جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای انجام مطالعات خدمات جنبی در پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای

نشریه شماره ۳۹۰

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
۱۳۸۶

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، ایهام 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
E-mail: 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 پرقدرت 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 امدادرسانی 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.

یکی از موضوعات و مراحل بسیار مهم مطالعات بهسازی لرزه‌ای، مرحله‌ی ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم مورد بررسی (اعم از ساختمان، شریان‌های حیاتی و ...) است. احراز شناخت کامل و کافی از مشخصات مصالح و ساختگاه بسته به هدف بهسازی انتخابی و نوع تحلیل، مستلزم انجام آزمایش‌های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک است. لذا نشریه‌ی حاضر با عنوان "راهنمای انجام مطالعات خدمات جنبی در پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای"، با تلاش گروه هدایت فنی شرکت خدمات مدیریت ایرانیان و کارشناسان دفتر امور فنی، تدوین معیارها کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله تدوین شده است. همچنین از شرکت‌های مهندسان مشاور و متخصصان مرتبط با ژئوتکنیک و مقاوم‌سازی در این خصوص کسب نظر شده و تمامی نقطه‌نظرات اعمال و متن نهایی شده است. جا دارد از همه‌ی این عزیزان قدردانی نماید.

با همه‌ی تلاش انجام‌شده قطعا هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که إن‌شاءا... 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 علیرضا توتونچی، مهندس رضا اسفندیاری صدق و خانم‌ها مهندس نسرین ابوالحسنی و 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

مردادماه ۱۳۸۶

فهرست مطالب

فصل اول- کلیات

۱-۱- مقدمه ۳

۱-۲- ملاحظات ویژه ۶

۱-۳- تعاریف ۶

فصل دوم- تخریب و سونداژ

۲-۱- تعریف ۹

۲-۲- هدف ۹

۲-۳- ملاحظات ۹

فصل سوم- شناسایی

۳-۱- تعریف ۱۳

۳-۲- هدف ۱۳

۳-۳- ملاحظات ۱۳

فصل چهارم- آماده‌سازی

۴-۱- تعریف ۲۱

۴-۲- هدف ۲۱

۴-۳- ملاحظات ۲۲

فصل پنجم- آزمایش‌های مقاومت مصالح

۵-۱- تعریف ۲۵

۵-۲- هدف ۲۵

۵-۳- ملاحظات ۲۵

فصل ششم- پی و آزمایش‌های مرتبط با خاک ساختگاه

۶-۱- هدف ۳۵

۶-۲- ملاحظات ۳۵

فصل هفتم- ترمیم

۷-۱- تعریف ۴۱

۷-۲- هدف ۴۱

۷-۳- ملاحظات ۴۱

پیوست الف- فهرست خدمات حداقل مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح برای پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود ۴۷
پیوست ب- شرح خدمات حداقل مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح پل‌ها ۵۳

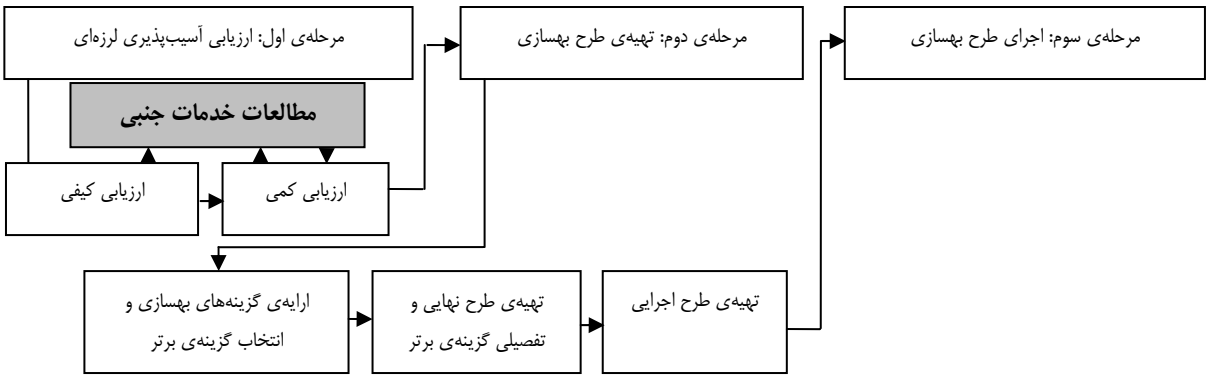
فصل ۱

کلیات

۱-۱- مقدمه

مطالعات خدمات جنبی یکی از اساسی‌ترین نیازهای پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای بوده و در حقیقت این مطالعات به عنوان پیش‌نیاز انجام مطالعات ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای مطرح است. همچنین اعتبار نتایج حاصل از مطالعات ارزیابی آسیب‌پذیری، کاملا بستگی به دقت و صحت اطلاعاتی دارد که از انجام مطالعات خدمات جنبی، حاصل می‌گردد. از طرف دیگر یکی از دلایل اصلی طولانی شدن مطالعات ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای، بحث عدم انجام مطالعات خدمات جنبی در زمان مناسب است که با توجه به تجربیات موجود، این موضوع خود به تنهایی می‌تواند باعث ایجاد تاخیرهای قابل توجه در روند پیشرفت پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای شود.

به طور کلی فرآیند بهسازی لرزه‌ای از سه مرحله تشکیل شده که در نمودار زیر، این مراحل به همراه جزییات مربوط، معرفی شده‌اند.



شکل ۱-۱- نمودار فرآیند بهسازی لرزه‌ای

مطالعات خدمات جنبی در مرحله‌ی اول از فرآیند فوق (ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای) و عموما پس از اتمام و ارایه‌ی گزارش ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای، انجام می‌گیرد و هدف از انجام این مطالعات نیز به‌دست آوردن و یا تکمیل و تدقیق کلیه‌ی اطلاعاتی است که در ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سازه، مورد نیاز است.

در تنظیم این راهنما به هر یک از اقداماتی که به طور مستقیم و یا غیر مستقیم با انجام مطالعات خدمات جنبی در ارتباط است، فصل جداگانه‌ای اختصاص داده شده و همچنین به تناسب عنوان هر فصل، ملاحظات و جزییات مربوط مطرح شده است.

ترتیب انجام، دامنه، تعداد و نوع آزمایش‌های مورد نیاز در هر پروژه، طبق ضوابط دستورالعمل‌های بهسازی لرزه‌ای یا به صورت ابلاغی، جداگانه تعیین می‌گردد. به طور نمونه در این مورد به پیوست‌های راهنمای حاضر، مراجعه شود.

لیست خدمات جنبی در حالت کلی شامل موارد زیر است:

۱- تهیه‌ی نقشه‌های معماری و سازه‌ای وضع موجود

۲- سونداژ و تخریب

۳- شناسایی

۴- برآورد خطر زلزله در صورت نیاز

۵- آماده‌سازی

۶- آزمایش‌های مقاومت مصالح

۷- آزمایش‌های خاک

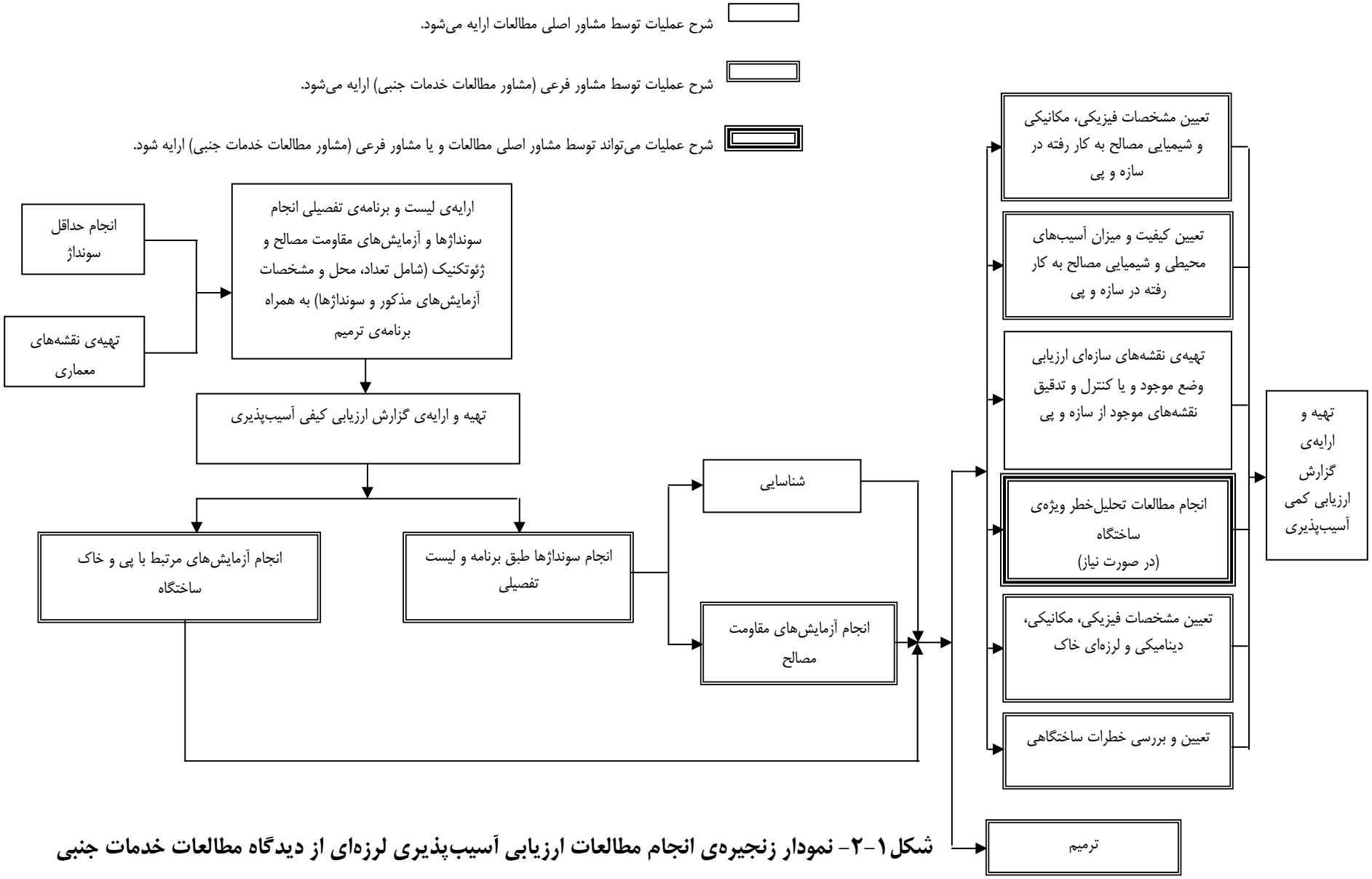
۸- ترمیم

به بندهای ۱ و ۴ فوق در مدارک دیگری پرداخته شده است و سایر موارد مطابق عناوین مذکور در جدول ۱-۱، در این راهنما، تشریح می‌شوند.

جدول۱-۱- عناوین فصول ارایه شده در راهنما

شماره فصل	عنوان فصل
۱	سونداژ و تخریب
۲	شناسایی
۳	آماده‌سازی
۴	آزمایش‌های مقاومت مصالح
۵	پی و آزمایش‌های مرتبط با خاک ساختگاه
۶	ترمیم

زنجیره‌ی انجام مطالعات ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای از دیدگاه مطالعات خدمات جنبی، در شکل ۱-۲ ارایه شده است.



شکل ۱-۲- نمودار زنجیره‌ی انجام مطالعات ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای از دیدگاه مطالعات خدمات جنبی

۱-۲- ملاحظات ویژه

۱- تعداد، محل و نوع آزمایش‌ها و سونداژها، باید بر اساس ضوابط ارایه شده در دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود، تعیین شود.

۲- مرجع تنظیم قراردادهای مطالعات خدمات جنبی، "تعرفه‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح" است.

۳- مشاوران اصلی طرح‌های بهسازی لرزه‌ای، وظیفه‌ی تعیین، بررسی، تفسیر و تایید کمیت و کیفیت کلیه‌ی گزارش‌ها و مطالعات مشاوران فرعی (برای تعیین خطر زلزله، خدمات ژئوتکنیک، کیفیت‌سنجی مصالح، تاسیسات و غیره) را به عهده دارند. به عنوان یک روش می‌توان چکیده‌ی فرضیات، روش‌ها و نتایج کار مشاوران فرعی را در درون گزارش‌های استاندارد مطالعات بهسازی لرزه‌ای و در فصل خاص مبحث مربوط، ارایه و استفاده کرد. اصل گزارش‌های مشاوران فرعی نیز صرفا در حد پیوست گزارش‌های اصلی، باید آورده شوند.

۴- حضور نماینده‌ی مشاور اصلی، به منظور نظارت تطبیقی بر انجام خدمات جنبی و نیز حضور نماینده‌ی کارفرما در موارد نیاز باید پیش‌بینی گردد. همچنین با توجه به در حال بهره‌برداری بودن ابنیه، کوچک بودن محدوده‌ی انجام سونداژ و آزمایش و همچنین اهمیت و ظرافت کارها، لازم است تمام دست‌اندرکاران این خدمات با ملاحظات ویژه انتخاب گردند.

۵- حق‌الزحمه‌ی مربوط به خدمات مذکور در بندهای ۳ و ۴، طبق ضوابط شرایط عمومی خدمات مشاوره‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح (بندهای ۱۳-۲ و ۳-۲)، قابل تعیین و پرداخت خواهد بود.

۱-۳- تعاریف

مشاور اصلی: مشاوری است که وظیفه‌ی انجام و تهیه‌ی گزارش‌های مطالعات مرحله‌ی اول (ارزیابی کیفی و کمی آسیب‌پذیری لرزه‌ای) از فرآیند بهسازی لرزه‌ای (شکل ۱-۱) را بر اساس شرح خدمات مصوب و مورد تایید کارفرما، به عهده دارد. شرح وظایف این مشاور در مطالعات مرحله‌ی اول، در نمودار شکل ۱-۲ نشان داده شده است.

مشاور فرعی (مشاور مطالعات خدمات جنبی): مشاوری است که وظیفه‌ی فراهم نمودن اطلاعات لازم و مشخصات مورد نیاز مطالعات مرحله‌ی اول را به همراه تهیه‌ی گزارش‌های مربوط، به عهده دارد. شرح وظایف این مشاور، در نمودار شکل ۱-۲ نشان داده شده است.

فصل ۲

تخریب و سونداژ

۲-۱- تعریف

تخریب و سونداژ عبارت است از برداشتن پوشش‌های معماری تا رسیدن به محل اعضا یا اجزای مورد نظر

۲-۲- هدف

۱- دسترسی به اعضا یا اجزای مختلف سازه به منظور انجام شناسایی‌های مورد نیاز

۲- آماده نمودن شرایط لازم به منظور انجام نمونه‌گیری و آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب مورد نیاز

۲-۳- ملاحظات

۱- با توجه به متن دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (نشریه شماره ۳۶۰)، در مرحله‌ی ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌ها، ضروری نیست به منظور تعیین پیکربندی و ابعاد مقاطع، آشکارسازی و سونداژ، همراه با تخریب پوشش معماری باشد و صرف بازرسی چشمی همراه با سونداژ به کمک میله و فایبراسکوپ و سوراخ کردن محدود و نمونه، کافی است.

۲- ابعاد سونداژ و محل آشکارسازی شده باید به اندازه‌ای باشد که شناسایی و مشاهده‌ی موثر اعضا یا اجزای‌ها و اجزای اتصالات به صورت نسبتا قطعی امکان‌پذیر باشد.

۳- انتخاب محل تخریب باید به گونه‌ای باشد که بخش‌های حساس سازه آسیب نبیند.

۴- به منظور شناسایی مشخصات و وضعیت آرماتورهای به‌کار رفته در اعضا یا اجزای بتنی و همچنین آماده نمودن و انجام آزمایش‌های مورد نیاز، لازم است بتن رویه تخریب شود.

۵- کنده‌کاری در محل انجام سونداژ و آزمایش، فرآیند انجام آزمایش و همچنین برداشت اطلاعات از محل سونداژ باید با پیش‌بینی‌هایی به منظور حفظ ایمنی کارکنان، جلوگیری از بروز خسارت به تجهیزات و ادوات موجود و ایمنی بهره‌برداران و ساکنین محل و غیره انجام گیرد.

۶- لازم است کارفرما نسبت به جابه‌جا نمودن اداوات، تجهیزات حساس به آلودگی‌های محیطی که در حین انجام سونداژ و تخریب ایجاد خواهد شد، تمهیدات لازم را فراهم نماید.

۷- ترمیم و تمیزکاری کلیه‌ی تخریب‌های مورد اشاره در جدول ۲-۱، بر عهده‌ی مشاور خدمات جنبی و نظارت آن در زمره‌ی مسوولیت‌های مشاور اصلی مطالعات است. لازم به ذکر است ملاحظات و ردیف‌های مربوط، در فصل ششم ارایه شده است. حق‌الزحمه‌ی مربوط به نظارت، طبق ضوابط شرایط عمومی خدمات مشاوره‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح (بندهای ۱۳-۲ و ۳-۲)، قابل تعیین و پرداخت خواهد بود.

۸- دستیابی به جزییات اتصالات، ستون و تیر در ردیف‌های مذکور در جدول ۲-۱، حتی‌الامکان باید از زیر سقف انجام گیرد.

۹- تعیین تعداد و محل نقاط سونداژ و همچنین علامت زدن محل‌های مذکور در سازه، بر عهده‌ی مشاور اصلی مطالعات است.

۱۰- به منظور تعیین جزییات ردیف‌های ارایه شده در ردیف‌های جدول ۲-۱، فصل اول فهرست بهای واحد پایه‌ی رشته‌ی ابنیه، با عنوان "عملیات تخریب"، می‌تواند ملاک عمل قرار گیرد. لیکن به دلیل ظرافت و سایر ویژگی‌های خاص و منحصر به فرد انجام عملیات تخریب و سونداژ در پروژه‌ی مقاوم‌سازی، حق‌الزحمه‌ی اولیه‌ی انجام این عملیات، بر اساس قیمت‌های ارایه شده در فصل مذکور، محاسبه و سپس با اعمال ضریبی بزرگ‌تر از یک، نهایی می‌گردد. مقدار بزرگی این ضریب با توجه به عواملی نظیر سختی و ظرافت کار، حجم عملیات و غیره، به صورت توافقی بین کارفرما و مشاور خدمات جنبی، تعیین خواهد شد.

جدول ۲-۱- محل و شرح عملیات تخریب و سونداژ

ردیف	محل	شرح
۱	اتصالات	سونداژ و برداشتن پوشش محل اتصال تیر به ستون (یک تیر به یک ستون، دو تیر به یک ستون، سه تیر به یک ستون و چهار تیر به یک ستون) تا رسیدن به محل اتصال و دستیابی به جزییات آن (از طریق سقف و دیوارها)
۲	ستون	سونداژ و برداشتن پوشش ستون تا رسیدن به محل آن و دستیابی به جزییات (بتنی و فولادی)
۳	تیر	سونداژ و برداشتن پوشش تیر تا رسیدن به محل آن و دستیابی به جزییات (بتنی و فولادی) (ازطریق سقف و دیوار)
۴	سقف	سونداژ و برداشتن پوشش سقف به منظور دسترسی به اعضا یا اجزای مختلف و اتصالات سازه و شناسایی سیستم سقف
۵	پی سطحی و عمیق	سونداژ و برداشتن پوشش پی تا رسیدن به محل پی سطحی و عمیق (شمع) به منظور دستیابی به جزییات
۶	دیوار	سونداژ و برداشتن پوشش دیوار (بنایی و بتنی) و دستیابی به جزییات آن
۷	بتن رویه (پوشش آرماتور)	سونداژ و برداشتن بتن رویه در اعضا یا اجزای بتنی تا رسیدن به محل آرماتورهای طولی و برشی
۸	بام	سونداژ و برداشتن پوشش بام
۹	دیوارهای حایل	سونداژ و برداشتن پوشش دیوارهای حایل
۱۰	سقف کاذب	سونداژ و برداشتن پوشش سقف کاذب
۱۱	سایر اجزای غیر سازه‌ای	سونداژ و برداشتن پوشش و رسیدن به جزییات مورد نیاز

فصل ۳

شناسایی

۳-۱- تعریف

شناسایی عبارت است از تعیین مشخصات ظاهری جزییات و هندسی اعضا و اجزای مختلف سازه.

۳-۲- هدف

۱- تهیه‌ی نقشه‌های ارزیابی جامع وضع موجود و یا کنترل و تدقیق نقشه‌های موجود از سازه؛

۲- بررسی ظاهری و کیفی اعضا و اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای؛

۳- تعیین دقیق تعداد و محل انجام آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب.

۳-۳- ملاحظات

۱- شناسایی‌های این فصل، بر اساس سونداژهایی است که در فصل دوم به آن‌ها اشاره شد و به منظور تکمیل شناسایی‌های مورد نیاز، انجام آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب ضروری است.

۲- انجام شناسایی‌ها باید توسط مشاور اصلی مطالعات ارزیابی آسیب‌پذیری انجام گیرد.

۳- در تعیین شناسایی‌های مورد نیاز، باید ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (نشریه شماره ۳۶۰)، ملاک عمل قرار گیرد.

۴- هزینه‌ی انجام شناسایی در قالب حق‌الزحمه‌ی تهیه‌ی نقشه‌های معماری و سازه‌ای وضع موجود سازه، پیش‌بینی شده است و بنابراین حق‌الزحمه‌ی جداگانه‌ای به منظور انجام شناسایی، درنظر گرفته نخواهد شد.

جدول ۳-۱- شماره و شرح مختصر گروه‌های فصل سوم

شماره گروه	شرح مختصرگروه
۱	اتصالات فولادی
۲	اتصالات بتنی
۳	ستون فولادی
۴	ستون بتنی
۵	کلاف افقی و قائم
۶	تیر فولادی
۷	مهاربند
۸	سایر اعضای فولادی (نظیر اعضای خرپایی)
۹	تیر بتنی
۱۰	پی سطحی و عمیق
۱۱	اتصال ستون به پی
۱۲	دیوار بتنی
۱۳	دیوار بنایی
۱۴	دیافراگم
۱۵	بام
۱۶	سقف و سقف کاذب
۱۷	درز انقطاع

جدول ۳-۲- شرح شناسایی اعضا و اجزای مختلف سازه

شماره	المان	شرح شناسایی
۰۱	اتصالات فولادی (اتصال تیر به ستون، تیرهای فرعی به اصلی، اتصالات شمشیری راه‌پله)	الف- تعیین نوع اتصال (مفصلی، گیردار، نیمه گیردار، خورجینی و غیره) ب- تعیین نوع و مشخصات ورق‌های بالایی و پایینی به‌کار رفته در اتصالات پ- تعیین نوع و مشخصات نبشی‌های به‌کار رفته در اتصال ت- تعیین نوع و مشخصات سخت کننده‌های به‌کار رفته در اتصال ث- تعیین مشخصات و جزییات چشمه‌ی اتصال ج- تعیین وسایل اتصال (جوش، پیچ یا مهره) چ- ابعاد هندسی و نوع جوش به‌کار رفته در اجزای مختلف اتصال ح- مشخصات ظاهری و نوع پیچ و مهره به‌کار رفته در اجزای مختلف اتصال خ- تعیین آسیب‌های محیطی و شیمیایی اجزای مختلف اتصال د- سایر موارد
۰۲	اتصالات بتنی (تیر به ستون)	الف- تعیین وضعیت و جزییات اتصال نظیر تعیین طول گیرداری و غیره ب- تعیین نوع، مشخصات و میزان آرماتورهای به‌کار رفته در چشمه‌ی اتصال پ- تعیین آسیب‌های محیطی، شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به‌کار رفته در اتصالات ت- تعیین وضعیت اتصال به لحاظ رعایت ضوابط شکل‌پذیری استاندارد آبا ث- سایر موارد
۰۳	ستون فولادی	الف- تعیین نوع پروفیل ب- تعیین ابعاد ورق‌های ستون پ- تعیین محل، ابعاد و وضعیت وصله‌ها ت- تعیین ابعاد و فواصل سخت کننده‌های داخل ستون ث- تعیین ابعاد هندسی و نوع جوش ج- تعیین ابعاد، فواصل و وضعیت بست‌های ستون چ- تعیین ابعاد، فواصل و وضعیت ورق‌های تقویتی ح- تعیین محل تغییر مقطع ستون‌ها همراه با ارایه‌ی جزییات مربوط خ- تعیین وضعیت ظاهری و مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی د- تعیین مشخصات و جزییات اتصال ستون به دیوار مجاور د- تعیین مشخصات و جزییات اتصال ستون به دیافراگم ر- سایر موارد
۰۴	ستون بتنی	الف- تعیین ابعاد ستون ب- تعیین وضعیت ظاهری و مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به‌کار رفته در ستون پ- تعیین نوع، مشخصات و میزان آرماتورهای طولی و برشی به‌کار رفته ت- تعیین محل و مشخصات وصله‌های آرماتور (در صورت امکان) ث- تعیین مشخصات و جزییات اتصال ستون به دیوار مجاور ج- تعیین مشخصات و جزییات اتصال ستون به دیافراگم چ- سایر موارد

ادامه‌ی جدول ۳-۲- شرح شناسایی اعضا و اجزای مختلف سازه

شماره	المان	شرح شناسایی
۰۵	کلاف افقی و قائم	الف- تعیین ابعاد کلاف ب- تعیین وضعیت ظاهری کلاف و مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به‌کار رفته پ- تعیین نوع، فواصل و مشخصات آرماتورهای به‌کار رفته ت- تعیین وضعیت و جزییات اتصال کلاف‌های افقی به کلاف‌های قائم ث- تعیین وضعیت و جزییات اتصال کلاف به دیوار ج- تعیین وضعیت و جزییات اتصال کلاف به دیافراگم چ- سایر موارد
۰۶	تیر فولادی	الف- تعیین نوع پروفیل ب- تعیین ابعاد ورق‌های تیر پ- تعیین ابعاد و فواصل سخت کننده‌ها به همراه مشخص نمودن وضعیت ظاهری آن‌ها ت- تعیین ابعاد ورق‌های تقویتی به همراه مشخص نمودن وضعیت ظاهری آن‌ها ث- تعیین ابعاد هندسی و نوع و وضعیت ظاهری جوش ج- تعیین وضعیت ظاهری تیر و مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی چ- تعیین مشخصات و جزییات اتصال تیر به دیوار ح- سایر موارد
۰۷	مهاربند	الف- تعیین نوع مهاربند (همگرا، واگرا) ب- تعیین نوع پروفیل پ- تعیین ابعاد دهانه‌ی مهاربندی شده ت- تعیین ابعاد ورق اتصال میانی ث- تعیین ابعاد ورق اتصال مهاربند به ستون ج- تعیین ابعاد و مشخصات پروفیل کش‌های فولادی به منظور انسجام عملکرد مهاربند چ- تعیین ابعاد هندسی و نوع و وضعیت ظاهری جوش به‌کار رفته در اتصالات مهاربند ح- تعیین مشخصات و جزییات اتصال مهاربند واگرا به تیرها خ- تعیین مشخصات و جزییات فیوز در اتصالات به‌کار رفته در مهاربندهای واگرا د- مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی در اجزای مختلف مهاربند ذ- سایر موارد
۰۸	سایر اعضای فولادی (نظیر اعضای خرپایی)	الف- تعیین مشخصات ابعادی و نوع پروفیل ب- تعیین نوع، مشخصات، جزییات و میزان صلبیت اتصالات پ- تعیین وسایل اتصال (جوش، پیچ و مهره) ت- تعیین ابعاد هندسی، نوع و وضعیت ظاهری جوش ث- تعیین نوع و مشخصات ظاهری پیچ و مهره‌ی به‌کار رفته ج- مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی در اجزا مختلف اعضای فولادی چ- تعیین مشخصات و جزییات اتصال اعضا به سایراعضا و اجزای سازه ح- سایر موارد

ادامه‌ی جدول ۳-۲- شرح شناسایی اعضا و اجزای مختلف سازه

شماره	المان	شرح شناسایی
۰۹	تیرهای بتنی	الف- تعیین ابعاد تیر ب- تعیین وضعیت ظاهری و مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به‌کار رفته در تیر پ- تعیین نوع، مشخصات و میزان آرماتورهای طولی و برشی به‌کار رفته ت- تعیین محل و مشخصات وصله‌های آرماتور (در صورت امکان) ث- تعیین مشخصات و جزییات اتصال تیر به دیوار ج- سایر موارد
۱۰	پی	الف- تعیین نوع پی (منفرد، نواری، گسترده و غیره) ب- تعیین نوع مصالح پی پ- تعیین ابعاد پی ت- شناسایی شناژ و تعیین ابعاد و نوع مصالح به‌کار رفته ث- تعیین وضعیت ظاهری پی و شناژ و تعیین آسیب‌های محیطی، شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به‌کار رفته در پی و شناژ ج- تعیین نوع، مشخصات و آرماتورهای به‌کار رفته در پی و شناژ چ- تعیین نوع، ابعاد و مشخصات پی عمیق (پی چاهی یا شمع بتنی یا فولادی و منفرد یا گروهی) ح- تعیین ابعاد و مشخصات سرشمع خ- تعیین وضعیت ظاهری شمع، سرشمع و تعیین آسیب‌های محیطی، شیمیایی و از بین رفتگی بتن، آرماتورها و پروفیل به‌کار رفته د- تعیین مشخصات ابعادی و نوع پروفیل فولادی به‌کار رفته در شمع‌های فولادی ذ- تعیین نوع، مشخصات بتن و میزان آرماتورهای به‌کار رفته در شمع و سرشمع ر- سایر موارد
۱۱	اتصال ستون به پی	الف- تعیین نوع اتصال در ستون‌های فولادی (مفصلی، گیردار) ب- تعیین ابعاد کف ستون پ- تعیین نوع، مشخصات و جزییات اتصالات به‌کار رفته درکف ستون (نبشی، سخت کننده و غیره) ت- تعیین ابعاد هندسی، نوع و وضعیت ظاهری جوش‌های به‌کار رفته در اجزای اتصال ث- تعیین مشخصات هندسی میل‌مهار ج- تعیین وضعیت ظاهری و کیفی کف‌ستون و مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی چ- تعیین نوع، وضعیت و مشخصات اتصال ستون‌های بتنی به پی و کنترل ضوابط استاندارد آبا ح- سایر موارد
۱۲	دیوار بتنی	الف- تعیین ابعاد دیوار و اعضا و اجزای مرزی ب- وضعیت ظاهری دیوار و تعیین آسیب‌های محیطی شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به‌کار رفته در دیوار پ- تعیین نوع، مشخصات و میزان آرماتورهای طولی و عرضی به‌کار رفته در دیوار ت- تعیین محل و مشخصات وصله‌های آرماتور (در صورت امکان) ث- تعیین محل و ابعاد بازشوها در دیوار ج- تعیین عملکرد پیوسته و ناپیوستهٔ دیوار برشی چ- تعیین مشخصات ظاهری تیرهای کوپله، مطابق شرح شناسایی مذکور دربند ۹ است. ح- تعیین جزییات و مشخصات اتصال دیوار به دیافراگم خ- سایر موارد

ادامه‌ی جدول ۳-۲- شرح شناسایی اعضا و اجزای مختلف سازه

شماره	المان	شرح شناسایی
۱۳	دیوار بنایی	الف- تعیین ابعاد دیوار (ارتفاع، طول و ضخامت) ب- تعیین نوع ملات مصرفی در دیوار پ- تعیین نحوه‌ی آجرچینی، وضعیت درزه‌ها، قفل و بست‌ها، هشته‌گیرها و غیره ت- تعیین محل و ابعاد بازشو در دیوار ث- تعیین جزییات و مشخصات اتصال دیوار به دیافراگم ج- تعیین جزییات و مشخصات نعل‌درگاه چ- سایر موارد
۱۴	دیافراگم بتنی	الف- تعیین ابعاد و مشخصات اجزای مختلف دیافراگم شامل دال‌ها، مهارها و اجزای جمع کننده و اجزای لبه ب- وضعیت ظاهری اجزای مختلف دیافراگم و تعیین آسیب‌های محیطی و شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به‌کار رفته پ- تعیین نوع، مشخصات و جزییات آرماتورهای به‌کار رفته ت- تعیین محل و مشخصات وصله‌های آرماتور (در صورت امکان) ث- تعیین وضعیت و جزییات اتصال دال به تیر ج- سایر موارد
۱۵	بام	الف- تعیین مشخصات ظاهری و هندسی بام، شامل پلان، شیب‌بندی، نوع ایزولاسیون و غیره ب- تعیین مشخصات و ابعاد خرپشته پ- تعیین مشخصات و ابعاد جان‌پناه ت- تعیین مشخصات تاسیسات و تجهیزات احتمالی مستقر در بام ث- سایر موارد
۱۶	سقف و سقف کاذب	الف- تعیین نوع سقف (انعطاف‌پذیر، نیمه‌صلب و صلب) ب- تعیین ابعاد و مشخصات اجزای تشکیل دهنده‌ی سقف شامل تعیین ابعاد، نحوه‌ی اتصال و دیگر موارد مربوط شامل تیرچه‌های سقف، بلوک‌های بتنی و غیره پ- نحوه‌ی اجرای سقف (طاق‌ضربی، تیرچه بلوک و غیره) ت- تعیین مشخصات مهاربندهای محتمل درسقف‌ها به منظور ایجاد انسجام ث- شناسایی انواع سقف کاذب و نحوه‌ی اتصال آن به سقف اصلی ج- تعیین تاسیسات و تجهیزات موجود در سقف کاذب چ- نحوه‌ی مهار و قرارگیری تاسیسات و تجهیزات در سقف کاذب ح- سایر موارد
۱۷	درز انقطاع	الف- شناسایی و تعیین ابعاد درز انقطاع ب- تعیین مشخصات مواد و مصالح پرکننده‌ی درز انقطاع

فصل ۴

آماده‌سازی

۴-۱- تعریف

آماده‌سازی عبارت است از مجموعه اقدام‌هایی که در محل سایت، قبل و در حین انجام سونداژ و آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب، باید صورت گیرد.

۴-۲- هدف

۱- فراهم نمودن شرایط به منظور استقرار دستگاه‌ها

اقدام‌هایی است که در محل، به منظور استقرار دستگاه‌های آزمایشگاهی باید انجام شود تا شرایط لازم برای حمل و نقل تجهیزات و ادوات مورد استفاده و دسترسی‌های لازم در این ارتباط فراهم گردد. از جمله‌ی این اقدام‌ها می‌توان به تامین داربست، بالابر، جابجایی یا تخریب برخی از اعضا و اجزای غیر سازه‌ای، به منظور تسهیل در حمل تجهیزات به داخل سازه و غیره، اشاره نمود.

۲- فراهم نمودن تسهیلات و شرایط محیطی لازم به منظور انجام آزمایش‌ها

اقدام‌ها و یا تسهیلاتی است که بسته به نوع و شرایط مورد نیاز هر یک از تجهیزات مورد استفاده، به منظور حفظ دقت و صحت نتایج انجام آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب، مورد نیاز است و در راهنما و یا کاتالوگ‌های دستگاه‌های مورد استفاده و یا در دستورالعمل‌های مربوط به نحوه‌ی انجام صحیح آزمایش‌ها، به آن‌ها اشاره شده است. از این جمله می‌توان به شرایط استاندارد محیطی انجام آزمایش، نظیر صاف، تمیز و صیقلی نمودن سطوح بتنی، زنگ‌زدایی و تمیز نمودن و برداشتن هر گونه پوشش و یا مانع از روی اجزای فولادی، تامین آب و برق مورد نیاز دستگاه‌ها، تهویه و غیره اشاره نمود.

۳- فراهم نمودن شرایط مناسب به منظور ایمنی سازه، افراد و تجهیزات موجود در سازه در حین انجام آزمایش‌ها

به طور کلی فرآیند انجام آزمایش و برداشت اطلاعات از محل، باید با پیش‌بینی‌هایی به منظور جلوگیری از بروز خسارت به تجهیزات موجود، حفظ ایمنی کارکنان، بهره‌بردارن و ساکنین محل و غیره، انجام گیرد. لذا لازم است در حین انجام آزمایش، بر حسب ماهیت انجام آزمایش و شرایط سازه، ملزومات و اقدام‌های مقتضی برای حفظ سلامت افراد، سازه و تجهیزات موجود در سازه، انجام گیرد. چنین ملزوماتی در راهنما و یا کاتالوگ‌های دستگاه‌های مورد استفاده در انجام آزمایش‌ها، دستورالعمل‌های مربوط به نحوه‌ی انجام صحیح آزمایش‌ها و یا قضاوت‌های مستدل به ملاحظات فنی و مهندسی، قابل استخراج و استنتاج است. از جمله‌ی این اقدام‌ها می‌توان به نصب حفاظ، پوشاندن تجهیزات و ادوات حساس به آلودگی‌های محیطی و یا خارج نمودن آن‌ها از محل، تمهیدات لازم در هنگام عکس‌برداری با اشعه و غیره، اشاره نمود.

۴-۳- ملاحظات

۱- ضروری است بسته به شرایط و وضعیت سازه‌ای نقاط تعیین شده به منظور نمونه‌گیری، در صورت اعلام نیاز و صلاح‌دید مشاور اصلی مطالعات، تمهیدات لازم به منظور حفظ و پایداری سازه، پیش از زمان شروع انجام عملیات آزمایش‌های مقاومت مصالح و تا زمان تکمیل عملیات ترمیم، به‌کار برده شود. این تمهیدات باید از جانب مشاور اصلی مطالعات، پیشنهاد و به تایید کارفرما رسانده شود و مشاور مطالعات خدمات جنبی نیز وظیفه‌ی اجرای این تمهیدات را بر عهده دارد. کلیه‌ی هزینه‌های مرتبط با به‌کار بردن و اجرای این تمهیدات (شامل تهیه‌ی کلیه‌ی مصالح، تجهیزات و نیروی انسانی مورد نیاز)، برعهده‌ی کارفرما است. در صورت تامین موارد فوق‌الذکر توسط مشاور مطالعات خدمات جنبی، هزینه‌های مربوط به صورت توافقی بین مشاور مطالعات خدمات جنبی و کارفرما، تعیین و توسط کارفرما پرداخت می‌گردد.

۲- در پرداخت حق‌الزحمه‌ی ردیف‌های متناسب با این فصل، باید موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

الف: چنان‌که موارد مذکور در این فصل، جزیی از اقدام‌هایی باشند که به منظور انجام آزمایش‌ها، باید مد نظر قرار گیرد و در راهنما و یا کاتالوگ‌های دستگاه‌های مورد استفاده در انجام آزمایش‌ها و یا در دستورالعمل‌های مربوط، انجام دقیق و صحیح آزمایش‌ها، منوط به فراهم آوردن اقدام‌ها و تسهیلات مذکور در این فصل باشد، در این صورت حق‌الزحمه‌ی تهیه و انجام تسهیلات و اقدام‌های مذکور، در حق‌الزحمه‌ی انجام آزمایش‌ها لحاظ گردیده و لذا پرداخت جداگانه‌ای نباید صورت گیرد.

ب: در صورتی که انجام دقیق و صحیح آزمایش‌ها بدون فراهم نمودن اقدام‌های مذکور در این فصل (نظیر تخریب برخی از اعضا و اجزای غیر سازه‌ای به منظور تسهیل در حمل تجهیزات به داخل سازه) نیز میسر باشد، لیکن بنا به ملاحظاتی نظیر شرایط محیطی و معماری سازه، آماده نمودن تسهیلات و اقدام‌های مذکور در این فصل به منظور انجام آزمایش‌ها، اجتناب ناپذیر باشد، حق‌الزحمه‌ی مربوط به صورت توافقی بین کارفرما و مشاور مطالعات خدمات جنبی تعیین و پرداخت خواهد شد.

فصل ۵

آزمایش‌های مقاومت مصالح

۵-۱- تعریف

۱- آزمایش‌های مخرب: عبارت است از آزمایش‌هایی که با تخریب عضو و یا اجزا همراه باشد.

۲- آزمایش‌های غیر مخرب: عبارت است از آزمایش‌هایی که در آن‌ها نیازی به تخریب عضو و یا اجزا نبوده و یا تخریب، کاملا محدود است و به عمر و استفاده‌ی آتی قطعه آسیبی نمی‌رساند.

۵-۲- هدف

۱- تکمیل نقشه‌های ارزیابی جامع وضع موجود و یا کنترل و تدقیق نقشه‌های موجود از سازه؛

۲- تعیین مشخصات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح به‌کار رفته در سازه؛

۳- تعیین کیفیت و میزان آسیب‌های محیطی و شیمیایی مصالح به‌کار رفته در سازه.

۵-۳- ملاحظات

۱- در انجام آزمایش‌های تعیین مقاومت مصالح، ارایه‌ی دستورالعمل‌های دقیق برای انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی و برجا، بر اساس نیازهای طرح، ضروری است. همچنین ضروری است ملاحظات موجود در دستورالعمل‌های مربوط به روش انجام هر آزمایش و نیز توصیه‌های مذکور در کاتالوگ‌های انواع تجهیزات مورد استفاده، مورد توجه قرار گرفته و رعایت گردد.

۲- با توجه به آنکه اعضای ورق کف‌ستون، میل‌مهار و آرماتور پی، ملحقات مربوط به پی بوده و انجام هر گونه آزمایش مخرب ممکن است باعث آسیب جدی به پی و پایداری ساختمان گردد، لذا به هیچ وجه انجام آزمایش مخرب در این زمینه توصیه نمی‌شود، مگر آنکه قبل از تخریب با انجام تحلیل لازم از عدم آسیب‌رسانی جدی به پی، اطمینان حاصل آید. در هر حال چنین نمونه‌گیری‌هایی باید حداقل بوده و در محدوده‌ی نقاط دارای تنش حداقل باشد. مشاور می‌تواند به‌جای نمونه‌گیری، مقاومت فولاد مصرفی را کرانه‌ی پایین مقاومت فولاد موجود در نظر بگیرد. همچنین در صورت مشاهده‌ی خوردگی، می‌تواند با قضاوت مهندسی، سطح مقطع عضو را کاهش دهد. دراین راستا استفاده از آزمایش‌های غیر مخرب راه‌گشا خواهد بود.

۳- در خصوص تست کشش فولاد، در مورد ساختمان‌های با هدف بهسازی مبنا، در صورتی که مشاور اصلی مطالعات و کارفرما اطمینان کسب نمایند که فولاد مصرفی از منابع قابل اطمینان داخلی یا خارجی تهیه شده باشد، می‌توان انجام آزمایش‌های تعیین مشخصات فولاد در مورد تیرها و ستون‌ها را حذف و مشخصات فولاد کربن‌دار معمولی را در محاسبات در نظر گرفت. البته در مورد مهاربندها، انجام حداقل آزمایش‌ها، بر اساس دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود، ضروری است.

۴- در محل‌هایی که مصالح مصرفی بر اثر اجرای نامناسب یا با گذشت زمان، دچار خوردگی، زوال و یا تضعیف شده‌اند، نمونه‌گیری ضروری است.

۵- نمونه‌برداری از مصالح باید از محل‌های دارای کمترین تنش در اعضای اصلی سیستم‌های باربر ثقلی و جانبی انجام شود که می‌تواند شامل اعضای صدمه دیده هم باشد. ضمنا در صورتی که از اعضای صدمه دیده نمونه‌گیری شود، نیازی به ترمیم کل عضو

نبوده و در حد بخش نمونه‌ی گرفته شده، کفایت می‌کند. البته ضروری است ترمیم عضو به صورت جداگانه و پس از تحلیل و ارایه‌ی طرح مناسب صورت پذیرد.

۶- مغزه‌گیری از بتن نباید تا حد امکان به آرماتورهای موجود صدمه بزند. در این ارتباط استفاده از ردیاب آرماتور توصیه می‌گردد.

۷- نمونه‌گیری از بتن دیوارهای برشی، باید از نواحی نزدیک به المان‌های مرزی انجام شود.

۸- در آزمایش تعیین مقاومت برش ملات، باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

۸-۱ : رج خارجی دیوار باید تحت آزمایش برش قرار گیرد.

۸-۲ : آجرهای بالا و پایین آجر تحت آزمایش، باید سالم و نشکسته باقی بمانند.

۸-۳ : آجر تحت آزمایش باید سالم و بدون ترک باقی بماند.

۸-۴ : برای محاسبه‌ی تنش برشی، باید تنش ناشی از بار ثقلی در محل آزمایش، ازنتیجه‌ی آزمایش کسر گردد. بنابراین محل دقیق آزمایش با در نظر گرفتن فاصله‌ی محل مورد نظر از سقف طبقه و جنس دیوار (آجر فشاری، سفالی مجوف و غیره)، به منظور محاسبه‌ی دقیق بار قایم وارد شده باید ثبت گردد.

۸-۵ : آجرهای دو طرف آجر تحت آزمایش باید برداشته شوند و دو سطح در درزهای قایم، باید قبل از آزمایش، به خوبی تمیز شوند.

۹- انواع روش‌های انجام آزمایش‌های غیر مخرب به شرح جدول زیر است:

جدول ۵-۱- روش‌های انجام آزمایش‌های غیر مخرب به همراه نمونه‌هایی از این آزمایش‌ها

ردیف	روش‌های انجام آزمایش‌های غیر مخرب	
	روش‌های مرسوم Conventional	**روش‌های غیرمرسوم Non Conventional**
۱	بازرسی چشمیVisual (Optical) Testing	آزمایش رادیوگرافی نوترونی Neutron Radiography (در سازه‌های بتنی کاربرد فراوان دارد.)
۲	آزمایش نفوذ رنگ Dye penetration	آزمایش حرارتی و مادون‌قرمز Thermal and Infrared (در نیروگاه‌ها و پل‌ها کاربرد فراوان دارد.)
۳	آزمایش ذرات مغناطیسی Magnetic particles	آزمایش انتشار صوتی Acoustic Emission (در پل‌ها کاربرد دارد)
۴	آزمایش جریان‌های Eddy Current	
۵	آزمایش فراصوت Ultrasonic	
۶	آزمایش رادیوگرافی Radiography	

لازم به ذکر است یکی از مشتق‌های روش Ultrasonic، امواج راهنما (Guide waves) است که در صنعت ساختمان بسیار کاربرد دارد. از سایر روش‌ها نیز می‌توان با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی استفاده نمود.

۱۰- نمونه‌هایی از آزمایش‌های پیشرفته‌ی غیر مخرب مورد استفاده در بتن و آرماتور، در جدول۵-۲ ذکر شده‌اند.

جدول ۵-۲- برخی از آزمایش‌های پیشرفته‌ی غیرمخرب مورد استفاده در بتن و آرماتور به همراه کاربرد آن‌ها

ردیف	نام آزمایش		کاربرد
۱	Penetration Resistance Method (روش مقاومت نفوذ)		الف- تخمین مقاومت (Strength estimation) ب- سایر خصوصیات فیزیکی و ظاهری بتن نظیر چگالی (Density)، ضخامت (Thickness) میزان رطوبت (Moisture Content) و غیره پ- مشخصات آرماتورها نظیر محل قرارگیری (Location)، ابعاد (Size) و خوردگی آرماتورها
۲	Resonant Frequency Method (روش تشدید فرکانس)		
۳	Radiometry (رادیومتری)	Radioactive/Nuclear Method (روش‌های هسته‌ای/رادیواکتیوی)	
	Radiography:Gamma-Neutron (رادیوگرافی: گاما-نوترون)		
۴	Stress Wave (روش امواج تنش)		
۵	Concrete Resistivity (روش مقاومت بتن)		

۱۱- نمونه‌هایی از روش‌های آزمایش‌های پیشرفته‌ی غیر مخرب سطحی مورد استفاده در پی، عبارتند از:

الف- Bending Waves

ب- Seismic Wave Reflection Survey

پ- Transient Forced Vibration Survey

۱۲- نمونه‌هایی از روش‌های آزمایش‌های پیشرفته‌ی چاهی مورد استفاده در پی، عبارتند از:

الف-Bore hole Logging Method

(Magnetic Logging and Electromagnetic Induction Logging)

ب-Cross-bore hole Seismic Tomography

۱۳- برخی از مدارک و استانداردهای مرتبط با انجام آزمایش‌های غیر مخرب به شرح زیر است:

الف- استاندارد ASTM

ب- استاندارد FHWA

پ- استاندارد ACI

ت- برنامه تحقیقاتی بزرگراه‌های استراتژیک موسوم به SHRP

(Strategic Highway Research Program)

ث- استاندارد آزمایش تعیین مقاومت بتن بوسیله روش‌های غیرمخرب تهیه شده توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ج- استاندارد AWS D1-1

چ- استاندارد API-D11

۱۴- در خصوص تعیین وضعیت جوش، لازم است طبق دستورالعمل‌های مربوط، ابتدا بازرسی‌های چشمی انجام شود. در صورتی که معایب جوش مشخص نباشد، به منظور بررسی دقیق، از آزمایش‌های PT (آزمایش نفوذ رنگ) یا MT (آزمایش ذرات مغناطیسی) استفاده گردد که هر دو آزمایش در یک سطح اطلاعات ارایه می‌دهند. البته آزمایش MT در هندسه‌های پیچیده، مناسب نیست. در صورت نیاز به مشخصات کامل و دقیق‌تر، لازم است از آزمایش‌هایی همچون UT استفاده شود. همچنین آزمایش‌های مناسب برای

انواع جوش‌های لب به لب (در اعضای کششی، فشاری و در اجزای مقاطع)، پرتونگاری یا مافوق صوت است. در جوش‌های گوشه از آزمایش‌های ذرات مغناطیسی و رنگ نافذ، می‌توان استفاده نمود.

۱۵- استفاده از آزمایش‌های اولتراسونیک نسبت به چکش اشمیت از دقت بسیار بیشتری برخوردار است، به نحوی که دقت نتایج آن حداکثر تا ۱۵ درصد خطا دارد و می‌توان با کالیبراسیون، آن را تا ۵ درصد کاهش داد. درحالی‌که خطای چکش اشمیت تا ۳۰ درصد می‌رسد و به تنهایی توصیه نمی‌شود.

۱۶- انجام آزمایش‌های غیر مخرب به هیچ عنوان نمی‌تواند به تنهایی نیاز پروژه را برآورده کند و لازم است در صورت لزوم، در کنار آن آزمایش مخرب نیز انجام شود. در حقیقت در اغلب موارد، رویکرد موثر و عملی استفاده از تکنیک‌های گوناگون غیر مخرب، برای دستیابی به اطلاعات تکمیلی است.

۱۷- کالیبراسیون دستگاه‌های مورد استفاده در انجام آزمایش‌های غیر مخرب از اهمیت بالایی برخوردار است.

۱۸- برای تعیین مقاومت بتن و آرایش آرماتورها، آزمایش‌های عمده‌ی مورد نیاز در بتن شامل اولتراسونیک، چکش اشمیت، آرماتوریابی، تست Pull-off، تست Cover meter و مغزه‌گیری، در ایران قابل استفاده است.

۱۹- استفاده از تفنگ Winsor و یا آزمایش غیر مخرب Probe Penetration، برای تعیین مقاومت بتن در برخی از کشورها (نظیر آمریکا) رایج بوده و تحقیقات زیادی نیز به منظور بالا بردن دقت نتایج این دستگاه به عمل آمده است. لیکن در ایران هنوز این دستگاه‌ها مورد توجه و استفاده‌ی گسترده قرار نگرفته است.

۲۰- قبل از ارایه‌ی برنامه‌ی آزمایش‌ها، لازم است ابتدا بر اساس نتایج آزمایش غیر مخرب، وضعیت پراکندگی بتن در کل سازه مشخص و سپس بر آن اساس برنامه‌ی تعداد و محل آزمایش‌های مخرب ارایه شود.

۲۱- لازم است در تفسیر نتایج آزمایش‌های غیر مخرب، به ویژه چکش اشمیت، به عواملی همچون سن بتن، رطوبت، سطح تنش و غیره توجه شود. چکش اشمیت برای بتن سطحی مفید است. تست اولتراسونیک برای کنترل میزان یکنواختی، وجود ترک، تعیین سرعت موج و نهایتا مقاومت (به خصوص در صورت کمی مقدار فولاد) مفید است.

۲۲- لازم است در خصوص احراز صلاحیت اپراتور و تفسیرگر نتایج اقدام گردد. در غیر این‌صورت نتایج حاصل از تست‌های غیر مخرب، ممکن است خیلی گمراه کننده باشد.

۲۳- آرماتوریاب نسبت به نوع ترکیبات شیمیایی فولاد بسیار حساس بوده و برای آن باید کالیبره شود.

۲۴- آزمایش‌های مورد نیاز برای فولاد باید بتوانند غیر از مقاومت سیلان آن، کرنش نهایی گسیختگی را هم تعیین نمایند.

۲۵- بر اساس سنجش میزان سختی در روش سختی سنجی فولاد که باید متوسط حداقل سه آزمایش جداگانه باشد، می‌توان با استفاده از جداول تبدیل ارایه شده در استاندارد DIN 50 150، تنش تسلیم فولاد و از روی آن، نوع فولاد را تعیین نمود. رده‌بندی پیچ و مهره از روی مقادیر ارایه شده در استاندارد ASTM A 563 M، قابل تعیین است. با توجه به محدودیت‌های جدول تبدیل، کاربرد آن برای فولادهای غیر آلیاژی و یا کم آلیاژ و فولاد گرم ریخته شده تحت شرایط عملیات حرارتی است. نزدیکی مقدار جدول با مقدار واقعی تنش تسلیم، بستگی به میزان نزدیکی رفتار تنش-تغییرشکل نسبی فلز مورد مطالعه با رفتار فولادی که در تهیه‌ی

جدول به‌کار رفته است، دارد. با توجه به محدودیت دقت این روش، پس از تعیین انواع فولادهای به‌کار رفته در مصالح و پیچ و مهره، در صورت لزوم می‌توان با انجام آزمایش مخرب، مشخصات فنی مورد نظر را به‌دست آورد.

۲۶- در آزمایش‌های رادیوگرافی با استفاده از اشعه‌ی X و یا اشعه‌ی گاما، اعمال دستورالعمل‌های ایمنی برای جلوگیری از آثار مضر اشعه‌های به‌کار رفته در این روش، ضروری است.

۲۷- در مواردی که مشاور مطالعات خدمات جنبی، به دلایل اجرایی، قادر به انجام آزمایش در محل تعیین شده نباشد، لازم است مراتب را بلافاصله به صورت مکتوب و با ذکر دلایل موجه، به کارفرما اعلام و درخواست تغییر محل انجام آزمایش را بنماید. در صورت تایید درخواست مشاور مطالعات خدمات جنبی، لازم است مشاور اصلی مطالعات در اسرع وقت، محل‌های جایگزین را به صورت مکتوب به کارفرما پیشنهاد نماید تا درصورت تایید، به منظور انجام آزمایش به مشاور مطالعات خدمات جنبی، ابلاغ گردد.

۲۸- در خصوص تعیین ردیف‌های مورد نیاز به منظور نمونه‌برداری از بتن، فصل ششم از تعرفه‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح باید ملاک عمل قرار گیرد.

۲۹- در خصوص تعیین ردیف‌های‌های مورد نیاز به منظور آماده‌سازی نمونه‌های بتنی و آرماتور اخذ شده به منظور انجام آزمایش‌های مخرب و همچنین تعیین ردیف‌های آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب مورد نیاز در بتن و فولاد و آرماتور، فصول سوم و ششم از تعرفه‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح باید ملاک عمل قرار گیرد.

۳۰- حق‌الزحمه‌ی ردیف‌هایی که در فصول یاد شده از تعرفه‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح وجود ندارند، می‌تواند به صورت توافقی بین کارفرما و مشاور مطالعات خدمات جنبی تعیین گردد.

۳۱- لازم است مشاور اصلی مطالعات بر اساس ملاحظاتی نظیر میزان توان فنی و شرایط و امکانات موجود در کشور، نسبت به ارایه‌ی لیست آزمایش‌ها (به خصوص آزمایش‌های غیر مخرب) اقدام نماید.

۳۲- علاوه بر انواع مختلف آزمایش‌های معرفی شده در تعرفه‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح، آزمایش‌های مذکور در جداول ۵-۱، ۵-۲ و ۵-۳ نیز بر حسب مورد و در صورت نیاز، توصیه می‌گردد.

جدول ۵-۳- آزمایش‌های غیرمخرب

ردیف	نام آزمایش	کاربرد				استاندارد
		بتن		آرماتور		
		خواص مکانیکی	کیفیت	تعیین محل و مشخصات	کیفیت	
۱	Visual Inspection (بازرسی چشمی)		تعیین نقایص اجرایی بتن، نظیر ترک‌ها، کرمو بودن، جداشدگی دانه‌ها، پوسته‌شدگی و غیره			
۲	Ultrasonic Pulse Velocity (سرعت تپش فراصوتی)	تعیین مقاومت فشاری بتن	تعیین نقایص اجرایی بتن، نظیر ترک‌ها و تخلخل و همچنین تعیین شرایط نسبی بتن			ASTM D2845 ASTM C597 ASTM D4748 ACI 228.2R-98
۳	Ultrasonic Echo (پژواک فرا صوتی)		تعیین محل پوسته‌شدگی و فضای خالی بتن			ASTM E1001 ASTM E797 ACI 228.2R-98
۴	Impact Echo (پژواک ضربه)		تعیین محل پوسته‌شدگی، فضاهای خالی، کرمو بودن و اندازه‌گیری ضخامت بتن			ACI 228.2R-98 ASTM C1383
۵	Sounding		تعیین محل‌های خالی و یا صفحات بین جداشدگی زیر سطح قطعه‌ی بتنی			ASTM D4580
۶	Spectral Analysis of Surface Waves (SASW) (تحلیل طیفی امواج سطحی)	تعیین پروفیل سختی سیستم روسازی	تعیین عمق خرابی بتن			ACI 228.2R-98
۷	Direct Transmission Radiometry (پرتوسنجی به روش ارسال مستقیم)	تعیین دانسیته‌ی درجای بتن تازه یا سخت شده	تعیین فضاهای خالی بتن	✓		ACI 228.2R-98
۸	Backscatter Radiometry	تعیین دانسیته‌ی درجای بتن تازه یا سخت شده				ACI 228.2R-98
۹	Radiography (X-ray and γ-ray) (پرتونگاری)		تعیین فضاهای خالی و کرموشدگی در بتن	✓		ACI 228.2R-98 ASTM D4452
۱۰	Cover meter (Rebar Locator)		تعیین اندازه‌ی پوشش بتن	✓		ACI 228.2R-98
۱۱	Half-cell Potential (پتانسیل نیم‌سلول)				تعیین نواحی مستعد خوردگی	ACI 228.2R-98 ASTM C876
۱۲	Polarization Method (روش قطبش)				تعیین نرخ خوردگی	ACI 228.2R-98 ASTM G61
۱۳	Penetrability Method (روش نفوذپذیری)		ارزیابی طرح اختلاط بتن			ACI 228.2R-98

ادامه‌ی جدول ۵-۳- آزمایش‌های غیرمخرب

ردیف	نام آزمایش	کاربرد				استاندارد
		بتن		آرماتور		
		خواص مکانیکی	کیفیت	تعیین محل و مشخصات	کیفیت	
۱۴	Infrared Thermography (دمانگاری مادون قرمز)		تعیین محل پوسته‌شدگی در کف‌سازی‌ها و عرشه‌های پل			ACI 228.2R-98 ASTM D4788
۱۵	Radar (رادار)		تعیین ضخامت اعضا، تعیین حفرات در زیر کف‌سازی و روسازی‌ها	✓		ACI 228.2R-98 ASTM D4748
۱۶	Surface Ground Penetrating Radar (GPR) (روش رادار سطحی)		تعیین ضخامت پوشش بتن، تعیین فضای خالی و زوال عضو بتنی	✓		ACI 228.2R-98 ASTM D4748 ASTM D6087
۱۷	چکش اشمیت	تعیین مقاومت فشاری بتن				ASTM C805
۱۸	Probe Penetration	تعیین مقاومت فشاری بتن				ASTM C803 ASTM C803 M
۱۹	Pull-out test	تعیین مقاومت فشاری بتن				ASTM C900
۲۰	Pull-off test	تعیین مقاومت کششی بتن				ACI 503R BS 1881.part 207
۲۱	Break-off test	تعیین مقاومت فشاری بتن				ASTM C1150
۲۲	Intrusive Probing		تعیین ضخامت جزء بتنی		مشاهده و اندازه‌گیری زنگ‌زدگی، مشاهده‌ی خوردگی در اجزای مدفون پس‌تنیده و تعیین محل و میزان زوال	

فصل ۶

پی و آزمایش‌های مرتبط با خاک ساختگاه

۶-۱- هدف

۱- شناسایی و تعیین مشخصات هندسی و سازه‌ای پی

۲- تعیین کیفیت و میزان آسیب‌های محیطی و شیمیایی وارد به مصالح به‌کار رفته در پی

۳- تعیین مشخصات فیزیکی، مکانیکی، دینامیکی و لرزه‌ای خاک ساختگاه مورد مطالعه

(این مشخصات باید اطلاعات مورد نیاز به منظور انجام مطالعات تحلیل خطر ویژه‌ی ساختگاه (در صورت لزوم) را نیز فراهم نماید.)

۴- بررسی خطرات ساختگاهی نظیر روانگرایی، گسلش، نشست ناهمگون و زمین لغزش

۶-۲- ملاحظات

۱- در تعیین محل گمانه‌ها، ضروری است اطلاعات ژئوتکنیکی موجود، جمع‌آوری شده و مورد بررسی قرار گیرد تا در صورت امکان، تعداد گمانه‌ها کاهش یابد.

۲- در صورت نیاز به استفاده از اطلاعات گمانه‌های حفر شده در سازه‌های مجاور ساختگاه ساختمان مورد مطالعه، وجود مستندات حداقل ۲ تا ۳ گمانه در فاصله‌ی حداکثر ۵۰۰ متری ساختگاه، مورد نیاز است.

۳- به طور کلی عمق گمانه برای ساختمان‌هایی که زمان تناوب طبیعی اصلی ارتعاش آن‌ها، کم‌تر از ۰/۵ ثانیه است، بین ۱۰ تا ۱۵ متر کافی است. برای ساختمان‌های مرتفع‌تر (دارای زمان تناوب طبیعی اصلی ارتعاش بزرگ‌تر)، به تناسب باید گمانه‌های عمیق‌تر حفر گردد. در این خصوص دو مورد استثنا به شرح زیر وجود دارد که در صورت احراز این شرایط، عمق گمانه‌ها باید مطابق آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ایران، تعیین شود:

الف- شرایط ژئوتکنیکی محل مانند احتمال وجود قنوات در زیر ساختگاه یا وجود مصالح بسیار سست در محل مورد نظر و نظایر آن، شرایط خاصی را دیکته نماید.

ب- کارفرما انتظار عملکردی بالاتر از حد متعارف، از ساختمان مورد مطالعه داشته باشد. به عنوان مثال از ساختمان انتظار تامین ضوابط هدف بهسازی ویژه، متصور باشد.

۴- اطلاعات موجود پهنه‌بندی خطر زلزله (تهیه شده توسط جایکا یا پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و سایر مراجع معتبر) برای پل‌های متعارف شهر تهران (پل‌هایی که در زمره‌ی پل‌های مهم و استراتژیک قرار ندارند)، قابل استفاده است.

۵- توصیه می‌شود شرح خدمات مورد نیاز مطالعات ژئوفیزیک نیز در قرارداد مطالعات ژئوتکنیک، لحاظ شود.

۶-از روش‌های مرسوم انجام مطالعات ژئوفیزیک می‌توان به روش درون گمانه‌ای (Down Hole) و روش بین گمانه‌ای (Cross Hole) اشاره نمود.

۷- از اهداف مطالعات ژئوفیزیک، می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

الف- شناسایی عمق سنگ کف لرزه‌ای؛

ب- تهیه‌ی پروفیل‌های عمق با استفاده از سرعت امواج برشی (V_s) و امواج طولی (V_p) خاک؛

پ- طبقه‌بندی نوع خاک یا نهشته‌های آبرفتی تا سنگ کف لرزه‌ای با استفاده از امواج برشی (V_s) و امواج طولی (V_p)؛

ت- شناسایی عمق و ضخامت افق‌های ماسه‌ای ضخیم (ضخامت بیش از یک متر) و تحکیم نیافته (به منظور بررسی مسایلی نظیر مشکلات روانگرایی)؛

ث- تعیین موقعیت خطواره‌ی ژئوفیزیکی؛

ج- تعیین ضرایب الاستیک زمین در محدوده‌ی مورد بررسی؛

چ- تهیه‌ی مدل دینامیکی زمین محدوده‌ی ساختگاه.

تبصره- استفاده از نتایج آزمایش‌های ژئوفیزیک همراه با کالیبره کردن این نتایج با نتایج گمانه‌های ژئوتکنیکی، توصیه می‌شود.

۸- در خصوص تعیین ردیف‌های شرح خدمات و حق‌الزحمه‌ی آزمایش‌های مرتبط با این فصل، فصول اول، دوم، سوم و ششم تعرفه‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح باید ملاک عمل قرار گیرند. همچنین حق‌الزحمه‌ی ردیف‌هایی که در فصول یاد شده از تعرفه‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح وجود ندارند، می‌تواند به صورت توافقی بین کارفرما و مشاور مطالعات خدمات جنبی تعیین گردد.

۹- ارایه‌ی دستورالعمل‌های دقیق برای انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی و برجا، بر اساس نیازهای طرح، ضروری است.

۱۰- "فهرست خدمات حداقل مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح برای پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود"، در پیوست الف ارایه شده است.

۱۱- "فهرست خدمات حداقل مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح برای پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای پل‌های موجود"، در پیوست ب ارایه شده است.

جدول ۶-۱- آزمایش‌های سطحی مربوط به پی (در این آزمایش‌ها نیازی به حفر گمانه نیست)

ردیف	نام آزمایش	کاربرد	استاندارد
۱	Sonic Echo (SE) (پژواک صوتی)	تعیین عمق پی‌های عمیق، تعیین عمق پی‌های سطحی، تعیین عمق کلاهک شمع از بالا و روی پی، تعیین عمق و یکپارچگی پی‌های عمیق بیرون زده، تعیین موقعیت ترک‌ها	ACI 228.2R-98 ASTM E1875 ASTM D4945 ASTM D5882
۲	Impulse Response (IR) (پاسخ برانگیزش)	کاربردهای این روش، دقیقا مشابه روش "پژواک صوتی" است.	ACI 228.2R-98 ASTM E1876
۳	Spectral Analysis of Surface Waves (SASW) (تحلیل طیفی امواج سطحی)	تعیین هندسه‌ی پی‌های سطحی یا کوله‌ها، تعیین مشخصات مصالح پی به همراه تعیین ضخامت آن‌ها و تعیین سرعت موج برشی لایه‌های مختلف خاک زمین	ACI 228.2R-98
۴	Surface Ground Penetrating Radar (GPR) (روش رادار سطحی)	تعیین عمق پی سطحی یا کلاهک پی عمیق، تعیین وجود پی عمیق یا سطحی، تعیین شمع زیر کلاهک، تعیین هندسه‌ی پی و مشخصات مصالح پی	FHWA-RD-94 052
۵	Ultra Seismic (US) (روش فرا لرزه‌ای)	تعیین عمق پی‌های سطحی یا پایه‌های منتهی به پی‌های سطحی یا کلاهک شمع‌ها، تعیین عمق شمع‌های بیرون زده و تعیین هندسه و ابعاد پی	FHWA-RD-94 052
۶	Dynamic Foundation Response (DFR) (پاسخ دینامیکی پی)	تعیین نوع پی	FHWA-RD-94 052

جدول ۶-۲- آزمایش‌های چاهی مربوط به پی (در این آزمایش‌ها، حفر حداقل یک گمانه ضروری است)

ردیف	نام آزمایش	کاربرد	استاندارد
۱	Impedance Logging (واقعه‌نگاری سیگنال مغناطیسی شده)	تعیین شکل و ابعاد تقریبی دو بعدی پی‌های عمیق	ACI 228.2R-98
۲	Cross hole Sonic Logging (واقعه نگاری صوتی بین چاهی)	تعیین عمق و هندسه‌ی پی عمیق، تعیین موقعیت بتن با کیفیت نامناسب در طول پی عمیق	ACI 228.2R-98 ASTM D4428
۳	Parallel Seismic (PS) (ثبت لرزه‌ای موازی در گمانه‌ها)	تعیین عمق پی و تعیین یکنواختی کیفیت آن، تعیین عمق شمع بیرون زده، تعیین عمق پی سطحی یا کلاهک شمع، تعیین وجود شمع زیر کلاهک، تعیین عمق شمع زیر کلاهک، تعیین هندسه و مشخصات مصالح پی	ACI 228.2R-98
۴	Induction Field (IF) (میدان القایی)	تعیین عمق شمع‌های بیرون زده، تعیین وجود شمع زیر کلاهک شمع، تعیین عمق شمع زیر کلاهک شمع، تعیین مشخصات مصالح پی	FHWA-RD-94 052
۵	Gamma Logging (واقعه نگاری گاما)	تعیین موقعیت نواحی با دانسیته‌ی کم در طول پی عمیق	ACI 228.2R-98
۶	Bore hole Sonic (BHS) (صوتی چاهی)	تعیین عمق پی‌های عمیق بیرون زده، تعیین عمق پی سطحی یا کلاهک شمع، تعیین وجود شمع زیر کلاهک، تعیین عمق شمع در زیر کلاهک، تعیین هندسه و مشخصات مصالح پی	FHWA-RD-94 052
۷	Bore hole Radar (BHR) (رادار چاهی)	کاربردهای این روش، دقیقا مشابه روش صوتی چاهی است.	FHWA-RD-94 052

فصل ۷

ترمیم

۷-۱- تعریف

ترمیم عبارت از مرمت قسمت‌های سونداژ و نمونه‌گیری شده است.

۷-۲- هدف

بازگرداندن وضعیت معماری و ظاهری به همراه مشخصات سازه‌ای (نظیر مقاومت و ترکیب اعضا و اجزای باربر و ...) نقاط سونداژ و نمونه‌گیری شده به حالت اولیه‌ی قبل از سونداژ و نمونه‌گیری

۷-۳- ملاحظات

۱- در صورتی که از اعضای صدمه‌دیده نمونه‌گیری شود، نیازی به ترمیم کل عضو نبوده و در حد بخش نمونه‌ی گرفته شده، کفایت می‌کند. البته ضروری است ترمیم عضو به صورت جداگانه و پس از تحلیل و ارایه‌ی طرح مناسب، صورت پذیرد.

۲- ارایه‌ی روش ترمیم، انتخاب مصالح و عوامل اجرایی، باید با نهایت دقت صورت پذیرد. استفاده از افراد مجرب و ماهر در این خصوص الزامی است. ضمن آنکه باید اصول ایمنی نیز معمول گردد.

۳- هزینه‌ی تهیه‌ی کلیه‌ی مصالح و تجهیزات مورد نیاز به منظور انجام عملیات ترمیم، به عهده‌ی کارفرما است. در صورت تامین موارد یاد شده توسط مشاور مطالعات خدمات جنبی، هزینه‌ی مربوط بصورت توافقی بین مشاور مطالعات خدمات جنبی و کارفرما تعیین و توسط کارفرما پرداخت می‌گردد. همچنین تایید مصالح و تجهیزات تهیه شده، به لحاظ کیفیت و نوع مصالح و تجهیزات درخواستی، بر عهده‌ی مشاور اصلی مطالعات است.

۴- انجام عملیات ترمیم را می‌توان از نظر ماهیت به دو بخش زیر، تقسیم نمود:

۴-۱- ترمیم وضعیت ظاهری و معماری نقاطی که به منظور انجام شناسایی و یا انجام آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب، سونداژ و تخریب شده‌اند و یا از آن‌ها نمونه‌گیری شده است.

۴-۲- ترمیم وضعیت و مشخصات سازه‌ای نقاط فوق‌الذکر (نظیر مقاومت، ترکیب اعضا و اجزای باربر و ...)

۵- مشاور اصلی مطالعات باید روش ترمیم نقاط سونداژ و نمونه‌گیری شده را در قالب برنامه‌ای که در آن به طور کامل مصالح مورد نیاز، دستورالعمل و روش انجام عملیات ترمیم و ملاحظات فنی و اجرایی مرتبط با انجام این عملیات، معرفی شده‌اند، همزمان با ارایه‌ی لیست و برنامه‌ی سونداژ و آزمایش‌های مورد نیاز، به منظور تایید به کارفرما پیشنهاد نماید. در ارایه‌ی این برنامه ضروری است ضوابط دستورالعمل‌های فنی معتبر داخلی و بین‌المللی (در صورت وجود) و نیز توصیه‌های مذکور در کاتالوگ‌های انواع مصالح ترمیمی و یا تجهیزات مرتبط و مورد استفاده، مورد توجه قرار گرفته و رعایت گردد.

۶- انجام و اجرای عملیات ترمیم بر عهده‌ی مشاور مطالعات خدمات جنبی است و مشاور اصلی مطالعات وظیفه‌ی نظارت و تایید اجرای صحیح و دقیق این عملیات بر طبق برنامه‌ی تنظیم شده از طرف خود و مورد تایید کارفرما را خواهد داشت. حق‌الزحمه‌ی

مربوط به نظارت، طبق ضوابط شرایط عمومی خدمات مشاوره‌ی ژئوتکنیک و مقاومت مصالح (بندهای ۱۳-۲ و ۳-۲)، قابل تعیین و پرداخت خواهد بود.

۷- انجام عملیات ترمیم باید دقیقا بلافاصله بعد از انجام عملیات سونداژ و نمونه‌گیری، صورت پذیرد. به این صورت که پس از اتمام عملیات سونداژ و اخذ نمونه از هر محل، عملیات ترمیم آن محل باید آغاز گردد. به عبارت دیگر لازم است عملیات سونداژ و نمونه‌گیری و عملیات ترمیم، به صورت موازی انجام گیرد.

۸- درترمیم سازه‌ای اعضا و اجزای بتنی، مراحل زیر مطرح است:

۸-۱- پاک‌سازی مناطق آسیب‌دیده در عضو بتنی، شامل برداشت مناطق سست بتن تا جایی که دانه‌های سنگی بتن به جای این‌که به سادگی به طور کامل از سطح بتن جدا شوند، به صورت شکسته و خرد شده از بتن جدا گردند. این عمل می‌تواند با استفاده از جت آب، دستگاه برش و یا روش‌های ضربه‌ای انجام شود، لیکن روش انتخابی نباید منجر به آسیب‌دیدگی بیشتر عضو گردد.

۸-۲- آماده‌سازی سطح بتن برای انجام ترمیم توسط زبر نمودن سطح موجود، نمایان کردن دانه‌های سنگی موجود در بتن، زدودن لایه‌های نازک آسیب‌دیده‌ی ظاهری، جدانمودن ذرات سیمان و مصالح سنگی ریزدانه‌ی واقع در حد فاصل دانه‌های درشت و حصول سطح خشن و تمیزکاری سطوح مربوطه.

توضیح - تامین پیوستگی بتن قدیم با مصالح جانشین، در موفقیت‌آمیز بودن عملیات ترمیم نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. به منظور آماده‌سازی سطح بتن، می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

- تیشه‌داری و نظافت با برس سیمی
- زبرزنی و نظافت با برس سیمی
- ماسه پاشی به کمک هوای فشرده
- ماسه پاشی به کمک آب تحت فشار
- ماسه پاشی به کمک هوای فشرده توام با مکش مواد حاصل از تخریب سطحی

ملاحظات مربوط به هر یک از روش‌های فوق‌الذکر، در نشریه‌ی شماره‌ی ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ارایه شده است. یکی از مهم‌ترین ملاحظات در این خصوص آن است که در تمام حالات، اعم از این‌که سطح بتن از آب اشباع شود و یا از روش ماسه پاشی به کمک آب تحت فشار استفاده شده باشد، قبل از بتن‌ریزی یا کاربرد ملات، باید قطره‌های آب از سطح بتن قدیم، زدوده و مدتی صبر شود، به طوری که بتن به حالت اشباع با سطح خشک درآید و رنگ آن به خشکی بزند. دراین حالت دانه‌های سطحی بتن قدیم، سهم بسیار کمی از آب ملات یا بتن جدید را جذب خواهند کرد و از این طریق، پیوستگی بین بتن قدیم با مصالح جدید افزایش خواهد یافت، چرا که وجود قشر آب آزاد در سطح بتن قدیم، هنگام ریختن و جا دادن مصالح جانشین، به ایجاد یک سطح جدایی ضعیف بین مصالح قدیم و جدید، منجر می‌شود.

۸-۳- آماده‌سازی سطح آرماتور توسط پاک‌سازی بتن چسبیده به آرماتور بدون آسیب به آرماتور و تمیزکاری سطح آرماتور از هر گونه ملات، زنگ‌زدگی، روغن و سایر مواد زاید. به منظور آماده‌سازی سطح آرماتور، روش‌های ضربه‌ای مناسب نیست و روش‌های دستی نظیر برس‌های مخصوص یا ماسه پاش، قابل توصیه است.

۸-۴- اعمال مصالح جانشین که متناسب با دامنه و گستره‌ی عملیات مورد نیاز، از مصالح و روش‌های مختلف استفاده می‌شود که متداول‌ترین آن‌ها به شرح زیر است:

- ملات خشک
- بتن جانشین
- ملات جانشین
- اندود

- اندود کردن به روش سنتی با ملات ماسه و سیمان
- اندود کردن با ملات پاش
- اندود کردن با مواردی نظیر قیر
- اندود کردن به کمک ملات‌های تهیه شده با چسب‌های مخصوصی نظیر رزین اپوکسی

ملاحظات مربوط به هر یک از روش‌های فوق‌الذکر، در نشریه شماره ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ارایه شده است.

۹- در اجزای بتنی به منظور اعمال مصالح تعمیری، لازم است سطح بتن قدیمی به منظور اتصال و چسباندن این مصالح، آماده شود. این عمل می‌تواند با استفاده از مصالح تعمیری چسبنده مانند Sikadur-41 و یا آغشته نمودن سطح آماده شده با مصالح چسبنده‌ی سیمانی با ترکیبات لاتکس و اپوکسی، انجام شود.

۱۰- یکی از مناسب‌ترین مصالح تعمیری، ملات‌های تعمیری Sika Monotop 612 و یا Sika Monotop 614 است که پیش از اعمال آن، باید از مصالح تعمیری چسبنده (نظیر Sikadur-41) استفاده شود و اعمال و عمل‌آوری آن نیز باید مطابق دستورالعمل‌های سازنده‌ی آن، صورت گیرد.

۱۱- به منظور اعمال روش‌های ترمیم سازه‌ای اعضا و اجزای فولادی (نظیر اتصال تسمه و یا ورق‌های تقویتی و جایگزین به پروفیل و یا ورق‌های فولادی قدیمی (پروفیل و یا ورق‌هایی که از آن‌ها نمونه اخذ شده است))، لازم است سطح فولاد، زنگ‌زدایی و کاملا تمیز و صیقلی گردد و عاری از هر گونه پوشش و مانع باشد.

جدول ۷-۱- شماره و شرح مختصر گروه‌های فصل ششم

شماره گروه	شرح مختصر گروه
۱	اعضا و اجزای بتنی
۲	اعضای و اجزای فولادی
۳	اعضای و اجزای بنایی

تذکر ۱- شرح ردیف‌های مندرج در جدول این فصل، تنها مربوط به ترمیم سازه‌ای محل‌های سونداژ و نمونه‌گیری است. در مورد شرح ردیف‌های عملیات ترمیم وضعیت ظاهری و معماری محل‌های سونداژ و نمونه‌گیری شده، جدول ارایه شده درفصل "تخریب و سونداژ" قابل استفاده است.

تذکر ۲- اعضای بتنی مذکور در جدول فوق، کلاف‌های افقی و قائم مورد استفاده در ساختمان‌های بنایی را نیز شامل می‌شود.

جدول ۷-۲- شرح ردیف‌های ترمیم سازه‌ای محل‌های سونداژ و نمونه‌گیری شده

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
۰۷۰۱۰۱	ترمیم سازه‌ای محل‌های مغزه‌گیری یا تخریب شده‌ی بتن (با جزییاتی که قبلا توسط مشاور اصلی مطالعات پیشنهاد شده و به تایید کارفرما نیز رسیده است.)				
۰۷۰۱۰۲	ترمیم سازه‌ای آرماتورهای اخذ شده از المان‌های مختلف سازه به منظور انجام آزمایش (با جزییاتی که قبلا توسط مشاور اصلی مطالعات پیشنهاد شده و به تایید کارفرما نیز رسیده است.)				
۰۷۰۱۰۳	ترمیم سازه‌ای تاندون‌های پیش‌تنیدگی به منظور انجام آزمایش (با جزییاتی که قبلا توسط مشاور اصلی مطالعات پیشنهاد شده و به تایید کارفرما نیز رسیده است.)				
۰۷۰۲۰۱	ترمیم سازه‌ای اجزای فولادی (نظیر ورق، پروفیل و غیره) اخذ شده به منظور انجام آزمایش (با جزییاتی که قبلا توسط مشاور اصلی مطالعات پیشنهاد شده و به تایید کارفرما نیز رسیده است.)				
۰۷۰۲۰۲	ترمیم سازه‌ای وسایل اتصال اخذ شده به منظور انجام آزمایش (با جزییاتی که قبلا توسط مشاور اصلی مطالعات پیشنهاد شده و به تایید کارفرما نیز رسیده است.)				
۰۷۰۳۰۱	ترمیم سازه‌ای محل‌های انجام آزمایش مقاومت برشی ملات (با جزییاتی که قبلا توسط مشاور اصلی مطالعات پیشنهاد شده و به تایید کارفرما نیز رسیده است.)				
۰۷۰۳۰۲	ترمیم سازه‌ای میل‌مهارهای اتصال سقف به دیوار (با جزییاتی که قبلا توسط مشاور اصلی مطالعات پیشنهاد شده و به تایید کارفرما نیز رسیده است.)				

پیوست الف

"فهرست خدمات حداقل مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح برای پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود"

۱- مطالعات ژئوتکنیک

هدف از انجام این مطالعات تعیین ظرفیت باربری خاک ساختگاه و همچنین تعیین مشخصات مکانیکی خاک از نظر خصوصیات لرزه‌ای به منظور انجام مطالعات اثر ساختگاه بر اساس ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود است.

شرح خدمات انواع آزمایش‌ها و بررسی‌هایی که بر حسب مورد و با توجه به هدف بهسازی پیش‌بینی شده‌اند، به شرح زیر است:

۱-۱- حفر گمانه‌های ماشینی و یا دستی به طریقه‌ی مناسب به تعداد و عمق لازم در ساختگاه‌های مورد نظر.

۱-۲- نمونه‌گیری در اعماق مختلف گمانه‌ها به صورت دست‌خورده و دست‌نخورده.

۱-۳- انجام آزمایش نفوذ استاندارد (STANDARD PENETRATION TEST)، نفوذ مخروطی (C.P.T) و دانسیته‌ی برجا در اعماق مختلف متناسب با نوع خاک و نوع حفاری.

۱-۴- انجام آزمایش‌های شناسایی و طبقه‌بندی خاک شامل تعیین رطوبت نسبی، دانه‌بندی، در صورت نیاز آزمایش هیدرومتری، حدود اتربرگ، طبقه‌بندی و تشریح نظری نمونه‌های خاک به تعداد لازم.

۱-۵- تجزیه و تحلیل نتایج عملیات صحرایی و آزمایش‌های ژئوتکنیکی انجام شده و بررسی آماری و ارایه‌ی نتایج شامل:

۱-۵-۱- مشخصات عمومی وضعیت توپوگرافی و شیب ساختگاه.

۱-۵-۲- پروفیل‌های طولی و عرضی از خاک زیر سطحی محدوده‌ی مورد بررسی.

۱-۵-۳- شرایط هیدروژئولوژیکی و آب‌گذرانی لایه‌های خاک و تراز آب زیرزمینی.

۱-۵-۴- مشخصات فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک تا عمق و شعاع مورد نیاز.

۱-۶- تعیین پارامترهای موثر در پایداری و تغییرشکل‌پذیری لایه‌های خاک.

۱-۷- تعیین پتانسیل نشست و ظرفیت باربری.

۱-۸- تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک.

۱-۹- تعیین سرعت موج برشی در خاک بر اساس انجام آزمایش‌های ژئوفیزیک لرزه‌ای (سطحی یا عمقی) یا نتایج آزمایش SPT متناسب با هدف بهسازی لرزه‌ای، نوع خاک و مشخصات ساختمان مورد نظر مطابق بندهای ب تا ج تبصره ۲.

۱-۱۰- تعیین سایر مشخصه‌های خاک به منظور تحلیل انتشار امواج زلزله.

۱-۱۱- بررسی کلی امکان بروز ناپایداری‌های ژئوتکنیکی (مانند روانگرایی، لغزش و ...).

۱-۱۲- تهیه و ارایه‌ی گزارش از آزمایش‌ها به همراه تجزیه، تحلیل و تفسیر لازم توسط مشاور مطالعات خدمات جنبی و تایید نتایج آن توسط مشاور اصلی بهسازی لرزه‌ای.

تبصره۱- از آنجا که مسوولیت فنی و حقوقی صحت انجام مطالعات ژئوتکنیک طبق قرارداد به عهده‌ی مشاور مطالعات خدمات جنبی است، عمق و تعداد و فواصل گمانه‌های لازم با همکاری مشاور اصلی مطالعات و با توجه به مشخصات ساختمان از نظر تعداد طبقات، بار وارده و طول و عرض آن، بر اساس استانداردهای موجود و همچنین هدف بهسازی بر اساس تبصره ۲ تعیین شده و به منظور تصویب و ابلاغ به کارفرما اعلام خواهد شد.

تبصره۲- حداقل آزمایش‌های ژئوتکنیک برای ساختمان‌های مشمول بهسازی لرزه‌ای بر حسب سطح اطلاعات مورد نظر به صورت زیر تعیین می‌شود.

الف- سطح اطلاعات حداقل

لازم است اطلاعات ژئوتکنیکی حداقل لازم از طریق گزارش‌های موجود مربوط به گمانه‌ها یا چاه‌های موجود در محل یا همسایگی محل (تا فاصله‌ی افقی حداکثر ۵۰ متر از هر طرف) از جمله چاه‌های موجود سازمان آب و یا سایر موارد به دست آید. در حالت عادی (عدم وجود شیب یا تغییر عمده‌ی جنس خاک و عدم وجود خاک دستی و غیره) در صورت وجود نقشه‌های پهنه‌بندی ژئوتکنیکی معتبر و با دقت لازم نیز می‌توان از آن‌ها استفاده نمود. در صورت عدم وجود اطلاعات فوق‌الذکر، حفر حداقل یک گمانه یا چاه دستی به عمق ۱۰ متر و یا عمق نفوذ تنش بارگذاری، هر کدام بیش‌تر باشد، از تراز کف پی ساختمان و انجام آزمایش‌های متداول ژئوتکنیکی بر حسب نوع خاک، الزامی است.

ب- سطح اطلاعات متعارف

در سطح اطلاعات متعارف مشخصات لایه‌های خاک در هر حال باید با انجام نمونه‌گیری و انجام آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی به دست آیند. حداقل تعداد گمانه‌ها و آزمایش‌های مورد نیاز در یک برنامه‌ی جمع‌آوری اطلاعات در سطح متعارف بر اساس ضوابط زیر است:

- در صورت وجود مدارک فنی معتبر که حاوی نتایج بررسی ساختگاهی در حد متعارف باشد، نیاز به انجام آزمایش اضافی نیست و می‌توان از مقادیر داده شده در گزارش ژئوتکنیک استفاده نمود.
- اگر مدارک فنی موجود نباشد و یا نقص، کاستی و عدم سازگاری در گزارش موجود مشاهده شود، حفاری حداقل یک گمانه به عمق ۱۰ متر یا عمق نفوذ تنش بارگذاری، هرکدام که بیشتر باشد، لازم بوده و انجام آزمایش‌های متداول ژئوتکنیکی در این گمانه بر حسب نوع خاک موجود، لازم است.

ملاحظات زیر نیز لازم است مد نظر قرارگیرد:

۱- در صورتی که نوع خاک از گروه IV آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ باشد، انجام مطالعات ژئوسایسمیک عمیق مطابق بند ۲ زیر، برای ساختمان‌های بیش‌تر از ۴ طبقه ضروری است.

۲- در صورتی که تعداد طبقات از ۱۲ طبقه و یا ارتفاع ساختمان از ۳۵ متر بیش‌تر گردد، انجام آزمایش‌های ژئوسایسمیک برای هر نوع خاکی ضروری است. در این صورت برای تحلیل خطر در سطح زمین، انجام آنالیز انتشار موج (تشدید آبرفت و ستون خاک) ضروری است.

ج- سطح اطلاعات جامع

حداقل تعداد گمانه‌ها و آزمایش‌های مورد نیاز در یک برنامه‌ی جمع‌آوری اطلاعات جامع بر اساس ضوابط زیر تعیین می‌شوند:

– در صورت وجود گزارش ژئوتکنیکی که حاوی نتایج بررسی ساختگاهی در حد جامع باشد، کلیه‌ی پارامترهای مورد نیاز تعیین شده باشند و نتایج گزارش، شرایط ژئوتکنیکی ساختگاهی را کاملا تایید نماید، نیازی به انجام حفاری نیست.

– در صورت وجود گزارش ژئوتکنیکی که حاوی نتایج بررسی ساختگاهی در حد متعارف باشد، انجام حفاری، نمونه‌برداری و آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی در حداقل یک گمانه لازم است.

– در صورت عدم وجود مدارک فنی معتبر، انجام یک شناسایی کامل از ساختگاه با حداقل سه یا چهار گمانه بر حسب شرایط، که بتواند تنوع لایه‌های خاک را در راستاهای افقی و قایم به طور جامع نشان دهد، لازم است.

توضیح ۱– اطلاعات مورد نیاز حاصل از گزارش‌های موجود یا انجام حفاری جدید، باید تا عمق حداقل ۳۰ متر یا سنگ بستر لرزه‌ای باشد.

توضیح ۲– در هر حالت نتایج آزمایش‌های ژئوسایسمیک باید موجود بوده و یا انجام گیرد.

تبصره۳– در صورتی که پی ساختمان مستقیما بر روی سنگ قرار گیرد، آزمایش‌های لازم برای تعیین ظرفیت باربری و تعیین مشخصات مکانیکی سنگ متناسب با مشخصات ساختمان از نظر تعداد طبقات، بار وارده و طول و عرض آن، توسط مشاور مطالعات خدمات جنبی مشخص شده و به تایید کارفرما خواهد رسید.

۲- آزمایش‌های مقاومت مصالح

انجام آزمایش‌های مورد نیاز پروژه‌ی مقاوم‌سازی به شرح زیر و به تعداد تعیین شده بر اساس درخواست مهندسین مشاور اصلی مطالعات و مطابق با ضوابط "دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (نشریه شماره ۳۶۰)" است. لازم به ذکر است که نقاط دقیق نمونه‌برداری و آزمایش توسط مشاور اصلی مطالعات مشخص خواهد گردید.

- انجام آزمایش‌های مقاومت مصالح مورد نیاز از قبیل: مقاومت فشاری بتن، مقاومت برشی ملات در مصالح بنایی، کشش آرماتور و پروفیل فولادی و بررسی مشخصات اتصالات و نشیمن‌گاه.
- انجام آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب مورد نظر از قبیل مغزه‌گیری از بتن، چکش اشمیت، آرماتوریابی، اولتراسونیک و بررسی کیفیت جوش.
- ارایه‌ی گزارش از کلیه‌ی آزمایش‌های انجام شده به تفکیک اجزا و سازه‌ها از سوی مشاور مطالعات خدمات جنبی همراه با تفسیر و تایید گزارش از سوی مشاور اصلی بهسازی لرزه‌ای.

پیوست ب

"فهرست خدمات حداقل مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح برای پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای پل‌های موجود"

۱- مطالعات ژئوتکنیک

هدف از انجام این مطالعات تعیین ظرفیت باربری خاک ساختگاه و همچنین تعیین مشخصات مکانیکی خاک از نظر خصوصیات لرزه‌ای به منظور انجام مطالعات اثر ساختگاه است.

شرح خدمات پیش‌بینی شده به شرح زیر است:

- حفر گمانه‌های ماشینی و یا دستی به طریقه‌ی مناسب به تعداد و عمق لازم در ساختگاه‌های مورد نظر
- نمونه‌گیری در اعماق مختلف گمانه‌ها به صورت دست‌خورده و دست‌نخورده
- انجام آزمایش نفوذ استاندارد (STANDARD PENETRATION TEST)، دانسیته‌ی برجا و نفوذ مخروطی (C.P.T) در اعماق مختلف متناسب با نوع خاک و نوع حفاری
- انجام آزمایش‌های شناسایی و طبقه‌بندی خاک شامل تعیین رطوبت نسبی، دانه‌بندی، هیدرومتری، حدود اتربرگ، طبقه‌بندی و تشریح نظری نمونه‌های خاک به تعداد لازم
- تجزیه و تحلیل نتایج عملیات صحرایی و آزمایش‌های ژئوتکنیکی انجام شده و بررسی آماری و ارایه‌ی پارامترهای لازم به شرح زیر:
  - بررسی مشخصات عمومی وضعیت توپوگرافی و شیب ساختگاه
  - تعیین پروفیل‌های طولی و عرضی از خاک زیر سطحی محدوده‌ی مورد بررسی
  - شناسایی شرایط هیدروژئولوژیکی و آب‌گذرانی لایه‌های خاک و تراز آب زیرزمینی
  - تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک تا عمق مورد نیاز
- تعیین پارامترهای موثر در پایداری و تغییرشکل‌پذیری لایه‌های خاک
- تعیین پتانسیل نشست و ظرفیت باربری
- تعیین مشخصه‌های خاک جهت تعیین انتشار امواج زلزله
- تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک
- تعیین سرعت موج برشی در خاک بر اساس انجام آزمایش‌های ژئوفیزیک لرزه‌ای (سطحی یا عمقی) متناسب با مشخصات لایه‌های خاک
- بررسی کلی امکان بروز ناپایداری‌های ژئوتکنیکی (مانند روانگرایی، لغزش و ...)
- تهیه و ارایه‌ی گزارش از آزمایش‌ها همراه تجزیه وتحلیل لازم توسط مشاور ژئوتکنیک و تفسیر و تایید نتایج آن توسط مشاور اصلی بهسازی لرزه‌ای.

تبصره۱- از آنجا که مسوولیت فنی و حقوقی صحت انجام مطالعات ژئوتکنیک طبق قرارداد به عهده‌ی مشاور ژئوتکنیک است، عمق و تعداد و فواصل گمانه‌های لازم با همکاری مشاور طراح و باتوجه به مشخصات ساختگاه و سازه‌ی پل بر اساس استانداردهای موجود و همچنین هدف بهسازی، تعیین شده و جهت تصویب و ابلاغ به کارفرما اعلام خواهد شد.

تبصره۲- در صورتی که پی یا پایه‌ی پل مستقیما بر روی سنگ قرار گیرد، آزمایش‌های لازم برای تعیین ظرفیت باربری و تعیین مشخصات مکانیکی سنگ توسط مشاور ژئوتکنیک مشخص شده و به تایید کارفرما خواهد رسید.

تبصره۳- در صورتی که جهت شناسایی ابعاد و مشخصات مکانیکی پی پل‌ها، مشکلاتی وجود داشته باشد، می‌توان متناسب با شرایط ساختگاه و نیاز مربوط، از یک یا چند روش از روش‌های آزمایش‌های غیر مخرب ذکر شده در جدول پیوست، استفاده نمود.

۲- آزمایش‌های مقاومت مصالح

انجام آزمایش‌های مورد نیاز پروژه‌ی مقاوم‌سازی به شرح زیر و به تعداد تعیین شده بر اساس درخواست مهندسین مشاور طراح سازه است. لازم به ذکر است که نقاط دقیق نمونه‌برداری و آزمایش توسط مشاور طراح مشخص خواهد گردید.

- انجام آزمایش‌های مقاومت مصالح مورد نیاز از قبیل: مقاومت فشاری بتن، مقاومت برشی ملات در مصالح بنایی، کشش میلگرد و پروفیل فولادی و بررسی مشخصات اتصالات و نشیمن‌گاه.
- انجام آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب مورد نظر از قبیل مغزه‌گیری از بتن، چکش اشمیت، آرماتوریابی، اولتراسونیک و بررسی کیفیت جوش.
- ارایه‌ی گزارش از کلیه‌ی آزمایش‌های انجام شده به تفکیک اجزا و سازه‌ها از سوی مشاور مقاومت مصالح همراه با تفسیر و تایید گزارش از سوی مشاور اصلی بهسازی لرزه‌ای.

در شروع انجام خدمات جنبی برای هر سازه پس از تعیین شرح خدمات ژئوتکنیک (از طرف مشاور ژئوتکنیک) و مصالح (از طرف مشاور طراح)، حق‌الزحمه‌ی خدمات بر اساس تعرفه‌ی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور توسط مشاور ژئوتکنیک تعیین گردیده و پس از توافق در مورد شروع خدمات، زمان و حق‌الزحمه از طرف کارفرما به مشاور ژئوتکنیک ابلاغ خواهد شد.

خواننده گرامی

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

Guidelines for Studies of Ancillary Services in Rehabilitation Projects

No. 390

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

2007

این نشریه:

با عنوان "راهنمای انجام مطالعات خدمات جنبی در پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای" شامل هفت فصل است.

کلیات، تخریب و سونداژ، شناسایی، آماده‌سازی، آزمایش‌های مقاومت مصالح، پی و آزمایش‌های مرتبط با خاک ساختگاه و ترمیم، بخش‌های مختلف این نشریه را تشکیل می‌دهند.

این نشریه به منظور مطالعات خدمات جنبی در پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای تهیه و ابلاغ شده است.

معاونت امور اداری، مالی و نیروی انسانی

مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات