

جمهوری اسلامی ایران

فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه‌ای سامانه‌های آبرسانی شهری موجود

نشریه شماره ۳۶۵

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها

و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

۱۳۸۶



بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

شماره:	۱۰۰/۶۲۹۸۵
تاریخ:	۱۳۸۶/۵/۷
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	

موضوع:

فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه‌ای سامانه‌های آبرسانی شهری موجود

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۳۶۵ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، با عنوان «فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه‌ای سامانه‌های آبرسانی شهری موجود» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله ارسال دارند.

امیرمنصور برقی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

انصاری

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
- ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
- ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
- ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جناب‌عالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ‌بهایی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله - صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷
Email: tsb.dta@mporg.ir web: <http://tec.mporg.ir/>

به نام خداوند بخشنده و مهربان

پیش‌گفتار

انسان از آغاز خلقت همواره با موضوع بلایای طبیعی مواجه بوده و تلاش نموده است تا این حوادث و سوانح طبیعت را مدیریت و کنترل نماید و زندگی خود را از این خطرات، ایمن و محفوظ دارد. در میان بلایای طبیعی، **زلزله** از ویژگی‌های خاصی برخوردار بوده و در قرن گذشته با توجه به عوامل زیر اهمیت بیش‌تری به مدیریت بحران زلزله داده شده است:

- افزایش تعداد شهرها در نقاط مختلف که بسیاری در مناطق فعال لرزه‌خیز واقعند.
- گسترش و توسعه شهرها به گونه‌ای که گسل‌های زیادی در داخل شهرها قرار گرفته‌اند.
- افزایش تراکم جمعیت شهرها که باعث افزایش تعداد قربانیان زلزله گردیده است.
- افزایش کمی و کیفی تاسیسات و امکانات مختلف شهری، که باعث افزایش سرمایه‌گذاری انسان در شهرها و گسترش خسارات مالی ناشی از زلزله شده است.
- پیشرفت دانش لرزه‌شناسی و مهندسی زلزله، که بشر را قادر به ثبت اطلاعات زلزله‌های گذشته و تجزیه و تحلیل هر چه دقیق‌تر آن‌ها نموده است.

ایران از نظر لرزه‌خیزی در منطقه‌ی فعال جهان قرار دارد و به گواهی اطلاعات مستند علمی و مشاهدات قرن بیستم از خطرپذیرترین مناطق جهان در اثر زمین لرزه‌های پر قدرت محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر به طور متوسط هر پنج سال یک زمین لرزه با صدمات جانی و مالی بسیار بالا در نقطه‌ای از کشور رخ داده است و در حال حاضر ایران در صدر کشورهایی است که وقوع زلزله در آن با تلفات جانی بالا همراه است. گرچه جلوگیری کامل از خسارات ناشی از زلزله‌های شدید بسیار دشوار است لیکن با افزایش سطح اطلاعات در رابطه با لرزه‌خیزی کشور، آموزش همگانی و ترویج فرهنگ ایمنی، شناسایی و مطالعه دقیق وضعیت آسیب‌پذیری مستحدثات (ساختمان‌ها، تاسیسات زیربنایی و شریان‌های حیاتی) و ایمن‌سازی و مقاوم‌سازی صحیح و اصولی آن‌ها، می‌توان تا حد مطلوب تلفات و خسارات ناشی از زلزله‌های آتی را کاهش داد.

یکی از برنامه‌های مهم در دست اقدام دولت برای کاهش خطرپذیری کشور در برابر زلزله که راهبری و مدیریت آنرا سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور برعهده دارد، **برنامه‌ی مطالعه و اجرای مقاوم‌سازی ساختمان‌های دولتی مهم، تاسیسات زیربنایی و شریان‌های حیاتی کشور** است و در این برنامه در قالب طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای از سال ۸۱ موضوع در دست اقدام می‌باشد که شامل مستحدثات زیر است:

- بیمارستان‌های بزرگ و مراکز امداد رسانی و آتش‌نشانی
- ساختمان‌های استراتژیک و مراکز مهم دفاعی
- مراکز آموزش عالی و مدارس
- پل‌های مهم شهر تهران و پل‌های مهم راه‌آهن
- تاسیسات مهم نفت و گاز و پالایشگاه‌های اصلی کشور

- مراکز مهم مخابراتی، اطلاع‌رسانی و صدا و سیما
- تاسیسات مهم تولید و توزیع برق و شبکه آبرسانی شهری

از جمله نیازها و ملزومات مهم این برنامه لزوم تدوین ضوابط، دستورالعمل‌ها و معیارهای فنی بهسازی لرزه‌ای مستحدثات موجود می‌باشد که این امر در سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری در خصوص پیشگیری و مدیریت بحران‌های طبیعی و نیز در سند توسعه فرابخشی کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله مورد تاکید قرار گرفته است.

مجموعه‌ی حاضر با عنوان "فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه‌ای سامانه‌های آبرسانی شهری موجود"، حاصل تلاش شرکت آب و فاضلاب کشور، شرکت مهندسان مشاور پارس آب تدبیر، گروه هدایت فنی شرکت خدمات مدیریت ایرانیان و کارشناسان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله است. همچنین از شرکت‌های مهندسان مشاور و متخصصان مرتبط با طراحی سامانه‌های آبرسانی در این خصوص کسب نظر شده و تمامی نقطه‌نظرات اعمال و متن نهایی شده است. جا دارد از همه‌ی این عزیزان در همکاری با سازمان قدردانی نماید.

با همه‌ی تلاش انجام‌شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت مدیرکل محترم دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید، معاون و کارشناسان دفتر آقایان مهندس علی تبار، مهندس رضا اسفندیاری صدق، مهندس میرمحمود ظفری و خانم مهندس شهرزاد روشن‌خواه در هدایت امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

حبیب امین‌فر

معاون امور فنی

تیرماه ۱۳۸۶

فهرست مطالب

فصل اول - مرحله‌ی اول: تحلیل آسیب‌پذیری سامانه‌های آبرسانی

۱-۱- ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای	۳
۱-۱-۱- شناخت عمومی	۳
۱-۱-۲- جمع‌آوری و بررسی اطلاعات اولیه	۳
۱-۱-۳- جمع‌آوری اطلاعات و بررسی مقدماتی خطر لرزه‌ای	۴
۱-۱-۴- جمع‌آوری اطلاعات و تهیه‌ی نقشه‌های اجزای سامانه	۴
۱-۱-۵- بررسی وضعیت اعضا و اجزای سامانه‌های آبی و پیکربندی آن‌ها	۴
۱-۱-۶- پردازش اطلاعات و ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای اجزای مختلف سامانه	۵
۱-۱-۷- تدقیق هدف بهسازی	۵
۱-۱-۸- جمع‌بندی و تهیه‌ی گزارش ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری	۶
۲-۱- مطالعات تفصیلی	۶
۱-۲-۱- بررسی‌های میدانی	۶
۲-۲-۱- ارزیابی کمی آسیب‌پذیری	۹

فصل دوم - مرحله‌ی دوم: تهیه‌ی طرح بهسازی سامانه‌های آبرسانی

۱-۲- تهیه‌ی طرح مقدماتی بهسازی	۱۵
۱-۱-۲- ارایه‌ی راه‌کارهای بهسازی	۱۵
۲-۱-۲- ارایه‌ی طرح مقدماتی برای بهسازی	۱۵
۳-۱-۲- انتخاب گزینه‌ی برتر	۱۶
۴-۱-۲- ارزیابی تحلیلی طرح بهسازی	۱۶
۵-۱-۲- تحلیل اقتصادی	۱۶
۶-۱-۲- تهیه‌ی گزارش طرح مقدماتی	۱۶
۲-۲- تهیه‌ی طرح اجرایی	۱۷

فصل ۱

مرحله اول:

تحلیل آسیب پذیری سامانه های آبرسانی

۱-۱- ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای

در آغاز تحلیل آسیب‌پذیری سامانه‌های آبرسانی، ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای آن‌ها به شرح زیر انجام شده و به صورت گزارش کیفی ارایه می‌شود. انجام مطالعات تفصیلی بعد از آن نیاز به اطلاعات ارایه‌شده در این گزارش دارد.

۱-۱-۱- شناخت عمومی

هدف از شناخت عمومی، کسب یک سری اطلاعات کلی در مورد اجزای مختلف سامانه، موقعیت و طبقه‌بندی نقش آن‌ها در سیستم مورد بررسی است. همچنین با اعمال اطلاعات هندسی حاصل از این شناسایی‌ها در نرم‌افزارهای نقشه‌برداری موقعیت مطلق و نسبی اجزا مشخص می‌شود. موارد مد نظر برای احراز این شناخت به صورت زیر خواهد بود:

– شناسایی اجزای سامانه شامل اجزای نقطه‌ای (نظیر چاه‌ها، مخازن اصلی، آبگیر سدها برای آب شرب، تصفیه‌خانه، ایستگاه پمپاژ، مخازن ذخیره، ساختمان‌های ستادی و امدادی و حوادث) و اجزای خطی و شبکه‌ای (شامل خطوط انتقال اصلی و شبکه‌ی اصلی توزیع آب)؛

تبصره: حدود کار طبق نظر دستگاه اجرایی تعیین و در قرارداد ذکر می‌شود.

- دسته‌بندی توصیفی اجزا به لحاظ نقش و اهمیت در عملکرد کلی سامانه و تعیین جایگاه اجزای سامانه در وضعیت آبرسانی موجود و تعیین سیمای وضعیت آبرسانی موجود؛
- پیاده‌سازی اطلاعات در محیط GIS (حداقل مقیاس ۱:۲۵۰۰۰).

۱-۱-۲- جمع‌آوری و بررسی اطلاعات اولیه

هدف از این بخش، جمع‌آوری اطلاعات موجود در مورد سامانه‌ی مورد بررسی و خروجی‌های مورد نظر کارفرما است که اهم موارد در بندهای زیر ذکر شده است:

- شناخت خواسته‌های کارفرما از جمله تعیین هدف بهسازی اولیه برای اجزای مختلف سامانه؛
- آیین‌نامه‌ها، استانداردها، معیارهای طراحی و مشخصات فنی عمومی و خصوصی، استفاده شده برای کلیه‌ی سازه‌ها، تاسیسات، تجهیزات و خطوط انتقال؛
- کلیه‌ی نقشه‌ها و دفترچه‌های محاسبات، گزارش‌های ژئوتکنیک و ژئوتکنیک لرزه‌ای، دستورکارها، صورت‌مجلس و دستورالعمل‌ها، آزمایش‌ها، تاییدیه‌ی مصالح مصرفی و دیگر اطلاعات موجود در پروژه؛
- تاریخچه‌ی عملکرد گذشته‌ی سامانه و اطلاعات مربوط به خسارت‌های ناشی از زلزله‌های پیشین و برآورد نحوه‌ی بهره‌برداری آتی و طول عمر مورد نظر؛
- بررسی مقررات و قوانین حاکم بر طراحی و نگهداری اجزای سامانه.

۱-۱-۳- جمع‌آوری اطلاعات و بررسی مقدماتی خطر لرزه‌ای

به منظور انجام بررسی‌های لرزه‌ای سامانه، جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های زیر مورد نیاز است:

- اطلاعات و نقشه‌های پهنه‌بندی موجود؛
- اطلاعات و نقشه‌های گسل‌ها و لرزه زمین ساخت محدوده‌ی مورد مطالعه؛
- اطلاعات لرزه‌خیزی موجود؛
- ناپایداری‌ها، روانگرایی و زمین لغزش‌های رخ داده در منطقه؛
- اطلاعات ژئوتکنیک، گمانه‌های قبلی و اطلاعات موجود در زمینه‌ی وجود چاه‌ها یا قنات در سایت؛
- تعیین سطوح خطر لازم برای ارزیابی کیفی و کمی آسیب‌پذیری سامانه؛
- پهنه‌بندی شتاب و سرعت منطقه‌ی طرح با توجه به اطلاعات موجود برای سازه‌های خطی و شبکه‌ای (با استفاده از اطلاعات موجود یا شتاب مبنای طرح استاندارد ۲۸۰۰) و تخصیص اولیه‌ی پارامترهای شتاب و تغییرمکان در محل سازه‌ی نقطه‌ای.

۱-۱-۴- جمع‌آوری اطلاعات و تهیه‌ی نقشه‌های اجزای سامانه

برای احراز شناخت کامل از سامانه و تکمیل بررسی‌های کیفی آسیب‌پذیری، اطلاعات زیر باید جمع‌آوری شود:

- تهیه‌ی کروکی یا نقشه‌های اولیه‌ی مورد نیاز معماری، سازه، تاسیسات، تجهیزات و خطوط انتقال و شبکه‌ی اصلی (در صورت کامل نبودن نقشه‌ها) برای بررسی‌های کیفی آسیب‌پذیری
- تطبیق نقشه‌ی گسل‌ها و خطوط انتقال، شبکه و سایر اجزای سامانه‌ها و تعیین موارد تلاقی گسل‌ها با آن‌ها
- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مسایل وادادگی، نشست، ترک، ضعف اجزا، خوردگی، نشت و نظیر آن با انجام حداقل سونداژ در مورد اجزای زیر:

- سامانه‌ی شبکه‌ی توزیع آب شرب؛
- سامانه‌ی خطوط انتقال آب؛
- ساختمان‌های ستادی، تله‌متری، اضطراری و انبار؛
- مخازن و منابع؛
- تصفیه‌خانه‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ؛
- اتاقک‌ها و تاسیسات سرچاهی.

۱-۱-۵- بررسی وضعیت اعضا و اجزای سامانه‌های آبی و پیکربندی آن‌ها

در مورد پیکربندی و وضعیت پایداری اجزای مختلف سامانه باید بررسی‌های زیر انجام شود:

- سازه‌ها: شکل هندسی اعضا و اجزا، وجود یا عدم وجود پیوستگی در مسیرهای انتقال بار، انسجام سازه، سیستم مقاوم کمکی، نامنظمی در پلان و ارتفاع

- تاسیسات و تجهیزات: اتصالات لوله‌ها و سایر اعضا، قطعات اتصال‌دهنده، تاثیرپذیری از حرکت جانبی بر اساس حساسیت عملکرد آن‌ها
- خطوط انتقال: پیکربندی لوله‌ها و اتصالات
- شرایط دیگری که در عملکرد سامانه‌های موجود تاثیر داشته باشد از قبیل: وجود سازه‌های مجاور، دیوارهای حایل، پل‌ها، کابل‌ها و محل عبور کامیون‌های سنگین از مجاورت یا از روی خطوط انتقال و غیره، سازه‌ها و اتصالاتی که بعد از ساخت اضافه شده‌اند.
- تبصره:** انجام حداقل سونداژ (بدون آسیب‌رسانی به اجزای سامانه) و معاینه‌ی وضعیت اعضا و اجزا و شناخت کیفیت مصالح برای انجام این خدمات الزامی است.

۱-۶- پردازش اطلاعات و ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای اجزای مختلف سامانه

اطلاعات جمع‌آوری‌شده‌ی اجزای مختلف سامانه به شرح زیر پردازش و طبقه‌بندی شده و ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه انجام می‌شود:

- شبکه‌ی اصلی توزیع و تاسیسات و ابنیه‌ی مربوط؛
 - ساختمان‌ها، تاسیسات و تجهیزات مربوط؛
 - مخازن زمینی و هوایی؛
 - تصفیه‌خانه‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ؛
 - چاه‌ها و اتاقک‌های سرچاهی و تاسیسات مربوط؛
 - خطوط انتقال شامل لوله‌ها، تونل‌ها و فلوم‌ها.
- تبصره ۱:** در هنگام استفاده از منحنی‌های شکنندگی جهت انجام تحلیل کیفی آسیب‌پذیری، در صورت امکان منحنی‌های مزبور متناسب با شرایط ایران تعدیل شود.
- تبصره ۲:** ارزیابی کیفی کلیه‌ی اجزا باید بر اساس آخرین ضوابط، استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی صورت گیرد که این ضوابط باید مورد تایید کارفرما باشد.

۱-۷- تدقیق هدف بهسازی

- تعیین هدف بهسازی نهایی برای اجزای مختلف طی مراحل زیر صورت می‌گیرد:
- تعیین اهمیت نسبی اجزای سامانه با روش مناسب (تهیه‌ی مدل هیدرولیکی یا سایر روش‌ها)، در صورتی که قبلاً توسط کارفرما انجام نشده باشد؛
 - بررسی و تحلیل حساسیت کل سامانه به عملکرد اجزای مختلف آن در صورتی که قبلاً توسط کارفرما انجام نشده باشد؛
 - تحلیل اقتصادی و ملاحظات اجتماعی بر مبنای خسارات محتمل ناشی از زلزله و اولویت‌بندی مطالعات ارزیابی کمی آسیب‌پذیری لرزه‌ای اجزای مختلف سامانه؛

- بررسی محدودیت‌هایی که در سامانه‌ها برای انجام عملیات بهسازی وجود دارد؛
- پیشنهاد هدف بهسازی نهایی برای هر کدام از اجزا با هماهنگی کارفرما و برآورد میزان کمبود اطلاعات.

۱-۱-۸- جمع‌بندی و تهیه‌ی گزارش ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری

- جمع‌بندی و ارایه‌ی گزارش ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شامل اقدامات زیر خواهد بود:
 - انتقال اطلاعات آسیب‌پذیری بر روی نقشه‌های پایه‌ی GIS با لحاظ نمودن شاخص اهمیت؛
 - تحلیل و جمع‌بندی گزارش در مورد میزان آسیب‌پذیری هر یک از اجزای سامانه و توصیه در مورد لزوم یا عدم لزوم ارایه‌ی مطالعات بهسازی لرزه‌ای آن‌ها؛
 - ارایه‌ی برنامه‌ی آزمایش‌های ژئوفیزیک، ژئوتکنیک و مقاومت مصالح با توجه به هدف بهسازی و اطلاعات موجود با تعیین ضریب آگاهی اولیه؛
 - ارایه‌ی برنامه‌ی نمایان‌سازی (سونداژ و شناسایی) با توجه به هدف بهسازی و اطلاعات موجود و ارایه‌ی برنامه‌ی تهیه‌ی نقشه‌های وضع موجود؛
 - ارایه‌ی برنامه‌ی زمان‌بندی انجام خدمات مرحله‌ی بعد با رعایت شرایط قرارداد.
 - شناسایی و توصیه‌ی لازم برای اقدامات اضطراری و فوری به‌منظور رفع سریع برخی نارسایی‌های موجود در اجزای سامانه؛
- تبصره ۱:** درخصوص اجزای سامانه که عملکرد پیچیده‌ای از نظر لرزه‌ای ندارند و کارشناس ارزیاب مجرب با قضاوت مهندسی و محاسبات ساده، می‌تواند نسبت به عملکرد و آسیب‌پذیری آن‌ها اظهار نظر نموده و راه‌کار اجرایی مناسب را ارایه نماید، مشاور می‌تواند با ارایه‌ی مستندات لازم و تایید کارفرما، جزییات اجرایی بهسازی اجزای مورد نظر را تهیه و در اختیار کارفرما برای اجرا قرار دهد.
- تبصره ۲:** انجام مطالعات میدانی پس از تصویب گزارش فوق توسط کارفرما و ابلاغ آن انجام می‌پذیرد.

۱-۲- مطالعات تفصیلی

پس از تکمیل گزارش‌های ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری، مطالعات تفصیلی به منظور بررسی دقیق‌تر و جامع‌تر سامانه از نظر لرزه‌ای آغاز می‌شود. این قسمت از کار که ورودی‌های دقیق برای انجام تحلیل را فراهم می‌کند، متشکل از دو بخش مهم، بررسی‌های میدانی و ارزیابی کمی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه است.

۱-۲-۱- بررسی‌های میدانی

یکی از مهم‌ترین مراحل مطالعات تفصیلی در مورد جریان‌های حیاتی، و از جمله سامانه‌های آبرسانی، بررسی‌های میدانی است. چرا که وضعیت اکثر تاسیسات و تجهیزات به صورت نمایان بوده و تطبیق نقشه‌های موجود با آنچه که در واقعیت اجرا شده، قابل کنترل است. همچنین با انجام سونداژها و برداشت وضعیت موجود مقدمات مورد نیاز به منظور تهیه، تکمیل یا کنترل نقشه‌های

چون ساخت، انجام آزمایش‌های ژئوتکنیک و مقاومت مصالح و ورود به مرحله‌ی ارزیابی کمی فراهم می‌شود. به این ترتیب، اقدامات زیر در این مرحله مورد انتظار است:

۱-۲-۱-۱- تهیه و دسته‌بندی اطلاعات موجود

تهیه‌ی جزییات و نقشه‌ها برای سازه‌ها، تاسیسات، تجهیزات و خط انتقال و طبقه‌بندی آن‌ها گامی موثر در مدیریت اطلاعات موجود و مشخص نمودن نواقص کار خواهد بود.

۱-۲-۱-۲- شناسایی، سونداژ و تهیه‌ی اطلاعات تفصیلی وضعیت موجود

با انجام سونداژهای گسترده‌تر از قسمت مطالعات کیفی، می‌توان به اطلاعات تفصیلی و تکمیل نقشه‌های وضع موجود رسید. در این مرحله، انجام اقدامات زیر توصیه می‌شود، بدیهی است کارفرما می‌تواند با مشورت مشاور اقدامات تکمیلی دیگری در جهت کسب اطلاعات هرچه بیش‌تر اضافه کند:

- تعیین پیکربندی سامانه‌ها شامل جمع‌آوری تمامی اطلاعات مربوط به اعضای سازه‌ای (اصلی و غیر اصلی)، اعضای غیر سازه‌ای، اتصالات، لوله‌ها، تونل‌ها، تاسیسات و تجهیزات.
- مشخص کردن نواقص مشهود از جمله:

تعیین نقاط ضعف سازه‌ها و تونل‌ها (مانند ترک‌خوردگی در کناره‌ی بازشوها و شفت‌های قائم، عدم تنظیم کشش بادبندها، نشست آب از خارج به داخل تونل)، نقاط ضعف خط انتقال، تجهیزات و تاسیسات (مانند پوسیدگی لوله، تمرکز تنش و ضعف به ویژه در محل خم لوله‌ها و نشست و پوسیدگی واشر و اتصال لوله، لقی‌های پیش‌بینی نشده، عدم بسترسازی مناسب در تکیه‌گاه لوله‌های مدفون)، عدم اجرای پارتیشن‌های داخلی مخازن آب (در صورت وجود در نقشه‌ی طراحی)، خوردگی و پوسیدگی جوش قطعات فلزی دیگ‌های تصفیه‌ی آب و سایر نواقص مکانیکی در ایستگاه‌های پمپاژ.

- انجام بازدیدهای محلی از مسیر و تطبیق آن با نقشه‌ها، اطلاعات و گزارش‌های موجود از سازه‌ها، تاسیسات، تجهیزات، خط انتقال و تونل‌ها.
- تهیه‌ی نقشه‌های وضع موجود برای ادامه‌ی بررسی‌های کمی آسیب‌پذیری.
- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سازه‌های مجاور هم در سامانه و تاثیر صدمه‌ی آن‌ها بر یکدیگر بر اثر زلزله.

۱-۲-۱-۳- انجام مطالعات ژئوتکنیک و آزمایش‌های غیرمخرب و مخرب مقاومت مصالح

- پس از انجام سونداژها، آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب بر روی اجزای موردنظر سامانه و مطالعات ژئوتکنیک انجام می‌شود:
- انجام مطالعات ژئوتکنیک در محل اجزای سامانه طبق برنامه‌ی مصوب
- انجام آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب مقاومت مصالح مورد نیاز طبق برنامه‌ی مصوب

۱-۲-۴- تحلیل خطر زلزله و تعیین طیف طرح

برآورد پارامترهای حرکت قوی زمین برای سطوح خطر بر اساس مراحل زیر انجام می‌شود:

- تعیین سطوح خطر زلزله؛
- برآورد خطر زلزله: تعیین طیف شتاب طرح و پارامترهای شتاب و سرعت حداکثر حرکت زمین برای سطح خطر مورد نظر برحسب نیاز و هدف بهسازی با مطالعه‌ی موارد زیر:
- طیف طرح استاندارد
- طیف طرح ویژه‌ی ساختگاه: تحلیل خطر ویژه‌ی ساختگاه با توجه به هدف بهسازی اجزای سامانه و شرایط خاص ساختگاه (در صورت لزوم).
- شتاب‌نگاشت سازگار با طیف (در صورت لزوم).

۱-۲-۵- بررسی مخاطرات ژئوتکنیکی

انواع مخاطرات ژئوتکنیکی محتمل در ساختگاه محل سامانه مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- انجام مطالعات ژئوتکنیک طبق برنامه‌ی تدوین شده و مصوب؛
- بررسی خطرات ژئوتکنیکی شامل روانگرایی، حرکت جانبی، لغزش و رانش زمین و سقوط سنگ، خاک‌های ریزشی و منبسط-شونده و تحلیل مناسب برای ارزیابی خطرات مذکور؛
- کنترل نشست‌ها با فرضیات طراحی؛
- بررسی آثار ناشی از نشست آب بر سامانه‌های آبی.

۱-۲-۶- تدقیق ضریب آگاهی

تدقیق ضریب آگاهی با توجه به هدف بهسازی، روش تحلیل، سطح اطلاعات و انجام آزمایش‌های تکمیلی در صورت نیاز انجام می‌گیرد.

۱-۲-۷- ارایه‌ی گزارش بررسی‌های میدانی

- گزارش تمام مطالعات انجام‌شده باید ارایه شده و پس از تصویب نهایی کارفرما (یا مدیر طرح پروژه) مستندسازی شوند. فهرست گزارش‌های مهم در زمینه‌ی بررسی‌های میدانی به قرار زیر است:
- ارایه‌ی نتایج و جمع‌بندی گزارش مطالعات ژئوتکنیک؛
 - ارایه‌ی نتایج و جمع‌بندی گزارش مطالعات خطر زلزله؛
 - ارایه‌ی نتایج آزمایش‌های مقاومت مصالح و مستندات نمایان‌سازی (سونداژ و شناسایی)؛
 - ارایه‌ی آلبوم نقشه‌های مستندسازی شده برای نوع خاک و خطر زلزله در محل اجزای سامانه بر پایه‌ی GIS؛

– ارایه‌ی آلبوم نقشه‌های وضع موجود اجزای سامانه.

تبصره: انجام ارزیابی کمی آسیب‌پذیری پس از تصویب گزارش بررسی‌های میدانی توسط کارفرما و ابلاغ آن صورت می‌پذیرد.

۱-۲-۲- ارزیابی کمی آسیب‌پذیری

موارد زیر باید برای کلیه‌ی اجزای سامانه‌ی آسیب‌پذیر طبق گزارش ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری با توجه به اهداف بهسازی هریک از اجزای سامانه انجام شود.

۱-۲-۲-۱ ارزیابی تفصیلی نیاز سامانه به بهسازی

أ- ایجاد مدل تحلیلی برای برآورد آسیب‌پذیری

- مواردی که در مدل تحلیلی باید مدنظر قرار گیرند، عبارتند از:
- انتخاب مدل تحلیلی و تعیین مشخصات سیستم، اعضا و اجزای آن؛
- مدل‌سازی شالوده و تاسیسات و تجهیزات متصل به سازه و یا تجهیزات مجزا؛
- پیکربندی سازه‌ها با توجه به وضعیت منظم یا نامنظمی آن‌ها؛
- اندرکنش خاک-سازه (در صورت لزوم)؛
- بار زلزله با استفاده از مدل پیش‌بینی شده و در صورت لزوم اثر همزمان مولفه‌های زلزله؛
- بار زلزله‌ی غیر یکنواخت برای خطوط انتقال با توجه به اهمیت آن‌ها (در صورت لزوم)؛
- بررسی آثار ناشی از عبور خطوط لوله از روی گسل‌ها؛
- روانگرایی، ناپایداری شیب و نشست پی‌ها؛
- ارزیابی فرضیات طراحی (با اندرکنش اجزا و نیز رفتار مجزا) برای نیل به اطمینان از شبیه‌بودن مکانیسم رفتار سازه، تاسیسات و تجهیزات متصل با رفتار واقعی تحت زلزله‌ی طرح.

ب- بررسی مقاومت مصالح

در این قسمت بایستی براساس آزمایش‌های انجام شده در خدمات جنبی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح، مطالعات زیر انجام گیرد.

- تعیین کرانه‌ی پایین مقاومت.
- تعیین مقاومت‌های درج‌شده در مدارک فنی (مقاومت مشخصه).
- تعیین مقاومت موردانتظار مصالح.

ت- تعیین ظرفیت اجزای سازه

- تعیین ظرفیت مورد انتظار اجزا.
- تعیین کرانه‌ی پایین ظرفیت اجزا.

ث- انتخاب روش تحلیل سازه

تحلیل سازه به منظور برآورد نیروهای داخلی و تغییرشکل‌های اجزا، تحت اثر سطح خطر زلزله‌ی انتخاب شده، برحسب مورد و از روش‌های زیر:

- تحلیل استاتیکی خطی؛
- تحلیل دینامیکی خطی؛
- تحلیل استاتیکی غیرخطی؛
- تحلیل دینامیکی غیرخطی.

ج- تحلیل شالوده‌ها و خاک اطراف خطوط انتقال و تونل‌ها

- تعیین سختی و مقاومت شالوده.
- بررسی اثر اندرکنش خاک و سازه (در صورت لزوم).
- محاسبه‌ی ظرفیت باربری مورد انتظار شالوده.
- تعیین مشخصه‌های نیرو-تغییر مکان شالوده.
- بررسی فشار جانبی لرزه‌ای خاک و ارزیابی دیوارهای نگهدارنده‌ی خاک (حایل) در مقابل آثار فشارهای لرزه‌ای زمین.

ح- تحلیل رفتار اجزای غیر سازه‌ای شامل اتصالات تاسیسات و تجهیزات

- بازرسی عینی و بررسی وضع موجود اجزای غیرسازه‌ای (اجزای تاسیسات و تجهیزات مکانیکی و برقی) و کسب اطلاعات لازم؛
- تحلیل آسیب‌پذیری تجهیزات و در صورت نیاز برخی از تاسیسات با استفاده از روش‌های ارزیابی تجربی (مانند استفاده از منحنی‌های شکنندگی که حتی‌المقدور منطبق بر شرایط ایران باشد)؛
- بررسی تأثیرات متقابل اجزای سازه‌ای-غیرسازه‌ای؛
- رده‌بندی رفتاری اجزای غیرسازه‌ای از جمله اجزای حساس به شتاب و اجزای حساس به تغییرشکل؛
- ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای و نیز بررسی اندرکنش بین این اجزا.

خ- تعیین معیارهای پذیرش (و یا آیین‌نامه‌ی طراحی مورد قبول) و کنترل نیاز یا عدم نیاز قطعی به بهسازی

- گام‌های زیر به منظور تعیین معیارهای پذیرش باید برداشته شوند:
- بررسی عملکرد اجزای سازه‌ها؛
- بررسی عملکرد اجزای سازه پس از برآورد نیروهای داخلی اعضا و تغییرشکل‌های ناشی از بارهای ثقیلی و بارهای جانبی زلزله و ناپایداری‌های زمین با توجه به معیارهای پذیرش و نوع رفتار اجزا به صورت کنترل‌شونده توسط تغییرشکل یا کنترل‌شونده توسط نیرو؛

- بررسی سازگاری خاک زیر شالوده با معیارهای پذیرش برای حمل همهی بارهایی که توسط شالوده بر خاک وارد می‌شوند و برای نشست‌ها و اختلاف نشست و تعیین مناطق بحرانی برای خط انتقال یا سازه‌های مورد نظر؛
 - بررسی عملکرد اجزای غیرسازه‌ای با توجه به ملاحظات خاص لرزه‌ای؛
 - کنترل نیاز یا عدم نیاز قطعی به بهسازی برای سامانه‌های مورد نظر تحت خطر معین زلزله برحسب عملکرد مورد انتظار.
- تبصره:** بایستی با اتخاذ روش مناسب مطالعه، این مرحله با توجه به نوع اجزای سامانه‌ی آبی اعم از ساختمان‌ها، چاه‌ها، خطوط اصلی انتقال آب، خطوط انتقال آب، تصفیه‌خانه، مخازن، ایستگاه‌های پمپاژ و شبکه‌های توزیع انجام گیرد.

۱-۲-۲-۲- تهیه‌ی گزارش تحلیل کمی آسیب‌پذیری

- در پایان این مرحله باید گزارشی جامع از ارزیابی کمی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تهیه شود و شامل موارد زیر باشد:
- تدوین و تنظیم گزارش مطالعات انجام یافته در قطع استاندارد همراه با نمودارها، جداول، نقشه‌ها و مستندات لازم که وضعیت آسیب‌پذیری سامانه‌ها را به خوبی ارایه نماید.
 - نتیجه‌گیری از مطالعات انجام یافته که در آن نیاز یا عدم نیاز به بهسازی برحسب عملکرد مورد انتظار از آن و برآورد کلی از میزان آسیب‌پذیری و اولویت‌بندی اجرای بهسازی لرزه‌ای سامانه‌ها ارایه شود.
- تبصره:** ادامه‌ی پروژه و تهیه‌ی طرح بهسازی پس از تایید گزارش توسط کارفرما و ابلاغ آن صورت می‌گیرد.

فصل ۲

مرحله‌ی دوم:

تهیه‌ی طرح بهسازی سامانه‌های آبرسانی

۲-۱- تهیه طرح مقدماتی بهسازی

به منظور ارایه‌ی طرح بهسازی و بهبود عملکرد سامانه در هنگام وقوع زلزله، ابتدا چند راه‌کار مختلف برای بهسازی آن پیشنهاد می‌شود، سپس با ترکیب مناسبی از راه‌کارهای پیشنهادی، طرح اولیه‌ی بهسازی توسط مشاور ارایه می‌شود.

۲-۱-۱- ارایه‌ی راه‌کارهای بهسازی

راه‌کارهای زیر به عنوان نمونه می‌تواند به صورت منفرد یا در ترکیب با یکدیگر برای بهسازی اجزای سامانه‌ها (اعم از سازه‌ای و غیرسازه‌ای) به کار رود:

- اصلاح و بهسازی زمین در یک یا چند نقطه؛
- تصحیح یا تغییر شیب‌های موجود در اطراف سامانه؛
- اصلاح موضعی اجزای سازه‌ای سامانه که دارای عملکرد نامناسبی در اثر زلزله می‌باشند؛
- افزایش انسجام سازه با کلاف‌بندی؛
- تغییر کاربری سازه‌ی سامانه‌ها به منظور کاهش سطح عملکرد مورد نیاز؛
- به کارگیری سیستم‌های جاذب انرژی؛
- به کارگیری سیستم جداساز لرزه‌ای؛
- اصلاح اتصال تاسیسات و تجهیزات به سازه‌ها جهت داشتن مقاومت لازم در مقابل زلزله؛
- اصلاح اتصالات لوله‌های اصلی انتقال آب؛
- تغییر یا تصحیح مسیر لوله‌ها (جزییات جاگذاری لوله‌ها و جنس لوله)؛
- تغییر سیستم برخی از تاسیسات سامانه برای نیل به عملکرد مناسب‌تر.
- ارایه‌ی روش‌های بهسازی اجزای غیرسازه‌ای از طریق جایگزینی، تقویت، تعمیر، مهاربندی، متصل‌سازی یا دیگر روش‌های تاییدشده.
- راه‌کارهای مناسب دیگر.

۲-۱-۲- ارایه‌ی طرح مقدماتی برای بهسازی

- لازم است مشاور گزینه‌های مختلفی را برای بهسازی اجزای هر سامانه بررسی و گزینه‌ی برتر را توصیه نماید.
- بررسی و انتخاب گزینه‌های مناسب برای بهسازی هر بخش از سامانه‌ها برحسب ویژگی سازه‌ها، تاسیسات، تجهیزات، لوله‌ها و تونل‌ها و قضاوت مهندسی بر اساس مدل تحلیلی مناسب؛
 - بررسی تاثیر گزینه‌های مناسب بهسازی بر کاربری سامانه و محدودیت‌هایی که از نظر کاربری آن سامانه ایجاد می‌شود و پیش‌بینی مدت اجرای طرح؛
 - جمع‌آوری اطلاعات مربوط به روش‌های ساخت جهت انتخاب روش بهسازی متناسب (با توجه به روش‌های متداول، مهارت‌های محلی، تجهیزات و امکانات قابل دسترس)؛

- بررسی سایر عوامل ممکن که می‌تواند در انتخاب گزینه‌ی برتر موثر باشد؛
- ارایه‌ی گزارش عملکرد گزینه‌ها از نظر فنی و اقتصادی و توصیه‌ی گزینه‌ی برتر.

۲-۱-۳- انتخاب گزینه‌ی برتر

انتخاب گزینه‌ی برتر در مشورت با کارفرما با توجه به ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و سایر استدلالات علمی و فنی انجام می‌شود.

۲-۱-۴- ارزیابی تحلیلی طرح بهسازی

گزینه‌ی برتر بهسازی باید به مدل سازه اعمال شده و به صورت تفصیلی، تحلیل و بررسی شود و بر این اساس جزییات طرح هرچه دقیق‌تر به دست آید:

- ارزیابی تفصیلی تحلیلی گزینه‌ی طرح بهسازی برتر به وسیله‌ی تحلیل مدل در دست مطالعه به روش مشابه ذکرشده در بند ۲-۱-۲ و ارایه‌ی طرح بر اساس عملکرد مورد انتظار.
- تدقیق جزییات گزینه‌ی انتخابی برای بهسازی بر اساس تحلیل فوق.

۲-۱-۵- تحلیل اقتصادی

- برآورد تقریبی از هزینه‌ی اجرایی طرح پیشنهادی؛
 - برآورد هزینه‌ی میزان خسارت‌های احتمالی در دو حالت انجام بهسازی و عدم انجام بهسازی؛
 - پیش‌بینی مدت اجرای طرح پیشنهادی؛
 - مقایسه‌ی نسبی هزینه‌ها؛
 - بررسی گزینه‌ی دیگر در صورت اقتصادی نبودن طرح.
- تبصره:** در صورتی که مهندس مشاور در بررسی‌های خود به این نتیجه برسد که اجرای طرح بهسازی با در نظر گرفتن گزینه‌های مختلف به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست، لازم است مراتب را با ذکر دلایل کافی به کارفرما اعلام نماید. ادامه‌ی انجام مطالعات پروژه منوط به ابلاغ کارفرما می‌باشد.

۲-۱-۶- تهیه‌ی گزارش طرح مقدماتی

- تدوین و تنظیم گزارش مطالعات فنی انجام یافته؛
 - گزارش اقتصادی و تحلیل مالی طرح؛
 - نتیجه‌گیری نهایی از بررسی‌های انجام یافته.
- تبصره:** تهیه‌ی طرح اجرایی بهسازی پس از تایید گزارش این قسمت از مطالعات از سوی کارفرما و ابلاغ آن صورت می‌گیرد.

۲-۲- تهیه‌ی طرح اجرایی

پس از انتخاب گزینه‌ی نهایی برای طرح بهسازی اقدام به تهیه‌ی طرح اجرایی می‌گردد.

- مطالعه‌ی تکمیلی در مورد روش بهسازی و نحوه‌ی اجرای راه حل یا طرح انتخاب‌شده، از طریق مقایسه‌ی جدول‌های فنی و اقتصادی حاوی امکانات و محدودیت‌های عملکرد سامانه‌ها، مصالح، نیروی انسانی (مهارت‌ها و تخصص‌ها)، زمان اجرا، راه‌های دسترسی و هر نوع عامل اساسی که بتواند در مقایسه‌ی مزبور تعیین‌کننده باشد.
- انجام محاسبات فنی موردنیاز برای انجام تحلیل‌های لازم و تکمیلی به منظور ارایه‌ی جزییات اجرایی اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای طرح شامل، شالوده‌ها، لوله‌ها، تونل‌ها، خطوط انتقال، تاسیسات، تجهیزات، مخازن و غیره.
- تهیه‌ی جزییات اجرایی برای بهسازی.
- تهیه‌ی مشخصات فنی شامل:
- مشخصات فنی عمومی و خصوصی که رعایت آن‌ها در اجرای پروژه ضروری است به صورت موضوع، شماره و تاریخ صدور و مرجع صادرکننده.
- مشخصات فنی عمومی و خصوصی که برای اجرای پروژه مورد نیاز باشد باید در نقشه‌ها و دفترچه‌ی مشخصات فنی خصوصی و عمومی درج شود.
- مشخص کردن معیارها، آیین‌نامه‌ها و استانداردهایی که در مطالعات و اجرای بهسازی مورد استفاده قرار گرفته است.
- تهیه‌ی برآورد احجام عملیات و هزینه اجرای پروژه.
- تهیه‌ی برنامه‌ی زمان‌بندی اجرای پروژه.
- تهیه‌ی گزارش جامع پروژه که در برگیرنده‌ی شرح پروژه و خلاصه‌ای از آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده برای بهسازی (شناسنامه پروژه)، مشخصات اصلی پروژه و توجیه طرح بهسازی می‌باشد.
- ارایه‌ی مدارک و گزارش نهایی شامل نقشه‌ها، جزییات اجرایی و دستورالعمل‌ها.
- تهیه‌ی مدارک لازم برای مناقصه و تهیه‌ی اسناد مناقصه.

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

Islamic Republic of Iran

Terms of References of Seismic Rehabilitation Studies for Existing Water Supply Systems

No. 365

Office of Deputy for Technical Affairs
Technical, Criteria Codification & Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau
<http://tec.mporg.ir>

2007

این نشریه:

با عنوان "فهرست خدمات مطالعات بهسازی
لرزه‌ای سامانه‌های آبرسانی شهری موجود"
شامل دو فصل است.

تحلیل آسیب‌پذیری و تهیه‌ی طرح بهسازی
سامانه‌های آبرسانی به عنوان یکی از مهم‌ترین
شرایح حیاتی، بخش‌های مختلف این نشریه را
تشکیل می‌دهند.

این نشریه به منظور مطالعات بهسازی لرزه‌ای
سامانه‌های آبرسانی شهری موجود تهیه و ابلاغ
شده است.