

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، 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  
E-mail: [tsb.dta@mporg.ir](mailto: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 کشورهای 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 مستحذات موجود می‌باشد که این امر در سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری در خصوص پیشگیری و مدیریت بحران‌های طبیعی و نیز در سند توسعه فزاینده‌ی 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 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 علیرضا توتونچی، مهندس رضا اسفندیاری صدق و خانم‌ها مهندس نسرين 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
- ۲-۱- ملاحظات ویژه ..... ۶
- ۳-۱- تعاریف ..... ۶

## فصل دوم - تخریب و سونداژ

- ۱-۲- تعریف ..... ۹
- ۲-۲- هدف ..... ۹
- ۳-۲- ملاحظات ..... ۹

## فصل سوم - شناسایی

- ۱-۳- تعریف ..... ۱۳
- ۲-۳- هدف ..... ۱۳
- ۳-۳- ملاحظات ..... ۱۳

## فصل چهارم - آماده سازی

- ۱-۴- تعریف ..... ۲۱
- ۲-۴- هدف ..... ۲۱
- ۳-۴- ملاحظات ..... ۲۲

## فصل پنجم - آزمایش های مقاومت مصالح

- ۱-۵- تعریف ..... ۲۵
- ۲-۵- هدف ..... ۲۵
- ۳-۵- ملاحظات ..... ۲۵

## فصل ششم - پی و آزمایش های مرتبط با خاک ساختگاه

- ۱-۶- هدف ..... ۳۵
- ۲-۶- ملاحظات ..... ۳۵

## فصل هفتم - ترمیم

- ۱-۷- تعریف ..... ۴۱
- ۲-۷- هدف ..... ۴۱
- ۳-۷- 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

---

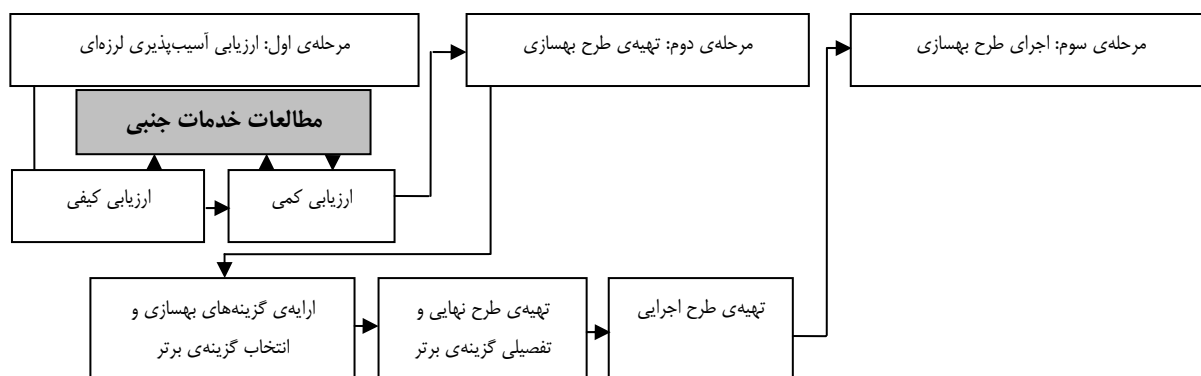
---

## 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، کاملاً 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 جزئیات مربوط، معرفی شده‌اند.



شکل ۱-۱- نمودار فرآیند بهسازی لرزه‌ای

مطالعات خدمات جنبی در مرحله‌ی اول از فرآیند فوق (ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای) و عموماً 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 جزئیات 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.

جدول ۱-۱- عناوین فصول ارایه شده در راهنما

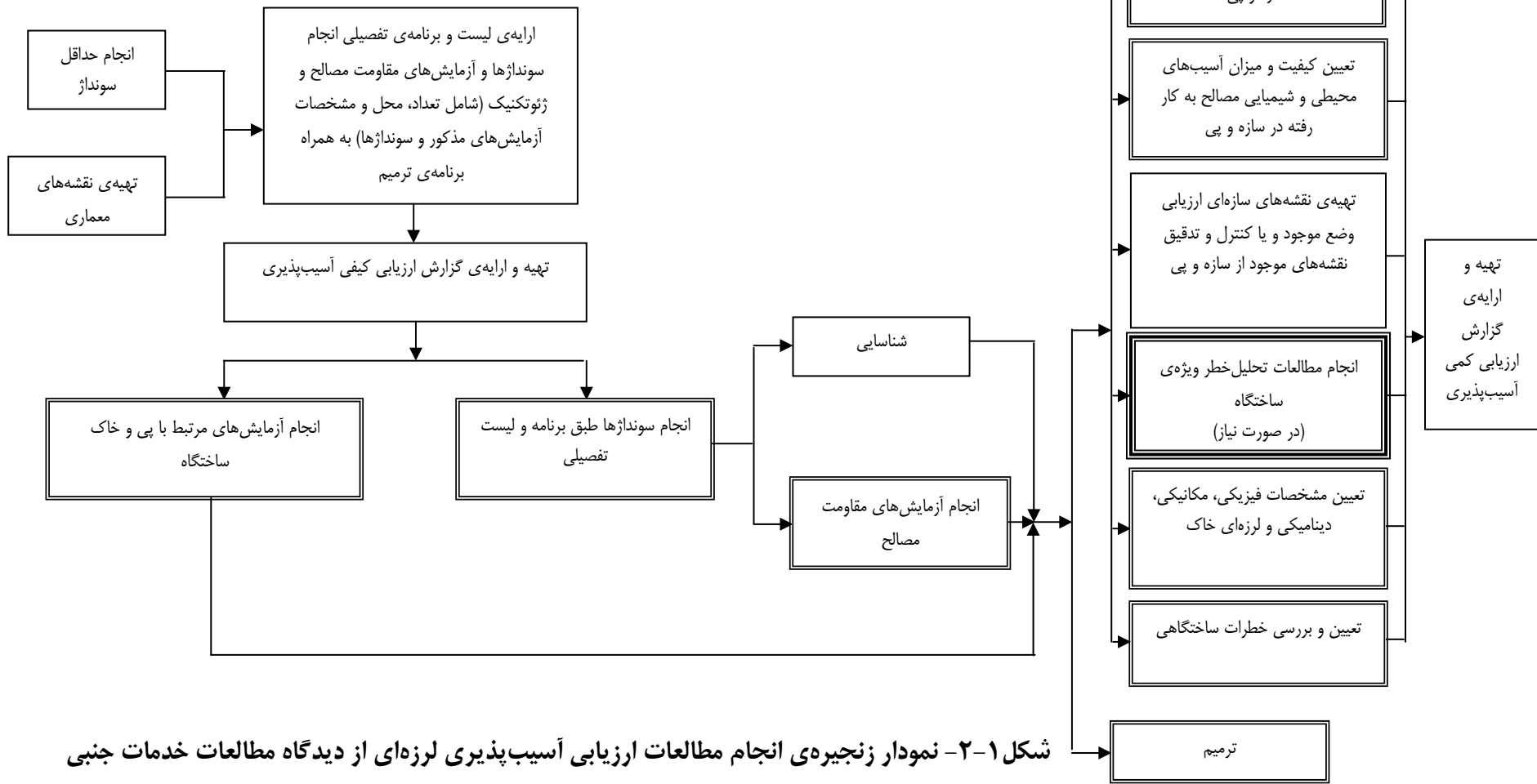
شماره فصل	عنوان فصل
۱	سونداژ و تخریب
۲	شناسایی
۳	آماده‌سازی
۴	آزمایش‌های مقاومت مصالح
۵	پی و آزمایش‌های مرتبط با خاک ساختگاه
۶	ترمیم

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

شرح عملیات توسط مشاور اصلی مطالعات ارایه می‌شود.

شرح عملیات توسط مشاور فرعی (مشاور مطالعات خدمات جنبی) ارایه می‌شود.

شرح عملیات می‌تواند توسط مشاور اصلی مطالعات و یا مشاور فرعی (مشاور مطالعات خدمات جنبی) ارایه شود.



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 صرفاً 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:** مشاور 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):** مشاور 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 نسبتاً 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 به کار 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 ادوات، 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 ۱-۲، 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 ارائه 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 ۱-۲، 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 جزئیات ردیف‌های ارائه 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 ارائه 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 جزئیات آن (از طریق سقف و دیوارها)
۲	ستون	سونداژ و برداشتن پوشش ستون تا رسیدن به محل آن و دستیابی به جزئیات (بتنی و فولادی)
۳	تیر	سونداژ و برداشتن پوشش تیر تا رسیدن به محل آن و دستیابی به جزئیات (بتنی و فولادی) (از طریق 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 جزئیات
۶	دیوار	سونداژ و برداشتن پوشش دیوار (بنایی و بتنی) و دستیابی به جزئیات 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 جزئیات 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، در نظر گرفته نخواهد شد.

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

شماره گروه	شرح مختصر گروه
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 خرابایی)
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 به کار رفته در اتصالات پ- تعیین نوع و مشخصات نبشی‌های به کار رفته در اتصال ت- تعیین نوع و مشخصات سخت کننده‌های به کار رفته در اتصال ث- تعیین مشخصات و جزییات چشمه‌ی اتصال ج- تعیین وسایل اتصال (جوش، پیچ یا مهره) چ- ابعاد هندسی و نوع جوش به کار رفته در اجزای مختلف اتصال ح- مشخصات ظاهری و نوع پیچ و مهره به کار 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 به کار رفته در چشمه‌ی اتصال پ- تعیین آسیب‌های محیطی، شیمیایی و از بین رفتگی بتن و آرماتورهای به کار 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 به کار رفته در ستون پ- تعیین نوع، مشخصات و میزان آرماتورهای طولی و برشی به کار 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 به کار رفته پ- تعیین نوع، فواصل و مشخصات آرماتورهای به کار 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 به کار رفته در اتصالات مهاربند ح- تعیین مشخصات و جزییات اتصال مهاربند واگرا به تیرها خ- تعیین مشخصات و جزییات فیوز در اتصالات به کار 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 به کار رفته ج- مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی در اجزا مختلف اعضای فولادی چ- تعیین مشخصات و جزییات اتصال اعضا به سایر اعضا 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 در کف ستون (نبشی، سخت‌کننده 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 ناپیوسته دیوار برشی چ- تعیین مشخصات ظاهری تیرهای کوبله، مطابق شرح شناسایی مذکور در بند 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 نعل درگاه 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 به کار رفته پ- تعیین نوع، مشخصات و جزییات آرماتورهای به کار 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 در سقف‌ها 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 غیرمخرب، 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، بهره‌برداران 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 صلاح دید 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، به کار 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 به کار 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، جزئی 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 ملاحظات 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، کاملاً 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 به کار رفته در سازه؛
- ۳- تعیین کیفیت و میزان آسیب‌های محیطی و شیمیایی مصالح به کار 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. در این راستا استفاده از آزمایش‌های غیر مخرب راه‌گشا خواهد بود.
- ۳- در خصوص تست کشش فولاد، در مورد ساختمان‌های با هدف بهسازی مینا، 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. ضمناً 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 ارزیابی 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 ثقیل در محل آزمایش، از نتیجه‌ی 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 قائم وارد شده باید ثبت گردد.

۸-۵: آجرهای دو طرف آجر تحت آزمایش باید برداشته شوند و دو سطح در درزهای قائم، 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

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

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 جدول ۵-۲ ذکر شده‌اند.

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

کاربرد	نام آزمایش	ردیف	
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	Penetration Resistance Method (روش مقاومت نفوذ)	۱	
	Resonant Frequency Method (روش تشدید فرکانس)	۲	
	Radiometry (رادیمتری)	Radioactive/Nuclear Method (روش‌های هسته‌ای/راديوآکتیوی)	۳
	Radiography: Gamma-Neutron (راديوگرافی: گاما-نوترون)		
	Stress Wave (روش امواج تنش)	۴	
Concrete Resistivity (روش مقاومت بتن)	۵		

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 مربوطه، 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، آرماتوربایی، 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 پراکنندگی 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 نهایتاً 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 این صورت نتایج حاصل از تست‌های غیر مخرب، ممکن است خیلی گمراه کننده باشد.

۲۳- آرماتوربای 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 عملیاتی 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 به کار رفته است، دارد. با توجه به محدودیت دقت این روش، پس از تعیین انواع فولادهای به کار رفته در مصالح و پیچ و مهره، در صورت لزوم می‌توان با انجام آزمایش مخرب، مشخصات فنی مورد نظر را به دست آورد.

۲۶- در آزمایش‌های رادیوگرافی با استفاده از اشعه‌ی X و یا اشعه‌ی گاما، اعمال دستورالعمل‌های ایمنی برای جلوگیری از آثار مضر اشعه‌های به کار 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 در صورت 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 ردیف‌های 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 ملاحظات 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 ۱-۵، ۲-۵ و ۳-۵ نیز بر حسب مورد و در صورت نیاز، توصیه می‌گردد.

جدول ۵-۳- آزمایش‌های غیرمخرب

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

ادامه‌ی جدول ۵-۳- آزمایش‌های غیرمخرب

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





# 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 به کار 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 مسابلی 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 ارائه شده است.

۱۱- "فهرست خدمات حداقل مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح برای پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای پل‌های موجود"، در پیوست ب ارائه 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، دقیقاً 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 (واقع‌نگاری سیگنال مغناطیسی شده)	تعیین شکل و ابعاد تقریبی دو بعدی پی‌های عمیق	ACI 228.2R-98
۲	Cross hole Sonic Logging (واقع‌نگاری 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 (واقع‌نگاری 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، دقیقاً مشابه روش صوتی چاهی است.	FHWA-RD-94 052



# فصل ٧

---

---

ترميم





## 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 ارزیابی طرح مناسب، صورت پذیرد.

۲- ارزیابی 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 ارزیابی لیست و برنامه‌ی سونداژ و آزمایش‌های مورد نیاز، به منظور تایید به کارفرما پیشنهاد نماید. در ارزیابی 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 دقیقاً 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- در ترمیم سازه‌های 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 ارائه 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. در این 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.

۴-۸- 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 ارائه 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 کاملاً 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 ارائه شده در فصل "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 سازه‌های محل‌های سونداژ و نمونه‌گیری شده

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

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

۳-۱- 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.

۴-۱- 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.

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

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

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

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

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

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

۷-۱- تعیین پتانسیل نشست و ظرفیت باربری.

۸-۱- تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک.

۹-۱- 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.

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

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

۱۲-۱- 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.

**تبصره ۱-** 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.

**تبصره ۲-** 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 صحرائی 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، هر کدام 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، کلیه پارامترهای مورد نیاز تعیین شده باشند و نتایج گزارش، شرایط ژئوتکنیکی ساختگاهی را کاملاً 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 قائم 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 ژئوسابسمیک باید موجود بوده و یا انجام گیرد.
- تبصره ۳-** در صورتی که پی ساختمان مستقیماً 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، آرماتوربایی، اولتراسونیک و بررسی کیفیت جوش.
- آرایه‌ی 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 ات‌برگ، طبقه‌بندی و تشریح نظری نمونه‌های خاک به تعداد لازم
- تجزیه و تحلیل نتایج عملیات صحرایی و آزمایش‌های ژئوتکنیکی انجام شده و بررسی آماری و ارزیابی 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 ارزیابی گزارش از آزمایش‌ها همراه تجزیه و تحلیل لازم توسط مشاور ژئوتکنیک و تفسیر و تایید نتایج آن توسط مشاور اصلی بهسازی لرزه‌ای.

**تبصره ۱-** 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.

**تبصره ۲-** در صورتی که پی یا پایه‌ی پل مستقیماً 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.

**تبصره ۳-** 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، آرماتوربایی، 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 آیین نامه، 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