



دانشگاه علوم پزشکی تهران  
پژوهشگاه محیط زیست



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

# راهنمای دفع فاضلاب در شرایط اضطراری

## جلد اول

مرداد ۱۳۹۱

# بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمه

در کشور ما هر سال بلا یابی 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 مهم ترین نیاز های اساسی است که معمولاً 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 دستگاه های ذمی ربط مورد استفاده قرار گیرد.

این راه‌ها 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 امین نبی زاده، دکتر میر زمان زمان زاده و مهندس علی مفضلی که در تهیه و تدوین این راه‌ها

مشارکت و با اینجانب همکاری موثر داشته اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

دکتر کاظم ندافی

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

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

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

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

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



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

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

صفحه	عنوان
۲۲۳	۷-۴-۱- اقدامات پیش گیرانه جهت جلوگیری از خطرات مطرح شده.....
۲۲۵	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 .....
۲۲۷	۷-۴-۲-۲- سوسری ها .....
۲۲۸	۷-۴-۲-۲-۱- شناسایی سوسریها .....
۲۲۸	۷-۴-۲-۲-۲- راههای مبارزه با سوسریها .....
۲۳۰	۷-۴-۲-۳- نحوه سمپاشی و رعایت نکات ایمنی و بهداشتی .....
۲۳۱	۷-۴-۳- سولفید هیدروژن (H <sub>2</sub> S) .....
۲۳۳	۷-۴-۳-۱- خصوصیات کلی سولفید هیدروژن .....
۲۳۴	۷-۴-۳-۲- اثرات بیولوژیکی .....
۲۳۴	۷-۴-۳-۳- جذب و دفع .....
۲۳۴	۷-۴-۳-۴- بو و خواص خبرکنندگی .....
۲۳۵	۷-۴-۳-۵- تولید سولفید هیدروژن در لوله اصلی .....
۲۳۶	۷-۴-۳-۶- کنترل بو توسط کلر .....
۲۳۶	۷-۴-۳-۷- نقش کلر .....
۲۳۷	۷-۵-۱- بازرسی و آزمایش فاضلابرو ها .....
۲۳۷	۷-۵-۱- بازرسی سطحی .....
۲۳۷	۷-۵-۲- بازرسی از طریق آدمروها .....
۲۳۸	۷-۵-۳- بازرسی فاضلابرو .....
۲۳۸	۷-۵-۴- انجام آزمایش روی لوله ها .....
۲۳۸	۷-۵-۴-۱- آزمایش دود .....
۲۳۹	۷-۶-۱- نگهداری فاضلابرو ها .....
۲۴۰	۷-۶-۱- روش توپی .....
۲۴۱	۷-۶-۲- روش میله ای .....

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

صفحه	عنوان
۲۶۱	۷-۹-۱۲- از کار افتادن تجهیزات .....
۲۶۱	۷-۹-۱۳- راهبری تصفیه خانه هنگام کمبود نیروی انسانی .....
۲۶۲	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 .....
۲۶۳	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 .....
۲۶۴	۷-۹-۱۷-۵- کمک های اولیه .....
۲۶۴	۷-۹-۱۷-۶- لوازم تنفس .....
۲۶۵	۷-۹-۱۷-۷- تجهیزات مورد نیاز در شرایط اضطراری .....
۲۶۶	۷-۱۰-۱- بهره برداری و نگهداری از برکه .....
۲۶۶	۷-۱۰-۱-۱- بهره برداری و نگهداری از برکه های بی هوازی .....
۲۶۶	۷-۱۰-۲- بهره برداری و نگهداری از برکه های اختیاری و تکمیلی .....
۲۶۷	۷-۱۰-۳- مشکلات بهره برداری و راه حلها .....
۲۶۸	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 .....
۲۶۹	۷-۱۰-۴-۳- رشد علف ها .....
۲۷۰	۷-۱۰-۵- مشکلات برکه های اختیاری و تکمیلی .....
۲۷۰	۷-۱۰-۵-۱- کف .....
۲۷۱	۷-۱۰-۵-۲- بوهای اعتراض انگیز .....
۲۷۱	۷-۱۰-۵-۳- اتصال کوتاه .....
۲۷۲	۷-۱۰-۵-۴- پشه ها و سایر حشرات .....

۲۷۳	۷-۱۰-۵-۵- رشد علف ها
۲۷۳	۷-۱۰-۶- توقف کارایی برکه
۲۷۴	۷-۱۰-۶-۱- معیارهای توقف کارایی برکه
	۷-۱۱- راهبری و نگهداری از سپتیک تانک و تصفیه خانه های فاضلاب پس از
۲۷۶	شرایط بحرانی.....
۲۷۶	۷-۱۱-۱- سپتیک تانک.....
۲۷۸	۷-۱۱-۲- چربی گیرها.....
۲۷۹	۷-۱۱-۳- نمونه برداری.....
۲۸۰	۷-۱۱-۳-۱- نمونه برداری اتفاقی.....
۲۸۰	۷-۱۱-۳-۲- نمونه برداری مرکب.....
۲۸۰	۷-۱۱-۴- آشغالگیر.....
۲۸۱	۷-۱۱-۵- حوض دانه گیری.....
۲۸۱	۷-۱۱-۶- حوض ته نشینی.....
۲۸۲	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.....
۲۸۳	۷-۱۱-۸-۲- مواد غذایی.....
۲۸۳	۷-۱۱-۸-۳- اکسیژن محلول (DO).....
۲۸۴	۷-۱۱-۸-۴- زمان ماند هیدرولیکی.....
۲۸۴	۷-۱۱-۸-۵- pH.....
۲۸۴	۷-۱۱-۸-۶- سمیت.....
۲۸۵	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.....
۲۸۶	۷-۱۱-۹-۱- شاخصهای بصری.....

صفحه	عنوان
۲۸۸	۷-۱۱-۹-۲- شاخصهای آزمایشی (تجزیه تحلیلی).....
۲۹۱	۷-۱۲- مشکلات بهره برداری در فرآیند لجن فعال.....
۲۹۱	۷-۱۲-۱- حجیم شدن لجن (بالکینگ).....
۲۹۲	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 Flocc).....
۲۹۳	۷-۱۳- جمع آوری لجن.....
۲۹۴	۷-۱۴- کلرزنی فاضلاب و پساب تصفیه شده و اندازه گیری کلر باقیمانده.....
۲۹۴	۷-۱۵- نمونه برداری.....
۲۹۵	۷-۱۶- تعمیرات فوری و اضطراری.....
۲۹۵	۷-۱۷- لوازم و قطعات یدکی.....
۲۹۷	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.....
۲۹۸	۸-۱-۲- پی و کف توالت.....
۲۹۸	۸-۱-۳- اطاقک توالت و تهویه.....
۲۹۹	۸-۱-۴- نگهداری توالتها.....
۳۰۰	۸-۱-۵- کاسه توالت.....
۳۰۰	۸-۱-۶- لوله اتصال.....
۳۰۰	۸-۱-۷- دفع لجن.....
۳۰۲	۸-۲- آموزش نحوه ساخت، راهبری و نگهداری توالتها.....
۳۲۰	۸-۳- سپتیک تانک.....
۳۲۱	۸-۳-۱- ساخت و راهبری سپتیک تانک.....
۳۲۲	۸-۳-۲- دفع و تصفیه لجن سپتیک تانک.....
۳۲۳	۸-۴- آموزش نحوه ساخت، راهبری و نگهداری سپتیک تانک.....
۳۳۱	۸-۵- ساخت، راهبری و نگهداری تأسیسات دفع فاضلاب.....

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



۳۴۸	۹-۵-۱- نگهداری توالتها.....
۳۴۹	۹-۶- روشهای دفع مدفوع برای کودکان و افراد آسیب پذیر.....
۳۴۹	۹-۷- رعایت بهداشت فردی در دفع مدفوع.....
۳۵۰	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.....
۳۵۲	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.....
۳۵۳	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).....
۳۵۴	۹-۱۰-۵- مقایسه بین روشهای آموزش به مردم.....
۳۵۶	منابع.....
۳۵۹	پیوست یک- نقشه های اجرایی سیستم دفع مدفوع در شرایط اضطراری.....
۳۶۶	پیوست دو- نقشه های اجرایی سیستم دفع مدفوع در شرایط اضطراری.....

# 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 رخدادهای خواه طبیعی یا غیرطبیعی تغییرات ایجاد شده در محیط بقدری سریع و شدید است که تأثیرات بسیار عمده بر حیات انسان و سایر موجودات زنده ایفا می کند. رخداد این تغییرات محیطی در برخی از موارد نظیر زلزله تقریباً 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 معمولاً آمادگی خاصی برای مقابله با آنها وجود ندارد، با واژه هایی مانند "بلا"<sup>۱</sup>، "وضع اضطراری"<sup>۲</sup> یا "فاجعه"<sup>۳</sup> یاد می شود. تعاریف دقیقتر این واژه ها در ذیل ارائه شده است.

### ۱-۱-۱- بلای طبیعی

بلای طبیعی اصولاً 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.

<sup>۱</sup> Disaster

<sup>۲</sup> Emergency Condition

<sup>۳</sup> 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.

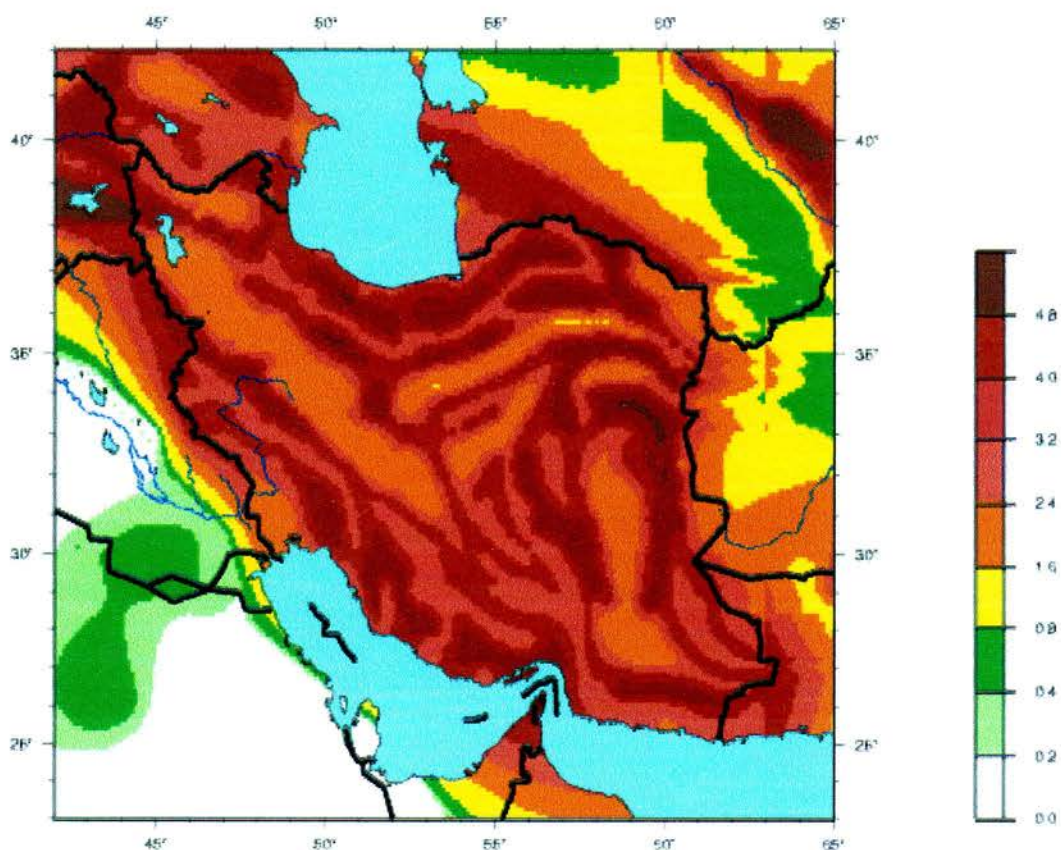
تأثیرات ناشی از تغییرات محیطی ایجاد شده ناشی از بلاهای طبیعی را می توان در دو گروه کلی زیر طبقه بندی کرد.

- خسارتهای جانی که بطور مستقیم زندگی و سلامتی انسان را تحت تأثیر قرار می دهند.
- خسارات وارده بر "زیرساختهای حیاتی"<sup>۴</sup> 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 کشورهای 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.

<sup>۴</sup> Life Lines



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

& Source: JAICA (Japan International Cooperation Agency), "The Study on Seismic 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 (ریشر)
۱۹ آوریل ۱۹۰۲	گوآتمالا	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	گوآتمالا-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	۷۰۰۰-۱۰۰۰۰	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 - ۳۸.۰ شمالی، 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-نیال	۱۰۷۰۰	۸.۱
۲۰ آوریل ۱۹۳۵	فورموسا	۳۲۸۰	۷.۱
۳۰ می ۱۹۳۵	پاکستان-کوئا	۳۰۰۰۰-۶۰۰۰۰	۷.۵
۱۶ جولای ۱۹۳۵	تایوان	۲۷۰۰	۶.۵
۲۵ ژانویه ۱۹۳۹	شیلی-چیلان	۲۸۰۰۰	۸.۳
۲۶ دسامبر ۱۹۳۹	ترکیه-ارزینگان	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	مرکز 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-توانگیا	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-توانکی	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-آکادیر	۱۰۰۰۰-۱۵۰۰۰	۵.۷
۲۲ می ۱۹۶۰	شیلی	۴۰۰۰-۵۰۰۰	۹.۵
۱ سپتامبر ۱۹۶۲	ایران - قزوین	۱۲۲۳۰	۷.۳
۲۶ جولای ۱۹۶۳	یوگوسلاوی	۱۱۰۰	۶
۱۹ آگوست ۱۹۶۶	ترکیه- وارنو	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-کدیز	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	مرکز و میر (نفر)	شدت (ریشر)
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- میندائو	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	نیال- 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)

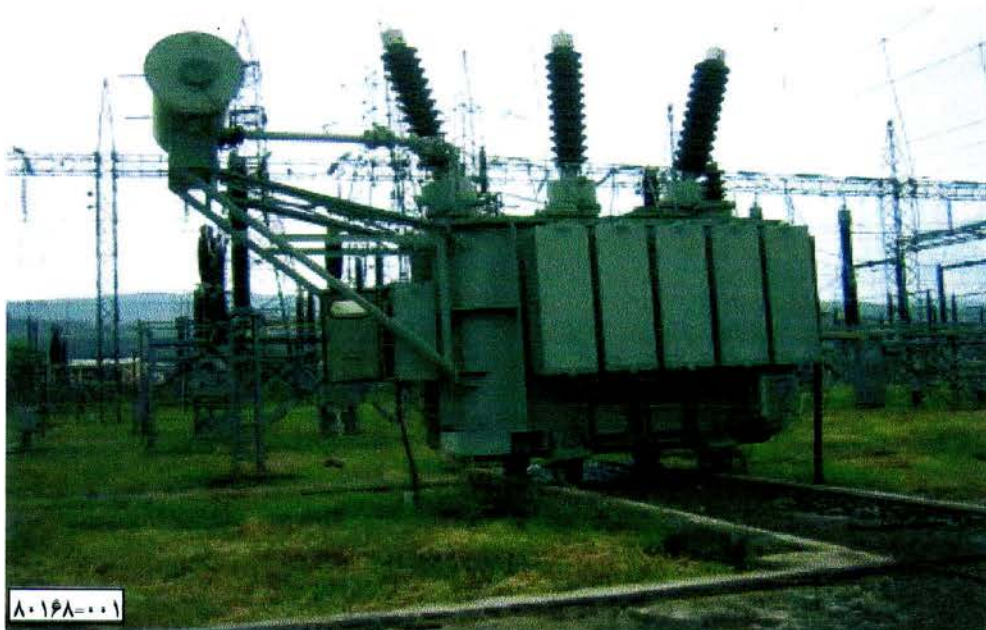
در این قسمت به آسیبهای رایجی که در اثر زلزله در هر یک از این ساختارهای حیاتی وارد می شود خواهیم پرداخت.

## 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. آسیبهای جدی در زیرساخت حیاتی مهمی نظیر انرژی الکتریکی عمدتاً عبارت است از:

- آسیبها و تخریب نیروگاههای برق
- تخریب سدهای مولد انرژی برقایی یا از کار افتادن توربینها
- جابجایی و حرکت تجهیزات نظیر ترانسفورماتورها (شکل ۱-۱ و ۲-۱) 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.<sup>+</sup>

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



شکل ۱-۲: ترانسفورماتور با حرکت و تغییر وضعیت مکانی جزئی 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.<sup>۳</sup>)

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. از کارافتادن تجهیزات برقی در تصفیه خانه های فاضلاب، نظیر پمپها، شیرهای برقی، هواها، همزنها و غیره تصفیه فاضلاب را بکلی مختل کرده که این مسئله باعث آلودگی شدید منابع

<sup>۳</sup> Source: "8 Damage to Lifelines", Available: [www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm](http://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 عمدتاً 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 در بسیاری از موارد 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 کاملاً تخریب شوند. شکل ۱-۵ مربوط به یک مخزن واژگون شده در اثر زلزله می



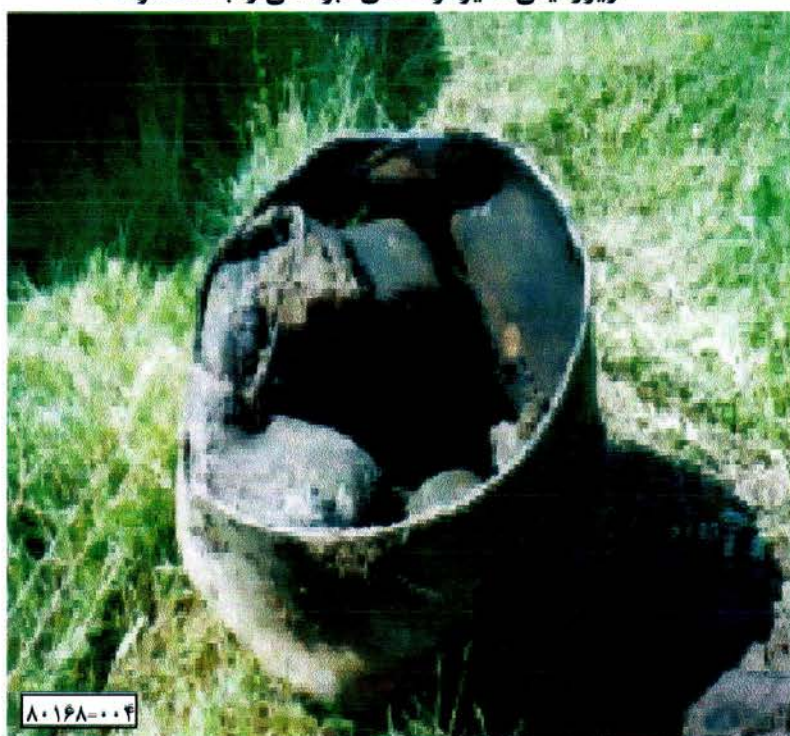
باشد. در ضمن در مخازن زمینی نیز امکان ایجاد ترک و درز و شکاف و مشکلات سازه ای وجود دارد

- 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 وقوع 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).

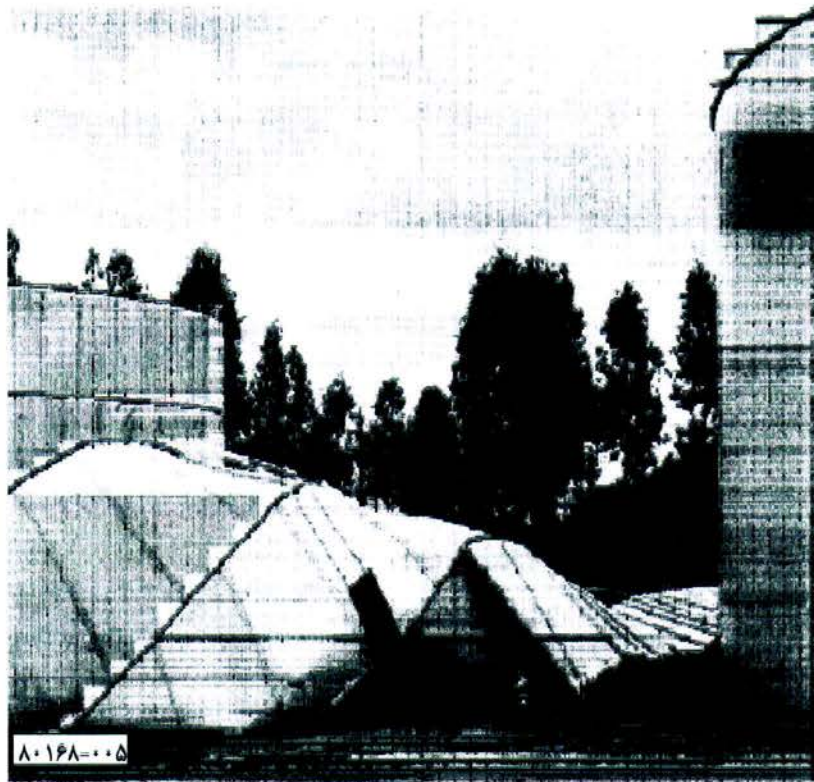


شکل ۱-۳: ترکها و شکافهای عمیق در اثر زلزله که می توانند تخریب جدی در ۸۰۱۶۸-۰۰۳ تاسیسات زیرزمینی نظیر لوله های آبرسانی را باعث شوند\*.



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: Nitcheva 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](http://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<sup>+</sup>

بیماری و نحوه سرایت	عامل میکروبی	منبع حامل بیماری	نشانه های عمومی
آمیبیازیس (دستی-دهانی)	تک یاخته (کیست انتامباهیستلیتیگا)	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 (ویبریوکلرا)	آب تصفیه نشده - سطح بهداشتی پایین - زندگی در جوامع شلوغ بدون تسهیلات دفع فاضلاب	اسهال آبکی - تهوع - گرفتگی عضلانی
کریپتواسپوریوزیس (دهانی)	تک یاخته (کریپتواسپوریوم پارووم)	تجمع بر روی صافیها و غشاهای قابل گندزدایی نیستند. فضولات حیوانی - روانابهای سطحی	اسهال - اختلالات گوارشی
ژیاردیازیس (مدفوعی - دهانی) (دستی-دهانی)	تک یاخته (ژیاردیا لامیلیا) شایعترین انگل روده ای	آب تصفیه نشده - گندزدایی ضعیف - شکستگی لوله - نشست - آلودگی آبهای زیرزمینی - محل کمپها که منبع آب مورد استفاده انسان و حیوانات مشترک باشد - سگ آبی و موش آبی مخزن زیاردیا هستند	اسهال - اختلالات گوارشی - درد در ناحیه شکمی - نفخ
هیاتیت عفونی (مدفوعی - دهانی)	ویروس (هیاتیت 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	گاستروانتریت - تب - سستی 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 سینسیناٹوس)	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 ملاپتمتری از بیماری لژیونرها عوارض شبیه پنومونی ولی بدون تب
گاستروانتریتهای 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

<sup>+</sup> 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 هنگام 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 تواند سبب 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 فعالیتهای 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 برقراری 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.<sup>Ω</sup>

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

- تخریب ساختمانها و سازه های مربوط به ارگانه های 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.

<sup>Ω</sup> Source: "8 Damage to Lifelines", Available: [www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm](http://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 ۱-۸) جابجایی تجهیزات در زلزله را نشان می دهد).



شکل ۱-۸: جابجایی تجهیزات ممکن است سبب بهم 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](http://www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm) [accessed 12 September 2004].



- سقوط و آسیب دیدگی برجهای رله (همچنانکه در شکل ۹-۱ ملاحظه می شود، برجهای رله از تاسیسات حساس سیستمهای ارتباط از راه دور بوده و در صورت بروز خسارات جدی برقراری مجدد ارتباطات به مدت طولانی تری نیاز خواهد داشت).



شکل ۹-۱: 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.

## ۵-۲-۱- 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](http://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 محللهای 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 آسیبی 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.<sup>B</sup>

<sup>B</sup> Source: "8 Damage to Lifelines", Available: [www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm](http://www.jsce-int.org/Report/report/kocaeli/Readme.htm) [accessed 12 September 2004].



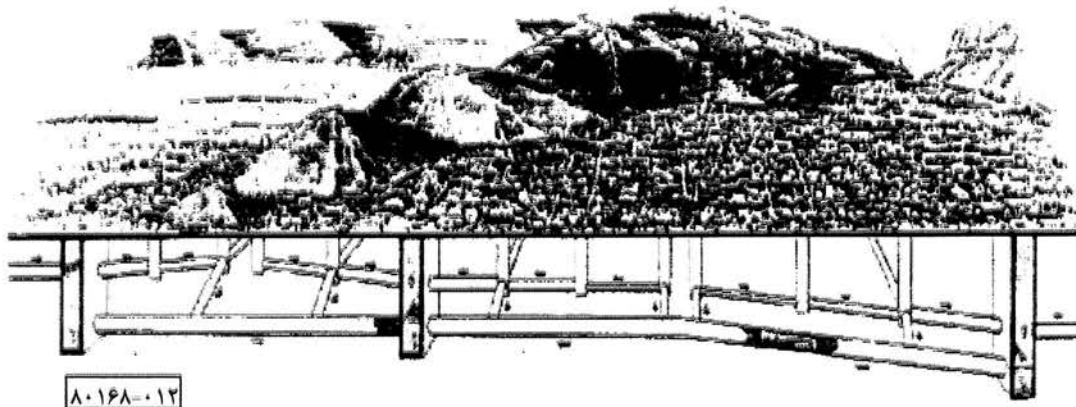
شکل ۱-۱۱: شکستگی خط لوله و تخلیه فاضلاب در محیط در هنگام وقوع زلزله\*.

- 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](http://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.<sup>β</sup>

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

راهها و جاده های دسترسی از زیرساختهای 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

<sup>β</sup> 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 مدیرانه 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"<sup>۱</sup> از اقدامات اساسی بشمار می رود. متأسفانه 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 در خصوص یک زیرساخت با سایر زیرساختها به سادگی

<sup>۱</sup> 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 بررسی 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 فاضلاب
- 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<sup>1</sup>) تهیه شده است در ادامه این فصل، ارائه شده اند. اقدام جهت تهیه نقشه های GIS<sup>2</sup> 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.

<sup>1</sup> Japan International Cooperation Agency

<sup>2</sup>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 شیبهها و خسارات ناشی از آن بر تاسیسات
- ذیلا در خصوص هر یک 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:

$$R_{fm} = R_f C_g C_p C_d \quad (1-2)$$

که در آن،

$R_{fm}$  = میزان آسیب (تعداد نقاط در کیلومتر)

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

(در مواردیکه  $R_f$  بزرگتر از ۲ باشد، مساوی ۲ در نظر گرفته می شود)

$C_g$  = ضریب زمین

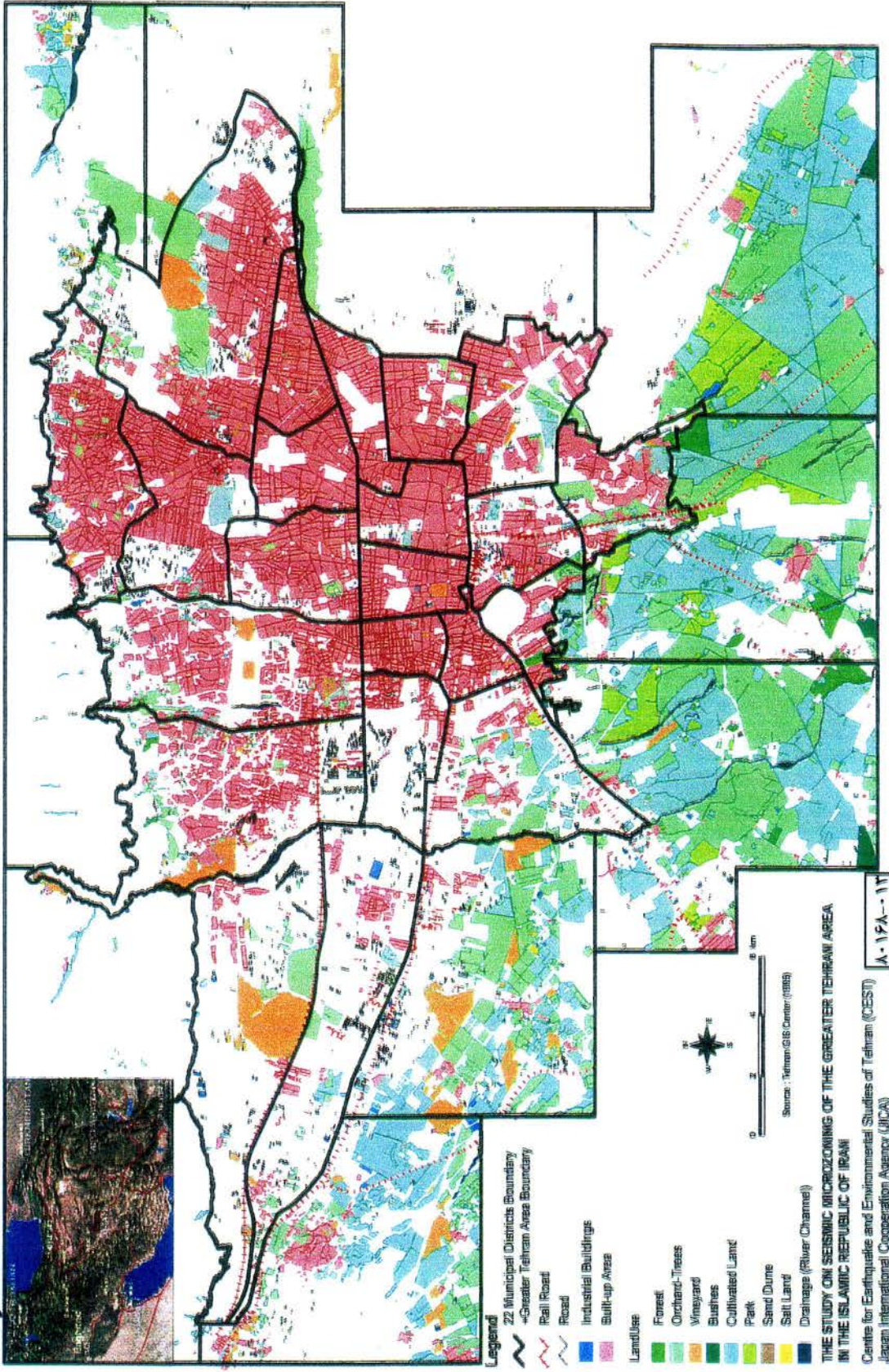
برای زمینهای آبرفتی  $C_g$  برابر یک و برای مناطق تپه ای برابر  $0.5$  در نظر گرفته می شود.

$C_p$  = ضریب جنس لوله (تابع مصالح و مقاومت لوله است)

$C_d$  = ضریب قطر لوله



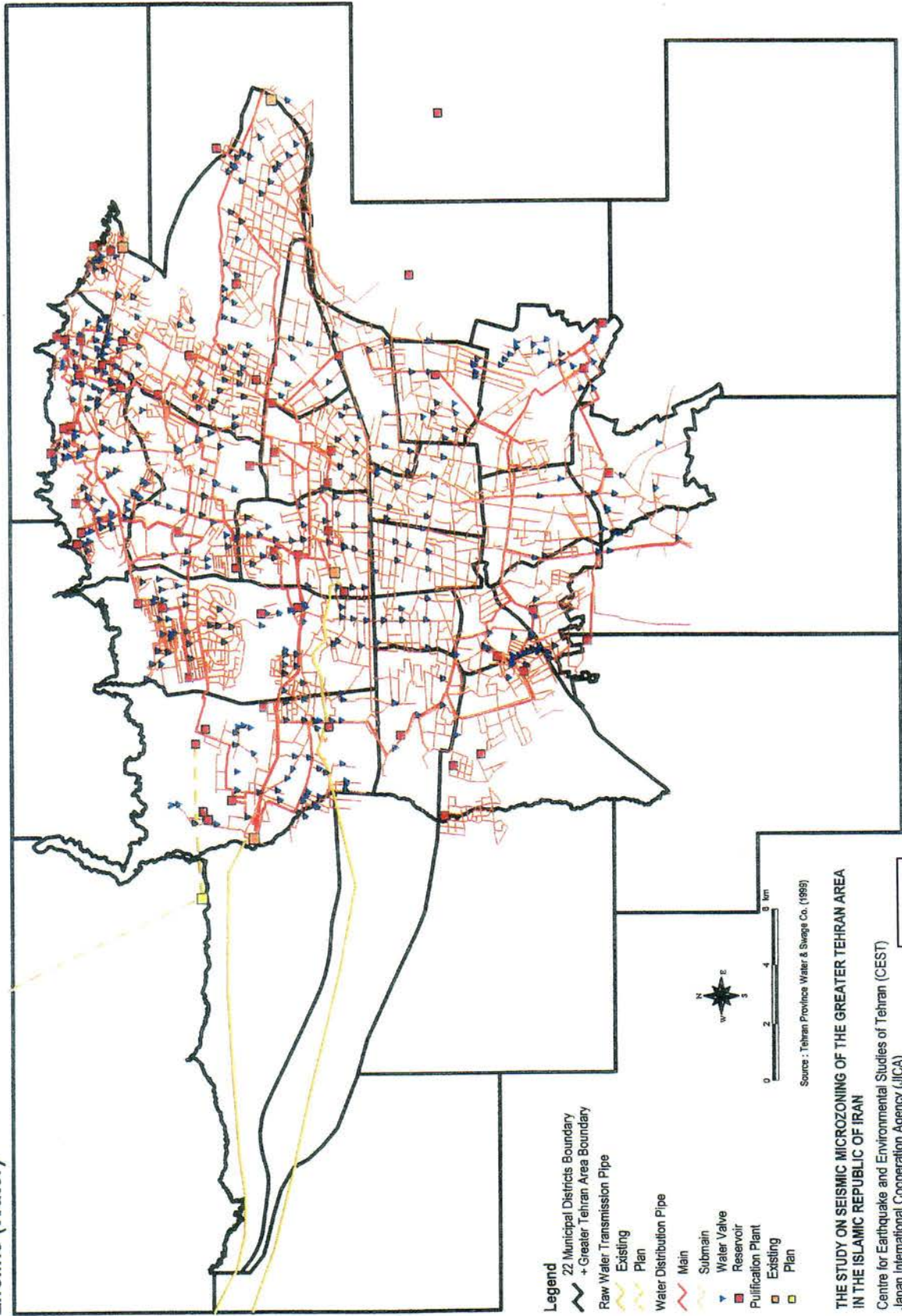
**Study Area**



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



Lifeline (Water)



- Legend**
- 22 Municipal Districts Boundary
  - + Greater Tehran Area Boundary
  - Raw Water Transmission Pipe
  - Water Distribution Pipe
    - Existing
    - Plan
  - Main
  - Submain
  - Water Valve
  - Reservoir
  - Purification Plant
  - Existing
  - Plan



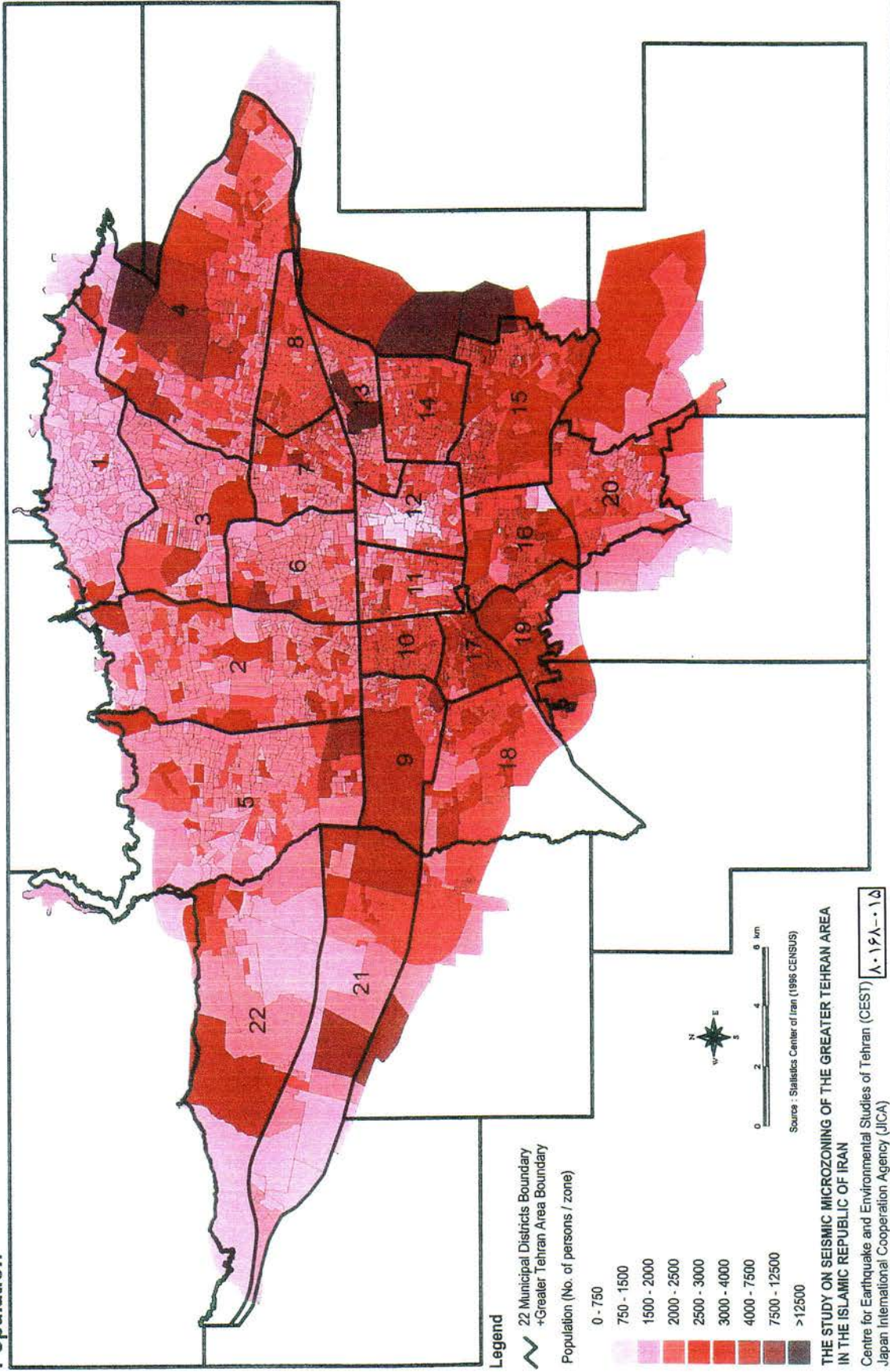
Source : Tehran Province Water & Sewage Co. (1995)

**THE STUDY ON SEISMIC MICROZONING OF THE GREATER TEHRAN AREA  
IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN**  
Centre for Earthquake and Environmental Studies of Tehran (CEST)  
Japan International Cooperation Agency (JICA)

۸۰۱۶۸-۰۱۴

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

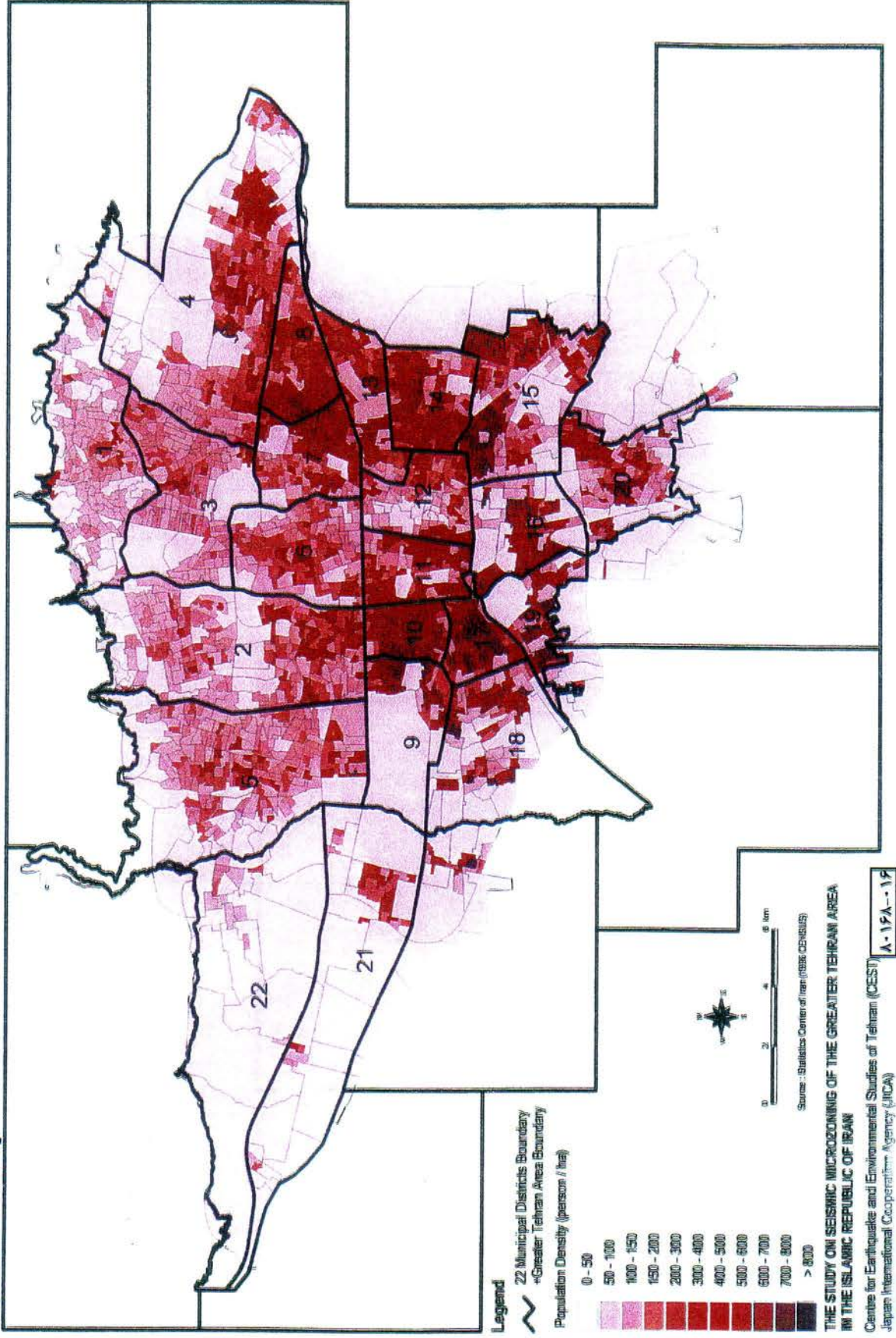
# Population



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



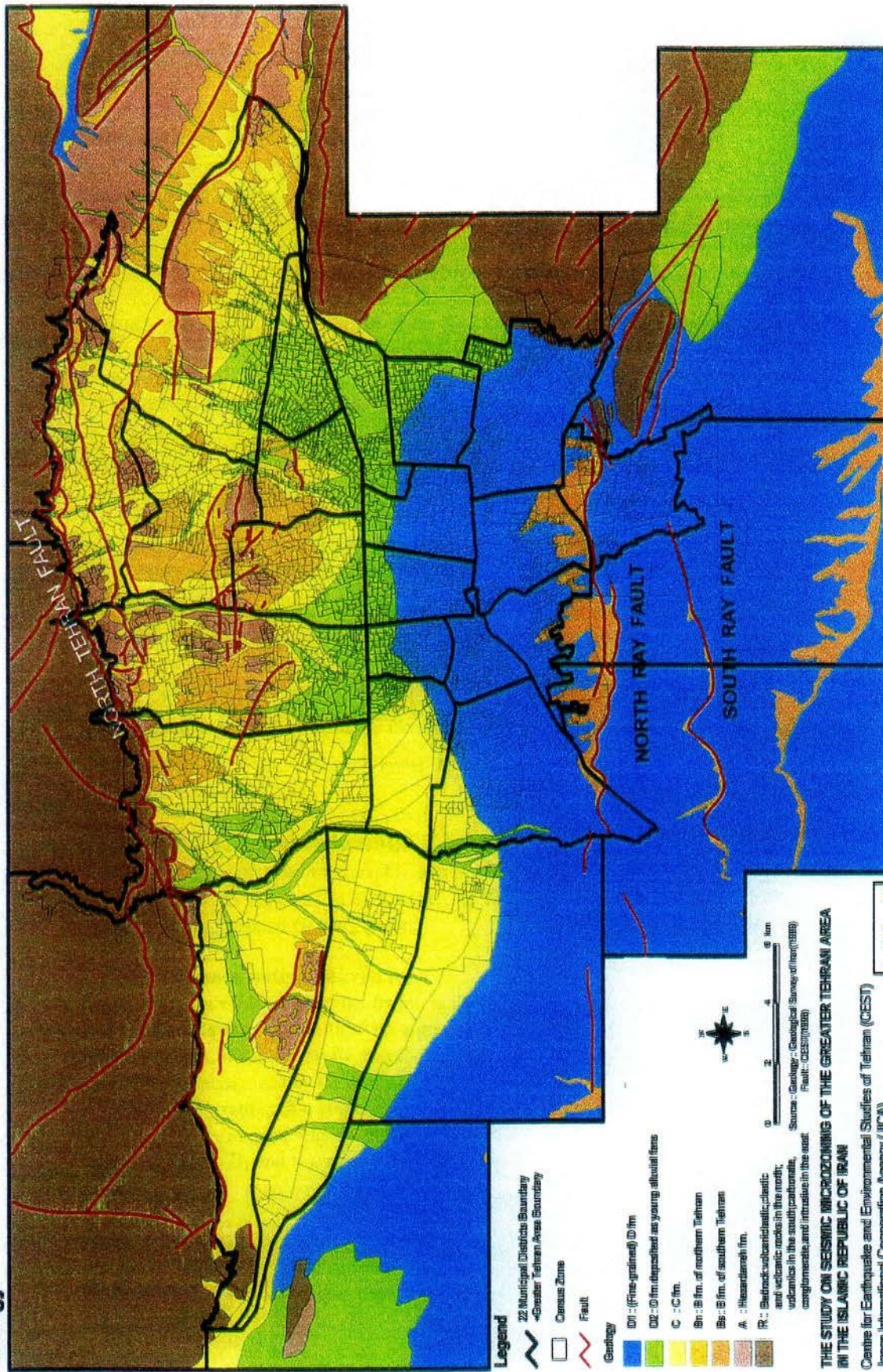
**Population Density**



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



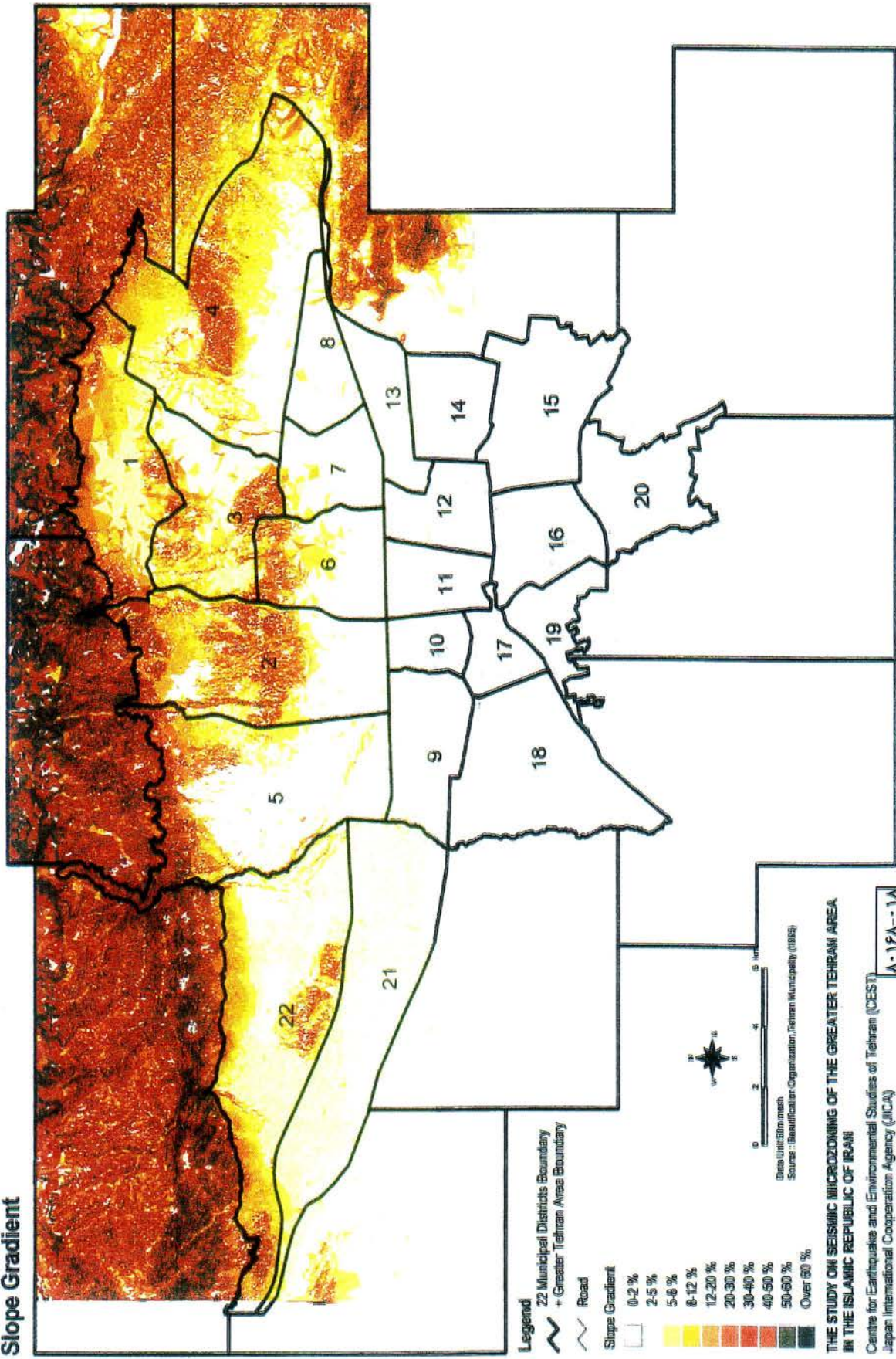
**Geology**



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)



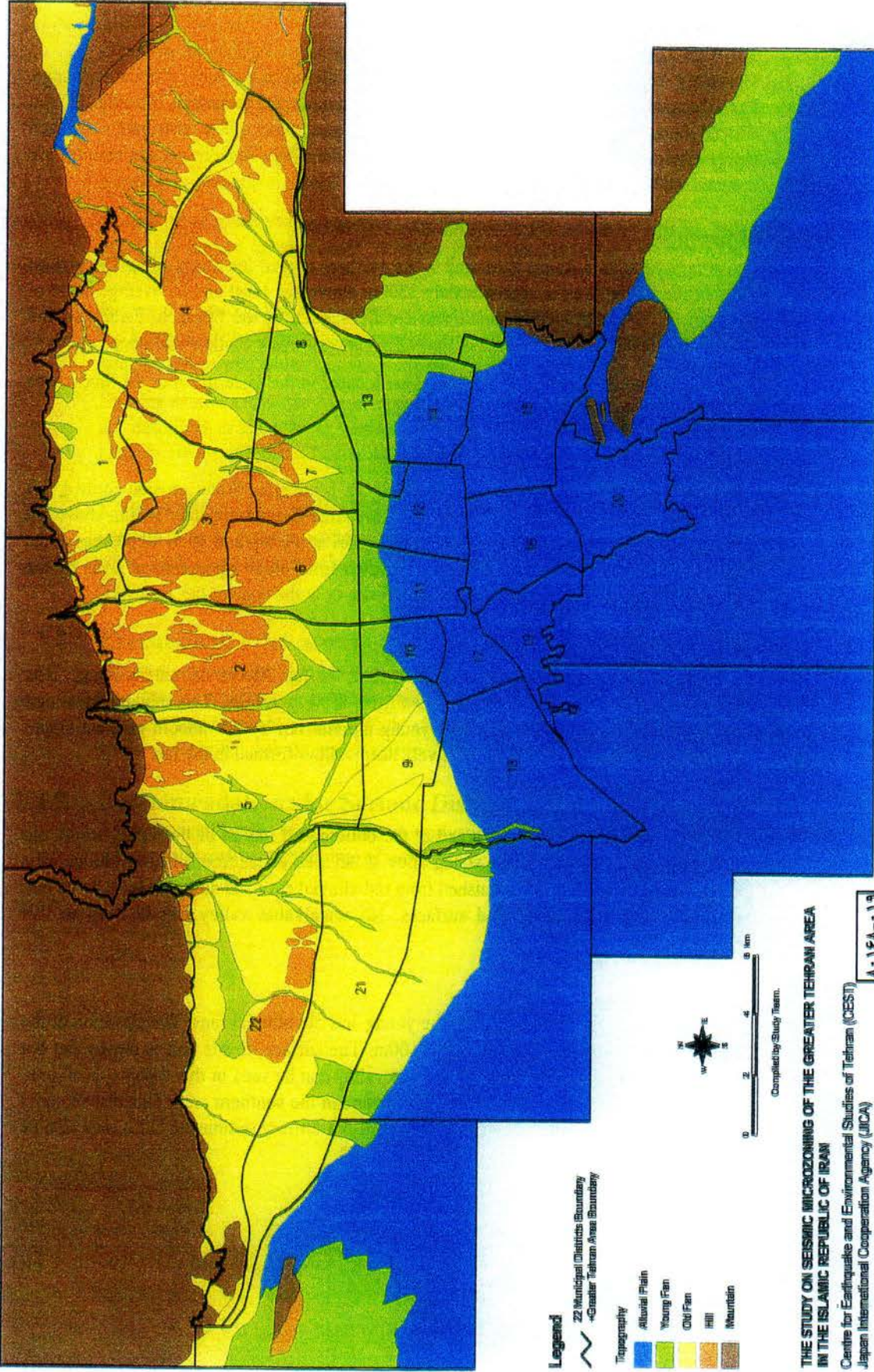
# Slope Gradient



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)



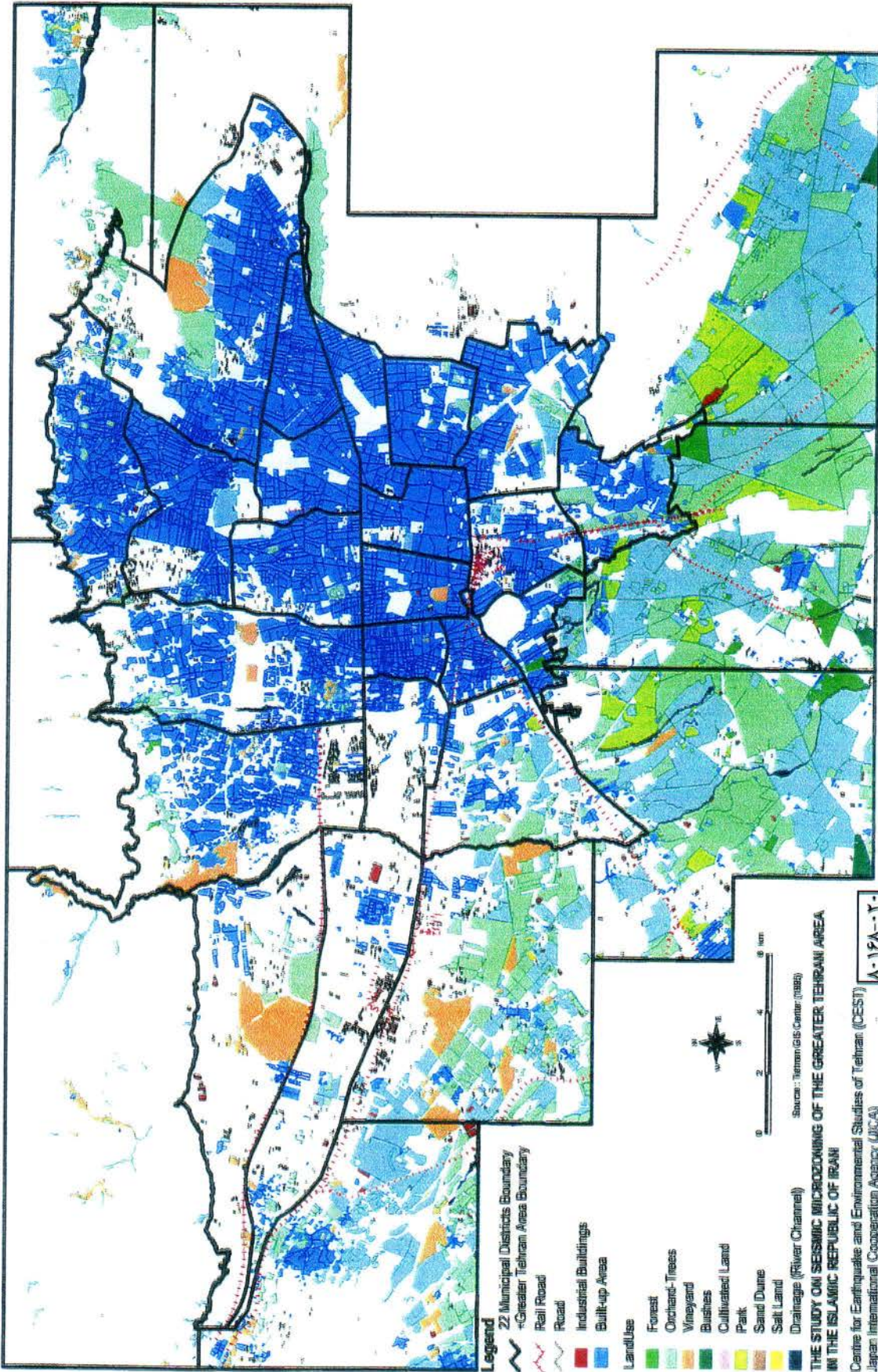
# Topography



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



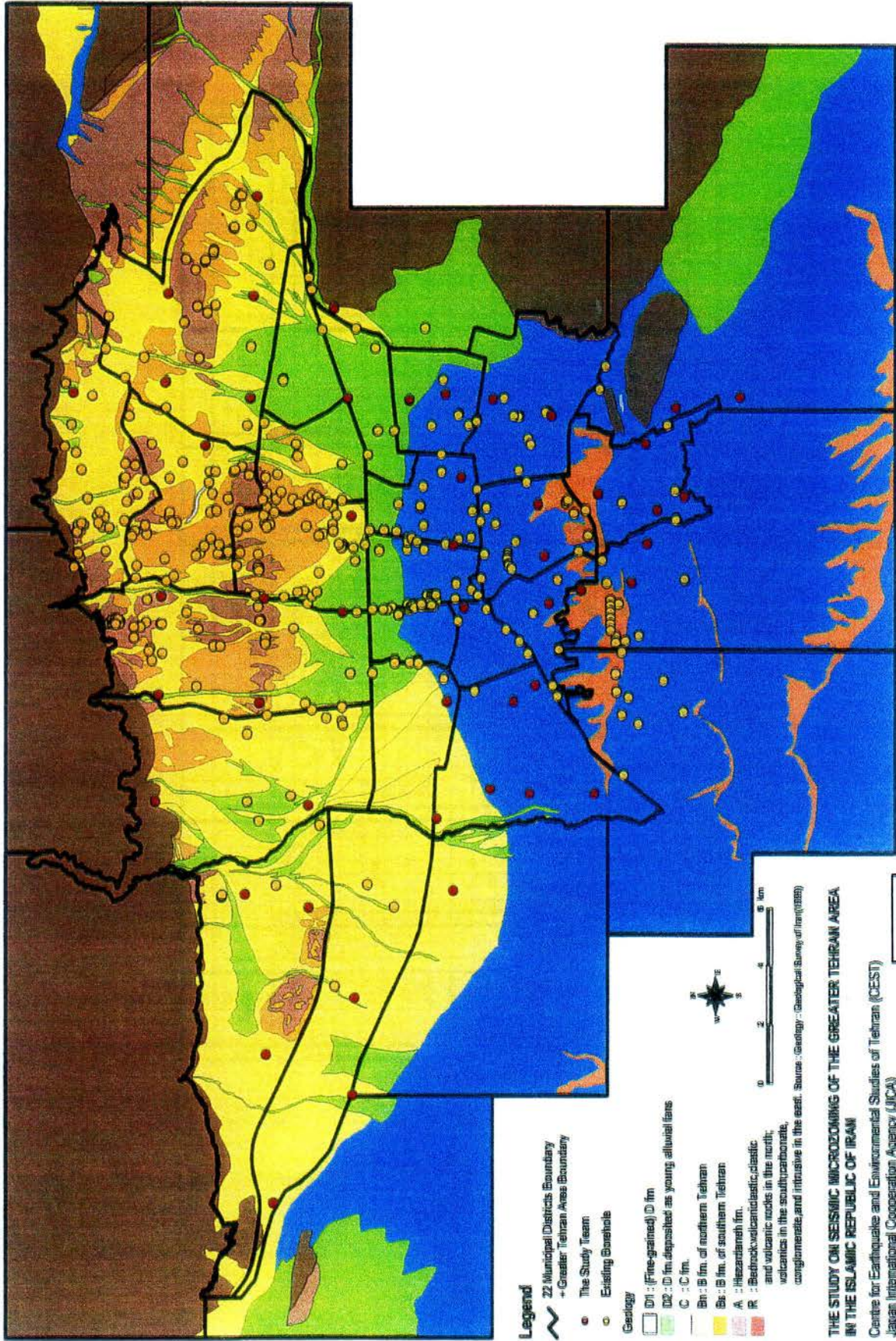
**Land Use**



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



# Location Map of Boreholes



### Legend

- 22 Municipal Districts Boundary
  - - - Greater Tehran Area Boundary
  - The Study Team
  - Existing Borehole
- Geology**
- D1 : (Fine-grained) D fm
  - D2 : D fm deposited as young alluvial fans
  - C : C fm.
  - Bn : B fm. of northern Tehran
  - Bs : B fm. of southern Tehran
  - A : Hazardsheh fm.
  - R : Bedrock:volcanic,clastic and volcanic rocks in the north, volcanic in the south,carbonate, conglomerate and intrusive in the east. Source : Geology : Geological Survey of Iran(1989)

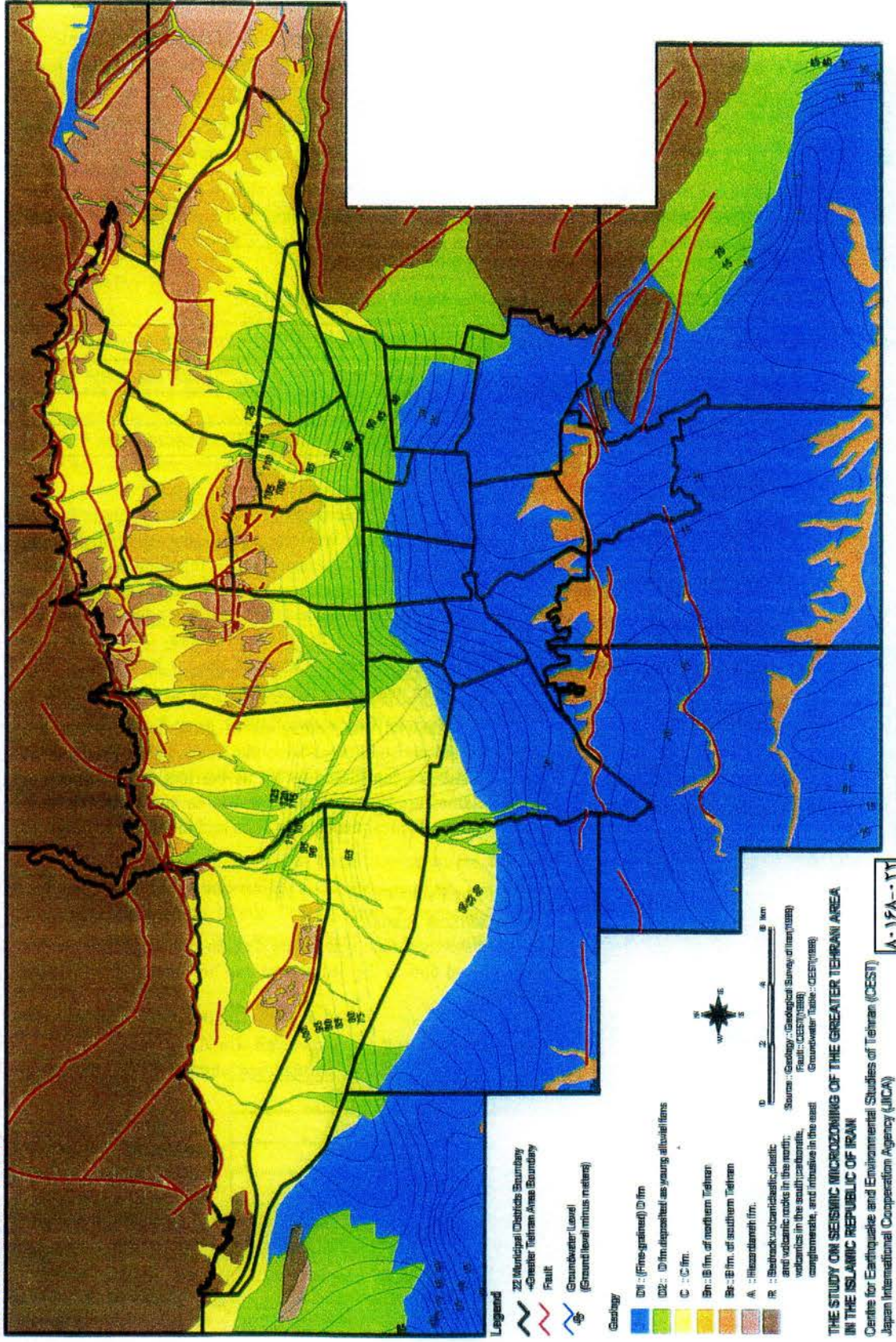
**THE STUDY ON SEISMIC MICROZONING OF THE GREATER TEHRAN AREA IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN**  
 Centre for Earthquake and Environmental Studies of Tehran (CEST)  
 Japan International Cooperation Agency (JICA)

۱۶۸-۲۱

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



**Groundwater Table**



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)