of Science, Available: nitcheva.pdf [accessed 12 July 2004].



شکل ۱-۵: مخزن هوایی واژگون شده در اثر زلزله[&]

[&] Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

جدول ۱-۲- مهمترین بیماریهای منتقله توسط آب در بلاهای طبیعی نظیر زلزله و سیل[+]

بیماری و نحوه سرایت	عامل میکروبی	منبع عامل بیماری	نشانه های عمومی
آمیبیازیس (دستی-دهانی)	تک یاخته (کیست انتامباهیستلیتیکا)	فاضلاب- آب تصفیه نشده - مگس در منابع آب	ناراحتی گوارشی - خستگی -کاهش وزن اسهال -شکم درد
کامپیلوباکتریوزیس (مدفوعی -دهانی)	باکتری (کامپیلوباکتر)	آب تصفیه نشده - سطح بهداشتی پایین- زندگی در جوامع شلوغ بدون تسهیلات دفع فاضلاب	تب - درد در ناحیه شکم - اسهال
وبا (مدفوعی -دهانی)	باکتری (ویبریو کلرا)	آب تصفیه نشده - سطح بهداشتی پایین- زندگی در جوامع شلوغ بدون تسهیلات دفع فاضلاب	اسهال آبکی - تهوع - گرفتگی عضلانی
کریپتواسپوریدیوزیس (دهانی)	تک یاخته (کریپتواسپوریدیوم پاروم)	تجمع بر روی صافیها و غشاها که قابل گندزدایی نیستند. فضولات حیوانی - روانابهای سطحی	اسهال - اختلالات گوارشی
ژیاردیازیس (مدفوعی - دهانی) (دستی-دهانی)	تک یاخته (ژیاردیا لامبلیا) شایعترین انگل روده ای	آب تصفیه نشده - گندزدایی ضعیف - شکستگی لوله - نشت - آلودگی آبهای زیرزمینی- محل کمپها که منبع آب مورد استفاده انسان و حیوانات مشترک باشد- سگ آبی و موش آبی مخزن ژیاردیا هستند	اسهال - اختلالات گوارشی - درد در ناحیه شکمی - نفخ
هپاتیت عفونی (مدفوعی -دهانی)	ویروس (هپاتیت A)	فاضلاب خام-آب تصفیه نشده - سطح پایین بهداشت - خوردن صدف آلوده	تب - لرز - اختلالات گوارشی - یرقان
سالمونلوزیس (دهانی)	باکتری (گونه های سالمونلا)	آب آلوده - صدف - لاک پشت - ماهی	گاستروآنتریت - تب - سپتی سمی
شیگلوز (مدفوعی- دهانی)	باکتری(گونه های شیگلا)	لجن- فاضلاب تصفیه نشده آلودگی آبهای زیرزمینی - آب آشامیدنی که خوب گندزدایی نشده باشد.	تب - اسهال - مدفوع خونی
تب تیفوئید (مدفوعی- دهانی)	باکتری (سالمونلا تیفی)	فاضلاب خام(انسان حامل و دفع کننده عامل بیماری است) منابع تامین آب سطحی	تب - سردرد- کاهش اشتها- اسهال - تهوع - راشهای شکمی- پیوست- استفراغ
بیماری لژیونرها (تنفس)	باکتری (لژیونلا سینسیناتوس)	برجهای خنک کننده- تنفس بخارات در هنگام دوش گرفتن- فاضلاب خام- آبهای راکد در مخازن و برجها - سازه های مجاور رودخانه و دریاچه	شبیه آنفولانزا و پنومونی کسالت- تب - لرز - سردرد- تهوع و استفراغ - سرگیجه- سرفه - احساس درد و فشار در قفسه سینه
تب پونتیاک (تنفس)	باکتری (لژیونلاسه آ)	مانند منابع ذکر شده در خصوص بیماری لژیونرها	شکل ملایمتری از بیماری لژیونرها عوارض شبیه پنومونی ولی بدون تب
گاستروآنتریتهای ویروسی (مدفوعی- دهانی)	ویروسها (نورواک ویروس و خانواده روتاویروسها)	فاضلاب- آب آلوده - آب آشامیدنی که بخوبی گندزدایی نشده باشد.) بیشتر منابع آب سطحی مسئول گسترش بیماری هستند.	اسهال تهوع و استفراغهای مکرر در طی ۲۴ ساعت - ناراحتی و اختلالات گوارشی- سردرد- تب

[+] Source: Information Resources: University of Illinois Extension Disaster Resources. 1998. Preventing Waterborne Illness. Available: Preventing Waterborne Illness.htm [accessed 1 October 2004].

۱-۲-۳- گاز

خطوط انتقال و توزیع گاز از جمله زیرساختهایی است که ممکن است در هنگام وقوع زلزله مورد آسیب واقع شود. کارکردن صحیح و مداوم سیستم گازرسانی پس از زلزله از ضروریات حفظ رفاه و سلامت جمعیت بشمار می رود.عوامل اصلی آسیب تاسیسات گازرسانی در زلزله مربوط به گسلهای سطحی، انتشار موج زلزله و روانروی خاک است.مشکلاتی که در هنگام وقوع زلزله در این خصوص محتمل است عبارتند از:

- امکان بروز آتش سوزیهای وسیع در اثر نشت گاز (بروز آتش سوزی، تعداد و وسعت آن علاوه بر ایمنی و استاندارد سیستم گازرسانی به هنگام وقوع زلزله نیز بستگی دارد. در کوبه ژاپن زلزله در اوایل صبح رخ داد. در این هنگام بسیاری از مردم در کنار اجاقها مشغول پخت و پز و تهیه صبحانه بودند. روشن بودن اجاقها در هنگام وقوع زلزله باعث بروز ۳۰۰ آتش سوزی همزمان گردید. تحقیقات بعدی نشان داد که ۵۰۰ نفر در اثر آتش سوزی در کوبه جان خود را از دست دادند و ۷۰۰۰ ساختمان به دلیل آتش سوزی در این زلزله کاملا نابود شد. قطع خطوط ارتباط تلفن و بروز مشکلات در امداد رسانی نیز به افزایش تلفات جانی و مالی در کوبه انجامید. از این رو در بسیاری از موارد آتش سوزی ناشی از زلزله ،بسیار مهمتر از سایر عوارض ناشی از آن است.
- امکان نشت گاز در ساختمانها و مراکز آسیب دیده و مخاطرات جانی آسیب دیدگان و افراد زیر آوار (امکان خفگی)
- قطع گاز و عدم امکان برقراری مجدد جریان گاز تا مدتها پس از وقوع حادثه (به علت تخریب وسیع شبکه گاز و عدم امکان فنی، مالی و اجرایی جهت بازسازی)
- عدم دسترسی سایر زیرساختها و تاسیسات به منبع انرژی جایگزین (در مواردی که بسیاری از تاسیسات نظیر نیروگاهها، منابع اصلی انرژی در صنعت و غیره از گاز طبیعی

استفاده کنند، بروز خسارات جدی و اساسی در تاسیسات تامین و توزیع گاز می تواند بکلی فعالیت این واحدها را مختل نموده و سبب بروز مشکلات مضاعف شود.)

- امکان بروز حوادث و سوانح ناشی از بکارگیری سایر منابع انرژی جایگزین به منظور گرمایش
- عدم آمادگی سیستم های و سازمانهای مقابله با آتش سوزی در برخورد موثر در هنگاه بروز آتش سوزیهای همزمان

تحقیقات نشان داده اند که چنانچه لوله های گاز کارگذاری شده در زمین در مجاورت خط گسل واقع شده باشند،توان تحمل نیروی برشی حاصله را نداشته و آسیب جدی خواهند دید.ولی چنانچه لوله ها از گسل دور باشند، انتشار موج زلزله می تواند عامل موثر در خسارات و صدمات وارده تلقی شود. روانروی خاک و متعاقب آن عدم وجود تکیه گاه مناسب به عنوان بستر لوله نیز می تواندسبب بروز صدماتی در خط لوله شود.

۱-۲-۴- سیستمهای ارتباط از راه دور

سیستمهای ارتباطی نظیر تلفن از زیر ساختارهای مهم بوده و آسیب دیدن آن در زلزله بسیاری از فعالیتها نظیر امداد رسانی را مختل نموده و باعث افزایش تعداد تلفات خواهد شد. ترمیم سریع مشکلات وارده بر سیستمهای مخابراتی پس از زلزله جهت انجام اقدامات اصلاحی در منطقه بسیار ضروری است. در بسیاری از موارد همچنان که در شکل ۱-۶ مشاهده می شود، امکاناتی بطور عمومی جهت برقرای مکالمات و سایر ارتباطات نظیر فکس تدارک دیده خواهد شد.

شکل ۱-۶: چادر ارتباط راه دور که در موارد اضطراری برای استفاده عموم تدارک دیده شده است[Ω].

مشکلاتی که عموما در زلزله در سیستمهای ارتباط از راه دور ایجاد می شوند عبارتند از:

- تخریب ساختمانها و سازه های مربوط به ارگانهای برقرای ارتباط از راه دور در این ساختمانها (شکل ۱-۷) ابزار دقیق و سیستمهای الکترونیکی مربوطه مستقر است که آسیب دیدن آنها سبب قطع ارتباط می شود.

[Ω] Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

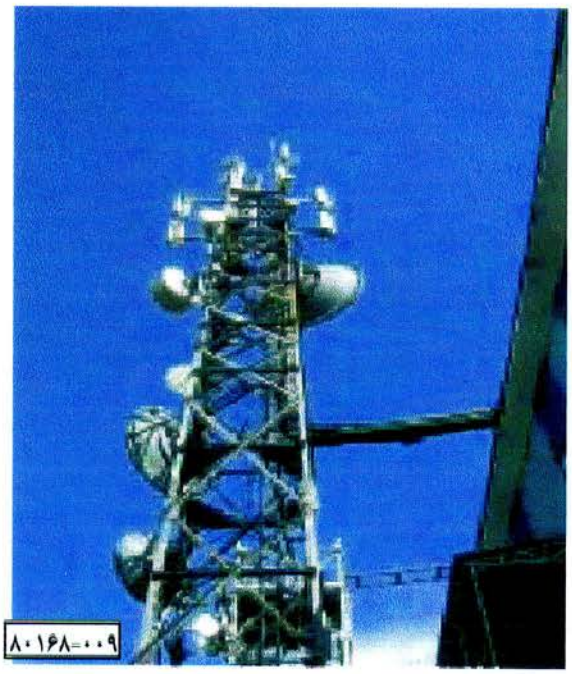
شکل ۱-۷: ساختمان مخابرات که در موارد اضطراری ممکن است تخریب شده و به علت آسیب دیدگی سیستمهای سخت افزاری مستقر آن منجر به قطع ارتباطات گردد*.

- جابجایی برخی از تجهیزات و بهم خوردن کالیبراسیون (شکل ۸-۱ جابجایی تجهیزات در زلزله را نشان می دهد).

شکل ۱-۸: جابجایی تجهیزات ممکن است سبب برهم خوردگی کالیبراسیون دستگاهها شده و در سیستمهای ارتباطی اختلال ایجاد کند*.

* Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

- سقوط و آسیب دیدگی برجهای رلـه (همچنانکـه در شـکل ۱-۹ ملاحظـه مـی شـود، برجهای رله از تاسیسات حساس سیستمهای ارتباط از راه دور بوده و در صـورت بـروز خسارات جدی برقراری مجدد ارتباطات به مدت طولانی تری نیاز خواهد داشت).



شکل ۱-۹: برج رله از تاسیسات مهم سیستمهای ارتباط از راه دور که ممکن است در زلزله های شدید دچار مشکل شود[&].

- ژنراتورها که در صورت قطع برق باید در مدار قرار گرفته و برق لازم سیستم را تامین نمایند.

۱-۲-۵- سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب

سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب در اجتماع از زیرساختهای اساسی حفظ بهداشت عمومی و محیط زیست بشمار می روند. در هنگام وقوع زلزله و پس از آن ممکن است

[&] Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

مشکلاتی در این سیستمها بوجود آید که در نتیجه آن جمعیت آسیب دیده در معرض آلودگی و بیماریهای منتقله از آب و مدفوع قرار خواهند گرفت. مهمترین این مشکلات عبارتند از:

- شکستگی و جابجایی خطوط لوله جمع آوری و ورود خاک به داخل سیستم و انسداد آن (تجربیات حاکی از این است که محلهای اتصال انشعاب منازل به خطوط لوله آسیب پذیر تر است. در زلزله ترکیه خطوط لوله فاضلابروی اصلی دچار آسیب جدی نشد در حالیکه محل اتصال منازل به خطوط لوله آسیب دید) در برخی از موارد باید اقدامات اساسی و پایه ای صورت پذیرد و حتی در مسیرهای لازم خطوط مجددا کارگذاری شود. شکل ۱-۱۰ نشان دهنده عملیات کارگذاری خط لوله فاضلاب در منطقه آسبی دیده است. شکل ۱-۱۱ نیز نشان دهنده نحوه شکستگی لوله جمع آوری فاضلابی که در مسیر گسل قرار داشته است، را نشان می دهد..

شکل ۱-۱۰: کارگذاری خط لوله فاضلاب پس از وقوع زلزله که به دلیل وارد شدن خسارات جدی به خط لوله و تخریب کلی آن انجام شده است[β].

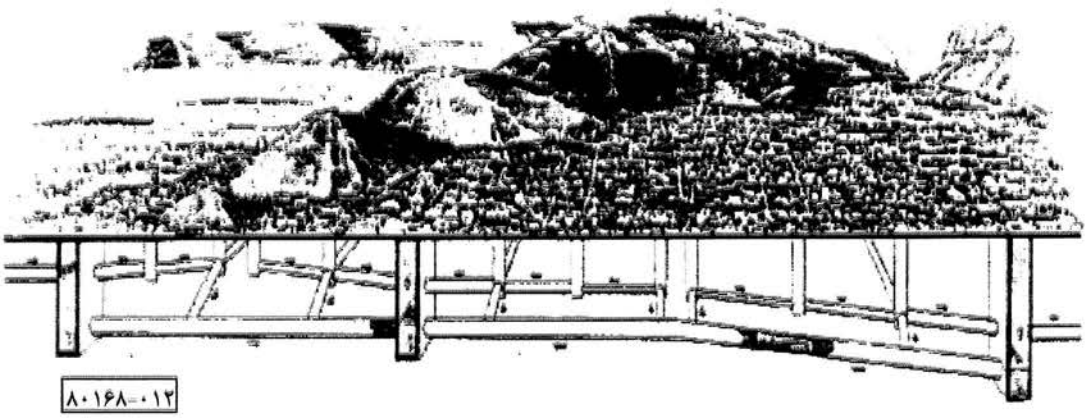
[β] Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

شکل ۱-۱۱: شکستگی خط لوله و تخلیه فاضلاب در محیط در هنگام وقوع زلزله*.

- از کار افتادن سیستم پمپاژ فاضلاب به دلیل قطع برق یا تخریب سازه ها و از کارافتادن تجهیزات مکانیکی (در این صورت فاضلاب از دریچه های آدم رو و یا منازل پس زده و به محیط زیست انسانی وارد می شود. در این خصوص امکان بروز بیماریهای منتقله از آب، جلب حشرات موذی و انتشار بو از معضلات عمده تلقی می شوند)
- تشدید نشت فاضلاب به خارج از خط لوله و آلوده شدن منابع آب
- از کار افتادن ادوات و تجهیزات مکانیکی و برقی تصفیه خانه که در این صورت تصفیه فاضلاب مختل شده و منابع پذیرنده پساب خروجی به شدت آلوده خواهند شد
- آلودگی منابع آب (در اثر نشت فاضلاب امکان آلوده شدن آبهای زیر زمینی زیاد است. از طرفی به دلیل امکان قطع شدن آب در اثر زلزله ممکن است این منابع مورد استفاده قرار گرفته و جمعیت آسیب دیده در معرض مخاطرات بهداشتی واقع شوند.)

* Source: "8 Damage to Lifelines",Available: www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm [accessed 12 September 2004].

- بالا آمدن آب در اثر جابجایی خاک ، غرقاب شدن لوله های جمع آوری و جابجایی روبه بالای لوله (در هنگام زلزله به دلیل تکانهای شدید و فشرده شدن ذرات خاک آب بین ذرات خارج شده و حرکت می کند. اگر این آب در مجاورت لوله های قطور فاضلاب قرار گیرد،نیروی شناوری لوله را به سمت بالا حرکت. خواهد داد. برای جلوگیری از این مسئله لازم است شافتهای بتنی برای نگهداری لوله در محل خود تعبیه شده باشد شکل ۱-۱۲ این مسئله را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۲: خط لوله فاضلاب که برای جلوگیری از پدیده Uplifting به شافتهای نگهدارنده مجهز شده است[β].

۱-۲-۶- سیستم حمل و نقل (راهها و جاده های ارتباطی)

راهها و جاده های دسترسی از زیرساختارهای مهم در یک جامعه بشمار می رود. در برخی از زلزله ها تخریب جاده ها و راهها به اندازه ای وسیع است که ماهها و سالها وقت برای ترمیم آنها لازم است. وارد آمدن خسارات در این موارد مشکلات بسیاری زیادی را در ارائه خدمات اعم از

[β] Source: Tokida K.,K. Tamura and O. Matsuo, " State of the Arts on Research and Development in Earthquake Disaster Prevention of Lifeline Facilities in Japan" Available: 21tokida.pdf [accessed 10 September 2004].

کمک رسانی، انتقال مجروحین، آبرسانی، جمع آوری و دفع فاضلاب و سایر اقدامات لجستیکی سبب می شود. مشکلاتی که معمولا زلزله در این زیرساخت مهم ایجاد می کند عبارتند از:

- جابجایی و لغزش زمین و قطع جاده ارتباطی
- نشست و روانروی خاک
- ریزش کوه و مسدود شدن جاده
- تخریب پلها و تونلها
- تصادفهای هنگام وقوع زلزله
- ناپایدار شدن زمین در مناطق کوهستانی و امکان ریزشهای بعدی
- روانروی خاک و تخریب باند فرودگاهها

فصل دوم

فصل ۲- زیرساختهای اساسی جامعه و اثرات زلزله بر آنها

۲-۱- مقدمه

در فصل اول زیرساختهای اساسی جامعه و اثرات زلزله بر آنها معرفی شد. در این فصل هدف معرفی گامهایی است که باید در خصوص تعیین آسیبهای احتمالی سیستم جمع آوری و دفع فاضلاب در یک منطقه و مقابله با آنها برداشته شود. باید همواره بدین نکته توجه داشت که واکنش مناسب در برابر تهدیدهای ناشی از زلزله در گرو مطالعات برنامه ریزی و اقدامات مدبرانه ای است که از پیش باید صورت پذیرفته باشند. انجام مطالعات تعیین آسیب پذیری سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب در کلیه مناطقی که از نظر زمین شناسی در معرض خطر هستند لازم و ضروری بوده و پایه کلیه اقدامات و برنامه ریزیها را تشکیل می دهد. در این فصل اطلاعات لازم و نحوه انجام مطالعات تعیین آسیب پذیری سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب ارائه شده است.

۲-۲- آسیب پذیری سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب

بطور کلی انجام مطالعات آسیب پذیری زیرساختهای شهری در برابر زلزله در یک سیستم ارائه خدمات شهری باید بطور جامع انجام شود. اگر این مطالعات بطور یکپارچه برای کلیه زیرساختها انجام شود، از دوباره کاری ها اجتناب شده و اثرات متقابل نیز بهتر مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. برای تعیین آسیب پذیری زیرساختها چه در خصوص سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب و چه در سایر موارد، می توان از اطلاعات پایه، نقشه ها و بانکهای اطلاعاتی بطور مشترک استفاده نمود، لذا تهیه "بانک اطلاعات جغرافیایی"[1] از اقدامات اساسی بشمار می رود. متاسفانه در بسیاری از جوامع به دلیل عدم ارتباط بین بخشی، هر سازمانی به طور مستقل اقدام به تهیه اطلاعات پایه و نقشه های مرجع می نماید. مشکل بزرگ این رویکرد در تهیه اطلاعات پایه و نقشه های مربوطه این است که برقرای ارتباط بین مطالعات درخصوص یک زیرساخت با سایر زیرساختها به سادگی

[1] Geographic Database

میسر نیست. از این رو بهتر است با استفاده از یک سیستم جامع بانک اطلاعاتی جغرافیای اقدام به تهیه نقشه های لازم نمود. با استفاده از این سیستم هر یک از زیرساختها را می توان به عنوان لایه ای مستقل مورد برررسی و ارزیابی قرار داد. ساختار بانک اطلاعاتی جغرافیایی به شرح زیر است و لازم است این اطلاعات جمع آوری و سازماندهی شود.

داده های پایه

- شناسنامه زلزله منطقه
- گسلهای فعال
- زمین شناسی
- خصوصیات زمین شناختی
- توپوگرافی
- آمار ساختمانها
- آمار جمعیت
- تسهیلات شهری
- تاسیسات شهری
- کاربری اراضی
- تاسیسات خطر آفرین
- آمار جاده ها
- شبکه خط آهن و مترو
- منطقه بندی
- ترافیک

نقشه های پایه

- تراز منطقه
- شیب
- منابع آب (سطحی و زیرزمینی)
- زمین شناسی و خصوصیات خاک
- توپوگرافی
- ساختمانها و تراکم

- جمعیت
- شبکه آب
- شبکه جمع آوری فاضلاب
- شبکه گاز
- خطوط انتقال نیرو
- شبکه مخابراتی
- کاربری اراضی
- توزیع تاسیسات خطرآفرین
- جاده ها
- شبکه خط آهن و مترو
- ترافیک

نقشه های تحلیلی

- حداکثر شتاب زمین
- شدت زلزله (با استفاده از مدلهای ریاضی)
- پایداری شیبها
- تخریب ساختمانها
- تخریب سیستم جمع آوری و دفع قاضلاب
- تلفات انسانی احتمالی
- تخریب تسهیلات و سازه ها

نقشه های ارزیابی

- ارزیابی جامع تاثیرات زلزله
- آمادگی در مواجهه با تخریبها و خسارات ناشی از زلزله
- دسترسی به تسهیلات عمومی

توصیه ها و راهکارها

- توصیه ها و اقدامات جهت کاهش اثرات سوء و جبران خسارات
- طرح جامع برای مدیریت زلزله

ساختار بانک اطلاعاتی فوق جهت انجام مطالعات جامع آسیب پذیری است. در این طرح نهادها و ارگانهای متولی جمع آوری و دفع فاضلاب باید اطلاعات زیر را در اختیار بانک اطلاعاتی قرار دهند.

- شبکه جمع آوری فاضلاب (خطوط لوله – جانمایی آنها – قطر – عمر لوله و تاسیسات – عمق نصب – وضعیت موجود بهره برداری با تکیه بر ارائه مشکلات فنی در شبکه فعلی)
- نقاط آسیب پذیر
- منابع آب که بالقوه و بالفعل تحت تاثیر آسیبهای ناشی از زلزله هستند
- ایستگاههای پمپاژ و محل تصفیه خانه ها
- خسارات احتمالی در اثر وقوع زلزله
- امکانات موجود جهت رفع مشکلات ناشی از زلزله در تاسیسات فاضلاب
- برآورد منابع مورد نیاز جهت برخورد با مشکلات ناشی از تخریب و خسارت سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب
- طرح مقدماتی اقدامات جهت کاهش اثرات سوء زلزله

برخی از مهمترین نقشه هایی که بر پایه بانک اطلاعات جغرافیایی زلزله در شهر تهران که توسط محققین ژاپنی (JICA[1]) تهیه شده است در ادامه این فصل، ارائه شده اند. اقدام جهت تهیه نقشه های GIS[2] از منطقه مورد مطالعه اولین اقدام در مطالعات آسیب پذیری سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب در اثر زلزله بشمار می رود. استفاده از این سیستم جهت ارائه و نمایش اثرات زلزله و ارزیابی های انجام شده و شبیه سازی های مربوطه بسیار مفید می باشد.

[1] Japan International Cooperation Agency

[2] Geographical Information System

۲-۳- آسیبهای وارده بر سیستمهای جمع آوری و دفع فاضلاب

همچنانکه در فصل اول نیز بیان شد، مهمترین آسیبهای وارده بر سیستم جمع آوری فاضلاب عبارتند از:

- شکستگی و جابجایی خطوط لوله (بویژه مسیرهایی که در تقاطع با گسل هستند)
- روانروی و تغییر موضع لوله ها
- قطعی برق و از کارافتادن ایستگاههای پمپاژ
- آلوده شدن منابع آب و منابع پذیرنده فاضلاب نهایی
- رانش زمین به دلیل ناپایداری شیبها و خسارات ناشی از آن بر تاسیسات

ذیلا درخصوص هریک از موارد توضیحات بیشتری ارائه گردیده است.

۲-۳-۱- شکستگی و جابجایی خطوط لوله

لوله هایی که در مسیر گسلهای فعال هستند بیشترین آسیب پذیری را از خود نشان می دهند. نقشه خطوط گسل و خطوط اصلی جمع آوری فاضلاب جهت بررسی امکان و احتمال بروز خسارات احتمالی باید تهیه شود. محققین ژاپنی (کوبو و کاتایاما) رابطه (۲-۱) را برای برآورد آسیب وارده بر لوله های آب پیشنهاد کردند. در این رابطه خسارات وارده (تعداد نقاط شکستگی) بر حسب حداکثر شتاب زمین قابل محاسبه است. رابطه زیر عبارت است از:

$$Rfm = Rf\, C_g C_P C_d \qquad (۱-۲)$$

که در آن،

Rfm = میزان آسیب (تعداد نقاط در کیلومتر)

$$R_f = 1.7 * A^{6.1} * 10^{-16}$$

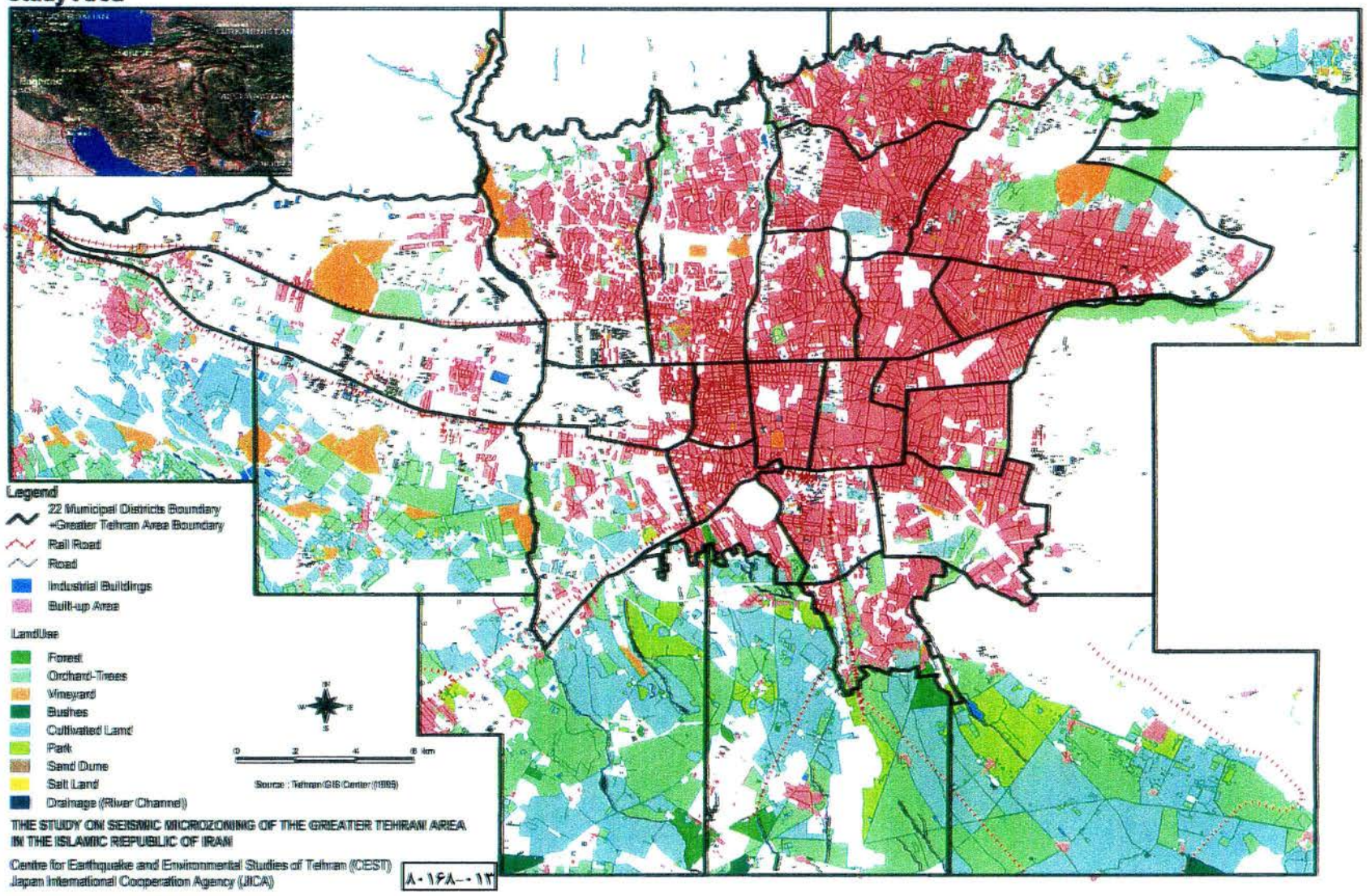
(در مواردیکه Rf بزرگتر از ۲ باشد ، مساوی ۲ در نظرگرفته می شود)

C_g =ضریب زمین

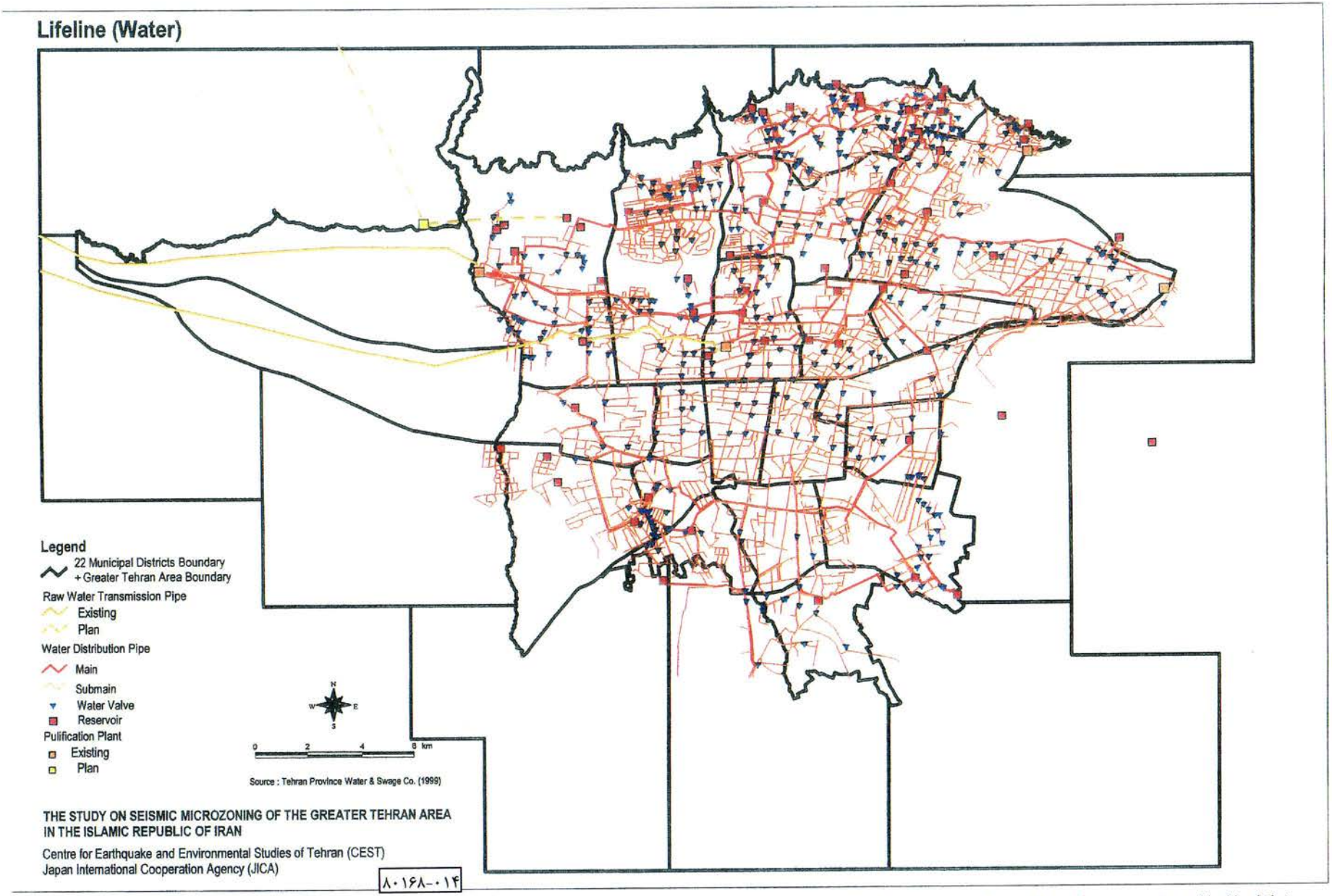
برای زمینهای آبرفتی C_g برابر یک و برای مناطق تپه ای برابر ۰/۵ در نظر گرفته می شود.

C_P =ضریب جنس لوله (تابع مصالح و مقاومت لوله است)

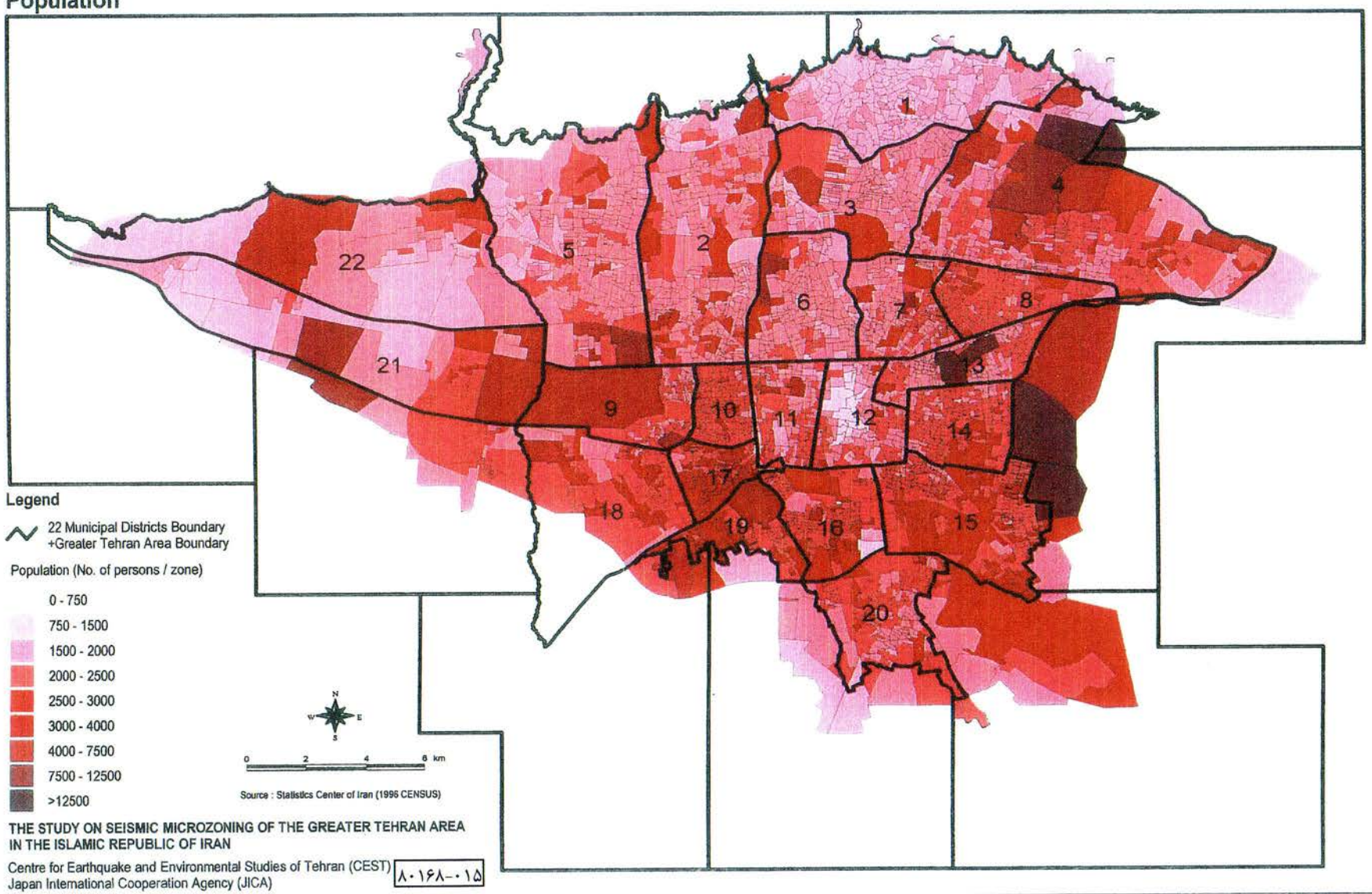
C_d =ضریب قطر لوله



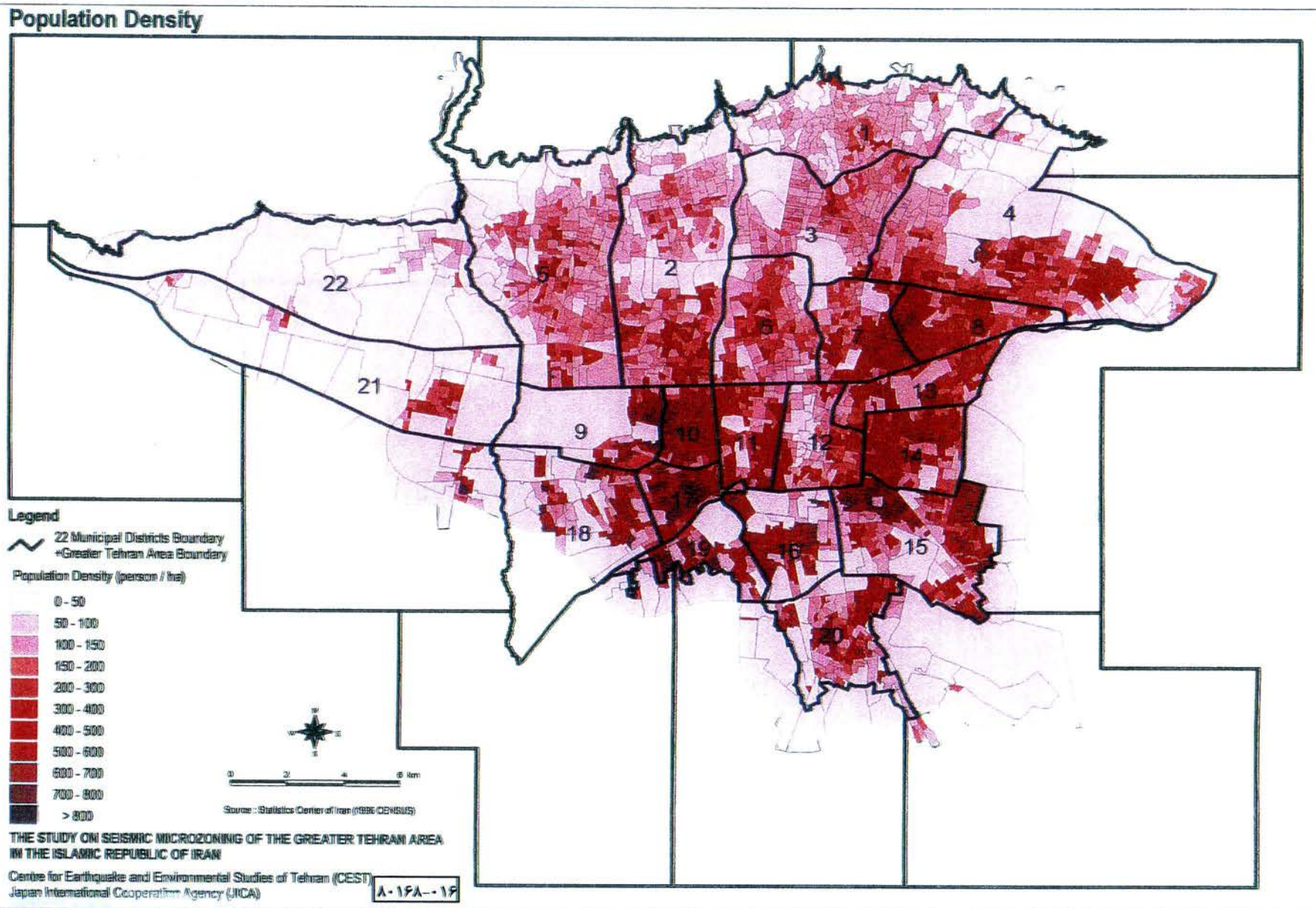
شکل ۲-۱: نقشه منطقه مطالعاتی (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



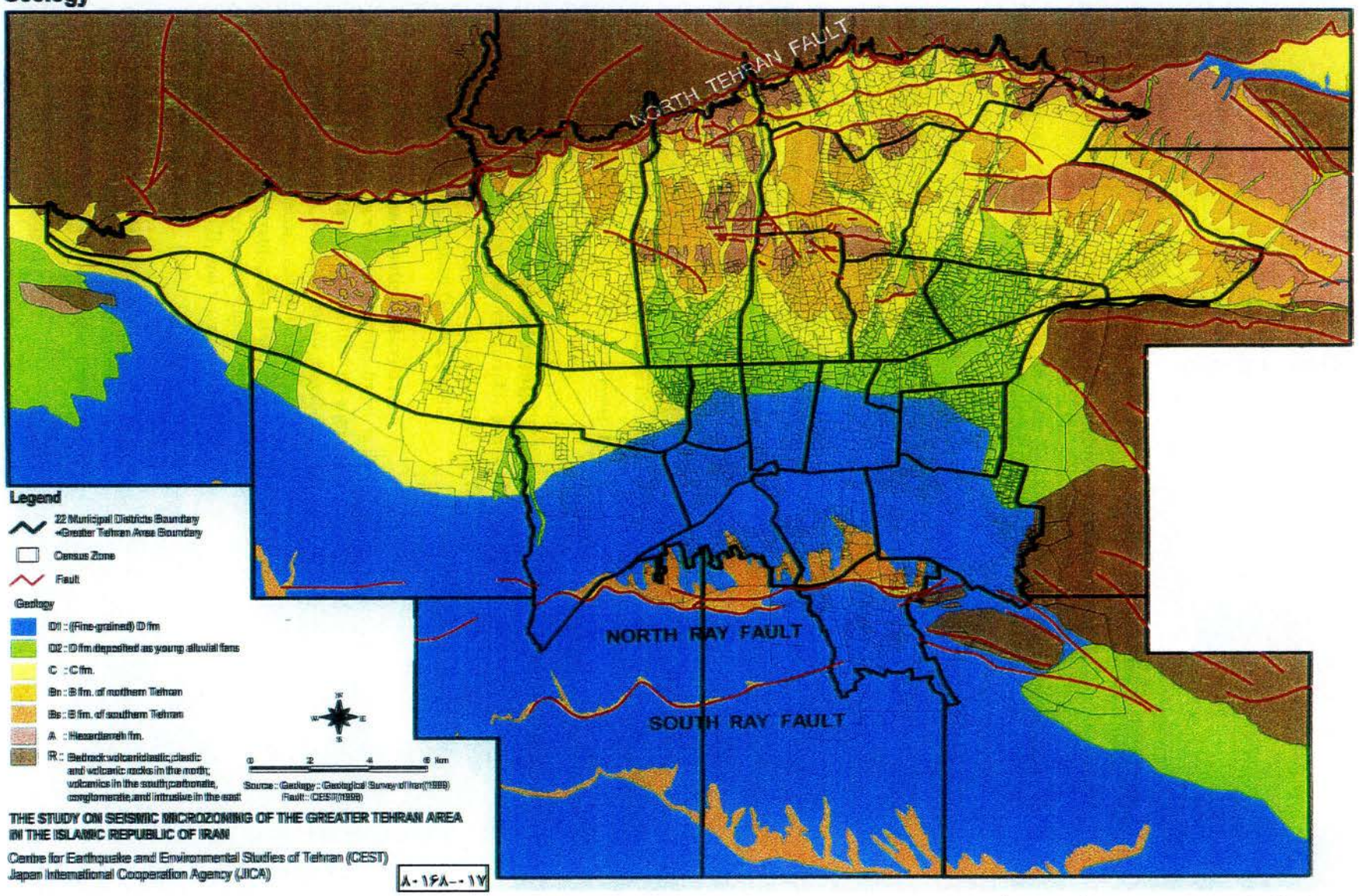
شکل ۲-۲: نقشه زیرساختهای حیاتی (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



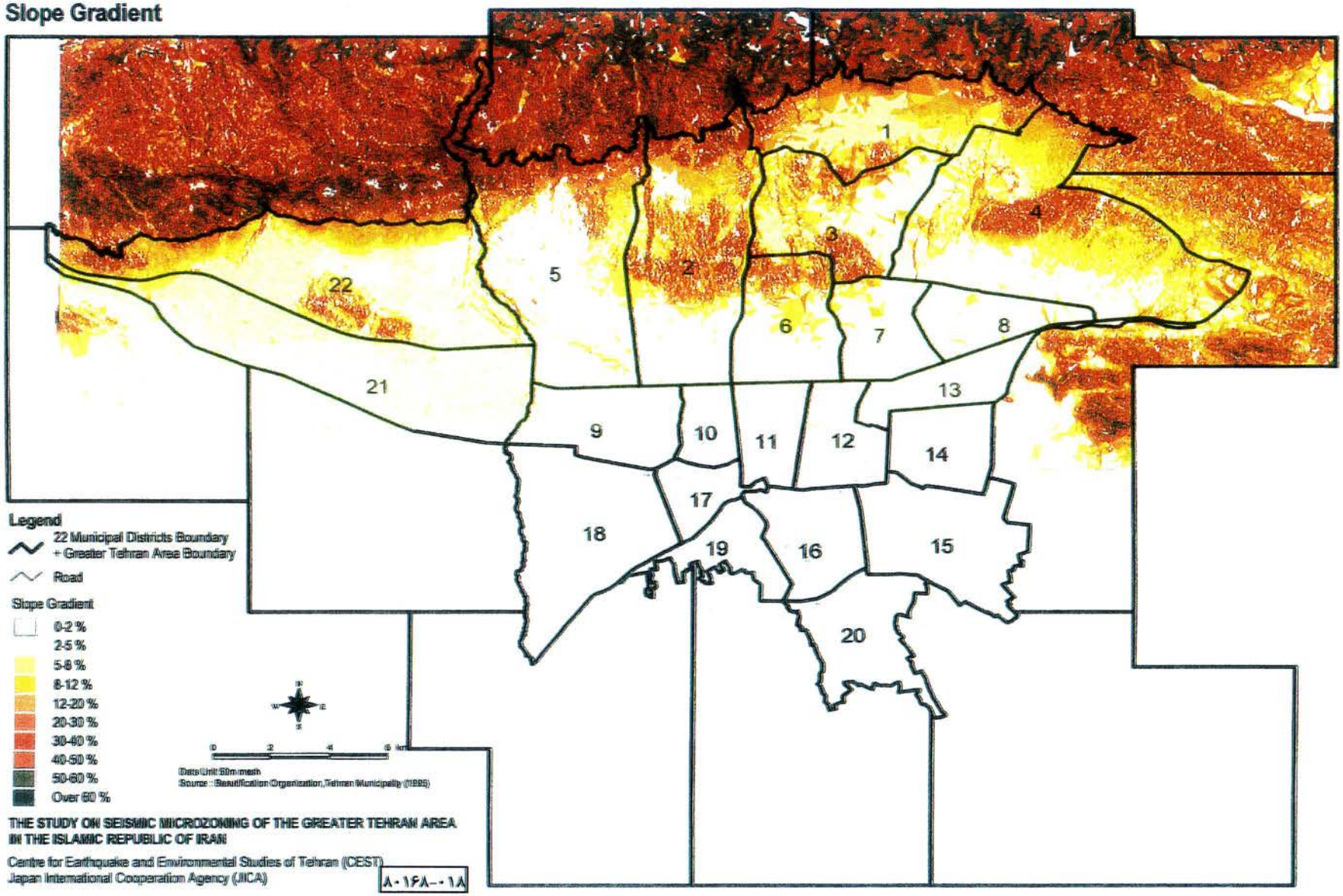
شکل ۲-۳: نقشه جمعیت منطقه (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



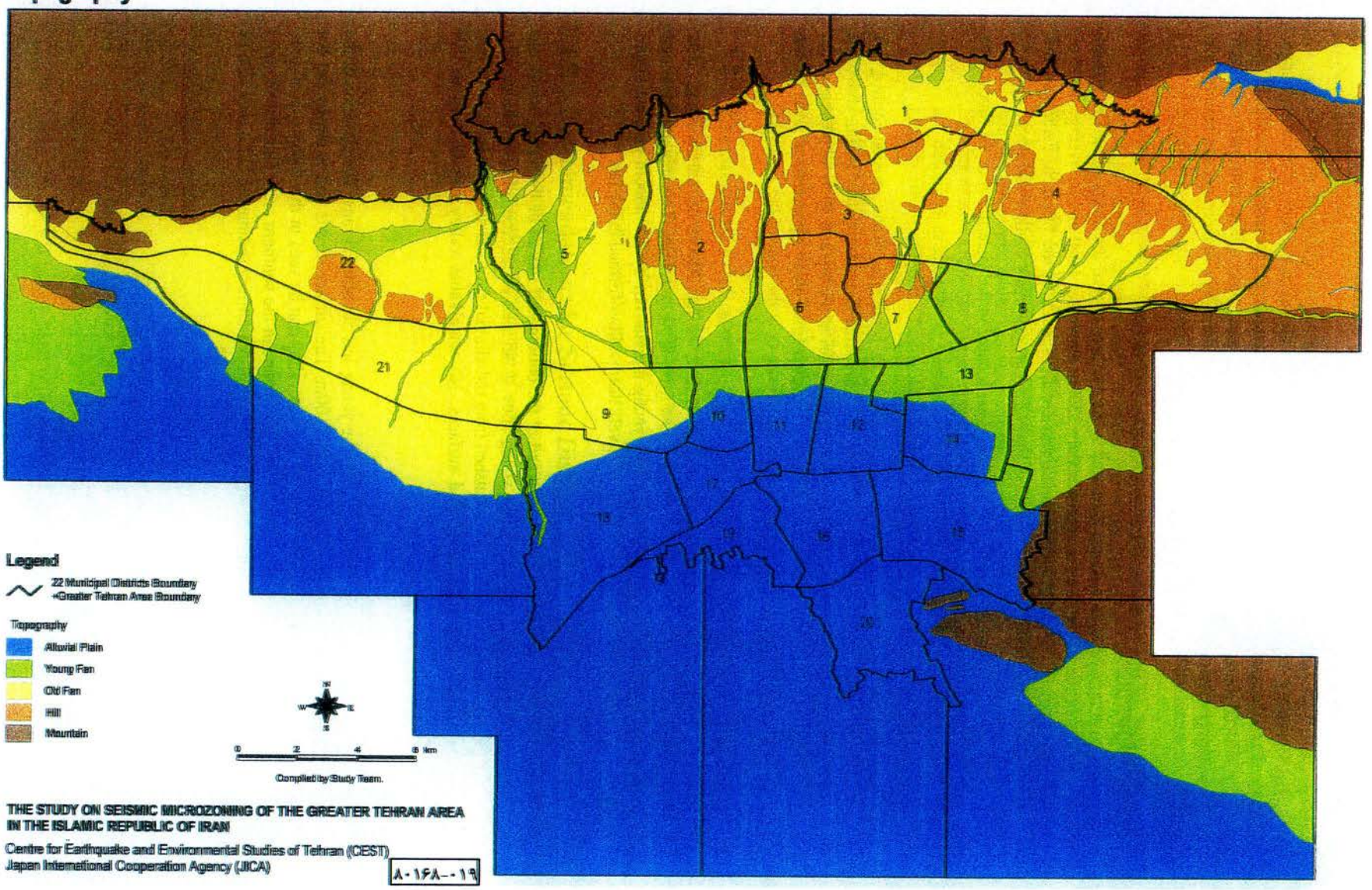
شکل ۲-۴: نقشه تراکم جمعیتی (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



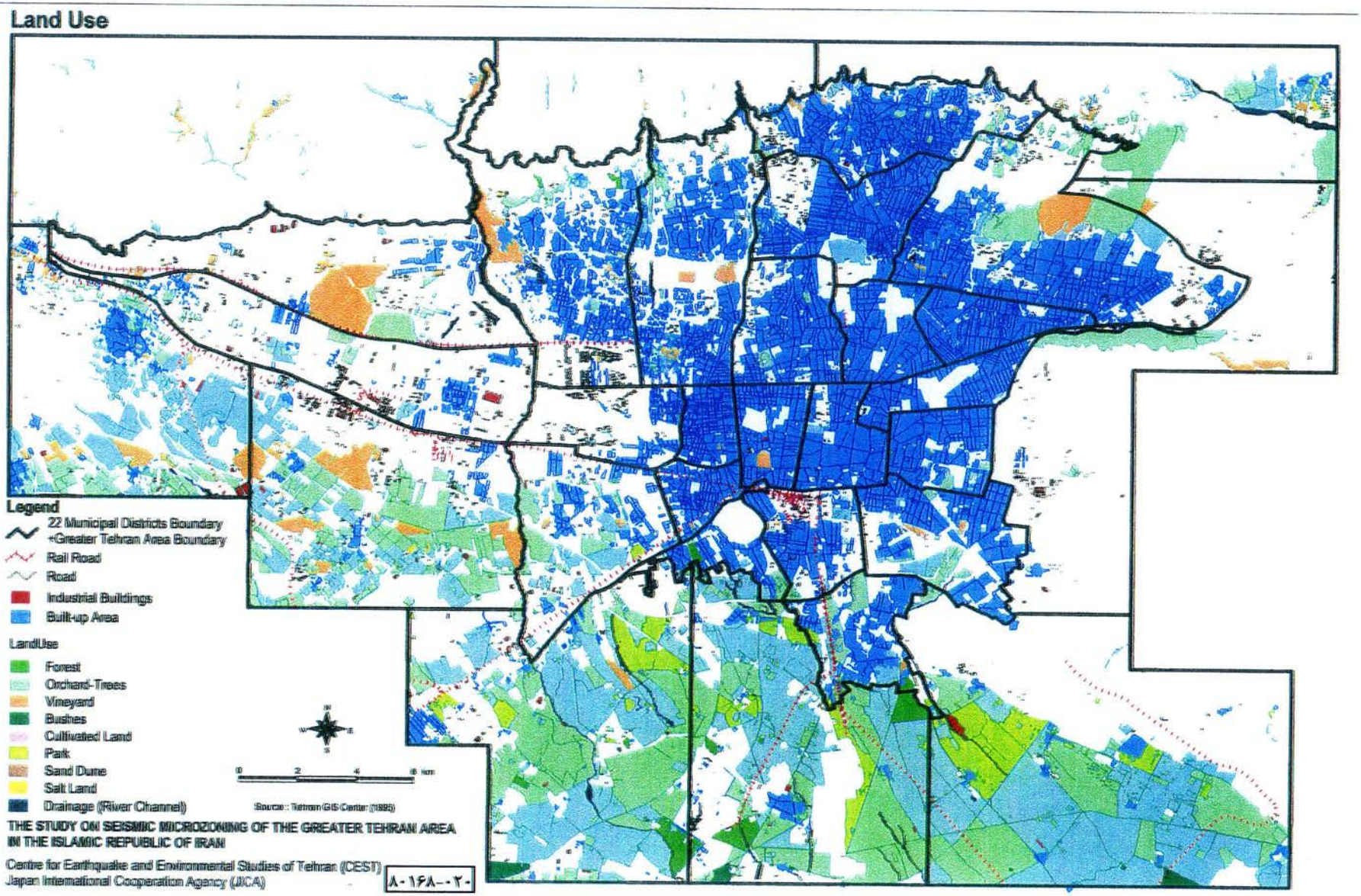
شکل ۲-۵: نقشه زمین شناسی منطقه (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



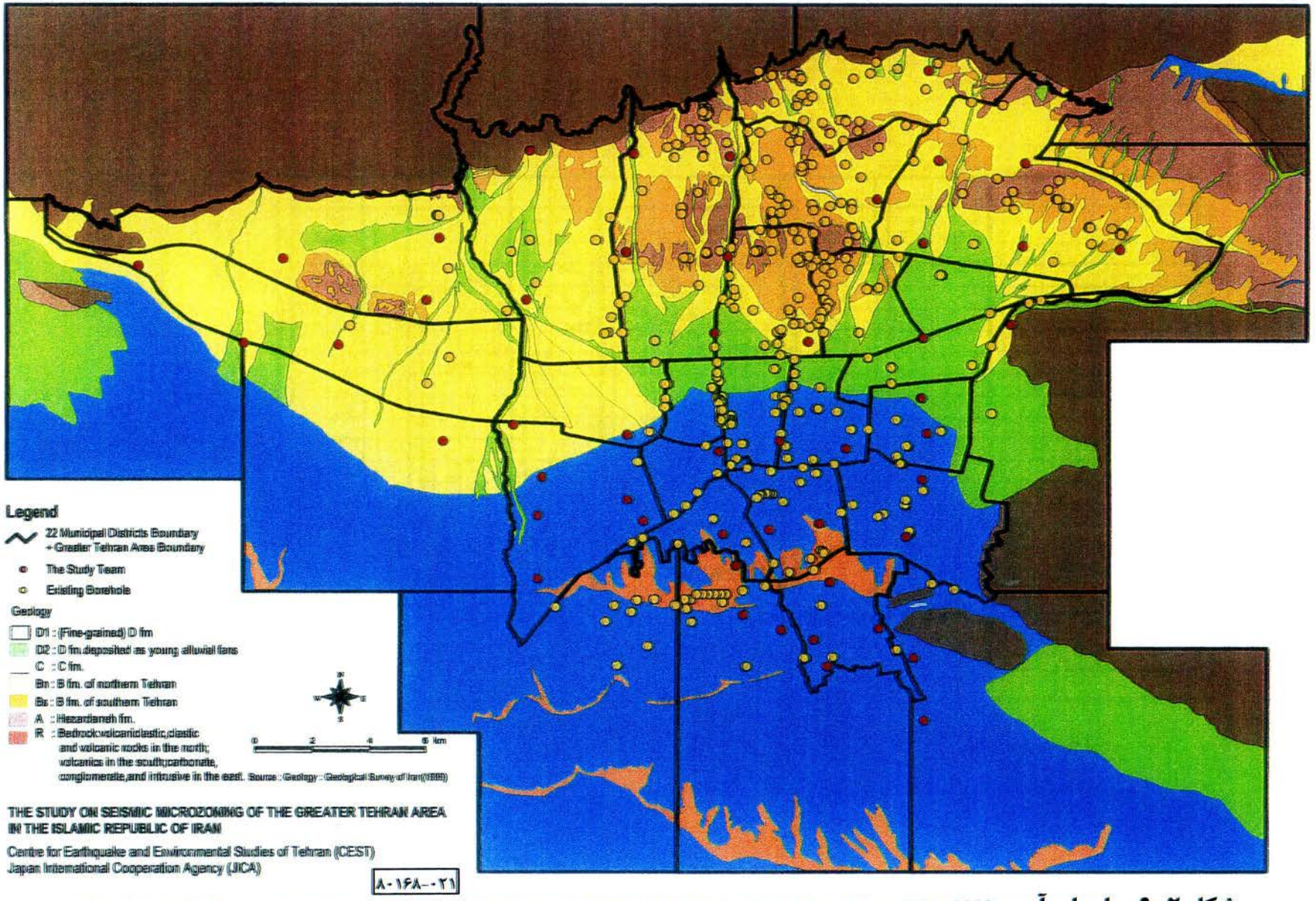
شکل ۲-۶: نقشه شیب در منطقه (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



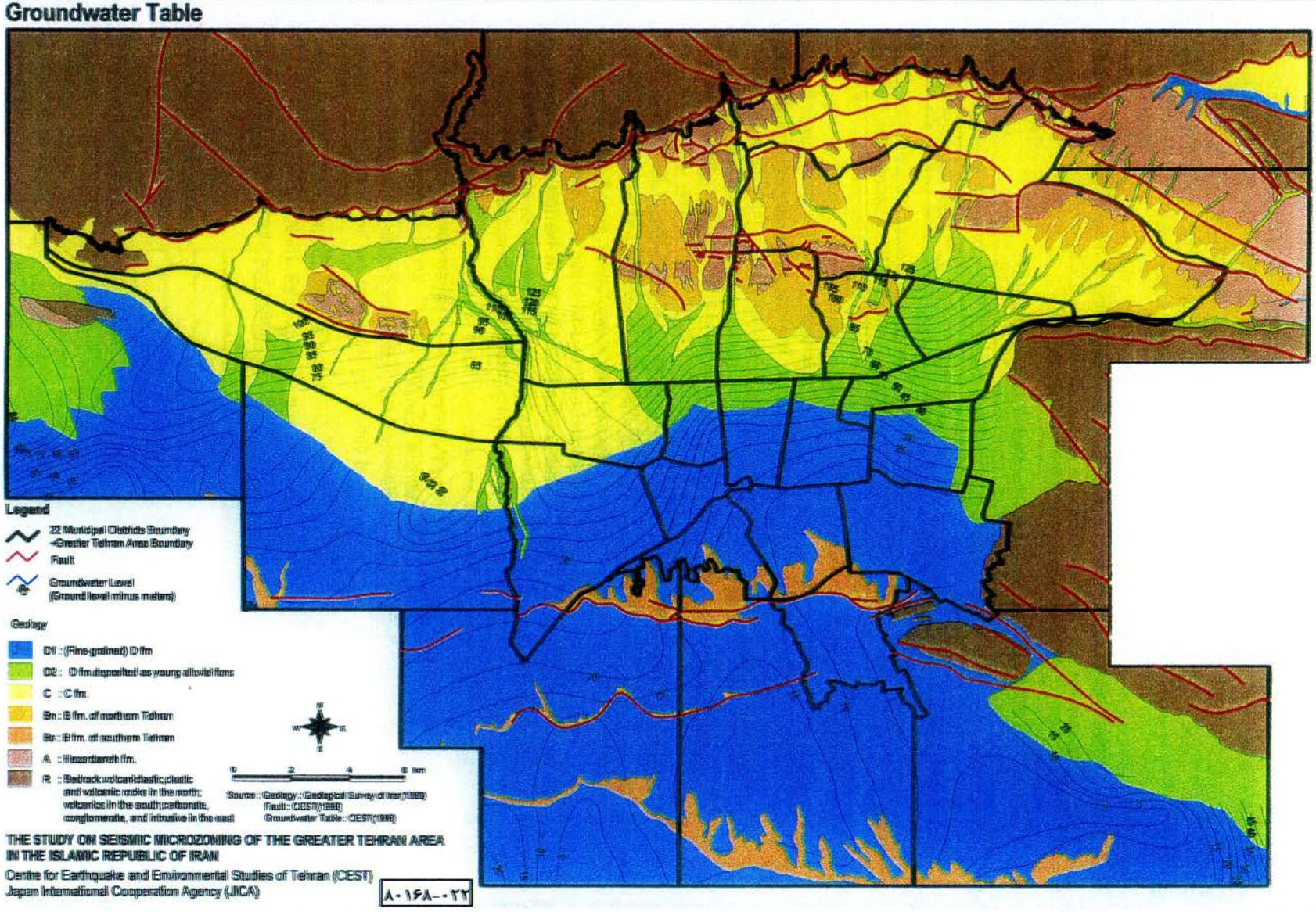
شکل ۲-۷: نقشه توپوگرافی منطقه (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



شکل ۲-۸: نقشه کاربری اراضی (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)



(The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000) شکل ۲-۹: چاههای آب



شکل ۲-۱۰: نقشه سفره های آب زیرزمینی (The Study of Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran-JICA-2000)