TECHNOPOL
مقاوم سازی تکنوپل

- تامین مصالح کامپوزیتی و مقاوم‌سازی

فروش الیاف کامپوزیتی و پارچه کربن، الیاف و پارچه شیشه، چسب‌های اپوکسی FRP و رزین‌های پایه اپوکسی، پرایمر و هاردنر، ژل‌کوت، ملات و بتونه اپوکسی و ... با قیمت و کیفیت تضمین شده

- خدمات مشاوره تخصصی

ارائه خدمات طراحی و مشاوره فروش محصولات کامپوزیتی FRP و مصالح مقاوم‌سازی سازه‌ها جهت تقویت اجزای مختلف سازه‌ای و قطعات پیشرفته مرکب کامپوزیت

- صنایع مرتبط

ارائه محصولات مرتبط در صنایع جهت مصارف تجاری و صنعتی، صنعت ساختمان، صنایع هوا فضا، کامپوزیت، خودروسازی، ورزشی، نظامی، تاسیساتی، مصارف تحقیقاتی دانشگاهی، آزمایشگاهی و ...

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های بنایی

نشریه شماره ۳-۳۶۳

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

۱۳۸۷

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده 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.

٤- 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، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، دفتر نظام فنی اجرایی

Email: tsb.dta@mporg.ir **web: http://tec.mporg.ir/**

بسمه تعالی

پیشگفتار

براساس نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در تمامی مراحل پروژه‌های سرمایه‌گذاری و عمرانی کشور مورد تاکید جدی قرار گرفته است. همچنین یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریت طرح‌های مطالعه و اجرای مقاوم‌سازی ساختمان‌های عمومی و دولتی مهم، تاسیسات زیربنایی و شریان‌های حیاتی کشور که از سال ۱۳۸۱ در دستور کار دولت قرار گرفت و راهبری و مدیریت آن بر عهده‌ی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری بوده است، تهیه و انتشار دستورالعمل‌های فنی، حقوقی و مدیریتی است. نشریه‌ی شماره ۳۶۰ که با عنوان "دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود" از سال ۱۳۸۵ به صورت رسمی و به عنوان دستورالعمل لازم‌الاجرا ابلاغ شده و مورد استفاده‌ی مهندسان و متخصصان سازه و بهسازی لرزه‌ای و به ویژه مهندسان مشاور شاغل در طرح‌های ملی مقاوم‌سازی قرار گرفته است، یکی از پرمخاطب‌ترین نشریات موجود در این موضوع بوده است. بنا بر بازخوردهای کسب شده از کاربران اصلی این نشریه، به دلیل نوبودن، مساله‌ی مقاوم‌سازی دارای پیچیدگی‌های خاصی در مراحل کار محاسبات، تحلیل و ارزیابی ساختمان‌های موجود است. از این‌رو دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری تهیه‌ی راهنمای کاربردی نشریه‌ی یادشده را با همکاری متخصصان مجرب در حرفه در اولویت قرار داد تا با ارایه‌ی چند مثال کاربردی، روند کلی محاسبات مربوط به تحلیل و ارزیابی سازه‌ها (شامل سازه‌های ساختمانی: فولادی، بتنی و بنایی) در اختیار دانشجویان و مهندسان علاقه‌مند قرار گیرد. شایان ذکر است که این نشریه صرفا به عنوان راهنمای نشریه‌ی ۳۶۰ بوده و نمی‌تواند مرجع تلقی شود. تهیه‌ی این نشریه در قالب قراردادی با مهندسان مشاور ایمن سازه فدک تهیه شده که از مدیریت و کارشناسان مسوول پروژه در این شرکت قدردانی می‌گردد.

قطعا با همه‌ی تلاش انجام‌شده 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 نظام فنی اجرایی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید، مدیر و کارشناسان بخش تدوین ضوابط و معیارهای فنی و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله آقایان مهندس علی تبار، مهندس رضا اسفندیاری صدق، مهندس علیرضا باقری، مهندس فرزاد پارسا و خانم مهندس شهرزاد روشن‌خواه در هدایت امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

محمد مهدی رحمتی

معاون نظارت راهبردی

پاییز ۱۳۸۷

ترکیب اعضای همکار

این مجموعه با همکاری شرکت مهندسان مشاور ایمن سازه فدک و کارشناسان متخصص تهیه شده است.

اعضای کارگروه تهیه‌کننده در مشاور

علیرضا آقابابایی
رضا اسفندیاری صدق
محسن بزرگ‌نسب
فرهاد بهنام‌فر (مدیر پروژه)
داوود دوست‌محمدی
غلامرضا ستارشیخی
فریبرز سهرابی
امید نوروزی
اکبر نوری

ناظر

شاپور طاحونی شرکت مهندسان مشاور تدبیر ساحل پارس

اعضای کارگروه بازخوانی و نهایی نمودن نشریه

علیرضا آقابابایی
علیرضا باقری
فرهاد بهنام‌فر
علی تبـار
فرزاد پارسا
داوود دوست‌محمدی
شهرزاد روشن‌خواه

فهرست مطالب

فصل اول- شناخت وضع موجود

۱-۱- مقدمه ۳
۱-۲- مراحل شناخت وضع موجود ۳
۱-۳- بازدید از محل و آشنایی اولیه با ساختمان مورد بررسی ۳
۱-۴- جمع‌آوری مدارک فنی و اطلاعات کلی ساختمان ۴
۱-۵- بازرسی وضعیت موجود ۴
۱-۵-۱- اطلاعات مورد نیاز مشترک بین ساختمان‌های کلاف‌دار و بدون کلاف ۵
۱-۵-۲- اطلاعات مورد نیاز در ساختمان‌های کلاف‌دار ۶
۱-۶- آزمایش مصالح ۶
۱-۶-۱- آزمایش برش ملات ۶
۱-۶-۲- آزمایش میل‌مهارهای اتصال سقف به دیوار ۷
۱-۶-۳- آزمایش مقاومت فشاری بتن کلاف‌ها ۷

پیوست‌های فصل اول

پیوست ۱- نمونه‌ی چک‌لیست بازدید محلی ۱۱
پیوست ۲- نمونه‌ی چک‌لیست ارزیابی کیفی ۱۳

فصل دوم- مدل‌سازی

۲-۱- مقدمه ۱۷
۲-۲- مراحل ارزیابی ۱۷
۲-۳- مشخص نمودن نوع ساختمان ۱۷
۲-۴- مشخص نمودن نواقص ساختمان و راهکارهای پیشنهادی برای رفع آن‌ها ۱۷
۲-۴-۱- کنترل کیفیت مصالح بنایی ۱۸
۲-۴-۲- ارزیابی سیستم سازه‌ای ساختمان ۱۸
۲-۴-۳- ارزیابی دیوارهای باربر ۱۸
۲-۴-۴- ارزیابی دال‌ها ۲۳
۲-۴-۵- ارزیابی اتصالات اعضای ساختمان ۲۳
۲-۴-۶- ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای ۲۳
۲-۴-۷- ارزیابی سیستم کلاف ۲۴

فصل سوم- مثال اول (ساختمان سه طبقه‌ی مصالح بنایی)

۳-۱- تعریف مثال ۲۹
۳-۲- بازدید از محل و آشنایی اولیه با ساختمان مورد بررسی ۲۹
۳-۳- جمع‌آوری و بررسی مدارک فنی و نقشه‌های موجود ۳۴
۳-۴- برداشت نقشه‌های معماری ۳۴
۳-۵- برداشت اطلاعات سازه‌ای ۳۴
۳-۶- ارزیابی ساختمان ۴۱
۳-۶-۱- کنترل کیفیت مصالح بنایی ۴۲
۳-۶-۲- ارزیابی سیستم سازه‌ای ساختمان ۴۲
۳-۶-۳- ارزیابی دیوارهای باربر ۴۴
۳-۶-۴- ارزیابی دال‌ها ۴۷
۳-۶-۵- ارزیابی اتصالات اعضای ساختمان ۴۷
۳-۶-۶- ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای ۴۸
۳-۶-۷- ارزیابی سیستم کلاف ۴۹
۳-۷- نتیجه ارزیابی ساختمان ۴۹

فصل چهارم- مثال دوم (ساختمان دو طبقه‌ی مصالح بنایی)

۴-۱- تعریف مثال ۵۳
۴-۲- بازدید از محل و آشنایی اولیه با ساختمان مورد بررسی ۵۳
۴-۳- جمع‌آوری و بررسی مدارک فنی و نقشه‌های موجود ۵۸
۴-۴- برداشت نقشه‌های معماری ۵۸
۴-۵- برداشت اطلاعات سازه‌ای ۵۹
۴-۶- ارزیابی ساختمان ۵۹
۴-۶-۱- کنترل کیفیت مصالح بنایی ۶۰
۴-۶-۲- ارزیابی سیستم سازه‌ای ساختمان ۶۰
۴-۶-۳- ارزیابی دیوارهای باربر ۶۳
۴-۶-۴- ارزیابی دال‌ها ۶۵
۴-۶-۵- ارزیابی اتصالات اعضای ساختمان ۶۵
۴-۶-۶- ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای ۶۵
۴-۶-۷- ارزیابی سیستم کلاف ۶۸
۴-۷- نتیجه ارزیابی ساختمان ۶۸

فصل ۱

شناخت وضع موجود

۱-۱- مقدمه

هدف از شناخت وضع موجود ساختمان، گردآوری اطلاعات لازم برای مدل‌سازی، تحلیل و ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمان است. این کار می‌تواند با دقت‌های متفاوت و صرف زمان و هزینه متناسب صورت گیرد. بدین ترتیب انجام مطالعات شناخت وضع موجود در سطوح متفاوت، بر اساس گستره‌ی اطلاعاتی که جمع‌آوری می‌شوند، امکان‌پذیر خواهد بود. این سطوح به ترتیب افزایش دقت و گستره، به سطح اطلاعات حداقل، سطح اطلاعات متعارف و سطح اطلاعات جامع موسوم هستند. تعاریف این سطوح اطلاعات در بند (۲-۲-۶) دستورالعمل ارایه شده است. در این مجموعه، منظور از "دستورالعمل"، نشریه‌ی شماره ۳۶۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با عنوان "دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود" است.

۱-۲- مراحل شناخت وضع موجود

مطالعات شناخت وضع موجود ساختمان بنایی در سه مرحله انجام می‌گیرد:

۱- بازدید از محل و آشنایی اولیه با ساختمان؛

۲- جمع‌آوری مدارک فنی و اطلاعات کلی ساختمان؛

۳- بازرسی وضعیت موجود، شناسایی مشخصات مصالح و آزمایش‌ها.

۱-۳- بازدید از محل و آشنایی اولیه با ساختمان مورد بررسی

در این بازدید به موارد زیر و موارد مشابه باید دقت کرد:

۱- وضعیت ظاهری ساختمان (معماری، سازه، تاسیسات و ...)؛

۲- کیفیت نگهداری از ساختمان در طول بهره‌برداری؛

۳- محدودیت‌های انجام عملیات بهسازی در ساختمان؛

۴- وضعیت ابنیه‌ی مجاور از نظر کیفی، فاصله، اتصال احتمالی به ساختمان مربوط و اثر آن‌ها روی ساختمان موردنظر؛

۵- موانعی که ساختمان‌های مجاور می‌توانند در راه انجام عملیات بهسازی ایجاد کنند؛

۶- وضعیت زمین اطراف ساختمان از نظر جنس و آب‌های زیرزمینی با توجه به سوابق قابل مشاهده‌ی محلی مانند گودبرداری‌های اطراف؛

۷- وضعیت شیب زمین و وجود شیروانی و امکان زمین‌لغزش.

در نتیجه‌ی این بازدید برآورد کلی در مورد میزان آسیب‌پذیری ساختمان و برنامه مطالعاتی ارزیابی آسیب‌پذیری می‌تواند در ذهن بازدیدکننده شکل گیرد. چک‌لیست نمونه در پیوست این فصل به عنوان نمونه جهت برداشت اطلاعات محلی ارایه شده است.

۱-٤- جمع‌آوری مدارک فنی و اطلاعات کلی ساختمان

برای انجام مطالعات آسیب‌پذیری یک ساختمان موجود، لازم است کلیه مدارک فنی و مستندات طراحی، اجرا و ترمیم که در دسترس می‌باشند جمع‌آوری و طبقه‌بندی شوند. در این مرحله جمع‌آوری برخی مدارک اولویت و اهمیت بیش‌تری نسبت به سایر موارد دارند که عبارتند از:

۱- نقشه‌های معماری (شامل تقسیم‌بندی فضاها، محل داکت‌ها و بازشوها در دیوار و سقف و کدهای ارتفاعی طبقات)؛

۲- نقشه‌های دیوارهای باربر و غیر باربر به همراه ضخامت و جزییات اجرایی آن‌ها؛

۳- نقشه‌ی کلاف‌بندی و سیستم ثانویه در صورت وجود به همراه جزییات مربوط؛

۴- جزییات سقف؛

۵- جزییات اتصال سقف به دیوارهای باربر؛

۶- جزییات اتصال تیغه‌ها به سقف؛

۷- جزییات اتصال دیوارهای باربر به یکدیگر و به تیغه‌ها؛

۸- جزییات اجرایی نما و اتصالات آن به سازه‌ی اصلی؛

۹- نقشه‌ی پی ساختمان و جزییات آن؛

۱۰- اطلاعات در خصوص نوع و مقاومت ملات مصرفی.

در نتیجه‌ی بازدید محلی و بررسی مدارک فنی برخی از ساختمان‌های بنایی ممکن است مشاور به این نتیجه برسد که ساختمان موردنظر دارای ارزش کافی برای انجام مطالعات و عملیات بهسازی نیست. برای تصمیم‌گیری در این زمینه بررسی مواردی از قبیل کاربری ساختمان، میزان اهمیت آن نسبت به ساختمان‌های دیگر و نسبت به ساختمان‌های با کاربری مشابه و عمر باقیمانده‌ی مورد انتظار ساختمان لازم است.

۱-۵- بازرسی وضعیت موجود

انجام بازدیدهای دقیق به منظور جمع آوری اطلاعات لازم جهت ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان و یا تایید اطلاعات موجود در مدارک فنی انجام می گیرد. در صورت وجود لایه‌های نازک‌کاری یا موانع معماری در موقعیت‌هایی که بازدید عینی از آن‌ها لازم است، باید موانع موجود به‌طریق مناسب برداشته شود (سونداژ انجام گیرد). تعداد نقاط لازم برای انجام بازدید نزدیک جهت تایید مدارک فنی موجود و یا تهیه‌ی مدارک فنی جدید توسط مهندس مسوول طرح بهسازی مشخص می‌شود.

بهتر است در شروع بازدید نزدیک ساختمان بنایی، نوع ساختمان بنایی مشخص شود. مطابق دستورالعمل ساختمان‌های مصالح بنایی بر حسب وجود یا عدم وجود سیستم کلاف‌بندی به دو نوع ساختمان‌های مصالح بنایی سنتی و ساختمان‌های مصالح بنایی کلاف‌دار تقسیم می‌شوند. با انجام بازدید نزدیک و اجرای سونداژ به میزان کافی از نقاطی که وجود کلاف در آن‌ها محتمل است می‌توان نوع ساختمان را مشخص کرد. بدیهی است که در صورت برداشتن رویه‌ی نازک‌کاری جهت انجام بازدید فوق در پاره‌ای از نقاط می‌توان از همان نقاط برای تهیه‌ی بخشی از اطلاعاتی که در ادامه ذکر می‌شود، استفاده کرد.

پاره‌ای از اطلاعات برداشت شده در بازدید نزدیک، ساختمان‌های مصالح بنایی کلاف‌دار و سنتی یکسان بوده و پاره‌ای مختص ساختمان‌های مصالح بنایی کلاف‌دار است. به همین دلیل مجموعه‌ی اطلاعات مربوط به هر قسمت در بخش‌های جداگانه ارایه شده است.

۱-۵-۱- اطلاعات مورد نیاز مشترک بین ساختمان‌های کلاف‌دار و بدون کلاف

در یک برنامه‌ی بازدید نزدیک در کلیه‌ی ساختمان‌های بنایی اعم از کلاف‌دار و بدون کلاف تهیه‌ی اطلاعاتی به شرح زیر لازم است:

۱- نقشه‌ی معماری وضع موجود: نقشه‌ی معماری وضع موجود ساختمان باید شامل کلیه‌ی اطلاعات مربوط به کاربری فضاها، موقعیت دقیق دیوارها و تیغه‌ها، ضخامت دیوارها، محل دقیق و ابعاد بازشوها در سقف‌ها و دیوارها و مقاطع و نماهای لازم جهت نشان دادن رقوم ارتفاعی و جان پناه‌ها باشد.

۲- نقشه‌ی دیوارهای باربر: این نقشه علاوه بر موقعیت دقیق و ضخامت دیوارهای باربر بایستی حاوی اطلاعات کامل در خصوص جزییات اجرای واحدهای بنایی، وضعیت ملات در درزهای افقی و قائم بین واحدهای بنایی، نوع ترک‌ها و عرض حداکثر آن‌ها در دیوار، موقعیت پشت‌بندها و نوع آن‌ها، جزییات اجرایی خاص در اطراف بازشوها و موقعیت و قطر لوله‌ها و دودکش‌های درون دیوار باشد.

۳- تیرریزی، جزییات سقف و اتصال آن به دیوارها: جزییات کامل لایه‌بندی روی دال سقف و مصالح لایه‌ها بایستی مشخص شود. در سقف‌های طاق‌ضربی بایستی جهت تیرریزی، فاصله‌ی بین تیرآهن‌ها، موقعیت و سطح مقطع میلگردها یا تسمه‌های مورد استفاده جهت مهاربندی ضربدری، تکیه‌گاه پاطاق آخرین دهانه‌ی طاق ضربی و جزییات اتصال تیر آهن‌ها به کلاف افقی یا دیوار باربر بایستی معلوم شود. در سقف‌های تیرچه‌بلوک جهت تیرریزی، ضخامت بتن پوشش روی بلوک‌ها، آرایش و قطر میلگردهای مورد استفاده در بتن پوشش و تیرچه‌ها، دهانه‌ی تیرچه‌ها، جزییات کلاف عرضی عمود بر تیرچه‌ها و جزییات اتصال تیرچه‌ها به کلاف افقی یا دیوار باربر بایستی مشخص شود. در سقف‌های خرپایی نیز بایستی جزییات خرپا و اتصالات آن و مهاربندهای قائم و افقی بین خرپاها معلوم باشد. در صورت وجود سقف قوسی بایستی ابعاد خیز (ارتفاع) و قاعده‌ی آن مشخص شود. در سقف‌های سبک جزییات پوشش سقف هم بایستی برداشت شود.

۴- کیفیت ظاهری واحدهای بنایی: کیفیت واحدهای بنایی از نظر فرسودگی، شکستگی و ترک‌خوردگی بایستی مورد بازرسی عینی قرار گرفته و ثبت شود.

۵- اطلاعات پی: نقشه‌ی اجرایی شامل پلان، عمق و عرض پی‌ها و نوع مصالح پی باید در بازرسی عینی مشخص شود.

۶- نوع ملات مصرفی: با انجام بازرسی عینی نوع ملات مصرفی در دیوارها معلوم می‌شود.

۷- جزییات اتصال بین دیوارها: جزییات اتصال و نحوه‌ی اجرای واحدهای بنایی در محل اتصال دیوارهای باربر متقاطع باید معلوم باشد. این جزییات باید در محل اتصال تیغه‌ها به دیوارهای باربر نیز مشخص شود.

۸- جزییات اجرای اجزای غیرسازه‌ای: جزییات اجرایی اجزای غیرسازه‌ای شامل دیوارهای غیرسازه‌ای و تیغه‌ها، نما، جان‌پناه‌ها و دودکش‌ها بایستی در بازرسی وضعیت موجود مشخص شود. در خصوص دیوارهای غیرسازه‌ای وضعیت پشت‌بندها، عناصر فولادی یا بتن مسلح داخل تیغه‌ها، وضعیت لبه‌ی آزاد آن‌ها و نحوه‌ی اتصال تیغه‌ها به سقف و کف بایستی معلوم شود. در

خصوص نماها بایستی علاوه بر نحوه‌ی اجرای نما، شیوه‌ی اتصال آن به دیوار پشت کار تعیین شود. ارتفاع و نحوه‌ی اتصال جان‌پناه‌ها و دودکش‌ها نیز بایستی مشخص شود. در سقف‌های سبک جزییات پوشش سقف هم بایستی برداشت شود.

۹- جزییات سیستم ثانویه‌ی کمکی غیر از کلاف: در صورتی که یک سیستم ثانویه‌ی کمکی با عملکردی مشابه کلاف‌بندی‌های مرسوم در سازه موجود باشد، لازم است که مشخصات کامل این سیستم و اتصالات آن به سیستم دیوارهای باربر، عناصر سقف و کلاف‌بندی مشخص شود.

۱۰- جزییات تیرها و ستون‌های کمکی: بارهای بخشی از ساختمان ممکن است توسط تیر و ستون کمکی به پی‌ها منتقل شود. مشخصات کامل این تیرها و ستون‌ها طبق فصل ۱ نشریه‌های شماره ۱-۳۶۳ یا ۲-۳۶۳، "راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی یا بتنی" بایستی برداشت شود.

۱-۵-۲- اطلاعات مورد نیاز در ساختمان‌های کلاف‌دار

در ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار، در مرحله‌ی بازرسی وضعیت موجود علاوه بر اطلاعات بند (۱-۲-۳-۱) لازم است نقشه‌ی کامل سیستم کلاف‌بندی نیز برداشت شود. نقشه‌ی سیستم کلاف‌بندی موجود بایستی موقعیت و ابعاد کلاف‌های افقی و عمودی و جزییات اتصال کلاف‌ها به یکدیگر را مشخص نماید. در مورد کلاف‌های بتنی آرایش و قطر میلگردهای طولی و عرضی و نحوه‌ی اتصال کلاف به دیوار بایستی مشخص شود. در صورت وجود کلاف‌های فولادی بایستی ابعاد پروفیل فولادی مربوط و نحوه‌ی اتصال آن به سقف، کلاف بتنی احتمالی و دیوار معلوم شود. وجود هرگونه انفصال اعم از قطع کلاف‌های افقی و یا عبور لوله و دودکش از درون کلاف افقی یا عمودی بایستی در نقشه‌ی سیستم کلاف‌بندی قید شود. در بازرسی عینی کلاف‌های بتنی وجود تخلخل یا نواقص دیگر در بتن کلاف بایستی مشخص شود.

۱-۶- آزمایش مصالح

آزمایش‌های لازم جهت تعیین مشخصات مصالح ساختمان‌های بنایی به شرح بندهای (۱-۶-۱) تا (۱-۶-۳) دسته‌بندی می‌شوند. لازم به ذکر است در مواردی که از روش‌های آزمایش مخرب استفاده می‌شود، محل آزمایش‌ها باید به نحوی انتخاب شوند که خطری برای ساختمان ایجاد نشود. به عنوان نمونه دیوارهای غیر باربری که ظاهر یکسانی با دیوارهای باربر دارند برای انجام آزمایش مصالح مناسب‌تر هستند.

۱-۶-۱- آزمایش برش ملات

برای هر ۳۰۰ مترمربع از سطح دیوارهای باربر انجام یک آزمایش برش ملات ضروری است. حداقل تعداد آزمایش‌ها در هر ساختمان ۸ آزمایش است. محل دقیق انجام آزمایش‌ها باید توسط مهندس مسوول طرح بهسازی و با توجه به شرایط دیوار طوری تعیین شود که آزمایش‌ها وضعیت کلی دیوارها را به نحو مناسبی مشخص نماید. در این خصوص لازم است به تغییرات کیفیت ملات و آجر دقت شود تا آزمایش‌های انجام‌شده نشان‌دهنده‌ی تغییرات احتمالی کیفیت مصالح باشند.

۱-٦-۲- آزمایش میل‌مهارهای اتصال سقف به دیوار

در صورت وجود میل‌مهار در محل اتصال دیوار و سقف، بایستی آزمایش کشش مستقیم و پیچش برای میل‌مهارها انجام گیرد. حداقل ده درصد از میل‌مهارهای موجود باید آزمایش شوند. حداقل تعداد آزمایش‌ها چهار عدد برای هر طبقه (دو آزمایش برای میل‌مهار در امتداد جهت تیرریزی و دو آزمایش برای میل‌مهار عمود بر جهت تیرریزی) است.

۱-٦-۳- آزمایش مقاومت فشاری بتن کلاف‌ها

با استفاده از روش‌های مناسب آزمایشگاهی نظیر استفاده از چکش اشمیت و یا مغزه‌گیری می‌توان مقاومت فشاری بتن کلاف‌ها را تعیین کرد. جهت افزایش دقت و سرعت آزمایش‌ها می‌توان از چند آزمایش مغزه‌گیری و تعداد بیش‌تری آزمایش چکش اشمیت به طور هم‌زمان استفاده کرد. تعداد نقاط مورد آزمایش و روش آن توسط مهندس مسوول بهسازی تعیین می‌شود.

پیوست‌های فصل ۱

پیوست ۱– نمونه‌ی چک‌لیست بازدید محلی

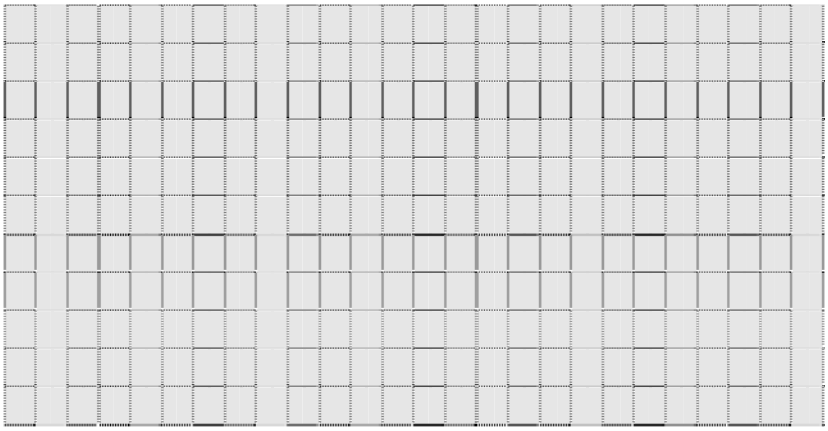
پیوست ۲– نمونه‌ی چک‌لیست ارزیابی کیفی

پیوست۱- نمونه‌ی چک‌لیست بازدید محلی

۱- آدرس ساختمان:

۲- طول و عرض جغرافیایی در ورودی اصلی ساختمان:

۳- کروکی موقعیت زمین و ساختمان:



۴- وضعیت توپوگرافی منطقه:

ساختمان واقع بر خط‌الراس یا سراشیبی تند ☐ ساختمان واقع بر خط‌القعر و نواحی پست ☐

ساختمان در مجاورت خاکریزی یا خاکبرداری ☐ ساختمان بر روی زمین با شیب تند ☐

۵- آیا احتمال دارد ساختمان بر روی خاک دستی احداث گردیده باشد؟ خیر☐ بله☐

۶- آیا سابقه‌ی روانگرایی در منطقه دیده شده است؟ خیر☐ بله☐

۷- آیا احتمال روانگرایی در منطقه وجود دارد؟ خیر☐ بله☐

۸- آیا سابقه‌ی زمین‌لغزش در منطقه دیده شده است؟ خیر☐ بله☐

۹- آیا احتمال زمین‌لغزش در منطقه وجود دارد؟ خیر☐ بله☐

۱۰- آیا در نزدیکی ساختمان تونل، حفره‌های بزرگ و یا قنات وجود دارد؟

خیر☐ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۱- آیا از نزدیکی ساختمان خط مترو عبور می‌کند؟

خیر☐ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۲- آیا ساختمان در محدوده یا مسیر قنات قرار گرفته است؟ خیر☐ بله☐

۱۳- آیا ساختمان در مسیل ساخته شده است؟ خیر☐ بله☐

۱۴- ویژگی‌های اصلی و قابل توجه خاک:

۱۵- وضعیت ساختمان‌های مجاور:

وجوه ساختمان	مجاورت ندارد	مجاورت دارد (فاصله و اختلاف تراز طبقات بین دو ساختمان)
وجه شرقی	☐	☐ :.....
وجه غربی	☐	☐ :.....
وجه شمالی	☐	☐ :.....
وجه جنوبی	☐	☐ :.....

۱۶- شناسایی وضعیت اجزای مشترک با ساختمان مجاور:

نوع اشتراک	توضیح
☐ ستون مشترک	
☐ تیر مشترک	
☐ سقف مشترک	
☐ پله‌ی مشترک	
☐ دیوار مشترک	
☐ سایر	

۱۷- بررسی احتمال آسیب ناشی از ساختمان مجاور:

نوع خطر آسیب‌دیدگی	توضیح (محل و نوع)
☐ سقوط اجزای سست	
☐ انفجار	
☐ آتش‌سوزی	
☐ نشت مواد شیمیایی	
☐ سایر:	

۱۸- وضعیت ظاهری ساختمان از نظر رطوبتی چگونه است؟ خوب ☐ متوسط ☐ بد ☐

۱۹- آیا ترک‌های قابل رویت در دیوارها وجود دارد؟

خیر ☐ بلی ☐، مشخصات ترک‌ها و موقعیت آن‌ها در برگه‌ی جداگانه‌ای تشریح شود

۲۰- آیا فرسودگی در دیوارهای سازه‌ای یا غیر سازه ای مشاهده می شود؟

بلی ☐ (باشدت کم ☐ باشدت متوسط☐ با شدت زیاد☐) خیر ☐

۲۱- واحدهای بنایی مورد استفاده در دیوارهای باربر؟

آجر ☐ بلوک ☐ سنگ ☐ سایر ☐.....

۲۲- امکان انجام عملیات بهسازی در ساختمان در زمان‌های مختلف چگونه است؟

۲۳- آیا ساختمان‌های مجاور مانعی در راه انجام عملیات بهسازی ایجاد می‌کنند؟

۲۴- وضعیت زمین اطراف ساختمان از نظر جنس و سطح آب زیرزمینی با توجه به سوابق قابل مشاهده محلی مانند گودبرداری‌های اطراف چگونه است؟

۲۵- محوطه‌ی لازم برای انجام عملیات بهسازی و فضای لازم برای استقرار ماشین‌آلات مرتبط موجود است یا خیر؟

۲۶- آیا ساختمان دارای آسانسور است؟ تعداد و ظرفیت آن ذکر شود؟

پیوست۲- نمونه‌ی چک‌لیست ارزیابی کیفی

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۱ از ۲

۱- ارزیابی کلی سازه

۱- آیا مسیرهای انتقال بار ثقلی تا روی پی ادامه دارند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- آیا مسیرهای انتقال بار جانبی تا روی پی ادامه دارند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۳- درز انقطاع با ساختمان‌های مجاور: ☐ وجود دارد (☐ کم‌تر از مقدار مجاز- ☐ بیش‌تر از مقدار مجاز) ☐وجود ندارد

۴- اجزای سازه‌ای مشترک بین ساختمان‌های مجاور: ☐ وجود دارد ☐ وجود ندارد

۵- آیا احتمال بروز آسیب ناشی از ساختمان‌های مجاور وجود دارد؟ ☐ بله (☐ سقوط اجزای سست- ☐ آتش‌سوزی- ☐ سایر موارد) ☐ خیر

۶- به‌طور کلی، سازه در پلان: ☐ منظم ☐ نامنظم (☐ عدم تقارن اعضای سیستم باربر جانبی- ☐ توزیع نامتناسب جرم در پلان- ☐ نامنظمی هندسی)

۷- به‌طور کلی، سازه در ارتفاع: ☐ منظم ☐ نامنظم (☐ طبقه نرم یا ضعیف- ☐ توزیع نامتناسب جرم- ☐ نامنظمی هندسی) ☐ نامشخص

۸- احتمال وقوع پیچش چقدر است؟ ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ نامشخص

۹- آیا اعضای باربر جانبی در ارتفاع تغییر صفحه دارند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۱۰- آیا تیغه‌های داخلی به‌طور منظم و متقارن در کف طبقات توزیع شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- پی

۱۱- نشست در سازه: ☐ وجود ندارد ☐ وجود دارد (☐ یکنواخت- ☐ غیر یکنواخت)

۱۲- وضع ظاهری پی‌ها: ☐ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐ نامشخص

۱۳- آیا پی‌ها در یک تراز قرار دارند؟ ☐ بله ☐ خیر

۱۴- تراز آب زیرزمینی نسبت به سطح زمین چقدر است؟ ☐ بیش از ۲۰ متر ☐ بین ۱۰ تا ۲۰ ☐ بین ۲ تا ۱۰ ☐ کم‌تر از ۲ متر

۱۵- آیا شواهدی از خاک‌شستگی و سایش خاک اطراف پی وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۱۶- آیا پی مشترک با سازه مجاور دارد؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۳- کف‌ها و بام

۱۷- آیا بازشوهایی در کف با عرض بیش از ½ بعد ساختمان، وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر

۱۸- انسجام و یک‌پارچگی کف‌ها و بام را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ مناسب ☐ نامناسب

۱۹- اتصال قطعات بام به اجزای سازه را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ مناسب ☐ خطر سقوط وجود دارد ☐ مصداق ندارد

۲۰- آیا ترک‌های غیرعادی در سقف‌های بتنی دیده می‌شود؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲۱- در صورت استفاده از ورق‌های موج‌دار در سقف، ورق‌ها به‌طور مطلوب به اسکلت سقف مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐مصداق ندارد

۲۲- در سقف‌های تیرچه‌بلوک با دهانه‌های بیش از ۴ متر، تیرچه‌ها دارای کلاف عرضی هستند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد

۲۳- سیستم سقف در محل تکیه‌گاه‌ها به عناصر زیر سری به‌طور مناسب متصل شده است؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

٤- ساختمان بنایی

۲۴-آیا کلاف افقی در ساختمان وجود دارد ؟☐ بله در زیر دیوارها ☐ بله در زیر سقف‌ها ☐ خیر ☐ غیر قابل تشخیص

۲۵-آیا کلاف‌بندی قائم در ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ غیر قابل تشخیص

۲۶- در صورت وجود کلاف‌های افقی و قائم اتصال آن‌ها به هم چگونه ارزیابی می شود؟ ☐خوب ☐بد ☐ غیرقابل تشخیص☐ مصداق ندارد

۲۷-در صورت عدم رعایت ارتفاع مجاز دیوارها در آن‌ها کلاف‌های اضافی اجرا شده است؟ ☐بله ☐خیر ☐ غیرقابل تشخیص☐ مصداق ندارد

۲۸-در صورت وجود اختلاف سطح در طبقات تمهیدات لازم تا چه حد رعایت شده است؟ ☐خوب ☐بد ☐ غیرقابل تشخیص☐ مصداق ندارد

۲۹-کیفیت کلی اجرا را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ مناسب ☐ نامناسب

۳۰- آیا اجزای باربر دارای سابقه‌ی آسیب قبلی ناشی از آتش‌سوزی و یا ضربه هستند؟ ☐بله ☐خیر ☐ غیرقابل تشخیص

۳۱- مصالح دیوارهای باربر از چه نوعی است؟ ☐آجر سفالی ☐بلوک سفالی ☐بلوک سیمانی ☐آجر فشاری

۳۲- ملات مصرفی دیوارهای باربر چیست؟ ☐ ماسه سیمان ☐ ماسه آهک ☐ خاک و گل ☐ نامشخص

۳۳-کیفیت ملات مصرفی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐نامشخص

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۲ از ۲
۳۴-کیفیت اجرای دیوارها را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐ نامشخص	
۳۵- آیا در محل درز انقطاع، تیغه‌ها و دیوارها قطع شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۳۶- توزیع بازشو در دیوارهای باربر از نظر نظم در پلان چگونه است؟ ☐ خوب ☐ متوسط ☐ بد	
۳۷- آیا ترک در دیوارها رویت می‌شود؟ ☐ بله (☐ ترک ضربدری ناشی از زلزله- ☐ ترک عمودی ناشی از نشست- ☐ سایر موارد .....) ☐خیر	
۳۸- آیا جان‌پناه‌ها بطور مناسب مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۵- اجزای غیر سازه‌ای	
۵-۱- قطعات الحاقی بیرونی ☐ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۳۹-آیا در خارج از ساختمان قطعات الحاقی وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب به سازه- ☐ مهار نامناسب به سازه) ☐ خیر	
۴۰-آیا در صورت سقوط قطعات الحاقی، افراد صدمه می‌بینند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۴۱-آیا قطعات الحاقی خاص با جنبه فقط معماری در نمای ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ پایداری لرزه‌ای مناسب- ☐ ناپایدار لرزه‌ای) ☐ خیر	
۴۲- نرده‌ها و سایر ملحقات موجود در نما به‌طور مناسب به سازه متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد	
۴۳-آیا پله‌ی فرار در ساختمان وجود دارد؟ ☐ وجود دارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم نیست	
۴۴-آیا قطعات سنگین در لبه‌ی بام یا تراس‌ها و طره‌های بیرونی ساختمان وجود دارد؟☐بله (☐مهار مناسب- ☐مهار نامناسب- ☐بدون مهار) ☐ خیر	
۵-۲- آویزها و قطعات درون ساختمان ☐ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۴۵-آویزهای سنگین در ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب- ☐ مهارنامناسب) ☐ خیر	
۴۶-قطعاتی که به دیوارها متصل هستند، به خوبی مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۴۷-خطر واژگونی و یا لغزش تجهیزات و آسیب به سازه و افراد را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☐ کم ☐ بدون خطر	
۴۸-آیا قفسه‌ها، کمدها و سایر لوازم و تجهیزات به‌طور مناسب به کف و دیوار و سازه مهار شده‌اند؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب- ☐ مهارنامناسب) ☐ خیر	
۵-۳- تاسیسات مکانیکی ☐ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۴۹-آیا فاصله‌ی مهار کانال‌ها مناسب است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۰-آیا لوله‌ها در محل تکیه‌گاه‌ها دارای اتصالات مناسب هستند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۱-لوله‌ها و کانال‌ها در محل عبور از دیوار و یا درز انقطاع، به‌طور صحیحی اجرا شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد	
۵-٤- شیشه‌ها ☐ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۵۲-آیا قاب شیشه‌ها در برابر زلزله از پایداری مناسبی برخوردار هستند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۳-آیا نحوه‌ی قرارگیری شیشه‌ها در قاب به گونه‌ای است که تغییرشکل سازه باعث شکستن شیشه می‌شود؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۴-آیا خطر برخورد قطعات غیرسازه‌ای که در مجاورت سطوح شیشه‌خور قرار دارند، وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
۵-۵- نما ☐ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۵۵-آیا ترک و یا رگه‌های شکست در نما مشاهده می‌شود؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۵۶-احتمال سقوط مصالح نما را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☐ کم ☐ بدون خطر ☐ نامشخص	
۵۷-آیا در نماسازی با سنگ پلاک، سنگ‌ها به طور مناسب مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۵-٦- سقف کاذب ☐ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۵۸-آیا سقف کاذب دارای مهار مناسب به سقف سازه‌ای است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۹-آیا سقف کاذب با مصالح سبک اجرا شده است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۶۰-آیا فاصله‌ی مناسب بین سقف کاذب با دیوارها و ستون‌ها رعایت شده است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۶۱-اجزای سقف کاذب در تمام جهات به طور مناسب، به شبکه‌ی سقف کاذب متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۶۲-سیستم روشنایی به‌طرز مناسبی به سقف متصل شده است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵-۷- ملاحظات ایمنی	
۶۳-نحوه‌ی دسترسی به ساختمان به منظور امدادرسانی مناسب است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۶۴-احتمال بروز آتش‌سوزی در هنگام وقوع زلزله را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☐ کم ☐ نامشخص	

فصل ۲

ارزیابی

۲-۱- مقدمه

همان‌طور که در فصل قبل گفته شد روش به‌کار رفته در فصل هفتم دستورالعمل برای ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی یک روش ساده‌ی بهسازی است که مبتنی بر سطح عملکرد نبوده و برای ساختمان‌های کوتاه و منظم مناسب است. باید توجه نمود که ضوابط ارایه شده در فصل ۷ دستورالعمل، مخصوص ساختمان‌های بنایی غیرمسلح بوده و قابل کاربرد برای ساختمان‌های بنایی مسلح، بناهای سنگی، خشتی و ابنیه‌ی تاریخی نیست. تعداد طبقات مورد بررسی نیز به سه طبقه محدود شده است. پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم در مرحله‌ی شناخت وضع موجود لازم است نواقص ساختمان بنایی طبق ضوابط دستورالعمل مشخص شده و بدین ترتیب میزان آسیب‌پذیری ساختمان معلوم شود. در این فصل نحوه‌ی کنترل ساختمان بنایی و تعیین نواقص آن مورد بررسی قرار گرفته و در هر مورد راهکارهای پیشنهادی جهت بهسازی ارایه می‌شود.

۲-۲- مراحل ارزیابی

ارزیابی لرزه‌ای یک ساختمان بنایی در دو مرحله به شرح زیر انجام می‌گیرد:

۱- مشخص‌نمودن نوع ساختمان بنایی؛

۲- مشخص‌نمودن نواقص ساختمان.

۲-۳- مشخص نمودن نوع ساختمان

مطابق دستورالعمل، ساختمان‌های مصالح بنایی به دو دسته‌ی ساختمان‌های مصالح بنایی سنتی و ساختمان‌های مصالح بنایی کلاف‌دار تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین تفاوت این دو نوع ساختمان در وجود یا عدم وجود سیستم کلاف‌بندی در سازه است. در صورتی‌که نتایج بررسی‌های انجام‌گرفته به شرح بند (۱-۵) نشان‌دهنده‌ی عدم وجود هرگونه سیستم کلاف‌بندی در ساختمان باشد، ساختمان بنایی در رده‌ی ساختمان‌های بنایی سنتی و در غیر این‌صورت در رده‌ی ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار قرار می‌گیرد.

۲-٤- مشخص نمودن نواقص ساختمان و راهکارهای پیشنهادی برای رفع آن‌ها

نواقص ساختمان‌های بنایی در هفت موضع به شرح زیر ممکن است وجود داشته باشد:

۱- مصالح (آجر و ملات)؛

۲- سیستم سازه‌ای ساختمان؛

۳- دیوارهای باربر؛

۴- دال‌ها؛

۵- اتصالات اعضای سازه؛

۶- اجزای غیرسازه‌ای؛

۷- کلاف‌ها.

در بررسی ساختمان‌های بنایی سنتی بندهای ۱ تا ۶ فوق و در بررسی ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار تمامی موارد بندهای فوق بایستی به شرح مذکور در این بخش کنترل شود.

دستورالعمل برای رفع هرکدام از نواقص فوق راهکارهایی را پیشنهاد کرده است که این راهکارها جهت سهولت دسترسی در بخش حاضر و در کنار نواقص مربوط ارایه می‌شوند. مهندس محاسب می‌تواند در صورت صلاحدید و برای انطباق با شرایط اجرایی به شرط اطمینان از رفع کامل نقص از روش‌های دیگری نیز برای رفع نواقص استفاده نماید.

۲-٤-۱- کنترل کیفیت مصالح بنایی

در صورت برقراری هر یک از دلایل مندرج در جدول (۲-۱) مصالح بنایی ساختمان دارای نقص در مورد مربوط است. راهکار پیشنهادی برای رفع هرکدام از این نواقص نیز در ستون سوم جدول ذکر شده است.

جدول (۲-۱): نواقص مربوط به مصالح ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

عنوان نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
کیفیت نامطلوب واحدهای بنایی	واحدهای بنایی سالم نبوده و دارای شکستگی یا ترک خوردگی هستند.	واحدهای فرسوده و یا شکسته با واحدهای بنایی جدید جایگزین شود.
نداشتن شرایط حداقل کیفیت ملات	مقاومت برشی ملات دیوار باربر بر اساس بند (۱-۶-۱) راهنما و بند (۷-۶-۱-۱-۲) دستورالعمل کم‌تر از ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است.	می‌توان ملات فرسوده را با ملات با کیفیت مناسب جایگزین نمود. دقت شود که ملات مورد استفاده با مصالح بنایی سازگار باشد. نحوه‌ی انجام این کار به این ترتیب است که ابتدا ملات‌های فرسوده و سست در رج آجرچینی با ابزار فلزی تا رسیدن به ملات با مقاومت مناسب برداشته می‌شوند. در این عمل باید دقت شود تا به لبه‌ی آجرها آسیبی وارد نشود. سپس محل رج‌ها با برس، هوا یا بخار آب پاک شده و با ملات جدید پر می‌شود. این ملات باید کمی سفت و با حداقل میزان آب ساخته شود تا لای رج‌ها جای گیرد. پس از حدود یک ساعت و نیم که از هیدراتاسیون اولیه‌ی ملات گذشت، باید آب کافی به آن پاشید تا عمل هیدراتاسیون کامل شود. ملات باید در چند مرحله و هر بار در لایه‌ای به ضخامت حداکثر ۱۰ میلی‌متر در عمق رج‌ها جای گیرد تا رج‌ها پر شوند. در نهایت ملات باید بند کشی شود تا سطح صافی بدست آید.

۲-٤-۲- ارزیابی سیستم سازه‌ای ساختمان

در صورت برقراری هر یک از دلایل مندرج در جدول (۲-۲) سیستم سازه‌ای ساختمان دارای نقص در مورد مربوط است. راهکار پیشنهادی برای رفع هرکدام از این نواقص در ستون سوم جدول مذکور آمده است.

۲-٤-۳- ارزیابی دیوارهای باربر

در صورت برقراری هر یک از دلایل مندرج در جدول (۲-۳) دیوارهای باربر ساختمان دارای نقص در مورد مربوط است. راهکار پیشنهادی برای رفع هرکدام از این نواقص در ستون سوم جدول مذکور آمده است.

جدول (۲-۲): نواقص مربوط به سیستم سازه‌ای ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
کامل نبودن مسیر بار	یک سیستم مقاوم در برابر بار جانبی که بتواند بار ناشی از زلزله را از طبقات به پی منتقل کند بین پی و دیافراگم‌های طبقات وجود ندارد.[۱]	برای ساختمان‌هایی که نمی‌توانند به‌طور پیوسته بارها را از طبقات به پی منتقل نمایند می‌توان دیوارهای برشی جدید اضافه نمود. در مواقعی که مسیری برای انتقال بار از دیافراگم به دیوار برشی وجود ندارد، اضافه کردن اعضایی در ساختمان که بار جانبی را از دیافراگم به دیوار برشی انتقال دهد ضروری است.
	مسیر بار کامل نبوده یا مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارد شده را ندارد.	
کافی نبودن مقاومت برشی ساختمان	مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان از ۷۵ درصد مقادیر مندرج در جدول شماره‌ی ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ایران کم‌تر است.[۲]	می‌توان با اضافه کردن دیوارهای برشی جدید و یا تقویت دیوارهای باربر موجود مقاومت برشی ساختمان را بالا برد. دیوارهای جدید و دیوارهای تقویت شده باید یک سیستم کامل، متعادل و مقاوم در برابر بار جانبی را برای ساختمان تشکیل دهند. به ویژه باید از اتصال مناسب بین دیوارهای جدید و دیافراگم موجود اطمینان حاصل شود. این اتصالات باید مقاومت کافی برای تحمل بارهای جانبی را داشته باشد.
	مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان از مقدار A_i رابطه‌ی (۷-۴) دستورالعمل کم‌تر است.[۲]	
	تنش برشی دورترین دیوار از مرکز سختی طبقه با احتساب پیچش، بیش‌تر از V_α (رابطه ۷-۵ دستورالعمل) است.	
عدم انسجام ساختمان و نداشتن سیستم ثانویه‌ی کمکی	ساختمان فاقد کلاف‌بندی افقی و قائم به عنوان یک سیستم ثانویه کمکی، طبق ضوابط مندرج در بند ۳-۹ استاندارد ۲۸۰۰ است.	کلاف‌بندی انجام شود. بدین منظور می‌توان از کلاف‌های فولادی و یا بتنی مسلح طبق ضوابط بند (۳-۹) استاندارد ۲۸۰۰ ایران استفاده نمود. جهت بهسازی ساختمان‌های موجود کلاف‌های فولادی به لحاظ اجرا مناسب‌تر هستند. حداقل سطح مقطع کلاف‌های فولادی ۱۰ سانتی‌متر مربع است. کلاف‌های قائم در نقاط تقاطع دیوارها و یا امتداد دیوار با فاصله‌ی حداکثر ۵ متر از یکدیگر باید به نحو مناسبی به کلاف پی و کلاف افقی طبقه متصل شود. کلاف‌های افقی باید در هر تراز به نحو مناسبی به یکدیگر متصل بوده و یک شبکه‌ی پیوسته را تشکیل دهد. کلاف‌های افقی و قائم باید هم‌چنین به‌خوبی به سقف و دیوار متصل باشند. اتصال کلاف افقی به سقف و دیوار باید نیروی برشی دیافراگم و نیروی عمود بر صفحه دیوار را تحمل نماید.
نامنظمی در پلان	فاصله‌ی بین مرکز سختی[۳] و مرکز جرم هر طبقه در امتداد هر یک از دو محور اصلی بیش از ۲۰ درصد بعد ساختمان عمود بر آن محور است.	می‌توان اثرات نامنظمی را با افزودن اعضای مقاوم جانبی مانند دیوار و یا با پرکردن بازشوها کاهش داد.
	پلان ساختمان نسبت به هر یک از دو محور اصلی به طور کلی نامتقارن است.	می‌توان با ایجاد درز انقطاع ساختمان را به قطعات متقارن تقسیم نمود.
	ابعاد پیش‌آمدگی در پلان ساختمان از مقادیر مندرج در بند (۳-۳) استاندارد ۲۸۰۰ ایران تجاوز می‌نماید.	

ادامه‌ی جدول (۲-۲): نواقص مربوط به سیستم سازه‌ای ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
نامنظمی در ارتفاع	ساختمان دارای طبقه‌ی‌ضعیف یعنی طبقه‌ای که مقاومت برشی آن از ۸۰ درصد مقاومت برشی طبقه‌ی فوقانی کم‌تر است، است.[۴]	دیوارهای برشی جدید اضافه شود و یا دیوارهای باربر موجود تقویت شوند. چنان‌چه از دیوار برشی جدید برای بهسازی طبقه‌ی ضعیف استفاده شود، لازم است فاصله‌ی بین مرکز جرم و مرکز سختی به لحاظ کنترل پیچش ساختمان بررسی شود. هم‌چنین لازم است برای حفظ پیوستگی قائم، دیوار جدید تا تراز پی ادامه یابد.
	ساختمان در امتداد قائم ناپیوسته است، یعنی دیوارهای باربر آن تا زمین امتداد نیافته و در تراز بالاتر قطع گشته‌اند.	
	ساختمان دارای بی نظمی در هندسه است یعنی بعد افقی یک طبقه ۳۰ درصد بیش‌تر از بعد افقی طبقات مجاور است.	–
	ساختمان دارای بی‌نظمی در جرم است، یعنی جرم موثر یک طبقه ۵۰ درصد بیش‌تر از جرم موثر طبقات مجاور آن است.	–
نامناسب بودن پی	در صورتی‌که پی دیوارهای باربر از بتن غیرمسلح یا شفته و لاشه سنگ ساخته شده باشد، عمق و عرض پی از دوبرابر ضخامت دیوار کم‌تر است.	کلاف پی به ساختمان اضافه شود. ضوابط اجرایی کلاف پی، مشابه ضوابط مربوط به کلاف افقی در تراز طبقات است. هم‌چنین لازم است که ظرفیت باربری پی به لحاظ توان انتقال نیروهای دیوار به خاک بررسی شده و در صورت نیاز با افزودن ابعاد پی این نقص برطرف شود.
	پی به‌صورت یک شبکه‌ی پیوسته در زیر دیوارهای باربر قرار ندارد.	
ضربات متقابل ساختمان مجاور	ساختمان مجاوری[۵] با ارتفاع کم‌تر از نصف یا بیش‌تر از دوبرابر ساختمان مورد بررسی در کنار آن قرار دارد.	دو روش برای بهسازی پیشنهاد می‌شود: الف- تخریب قسمتی از ساختمان جهت ایجاد و یا افزایش فاصله‌ی بین دو ساختمان تا مقدار مجاز، ب- برای ساختمان‌های مجزا در یک مجموعه‌ی ساختمان، می‌توان با بستن سازه‌ای آن‌ها به یکدیگر کل مجموعه را به‌صورت یک سازه‌ی واحد در آورد.
	ساختمان مجاوری** که تراز طبقاتش با ساختمان مورد بررسی مطابقت نمی‌نماید در کنار آن قرار دارد.	

۱) در صورتی‌که مقاومت ملات کم‌تر از ۲ باشد یا در یک راستای خاص دیوار بنایی وجود نداشته باشد می‌توان گفت ساختمان فاقد یک سیستم مقاوم جانبی است.

۲) در محاسبه‌ی سطح مقطع:

الف) دیوارهای با ضخامت ۲۰ سانتی‌متر یا بیش‌تر در نظر گرفته می‌شوند.

ب) حداقل سطح مقطع افقی یعنی مقطع شکسته‌ای که از درون بازشوها می‌گذرد لحاظ می‌شود.

ج) اگر فاصله‌ی افقی بین دو بازشو از $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع بازشوی کوچک‌تر یا از $\frac{۱}{۶}$ مجموع طول دوبازشو کم‌تر باشد، دیوار بین دو بازشو در محاسبه‌ی سطح مقطع منظور نمی‌شود.

۳) سختی جانبی دیوارها بایستی از روابط مناسب محاسبه شود، به عنوان مثال سختی جانبی درون صفحه یک دیوار یک‌پارچه طره‌ای با استفاده از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$k = \frac{1}{\frac{h_{eff}^3}{3E_m I_g} + \frac{h_{eff}}{A_v G_m}}$$

که در آن: h_{eff} : ارتفاع دیوار؛ A_v: سطح برش؛ I_g: ممان اینرسی برای سطح ناخالص ترک نخورده؛ E_m: مدول الاستیسیته دیوار؛ G_m: مدول برشی دیوار است.

۴) مقاومت برشی دیوار حاصل‌ضرب تنش برشی ملات در سطح مقطع دیوار است.

۵) ساختمان‌های مجاور به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که فاصله‌ی آن‌ها با یکدیگر کم‌تر از یک‌صدم ارتفاع ساختمان کوتاه‌تر باشد.

جدول (۲-۳): نواقص مربوط به دیوارهای باربر ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
اجرای نامناسب واحدهای بنایی دیوارهای باربر	دیوارهایی که با آجر یا بلوک سیمانی ساخته شده‌اند، طوری چیده شده‌اند که همپوشانی افقی مناسبی بین واحدهای بنایی برقرار نبوده یا درزهای قائم روی هم قرار می‌گیرند.	دیوار برداشته شود و با دیوار جدیدی جایگزین شود یا مقاومت جانبی آن دیوار در مقاومت کلی ساختمان منظور نشود.
	سطحی از مقطع دیوار که شامل واحدهای بنایی متصل‌کننده‌ی رج داخلی و خارجی دیوار می باشد کم‌تر از ۱۰ درصد کل سطح مقطع دیوار است و یا فاصله‌ی این واحدها از ۶۰ سانتی‌متر بیش‌تر است.	
	عرض ترک‌های مورب احتمالی ناشی از نشست ناهمگون دیوار، بیش از ۳ میلی‌متر است.	
	دیوار دارای شکم‌دادگی یا کج‌شدگی است.	
اجرای نامناسب درزهای قائم بین واحدهای بنایی	درزهای قائم بین واحدهای بنایی کاملا با ملات پر نشده است.	درزها با ابزار فلزی کاملا خالی شده و سپس با ملات جدید پر شوند. در صورت عدم استفاده از این روش، باید مقاومت برشی درون صفحه و مقاومت خمشی خارج از صفحه‌ی دیوار نصف مقادیر محاسبه شده برای دیوار کامل منظور شود.
ناپایداری و نبود مقاومت خارج از صفحه دیوار	نسبت ارتفاع به ضخامت h/t دیوار از ۰/۱ تجاوز می‌کند.	می‌توان با افزایش ضخامت دیوار و یا با استفاده از یک سیستم پشت‌بند دیوار را بهسازی نمود. دیوارهایی که ضخامت آن‌ها افزایش می‌یابد باید در تمامی ارتفاع دیوار، اتصال داخلی کاملی داشته باشد. برای مهار دیوارها با سیستم پشت‌بند می‌توان از اعضای قائمی که به کف و سقف متصل می‌شوند استفاده نمود. این اعضا باید برای نیروی خارج از صفحه‌ی دیوار طراحی گردند و فاصله‌ی افقی این اعضا نباید از نصف ارتفاع و یا ۱۸۰ سانتی‌متر تجاوز کند. هم‌چنین حداکثر تغییرمکان این اعضا نباید از یک‌دهم ضخامت دیوار تجاوز کند.
	تنش خمشی ایجاد شده ناشی از لنگر خمشی خارج از صفحه‌ی دیوار که تحت اثر نیروی عمود بر دیوار طبق رابطه‌ی (۲-۷) دستورالعمل به‌دست می آید، بیش از مقاومت کششی دیوار بر اساس تبصره‌ی ۱ بند (۲-۸) استاندارد ۲۸۰۰ است. طبق بند مذکور می‌توان مقاومت کششی مجاز ملات را حداکثر تا ۱۵ درصد مقاومت فشاری آن‌ها مندرج در استاندارد شماره ۵۱۹ ایران منظور نمود.	
ارتفاع زیاد دیوار	ارتفاع آزاد دیوار مصالح بنایی از ۴ متر بیش‌تر است.	ارتفاع آزاد دیوار را می‌توان با تعبیه‌ی کلاف افقی در آن کاهش داد. این کلاف باید برای نیروی خارج از صفحه‌ی دیوار طراحی گردیده و فاصله‌ی قائم آن با کلاف‌های افقی بالا و یا پایین از ۴ متر تجاوز ننماید. این کلاف باید به نحو مناسبی به کلاف‌های قائم متصل گردیده و حداکثر تغییرمکان از یک‌دهم ضخامت دیوار تجاوز نکند.
طول زیاد دیوار	طول آزاد دیوار مصالح بنایی از ۵ متر بیش‌تر است.	از تعبیه‌ی پشت‌بند یا کلاف قائم می‌توان برای کاهش طول آزاد استفاده کرد. کلاف قائم باید برای نیروی خارج از صفحه دیوار طراحی گردیده و به نحو مناسبی به کلاف‌های افقی کف و سقف متصل شود.

ادامه‌ی جدول (۲-۳): نواقص مربوط به دیوارهای باربر ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
نبود تراکم در دیوار	مجموع سطح بازشوها در هر دیوار از یک سوم سطح آن دیوار بیش‌تر است.	ابعاد بازشوها اصلاح شود و در صورت نیاز اطراف بازشوها بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ کلاف‌بندی شود. در این رابطه می‌توان از ورق‌های فولادی که به دیوار پیچ می‌شوند به جای کلاف استفاده کرد. در این صورت لازم است تعداد پیچ‌های اتصال به اندازه‌ای باشد تا ورق فولادی قبل از گسیختگی پیچ‌ها تسلیم شود.
	مجموع طول بازشوها در هر دیوار باربر از نصف طول دیوار بیش‌تر است.	
	فاصله‌ی افقی دو بازشو از دوسوم ارتفاع کوچک‌ترین بازشوی طرفین خود یا از یک ششم مجموع طول آن دو بازشو کم‌تر است.*	
	در طرفین بازشوهای با ابعاد بزرگ‌تر از ۲/۵ متر کلاف‌های قائمی که به کلاف‌های افقی بالا و پایین آن طبقه متصل هستند، تعبیه نشده است و یا نعل درگاه بازشوهای مذکور در کلاف‌های قائم طرفین مهار نشده است.	
فاصله‌ی کم بازشوها از انتهای دیوار	فاصله‌ی اولین بازشو در دیوار از بر خارجی ساختمان کم‌تر از دو سوم ارتفاع بازشو است و در طرفین آن کلاف قائم قرار نگرفته است.	
انفصال در دیوار	در اجرای قسمت‌های مختلف یک دیوار باربر و یا گوشه‌ی دو دیوار متقاطع باربر از روش هشتگیر استفاده شده است.	الف) در محل اجرای هشت‌گیر کلاف قائم تعبیه شود. در این‌صورت کلاف قائم باید به نحو مناسبی به کلاف‌های افقی بالا و پایین متصل شود. ب) در محل اجرای هشتگیر و یا محل عبور لوله یا دودکش، ورق‌های فولادی که به دیوار پیچ می‌شود، تعبیه نمود. تعداد پیچ‌های اتصال باید به اندازه‌ای باشد تا ورق فولادی قبل از گسیختگی پیچ‌ها تسلیم شود.
	قطر لوله و یا دودکشی که از درون دیوار عبور می‌نماید، بیش از یک ششم ضخامت دیوار است.	
نبود اتصال مناسب دال به دیوار	تیرهای باربر سقف بار خود را به طور مستقیم به بالای دیوار مصالح بنایی منتقل می‌کنند و برای این منظور از کلاف یا زیرسری چوبی، فلزی، بتنی و یا صفحه‌ی تکیه‌گاه استفاده نشده است.	کلاف افقی سقف در بالای دیوار تعبیه شود.
نبود مقاومت در برابر نیروی رانش سقف	در دهانه‌های خارجی ساختمان نسبت خیز (ارتفاع) سقف قوسی از نصف قاعده‌ی آن کم‌تر است و از کلاف چوبی، فلزی یا بتنی برای مهار سقف استفاده نشده است.	الف- ازکلاف چوبی، فلزی یا بتنی برای مهار سقف استفاده شود. ب- دیوار آسیب‌پذیر توسط میل‌مهار فلزی با سطح مقطع حداقل ۳ سانتی‌متر مربع به دیوار موازی مجاور خود متصل شود. در این‌صورت فاصله‌ی بین مهارهای استفاده شده نباید از ۱۵۰ سانتی‌متر بیش‌تر باشد. لازم است حداقل یک میل مهار در فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متری گوشه‌ها تعبیه شود. میل‌مهارهای عرضی باید بتواند نیروی جانبی رانش را تحمل نماید.

* در این صورت دیوار بین دو بازشو جزیی از بازشو منظور می‌شود و نباید آن را به عنوان دیوار باربر به حساب آورد. بنابراین نعل‌درگاه روی بازشوها نیز باید به صورت یکسره با دهانه‌ای برابر مجموع طول بازشوها به اضافه‌ی دیوار بین آن‌ها اجرا گردیده باشد.

۲-٤-٤- ارزیابی دال‌ها

در صورت برقراری هر یک از دلایل مندرج در جدول (۲-۴) دال‌های ساختمان دارای نقص در مورد مربوط است. راهکار پیشنهادی برای رفع هرکدام از این نواقص در ستون سوم جدول مذکور آمده است.

جدول (۲-٤): نواقص مربوط به دال‌های ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
وزن زیاد دال	ضخامت دال مصالح بنایی مسطح (چوبی یا طاق‌ضربی) و قوسی از حد متعارف بیش‌تر است.	می‌توان لایه‌های کف‌سازی موجود را برداشت و پس از رسیدن به اجزای سازه‌ای دال (آجر، چوب یا فولاد) یک لایه‌ی جدید از مصالح سبک و مناسب با ضخامتی حداکثر برابر ۵ سانتی‌متر بر روی سقف اجرا نمود.
عدم انسجام سقف	ضوابط مندرج در بند (۳-۱۱-۳) استاندارد ۲۸۰۰ رعایت نشده است.	سقف بر اساس ضوابط بند (۳-۱۱-۳) استاندارد ۲۸۰۰ تقویت شود.
کوتاهی طول تکیه‌گاهی تیرهای سقف	طول تکیه‌گاهی تیرهای سقف طاق‌ضربی یا سقف چوبی از ارتفاع تیر یا ۲۰ سانتی‌متر کم‌تر است.	با استفاده از کلاف فلزی انتهای تیرها به هم وصل شده و این کلاف به روی دیوار به نحو مناسب متصل شود.
وجود بازشوهای بزرگ در دال	مجموع سطوح بازشو از ۵۰ درصد سطح کل دیافراگم بیش‌تر است.	محیط اطراف بازشو در دال کلاف‌بندی شود.
	طول بازشو در مجاورت دیوار باربر از یک چهارم طول دیوار کم‌تر نیست.	
	طول بازشو در مجاورت دیوار باربر بیش‌تر از ۲ متر است.	
تغییرشکل زیاد دال	نسبت طول دهانه به عرض دیافراگم در سقف‌های انعطاف‌پذیر (چوبی، طاق ضربی، قطعات پیش‌ساخته‌ی بدون بتن رویه) بیش از ۳ است.	-

۲-٤-۵- ارزیابی اتصالات اعضای ساختمان

در صورت برقراری هر یک از دلایل مندرج در جدول (۲-۵) اتصالات ساختمان دارای نقص در مورد مربوط است. راهکار پیشنهادی برای رفع هرکدام از این نواقص در ستون سوم جدول مذکور آمده است.

۲-٤-٦- ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای

در صورت برقراری هر یک از دلایل مندرج در جدول (۲-۶) اعضای غیرسازه‌ای ساختمان دارای نقص در مورد مربوط است. راهکار پیشنهادی برای رفع هرکدام از این نواقص در ستون سوم جدول مذکور آمده است.

جدول (۲-۵): نواقص مربوط به اتصالات اعضای ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
اتصال نامناسب دیوارهای متقاطع	واحدهای بنایی در دیوارهای باربر متقاطع در یک تراز چیده نشده و در یک سطح بالا آورده نشده‌اند.	از کلاف قائم مطابق ضوابط بند ۳-۹ استاندارد ۲۸۰۰ ایران در محل تقاطع دو دیوار استفاده شود. در این صورت کلاف قائم باید به کلاف‌های افقی پی و طبقه به نحو مناسبی متصل شود. در صورت عدم استفاده از کلاف قائم می‌توان اتصال را با استفاده از میلگردهای گوشه و یا چفت و بست‌های مناسب دیگر که در فواصل حداکثر برابر ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار می‌گیرد، تقویت نمود.
	ضوابط بند (۳-۱۰-۳) استاندارد ۲۸۰۰ ایران اجرا نشده یا در اجرای دیوارهای متقاطع از کلاف‌های بتنی، فلزی و چوبی گوشه استفاده نشده است.	
ضعف اتصال بین دیوارهای باربر و دال	دیوارهای باربر مصالح بنایی در تراز طبقات مطابق بند (۳-۱۱-۲) استاندارد ۲۸۰۰ به دال متصل نشده‌اند.	می‌توان با افزودن اتصالات فلزی بین دیوار و دال، ضمن تقویت اتصال، ظرفیت انتقال نیروی برشی از دال به دیوار را افزایش داد. بدین منظور می‌توان از میل‌مهار و یا گل‌میخ استفاده نمود. مقاومت مجاز کششی و برشی میل‌مهار و گل‌میخ را می‌توان براساس مقادیر مندرج در جدول(۷-۱) دستورالعمل و یا انجام آزمایش کشش و پیچش میل‌مهار تعیین نمود. در صورت انجام آزمایش، مقاومت مجاز میل‌مهار ۴۰ درصد میانگین مقاومت نهایی میل‌مهارهای آزمایش شده است. حداکثر فاصله‌ی بین گل‌میخ‌های این اتصالات ۱۰۰ سانتی‌متر است. هم‌چنین لازم است حداقل یک مهار در فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متری گوشه‌ها تعبیه شود.
	اتصال دیوار و دال نمی‌تواند نیروی عمود بر صفحه‌ی دیوار را که از رابطه‌ی ۷-۶ دستورالعمل محاسبه می‌شود تحمل نماید.	
ضعف اتصال تیغه و دیوار باربر	دیوار و تیغه‌ی متکی به طور هم‌زمان یا به‌صورت لاریز یا به‌صورت هشتگیر چیده نشده و ضوابط مندرج در بند (۳-۷-۵) استاندارد ۲۸۰۰ نیز رعایت نشده است.	با استفاده از مقاطع فلزی مانند نبشی یا چفت و بست‌های فلزی دیگر، دو طرف دیوار یا تیغه را در فواصلی حداکثر برابر یک متر به دیوارهای اصلی و دال متصل نمود.

جدول (۲-٦): نواقص مربوط به اجزای غیرسازه‌ای ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
ضعف دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها	دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها باید ضوابط مندرج در بند (۳-۷) استاندارد ۲۸۰۰ را دارا باشند.	اجزا با استفاده از روش‌های مندرج در بند (۳-۷) استاندارد ۲۸۰۰ ایران تقویت شوند.
ضعف نمای ساختمان	در صورتی‌که ضوابط بند (۳-۱۲) استاندارد ۲۸۰۰ ایران در مورد نماسازی رعایت نگردیده باشد، نمای ساختمان آسیب‌پذیر است.	می‌توان با استفاده از بست‌های مهاری، نمای ساختمان را به دیوار خارجی مهار نمود.
ضعف جان‌پناه	نسبت ارتفاع به ضخامت جان‌پناه برای مناطق با خطر نسبی زلزله کم و متوسط از ۲/۵ و برای مناطق با خطر نسبی زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد از ۱/۵ بیش‌تر است.	اجزای آن‌ها توسط مهارهای مناسب فولادی یا بتنی به کف‌بام یا بالکن مهار شوند.
ضعف دودکش	در اجرای دودکش بایستی ضوابط مندرج در بند (۳-۸) استاندارد ۲۸۰۰ رعایت شده باشد.	

۲-٤-۷- ارزیابی سیستم کلاف

در صورت برقراری هر یک از حالات مندرج در جدول (۲-۷) و نیز برقرار نبودن هریک از ضوابط مندرج در بند (۳-۹) استاندارد ۲۸۰۰ سیستم کلاف بندی ساختمان دارای نقص در مورد مربوط است. راهکار پیشنهادی برای رفع هرکدام از این نواقص در ستون سوم جدول مذکور آمده است.

جدول (۲-۷): نواقص مربوط به سیستم کلاف ساختمان بنایی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع نقص

نام نقص	دلیل وجود نقص	راهکار پیشنهادی بهسازی
نبود کلاف افقی پی	در تراز پی از کلاف افقی استفاده نشده است و خود پی نیز به واسطه‌ی ناپیوستگی، قابلیت ایفای نقش کلاف افقی را ندارد.	سیستم کلاف‌بندی پی مطابق بند (۳-۹) استاندارد ۲۸۰۰ اصلاح شود.
کیفیت نامناسب مصالح کلاف بتنی	در بررسی‌های عینی کلاف تخلخل یا نواقص دیگر در بتن مشاهده شده است.	با استفاده از روش‌های رایج تقویت مصالح بتنی یا متصل کردن مقاطع مناسب فولادی کلاف بتنی تقویت شود.
	مقاومت فشاری بتن کم‌تر از ۱۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است.	
وضعیت نامناسب اتصالات اجزای کلاف	میلگردهای کلاف بتنی در اتصالات هم‌پوشانی لازم را ندارند.	اتصالات با استفاده از مقاطع مناسب وصله‌های فولادی و به طول کافی تقویت شود.
	اتصالات کلاف‌های فولادی مناسب ناست.	
وجود انفصال در کلاف	کلاف افقی یا قائم در هر تراز از ساختمان به واسطه‌ی وجود بازشو یا نیم طبقه ادامه نیافته و به کلاف قائم یا افقی مجاور متصل نشده است.	قسمت منفصل با افزودن کلاف‌های افقی و قائم مناسب به شبکه‌ی کلاف متصل شود.
	قطر انفصال ایجاد شده در اثر عبور لوله‌ی آب، فاضلاب یا دودکش در کلاف افقی یا قائم بیش از یک هشتم عرض کلاف است.	می‌توان در محل انفصال با نصب ورق‌های فولادی با طول، عرض و ضخامت مناسب در دو طرف کلاف بتنی، نقص را برطرف نمود.
ضعف اتصال دیوار و کلاف	بین دیوار و کلاف اتصال مناسبی وجود ندارد.	با استفاده از بست‌های مهاری مناسب که در فواصل حداکثر ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار می‌گیرند، می‌توان اتصال را تقویت کرد.

فصل ۳

مثال اول (ساختمان سه‌طبقه‌ی مصالح بنایی)

۳-۱- تعریف مثال

مثال انتخاب شده در این بخش یک ساختمان سه طبقه مصالح بنایی با کاربری آموزشی است. موقعیت این ساختمان در شهر تهران و خاک محل طبق استاندارد ۲۸۰۰ از نوع II می‌باشد. ابعاد کلی پلان ۲۹ ×۳۰ و مساحت زیربنا ۱۲۶۰ متر مربع است. نقشه‌های معماری این ساختمان در دسترس نبوده و پس از انجام برداشت معماری، نقشه‌های مربوطه در بخش‌های بعد ارائه شده است.

۳-۲- بازدید از محل و آشنایی اولیه با ساختمان مورد بررسی

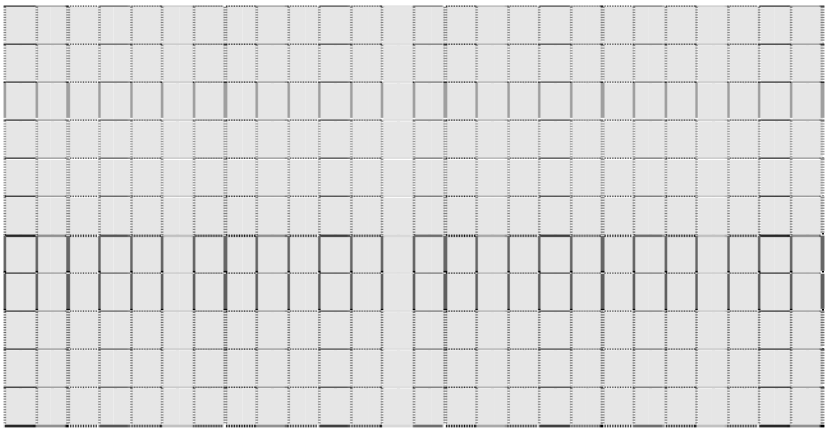
وضعیت موجود ساختمان از نظر ظاهری، کیفیت نگهداری در دوران بهره‌برداری، امکان عملیات بهسازی احتمالی، شرایط ابنیه مجاور و شرایط ساختگاه (جنس خاک، سطح آب زیرزمینی، شیب زمین و وجود شیروانی و غیره) بررسی شده و بر اساس آن چک‌لیست ارزیابی کیفی تکمیل شده است.

چک لیست شماره‌ی یک- بازدید محلی

۱- آدرس ساختمان:

۲- طول و عرض جغرافیایی در ورودی اصلی ساختمان:

۳- کروکی موقعیت زمین و ساختمان:



۴- وضعیت توپوگرافی منطقه:

ساختمان واقع بر خطالراس یا سراشیبی تند ☐ ساختمان واقع بر خطالقعر و نواحی پست ☐

ساختمان در مجاورت خاکریزی یا خاکبرداری ☐ ساختمان بر روی زمین با شیب تند ☐

۵- آیا احتمال دارد ساختمان بر روی خاک دستی احداث گردیده باشد؟ خیر☑ بله☐

۶- آیا سابقه‌ی روانگرایی در منطقه دیده شده است؟ خیر☑ بله☐

۷- آیا احتمال روانگرایی در منطقه وجود دارد؟ خیر☑ بله☐

۸- آیا سابقه‌ی زمین‌لغزش در منطقه دیده شده است؟ خیر☑ بله☐

۹- آیا احتمال زمین‌لغزش در منطقه وجود دارد؟ خیر☑ بله☐

۱۰- آیا در نزدیکی ساختمان تونل، حفره‌های بزرگ و یا قنات وجود دارد؟

خیر☑ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۱- آیا از نزدیکی ساختمان خط مترو عبور می‌کند؟

خیر☑ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۲- آیا ساختمان در محدوده یا مسیر قنات قرار گرفته است؟ خیر☑ بله☐

۱۳- آیا ساختمان در مسیل ساخته شده است؟ خیر☑ بله☐

۱۴- ویژگی‌های اصلی و قابل توجه خاک: خاک ماسه‌ای متراکم

۱۵- وضعیت ساختمان‌های مجاور:

وجوه ساختمان	مجاورت ندارد	مجاورت دارد (فاصله و اختلاف تراز طبقات بین دو ساختمان)
وجه شرقی	☑	☐ :.....
وجه غربی	☑	☐ :.....
وجه شمالی	☑	☐ :.....
وجه جنوبی	☑	☐ :.....

۱۶- شناسایی وضعیت اجزای مشترک با ساختمان مجاور:

نوع اشتراک	توضیح
☐ ستون مشترک	
☐ تیر مشترک	
☐ سقف مشترک	
☐ پله‌ی مشترک	
☐ دیوار مشترک	
☐ سایر	

۱۷- بررسی احتمال آسیب ناشی از ساختمان مجاور:

نوع خطر آسیب‌دیدگی	توضیح (محل و نوع)
☐ سقوط اجزای سست	
☐ انفجار	
☐ آتش‌سوزی	
☐ نشت مواد شیمیایی	
☐ سایر:	

۱۸- وضعیت ظاهری ساختمان از نظر رطوبتی چگونه است؟: خوب ☑ متوسط ☐ بد ☐

۱۹- آیا ترک‌های قابل رویت در دیوارها وجود دارد؟

خیر☑ بلی☐، مشخصات ترک‌ها و موقعیت آن‌ها در برگه‌ی جداگانه‌ای تشریح شود

۲۰- آیا فرسودگی در دیوارهای سازه‌ای یا غیرسازه‌ای مشاهده می شود؟

بلی☐ (باشدت کم ☑ باشدت متوسط☐ با شدت زیاد☐) خیر ☐

۲۱- واحدهای بنایی مورد استفاده در دیوارهای باربر؟

آجر ☑ بلوک ☐ سنگ ☐ سایر ☐.....

۲۲- امکان انجام عملیات بهسازی در ساختمان در زمان‌های مختلف چگونه است؟ در فصل تابستان در تمام روز ممکن است.

۲۳- آیا ساختمان‌های مجاور موانعی در راه انجام عملیات بهسازی ایجاد می‌کنند؟ ساختمانی در مجاورت آن قرار ندارد.

۲۴- وضعیت زمین اطراف ساختمان از نظر جنس و سطح آب زیرزمینی با توجه به سوابق قابل مشاهده محلی مانند گودبرداری‌های اطراف چگونه است؟ تراز آب زیرزمینی حداقل در عمقی بیش از ده متر واقع است.

۲۵- محوطه‌ی لازم برای انجام عملیات بهسازی و فضای لازم برای استقرار ماشین‌آلات مرتبط موجود است یا خیر؟ بله

۲۶- آیا ساختمان دارای آسانسور است؟ تعداد و ظرفیت آن ذکر شود؟ خیر

چک لیست شماره‌ی دو- ارزیابی کیفی

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۱ از ۲

۱- ارزیابی کلی سازه

۱- آیا مسیرهای انتقال بار ثقلی تا روی پی ادامه دارند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- آیا مسیرهای انتقال بار جانبی تا روی پی ادامه دارند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۳- درز انقطاع با ساختمان‌های مجاور: ☐ وجود دارد (☐ کم‌تر از مقدار مجاز- ☐ بیش‌تر از مقدار مجاز) ☑وجود ندارد

۴- اجزای سازه‌ای مشترک بین ساختمان‌های مجاور: ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد

۵- آیا احتمال بروز آسیب ناشی از ساختمان‌های مجاور وجود دارد؟ ☐ بله (☐ سقوط اجزای سست- ☐ آتش‌سوزی- ☐ سایر موارد) ☑ خیر

۶- به‌طور کلی، سازه در پلان: ☐ منظم ☑ نامنظم (☑ عدم تقارن اعضای سیستم باربر جانبی- ☐ توزیع نامتناسب جرم در پلان- ☐ نامنظمی هندسی)

۷- به‌طور کلی، سازه در ارتفاع: ☑ منظم ☐ نامنظم (☐ طبقه نرم یا ضعیف- ☐ توزیع نامتناسب جرم- ☐ نامنظمی هندسی) ☐ نامشخص

۸- احتمال وقوع پیچش چقدر است؟ ☐ زیاد ☑ متوسط ☐ کم ☐ نامشخص

۹- آیا اعضای باربر جانبی در ارتفاع تغییر صفحه دارند؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۱۰- آیا تیغه‌های داخلی به‌طور منظم و متقارن در کف طبقات توزیع شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- پی

۱۱- نشست در سازه: ☑ وجود ندارد ☐ وجود دارد (☐ یکنواخت- ☐ غیر یکنواخت)

۱۲- وضع ظاهری پی‌ها: ☐ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☑ نامشخص

۱۳- آیا پی‌ها در یک تراز قرار دارند؟ ☑ بله ☐ خیر

۱۴- تراز آب زیرزمینی نسبت به سطح زمین چقدر است؟ ☐ بیش از ۲۰ متر ☑ بین ۱۰ تا ۲۰ ☐ بین ۲ تا ۱۰ ☐ کم‌تر از ۲ متر

۱۵- آیا شواهدی از خاک‌شستگی و سایش خاک اطراف پی وجود دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۱۶- آیا پی مشترک با سازه مجاور دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۳- کف‌ها و بام

۱۷- آیا بازشوهایی در کف با عرض بیش از ½ بعد ساختمان، وجود دارد؟ ☐ بله ☑ خیر

۱۸- انسجام و یک‌پارچگی کف‌ها و بام را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب

۱۹- اتصال قطعات بام به اجزای سازه را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ خطر سقوط وجود دارد ☐ مصداق ندارد

۲۰- آیا ترک‌های غیرعادی در سقف‌های بتنی دیده می‌شود؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۲۱- در صورت استفاده از ورق‌های موج‌دار در سقف، ورق‌ها به‌طور مطلوب به اسکلت سقف مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☑مصداق ندارد

۲۲- در سقف‌های تیرچه‌بلوک با دهانه‌های بیش از ۴ متر، تیرچه‌ها دارای کلاف عرضی هستند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد

۲۳- سیستم سقف در محل تکیه‌گاه‌ها به عناصر زیر سری به‌طور مناسب متصل شده است؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص

٤- ساختمان بنایی

۲۴-آیا کلاف افقی در ساختمان وجود دارد ؟☐ بله در زیر دیوارها ☐ بله در زیر سقف‌ها ☑ خیر ☐ غیر قابل تشخیص

۲۵-آیا کلاف‌بندی قائم در ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ غیر قابل تشخیص

۲۶- در صورت وجود کلاف‌های افقی و قائم اتصال آن‌ها به هم چگونه ارزیابی می شود؟ ☐خوب ☐بد ☐ غیرقابل تشخیص☑ مصداق ندارد

۲۷-در صورت عدم رعایت ارتفاع مجاز دیوارها در آن‌ها کلاف‌های اضافی اجرا شده است؟ ☐بله ☐خیر ☐ غیرقابل تشخیص☑ مصداق ندارد

۲۸-در صورت وجود اختلاف سطح در طبقات تمهیدات لازم تا چه حد رعایت شده است؟ ☐خوب ☐بد ☐ غیرقابل تشخیص☑ مصداق ندارد

۲۹-کیفیت کلی اجرا را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب

۳۰- آیا اجزای باربر دارای سابقه‌ی آسیب قبلی ناشی از آتش‌سوزی و یا ضربه هستند؟ ☐بله ☑خیر ☐ غیرقابل تشخیص

۳۱- مصالح دیوارهای باربر از چه نوعی است؟ ☐آجر سفالی ☐بلوک سفالی ☐بلوک سیمانی ☑آجر فشاری

۳۲- ملات مصرفی دیوارهای باربر چیست؟ ☑ ماسه سیمان ☐ ماسه آهک ☐ خاک و گل ☐ نامشخص

۳۳-کیفیت ملات مصرفی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐نامشخص

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۲ از ۲

۳۴-کیفیت اجرای دیوارها را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐ نامشخص

۳۵- آیا در محل درز انقطاع، تیغه‌ها و دیوارها قطع شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد

۳۶- توزیع بازشو در دیوارهای باربر از نظر نظم در پلان چگونه است؟ ☐ خوب ☐ متوسط ☑ بد

۳۷- آیا ترک در دیوارها رویت می‌شود؟ ☐ بله (☐ ترک ضربدری ناشی از زلزله- ☐ ترک عمودی ناشی از نشست- ☐ سایر موارد . . .) ☑خیر

۳۸- آیا جان‌پناه‌ها بطور مناسب مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد

۵- اجزای غیر سازه‌ای

۵-۱- قطعات الحاقی بیرونی ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد

۳۹-آیا در خارج از ساختمان قطعات الحاقی وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب به سازه- ☐ مهار نامناسب به سازه) ☐ خیر

۴۰-آیا در صورت سقوط قطعات الحاقی، افراد صدمه می‌بینند؟ ☐ بله ☐ خیر

۴۱-آیا قطعات الحاقی خاص با جنبه فقط معماری در نمای ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ پایداری لرزه‌ای مناسب- ☐ ناپایدار لرزه‌ای) ☐ خیر

۴۲- نرده‌ها و سایر ملحقات موجود در نما به‌طور مناسب به سازه متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد

۴۳-آیا پله‌ی فرار در ساختمان وجود دارد؟ ☐ وجود دارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم نیست

۴۴-آیا قطعات سنگین در لبه‌ی بام یا تراس‌ها و طره‌های بیرونی ساختمان وجود دارد؟☐ بله (☐مهار مناسب-☐مهار نامناسب-☐بدون مهار) ☐ خیر

۵-۲- آویزها و قطعات درون ساختمان ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد

۴۵-آویزهای سنگین در ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب- ☐ مهارنامناسب) ☑ خیر

۴۶-قطعاتی که به دیوارها متصل هستند، به خوبی مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☑ خیر

۴۷-خطر واژگونی و یا لغزش تجهیزات و آسیب به سازه و افراد را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ بدون خطر

۴۸-آیا قفسه‌ها، کمدها و سایر لوازم و تجهیزات به‌طور مناسب به کف و دیوار و سازه مهار شده‌اند؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب- ☐ مهارنامناسب) ☑ خیر

۵-۳- تاسیسات مکانیکی ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد

۳۹-آیا فاصله‌ی مهار کانال‌ها مناسب است؟ ☐ بله ☑ خیر

۴۰-آیا لوله‌ها در محل تکیه‌گاه‌ها دارای اتصالات مناسب هستند؟ ☐ بله ☑ خیر

۴۱-لوله‌ها و کانال‌ها در محل عبور از دیوار و یا درز انقطاع، به‌طور صحیحی اجرا شده‌اند؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ مصداق ندارد

۵-٤- شیشه‌ها ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد

۴۲-آیا قاب شیشه‌ها در برابر زلزله از پایداری مناسبی برخوردار هستند؟ ☐ بله ☑ خیر

۴۳-آیا نحوه‌ی قرارگیری شیشه‌ها در قاب به گونه‌ای است که تغییرشکل سازه باعث شکستن شیشه می‌شود؟ ☑ بله ☐ خیر

۴۴-آیا خطر برخورد قطعات غیرسازه‌ای که در مجاورت سطوح شیشه‌خور قرار دارند، وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص

۵-۵- نما ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد

۴۵-آیا ترک و یا رگه‌های شکست در نما مشاهده می‌شود؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص ☐ مصداق ندارد

۴۶-احتمال سقوط مصالح نما را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ بدون خطر ☐ نامشخص

۴۷-آیا در نماسازی با سنگ پلاک، سنگ‌ها به طور مناسب مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد

۵-٦- سقف کاذب ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد

۴۸-آیا سقف کاذب دارای مهار مناسب به سقف سازه‌ای است؟ ☐ بله ☐ خیر

۴۹-آیا سقف کاذب با مصالح سبک اجرا شده است؟ ☐ بله ☐ خیر

۵۰-آیا فاصله‌ی مناسب بین سقف کاذب با دیوارها و ستون‌ها رعایت شده است؟ ☐ بله ☐ خیر

۵۱-اجزای سقف کاذب در تمام جهات به طور مناسب، به شبکه‌ی سقف کاذب متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر

۵۲-سیستم روشنایی به‌طرز مناسبی به سقف متصل شده است؟ ☐ بله ☐ خیر

۵-۷- ملاحظات ایمنی

۵۳-نحوه‌ی دسترسی به ساختمان به منظور امدادرسانی مناسب است؟ ☑ بله ☐ خیر

۵۴-احتمال بروز آتش‌سوزی در هنگام وقوع زلزله را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ نامشخص

۳-۳- جمع‌آوری و بررسی مدارک فنی و نقشه‌های موجود

هیچ‌گونه مدارکی از اطلاعات ساختمان مورد بررسی در دسترس نیست. بنابراین تمامی اطلاعات موردنیاز به شرح زیر (که در بند ۱-۴ به آن اشاره شده است) بایستی جمع‌آوری و تکمیل گردند:

۱- نقشه‌های معماری (شامل تقسیم‌بندی فضاها، محل داکت‌ها و بازشوها در دیوار و سقف و کدهای ارتفاعی طبقات)؛

۲- نقشه‌های دیوارهای باربر و غیر باربر به همراه ضخامت و جزییات اجرایی آن‌ها؛

۳- نقشه‌ی کلاف‌بندی و سیستم ثانویه در صورت وجود به همراه جزییات مربوط؛

۴- جزییات سقف؛

۵- جزییات اتصال سقف به دیوارهای باربر؛

۶- جزییات اتصال تیغه‌ها به سقف؛

۷- جزییات اتصال دیوارهای باربر به یکدیگر و به تیغه‌ها؛

۸- جزییات اجرایی نما و اتصالات آن به سازه‌ی اصلی؛

۹- نقشه‌ی پی ساختمان و جزییات آن؛

۱۰- اطلاعات در خصوص نوع و مقاومت ملات مصرفی.

۳-٤- برداشت نقشه‌های معماری

نقشه‌های معماری ساختمان مورد بررسی برداشت شده است و در شکل‌های (۳-۱) تا (۳-۳) مشاهده می‌شود.

۳-۵- برداشت اطلاعات سازه‌ای

با توجه به نبود نقشه‌های سازه‌ای، مرحله‌ی اول در برداشت اطلاعات سازه‌ای تهیه‌ی برنامه سونداژ و شناسایی ساختمان می‌باشد. با توجه به عدم تعریف مناسب از برنامه‌ی شناسایی ساختمان‌های مصالح بنایی در فصل ۷ دستورالعمل، ارایه‌ی برنامه سونداژ به قضاوت مهندسی بستگی دارد. در این خصوص می‌توان از شباهت‌های موجود در پلان برای نقاط مختلف و یا تقارن احتمالی پلان برای نتیجه‌گیری مناسب و رسم نقشه‌ی سازه‌ای با حداقل سونداژ ممکن بهره جست.

۱۶ نقطه‌ی سونداژ انتخاب شده برای این ساختمان با علامت ◯ در نقشه‌های معماری نشان داده شده است. سونداژهای ۳، ۷ و ۸ در پی و بقیه در سقف طبقات انجام می‌شود.

انتخاب نقاط سونداژ برای شناسایی پی ساختمان با پراکندگی مناسب در سطح ساختمان انجام گرفته است. سونداژهای ۳ و ۷ جهت شناسایی وضعیت پی زیر دیوارهای داخلی و خارجی انتخاب شده‌اند. سونداژ شماره ۸ نیز وضعیت پی زیر دیوار را در یکی از گوشه‌های ساختمان مشخص خواهد کرد. در انتخاب سایر نقاط سونداژ شناسایی المان‌های سازه‌ای موجود در تراز سقف مدنظر بوده است. این نقاط به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که بخش‌های متفاوت ساختمان را از نظر شکل معماری و احتمال وجود المان سازه‌ای پوشش دهند. به عنوان مثال سونداژهای ۶، ۸، ۹، ۱۱ و ۱۶ به منظور شناسایی کلاف‌های قائم احتمالی در گوشه‌های ساختمان در نظر گرفته‌شده‌اند، و یا سونداژهای ۱، ۷، ۱۰، ۱۲ به منظور شناسایی نعل‌درگاه‌های موجود بر روی بازشوها انتخاب شده‌اند.

مساحت کل دیوارهای باربر ساختمان ۵۵۰ مترمربع می‌باشد. مطابق بند (۱-۶-۱) برای هر ۳۰۰ مترمربع از دیوارهای ساختمان انجام یک آزمایش برش ملات ضروری است، اما تعداد کل آزمایش‌های برش ملات نباید از ۸ عدد کم‌تر باشد.

در ۸ نقطه از ساختمان مورد بررسی دستور انجام آزمایش برش ملات داده شده است. این نقاط با علامت ⊐ در شکل‌های (۳-۱) تا (۳-۳) نشان داده شده است. انتخاب این نقاط با پراکندگی مناسب در پلان و ارتفاع ساختمان انجام گرفته و به قضاوت مهندس طراح مربوط است. نتایج آزمایش برش ملات مقدار نیروی برشی موردنیاز (V_{test}) برای جابجایی آجر را مشخص می‌کند. با معلوم شدن مقادیر V_{test} مقدار تنش برشی ملات از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$v_{to} = \frac{V_{test}}{A_b} - \sigma_C \qquad (۱-۳)$$

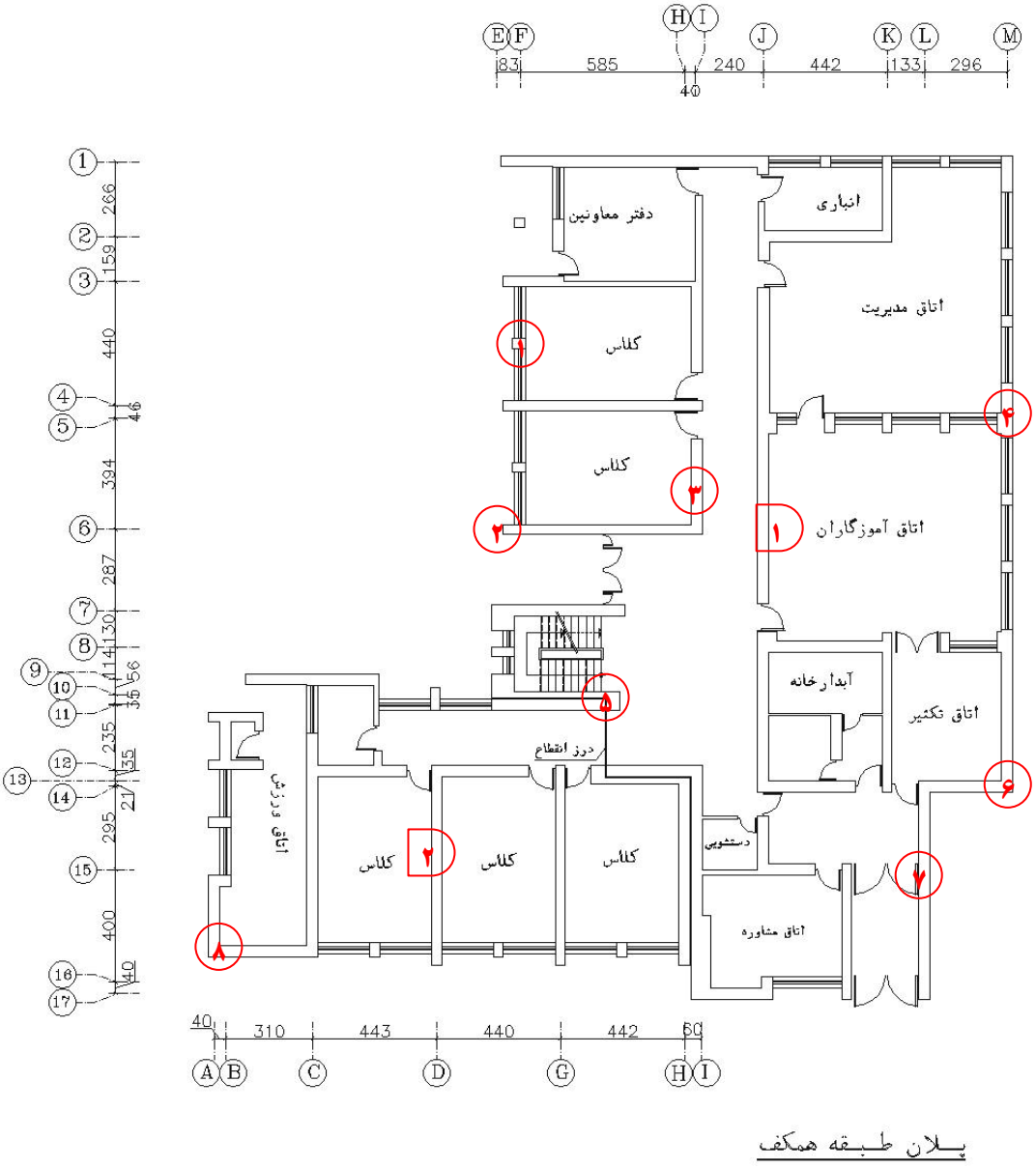
در رابطه‌ی فوق A_b مجموع دو سطح آجر در درزهای افقی بالا و پایین و σ_c تنش ناشی از بار ثقلی در محل آزمایش می‌باشد. در جدول (۳-۱) مقادیر حاصل از آزمایش‌های برش ملات نشان داده شده است.

جدول (۳-۱): نتایج آزمایش‌های برش ملات

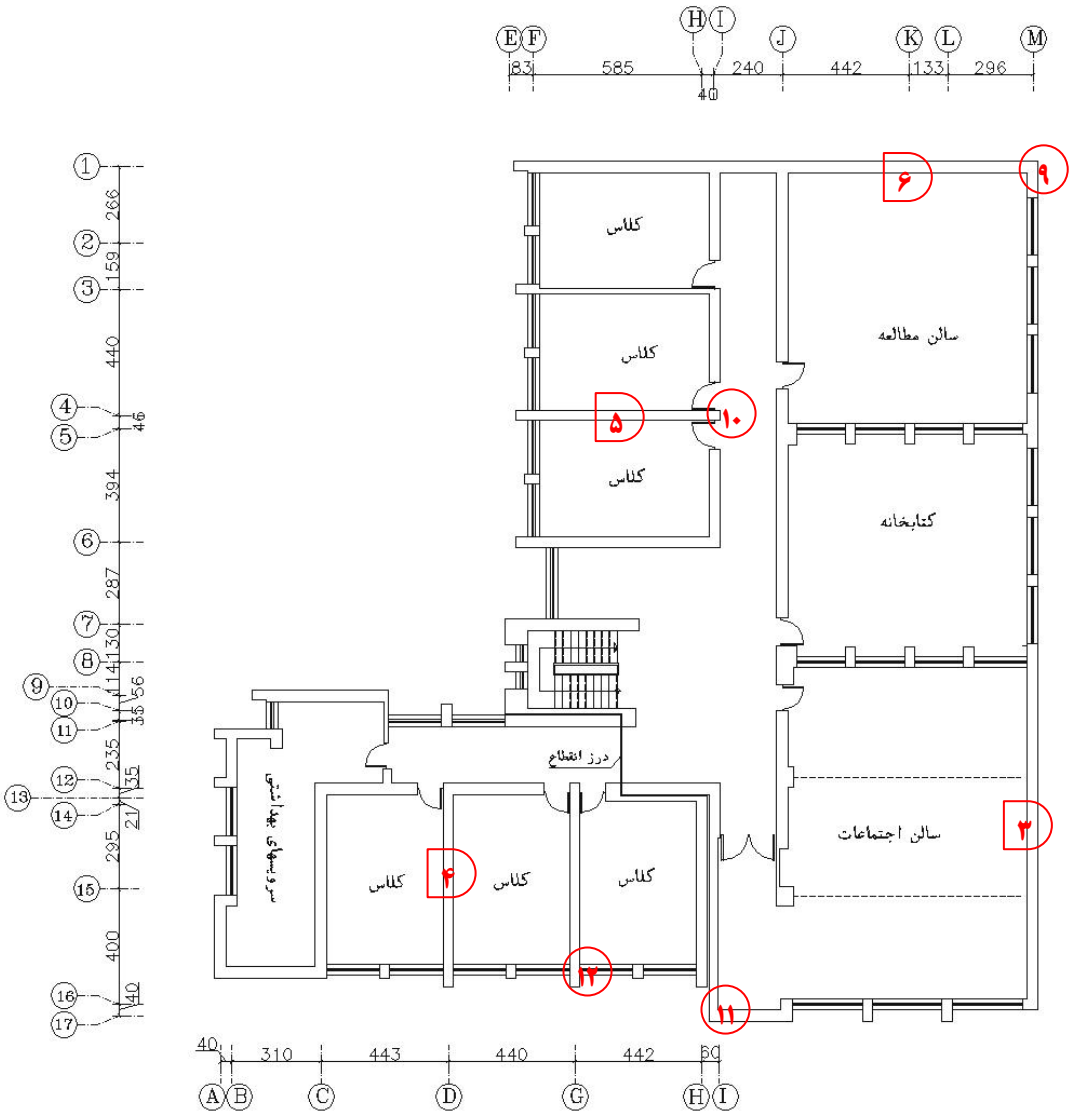
شماره آزمایش	V_{test} (kg)	A_b (kg/cm^2)	σ_c (kg/cm^2)	v_{t0} (kg/cm^2)
۱	۱۶۲۲	۳۴۰	۲/۳	۲/۴۷
۲	۱۹۵۰	۳۴۰	۲/۶	۳/۱۳
۳	۱۳۶۸	۳۴۰	۱/۵	۲/۵۲
۴	۱۳۰۰	۳۴۰	۱/۵	۲/۳۲
۵	۱۴۲۵	۳۴۰	۱/۶	۲/۵۹
۶	۱۲۵۰	۳۴۰	۱/۶	۲/۰۷
۷	۱۰۶۴	۳۴۰	۰/۳	۲/۸۳
۸	۱۱۵۵	۳۴۰	۰/۳	۳/۱۰

مطابق بند (۷-۶-۱-۱-۲) دستورالعمل مقاومت برشی ملات به صورتی تعیین می‌شود که ۸۰٪ مقادیر آزمایش‌ها از آن بیش‌تر شود. بر این اساس با توجه به جدول فوق مقدار مقاومت برشی ملات برابر با ۲/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع برآورد می‌شود.

مقاومت فشاری آجر دیوارها نیز برابر با ۱۲۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع برآورد می‌شود.

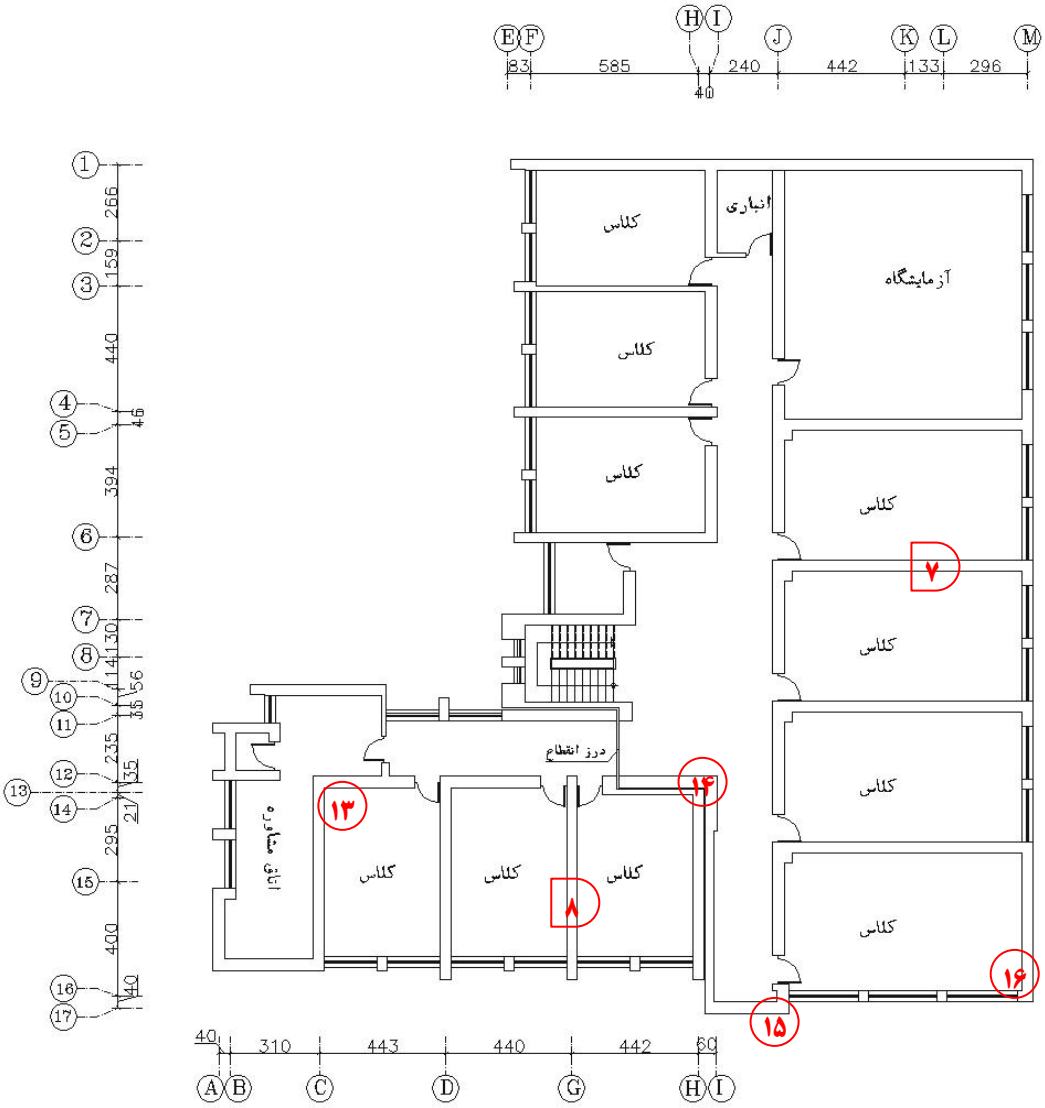


شکل(۳-۱): پلان معماری طبقه همکف و نقاط سونداژ



پلان طبقه اول

شکل (۳-۲): پلان معماری طبقه اول و نقاط سونداژ



پلان طبقه دوم

شکل (۳-۳): پلان معماری طبقه دوم و نقاط سونداژ

نتایج برداشت شده از سونداژها به شرح زیر است:

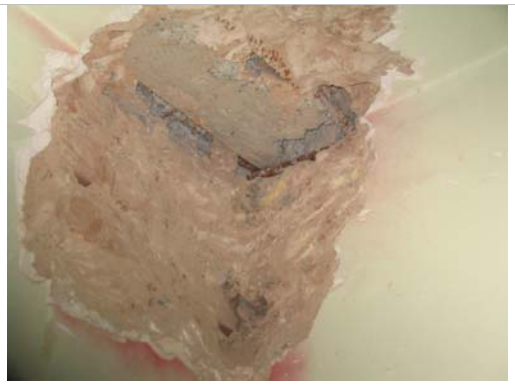
۱- هیچ‌گونه شناژ افقی یا قائم مشاهده نشد.

۲- نعل درگاه پنجره از INP140 با طول تکیه‌گاهی ۲۵ سانتی‌متر روی دیوار تکیه دارد.

۳- هیچ‌گونه کلاف افقی یا پی زیر دیوار مشاهده نمی‌شود. آجرچینی دیوار از عمق ۳۰ سانتی‌متری آغاز شده است.

٤- نعل درگاهی پنجره‌ها از INP140 در دو سمت دیوار محور ۵ سرتاسری بوده و از دیوار مربوط عبور کرده است.

۵- در دو طرف درز انقطاع دو پروفیل مختلف بار سهمیه خود را از سمت مربوط تحمل می‌کنند.



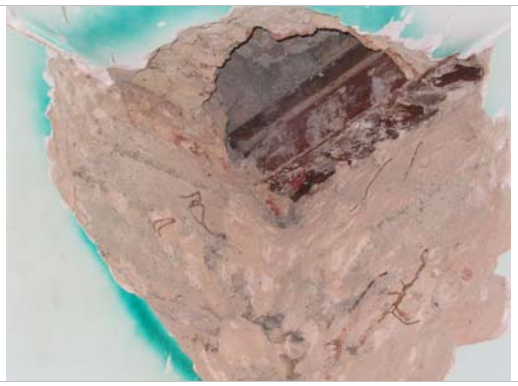
٦- پروفیل‌های فلزی روی دیوارها مشاهده می‌شوند.

۷- هیچ‌گونه شناژی مشاهده نشد.

۸- شناژ افقی و پی مشاهده نشد.

۹- لوله بخاری به قطر ۱۵ سانتی‌متر در داخل دیوار قرار دارد.

۱۰- نعل درگاه سرتاسری برای دو درب اجرا شده است.
کلاف افقی یا عمودی مشاهده نشد.



۱۱- تیر سرتاسری روی دیوار محور I مشاهده می‌شود.

۱۲- کلاف قائم یا افقی وجود ندارد.

١٣- تیر سرتاسری بر روی دیوار محور C وجود دارد. شناژ قائم مشاهده نشد.

١٤- تیر بتنی دو قسمت دیوار آکس I را در حد فاصل محورهای ٦ تا ١٢ به هم وصل می‌کند.

١٥- جان‌پناه بام اتصال مناسبی ندارد. کلاف افقی در انتهای دیوار مشاهده نشد.

١٦- هیچ‌گونه کلاف افقی یا قائم مشاهده نشد.

با توجه به نتایج فوق معلوم می‌شود که ساختمان مورد بررسی فاقد هرگونه سیستم کلاف‌بندی افقی و قائم است. البته در دیوارهای باربر از تیر روی دیوار استفاده شده‌است که می‌توان آن را معادل کلاف افقی فلزی در نظر گرفت. ساختمان پی زیر دیوار نیز ندارد اما وضعیت نعل درگاه‌ها و جداسازی سازه در محل درز انقطاع مطلوب است.

٣-٦- ارزیابی ساختمان

پس از برداشت اطلاعات حاصل از سونداژ به شرح فوق می‌توان با روش‌های مشروح در فصل دوم به ارزیابی وضعیت موجود ساختمان اقدام نمود.

همانطور که در فصل مذکور اشاره شد، ارزیابی لرزه‌ای یک ساختمان بنایی در دو مرحله به شرح زیر انجام می‌گیرد:

١- مشخص نمودن نوع ساختمان بنایی؛

٢- مشخص نمودن نواقص ساختمان.

نوع ساختمان مورد نظر با توجه به نتایج سونداژها، مصالح بنایی سنتی می‌باشد. روند مشخص نمودن نواقص ساختمان در ادامه ذکر می‌گردد.

۳-۶-۱- کنترل کیفیت مصالح بنایی

بر اساس کنترل‌های انجام گرفته در جدول (۳-۲) کیفیت مصالح بنایی ساختمان مشکلی ندارد.

جدول (۳-۲): کنترل نواقص مربوط به مصالح ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
کیفیت نامطلوب واحدهای بنایی	واحدهای بنایی سالم نبوده و دارای شکستگی یا ترک‌خوردگی هستند.	واحدهای بنایی سالم بوده و شکستگی یا ترک‌خوردگی ندارند.	نقص ندارد.
نداشتن شرایط حداقل کیفیت ملات	مقاومت برشی ملات دیوار باربر بر اساس بند (۱-۶-۱) راهنما و بند (۷-۶-۱-۱-۲) دستورالعمل کم‌تر از ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد.	مقاومت به دست آمده از نتایج آزمایش برش ملات برابر با ۲/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد.	نقص ندارد.

۳-۶-۲- ارزیابی سیستم سازه‌ای ساختمان

بر اساس کنترل‌های انجام گرفته در جدول (۳-۳) سیستم سازه‌ای ساختمان دارای نواقص عمده‌ای است. جهت کنترل مقاومت برشی ساختمان لازم است ابتدا مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی (x) و عرضی (y) محاسبه شود. جدول (۳-۴) مقدار سطح مقطع دیوارها را نشان می‌دهد. دقت شود که با توجه به رواداری دستورالعمل، ساختمان مصالح بنایی مورد ارزیابی می‌تواند سه طبقه باشد. اما همان‌طور که در جدول (۳-۳) مشاهده می‌شود کنترل مجموع سطح دیوارها در دستورالعمل باید با ۷۵ درصد مقادیر جدول ۹ آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ انجام گیرد و در جدول یادشده حداقل دیوارهای نسبی حداکثر برای ساختمان‌های دو طبقه با یک طبقه زیرزمین در نظر گرفته شده است، با توجه به وجود ابهام فوق در این مثال از ضوابط مربوط به ساختمان دو طبقه با این فرض استفاده شده است که مقادیر مربوط به زیرزمین به طبقه همکف نسبت داده شود.

جدول (۳-۳): کنترل نواقص مربوط به سیستم سازه‌ای ساختمان مصالح بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
کامل نبودن مسیر بار	یک سیستم مقاوم در برابر بار جانبی که بتواند بار ناشی از زلزله را از طبقات به پی منتقل کند بین پی و دیافراگم‌های طبقات وجود ندارد.	دیوارهای باربر غیر مسلح در هر دو جهت توانایی انتقال بار از طبقات به پی را دارند. در راستای محور y مسیر بار کامل است اما در راستای x مسیر بار از طبقه سوم تا پی کامل نمی باشد.	نقص دارد.
	مسیر بار کامل نبوده یا مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارده را ندارد.		
کافی نبودن مقاومت برشی ساختمان	مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان از ۷۵ درصد مقادیر مندرج در جدول شماره‌ی ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ایران کم‌تر است.	مطابق جدول ۳ مقدار دیوار نسبی از حداقل تجویز شده توسط دستورالعمل کم‌تر است.	نقص دارد.
	مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان از مقدار A_i رابطه‌ی (۷-۴) دستورالعمل کم‌تر است.		
	تنش برشی دورترین دیوار از مرکز سختی طبقه با احتساب پیچش، بیش‌تر از V_a (رابطه ۷-۵ دستورالعمل) است.		

ادامه‌ی جدول (۳-۳): کنترل نواقص مربوط به سیستم سازه‌ای ساختمان مصالح بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
عدم انسجام ساختمان و نداشتن سیستم ثانویه‌ی کمکی	ساختمان فاقد کلاف‌بندی افقی و قائم به عنوان یک سیستم ثانویه کمکی، طبق ضوابط مندرج در بند ۳-۹ استاندارد ۲۸۰۰ است.	با توجه به نتایج سونداژ کلاف افقی و قائم منسجمی در ساختمان وجود ندارد.	نقص دارد.
نامنظمی در پلان	فاصله‌ی بین مرکز سختی و مرکز جرم هر طبقه در امتداد هر یک از دو محور اصلی بیش از ۲۰ درصد بعد ساختمان در آن محور می‌باشد.	با توجه به عدم تقارن کلی ساختمان، ساختمان در پلان نامنظم است.	نقص دارد.
	پلان ساختمان نسبت به هر یک از دو محور اصلی به طور کلی نامتقارن است.		
	ابعاد پیش آمدگی در پلان ساختمان از مقادیر مندرج در بند ۳-۳ استاندارد ۲۸۰۰ ایران تجاوز می‌نماید.		
نامنظمی در ارتفاع	ساختمان دارای طبقه‌ی‌ضعیف یعنی طبقه‌ای که مقاومت برشی آن از ۸۰ درصد مقاومت برشی طبقه‌ی فوقانی کم‌تر است، می‌باشد.	هر چند که به نظر می‌رسد طبقه ضعیف در ساختمان وجود نداشته و ساختمان نامنظمی در هندسه و جرم ندارد اما، ساختمان در امتداد قائم ناپیوسته است، چرا که برخی از دیوارهای طبقه دوم در طبقه اول و همکف ادامه ندارند. به همین دلیل ساختمان نامنظم در ارتفاع می‌باشد.	نقص دارد.
	ساختمان در امتداد قائم ناپیوسته است، یعنی دیوارهای باربر آن تا زمین امتداد نیافته و در تراز بالاتر قطع گشته‌اند.		
	ساختمان دارای بی نظمی در هندسه است یعنی بعد افقی یک طبقه، ۳۰ درصد بیش‌تر از بعد افقی طبقات مجاور می‌باشد.		
	ساختمان دارای بی‌نظمی در جرم است، یعنی جرم موثر یک طبقه، ۵۰ درصد بیش‌تر از جرم موثر طبقات مجاور آن می‌باشد.		
نامناسب بودن پی	در صورتی‌که پی دیوارهای باربر از بتن غیرمسلح و یا شفته و لاشه‌سنگ ساخته شده باشد، عمق و عرض پی از دوبرابر ضخامت دیوار کم‌تر است.	شبکه پی در زیر دیوارها وجود ندارد.	نقص دارد.
	پی به‌صورت یک شبکه‌ی پیوسته در زیر دیوارهای باربر قرار ندارد.		
ضربات متقابل ساختمان مجاور	ساختمان مجاوری با ارتفاع کم‌تر از نصف یا بیش‌تر از دوبرابر ساختمان مورد بررسی در کنار آن قرار دارد.	ساختمان مجاور وجود ندارد.	نقص ندارد.
	ساختمان مجاوری که تراز طبقاتش با ساختمان مورد بررسی مطابقت نمی‌نماید، در کنار آن قرار دارد.		

جدول(۳-٤): محاسبه‌ی دیوار نسبی در طبقات

طبقه	جهت	مساحت دیوار	مساحت طبقه	دیوار نسبی	حداقل بر اساس جدول ۹ استاندارد ۲۸۰۰	حداقل بر اساس دستورالعمل
همکف	x	۲۴/۵	۶۱۳	۰/۰۴۰	۰/۰۸	۰/۰۶
همکف	y	۳۱/۷	۶۱۳	۰/۰۵۱	۰/۰۸	۰/۰۶
اول	x	۲۲	۶۱۳	۰/۰۳۶	۰/۰۶	۰/۰۴۵
اول	y	۳۵/۳	۶۱۳	۰/۰۵۷	۰/۰۶	۰/۰۴۵
دوم	x	۳۶/۹	۶۱۳	۰/۰۶۰	۰/۰۴	۰/۰۳
دوم	y	۳۲/۹	۶۱۳	۰/۰۵۴	۰/۰۴	۰/۰۳

۳-٦-۳- ارزیابی دیوارهای باربر

کنترل دیوارهای باربر در جدول (۳-۵) انجام گرفته است.

جهت کنترل تنش خمشی ناشی از لنگر خارج صفحه دیوار براساس رابطه ۷-۶ دستورالعمل یک متر از دیوار ۳۵ سانتی به ارتفاع ۳ متر کنترل می‌شود.

برای ساختمان آموزشی در تهران ضریب لرزه‌خیزی و ضریب اهمیت ساختمان به ترتیب عبارتند از:

$$A = 0.35$$

$$I = 1.2$$

با فرض وزن واحد سطح ۶۵۰ کیلوگرم بر متر مربع وزن واحد طول دیوار برابر است با:

$$W_p = 3 \times 1 \times 650 = 1950\ \text{kg}$$

و نیروی زلزله‌ی خارج از صفحه‌ی دیوار برابر است با:

$$F_p = 0.7AIW_p = 0.7 \times 0.35 \times 1.2 \times 1950 = 573.3\ \text{kg}$$

اساس مقطع یک متر از دیوار برای خمش دور محور ضعیف و تنش ناشی از خمش به ترتیب عبارتند از:

$$S = \frac{100 \times 35^2}{6} = 20416 \quad \text{cm}^3$$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{573.3 \times 150}{20416} = 4.21 \quad {}^{\text{kg}}\!/_{\text{cm}^2}$$

همانطور که در بند (۳-۵) گفته شد، مقاومت فشاری آجر دیوارها برابر با ۱۲۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع برآورد می‌شود.

$$f'_{cb} = 120 \quad {}^{\text{kg}}\!/_{\text{cm}^2}$$

طبق آیین‌نامه ۵۱۹ تنش مجاز فشاری دیوار برابر است با:

$$f_{cb} = mf'_{cb}$$

مقدار m برای ملات ماسه سیمان از آیین‌نامه ۵۱۹ برابر با ۰/۱۰۶ است بنابراین داریم:

$$f_{cb} = 0.106 \times 120 = 12.7 \quad {}^{\text{kg}}\!/_{\text{cm}^2}$$

مطابق دستورالعمل مقاومت کششی دیوار از تبصره‌ی ۱ بند ۲-۸ استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می‌شود. با توجه به استاندارد ۲۸۰۰ تنش مجاز کششی ۱۵ درصد مقاومت فشاری محاسبه شده در فوق است بنابراین تنش کششی مجاز برابر است با:

$$f_{tb} = 0.15 \times 12.7 = 1.9 \quad {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

بنابراین تنش موجود کششی از تنش مجاز بیش‌تر بوده و دیوار مقاومت خارج از صفحه مورد نظر را ندارد.

جدول (۳-۵): کنترل نواقص مربوط به دیوارهای باربر ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
اجرای نامناسب واحدهای بنایی دیوارهای باربر	دیوارهایی که با آجر یا بلوک سیمانی ساخته شده‌اند، طوری چیده شده‌اند که همپوشانی افقی مناسبی بین واحدهای بنایی برقرار نبوده یا درزهای قائم روی هم قرار می‌گیرند.	در سوندژها و بررسی‌های انجام گرفته هیچ‌کدام از مشکلات مشروح در این بخش گزارش نشده است.	نقص ندارد.
	سطحی از مقطع دیوار که شامل واحدهای بنایی متصل‌کننده‌ی رج داخلی و خارجی دیوار می باشد کم‌تر از ۱۰ درصد کل سطح مقطع دیوار می‌باشد و یا فاصله‌ی این واحدها از ۶۰ سانتی‌متر بیش‌تر است.		
	عرض ترک‌های مورب احتمالی ناشی از نشست ناهمگون دیوار، بیش از ۳ میلی‌متر است.		
	دیوار دارای شکم‌دادگی یا کج‌شدگی است.		
اجرای نامناسب درزهای قائم بین واحدهای بنایی	درزهای قائم بین واحدهای بنایی کاملا با ملات پر نشده است.	درزهای قائم به خوبی با ملات پرشده‌اند.	نقص ندارد.
ناپایداری و نبود مقاومت خارج از صفحه دیوار	نسبت ارتفاع به ضخامت h/t دیوار از ۱۰ تجاوز می‌کند.	ارتفاع طبقات ۳ متر است. با توجه به ضخامت ۳۵ سانتی دیوارها، نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار ۸/۵ است که از ۱۰ کم‌تر است. با توجه به محاسبات انجام گرفته، دیوار فاقد مقاومت لازم در تحمل تنش خمشی ناشی از لنگر خمشی خارج از صفحه است.	نقص دارد.
	تنش خمشی ایجاد شده ناشی از لنگر خمشی خارج از صفحه‌ی دیوار که تحت اثر نیروی عمود بر دیوار طبق رابطه‌ی ۷-۶ دستورالعمل به دست می‌آید، بیش از مقاومت کششی دیوار (که مطابق دستورالعمل از تبصره‌ی ۱ بند ۲-۸ استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می‌شود) می‌باشد. طبق بند مذکور می‌توان مقاومت کششی مجاز ملات را حداکثر تا ۱۵ درصد مقاومت فشاری آن‌ها مندرج در استاندارد شماره ۵۱۹ ایران منظور نمود.		
ارتفاع زیاد دیوار	ارتفاع آزاد دیوار مصالح بنایی از ۴ متر بیش‌تر است.	ارتفاع آزاد هیچ‌کدام از دیوارها از ۴ متر بیش‌تر نیست.	نقص ندارد.
طول زیاد دیوار	طول آزاد دیوار مصالح بنایی از ۵ متر بیش‌تر است.	طول آزاد اکثر دیوارها در جهت X از ۵ متر بیش‌تر است.	نقص دارد.

ادامه‌ی جدول (۳-۵): کنترل نواقص مربوط به دیوارهای باربر ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
نبود تراکم در دیوار	مجموع سطح بازشوها در هر دیوار از یک سوم سطح آن دیوار بیش‌تر است.	مجموع سطح بازشوها در پاره‌ای از دیوارها (از جمله دیوار محور M در تمام طبقات) از یک سوم سطح آن بیش‌تر است. این وضوع در مورد مجموع طول بازشوها هم صادق است. ضابطه فاصله افقی بازشوها نیز در پاره‌ای از دیوارها نقض شده است. ساختمان بازشو با ابعاد بزرگ‌تر از ۲/۵ متر ندارد و نبود کلاف قائم از این نظر مشکلی ایجاد نمی‌کند.	نقص دارد.
	مجموع طول بازشوها در هر دیوار باربر از نصف طول دیوار بیش‌تر است.		
	فاصله‌ی افقی دو بازشو از دوسوم ارتفاع کوچک‌ترین بازشوی طرفین خود یا از یک ششم مجموع طول آن دو بازشو کم‌تر است.		
	در طرفین بازشوهای با ابعاد بزرگ‌تر از ۲/۵ متر کلاف‌های قائمی که به کلاف‌های افقی بالا و پایین آن طبقه متصلند، تعبیه نشده است و یا نعل درگاه بازشوهای مذکور در کلاف‌های قائم طرفین مهار نشده است.		
فاصله‌ی کم بازشوها از انتهای دیوار	فاصله‌ی اولین بازشو در دیوار از بر خارجی ساختمان کم‌تر از دو سوم ارتفاع بازشو می‌باشد و در طرفین آن کلاف قائم قرار نگرفته است.	در مورد فاصله از بر خارجی ساختمان این ضابطه در پاره ای دیوارها از قبیل دیوار محور M رعایت نشده است.	نقص دارد.
انفصال در دیوار	در اجرای قسمت‌های مختلف یک دیوار باربر و یا گوشه‌ی دو دیوار متقاطع باربر از روش هشتگیر استفاده شده است.	نتایج سونداژها استفاده از روش هشتگیر در گوشه دیوارهای متقاطع را تایید می‌کند. بازرسی‌های انجام شده عبور لوله و دودکش با ضخامت بیش از یک ششم ضخامت دیوار (۵/۸ سانتی‌متر برای دیوار ۳۵ سانتی‌متری) را نشان نمی‌دهد.	نقص دارد.
	قطر لوله و یا دودکشی که از درون دیوار عبور می‌نماید، بیش از یک ششم ضخامت دیوار است.		
نبود اتصال مناسب دال به دیوار	تیرهای باربر سقف بار خود را بطور مستقیم به بالای دیوار مصالح بنایی منتقل می‌کنند و برای این منظور از کلاف یا زیرسری چوبی، فلزی، بتنی و یا صفحه‌ی تکیه‌گاه استفاده نشده است.	نتایج سونداژها وجود تیرهای سرتاسری روی دیوار را که وظیفه انتقال بار از تیرچه‌ها به بالای دیوار مصالح بنایی را انجام می‌دهند نشان می‌دهد. اما اتصال تیرچه‌ها به این تیرهای سرتاسری و نیز اتصال تیرها به دیوار مناسب نمی‌باشد.	نقص دارد.
نبود مقاومت در برابر نیروی رانش سقف	در دهانه‌های خارجی ساختمان نسبت خیز (ارتفاع) سقف قوسی از نصف قاعده‌ی آن کم‌تر است و از کلاف چوبی، فلزی یا بتنی برای مهار سقف استفاده نشده است.	ساختمان فاقد سقف قوسی است.	نقص ندارد.

۳-۶-۴- ارزیابی دال‌ها

کنترل دال‌ها در جدول (۳-۶)، انجام گرفته است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، دال‌های ساختمان به دلایل عدم انسجام سقف و وجود بازشوهای بزرگ در دال آسیب پذیر هستند.

جدول (۳-۶): کنترل نواقص مربوط به دال‌های ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
وزن زیاد دال	ضخامت دال مصالح بنایی مسطح (چوبی یا طاق‌ضربی) و قوسی از حد متعارف بیش‌تر است.	سوندژهای انجام شده نشان‌دهنده سقف طاق‌ضربی با وزن معمول است.	نقص ندارد.
عدم انسجام سقف	ضوابط مندرج در بند ۳-۱۱-۳ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت نشده است.	فاصله بین تیر آهن‌ها در سقف طاق ضربی ۹۰ سانتی‌متر است که ضابطه ۳-۱۱-۳-۱-الف آیین‌نامه ۲۸۰۰ را بر آورده می‌کند اما اتصال تیرچه‌ها به همدیگر و به دیوار ضوابط بندهای ۳-۱۱-۳-۱-ب و ۳-۱۱-۳-۱-ج را برآورده نمی‌کند.	نقص دارد.
کوتاهی طول تکیه‌گاهی تیرهای سقف	طول تکیه‌گاهی تیرهای سقف طاق‌ضربی و یا سقف چوبی از ارتفاع تیر یا ۲۰ سانتی‌متر کم‌تر است.	طول تکیه گاهی تیرهای سقف طاق ضربی حدود ۲۵ سانتی‌متر است.	نقص ندارد.
وجود بازشوهای بزرگ در دال	مجموع سطوح بازشو از ۵۰ درصد سطح کل دیافراگم بیش‌تر است.	تنها بازشوی موجود در دیافراگم بازشوی راه پله می‌باشد که سطح آن از ۵۰ درصد سطح کل دیافراگم کم‌تر است. اما طول آن از یک چهارم طول دیوار باربر مجاور کم‌تر نیست.	نقص دارد.
	طول بازشو در مجاورت دیوار باربر از یک چهارم طول دیوار کم‌تر نیست.		
	طول بازشو در مجاورت دیوار باربر بیش‌تر از ۲ متر است.		
تغییرشکل زیاد دال	نسبت طول دهانه به عرض دیافراگم در سقف‌های انعطاف‌پذیر (چوبی، طاق ضربی، قطعات پیش ساخته‌ی بدون بتن رویه) بیش از ۳ است.	نسبت طول دهانه به عرض دیافراگم در کلیه‌ی سقف‌ها کم‌تر از ۳ است.	نقص ندارد.

۳-۶-۵- ارزیابی اتصالات اعضای ساختمان

با توجه به موارد مذکور در جدول (۳-۷) ضعف اتصال بین دیوارهای باربر و دال و نیز ضعف اتصال بین تیغه‌ها و دیوار باربر وجود دارد.

جدول (۳-۷): کنترل نواقص مربوط به اتصالات اعضای ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
اتصال نامناسب دیوارهای متقاطع	واحدهای بنایی در دیوارهای باربر متقاطع در یک تراز چیده نشده و در یک سطح بالا آورده نشده‌اند.	با توجه به نتایج سونداژ، دیوارهای باربر متقاطع در یک تراز چیده شده و در یک سطح بالا آمده است. در اجرای دیوارهای متقاطع هم از روش هشتگیر استفاده شده است.	نقص ندارد.
	ضوابط بند ۳-۱۰-۳ استاندارد ۲۸۰۰ ایران اجرا نشده یا در اجرای دیوارهای متقاطع از کلاف‌های بتنی، فلزی و چوبی گوشه استفاده نشده است.		
ضعف اتصال بین دیوارهای باربر و دال	دیوارهای باربر مصالح بنایی در تراز طبقات مطابق بند ۳-۱۱-۲ استاندارد ۲۸۰۰ به دال متصل نشده‌اند.	با توجه به عدم وجود کلاف افقی در بالای دیوارها ضوابط بند ۳-۱۱-۲ برآورده نمی‌شود.	نقص دارد.
	اتصال دیوار و دال نمی‌تواند نیروی عمود بر صفحه‌ی دیوار را که از رابطه‌ی ۷-۶ دستورالعمل محاسبه می‌شود تحمل نماید.		
ضعف اتصال تیغه و دیوار باربر	دیوار و تیغه‌ی متکی بطور همزمان و یا بصورت لاریز و یا بصورت هشتگیر چیده نشده و ضوابط مندرج در بند ۳-۷-۵ استاندارد ۲۸۰۰ نیز رعایت نشده است.	سونداژهای انجام گرفته نشان می‌دهد که دیوارها و تیغه‌ها به صورت جدا از هم اجرا شده‌اند.	نقص دارد.

۳-۶-۶- ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای

باتوجه به ارزیابی انجام گرفته در جدول (۳-۸)، جان پناه‌ها مشکل دارند.

جدول (۳-۸): کنترل نواقص مربوط به اجزای غیرسازه‌ای ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
ضعف دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها	دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها باید ضوابط مندرج در بند ۳-۷ استاندارد ۲۸۰۰ را دارا باشند.	تیغه‌ها اتصال مناسب به سقف طبقه ندارند.	نقص دارد.
ضعف نمای ساختمان	در صورتیکه ضوابط بند ۳-۱۲ استاندارد ۲۸۰۰ ایران در مورد نماسازی رعایت نگردیده باشد، نمای ساختمان آسیب‌پذیر است.	اجرای آجر نما همزمان با دیوار انجام گرفته است.	نقص ندارد.
ضعف جان‌پناه	نسبت ارتفاع به ضخامت جان‌پناه برای مناطق با خطر نسبی زلزله کم و متوسط از ۲/۵ و برای مناطق با خطر نسبی زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد از ۱/۵ بیش‌تر است.	ارتفاع جان پناه‌ها ۵۰ سانتیمتر و ضخامت آن‌ها ۲۰ سانتی‌متر است. با توجه به قرارداشتن ساختمان در منطقه با خطر زیاد نقص دارد.	نقص دارد.
ضعف دودکش	در اجرای دودکش بایستی ضوابط مندرج در بند ۳-۸ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت شده باشد.	دودکش ندارد.	نقص ندارد.

۳-۶-۷- ارزیابی سیستم کلاف

با توجه به نبود سیستم کلاف‌بندی، ساختمان از نوع ساختمان مصالح بنایی سنتی بدون کلاف بوده و امکان کنترل این بند وجود ندارد. به عبارت دیگر ساختمان به دلیل عدم وجود سیستم کلاف‌بندی آسیب‌پذیر است.

۳-۷- نتیجه ارزیابی ساختمان

با بررسی‌های انجام گرفته ساختمان مورد بررسی به دلایل زیر آسیب‌پذیر بوده و نیاز به بهسازی دارد:

۱) کامل نبودن مسیر بار؛
۲) کافی نبودن مقاومت برشی ساختمان؛
۳) نامنظمی در پلان؛
۴) نامنظمی در ارتفاع؛
۵) نامناسب بودن پی؛
۶) ناپایداری و نبود مقاومت خارج از صفحه دیوار؛
۷) طول زیاد دیوار؛
۸) نبود تراکم در دیوار؛
۹) فاصله‌ی کم بازشوها از انتهای دیوار؛
۱۰) انفصال در دیوار؛
۱۱) نبود اتصال مناسب دال به دیوار؛
۱۲) عدم انسجام سقف؛
۱۳) وجود بازشوهای بزرگ در دال؛
۱۴) ضعف اتصال بین دیوارهای باربر و دال؛
۱۵) ضعف اتصال تیغه و دیوار باربر؛
۱۶) ضعف دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها؛
۱۷) ضعف جان‌پناه.

با توجه به شرایط فوق ساختمان در وضعیت مناسبی قرار ندارد. به نظر می‌رسد با توجه به تعداد بالای نقص‌ها و نوع ضعف‌های موجود ساختمان انجام بهسازی لرزه‌ای مقرون به صرفه نباشد. به هر حال یک تحلیل اقتصادی اولیه در این مرحله می‌تواند وضعیت ساختمان را جهت ادامه‌ی روند بهسازی مشخص نماید.

فصل ۴

مثال دوم (ساختمان دوطبقه‌ی مصالح بنایی)

٤-١- تعریف مثال

مثال انتخاب شده در این بخش یک ساختمان ۲ طبقه‌ی بنایی با کاربری اداری است. موقعیت این ساختمان در شهر تبریز و خاک محل طبق استاندارد ۲۸۰۰ از نوع II می‌باشد. ابعاد کلی پلان ۱۵×۳۶ و مساحت زیربنا ۱۱۰۰ متر مربع است. نقشه‌های معماری اولیه برای این ساختمان در دسترس نبوده و نتایج برداشت معماری در ادامه ارایه می‌گردد.

٤-٢- بازدید از محل و آشنایی اولیه با ساختمان مورد بررسی

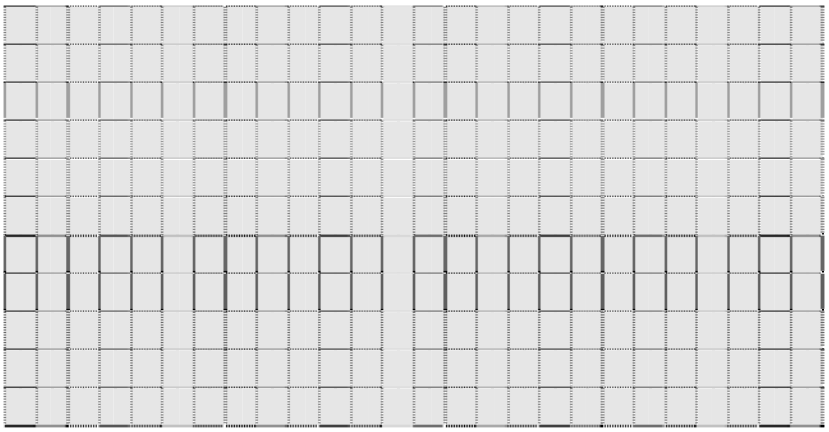
وضعیت موجود ساختمان از نظر ظاهری، کیفیت نگهداری در دوران بهره‌برداری، امکان عملیات بهسازی احتمالی، شرایط ابنیه مجاور و شرایط زمین ساختگاه (جنس خاک، سطح آب زیرزمینی، شیب زمین و وجود شیروانی و غیره) بررسی شده و بر اساس آن چک لیست شماره ۱ تکمیل شده است.

چک لیست شماره‌ی یک- بازدید محلی

۱- آدرس ساختمان:

۲- طول و عرض جغرافیایی در ورودی اصلی ساختمان:

۳- کروکی موقعیت زمین و ساختمان:



۴- وضعیت توپوگرافی منطقه:

ساختمان واقع بر خطالراس یا سراشیبی تند ☐ ساختمان واقع بر خطالقعر و نواحی پست ☐

ساختمان در مجاورت خاکریزی یا خاکبرداری ☐ ساختمان بر روی زمین با شیب تند ☐

۵- آیا احتمال دارد ساختمان بر روی خاک دستی احداث گردیده باشد؟ خیر☑ بله☐

۶- آیا سابقه‌ی روانگرایی در منطقه دیده شده است؟ خیر☑ بله☐

۷- آیا احتمال روانگرایی در منطقه وجود دارد؟ خیر☑ بله☐

۸- آیا سابقه‌ی زمین‌لغزش در منطقه دیده شده است؟ خیر☑ بله☐

۹- آیا احتمال زمین‌لغزش در منطقه وجود دارد؟ خیر☑ بله☐

۱۰- آیا در نزدیکی ساختمان تونل، حفره‌های بزرگ و یا قنات وجود دارد؟

خیر☑ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۱- آیا از نزدیکی ساختمان خط مترو عبور می‌کند؟

خیر☑ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۲- آیا ساختمان در محدوده یا مسیر قنات قرار گرفته است؟ خیر☑ بله☐

۱۳- آیا ساختمان در مسیل ساخته شده است؟ خیر☑ بله☐

۱۴- ویژگی‌های اصلی و قابل توجه خاک: خاک ماسه‌ای متراکم

۱۵- وضعیت ساختمان‌های مجاور:

وجوه ساختمان	مجاورت ندارد	مجاورت دارد (فاصله و اختلاف تراز طبقات بین دو ساختمان)
وجه شرقی	☑	☐ :.....
وجه غربی	☑	☐ :.....
وجه شمالی	☑	☐ :.....
وجه جنوبی	☑	☐ :.....

۱۶- شناسایی وضعیت اجزای مشترک با ساختمان مجاور:

نوع اشتراک	توضیح
☐ ستون مشترک	
☐ تیر مشترک	
☐ سقف مشترک	
☐ پله‌ی مشترک	
☐ دیوار مشترک	
☐ سایر	

۱۷- بررسی احتمال آسیب ناشی از ساختمان مجاور:

نوع خطر آسیب‌دیدگی	توضیح (محل و نوع)
☐ سقوط اجزای سست	
☐ انفجار	
☐ آتش‌سوزی	
☐ نشت مواد شیمیایی	
☐ سایر:	

۱۸- وضعیت ظاهری ساختمان از نظر رطوبتی چگونه است؟ خوب ☑ متوسط ☐ بد ☐

۱۹- آیا ترک‌های قابل رویت در دیوارها وجود دارد؟

خیر ☑ بلی ☐، مشخصات ترک‌ها و موقعیت آن‌ها در برگه‌ی جداگانه‌ای تشریح شود

۲۰- آیا فرسودگی در دیوارهای سازه‌ای یا غیر سازه ای مشاهده می شود؟

بلی ☑ (باشدت کم ☑ باشدت متوسط☐ با شدت زیاد☐) خیر ☐

۲۱- واحدهای بنایی مورد استفاده در دیوارهای باربر؟

آجر ☑ بلوک ☐ سنگ ☐ سایر ☐.....

۲۲- امکان انجام عملیات بهسازی در ساختمان در زمان‌های مختلف چگونه است؟ در فصل تابستان در تمام روز ممکن است.

۲۳- آیا ساختمان‌های مجاور مانعی در راه انجام عملیات بهسازی ایجاد می‌کنند؟ ساختمانی در مجاورت آن قرار ندارد.

۲۴- وضعیت زمین اطراف ساختمان از نظر جنس و سطح آب زیرزمینی با توجه به سوابق قابل مشاهده محلی مانند گودبرداری‌های اطراف چگونه است؟ تراز آب زیرزمینی حداقل در عمقی بیش از ده متر واقع است.

۲۵- محوطه‌ی لازم برای انجام عملیات بهسازی و فضای لازم برای استقرار ماشین‌آلات مرتبط موجود است یا خیر؟ بله

۲۶- آیا ساختمان دارای آسانسور است؟ تعداد و ظرفیت آن ذکر شود؟ خیر

چک لیست شماره‌ی دو- ارزیابی کیفی

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۱ از ۲

۱- ارزیابی کلی سازه

۱- آیا مسیرهای انتقال بار ثقلی تا روی پی ادامه دارند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- آیا مسیرهای انتقال بار جانبی تا روی پی ادامه دارند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۳- درز انقطاع با ساختمان‌های مجاور: ☐ وجود دارد (☐ کم‌تر از مقدار مجاز- ☐ بیش‌تر از مقدار مجاز) ☑وجود ندارد

۴- اجزای سازه‌ای مشترک بین ساختمان‌های مجاور: ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد

۵- آیا احتمال بروز آسیب ناشی از ساختمان‌های مجاور وجود دارد؟ ☐ بله (☐ سقوط اجزای سست- ☐ آتش‌سوزی- ☐ سایر موارد) ☑ خیر

۶- به‌طور کلی، سازه در پلان: ☑منظم ☐نامنظم (☐عدم تقارن اعضای سیستم باربر جانبی- ☐توزیع نامتناسب جرم در پلان- ☐نامنظمی هندسی)

۷- به‌طور کلی، سازه در ارتفاع: ☑ منظم ☐ نامنظم (☐ طبقه نرم یا ضعیف- ☐ توزیع نامتناسب جرم- ☐ نامنظمی هندسی) ☐ نامشخص

۸- احتمال وقوع پیچش چقدر است؟ ☐ زیاد ☐ متوسط ☑ کم ☐ نامشخص

۹- آیا اعضای باربر جانبی در ارتفاع تغییر صفحه دارند؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۱۰- آیا تیغه‌های داخلی به‌طور منظم و متقارن در کف طبقات توزیع شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- پی

۱۱- نشست در سازه: ☑ وجود ندارد ☐ وجود دارد (☐ یکنواخت- ☐ غیر یکنواخت)

۱۲- وضع ظاهری پی‌ها: ☐ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☑ نامشخص

۱۳- آیا پی‌ها در یک تراز قرار دارند؟ ☑ بله ☐ خیر

۱۴- تراز آب زیرزمینی نسبت به سطح زمین چقدر است؟ ☐ بیش از ۲۰ متر ☑ بین ۱۰ تا ۲۰ ☐ بین ۲ تا ۱۰ ☐ کم‌تر از ۲ متر

۱۵- آیا شواهدی از خاک‌شستگی و سایش خاک اطراف پی وجود دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۱۶- آیا پی مشترک با سازه مجاور دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۳- کف‌ها و بام

۱۷- آیا بازشوهایی در کف با عرض بیش از ½ بعد ساختمان، وجود دارد؟ ☐ بله ☑ خیر

۱۸- انسجام و یک‌پارچگی کف‌ها و بام را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب

۱۹- اتصال قطعات بام به اجزای سازه را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ خطر سقوط وجود دارد ☐ مصداق ندارد

۲۰- آیا ترک‌های غیرعادی در سقف‌های بتنی دیده می‌شود؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۲۱- در صورت استفاده از ورق‌های موج‌دار در سقف، ورق‌ها به‌طور مطلوب به اسکلت سقف مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☑مصداق ندارد

۲۲- در سقف‌های تیرچه‌بلوک با دهانه‌های بیش از ۴ متر، تیرچه‌ها دارای کلاف عرضی هستند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد

۲۳- سیستم سقف در محل تکیه‌گاه‌ها به عناصر زیر سری به‌طور مناسب متصل شده است؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص

٤- ساختمان بنایی

۲۴-آیا کلاف افقی در ساختمان وجود دارد ؟☑ بله در زیر دیوارها ☑ بله در زیر سقف‌ها ☐ خیر ☐ غیر قابل تشخیص

۲۵-آیا کلاف‌بندی قائم در ساختمان وجود دارد؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ غیر قابل تشخیص

۲۶- در صورت وجود کلاف‌های افقی و قائم اتصال آن‌ها به هم چگونه ارزیابی می شود؟ ☐خوب ☐بد ☑ غیرقابل تشخیص☐ مصداق ندارد

۲۷-در صورت عدم رعایت ارتفاع مجاز دیوارها در آن‌ها کلاف‌های اضافی اجرا شده است؟ ☐بله ☐خیر ☐ غیرقابل تشخیص☑ مصداق ندارد

۲۸-در صورت وجود اختلاف سطح در طبقات تمهیدات لازم تا چه حد رعایت شده است؟ ☐خوب ☐بد ☐ غیرقابل تشخیص☑ مصداق ندارد

۲۹-کیفیت کلی اجرا را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب

۳۰- آیا اجزای باربر دارای سابقه‌ی آسیب قبلی ناشی از آتش‌سوزی و یا ضربه هستند؟ ☐بله ☑خیر ☐ غیرقابل تشخیص

۳۱- مصالح دیوارهای باربر از چه نوعی است؟ ☐آجر سفالی ☐بلوک سفالی ☐بلوک سیمانی ☑آجر فشاری

۳۲- ملات مصرفی دیوارهای باربر چیست؟ ☑ ماسه سیمان ☐ ماسه آهک ☐ خاک و گل ☐ نامشخص

۳۳-کیفیت ملات مصرفی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐نامشخص

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۲ از ۲
۳۴-کیفیت اجرای دیوارها را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐ نامشخص	
۳۵- آیا در محل درز انقطاع، تیغه‌ها و دیوارها قطع شده‌اند؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۳۶- توزیع بازشو در دیوارهای باربر از نظر نظم در پلان چگونه است؟ ☐ خوب ☐ متوسط ☑ بد	
۳۷- آیا ترک در دیوارها رویت می‌شود؟ ☐ بله (☐ ترک ضربدری ناشی از زلزله- ☐ ترک عمودی ناشی از نشست- ☐ سایر موارد . . .) ☑خیر	
۳۸- آیا جان‌پناه‌ها بطور مناسب مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۵- اجزای غیر سازه‌ای	
۵-۱- قطعات الحاقی بیرونی ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد	
۳۹-آیا در خارج از ساختمان قطعات الحاقی وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب به سازه- ☐ مهار نامناسب به سازه) ☐ خیر	
۴۰-آیا در صورت سقوط قطعات الحاقی، افراد صدمه می‌بینند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۴۱-آیا قطعات الحاقی خاص با جنبه فقط معماری در نمای ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ پایداری لرزه‌ای مناسب- ☐ ناپایدار لرزه‌ای) ☐ خیر	
۴۲- نرده‌ها و سایر ملحقات موجود در نما به‌طور مناسب به سازه متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد	
۴۳-آیا پله‌ی فرار در ساختمان وجود دارد؟ ☐ وجود دارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم نیست	
۴۴-آیا قطعات سنگین در لبه‌ی بام یا تراس‌ها و طره‌های بیرونی ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐مهار مناسب-☐مهار نامناسب- ☐بدون مهار)☐ خیر	
۵-۲- آویزها و قطعات درون ساختمان ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۴۵-آویزهای سنگین در ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب - ☐ مهارنامناسب) ☑ خیر	
۴۶-قطعاتی که به دیوارها متصل هستند، به خوبی مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☑ خیر	
۴۷-خطر واژگونی و یا لغزش تجهیزات و آسیب به سازه و افراد را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ بدون خطر	
۴۸-آیا قفسه‌ها، کمدها و سایر لوازم و تجهیزات به‌طور مناسب به کف و دیوار و سازه مهار شده‌اند؟☐ بله (☐مهار مناسب- ☐مهارنامناسب) ☑ خیر	
۵-۳- تاسیسات مکانیکی ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۳۹-آیا فاصله‌ی مهار کانال‌ها مناسب است؟ ☑ بله ☐ خیر	
۴۰-آیا لوله‌ها در محل تکیه‌گاه‌ها دارای اتصالات مناسب هستند؟ ☐ بله ☑ خیر	
۴۱-لوله‌ها و کانال‌ها در محل عبور از دیوار و یا درز انقطاع، به‌طور صحیحی اجرا شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد	
۵-٤- شیشه‌ها ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۴۲-آیا قاب شیشه‌ها در برابر زلزله از پایداری مناسبی برخوردار هستند؟ ☐ بله ☑ خیر	
۴۳-آیا نحوه‌ی قرارگیری شیشه‌ها در قاب به گونه‌ای است که تغییرشکل سازه باعث شکستن شیشه می‌شود؟ ☑ بله ☐ خیر	
۴۴-آیا خطر برخورد قطعات غیرسازه‌ای که در مجاورت سطوح شیشه‌خور قرار دارند، وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص	
۵-۵- نما ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۴۵-آیا ترک و یا رگه‌های شکست در نما مشاهده می‌شود؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۴۶-احتمال سقوط مصالح نما را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ بدون خطر ☐ نامشخص	
۴۷-آیا در نماسازی با سنگ پلاک، سنگ‌ها به طور مناسب مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد	
۵-٦- سقف کاذب ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد	
۴۸-آیا سقف کاذب دارای مهار مناسب به سقف سازه‌ای است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۴۹-آیا سقف کاذب با مصالح سبک اجرا شده است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۰-آیا فاصله‌ی مناسب بین سقف کاذب با دیوارها و ستون‌ها رعایت شده است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۱-اجزای سقف کاذب در تمام جهات به طور مناسب، به شبکه‌ی سقف کاذب متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵۲-سیستم روشنایی به‌طرز مناسبی به سقف متصل شده است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۵-۷- ملاحظات ایمنی	
۵۳-نحوه‌ی دسترسی به ساختمان به منظور امدادرسانی مناسب است؟ ☑ بله ☐ خیر	
۵۴-احتمال بروز آتش‌سوزی در هنگام وقوع زلزله را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ نامشخص	

٤-٣- جمع‌آوری و بررسی مدارک فنی و نقشه‌های موجود

هیچ‌گونه مدارکی از اطلاعات ساختمان مورد بررسی در دسترس نمی‌باشد. بنابراین تمامی‌اطلاعات مورد نیاز به شرح زیر (کـه در بند ۱-۴ به آن اشاره شده است) بایستی جمع‌آوری و تکمیل شوند:

۱- نقشه‌های معماری (شامل تقسیم‌بندی فضاها، محل داکت‌ها و بازشوها در دیوار و سقف و کدهای ارتفاعی طبقات)؛

۲- نقشه‌های دیوارهای باربر و غیر باربر به همراه ضخامت و جزییات اجرایی آن‌ها؛

۳- نقشه‌ی کلاف‌بندی و سیستم ثانویه در صورت وجود به همراه جزییات مربوط؛

۴- جزییات سقف؛

۵- جزییات اتصال سقف به دیوارهای باربر؛

۶- جزییات اتصال تیغه‌ها به سقف؛

۷- جزییات اتصال دیوارهای باربر به یکدیگر و به تیغه‌ها؛

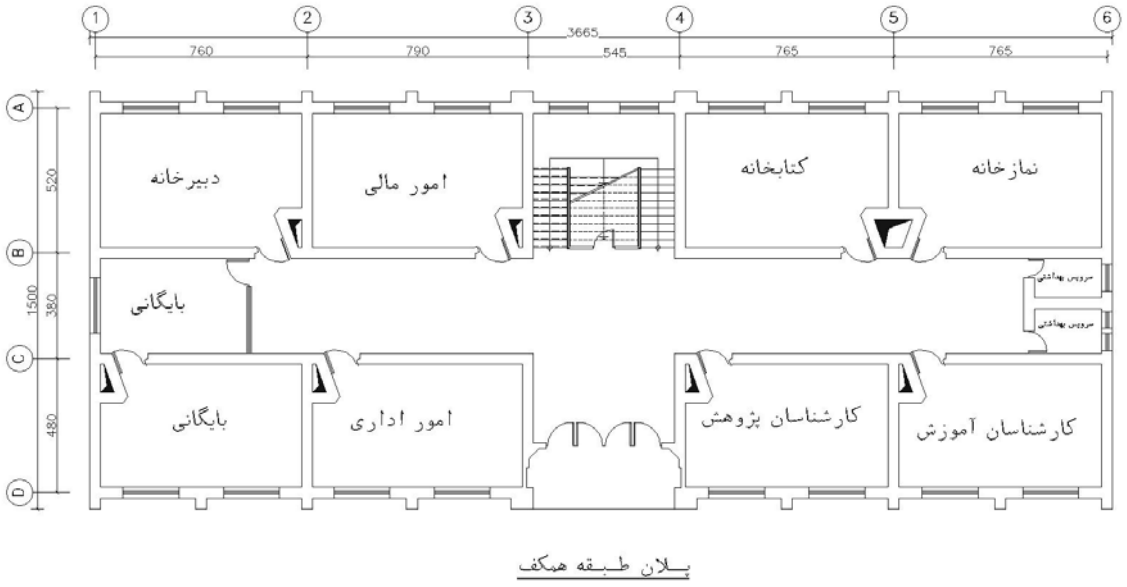
۸- جزییات اجرایی نما و اتصالات آن به سازه‌ی اصلی؛

۹- نقشه‌ی پی ساختمان و جزییات آن؛

۱۰- اطلاعات در خصوص نوع و مقاومت ملات مصرفی.

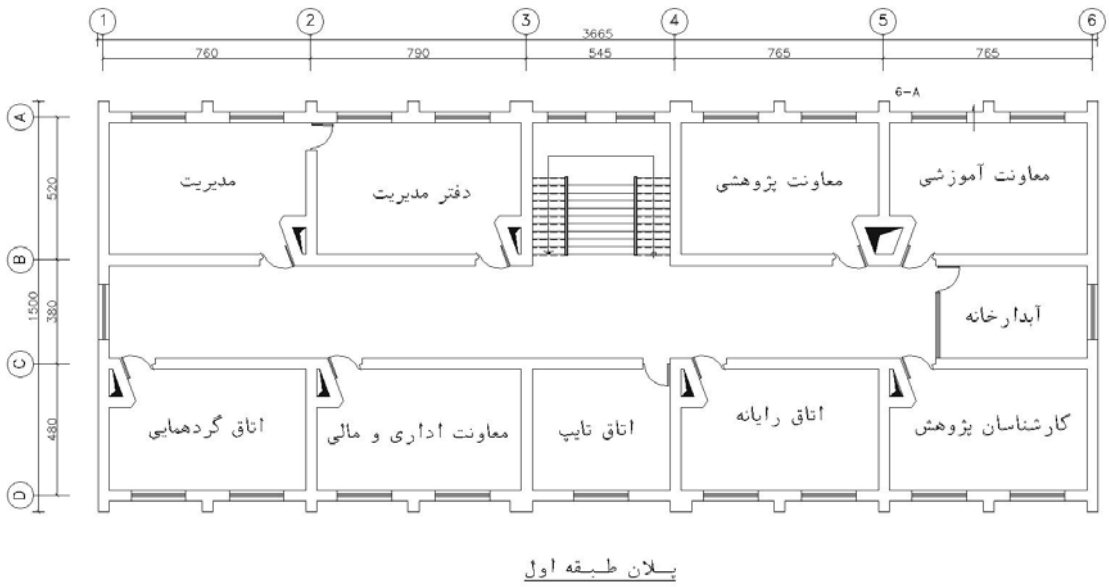
٤-٤- برداشت نقشه‌های معماری

نقشه‌های معماری ساختمان مورد بررسی برداشت شده است و در شکل‌های (۴-۱) و (۴-۲) مشاهده می‌شود.



پـلان طـبـقه همکف

شکل (٤-١): پلان طبقه همکف



شکل (٤-٢): پلان طبقه اول

٤-٥- برداشت اطلاعات سازه‌ای

با توجه به نبود نقشه‌های سازه‌ای، مرحله اول در برداشت اطلاعات سازه‌ای تهیه‌ی برنامه‌ی سونداژ و شناسایی ساختمان است. با توجه به عدم تعریف مناسب از برنامه‌ی شناسایی ساختمان‌های بنایی در فصل ۷ دستورالعمل ارایه برنامه سونداژ به قضاوت مهندسی بستگی دارد. در این رابطه بایستی از شباهت‌های موجود در پلان برای نقاط مختلف و یا تقارن احتمالی پلان برای نتیجه‌گیری مناسب و رسم نقشه سازه‌ای با حداقل سونداژ ممکن بهره جست. نحوه‌ی ارایه‌ی برنامه‌ی سونداژ و برداشت اطلاعات در بخش (۳-۵) برای مثال شماره یک ذکر شده است. در این مثال جهت اختصار از ذکر جزییات عملیات سونداژ خودداری می‌گردد. اما به‌طور خلاصه می‌توان گفت نتایج سونداژهای به عمل آمده نشان‌دهنده‌ی وجود کلاف‌های افقی و قائم در ساختمان است و به نظر می‌رسد دیوارهای باربر سیستم سازه‌ای مناسبی را تشکیل داده‌اند.

مشابه آن‌چه در بخش (۳-۴) گفته شد آزمایش برش ملات در ساختمان انجام گرفته و مقاومت به دست آمده از آزمایش گفته شده برابر با ۳/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است. مقاومت فشاری آجر دیوارها نیز برابر با ۱۶۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع برآورد می‌شود.

٤-٦- ارزیابی ساختمان

پس از برداشت اطلاعات حاصل از سونداژ به شرح فوق می‌توان با روش‌های مشروح در فصل دوم به ارزیابی وضعیت موجود ساختمان اقدام نمود.

همان‌طور که در فصل مذکور اشاره شد، ارزیابی لرزه‌ای یک ساختمان بنایی در دو مرحله به شرح زیر انجام می‌گیرد:

۱- مشخص‌نمودن نوع ساختمان بنایی؛

۲- مشخص‌نمودن نواقص ساختمان.

نوع ساختمان موردنظر با توجه به نتایج سونداژها، مصالح بنایی کلاف‌دار می‌باشد. روند مشخص‌نمودن نواقص ساختمان در ادامه ذکر می‌شود.

٤-٦-١- کنترل کیفیت مصالح بنایی

بر اساس کنترل‌های انجام گرفته در جدول (۴-۱) کیفیت مصالح بنایی ساختمان مشکلی ندارد.

جدول (٤-١): کنترل نواقص مربوط به مصالح ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
کیفیت نامطلوب واحدهای بنایی	واحدهای بنایی سالم نبوده و دارای شکستگی یا ترک‌خوردگی هستند.	واحدهای بنایی سالم بوده و شکستگی یا ترک‌خوردگی ندارند.	نقص ندارد.
نداشتن شرایط حداقل کیفیت ملات	مقاومت برشی ملات دیوار باربر بر اساس بند ۱-۶-۱ راهنما و بند ۷-۶-۱-۱-۲ دستورالعمل کم‌تر از ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد.	مقاومت به دست آمده از نتایج آزمایش برش ملات برابر با ۳/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد.	نقص ندارد.

٤-٦-٢- ارزیابی سیستم سازه‌ای ساختمان

بر اساس کنترل‌های انجام گرفته در جدول (۴-۲) سیستم سازه‌ای ساختمان نقصی ندارد. جهت کنترل مقاومت برشی ساختمان لازم است ابتدا مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی (x) و عرضی (y) محاسبه شود. جدول ۳ مقدار سطح مقطع دیوارها را نشان می‌دهد. کنترل مجموع سطح دیوارها در دستورالعمل باید با ۷۵ درصد مقادیر جدول ۹ استاندارد ۲۸۰۰ انجام گیرد. با توجه به اینکه مقادیر دیوار نسبی طبقات ۷۵ درصد مقادیر مندرج در جدول شماره‌ی ۹ استاندارد ۲۸۰۰ ایران را برآورده می‌کند جهت اطمینان از کافی‌بودن سطح مقطع دیوارها، لازم است مقدار سطح مقطع دیوارها با مقادیر رابطه‌ی (۷-۴) دستورالعمل نیز کنترل شود.

با توجه به جزییات سقف به دست آمده از سونداژ بار مرده‌ی واحد سطح سقف برابر با ۶۵۰ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد. با احتساب وزن واحد سطح ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و ارتفاع کف تا سقف برابر ۳ متر و با توجه به مساحت دیوارها از جدول ۳ وزن طبقات و وزن کل ساختمان به شرح زیر محاسبه می‌شود.

$$W_1 = 650 \times 550 + 800 \times 1.5 \times 65 + 800 \times 1.5 \times 67.8 = 516861\,\text{kg}$$
$$W_2 = 650 \times 550 + 800 \times 1.5 \times 67.8 = 438860\,\text{kg}$$
$$W = W_1 + W_2 = 955721 \quad \text{kg}$$

مقدار برش پایه از رابطه‌ی (۷-۲) دستورالعمل محاسبه می‌شود:

$$A = 0.35$$
$$I = 1$$
$$V = 0.33 \times A \times I \times W = 0.33 \times 0.35 \times 1 \times 955721 = 110386 \quad \text{kg}$$

نیروی برش هر طبقه به شرح زیر محاسبه می‌گردد:

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} V$$

$$F_1 = \frac{516816 \times 3.2}{516816 \times 3.2 + 438860 \times 6.6} \times 110386 = 40120\,\text{kg}$$

$$F_2 = \frac{438860 \times 6.6}{516816 \times 3.2 + 438860 \times 6.6} \times 110386 = 70266\,\text{kg}$$

$$V_1 = F_1 + F_2 = 110386\,\text{kg}$$

$$V_2 = 40120\,\text{kg}$$

با توجه به اینکه وزن واحد سطح دیوار ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد، تنش قائم در پای هر دیوار ناشی از وزن دیوار برابر با ۰/۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع خواهد بود بنابر این تنش برشی مجاز دیوار از رابطه (۷-۵) دستورالعمل برابر است با:

$$v_a = 0.1\,v_t + 0.15\,\sigma_c = 0.1 \times 3.3 + 0.15 \times 0.6 = 0.42\ {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

و مقدار سطح مقطع دیوار لازم از رابطه ۴-۷ برابر است با:

$$A_i = \frac{V_i}{v_a}$$

$$A_1 = \frac{110386}{0.42} = 262823\,\text{cm}^2 = 26.3\,\text{m}^2$$

$$A_2 = \frac{70266}{0.42} = 167300\,\text{cm}^2 = 16.7\,\text{m}^2$$

با توجه به مقادیر سطح دیوار محاسبه شده در جدول (۴-۳) معلوم می‌شود که مقادیر سطح دیوارها در هر دو طبقه و در هر دو جهت از مقادیر لازم بیش‌تر است.

جدول (٤-٢): کنترل نواقص مربوط به سیستم سازه‌ای ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
کامل نبودن مسیر بار	یک سیستم مقاوم در برابر بار جانبی که بتواند بار ناشی از زلزله را از طبقات به پی منتقل کند بین پی و دیافراگم‌های طبقات وجود ندارد.	دیوارهای باربر غیر مسلح در هر دو جهت توانایی انتقال بار از طبقات به پی را دارند. در هر دو راستا دیوارهای باربر روی هم قرار داشته و مسیرهای بار کامل است.	نقص ندارد.
	مسیر بار کامل نبوده یا مقاومت کافی برای تحمل بارهای واردشده را ندارد.		
کافی نبودن مقاومت برشی ساختمان	مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان از ۷۵ درصد مقادیر مندرج در جدول شماره‌ی ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ایران کم‌تر است.	مطابق جدول (۴-۳) مقدار دیوار نسبی از حداقل تجویز شده توسط دستورالعمل بیش‌تر است. مجموع مساحت دیوارها از مقدار A_i نیز بیش‌تر است. با توجه به تقارن موجود در دیوارها در هر دو جهت افزایش تنش برشی موجود ناشی از پیچش نیز منتفی است.	نقص ندارد.
	مجموع سطح مقطع دیوارها در هر طبقه و در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان از مقدار A_i رابطه‌ی (۷-۴) دستورالعمل کم‌تر است.		
	تنش برشی دورترین دیوار از مرکز سختی طبقه با احتساب پیچش، بیش‌تر از V_a (رابطه ۷-۵ دستورالعمل) است.		

ادامه‌ی جدول (٤-٢): کنترل نواقص مربوط به سیستم سازه‌ای ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
عدم انسجام ساختمان و نداشتن سیستم ثانویه‌ی کمکی	ساختمان فاقد کلاف‌بندی افقی و قائم به عنوان یک سیستم ثانویه کمکی، طبق ضوابط مندرج در بند ۳-۹ استاندارد ۲۸۰۰ است.	با توجه به نتایج سونداژ انجام شده کلاف‌بندی افقی و قائم در ساختمان وجود دارد.	نقص ندارد.
نامنظمی در پلان	فاصله‌ی بین مرکز سختی و مرکز جرم هر طبقه در امتداد هر یک از دو محور اصلی بیش از ۲۰ درصد بعد ساختمان در آن محور می‌باشد. پلان ساختمان نسبت به هر یک از دو محور اصلی به طور کلی نامتقارن است. ابعاد پیش‌آمدگی در پلان ساختمان از مقادیر مندرج در بند ۳-۳ استاندارد ۲۸۰۰ ایران تجاوز می‌نماید.	اعضای باربر جانبی ساختمان در هر دو جهت متقارنند با توجه به تقارن هندسه موجود در ساختمان می‌توان گفت مرکز سختی و جرم تقریبا برهم منطبق می‌باشند.	نقص ندارد.
نامنظمی در ارتفاع	ساختمان دارای طبقه‌ی ضعیف یعنی طبق‌های که مقاومت برشی آن از ۸۰ درصد مقاومت برشی طبقه‌ی فوقانی کم‌تر است، می‌باشد. ساختمان در امتداد قائم ناپیوسته است، یعنی دیوارهای باربر آن تا زمین امتداد نیافته و در تراز بالاتر قطع گشته‌اند. ساختمان دارای بی‌نظمی در هندسه است یعنی بعد افقی یک طبقه ۳۰ درصد بیش‌تر از بعد افقی طبقات مجاور می‌باشد. ساختمان دارای بی‌نظمی در جرم است، یعنی جرم موثر یک طبقه ۵۰ درصد بیش‌تر از جرم موثر طبقات مجاور آن می‌باشد.	سیستم باربر جانبی در هر دو طبقه تقریبا یکسان است. ناپیوستگی عمودی نیز در سیستم باربر وجود ندارد. هندسه ساختمان منظم است و بی نظمی‌در جرم نیز وجود ندارد.	نقص ندارد.
نامناسب بودن پی	در صورتی‌که پی دیوارهای باربر از بتن غیرمسلح و یا شفته و لاشه سنگ ساخته شده باشد، عمق و عرض پی از دوبرابر ضخامت دیوار کم‌تر است. پی به‌صورت یک شبکه‌ی پیوسته در زیر دیوارهای باربر قرار ندارد.	سونداژهای انجام شده وجود پی کامل در زیر تمامی‌دیوارهای مورد بررسی را تایید می‌کنند.	نقص ندارد.
ضربات متقابل ساختمان مجاور	ساختمان مجاوری با ارتفاع کم‌تر از نصف یا بیش‌تر از دو برابر ساختمان مورد بررسی در کنار آن قرار دارد. ساختمان مجاوری که تراز طبقاتش با ساختمان مورد بررسی مطابقت نمی‌نماید در کنار آن قرار دارد.	ساختمان مجاور وجود ندارد.	نقص ندارد.

جدول (٤-٣): محاسبه‌ی دیوار نسبی در طبقات

طبقه	جهت	مساحت دیوار	مساحت طبقه	دیوار نسبی	حداقل بر اساس جدول ۹ استاندارد ۲۸۰۰	حداقل بر اساس دستورالعمل
همکف	x	۳۳	۵۵۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴۵
همکف	y	۳۲	۵۵۰	۰/۰۵۸	۰/۰۶	۰/۰۴۵
اول	x	۳۵/۸	۵۵۰	۰/۰۶۵	۰/۰۴	۰/۰۳
اول	y	۳۲	۵۵۰	۰/۰۵۸	۰/۰۴	۰/۰۳

٤-٦-٣- ارزیابی دیوارهای باربر

کنترل دیوارهای باربر در جدول (۴-۴) انجام گرفته است.

جهت کنترل تنش خمشی ناشی از لنگر خارج صفحه دیوار بر اساس رابطه ۷-۶ دستورالعمل یک متر از دیوار ۳۵ سانتی به ارتفاع ۳ متر کنترل می‌شود.

برای ساختمان اداری در تبریز ضریب لرزه‌خیزی و ضریب اهمیت ساختمان به ترتیب عبارتند از:

$A = 0.35$

$I = 1$

با فرض وزن واحد سطح ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مربع وزن واحد طول دیوار برابر است با:

$$W_p = 3 \times 1 \times 850 = 2400 \quad kg$$

و نیروی زلزله‌ی خارج از صفحه‌ی دیوار برابر است با:

$$F_p = 0.7AIW_p = 0.7 \times 0.35 \times 1 \times 2550 = 588\,kg$$

اساس مقطع یک متر از دیوار برای خمش دور محور ضعیف و تنش ناشی از خمش به ترتیب عبارتند از:

$$S = \frac{100 \times 35^2}{6} = 20416 \quad cm^3$$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{588 \times 150}{20416} = 4.32 \quad {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

همانطور که در بند (۴-۵) گفته شد، مقاومت فشاری آجر دیوارها برابر با ۱۲۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع برآورد می شود.

$$f'_{cb} = 160 \quad {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

طبق آیین‌نامه ۵۱۹ تنش مجاز فشاری دیوار برابر است با:

$$f_{cb} = mf'_{cb}$$

مقدار m برای ملات ماسه سیمان از آیین‌نامه ۵۱۹ برابر با ۰/۱۰۶ است بنابر این داریم:

$$f_{cb} = 0.106 \times 160 = 16.96 \quad {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

مطابق دستورالعمل مقاومت کششی دیوار از تبصره‌ی ۱ بند ۲-۸ استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می‌شود. با توجه به استاندارد ۲۸۰۰ تنش مجاز کششی ۱۵ درصد مقاومت فشاری محاسبه شده در فوق است بنابراین تنش کششی مجاز برابر است با:

$$f_{tb} = 0.15 \times 16.96 = 2.54 \quad {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

بنابراین تنش موجود کششی از تنش مجاز بیش‌تر بوده و دیوار مقاومت خارج از صفحه موردنظر را ندارد.

جدول (٤-٤): کنترل نواقص مربوط به دیوارهای باربر ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
اجرای نامناسب واحدهای بنایی دیوارهای باربر	دیوارهایی که با آجر یا بلوک سیمانی ساخته شده‌اند، طوری چیده شده‌اند که همپوشانی افقی مناسبی بین واحدهای بنایی برقرار نبوده یا درزهای قائم روی هم قرار می‌گیرند. سطحی از مقطع دیوار که شامل واحدهای بنایی متصل‌کننده‌ی رج داخلی و خارجی دیوار می‌باشد کم‌تر از ۱۰ درصد کل سطح مقطع دیوار می‌باشد و یا فاصله‌ی این واحدها از ۶۰ سانتی‌متر بیش‌تر است. عرض ترک‌های مورب احتمالی ناشی از نشست ناهمگون دیوار، بیش از ۳ میلی‌متر است. دیوار دارای شکم‌دادگی یا کج‌شدگی است.	در سوندژها و بررسی‌های انجام گرفته هیچ‌کدام از مشکلات مشروح در این بخش گزارش نشده است.	نقص ندارد.
اجرای نامناسب درزهای قائم بین واحدهای بنایی	درزهای قائم بین واحدهای بنایی کاملا با ملات پر نشده است.	درزهای قائم به خوبی با ملات پرشده‌اند.	نقص ندارد.
ناپایداری و نبود مقاومت خارج از صفحه دیوار	نسبت ارتفاع به ضخامت h/t دیوار از ۱۰ تجاوز می‌کند. تنش خمشی ایجاد شده ناشی از لنگر خمشی خارج از صفحه‌ی دیوار که تحت اثر نیروی عمود بر دیوار طبق رابطه‌ی ۷-۶ دستورالعمل به دست می‌آید، بیش از مقاومت کششی دیوار (که مطابق دستورالعمل از تبصره‌ی ۱ بند ۲-۸ استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می‌شود) می‌باشد. طبق بند مذکور می‌توان مقاومت کششی مجاز ملات را حداکثر تا ۱۵ درصد مقاومت فشاری آن‌ها مندرج در آیین‌نامه‌ی ۵۱۹ ایران منظور نمود.	ارتفاع طبقات ۳ متر است با توجه به ضخامت ۳۵ سانتی دیوارها، نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار ۸/۵ است که از ۱۰ کم‌تر است. با توجه به محاسبات انجام گرفته دیوار فاقد مقاومت لازم در تحمل تنش خمشی ناشی از لنگر خمشی خارج از صفحه است.	نقص دارد.
ارتفاع زیاد دیوار	ارتفاع آزاد دیوار مصالح بنایی از ۴ متر بیش‌تر است.	ارتفاع آزاد هیچ‌کدام از دیوارها از ۴ متر بیش‌تر نیست.	نقص ندارد.
طول زیاد دیوار	طول آزاد دیوار مصالح بنایی از ۵ متر بیش‌تر است.	طول آزاد اکثر دیوارها در جهت x از ۵ متر بیش‌تر است.	نقص دارد.
نبود تراکم در دیوار	مجموع سطح بازشوها در هر دیوار از یک سوم سطح آن دیوار بیش‌تر است. مجموع طول بازشوها در هر دیوار باربر از نصف طول دیوار بیش‌تر است. فاصله‌ی افقی دو بازشو از دوسوم ارتفاع کوچک‌ترین بازشوی طرفین خود یا از یک ششم مجموع طول آن دو بازشو کم‌تر است. در طرفین بازشوهای با ابعاد بزرگ‌تر از ۲/۵ متر کلاف‌های قائمی که به کلاف‌های افقی بالا و پایین آن طبقه متصلند، تعبیه نشده است و یا نعل درگاه بازشوهای مذکور در کلاف‌های قائم طرفین مهار نشده است.	در محورهای A و D هم سطح بازشوها از یک سوم دیوار بیش‌تر است و هم طول بازشوها از نصف طول دیوار بیش‌تر می‌باشد، اما نتایج سونداژ وجود کلاف قائم در طرفین بازشوها را نشان می‌دهد. بنابراین بازشوهای موجود مشکلی برای تراکم دیوار ایجاد نمی‌کنند.	نقص ندارد.

ادامه‌ی جدول (٤-٤): کنترل نواقص مربوط به دیوارهای باربر ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
فاصله‌ی کم بازشوها از انتهای دیوار	فاصله‌ی اولین بازشو در دیوار از بر خارجی ساختمان کم‌تر از دو سوم ارتفاع بازشو می‌باشد و در طرفین آن کلاف قائم قرار نگرفته است.	در طرفین تمام بازشوها کلاف قائم وجود دارد.	نقص ندارد.
انفصال در دیوار	در اجرای قسمت‌های مختلف یک دیوار باربر و یا گوشه‌ی دو دیوار متقاطع باربر از روش هشتگیر استفاده شده است.	نتایج سونداژها وجود کلاف قائم در گوشه‌ی دیوارها متقاطع را تایید می‌کند. بازرسی‌های انجام شده عبور لوله و دودکش با ضخامت بیش از یک ششم ضخامت دیوار (۵٫۸ سانت برای دیوار ۳۵ سانتی‌متری) را نشان نمی‌دهد.	نقص ندارد.
	قطر لوله و یا دودکشی که از درون دیوار عبور می‌نماید، بیش از یک ششم ضخامت دیوار است.		
نبود اتصال مناسب دال به دیوار	تیرهای باربر سقف بار خود را بطور مستقیم به بالای دیوار مصالح بنایی منتقل می‌کنند و برای این منظور از کلاف یا زیرسری چوبی، فلزی، بتنی و یا صفحه‌ی تکیه‌گاه استفاده نشده است.	نتایج سونداژها وجود کلاف افقی در زیر تیرهای سقف را تایید می‌کند.	نقص ندارد.
نبود مقاومت در برابر نیروی رانش سقف	در دهانه‌های خارجی ساختمان نسبت خیز (ارتفاع) سقف قوسی از نصف قاعده‌ی آن کم‌تر است و از کلاف چوبی، فلزی یا بتنی برای مهار سقف استفاده نشده است.	ساختمان فاقد سقف قوسی است.	نقص ندارد.

٤-٦-٤- ارزیابی دال‌ها

کنترل دال‌ها در جدول (۴-۵) انجام گرفته است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود به غیر از مهاربندی تیرآهن‌های سقف طاق‌ضربی هیچ نقص دیگری در دال‌ها وجود ندارد.

٤-٦-٥- ارزیابی اتصالات اعضای ساختمان

با توجه به موارد مذکور در جدول (۴-۶) ضعف اتصال بین دیوارهای باربر و دال و نیز ضعف اتصال بین تیغه‌ها و دیوار باربر وجود ندارد.

٤-٦-٦- ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای

باتوجه به ارزیابی انجام گرفته در جدول (۴-۷) تیغه‌های ساختمان مشکل دارند. البته با توجه به تعداد کم تیغه‌ها (اکثر دیوارها باربر هستند) در ساختمان این موضوع مشکل جدی برای ساختمان ایجاد نمی‌کند.

جدول (٤-٥): کنترل نواقص مربوط به دال‌های ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
وزن زیاد دال	ضخامت دال مصالح بنایی مسطح (چوبی یا طاق‌ضربی) و قوسی از حد متعارف بیش‌تر است.	سونداژهای انجام شده نشان‌دهنده‌ی سقف طاق‌ضربی با وزن معمول است.	نقص ندارد.
عدم انسجام سقف	ضوابط مندرج در بند ۳-۱۱-۳ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت نشده است.	فاصله‌ی بین تیر آهن‌ها در سقف طاق‌ضربی ۹۰ سانتی‌متر است که ضابطه ۳-۱۱-۳-۱-الف استاندارد ۲۸۰۰ را برآورده می‌کند. تیرها به طور مناسب روی کلاف‌های افقی قرار داده شده‌اند اما تیرآهن‌های سقف طاق‌ضربی به همدیگر مهار نشده‌اند. پاطاق آخرین دهانه سقف روی کلاف افقی قرار گرفته و مشکلی ندارد.	نقص دارد.
کوتاهی طول تکیه‌گاهی تیرهای سقف	طول تکیه‌گاهی تیرهای سقف طاق‌ضربی و یا سقف چوبی از ارتفاع تیر یا ۲۰ سانتی‌متر کم‌تر است.	طول تکیه‌گاهی تیرهای سقف طاق‌ضربی حدود ۲۵ سانتی‌متر است.	نقص ندارد.
وجود بازشوهای بزرگ در دال	مجموع سطوح بازشو از ۵۰ درصد سطح کل دیافراگم بیش‌تر است. طول بازشو در مجاورت دیوار باربر از یک چهارم طول دیوار کم‌تر نیست. طول بازشو در مجاورت دیوار باربر بیش‌تر از ۲ متر است.	تنها بازشوی موجود در دیافراگم بازشوی راه پله می‌باشد که سطح آن از ۵۰ درصد سطح کل دیافراگم کم‌تر است. اما طول آن از یک چهارم طول دیوار باربر مجاور کم‌تر نیست. البته وجود کلاف افقی در دیوار دو طرف راه‌پله در تراز مربوط مشکل انتقال بار به دال را حل کرده است.	نقص ندارد.
تغییرشکل زیاد دال	نسبت طول دهانه به عرض دیافراگم در سقف‌های انعطاف‌پذیر (چوبی، طاق‌ضربی، قطعات پیش‌ساخته‌ی بدون بتن رویه) بیش از ۳ است.	نسبت طول دهانه به عرض دیافراگم در کلیه‌ی سقف‌ها کم‌تر از ۳ است.	نقص ندارد.

جدول (٤-٦): کنترل نواقص مربوط به اتصالات اعضای ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
اتصال نامناسب دیوارهای متقاطع	واحدهای بنایی در دیوارهای باربر متقاطع در یک تراز چیده نشده و در یک سطح بالا آورده نشده‌اند. ضوابط بند ۳-۱۰-۳ استاندارد ۲۸۰۰ ایران اجرا نشده یا در اجرای دیوارهای متقاطع از کلاف‌های بتنی، فلزی و چوبی گوشه استفاده نشده است.	با توجه به نتایج سونداژ، دیوارهای باربر متقاطع در یک تراز چیده شده و در یک سطح بالا آمده است و در اجرای دیوارهای متقاطع از کلاف قائم استفاده شده است.	نقص ندارد.
ضعف اتصال بین دیوارهای باربر و دال	دیوارهای باربر مصالح بنایی در تراز طبقات مطابق بند ۳-۱۱-۲ استاندارد ۲۸۰۰ به دال متصل نشده‌اند. اتصال دیوار و دال نمی‌تواند نیروی عمود بر صفحه‌ی دیوار را که از رابطه‌ی ۷-۶ دستورالعمل محاسبه می‌شود تحمل نماید.	تیرآهن‌های سقف طاق‌ضربی به نحو مناسبی در داخل کلاف افقی روی دیوارها مهار شده‌اند. با توجه به مهارشدگی کامل تیرهای سقف در کلاف‌های افقی دیوار، انتقال بار ۶۲۷ کیلوگرم در واحد طول دیوار توسط اتصال دال و دیوار امکان پذیر است.	نقص ندارد.
ضعف اتصال تیغه و دیوار باربر	دیوار و تیغه‌ی متکی به طور همزمان و یا به صورت لاریز و یا به صورت هشتگیر چیده نشده و ضوابط مندرج در بند ۳-۷-۵ استاندارد ۲۸۰۰ نیز رعایت نشده است.	تیغه‌ها به صورت جدا از دیوارها اجرا شده‌اند ولی اجرای کلاف قائم در محل اتصال و نیز در لبه‌ی انتهایی تیغه‌های آزاد ضوابط بند ۳-۷-۵ را برآورده سازد.	نقص ندارد.

جدول (٤-٧): کنترل نواقص مربوط به اجزای غیرسازه‌ای ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
ضعف دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها	دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها باید ضوابط مندرج در بند ۳-۷ استاندارد ۲۸۰۰ را دارا باشند.	تیغه‌ها اتصال مناسب به سقف طبقه ندارند.	نقص دارد.
ضعف نمای ساختمان	در صورتیکه ضوابط بند ۳-۱۲ استاندارد ۲۸۰۰ ایران در مورد نماسازی رعایت نگردیده باشد، نمای ساختمان آسیب‌پذیر است.	اجرای آجر نما همزمان با دیوار انجام گرفته است.	نقص ندارد.
ضعف جان‌پناه	نسبت ارتفاع به ضخامت جان‌پناه برای مناطق با خطر نسبی زلزله‌ی کم و متوسط از ۲/۵ و برای مناطق با خطر نسبی زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد از ۱/۵ بیش‌تر است.	پشت بام فاقد جان پناه است.	نقص ندارد.
ضعف دودکش	در اجرای دودکش بایستی ضوابط مندرج در بند ۳-۸ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت شده باشد.	دودکش ندارد.	نقص ندارد.

٤-٦-٧- ارزیابی سیستم کلاف

همان‌طور که در بخش‌های قبل ذکر شد ساختمان دارای سیستم کلاف‌بندی منسجم می‌باشد. بنابراین لازم است این بند برای ساختمان به طور کامل کنترل شده و نتایج آن مشخص گردد. کنترل‌های مربوط به سیستم کلاف در جدول (۴-۸) آمده است. با توجه به نتایج این جدول سیستم کلاف‌بندی ساختمان دارای انسجام مناسبی است.

جدول (٤-٨): کنترل نواقص مربوط به سیستم کلاف ساختمان بنایی

عنوان نقص	شرایط لازم برای وجود نقص	وضعیت موجود	نتیجه ارزیابی
نبود کلاف افقی پی	در تراز پی از کلاف افقی استفاده نشده است و خود پی نیز به واسطه‌ی ناپیوستگی، قابلیت ایفای نقش کلاف افقی را ندارد.	سونداژهای انجام شده وجود پی زیر دیوار را تایید می‌کند. دیوارها با پی پیوستگی لازم را دارند.	نقص ندارد.
کیفیت نامناسب مصالح کلاف بتنی	در بررسی‌های عینی کلاف، تخلخل و یا نواقص دیگر در بتن مشاهده شده است. مقاومت فشاری بتن کم‌تر از ۱۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است.	نتایج آزمایشگاهی انجام شده بر روی پی و بتن کلاف مقاومت فشاری بتن را برابر ۲۰۲ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع معلوم کرده است.	نقص ندارد.
وضعیت نامناسب اتصالات اجزای کلاف	میلگردهای کلاف بتنی در اتصالات همپوشانی لازم را ندارند. اتصالات کلاف‌های فولادی مناسب نمی‌باشد.	آزمایش‌های ردیابی آرماتور وجود آرماتور در اتصالات کلاف‌ها را نشان می‌دهد.	نقص ندارد.
وجود انفصال در کلاف	کلاف افقی ویا قائم در هر تراز از ساختمان به واسطه‌ی وجود بازشو و یا نیم‌طبقه ادامه نیافته و به کلاف قائم یا افقی مجاور متصل نشده است. قطر انفصال ایجاد شده در اثر عبور لوله‌ی آب، فاضلاب و یا دودکش در کلاف افقی یا قائم بیش از یک هشتم عرض کلاف است.	قطع کلاف‌های افقی یا قائم در هیچ‌کدام از سونداژها مشاهده نشده است.	نقص ندارد.
ضعف اتصال دیوار و کلاف	بین دیوار و کلاف اتصال مناسبی وجود ندارد.	کلاف‌های قائم همزمان با دیوارها اجرا شده‌اند. کلاف‌های افقی نیز اتصال مناسبی دارند.	نقص ندارد.

٤-٧- نتیجه ارزیابی ساختمان

بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد ساختمان در وضعیت قابل قبولی قرار دارد و غیر از موارد زیر در سایر موارد نقصی ندارد.

- ناپایداری و نبود مقاومت خارج از صفحه دیوار؛
- طول زیاد دیوار؛
- عدم انسجام سقف؛
- ضعف دیوارهای غیرباربر و تیغه‌ها.

با توجه به وجود سیستم کلاف‌بندی در ساختمان این نواقص اهمیت چندانی ندارد و با یک طرح بهسازی کم هزینه بر طرف می‌شوند.

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور 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 حاضر 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 نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran

Applicable Instruction for Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

Masonry Buildings

No. 363-3

Office of Deputy for Strategic Monitoring
Bureau of Technical Execution Systems
http://tec.mporg.ir

2008

این نشریه

مشتمل بر ۲ فصل حاوی توضیحاتی مفید در مورد مراحل مختلف ارزیابی کمی ساختمان‌های بنایی از جمله، شناخت وضع موجود و ارزیابی ساختمان و ۲ فصل حاوی دو مثال کاربردی است که روند کنترل‌های مربوط به بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی موجود را مشخص می‌کنند.