جمهوری اسلامی ایران

دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه

نشریه شماره ۵۱۲

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره:** ۱۰۰/۱۱۵۰۵۳
	تاریخ: ۱۳۸۸/۱۲/۸

موضوع: دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای تأسیسات نیروگاه‌ها

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ٤۲۳۳۹/ت۳۳٤۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۱۲ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای تأسیسات نیروگاه‌ها» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

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

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.

ابراهیم عزیزی

654630

جمهوری اسلامی ایران

دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه

نشریه شماره ۵۱۲

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

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

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

سازمان مرکزی- تهران ۱۱۴۹۹۴۳۱۴۱- خیابان صفی علی شاه
http://tec.mporg.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

یکی از برنامه‌های مهم در دست اقدام دولت برای کاهش خطرپذیری کشور در برابر مخاطرات ناشی از زلزله، برنامه مطالعه و اجرای مقاوم‌سازی ساختمان‌های عمومی و دولتی مهم، تاسیسات زیربنایی و شریان‌های حیاتی کشور می‌باشد. در این برنامه، تدوین ضوابط و معیارهای فنی به عنوان یک امر زیربنایی ضرورت داشته است. در این راستا به منظور ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات صنعت برق بعنوان یکی از مهم‌ترین شریانهای حیاتی در کشور، تهیه دستورالعملی با همین عنوان در دستور کار قرار گرفت.

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تاسیسات شبکه برق بدلیل پیچیدگی‌های حاکم بر ساختار شبکه برق و پدیده زلزله و ضعف‌های اطلاعاتی از تاسیسات موجود قابل استاندارد شدن مگر در سطح کلیات و روش‌شناسی نیست. بنابراین دستورالعمل یا آیین‌نامه‌ای که در این محدوده تدوین می‌گردد تعیین کننده حداقل مقتضیات و ابزارهایی برای برای نیل به یک قضاوت یا تصمیم درست است.

مراجع اساسی دستورالعمل حاضر در تعیین هدف بهسازی و ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات، راهنماهای DOE/EH-0545 و MCEER-99-0008 و در محدوده ساختمان‌ها و سازه‌ها تا حد زیادی نشریه ۳۶۰ می‌باشد. بدیهی است که مراجعی چون راهنماهای گروه IEEE , ALA, FEMA که در متن دستورالعمل نیز به آنها اشاره رفته است، بسته به مورد بکار گرفته شده‌اند.

مطابق دستورالعمل حاضر ارزیابی آسیب‌پذیری تاسیسات نیروگاهها با دو رویکرد "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد.

ارزیابی اولیه شامل "بررسی اسناد و مدارک طراحی" و "روش امتیازدهی" و ارزیابی تفصیلی عمدتاً مبتنی بر "مدلسازی و تحلیل عددی سازه" و "استفاده از طیف آسیب‌پذیری" می‌باشد.

معاونت نظارت راهبردی از شرکت متن (مرکز توسعه فناوری نیرو) که تهیه کننده این دستورالعمل بوده و همچنین کارشناسان محترم دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور که در بررسی و اظهارنظر در مورد این دستورالعمل با دفتر همکاری نموده‌اند، تشکر می‌نماید.

کمیته راهبردي و نظارت (به ترتیب حروف الفبا):

رضا اسفندیاری‌صدق، دفتر نظام فنی اجرایی

بابک اسماعیل‌زاده حکیمی، شرکت متن

فرهاد بهنام فر، دانشگاه صنعتی اصفهان

امیرحسین خلوتی، شرکت متن

سلمان رضازاده، شرکت متن

محمد صافی، دانشگاه صنعت آب و برق

رضا کرمی محمدی، شرکت مشانیر

محمدعلی قناد، دانشگاه صنعتی شریف

ایلدار معتمدی، شرکت توانیر

حسن منصف، شرکت متن

کبری نصرتی، شرکت متن

در پایان از تلاش و جدیت مدیرکل محترم دفتر نظام فنی اجرایی سرکار خانم مهندس پورسید و مدیر دفتر آقای مهندس علی تبار، در هدایت امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید.

معاون نظارت راهبردي

زمستان۱۳۸۸

تعاریف

ارزیابی اولیه: استفاده از روش‌های کیفی و کمی که مطابق ضوابط و توصیه‌های این دستورالعمل در سرند سامانه‌های نیروگاه و تهیه فهرست اولیه سامانه‌های آسیب‌پذیر بکار می‌رود.

ارزیابی تفصیلی: استفاده از روش‌های کیفی و کمی که مطابق ضوابط این دستورالعمل در ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاه بکار گرفته می‌شود.

ایمنی بهره‌برداری: سالم ماندن تجهیزات، بروز وقفه محدود در عملکرد سامانه‌ها و بازگشت به مدار با وقفه‌ای قابل قبول پس از وقوع زلزله

ایمنی طرح: خرابی محدود در ساختمان‌ها بدون وقوع انهدام و آوار و ناپایداری پس از وقوع زلزله، بطوری که جراحات و صدمات جانی و تخریب تجهیزات به حداقل میزان ممکن برسد.

تاسیسات: مجموعه سازه‌های غیرساختمانی، ساختمان‌ها و تجهیزات نیروگاه.

روش امتیازدهی: راه‌کار مبتنی بر ارزیابی تخمینی از قابلیت اطمینان تجهیزات نیروگاه، و مقایسه آن با شاخص ایمنی هدف

سامانه: مجموعه‌ای از زیر سامانه‌ها، شامل سازه‌های غیرساختمانی، ساختمان و تجهیزات که وظیفه معینی را بر عهده دارند. System

ساختمان: مجموعه‌ای از سازه و اجزای معماری که جهت پوشش و محافظت از تجهیزات و کارکنان نیروگاه به کار می‌رود.

سازه غیرساختمانی: سازه‌ای که از مصالح ساختمانی (سازه‌ای) ساخته شده و به عنوان تکیه‌گاه تجهیزات، لوله‌ها، دودروها، سیمروها و کانال‌ها به کار می‌رود، مثل دودکش و برج خنک‌کن

شاخص ایمنی هدف: حداقل امتیاز قابل قبول تجهیزات در روش امتیازدهی

قابلیت اطمینان: احتمال عملکرد مناسب تاسیسات Reliability

نشریه ۲۵۱: فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود– معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

نشریه ۳۶۰: دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود – معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول – کلیـــات

۱-۱- هدف ۳
۱-۲- محدوده کاربرد ۳
۱-۳- مشخصات کاربران ۳
۱-۴- ساختار دستورالعمل ۳
۱-۵- روند استفاده از دستورالعمل ۴
۱-۵-۱- ارزیابی لرزه‌ای ساختمان ۴
۱-۵-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی ۴
۱-۵-۲-۱- ارزیابی اولیه ۴
۱-۵-۲-۲- ارزیابی تفصیلی ۴
۱-۵-۳- ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات ۵
۱-۵-۳-۱- ارزیابی اولیه ۵
۱-۵-۳-۲- ارزیابی تفصیلی ۵
۱-۶- سطوح عملکرد و ترازهای خطر لرزه‌ای ۷
۱-۶-۱- تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و تعیین اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه ۷
۱-۶-۲- سطوح عملکردی نیروگاه در مقابل زلزله ۸
۱-۶-۳- ترازهای خطر لرزه‌ای ۹
۱-۷- مراجع ۱۰

فصل دوم – روشهای ارزیابی لرزه‌ای نیروگاه‌ها

۲-۱- ملاحظات کلی ۱۳
۲-۲-جمع‌آوری اطلاعات ۱۳
۲-۲-۱- جمع‌آوری اسناد و مدارک طراحی و بهره‌برداری ۱۳
۲-۲-۲- بازرسی عینی و استخراج اشکالات مشهود و موثر ۱۴
۲-۲-۳- انجام آزمایشات مصالح و خاک و مطالعات تحلیل خطر ۱۴
۲-۳-ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های نیروگاه ۱۴
۲-۴-ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها ۱۵
۲-۴-۱-ارزیابی اولیه ۱۵

۲-۴-۱-۱- مرور مدارک طراحی ۱۵
۲-۴-۱-۲- کنترل مواردی که ارزیابی تفصیلی برای آنها لازم نیست ۱۵
۲-۴-۲-ارزیابی تفصیلی ۱۵
۲-۵-ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات نیروگاه‌ها ۱۶
۲-۵-۱-ارزیابی اولیه ۱۸
۲-۵-۱-۱- مرور مدارک طراحی ۱۸
۲-۵-۱-۲- روش امتیازدهی ۱۸
۲-۵-۱-۲-۱- انتخاب برگه امتیاز دهی تجهیزات ۲۰
۲-۵-۱-۲-۲- تعیین امتیاز پایه ۲۰
۲-۵-۱-۲-۳- تعیین پارامترهای اصلاح عملکرد (PMF) ۲۱
۲-۵-۱-۲-۴- تعیین امتیاز تجهیزات ۲۱
۲-۵-۱-۲-۵- مقایسه امتیاز تجهیزات با امتیاز ایمنی هدف و تعیین تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی ۲۱
۲-۵-۲- ارزیابی تفصیلی ۲۲
۲-۵-۲-۱- ارزیابی لرزه ای با استفاده از سرند ۲۴
۲-۵-۲-۲- ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات با استفاده از طیف آسیب پذیری لرزه‌ای ۲۴
۲-۵-۲-۲-۱- طیف آسیب پذیری لرزه‌ای تجهیزات ۲۴
۲-۵-۲-۲-۲- طیف نیاز لرزه‌ای ۲۵
۲-۵-۲-۲-۳- مقایسه طیف‌های نیاز و آسیب پذیری تجهیزات ۲۸
۲-۵-۳- ارزیابی لرزه ای با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه ۲۸
۲-۵-۳-۱- روش استاتیکی معادل ۳۰
۲-۵-۳-۲- روش طیفی ۳۳
۲-۵-۳-۳- روش تاریخچه زمانی ۳۳
۲-۵-۳-۴- مقایسه ظرفیت – نیاز لرزه‌ای تجهیزات ۳۳
۲-۶- ملاحظه اثر اندرکنش لرزه‌ای تجهیزات و تاسیسات ۳۳
۲-۶-۱- تعاریف ۳۳
۲-۶-۲- ارزیابی لرزه‌ای اجزای نیروگاه با توجه به اثر اندرکنش ۳۴
۲-۷- مراجع ۳۵

فصل سوم – ارزیابی مهار تجهیزات

۳-۱- ملاحظات کلی ۳۹
۳-۱-۱- محدوده کاربرد ۳۹
۳-۱-۲- مراحل ارزیابی ۳۹

۳-۲- بررسی وضعیت نصب مهار ۳۹
۳-۲-۱- کفایت وضعیت نصب مهار و ویژگی‌های آن ۳۹
۳-۲-۲- ابعاد و محل مهار ۴۰
۳-۲-۳- طول آزاد میل مهار ۴۰
۳-۲-۴- مسیر انتقال بار لرزه‌ای ۴۱
۳-۲-۵- اتصال تجهیزات به قطعات فولادی مدفون و بالشتک‌های بتنی ۴۳
۳-۳- تعیین ظرفیت مهار ۴۳
۳-۳-۱- مقدمه ۴۳
۳-۳-۲- ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهار ۴۳
۳-۳-۳- ظرفیت برشی مهار ۴۵
۳-۳-۴- انواع مهار و ظرفیت‌های اسمی محاسباتی آنها ۴۶
۳-۳-۴-۱- مهارهای انبساطی ۴۷
۳-۳-۴-۲- مهارها وگل میخ‌های درجا ۴۷
۳-۳-۴-۳- میل‌مهارهای قلاب‌دار درجا ۴۸
۳-۳-۴-۴- مهارهای چسبی ۴۹
۳-۳-۵- انواع مهارهای انبساطی ۵۱
۳-۳-۶- طول مهاری ۵۷
۳-۳-۶-۱- طول مهاری مهارهای انبساطی ۵۷
۳-۳-۶-۱-۱- مهارهای انبساطی پوسته‌ای ۵۹
۳-۳-۶-۱-۲- مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای ۵۹
۳-۳-۶-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا ۶۰
۳-۳-۶-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا ۶۱
۳-۳-۶-۴- مهارهای چسبی ۶۱
۳-۳-۷- فاصله مهارها ۶۱
۳-۳-۷-۱- مهارهای انبساطی ۶۲
۳-۳-۷-۲-گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا ۶۲
۳-۳-۷-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا ۶۴
۳-۳-۷-۴- مهارهای چسبی ۶۴
۳-۳-۸- فاصله از لبه ۶۴
۳-۳-۸-۱- مهارهای انبساطی ۶۴
۳-۳-۸-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا ۶۵

۳-۳-۸-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا ۶۶
۳-۳-۸-۴- مهارهای چسبی ۶۶
۳-۳-۹- مقاومت و شرایط بتن ۶۶
۳-۳-۹-۱- مهارهای انبساطی ۶۶
۳-۳-۹-۲- گل میخ‌ها و مهارهای درجا ۶۷
۳-۳-۹-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا ۶۷
۳-۳-۹-۴- مهارهای چسبی ۶۷
۳-۳-۱۰- اندازه و محل ترک در بتن ۶۸
۳-۳-۱۰-۱- مهارهای انبساطی ۶۸
۳-۳-۱۰-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا ۶۹
۳-۳-۱۰-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا ۶۹
۳-۳-۱۰-۴- مهارهای چسبی ۷۰
۳-۳-۱۱- ارزیابی مهار کابینت‌های حاوی رله‌های ضروری ۷۰
۳-۳-۱۲- کنترل سفتی و روش بازبینی گذرا در مهارهای انبساطی ۷۰
۳-۳-۱۲-۱- کنترل سفتی در مهارهای انبساطی ۷۰
۳-۳-۱۲-۲- روش بازبینی گذرای مهارهای انبساطی ۷۳
۳-۳-۱۳- انواع دیگر مهارها ۷۳
۳-۳-۱۳-۱- جوش‌های اتصال قطعات فولادی مدفون و یا قطعات فولادی روکار ۷۳
۳-۳-۱۳-۲- مهارهای سربی ۷۴
۳-۴- تعیین نیاز لرزه‌ای مهار ۷۷
۳-۴-۱- مشخصات تجهیزات ۷۷
۳-۴-۲- نیروهای لرزه‌ای وارد بر مهارها ۷۸
۳-۵- مقایسه نیاز و ظرفیت لرزه‌ای ۷۸
۳-۵-۱- مهارهای انبساطی ۷۸
۳-۵-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا ۷۸
۳-۵-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا ۷۹
۳-۵-۴- مهارهای چسبی ۷۹
۳-۵-۵- جوش اتصال قطعات فولادی مدفون و قطعات فولادی روکار ۷۹
۳-۶- مراجع ۸۰

فصل چهارم – ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها با استفاده از روش تحلیلی

۴-۱- ملاحظات کلی ۸۳

۴-۱-۱- محدوده کاربرد ۸۳
۴-۲- ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها ۸۳
۴-۲-۱- روش سرند بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت ۸۵
۴-۲-۲- روش ارتجاعی ۸۶
۴-۲-۲-۱- تعیین نیاز لرزه‌ای (S_{AD}) ۸۶
۴-۲-۲-۲- تخمین فرکانس پایه طبیعی ارتعاش دیوار ۸۷
۴-۲-۲-۲-۱- ضریب تعدیل رفتار اورتوتروپیک (α_T) ۸۷
۴-۲-۲-۲-۲-ملاحظات ویژه ۸۹
۴-۲-۲-۳- تعیین ظرفیت لرزه‌ای (S_{AP}) دیوار غیرمسلح بنایی ۹۳
۴-۲-۲-۴- معیار پذیرش ۹۶
۴-۲-۳- روش عملکرد قوسی ۹۶
۴-۲-۳-۱- نکات و فرضیات مورد استفاده ۹۷
۴-۲-۳-۲- ظرفیت شتاب طیفی (S_{AP}) ۹۷
۴-۲-۳-۲-۱- تغییر مکان قائم تیر ۹۸
۴-۲-۳-۲-۲- تغییر مکان خارج از صفحه دیوار در ظرفیت نهایی ۹۹
۴-۲-۳-۲-۳- تعیین ضریب انعطاف‌پذیری نسبی المان مرزی ۹۹
۴-۲-۳-۳- شتاب طیفی نیاز (S_{AD}) ۱۰۰
۴-۲-۳-۴- معیار پذیرش ۱۰۱
۴-۲-۴- روش انرژی ذخیره ۱۰۱
۴-۲-۴-۱- نکات و فرضیات مورد استفاده ۱۰۱
۴-۲-۴-۲- ظرفیت شتاب طیفی (S_{AP}) ۱۰۲
۴-۲-۴-۳- شتاب طیفی نیاز (S_{AD}) ۱۰۲
۴-۲-۴-۴- معیار پذیرش ۱۰۲
۴-۳- مراجع ۱۰۳

فصل پنجم – ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای مخازن روی زمین با استفاده از روش تحلیلی

۵-۱- ملاحظات کلی ۱۰۷
۵-۱-۱- محدوده کاربرد ۱۰۷
۵-۱-۲- مخازن قائم ۱۰۷
۵-۱-۲-۱-فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده ۱۰۷
۵-۱-۲-۲- نیاز لرزه‌ای مخازن قائم ۱۰۹

۵-۱-۲-۲-۱- تعیین نیاز لنگر واژگونی (M) ۱۰۹
۵-۱-۲-۲-۲- تعیین برش پایه نیاز وارد بر مخازن قائم (Q) ۱۱۱
۵-۱-۲-۲-۳- تعیین فرکانس مودی سیال– سازه برای مخازن قائم..... ۱۱۲
۵-۱-۲-۲-۴- تعیین شتاب طیفی (Sa_f) متناظر با فرکانس مودی سیال- سازه..... ۱۱۷
۵-۱-۲-۲-۵- تعیین ارتفاع موج نوسانی..... ۱۱۷
۵-۱-۲-۳- ظرفیت لرزه‌ای مخازن قائم..... ۱۱۸
۵-۱-۲-۳-۱- تعیین ظرفیت لنگر واژگونی ۱۱۸
۵-۱-۲-۳-۲- ظرفیت کمانشی پوسته مخزن ۱۲۳
۵-۱-۲-۳-۳- تعیین ظرفیت برشی مخزن..... ۱۲۸
۵-۱-۲-۳-۴- تعیین ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال (hf) ۱۲۸
۵-۱-۲-۴- معیارهای پذیرش..... ۱۲۹
۵-۱-۳- مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی..... ۱۲۹
۵-۱-۳-۱- فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده..... ۱۳۱
۵-۱-۳-۲- نیاز لرزه‌ای مخازن افقی..... ۱۳۲
۵-۱-۳-۲-۱- شتاب نیاز مخازن افقی..... ۱۳۲
۵-۱-۳-۲-۲- تنش‌های نیاز تکیه‌گاه زینی ۱۳۵
۵-۱-۳-۳- ظرفیت لرزه‌ای مخازن افقی..... ۱۳۵
۵-۱-۳-۳-۱- شتاب ظرفیت مهار مخزن..... ۱۳۵
۵-۱-۳-۳-۲- ظرفیت تکیه‌گاه زینی ۱۳۷
۵-۱-۳-۳-۳- معیارهای پذیرش..... ۱۳۷
۵-۲- مراجع ۱۳۸

فصل ششم – ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های لوله‌کشی با استفاده از روش سرند

۶-۱- ملاحظات کلی..... ۱۴۱
۶-۱-۱- محدوده کاربرد..... ۱۴۱
۶-۲- مراحل سرند..... ۱۴۲
۶-۲-۱- سرند ۱ : کیفیت ساخت..... ۱۴۳
۶-۲-۲- سرند ۲: تخریب داخلی..... ۱۴۴
۶-۲-۲-۱- سابقه عملکرد و نگهداری ۱۴۴
۶-۲-۲-۲- نواحی مستعد تخریب..... ۱۴۴
۶-۲-۲-۳- ارزیابی متالورژیکی ۱۴۸
۶-۲-۳- سرند ۳: خوردگی خارجی..... ۱۴۷

۶-۲-۳-۱- خوردگی جوی ۱۴۷
۶-۲-۳-۲- خوردگی مواد زیر عایق‌کاری و پوشش ضد آتش ۱۴۷
۶-۲-۳-۳- خوردگی لوله‌کشی در نقاط تماس ۱۴۷
۶-۲-۳-۴- خوردگی در سازه‌ها ۱۴۸
۶-۲-۳-۵- نشت ۱۴۸
۶-۲-۴- سرند ۴: دهانه بین تکیه‌گاه‌های قائم ۱۴۸
۶-۲-۵- سرند ۵: دهانه بین تکیه‌گاه‌های جانبی ۱۵۱
۶-۲-۶- سرند ۶: حرکت تکیه‌گاهی ۱۵۱
۶-۲-۷- سرند ۷: اتصالات مکانیکی لوله‌ها ۱۵۳
۶-۲-۸- سرند ۸: اتصالات فلنجی ۱۵۴
۶-۲-۹- سرند ۹: بارهای نازل تجهیزات ۱۵۴
۶-۲-۱۰- سرند ۱۰: برون محوری نیروهای ثقلی ۱۵۵
۶-۲-۱۱- سرند ۱۱: اتصالات انعطاف پذیر ۱۵۵
۶-۲-۱۲- سرند ۱۲: ارزیابی تکیه‌گاه‌های لوله ۱۵۵
۶-۲-۱۲-۱- نیاز لرزه‌ای ۱۵۶
۶-۲-۱۲-۲- ظرفیت لرزه‌ای ۱۵۶
۶-۲-۱۳- سرند ۱۳: اندرکنش با سازه‌های دیگر ۱۵۷
۶-۲-۱۳-۱- تخمین تغییر مکان‌ها ۱۵۷
۶-۲-۱۳-۲- تخمین عواقب برخورد ۱۵۸
۶-۳- مراجع ۱۵۹

فصل هفتم – ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه کانال با استفاده از روش سرند

۷-۱- ملاحظات کلی ۱۶۳
۷-۱-۱- محدوده کاربرد ۱۶۳
۷-۲- مراحل سرند ۱۶۵
۷-۲-۱- سرند ۱: ارزیابی استحکام سازه‌ای کانال ۱۶۵
۷-۲-۱-۱- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال ۱۶۵
۷-۲-۱-۲- ارزیابی خرابی، نقص و فرسودگی در کانال ۱۶۵
۷-۲-۱-۳- برقراری ضوابط SMACNA [9,8,7] در مورد سخت‌کننده‌ها و مصالح کانال ۱۶۵
۷-۲-۱-۴- مطابقت درز و اتصالات کانال با ضوابط SMACNA ۱۶۷
۷-۲-۱-۵- رعایت ضوابط فاصله تکیه‌گاه‌ها در کانال‌ها مطابق با SMACNA ۱۷۸
۷-۲-۱-۵-۱- محاسبهٔ طول دهانه مجاز برای کانال مستطیلی ۱۷۸

۷-۲-۱-۵-۲- محاسبهٔ طول دهانه مجاز برای کانال دایروی ۱۸۰
۷-۲-۱-۶- تأثیر وزن‌های متمرکز ۱۸۱
۷-۲-۱-۶-۱- معادلهٔ تنش برای ملاحظه وزن متمرکز در وسط دهانه ۱۸۱
۷-۲-۱-۷- مهار کانال در مقابل لغزش از تکیه‌گاه ۱۸۲
۷-۲-۱-۸- مهار اجزای سنگین در مسیر کانال ۱۸۲
۷-۲-۱-۹- اتصال مناسب متعلقات به کانال ۱۸۲
۷-۲-۱-۱۰- عدم اتصال صلب شاخه‌های فرعی به سرشاخه‌های اصلی کانال ۱۸۲
۷-۲-۱-۱۱- ارزیابی لرزه‌ای تکیه‌گاه‌ها سامانه کانال ۱۸۲
۷-۲-۱-۱۲- بررسی امکان اندرکنش لرزه‌ای ۱۸۳
۷-۲-۲- سرند ۲: ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار ۱۸۳
۷-۲-۲-۱- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال ۱۸۳
۷-۲-۲-۲- استحکام اتصالات و درزهای کانال ۱۸۳
۷-۲-۲-۳- جوش یا پیچ شدن سخت‌کننده‌ها و اتصالات به کانال ۱۸۴
۷-۲-۲-۴- عدم امکان سوراخ شدگی دیوارهٔ کانال ۱۸۴
۷-۲-۲-۵- ارزیابی قابلیت اتصالات آکاردئونی در سازگارکردن حرکت‌ها ۱۸۴
۷-۳- مراجع ۱۸۵

فصل هشتم – ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای هدایت کننده‌ها با استفاده از روش سرند

۸-۱- ملاحظات کلی ۱۸۹
۸-۱-۱- محدوده کاربرد ۱۸۹
۸-۲- مراحل سرند ۱۹۰
۸-۲-۱- سرند ۱: دهانه هدایت کننده ۱۹۱
۸-۲-۲- سرند ۲: مهار اجزای هدایت کننده روی تکیه‌گاه ۱۹۱
۸-۲-۳- سرند ۳: مهره چفت شونده ۱۹۱
۸-۲-۴- سرند ۴: کلاهک صلب ۱۹۲
۸-۲-۵- سرند ۵: گیره اتصال به تیر ۱۹۳
۸-۲-۶- سرند ۶: مهار چدنی مدفون ۱۹۴
۸-۲-۷- سرند ۷: ضعف مهار ۱۹۵
۸-۲-۸- سرند ۸: ترک‌خوردگی بتن ۱۹۵
۸-۲-۹- سرند ۹: خوردگی ۱۹۶
۸-۲-۱۰- سرند ۱۰: خیز مجاری و سینی کابل ۱۹۶
۸-۲-۱۱- سرند ۱۱: اجزای شکسته یا از بین رفته ۱۹۶

۸-۲-۱۲- سرند ۱۲: ضعف قیود کابل‌ها ۱۹۶
۸-۲-۱۳- سرند ۱۳: فرسودگی گیره‌های پلاستیکی کابل‌ها ۱۹۶
۸-۲-۱۴- سرند ۱۴: نقاط و اجزای با سختی بالا ۱۹۶
۸-۲-۱۵- سرند ۱۵: اندرکنش لرزه‌ای ۱۹۷
۸-۲-۱۶- سرند ۱۶: شکل پذیری تکیه‌گاه ۱۹۸
۸-۲-۱۶-۱- اتصالات متشکل از پروفیل‌های سبک جدارنازک استاندارد ۱۹۸
۸-۲-۱۶-۲- اعضای فلزی جوش شده ۲۰۱
۸-۲-۱۶-۳- صفحه اتصال سقفی نگهداری شده با مهارهای انبساطی ۲۰۱
۸-۲-۱۶-۴- تکیه‌گاه‌های لچکی طره‌ای مهاربندی شده و قاب ذوزنقه‌ای ۲۰۱
۸-۲-۱۶-۵- قاب‌های ذوزنقه‌ای صلب مهاربندی نشده ۲۰۱
۸-۲-۱۶-۶- تکیه‌گاه‌های روی طبقه ۲۰۱
۸-۲-۱۶-۷- تکیه‌گاه‌های ذوزنقه‌ای میله‌ای ۲۰۲
۸-۲-۱۷- سرند ۱۷: کنترل ظرفیت بار قائم ۲۰۲
۸-۲-۱۸- سرند ۱۸: کنترل ظرفیت بار جانبی ۲۰۲
۸-۲-۱۹- سرند ۱۹: ارزیابی‌های خستگی آویز میله‌ای در تکیه‌گاه ذوزنقه‌ای ۲۰۲
۸-۲-۱۹-۱- میله‌های تمام رزوه شده کارخانه‌ای ۲۰۳
۸-۲-۱۹-۲- میله‌های رزوه شده در محل ۲۰۴
۸-۲-۱۹-۳- آویزهای میله‌ای کوتاه گیردار منفرد ۲۰۷
۸-۲-۲۰- سرند ۲۰: ارزیابی تکیه‌گاه‌های کف تا سقف ۲۰۸
۸-۲-۲۱- سرند ۲۱: ارزیابی تکیه گاه‌های روی کف (واقع بر اجزای فشاری) ۲۰۸
۸-۳- رواداری‌های روش سرند ۲۰۸
۸-۳-۱- دهانه هدایت کننده‌ها ۲۰۹
۸-۳-۲- بست‌های اعضای هدایت کننده ۲۰۹
۸-۳-۳- مهره‌های قفل‌شونده ۲۰۹
۸-۳-۴- اتصال کلاهک صلب ۲۰۹
۸-۳-۵- گیره‌های تیرها ۲۰۹
۸-۳-۶- مهار چدنی مدفون ۲۱۰
۸-۳-۷- ارزیابی بار جانبی ۲۱۰
۸-۳-۸- ارزیابی افزونگی ۲۱۰
۸-۴- مراجع ۲۱۱

فصل نهم – ارزیابی لرزه‌ای دودکش با استفاده از روش تحلیلی

۹-۱- ملاحظات کلی ۲۱۵
۹-۱-۱- محدوده کاربرد ۲۱۵
۹-۱-۲- اجزای دودکش ۲۱۵
۹-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه نگهدارنده ۲۱۵
۹-۲-۱- مدلسازی ۲۱۵
۹-۲-۲- روش‌های تحلیل ۲۱۶
۹-۲-۲-۱- روش استاتیکی معادل ۲۱۶
۹-۲-۲-۱-۱- نیاز لرزه‌ای ۲۱۶
۹-۲-۲-۱-۲- زمان تناوب اصلی دودکش ۲۱۶
۹-۲-۲-۱-۳- توزیع نیروی جانبی ۲۱۷
۹-۲-۲-۲- روش طیفی ۲۱۷
۹-۳- الزامات کنترل و ارزیابی لرزه‌ای دودروها ۲۱۷
۹-۴- مراجع ۲۱۸

فصل دهم – ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک کننده با استفاده از روش تحلیلی

۱۰-۱- ملاحظات کلی ۲۲۱
۱۰-۱-۱- محدوده کاربرد ۲۲۱
۱۰-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه برج خنک کننده ۲۲۱
۱۰-۲-۱- مدلسازی ۲۲۱
۱۰-۲-۲- روش‌های تحلیل ۲۲۱
۱۰-۲-۲-۱- روش استاتیکی معادل ۲۲۲
۱۰-۲-۲-۱-۱- نیاز لرزه‌ای ۲۲۲
۱۰-۲-۲-۱-۲- زمان تناوب برج خنک کننده ۲۲۲
۱۰-۲-۲-۱-۳- توزیع نیروی جانبی ۲۲۳
۱۰-۲-۲-۲- روش طیفی ۲۲۳
۱۰-۳- مراجع ۲۲۴

پیوست ۱- فرهنگ مصور تاسیسات نیروگاه و کلید واژه‌ها

پیوست ۲- کاربرگ‌های امتیازدهی تجهیزات نیروگاه‌ها

پیوست ۳- ارزیابی آسیب‌پذیری سامانه‌های نیروگاه به روش امتیازدهی

پیوست ۴- محاسبه امتیاز تجهیزات با استفاده از منحنی‌های درهم شکنی

پیوست ۵- ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات براساس رویکرد استفاده از طیف‌های آسیب‌پذیری

پیوست ۶- راهنمای طبقه بندی سامانه‌های نیروگاه

فصل ۱

کلیـــــات

۱-۱- هدف

هدف در این دستورالعمل ارائه راه‌کارهای ارزیابی آسیب‌پذیری نیروگاه‌ها در برابر زلزله می‌باشد.

۱-۲- محدوده کاربرد

این دستورالعمل برای ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه‌های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی متعارف شامل ساختمان‌ها، سازه‌های غیر ساختمانی و تجهیزات مربوطه تهیه گردیده است. سامانه‌ها به عنوان تاسیساتی متشکل از یک یا چند جز در نظر گرفته می شوند که هر یک از اجزا به تنهایی و همچنین مجموعه آنها که سامانه مورد نظر را تشکیل می‌دهد دارای عملکرد مشخصی می‌باشند. به هر یک از اجزای تشکیل دهنده سامانه، زیر سامانه گفته می‌شود.

۱-۳- مشخصات کاربران

انتظار می‌رود که کاربران این دستورالعمل از تجربه و تخصص کافی در زمینه مهندسی زلزله برخوردار بوده و همچنین آشنایی مقدماتی با سازه‌های نیروگاهی و فرایند تولید داشته باشند.

۱-۴- ساختار دستورالعمل

دستورالعمل حاضر متشکل از فصول و پیوست‌های ذیل می باشد.

فصل ۱- کلیات : شامل فرضیات، اهداف، محدوده کاربرد، تعاریف بنیادین و راهنمایی جهت استفاده از دستورالعمل

فصل ۲– روش‌های ارزیابی اولیه و تفصیلی نیروگاه‌ها در برابر زلزله

فصل ۳– ارزیابی لرزه‌ای مهار تجهیزات

فصل ۴– ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها

فصل ۵– ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای مخازن روی زمین

فصل ۶– ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه‌های لوله کشی

فصل ۷– ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه کانال

فصل ۸– ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای هدایت کننده‌ها

فصل ۹– ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دودکش‌ها

فصل ۱۰– ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک کننده

پیوست ۱– فرهنگ مصور تاسیسات نیروگاه و کلید واژه‌ها: شامل واژه‌های متداول در صنعت برق و مورد استفاده در دستورالعمل

پیوست ۲– کاربرگ‌های روش امتیازدهی- برگه‌های امتیازدهی تجهیزات نیروگاه‌ها

پیوست ۳- ارزیابی آسیب‌پذیری تاسیسات نیروگاه به روش امتیازدهی

پیوست ۴- محاسبه امتیاز تجهیزات با استفاده از منحنی‌های در هم شکنی

پیوست ۵ – ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات الکتریکی و مکانیکی با استفاده از طیف‌های آسیب‌پذیری

پیوست ۶- راهنمای طبقه بندی سامانه‌های نیروگاه

۱-۵- روند استفاده از دستورالعمل

جهت استفاده از ضوابط این دستورالعمل تاسیسات نیروگاه‌ها در سه دسته ذیل طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- ساختمان‌ها

۲- سازه‌های غیرساختمانی

۳- تجهیزات

به طور کلی ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه‌ها طبق روند نمای (۱-۱) پس از تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد.

"ارزیابی اولیه" شامل روش‌های کیفی و کمی جهت حذف سامانه‌های مشخصاً آسیب‌پذیر یا ایمن و تهیه فهرست سامانه‌های نیازمند به "ارزیابی تفصیلی" می‌باشد.

ارزیابی تفصیلی شامل روش‌های مدلسازی و تحلیل عددی سازه و یا روش‌های کیفی مبتنی بر مطالعات آماری مانند استفاده از طیف آسیب پذیری و استفاده از سرند می‌باشد.

تحت شرایطی که در فصل دوم تشریح می‌گردد، ممکن است از ارزیابی تفصیلی صرفنظر گردد.

۱-۵-۱- ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌ها

ارزیابی لرزه‌ای ساختمانها شامل "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" با استفاده از شرح خدمات مندرج در "نشریه ۲۵۱" صورت می‌پذیرد. بعلاوه کاربر می‌تواند جهت ارزیابی لرزه‌ای اجزای معماری و تجهیزات داخلی ساختمان‌ها نظیر دیوارها از ضوابط و راهنمایی‌های این دستورالعمل استفاده نماید.

ساختمان‌هایی که با توجه به درجه اهمیت آن‌ها بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران طراحی لرزه‌ای و اجرا شده باشند، نیازی به ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای بر اساس این دستورالعمل ندارند مگر آنکه درجه اهمیت فعلی آنها بیش از میزان مفروض در طراحی اولیه‌ی آن‌ها بوده و یا سطح خطر مدنظر با سطح خطر موجود در طراحی اولیه با استاندارد ۲۸۰۰ ایران متفاوت باشد. ساختمان‌هایی که بر طبق شرایط فوق قرار است مشمول این دستورالعمل نباشند باید دارای کلیه‌ی اطلاعات ساختمانی لازم (اعم از دفترچه محاسبات، نقشه های اجرایی و ...) باشند.

۱-۵-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی

۱-۵-۲-۱- ارزیابی اولیه

با رویکرد "مرور مدارک طراحی" و همچنین در "مواردی که ارزیابی تفصیلی برای آنها لازم نیست" می‌توان سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها را مورد ارزیابی اولیه قرار داد.

۱-۵-۲-۲- ارزیابی تفصیلی

مطابق ضوابط این دستورالعمل ارزیابی تفصیلی سازه‌های غیرساختمانی با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه انجام می‌گیرد.

۱-۵-۳- ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات

۱-۵-۳-۱- ارزیابی اولیه

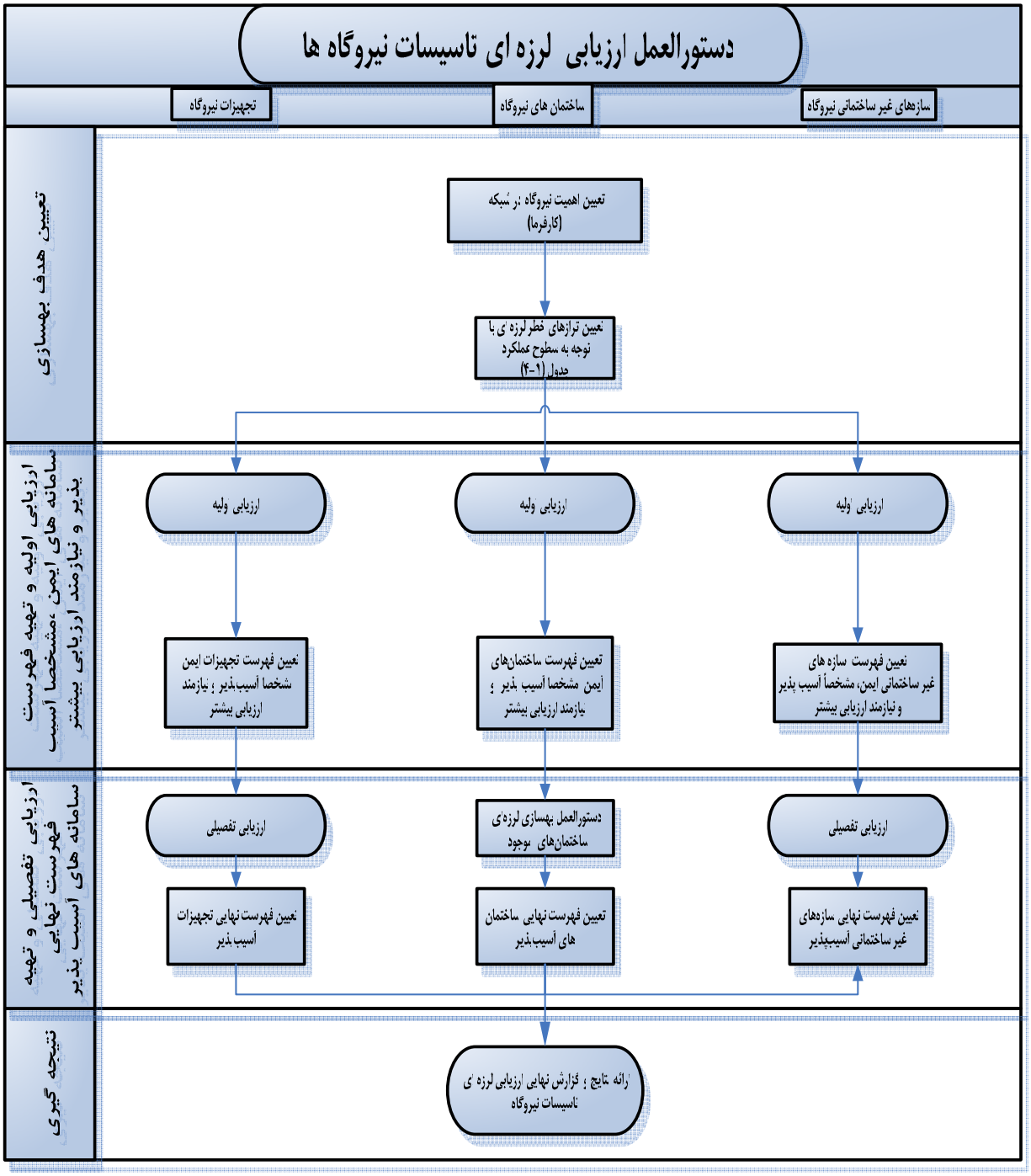
ارزیابی اولیه تجهیزات با استفاده از یکی از رویکردهای ذیل صورت می‌پذیرد.

- بررسی اسناد و مرور مدارک طراحی با توجه به وضعیت نصب تجهیزات
- استفاده از روش امتیازدهی

۱-۵-۳-۲- ارزیابی تفصیلی

ارزیابی تفصیلی تجهیزات با توجه به نوع تجهیز به یکی از روش‌های ذیل یا ترکیبی از آنها صورت می‌پذیرد.

- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از سرند
- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای
- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه



روند نمای (۱-۱) : نحوه رجوع به دستورالعمل ارزیابی لرزه ای تاسیسات نیروگاه‌ها

۱-۶- سطوح عملکرد و ترازهای خطر لرزه‌ای

۱-۶-۱- تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و تعیین اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه

مطابق ضوابط این دستورالعمل نیروگاه‌ها در دو طبقه "بحرانی" و "غیربحرانی" قرار می‌گیرند.
تعیین اهمیت نیروگاه با توجه به معیارهای زیر توسط کارفرما و یا به پیشنهاد مشاور و تایید کارفرما انجام می‌گیرد.

- به طور کلی نیروگاه‌هایی که فقدان آنها موجب اختلال جدی در تامین برق شبکه و در نتیجه افزایش خسارات جانی و اقتصادی ناشی از بروز زلزله می‌گردد، در طبقه "بحرانی" قرار می‌گیرند.
- نیروگاه‌هایی که فقدان آنها به‌طور موقت، قابل جبران توسط شبکه باشد، در طبقه "غیربحرانی" جای می‌گیرند.

جدول (۱-۱) : طبقه بندی نیروگاه در شبکه برق

اهمیت نیروگاه در شبکه	تعریف
بحرانی (اصلی)	**نیروگاهی که فقدان آن موجب بروز اختلال جدی در شبکه می‌گردد.**
غیر بحرانی (کمکی)	**نیروگاهی که فقدان آن بصورت موقت قابل جبران توسط شبکه می‌باشد و موجب بروز اختلال جدی در شبکه نمی گردد.**

صرفنظر از "بحرانی" یا "غیر بحرانی" بودن نیروگاه، سامانه‌های آن در سه طبقه "بحرانی" "غیربحرانی" و "عادی" مطابق جدول (۱-۲) طبقه‌بندی می‌شوند.
برای راهنمایی کاربران مواردی از طبقه بندی سامانه‌های نیروگاه در پیوست ششم ارائه شده است.

جدول (۱-۲): طبقه بندی سامانه‌های واحد نیروگاه

نوع سامانه	تعریف
بحرانی	**سامانه‌هایی که فقدان آنها موجب قطع تولید برق واحد و یا بهره‌برداری از آن می‌شود.**
غیربحرانی	**سامانه‌هایی که فقدان آنها در فرآیند تولید یا بهره‌برداری قابل تحمل می‌باشد و یا به سرعت بدون تاثیر بر فرآیند تولید و بهره‌برداری تعمیر یا تعویض می‌شوند.**
عادی	**سامانه‌هایی که تاثیر مستقیم در فرآیند تولید برق یا بهره‌برداری از آن در واحد نیروگاه ندارند.**

اهمیت نسبی سامانه‌های نیروگاه، با توجه به اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه مطابق جدول (۱-۳) در سه طبقه مختلف به کمک شاخص I_1 ، I_2 و I_3 مشخص می‌گردد.

جدول (۱-۳): اهمیت نسبی سامانه‌های نیروگاه

سامانه / نیروگاه	بحرانی	غیر بحرانی	عادی
بحرانی	I_1	I_2	I_3
غیر بحرانی	I_2	I_3	I_3

تقسیم‌بندی جدول (۱-۳) شامل زیر سامانه‌ها نیز می‌باشد.

۱-۶-۲- سطوح عملکرد تاسیسات نیروگاه در مقابل زلزله

دو سطح عملکرد در مقابل زلزله برای تاسیسات تعریف می‌گردد.

۱. ایمنی بهره‌برداری
۲. ایمنی طرح

سطح عملکرد "ایمنی بهره‌برداری" فقط مربوط به ساختمان‌ها بوده و در آن رفتار قابل قبول برای ساختمان طبق استاندارد ۲۸۰۰ تعریف می‌شود. سطح عملکرد "ایمنی طرح" برای ساختمان‌ها معادل سطح عملکرد "ایمنی جانی" در "نشریه ۳۶۰" و برای تجهیزات نیروگاه به مفهوم وقفه در بهره‌برداری از آنها ولی بدون سقوط، اتش‌سوزی یا انفجار می‌باشد.

۱-۶-۳- سطوح خطر لرزه‌ای

سطوح خطر لرزه‌ای مربوط به سطوح عملکرد مختلف بستگی به اهمیت نسبی سامانه‌ها در داخل نیروگاه دارد که در جدول (۱-۴) نشان داده شده است.
اعداد مربوط به احتمال فراگذشت در ستون I_3 از جدول (۱-۴) به ترتیب از بالا به پایین معادل "زلزله بهره‌برداری" و "زلزله طرح" در استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشند.

جدول (۱-۴): سطوح خطر لرزه‌ای

اهمیت نسبی سامانه‌ها / سطح عملکرد	I_1	I_2	I_3
	احتمال فراگذشت در ۵۰ سال	احتمال فراگذشت در ۵۰ سال	احتمال فراگذشت در ۵۰ سال
ایمنی بهره‌برداری	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۹۹۵
ایمنی طرح	۰/۰۲۵	۰/۰۵	۰/۱۰

در نیروگاه‌های غیربحرانی می‌توان از طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ برای ستون I_3 در جدول (۱-۴) استفاده نمود و در سایر موارد تحلیل خطر مربوط به سطح خطر جدول (۱-۴) باید با مطالعات ساختگاهی انجام شود.

۱-۷- مراجع

۱. " معیارهای قابلیت اطمینان و تحلیل خطر لرزه ای دستورالعمل (اصلاحی توسط نظرات کمیته راهبری)" ، تهیه دستورالعمل ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه ای سازه‌ها و تاسیسات صنعت برق در سه بخش تولید، انتقال و توزیع، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز تکنولوژی نیرو (شرکت متن) – بخش سازه‌های صنعتی.

۲. " دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود (نشریه شماره ۳۶۰) "، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۵.

۳. " آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)" ، مجموعه استانداردها و آیین نامه های ساختمانی ایران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ویرایش سوم.

فصل ۲

روش‌های ارزیابی لرزه‌ای نیـــروگاه‌ها

۲-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه‌ها مطابق ضوابط این دستورالعمل پس از تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه به طور کلی در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد. منظور از انجام "ارزیابی اولیه" شناخت سریع و کم هزینه سامانه‌هایی است که نیاز به مطالعات دقیق‌تری ندارند. در شرایطی که "ارزیابی اولیه" به نتیجه قابل اطمینان و قطعی منجر نشود، سامانه‌های مورد بررسی طی "ارزیابی تفصیلی" با استفاده از محاسبات و بررسی‌های دقیق‌تری مورد مطالعه قرار خواهند گرفت. کاربر می‌تواند بنابه صلاحدید خود و شرایط موجود از انجام "ارزیابی اولیه" صرفنظر نماید.

ارزیابی تفصیلی سامانه‌های نیروگاه‌ها با استفاده از یک یا ترکیبی از روشهای ذیل صورت می‌گیرد.

- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از سرند
- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از طیف آسیب‌پذیری
- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از مدل‌سازی و تحلیل عددی سازه

در صورت رعایت مبانی و الزامات این دستورالعمل، کاربر می‌تواند از روش‌هایی متفاوت با روش‌های این دستورالعمل برحسب شرایط استفاده نماید.

نتایج ارزیابی اولیه باید به صورت گزارشی حاوی فهرست " سامانه‌های آسیب‌پذیر" " سامانه‌های غیر آسیب‌پذیر"، " سامانه‌های غیر آسیب‌پذیر مشروط" و " سامانه‌های نیازمند ارزیابی تفصیلی"، ارائه گردد.

علاوه بر این، روشی برای ارزیابی کلی نیروگاه به روش امتیازدهی در پیوست (۳) آورده شده است.

۲-۲- جمع‌آوری اطلاعات

جمع‌آوری اطلاعات برای ارزیابی لرزه‌ای نیروگاه‌ها در ۳ مرحله انجام می‌پذیرد:

مرحله ۱- جمع‌آوری اسناد و مدارک طراحی و بهره‌برداری

مرحله ۲- بازرسی عینی و استخراج اشکالات مشهود موثر

مرحله ۳- انجام آزمایشات مصالح و خاک و مطالعات تحلیل خطر

ضوابط مربوط به مطالعات فوق در بندهای ۲-۲-۱ الی ۲-۲-۳ ذکر شده است.

۲-۲-۱- جمع‌آوری اسناد و مدارک طراحی و بهره‌برداری

در ابتدای مطالعات ارزیابی لرزه‌ای، باید اسناد و مدارک سازه‌ای تاسیسات نیروگاه، شامل ساختمان‌ها، سازه‌های غیرساختمانی و تجهیزات، تا حد امکان جمع‌آوری شده و مورد بررسی دقیق قرار گیرد. همچنین نقشه‌های اجرایی باید با آنچه که اجرا شده مطابقت داده شده و در صورت لزوم به روز شوند. جمع‌آوری اطلاعات مربوط به تغییرات و تعمیرات احتمالی و حوادث اثرگذار بر تاسیسات نیروگاه نیز ضروری می‌باشد.

اطلاعات آزمایشات مصالح و خاک و نیز مطالعات تحلیل خطر باید تا حد امکان گردآوری و بررسی شوند.

۲-۲-۲- بازرسی عینی و استخراج اشکالات مشهود و موثر

در این مرحله از جمع‌آوری اطلاعات، مطالعات و بررسی به منظور ثبت اشکالات مشهود و موثری که ضعف مشخص و واضحی در رفتار لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه ایجاد نماید، انجام می‌گیرد. مقایسه نقشه‌های اجرایی، چون‌ساخت و نصب با وضعیت موجود تاسیسات در این مرحله الزامی است.

۲-۲-۳- انجام آزمایشات مصالح و خاک و مطالعات تحلیل خطر

این مرحله از جمع‌آوری اطلاعات در صورتی که بررسی‌های بند (۲-۲-۱) کفایت مدارک و اسناد و اطلاعات موجود به تشخیص مهندس مشاور جهت ارزیابی اولیه یا تفصیلی را تایید ننماید، باید پس از تصویب کارفرما انجام شود.
در جدول (۲-۱) شرایطی که انجام آزمایشات مصالح یا خاک را لازم می‌دارد و سطح این آزمایشات ذکر شده است. تعریف آزمایشات متعارف و جامع برای ساختمان‌ها طبق نشریه ۳۶۰ می‌باشد. در این دستورالعمل در مورد سازه‌های غیرساختمانی و تجهیزات تعریف مشخصی برای آزمایشات فوق ارائه نمی‌شود و سطح آزمایشات مورد نیاز در این موارد باید به تشخیص مهندس مشاور و با تصویب کارفرما تعیین گردد.
در مورد شرایط مطالعات تحلیل خطر به جدول (۱-۴) و توضیحات ذیل آن مراجعه گردد.

جدول (۲-۱) آزمایشات مورد نیاز مصالح و خاک

نوع نیروگاه	اهمیت نسبی سامانه	اطلاعات مصالح و خاک	سطح آزمایشات لازم برای مصالح و خاک
بحرانی	I_1	موجود است	متعارف
		موجود نیست	جامع
	I_2 و I_3	موجود است	–
		موجود نیست	متعارف
غیربحرانی	I_2	موجود است	–
		موجود نیست	متعارف
	I_3	موجود است	–
		موجود نیست	متعارف

۲-۳- ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های نیروگاه

ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های نیروگاه در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد.
مطابق ضوابط این دستورالعمل ساختمان‌های نیروگاه در دو سطح عملکرد "ایمنی بهره‌برداری" و "ایمنی طرح" متناظر با سه تراز خطر لرزه‌ای مطابق جدول (۱-۴) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.
ارزیابی اولیه ساختمان‌های نیروگاه طبق نشریه شماره ۳۶۴ انجام می‌گیرد. ارزیابی تفصیلی ساختمان‌هایی که در ارزیابی اولیه لزوم ارزیابی تفصیلی آن اعلام شده است باید در دو سطح بهره‌برداری و طرح انجام شود. ارزیابی ساختمان در سطح عملکرد ایمنی بهره برداری تحت

سطوح خطر مندرج در جدول (۱-۴) طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ مربوط به کنترل ساختمان تحت اثر زلزله سطح بهره‌برداری انجام می‌شود. ارزیابی ساختمان در سطح عملکرد ایمنی طرح تحت سطوح خطر ذکر شده در جدول (۱-۴) باید طبق ضوابط نشریه ۳۶۰ مربوط به سطح عملکرد ایمنی جانی انجام گیرد.
ارزیابی لرزه‌ای اجزای معماری و تجهیزات داخلی ساختمان‌ها می‌تواند طبق ضوابط فصل (۴) این دستورالعمل یا فصل (۹) نشریه ۳۶۰ انجام شود.

۲-۴- ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها

به طور کلی ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد.
سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها شامل دودکش، برج خنک‌کن، فونداسیون توربوژنراتور، سازه بویلر، مخازن و نظایر آن می‌باشد.

۲-۴-۱- ارزیابی اولیه

نتایج ارزیابی اولیه باید بصورت گزارشی حاوی فهرست "سازه‌های آسیب‌پذیر" "سازه‌های غیرآسیب‌پذیر"، "سازه‌های غیرآسیب‌پذیر مشروط" و "سازه‌های نیازمند ارزیابی تفصیلی" ارائه گردد. سازه‌هایی در فهرست "سازه‌های غیرآسیب‌پذیر مشروط" قرار می‌گیرند که با فرض برطرف نمودن اشکالات مشهود و موثر، غیرآسیب‌پذیر ارزیابی گردند.

۲-۴-۱-۱- مرور مدارک طراحی

با استفاده از مدارک طراحی به روز شده طبق بند (۲-۲)، اگر بتوان نشان داد که طراحی اولیه سازه مقتضیات ضوابط لرزه‌ای آخرین ویرایش آیین‌نامه طراحی را برآورده می نماید، سازه غیرآسیب‌پذیر ارزیابی می‌گردد.

۲-۴-۱-۲- کنترل مواردی که ارزیابی تفصیلی برای آنها لازم نیست

فونداسیون توربوژنراتور، سازه بویلر، برج‌های خنک کننده خرپایی فلزی و دودکش‌های خرپایی فلزی نیازی به ارزیابی تفصیلی ندارند و به عنوان نتیجه ارزیابی لرزه‌ای، مشاور تنها باید نواقص مشهود و موثر براساس اطلاعات بدست آمده از بند (۲-۲) را با استفاده از بازرسی عینی گزارش نماید تا در مرحله بهسازی لرزه‌ای مورد اصلاح و بهسازی قرار گیرند. بنابراین این سازه‌ها "غیرآسیب‌پذیر" یا "غیرآسیب‌پذیر مشروط" خواهند بود.
انجام ارزیابی تفصیلی برای کسب اطمینان بیشتر علیرغم توصیه این بند منوط به درخواست مشاور و تصویب کارفرما خواهد بود.

۲-۴-۲- ارزیابی تفصیلی

ارزیابی تفصیلی در مورد سازه‌هایی که در ارزیابی اولیه نیازمند "ارزیابی تفصیلی" تشخیص داده می‌شوند، صورت می‌پذیرد.
ارزیابی تفصیلی سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها با استفاده از "مدلسازی و تحلیل عددی سازه" و مقایسه نیازهای لرزه‌ای با ظرفیت براساس معیارهای این دستورالعمل و در موارد تشابه بر اساس "نشریه ۳۶۰" صورت می‌پذیرد. به طور خاص برای سه مورد از سازه‌های غیرساختمانی متداول‌تر، ضوابط این دستورالعمل لازم الاجراست. در جدول (۲-۲) فصول مربوط به ارزیابی تفصیلی این سازه‌ها ارائه گردیده است.

جدول (۲-۲): سازه‌های غیر ساختمانی خاص و ارزیابی لرزه‌ای آنها

سازه‌های غیر ساختمانی		
نـام تجهیـــزات	**روش ارزیـابـــی**	**ارجـــاع**
مخازن	تحلیل عددی سازه	فصل ۵
دودکش‌ها	تحلیل عددی سازه	فصل ۹
برج‌های خنک کننده	تحلیل عددی سازه	فصل ۱۰

سطح عملکرد مورد استفاده در ارزیابی لرزه‌ای تفصیلی سازه‌های غیرساختمانی "ایمنی طرح" طبق جدول (۱-۴) می‌باشد. در موارد تشابه سازه‌ای، هرگاه ممکن باشد از ضوابط تکمیلی نشریه ۳۶۰ برای ارزیابی یک سازه غیرساختمانی استفاده شود، از مقادیر مربوط به سطح عملکرد ایمنی جانی ساختمان‌ها استفاده گردد.

۲-۵- ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات نیروگاه‌ها

ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات نیروگاه‌ها در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد. هر تجهیز به عنوان سامانه و هم زیر سامانه بر حسب کاربرد، می‌تواند در نظر گرفته شود.

جدول (۲-۳): فهرست سامانه‌های مکانیکی و الکتریکی نیروگاه

سامانه	برگه امتیاز	گروه بندی
پانل MCC	EL-01	تجهیزات الکتریکی
سوییچگیر (کلید زنی)	EL-02	تجهیزات الکتریکی
ترانسفورمر	EL-03	سامانه‌های الکتریکی
پانل کنترل	EL-04	سامانه‌های الکتریکی
پانل توزیع	EL-05	سامانه‌های الکتریکی
قفسه باتری	EL-06	سامانه‌های الکتریکی
باطری شارژر	EL-07	سامانه‌های الکتریکی
ژنراتور	EL-08	سامانه‌های الکتریکی
پمپ	MN-01	تجهیزات مکانیکی
شیر	MN-02	تجهیزات مکانیکی
کمپرسور	MN-03	تجهیزات مکانیکی
برج خنک کننده	MN-04	تجهیزات مکانیکی
بویلر	MN-05	تجهیزات مکانیکی
مخزن (بر روی پایه)	TK-01	مخازن
مخزن (افقی)	TK-02	مخازن
مبدل حرارتی	TK-02	مخازن
مخزن (قائم، مهار شده)	TK-03	مخازن
بشکه	TK-04	مخازن
مخزن (قائم، مهار نشده)	TK-05	مخازن
لوله‌کشی (بالای سطح زمین)	DS-01	سامانه‌های توزیع
لوله‌کشی (مدفون)	DS-02	سامانه‌های توزیع
کانال، کابل، سینی کابل و هدایت کننده	DS-03	سامانه‌های توزیع
اداوات کشف و اعلام حریق	FP-01	تجهیزات حفاظت در برابر آتش
ادوات اطفاء حریق	FP-02	تجهیزات حفاظت در برابر آتش
لوله‌های اطفای حریق (شامل نازل آبپاش)	FP-03	تجهیزات حفاظت در برابر آتش
فن	HV-01	تجهیزات HVAC
هوا ساز	HV-02	تجهیزات HVAC
چیلر	HV-03	تجهیزات HVAC
تجهیزات برق رسانی	ME-01	تجهیزات متفرقه الکتریکی
روشنایی	ME-02	تجهیزات متفرقه الکتریکی
کف‌های دسترسی	MB-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
سقف‌های کاذب و ملحقات	MB-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
بالابر و ملحقات	MB-02	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
تجهیزات کنترل ارتباطات	MC-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
رایانه	MC-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
قفسه ها	MC-02	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
کابل و تجهیزات ورودی تأسیسات	TC-01	تجهیزات ارتباطی راه دور
ارتباطات	TC-02	تجهیزات ارتباطی راه دور
تاسیسات آب و برق و گاز خارج از محوطه	OS-01	سامانه‌های خارج محوطه

۲-۵-۱- ارزیابی اولیه

ارزیابی اولیه تجهیزات نیروگاه باید به روش "مرور مدارک طراحی" طبق بند (۲-۵-۱-۱) انجام شود. در صورت عدم کفایت مدارک طراحی موجود، برای تجهیزاتی که فهرست آنها در جدول (۲-۳) آمده است، ارزیابی اولیه باید به روش امتیازدهی صورت پذیرد. در مورد سایر تجهیزات، می‌توان برگه امتیازدهی لازم را طبق یک روش معتبر مثلاً روش ذکر شده در پیوست (۴) تولید نمود. در غیر اینصورت می‌توان از ارزیابی اولیه تجهیزات مربوطه صرفنظر نموده و آنها را مورد ارزیابی تفصیلی قرار داد.

نتایج ارزیابی اولیه باید بصورت گزارشی حاوی فهرست "تجهیزات آسیب‌پذیر" ، "تجهیزات غیرآسیب‌پذیر" ، "تجهیزات غیرآسیب‌پذیر مشروط" و "تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی" ارائه گردد.

تجهیزاتی در فهرست "تجهیزات غیرآسیب‌پذیر مشروط" قرار می‌گیرند که با فرض برطرف نمودن اشکالات مشهود و موثر طبق بند (۲-۳) "غیرآسیب‌پذیر" ارزیابی گردند.

۲-۵-۱-۱- مرور مدارک طراحی

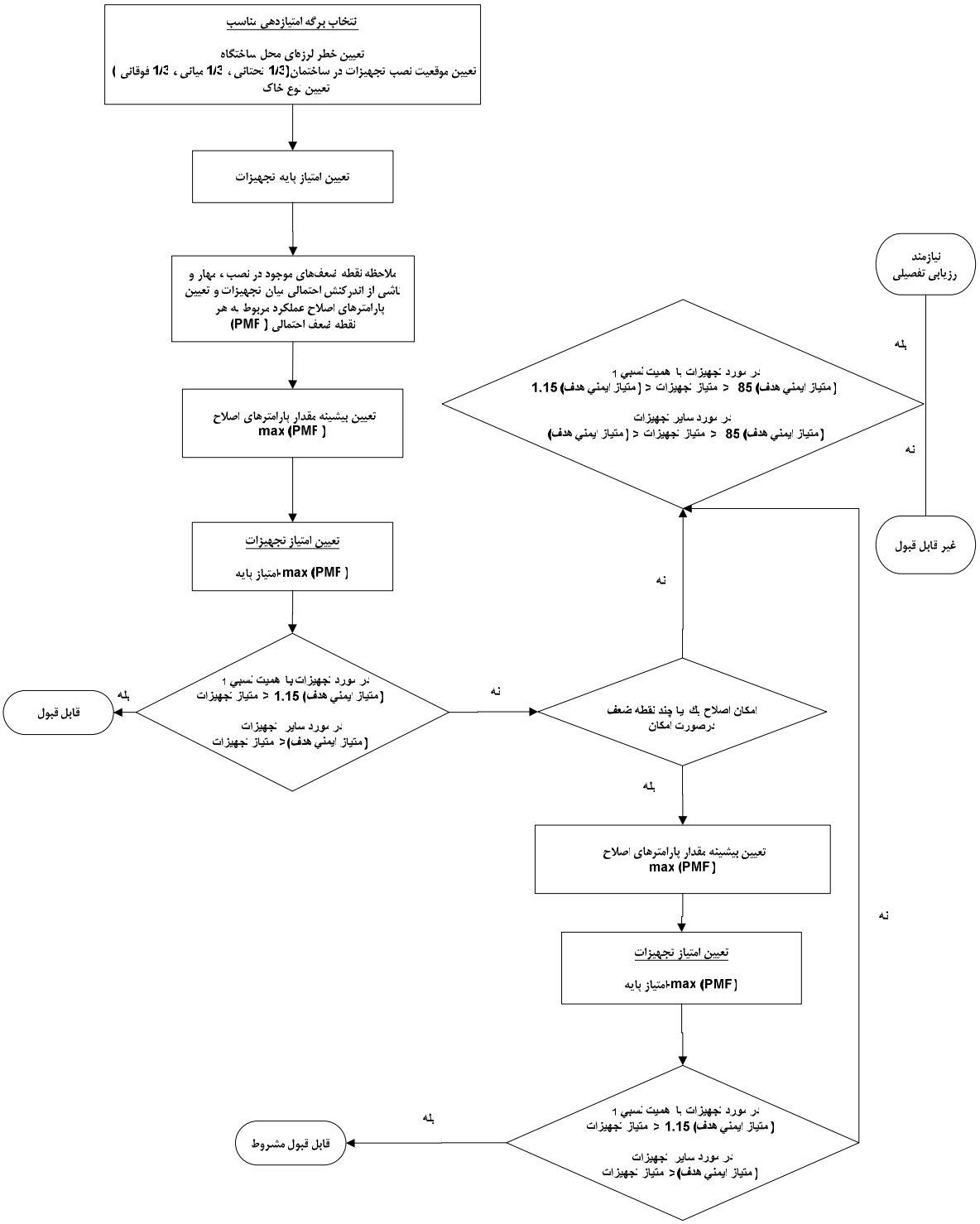
با استفاده از مدارک طراحی به روز شده طبق بند (۲-۲)، اگر بتوان نشان داد که طراحی اولیه سازه مقتضیات ضوابط لرزه‌ای آخرین ویرایش آیین‌نامه طراحی را برآورده می نماید، تجهیز غیرآسیب‌پذیر ارزیابی می‌گردد.

۲-۵-۱-۲- روش امتیازدهی

با توجه به ضوابط بند (۲-۵-۱) در صورتی که ارزیابی اولیه با رویکرد "مرور مدارک طراحی" قابل انجام نباشد، برای تجهیزات مندرج در جدول (۲-۳) ارزیابی اولیه باید به روش "امتیازدهی" انجام شود.

در روند نمای (۲-۱) چگونگی ارزیابی اولیه تجهیزات به روش امتیازدهی نشان داده شده است.

روش امتیازدهی مبتنی بر تعیین امتیاز تجهیزات و مقایسه آن با امتیاز ایمنی هدف با توجه به اهمیت نسبی تجهیزات می‌باشد.



روندنمای (۲-۱): روند ارزیابی اولیه تجهیزات به روش امتیازدهی

۲-۵-۱-۲-۱- انتخاب برگه امتیاز دهی تجهیزات

برگه امتیاز دهی مناسب از مجموعه برگه امتیازدهی ارائه شده در پیوست (۲) انتخاب می‌گردد. فهرست برگه‌ها در جدول (۲-۳) نشان داده شده است.

با توجه به اینکه برگه امتیازدهی ممکن است با تجهیزات موجود در سامانه مورد نظر همخوانی کامل نداشته باشد، انتخاب بهترین گزینه برای برگه امتیازدهی نیازمند ملاحظه موارد ذیل می‌باشد:

۱- بطورکلی برگه امتیازدهی در صورتی مناسب تجهیزات مورد نظر می‌باشد که خصوصیات و رفتار مکانیکی و دینامیکی تجهیزاتی که برگه مربوط به آن است تقریباً مشابه تجهیزات مورد نظر باشد. این خصوصیات شامل ساختار کلی، مهاربندی، توزیع جرم، ابعاد کلی و نسبت شکل کلی (نسبت عرض به ارتفاع) می‌باشد. معمولاً همه تجهیزات از یک نوع (مثلاً ترانسفورمر) دارای امتیاز پایه حدوداً یکسانی می‌باشد. اختلاف میان امتیاز پایه تجهیزات در بدترین و بهترین شرایط فوق را نباید از یک واحد بزرگتر درنظر گرفت.

۲- تفاوت میان تجهیزات موردنظر و تجهیزاتی که برگه مربوط به آنست از جمله حساسیت در مقابل تغییر شکل و ارتعاش و نحوه و کیفیت مهار باید مورد ملاحظه قرار گیرد.

۳- در صورت استفاده از برگه امتیازدهی متفاوتی نسبت به تجهیزات درنظر گرفته شده، کاربر باید قادر به انتخاب پارامتر اصلاح عملکرد مناسب مطابق بند (۲-۵-۱-۲-۳) باشد.

۴- در صورت فقدان برگه امتیازدهی مناسب برای تجهیزات موردنظر، کاربر مجاز است که با استفاده از راهنمایی‌های پیوست (۴) به برآوردی از امتیاز تجهیزات دست یابد و از آن، جهت ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات موردنظر استفاده نماید.

۲-۵-۱-۲-۲- تعیین امتیاز پایه

امتیاز پایه تجهیزات نشان دهنده ایمنی لرزه‌ای تجهیزات در شرایط نصب مناسب، مهار مناسب و فقدان ضعف‌های ناشی از اندرکنش و نظایر آن می‌باشد.

در هر یک از برگه‌های امتیازدهی دو جدول وجود دارد. از جدول اول شاخص پاسخ بصورت یکی از حروف A تا F با توجه به خطر لرزه‌ای ساختگاه مطابق پهنه‌بندی استاندارد ۲۸۰۰ و تراز محل نصب تجهیزات انتخاب می‌گردد. به‌طور کلی نوع خاک ساختگاه تاثیری بر شاخص پاسخ ندارد مگر در شرایطی که خاک ساختگاه از نوع IV (طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰) باشد که در این‌صورت حرف نشان‌دهنده شاخص پاسخ به حرف بعدی (مثلاً A به B) تغییر می‌یابد. سپس در جدول دوم امتیاز پایه بر اساس شاخص پاسخ تعیین می‌شود. از این امتیاز باید "بزرگترین پارامتر اصلاح عملکرد قابل کاربرد" (۲-۵-۱-۲-۳) کاسته شود تا امتیاز تجهیزات تعیین گردد.

اثر تشدید حرکات لرزه‌ای زمین در ارتفاع سازه تکیه‌گاهی در تعیین امتیاز پایه تجهیزات به صورت ذیل درنظر گرفته می‌شود.

موقعیت تجهیزات روی سازه تکیه‌گاهی به نسبت ارتفاع سازه به صورت ۱/۳ تحتانی ۱/۳ میانی و ۱/۳ فوقانی سنجیده می‌شود. ارتفاع سازه باید از تراز پایه تا بلندترین نقطه آن درنظر گرفته شود.

تجهیزاتی که بر روی زمین نصب می‌شوند، به طور کلی در ستون مربوط به محدوده ۱/۳ تحتانی در جداول امتیازدهی درنظر گرفته می‌شوند.

در صورتی که سختی سازه تکیه‌گاهی به اندازه کافی زیاد باشد که بتوان آن را صلب درنظر گرفت (ثانیه $T \leq 0/06$)، موقعیت تجهیزات در ۱/۳ تحتانی درنظر گرفته می‌شود.

۲-۵-۱-۲-۳- تعیین پارامترهای اصلاح عملکرد (PMF)[1]

پارامترهای اصلاح عملکرد جهت ملاحظه ضعف‌های احتمالی شامل نحوه نصب، مهار نامناسب، اندرکنش تجهیزات، وجود تردید در مناسب بودن برگه امتیازدهی انتخاب شده و نظایر آن و اثر آنها بر امتیاز تجهیزات درنظر گرفته می‌شود. برای این کار ابتدا کلیه پارامترهای اصلاح قابل اعمال با استفاده از اطلاعات مندرج در برگه‌های امتیازدهی استخراج می‌شوند و سپس بیشینه مقدار بدست آمده برای پارامترهای اصلاح عملکرد جهت استخراج امتیاز تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رهنمودهایی در برگه امتیازدهی جهت تخصیص پارامترهای اصلاح ارائه گردیده است. در صورت وجود تردید در اعمال یک پارامتر اصلاح خاص، کاربر باید تا زمان قطعی شدن موضوع، آن پارامتر اصلاح را مورد استفاده قرار دهد.

در صورت ملاحظه تدابیری که منجر به از میان رفتن ضعف مربوط به پارامتر اصلاح بیشینه گردد، پارامتر اصلاح مورد استفاده، بیشینه پارامترهای اصلاح باقیمانده خواهد بود.

در صورت کمبود اطلاعات به دلیل عدم دسترسی، کمبود نقشه یا دلایل دیگر، کاربر باید محافظه کارانه‌ترین فرض را در مورد تعیین پارامتر اصلاح قابل کاربرد انجام دهد. توجیه این فرض محافظه کارانه باید در برگه امتیازدهی ذکر شود تا امکان ارزیابی مجدد پارامترهای اصلاح با استفاده از اطلاعات دقیق‌تر، در صورت نیاز، باشد.

پارامترهای اصلاح که در مرحله ارزیابی تعیین می‌شوند می‌توانند بنا به تدابیر اصلاحی برای تجهیزات مربوطه، تغییر نموده و یا مورد صرفنظر قرار گیرند. کلیه فرضیات، محاسبات و مدارکی که تغییر پارامترهای اصلاحی را توجیه می‌نمایند باید منضم به گزارش باشد.

در برگه‌های امتیازدهی، یک پارامتر اصلاح با عنوان "موارد دیگر" بدون توصیف و مقدار، جهت احتیاط مشخص شده است. چون ملاحظه همه شرایط ممکن با پارامترهای اصلاح معنی‌دار امکان‌پذیر نمی‌باشد، کاربر باید قضاوت خود را جهت تعیین وزن هر کدام از موارد و تعیین مقدار متناسب با آن به‌کار گیرد.

۲-۵-۱-۲-۴- تعیین امتیاز تجهیزات

امتیاز تجهیزات که مبنای ارزیابی تجهیزات به روش امتیازدهی است از تفاضل "امتیاز پایه" (۲-۴-۱-۱-۲) و "بزرگترین پارامتر اصلاح عملکرد قابل کاربرد" (۲-۵-۱-۲-۳) تعیین می‌گردد.

۲-۵-۱-۲-۵- مقایسه امتیاز تجهیزات با امتیاز ایمنی هدف و تعیین تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی

در این مرحله امتیاز تجهیزات با امتیاز ایمنی هدف مقایسه می‌گردد که در جدول (۲-۴) به صورت تابعی از اهمیت نسبی تجهیزات که سامانه مورد نظر را تشکیل می دهند، ارائه گردیده است.

تجهیزاتی که امتیاز آنها از امتیاز ایمنی هدف کمتر نباشد "غیر آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردند. در صورتی که امتیاز تجهیزات حداکثر تا ۱۵٪ کمتر از امتیاز ایمنی هدف باشد، باید به روش تفصیلی مورد ارزیابی قرار گیرد. در مورد تجهیزات با اهمیت نسبی I_1 در صورتی که امتیاز آنها تا ۱۵٪ بزرگتر از امتیاز ایمنی هدف باشد نیز باید طبق بند (۲-۵-۲) به روش تفصیلی مورد ارزیابی قرار گیرند. تجهیزاتی که امتیاز آنها کمتر از ۸۵٪ امتیاز ایمنی هدف باشد، "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌شوند.

---

1 Performance Modification Factor

جدول (۲-۴): معیارهای پذیرش تجهیزات نیروگاه به روش امتیازدهی

اهمیت نسبی سامانه	امتیاز ایمنی هدف
I_1	۳٫۵
I_2	۳٫۰
I_3	۲/۵

۲-۵-۲- ارزیابی تفصیلی

هدف از ارزیابی تفصیلی تجهیزات نیروگاه‌ها، بررسی دقیق‌تر تجهیزاتی است که آسیب‌پذیری آنها به طور قطعی با ارزیابی "اولیه" به اثبات نرسیده باشد و یا امکان انجام ارزیابی اولیه آنها بدلیل فقدان مدارک طراحی، برگ امتیازدهی مناسب و غیره مطابق بند (۲-۵-۱) وجود نداشته باشد.

ارزیابی تفصیلی تجهیزات شامل سه روش "استفاده از طیف آسیب‌پذیری" ، "استفاده از سرند" و "مدلسازی و تحلیل‌های عددی سازه" می‌باشد.

تجهیزاتی که قابل ارزیابی با استفاده از طیف آسیب‌پذیری هستند در جدول (۲-۵) فهرست گردیده‌اند. جزییات روش فوق در بند (۲-۵-۲) و توضیحات تکمیلی در پیوست (۵) ارائه گردیده است.

علاوه بر این سامانه لوله‌کشی و کانال به روش سرند طبق بند (۲-۵-۲-۱) و فصول ۶ و ۷ و سامانه هدایت کننده به روش توام سرند و طیف آسیب‌پذیری طبق بندهای (۲-۵-۲-۱) ، (۲-۵-۲-۲) و فصل ۸ ارزیابی می‌گردد.

تجهیزاتی که جزء موارد فوق نبوده و از نظر مشخصات دینامیکی با آنها متفاوت باشند را می‌توان با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه طبق بند (۲-۵-۲-۳) ارزیابی نمود.

مطابق ضوابط این دستورالعمل تجهیزات نیروگاه‌ها تنها در سطح عملکرد "ایمنی طرح" متناظر با تراز خطر لرزه‌ای مربوطه مطابق جدول (۱-۴) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

جدول (۲-۵): فهرست تجهیزات مکانیکی و الکتریکی و روش مورد استفاده برای ارزیابی لرزه ای آنها

تجهیزات مکانیکی و الکتریکی		
تجهیزات الکتریکی		
نام تجهیزات	**روش ارزیابی**	**ارجاع**
باتری‌های و قفسه های نگهدارنده آنها	استفاده از طیف آسیب‌پذیری	پیوست ۵
پانل های MCC		
پانل‌های کلید زنی ولتاژ پایین		
پانل های کلید زنی ولتاژ متوسط		
پانل‌های توزیع		
ترانسفورمرها		
باتری شارژرها و معکوس کننده ها		
ابزار دقیق و پانل کنترل		
دستگاه‌ها و ابزار دقیق در قفسه‌ها		
حسگرهای حرارتی		
تجهیزات مکانیکی		
شیرهای کنترل شونده توسط سیال	استفاده از طیف آسیب‌پذیری	پیوست ۵
شیرهای کنترل شونده توسط مغناطیس		
پمپهای افقی		
پمپ‌های عمودی		
چیلرها		
کمپرسورهای هوا		
موتور – ژنراتور		
موتور احتراقی – ژنراتورها		
هواسازها		
فن ها		
سامانه توزیع مکانیکی و الکتریکی		
لوله کشی	استفاده از سرند	فصل ۶
کانال‌ها	استفاده از سرند	فصل ۷
هدایت کننده‌ها	استفاده از سرند و طیف‌های آسیب‌پذیری	فصل ۸

۲-۵-۲-۱- ارزیابی لرزه ای با استفاده از سرند

ارزیابی با استفاده از سرند، بر مبنای تحلیل و بررسی ویژگی ها و مشخصه هایی از تجهیزات متمرکز است که در طی زلزله‌های گذشته مسبب آسیب پذیری تجهیزات شناخته شده‌اند. تجهیزاتی که در این دستورالعمل با استفاده از سرند مورد ارزیابی قرار می‌گیرند در جدول (۲-۵) معرفی شده اند.

۲-۵-۲-۲- ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات با استفاده از طیف آسیب پذیری لرزه‌ای

ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای طی مراحل ۵ گانه ذیل صورت می‌پذیرد.

۱. کنترل مشابهت تجهیزات مورد ارزیابی با تجهیزات ارائه شده در پیوست (۵) از لحاظ پارامترها و مشخصات مکانیکی مانند جرم، مواد به کار رفته در ساخت، اجزای اصلی به کار رفته در ساخت، نحوه چیدمان و نصب آنها (پیش نیاز ۱)

۲. کنترل مشابهت نحوه مهاربندی و شرایط تکیه‌گاهی تجهیزات مورد ارزیابی با تجهیزات ارائه شده در پیوست (۵) (پیش نیاز ۲)

کاربر باید پس از احراز برقرار بودن پیش نیازهای ۱ و ۲ با استفاده از روش‌های شناخته شده طیف نیاز طبقه با میرایی موردنظر (جدول ۲-۶) را با توجه به محل نصب تجهیزات، استخراج نماید (۲-۵-۲-۲-۲). در شرایطی که مود اول ارتعاشی تجهیزات بتواند بعنوان مود غالب پذیرفته شود، استفاده از روش استاتیکی معادل (۲-۵-۲-۳-۱) توصیه می‌گردد و احتیاجی به تهیه طیف نیاز طبقه برای ارزیابی آن تجهیزات نمی‌باشد.

کاربر باید طیف نیاز طبقه را با طیف آسیب‌پذیری تجهیزات مطابق ضوابط بند (۲-۵-۲-۲-۳) مقایسه نموده و از عدم تجاوز طیف نیاز از طیف آسیب‌پذیری تجهیزات اطمینان حاصل نماید.

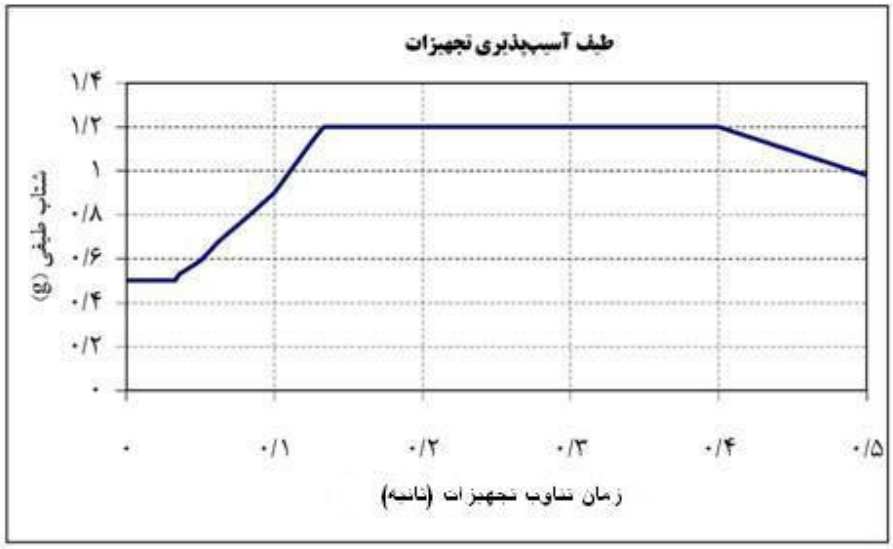
۳. در صورت برقراری ضابطه فوق کاربر باید شرایط مهار تجهیزات را براساس ضوابط فصل (۳) و اثرات اندرکنش تجهیزات را براساس بند (۲-۶) کنترل نماید.

کاربر می‌تواند در ابتدا با فرض برقراری پیش نیازهای ۱ و ۲ موضوع بندهای (۱ و ۲) به مقایسه طیف‌های نیاز و آسیب‌پذیری پرداخته و پس از اطمینان از عدم تجاوز طیف نیاز از طیف آسیب‌پذیری به بررسی پیش نیازها اقدام نماید. در شرایطی که تجهیزات به هر دلیلی ضوابط این بند را برآورده ننمایند، بررسی‌های دقیق‌تر مطابق بند (۲-۵-۲-۲-۴) توصیه می‌گردد.

مراحل ارزیابی مورد استفاده در این بند در روند نمای (۲-۲) بصورت خلاصه نمایش داده شده‌اند.

۲-۵-۲-۲-۱- طیف آسیب پذیری لرزه‌ای تجهیزات

طیف آسیب پذیری لرزه‌ای تجهیزات در برگیرنده ظرفیت لرزه‌ای تجهیزات بر حسب شتاب وارده به آنها به ازای زمان‌های تناوب تجهیزات می‌باشد. برای تجهیزات با مشخصات ارائه شده در پیوست (۵) این دستورالعمل طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شکل (۲-۱) نشان داده شده است.



زمان تناوب (ثانیه)	۰/۵	۰/۴	۰/۱۳۳	۰/۱۲۵	۰/۱	۰/۰۸۳۳	۰/۰۶۲۵	۰/۰۵	۰/۰۳۵۷	۰/۰۳۳
شتاب طیفی (g)	۰/۹۸	۱/۲	۱/۲	۱/۱۳	۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۶۸	۰/۵۹	۰/۵۳	۰/۵۰

شکل (۲-۱): طیف آسیب پذیری لرزه ای تجهیزات با مشخصات مندرج در پیوست (۵)

جهت استفاده از طیف آسیب‌پذیری تجهیزات زمان تناوب طبیعی بیشینه تجهیزات (و سازه تکیه‌گاهی به همراه تجهیزات) باید معلوم باشد. در صورت فقدان اطلاعات مورد نیاز در کاتالوگ سازندگان، محاسبه زمان تناوب طیفی تجهیزات با استفاده از رابطه (۲-۱) قابل انجام است.

$$T_E = 2\pi\sqrt{\frac{W_E}{K_E g}} \qquad (۱-۲)$$

که در آن:

W_E: وزن تجهیزات به (N)

K_E: سختی تجهیزات (یا سازه تکیه‌گاهی به همراه تجهیزات) به (N/m^2)

g: شتاب ثقل زمین به (m/s^2)

زمان تناوب تجهیزات را می‌توان با استفاده از آزمایش یا روشهای تحلیلی نیز تعیین کرد.

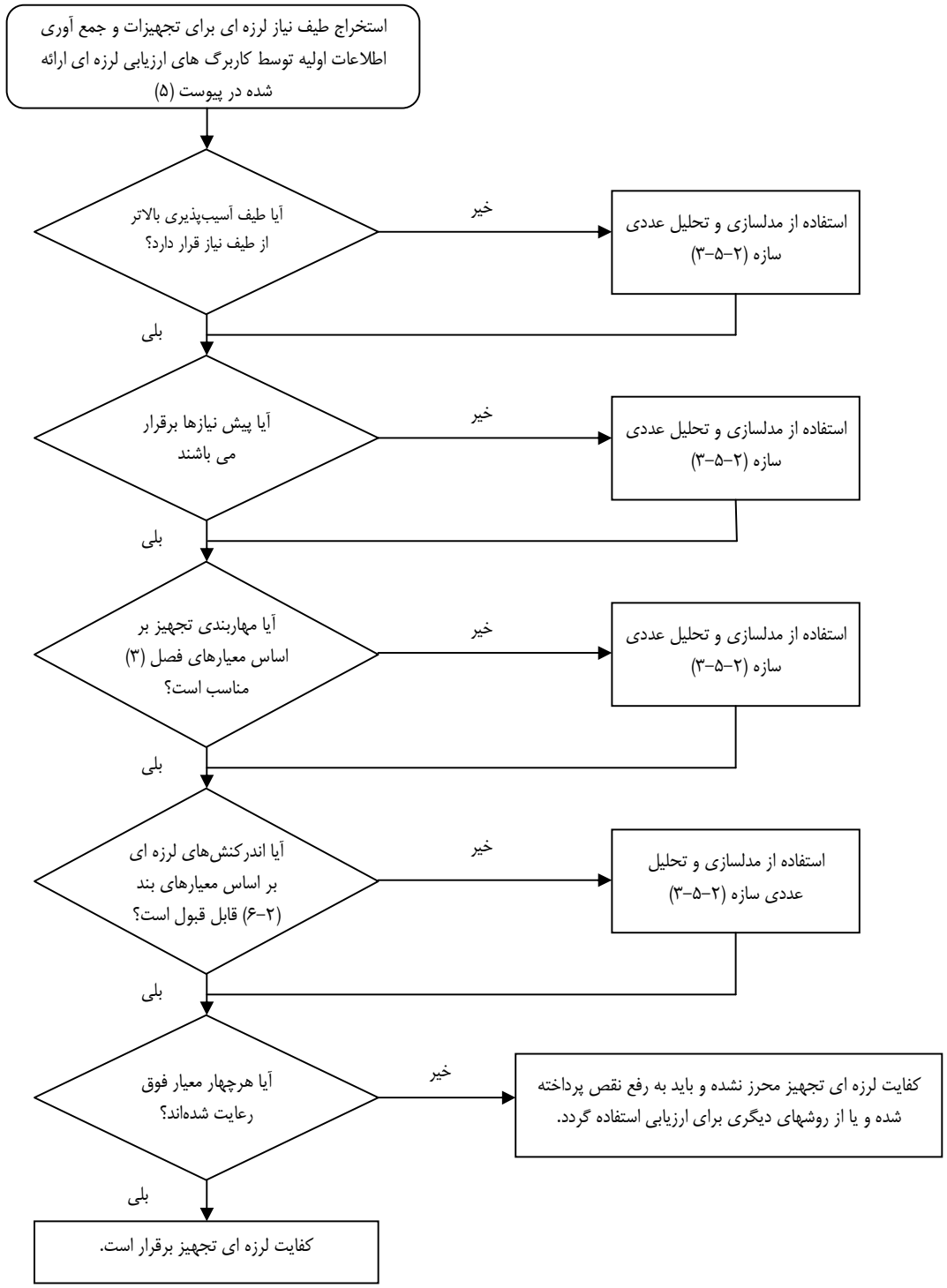
۲-۵-۲-۲-۲- طیف نیاز لرزه‌ای

طیف نیاز لرزه ای با استفاده از طیف طرح ساختگاه و بر اساس موقعیت استقرار و نصب تجهیزات در ساختگاه استخراج می‌گردد. در مورد تجهیزاتی که روی زمین نصب شده‌اند، طیف نیاز لرزه‌ای همان طیف طرح ساختگاه در نظر گرفته می‌شود. در مورد تجهیزات آویزان یا نصب شده روی طبقات یا ترازهای مختلف، طیف نیاز لرزه ای، طیف پاسخ لرزه ای مربوط به حرکت طبقه یا تراز مربوطه خواهد بود.

در مواردی ممکن است طیف نیاز لرزه‌ای برای میرایی‌های متفاوتی، بسته به فرکانس ارتعاشی تجهیزات و غیره مورد نظر باشد، در این صورت استفاده از طیف نیاز لرزه‌ای موجود برای استخراج طیف نیاز لرزه‌ای با میرایی مورد نظر بلامانع می‌باشد.
شتاب طیفی برای یک میرایی خاص β_D را می‌توان با استفاده از طیف طبقه موجود با میرایی β_A (۵٪) با استفاده از رابطه زیر به دست آورد:

$$S_{aiD} = S_{aiA}\sqrt{\frac{\beta_A}{\beta_D}} \geq ZPA \qquad (۲-۲)$$

که در آن،
S_{aiA} : شتاب طیفی موجود در زمان تناوب T_i با میرایی β_A،
S_{aiD}: شتاب طیفی مورد نظر در زمان تناوب T_i با میرایی β_D،
β_A: نسبت میرایی طیف پاسخ موجود،
β_D: نسبت میرایی طیف پاسخ مورد نظر،
ZPA: بیشینه شتاب زمین برای تجهیزات متکی بر زمین و بیشینه شتاب طبقات برای تجهیزات نصب شده در طبقات



روند نمای (۲-۲): مراحل ارزیابی لرزه ای با استفاده از طیف آسیب‌پذیری

۲-۵-۲-۲-۳- مقایسه طیف‌های نیاز و آسیب پذیری تجهیزات

برای ارزیابی کفایت لرزه‌ای، به صورت کلی طیف آسیب پذیری لرزه‌ای باید در تمامی محدوده‌های زمان تناوب مورد نظر از طیف نیاز بالاتر باشد. دو نکته برای این ضابطه وجود دارد.

۱. طیف آسیب پذیری لرزه‌ای تنها لازم است تا در زمان تناوب‌هایی کمتر از بزرگترین زمان تناوب طبیعی قسمتهای تشکیل دهنده تجهیز مورد نظر (در مجموعه های چند قسمتی)، طیف نیاز را پوشش دهد.

۲. در برخی نقاط ممکن است طیف نیاز به صورت موضعی از طیف آسیب پذیری تجهیزات تجاوز کند. در این شرایط چنانچه متوسط نسبت طیف نیاز لرزه ای به طیف آسیب‌پذیری در محدوده پریود ۰/۹ برابر زمان تناوب آغازین تا ۱/۱ برابر زمان تناوب پایانی کوچکتر از واحد باشد، می‌توان کفایت لرزه ای تجهیزات را پذیرفت. زمان‌های تناوب آغازین و پایانی به ترتیب مربوط به اولین و آخرین نقطه‌ای هستند که طیف نیاز لرزه‌ای، طیف آسیب‌پذیری را قطع می‌نماید.

۲-۵-۳- ارزیابی لرزه ای با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه

روش‌های مدلسازی و تحلیل عددی سازه مبتنی بر تعیین و مقایسه نیاز – ظرفیت لرزه‌ای تجهیزات و سازه‌ها و اتصالات آنها می‌باشد.
روش‌های مدلسازی و تحلیل عددی سازه دو جنبه اساسی ذیل را در بر می‌گیرد.

– تهیه مدل مناسب با توجه به مشخصات مکانیکی و دینامیکی تجهیزات

– بارگذاری لرزه‌ای و تحلیل عددی سازه مدل تهیه شده

میرایی و جرم مورد استفاده در مدلسازی و تحلیل عددی سازه تجهیزات مطابق مندرجات کاتالوگ سازندگان، برگه‌های آزمون و یا براساس نتایج روش‌های تحلیلی درنظر گرفته می‌شود. در صورت فقدان هر گونه اطلاعات استفاده از میرایی ۲٪ پیشنهاد می‌گردد. جهت استخراج طیف نیاز با میرایی غیر از ۵٪ می‌توان از رابطه (۲-۲) استفاده نمود.
در جدول (۲-۶) مقدار جرم و میرایی نوعی برخی از تجهیزات نیروگاه‌ها ارائه گردیده است.

جدول (۲-۶): مشخصات مکانیکی و دینامیکی تجهیزات

نوع تجهیزات	حداکثر جرم یا چگالی نوعی	میرایی ٪
تابلوهای مرکز کنترل موتور (پ ۵-۲-۲)	۴۰۰ کیلوگرم به ازای هر کابینت	۵
پانل‌های کلید زنی فشار ضعیف (پ ۵-۲-۳)	۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب	۵
پانل‌های کلید زنی فشار متوسط (پ ۵-۲-۴)	۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب	۵
ترانسفورمرها (پ ۵-۲-۶)	توان (KVA) / جرم(kg) ۳۰۰۰ / ۷۰۰۰ ۲۵۰۰ / ۵۰۰۰ ۲۰۰۰ / ۴۰۰۰ ۱۰۰۰ / ۳۰۰۰ ۱۰۰ / ۵۰۰	۵
پمپ‌های افقی با موتور (پ ۵-۳-۳)	توان(KVA) / جرم (kg) ۱۵۰۰ / ۷۰۰۰ ۵۰۰ / ۵۰۰۰ ۴۰۰ / ۴۰۰۰ ۲۰۰ / ۳۰۰۰ ۱۰۰ / ۲۰۰۰	۵
پمپ‌های عمودی با موتور (پ ۵-۳-۴) الف- شناور ب- گریز از مرکز ج- چاه عمیق	توان(KVA) / جرم (kg) ۲۰۰۰ / ۲۰۰۰۰ ۵۰۰ / ۴۰۰۰ ۱۵۰ / ۲۰۰۰	 ۳ ۵ ۳
کمپرسورهای هوا (پ ۵-۳-۶)	توان(KVA) / جرم (kg) ۵۰ / ۲۰۰۰ ۲۰۰ / ۴۰۰۰	۵
موتور- ژنراتور و موتور-ژنراتور احتراقی (پ ۵-۳-۷ و پ ۵-۳-۸)	–	۵
باتری‌ها و قفسه‌های نگهدارنده آنها (پ ۵-۲-۱)	۳۰۰ Kg/m^3 برای باتری‌ها به همراه قفسه	۵
باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها (پ ۵-۲-۷)	۷۰۰ Kg/m^3	۵
قفسه‌های تجهیزات (پ ۵-۲-۹)	۳۰۰Kg/m^2 (از مقطع قائم)	۳
کابینت‌های تجهیزات عمومی (پ ۵-۲-۵)	۳ برابر وزن محفظه کابینت	۵
پانل‌های کنترل قابل دسترسی (پ ۵-۲-۸)	وزن واحد طول	۵

روش‌های تحلیل عددی سازه مورد توصیه این دستورالعمل عبارتند از:

- روش استاتیکی معادل
- روش طیفی
- روش تاریخچه زمانی

در بندهای بعدی روش‌های فوق تشریح گردیده‌اند.

۲-۵-۲-۳-۱- روش استاتیکی معادل

در تحلیل لرزه‌ای تجهیزاتی که اثر مود اول ارتعاشی در آنها می‌تواند به عنوان مود غالب پذیرفته شود، روش استاتیکی معادل مطابق ضوابط بخش سازه‌های غیرساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ معادل توصیه می‌گردد.

برای تجهیزات با پرید طبیعی کوچکتر از ۰/۰۳ ثانیه اعمال نیروی حاصل از ضرب شتاب ZPA در جرم قطعات مختلف، به مرکز جرم آن قطعات، بدون نیاز به هیچگونه ضریب تشدید، قابل قبول می‌باشد.

برای تجهیزات با پرید طبیعی بزرگتر از ۰/۰۳ ثانیه نیروی زلزله وارد بر مرکز جرم تجهیزات از رابطه (۲-۳) استخراج می‌شود:

$$F_p = \frac{0.4\, a_p\, S_{DS}\, W_p}{R_P}\left(1+\frac{2z}{H}\right) \qquad (۳-۲)$$

لزومی ندارد F_p از مقدار حاصل از رابطه (۲-۴) بیشتر باشد.

$$F_p = 1.6\, S_{DS} W_P \qquad (۴-۲)$$

همچنین F_p نباید کمتر از مقدار رابطه (۲-۵) باشد.

$$F_p = 0.3\, S_{DS}\, W_p \qquad (۵-۲)$$

در روابط فوق

S_{DS}: پارامتر شتاب طیفی در زمان تناوب ۰/۲ ثانیه با توجه به طیف طرح مورد استفاده در این دستورالعمل

a_P: ضریب بازتاب تجهیزات بین ۱ تا ۲/۵ مطابق جدول (۲- ۷ و ۸)

W_p: وزن تجهیزات

R_p: ضریب رفتار تجهیزات طبق جدول (۲-۷ و ۸)

z: ارتفاع محل اتصال تجهیزات به سازه از تراز پایه

H: میانگین ارتفاع بام نسبت به تراز پایه

جدول (۲-۷): ضرایب بازتاب و رفتار سامانه‌های الکتریکی و مکانیکی

سامانه‌های الکتریکی و مکانیکی	a_p	R_p
سامانه‌های تهویه مطبوع هوایی، دمنده‌ها، دستگاه‌های تهویه، بخاری مبلی، جعبه‌های توزیع هوا و سایر تجهیزات مکانیکی ساخته شده از ورق فولادی	۲/۵	۶/۰
سامانه‌های تهویه مطبوع آبی، دیگهای بخار، کوره‌ها، مخازن تحت فشار جو، چیلرها، آب‌گرمکن‌ها، مبدل‌های حرارتی، تبخیرکننده‌ها، جداسازهای هوا، تجهیزات فرایندی و سایر تجهیزات ساخته شده از مصالح با قابلیت تغییر شکل زیاد	۱/۰	۲/۵
موتورها، توربین‌ها، پمپ‌ها، کمپرسورها و مخازن تحت فشاری که روی ساق فولادی قرار ندارند.	۱/۰	۲/۵
مخازن تحت فشار متکی بر ساق فولادی	۲/۵	۲/۵
تجهیزات آسانسورها و بالابرها	۱/۰	۲/۵
ژنراتورها، باتری‌ها، مبدل‌ها و موتورهای برقی، ترانسفورماتورها، و سایر تجهیزات ساخته شده از مصالح با قابلیت تغییر شکل زیاد	۱/۰	۲/۵
مراکز کنترل، تابلوهای برق، تابلوهای ابزار دقیق، جعبه‌های اتصال و سایر قطعات ساخته شده از ورق فلزی	۲/۵	۶/۰
تجهیزات ارتباطی، رایانه‌ها، ابزارها و کنترل‌ها	۱/۰	۲/۵
دودکش‌های سقفی، دودکش‌های خودایستا و برجهای خنک‌کننده دارای مهار جانبی در ترازی بالاتر از مرکز جرم آن	۲/۵	۳/۰
دودکش‌های سقفی، دودکش‌های خودایستا و برجهای خنک‌کننده دارای مهار جانبی در ترازی پایین‌تر از مرکز جرم آن	۱/۰	۲/۵
تجهیزات و اتصالات روشنایی	۱/۰	۱/۵
سایر تجهیزات الکتریکی و مکانیکی	۱/۰	۱/۵
تجهیزات و سامانه‌های دارای جداساز ارتعاشات		
تجهیزات و سامانه‌های جداسازی شده با استفاده از نئوپرن و کف‌های جداسازی شده با نئوپرن دارای میراگرهای الاستومری یا ضربه‌گیرهای محیطی ارتجاعی	۲/۵	۲/۵
تجهیزات و سامانه‌های جداسازی شده با استفاده از فنر و کف‌های جداسازی شده دارای میراگرهای الاستومری یا ضربه‌گیرهای محیطی ارتجاعی در فواصل کم	۲/۵	۲/۰
تجهیزات و سامانه‌های بصورت داخلی جداسازی شده	۲/۵	۲/۰
تجهیزات جداسازی شده معلق شامل تجهیزات در مسیر هدایت کننده‌ها و تجهیزات معلق بصورت داخلی جداسازی شده	۲/۵	۲/۵

جدول (۲-۸): ضرایب بازتاب و رفتار سامانه‌های توزیع مکانیکی و الکتریکی

R_p	a_p	**سامانه‌های توزیع مکانیکی و الکتریکی**
۱۲/۰	۲/۵	لوله‌کشی منطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر با اتصالات جوشی یا لحیمی
۶/۰	۲/۵	لوله‌کشی منطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل محدود یا زیاد، با اتصالات رزوه‌ای، بستی، کوپلینگ شیاری یا فشاری
۹/۰	۲/۵	لوله‌کشی و غلاف غیرمنطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل زیاد، با اتصالات جوشی یا لحیمی
۴/۵	۲/۵	لوله‌کشی و غلاف غیرمنطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل محدود یا زیاد، با اتصالات رزوه‌ای، بستی، کوپلینگ شیاری یا فشاری
۳/۰	۲/۵	لوله‌کشی ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل کم مانند چدن، شیشه و پلاستیک غیرشکل‌پذیر
۹/۰	۲/۵	هدایت کننده همراه با تجهیزات در مسیر ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل زیاد با اتصالات جوشی یا لحیمی
۶/۰	۲/۵	هدایت کننده همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل محدود یا زیاد، با اتصالاتی غیر از اتصالات جوشی یا لحیمی
۳/۰	۲/۵	هدایت کننده همراه با تجهیزات در مسیر ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل کم مانند چدن، شیشه و پلاستیک غیر شکل پذیر
۲/۵	۱/۰	لوله‌کشی برق، سینی‌های کابل با اتصال صلب و لوله‌کشی فاضلاب
۳/۰	۲/۵	نقاله‌های تولید یا فرایند (غیر آدم‌رو)
۶/۰	۲/۵	سینی‌های معلق کابل

۲-۵-۲-۳-۲- روش طیفی

برای تجهیزات پیچیده با مودهای متعدد ارتعاشی به اندازه کافی دور از هم، استفاده از تحلیل طیفی مطابق ضوابط بخش سازه‌های غیرساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ قابل توصیه می‌باشد.

۲-۵-۲-۳-۳- روش تاریخچه زمانی

در ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات پیچیده با مودهای ارتعاشی نزدیک به هم، استفاده از تحلیل تاریخچه زمانی مطابق ضوابط بخش سازه‌های غیرساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ جهت کنترل نتایج بدست آمده از روش طیفی توصیه می‌گردد.

۲-۵-۲-۳-۴- مقایسه ظرفیت – نیاز لرزه‌ای تجهیزات

احراز آسیب‌پذیری تجهیزات منوط به تجاوز نیاز کل بدست آمده از ترکیب بارگذاری لرزه‌ای و سایر بارهای قابل اعمال (مانند بار مرده، بار هنگام بهره‌برداری و اتصال کوتاه) از ظرفیت لرزه‌ای اجزای تجهیزات می‌باشد. استفاده از ترکیب بارگذاری ذیل بدین منظور ضروری است.

اثر بار هنگام بهره‌برداری + اثر بار اتصال کوتاه + اثر بار مرده + اثر زلزله

ظرفیت لرزه‌ای قطعات از جنس سرامیک و چینی نظیر بوشینگ‌ها و مقره‌ها ۸۵٪ مقاومت نهایی مصالح به عنوان ظرفیت لرزه‌ای اجزا در نظر گرفته می‌شود.
ظرفیت لرزه‌ای اجزای فولادی ۱/۷ برابر تنش مجاز ارائه شده در "مبحث دهم مقررات ملی ایران" درنظر گرفته می‌شود.
برای قطعات بتن مسلح مقاومت با ضریب توصیه شده توسط "آیین نامه بتن ایران" به عنوان ظرفیت لرزه ای اجزا در نظر گرفته می‌شود.

۲-۶- ملاحظه اثر اندرکنش لرزه‌ای سامانه‌ها

۲-۶-۱- تعاریف

اندرکنش لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاه عبارت است از مجموعه‌ای از تاثیرات بر رفتار لرزه‌ای و تشدید عواقب ناشی از زلزله شامل تغییر نامطلوب در مشخصات دینامیکی ناشی از اندرکنش سازه‌ای سامانه‌های مجاور هم، برخورد سامانه‌های مجاور هم، سقوط سامانه‌های مجاور هم بر روی یکدیگر، تغییر مکان نسبی سامانه‌های مجاور هم و تغییر در شرایط محیطی و عملیاتی که موجب اختلال در عملکرد سامانه‌ها یا پرسنل گردد.
علل رایج اندرکنش در نیروگاه‌ها بصورت ذیل قابل طبقه‌بندی است:

۱- مجاورت: هرگونه تاثیر منجر به سوء عملکرد ناشی از همسایگی سامانه‌ها شامل برخورد، تغییر شکل نسبی و اندرکنش سازه‌ای

۲- گسیختگی و سقوط: هرگونه تاثیر منجر به سوء عملکرد ناشی از خرابی و گسیختگی و سقوط

۳- آبفشان: تاثیرات ناشی از گسیختگی لوله‌ها یا عملکرد آبفشان‌های اطفای حریق که ممکن است موجب بروز اتصال کوتاه یا عدم امکان دسترسی به اجزای نیروگاه گردد.

۴- آبگرفتگی: تاثیرات ناشی از غرقاب شدن سامانه‌ها و عدم امکان دسترسی به آنها

۵- آتش سوزی: تاثیرات ناشی از حریق اعم از پخش دود، انهدام سامانه‌ها

هر کدام از سامانه‌های نیروگاه که در معرض اثرات منفی ناشی از اندرکنش‌های فوق قرار داشته باشند "هدف اندرکنش" و سامانه‌هایی که سوء عملکرد آنها موجب اندرکنش‌های فوق گردد "منبع اندرکنش" می‌باشند. اندرکنش در صورتی که موجب خرابی یا سوء عملکرد سامانه مورد نظر گردد "اندرکنش قابل توجه" و در شرایطی که سوء اثر آن قابل صرفنظر باشد "اندرکنش غیرقابل توجه" می‌باشد.

۲-۶-۲- ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاه با توجه به اثر اندرکنش

ملاحظه اثرات اندرکنش لرزه‌ای در ارزیابی سامانه‌های "هدف اندرکنش" می‌تواند با استفاده از یکی از ۴ رویکرد ذیل صورت پذیرد.

۱- صرفنظر کردن از اثرات اندرکنش (اندرکنش غیرقابل توجه)

۲- اصلاح سامانه‌های "منبع اندرکنش" جهت حذف اثرات اندرکنش (اندرکنش قابل توجه)

۳- افزایش اهمیت نسبی سامانه‌های "منبع اندرکنش" تا حد سامانه‌های هدف اندرکنش (اندرکنش قابل توجه)

۴- استفاده از پارامتر اصلاح عملکرد مناسب برای تجهیزات "هدف اندرکنش" در روش امتیازدهی (اندرکنش قابل توجه) مگر آنکه تجهیزات "منبع اندرکنش" با فرض اهمیت نسبی برابر با تجهیزات "هدف اندرکنش" (رویکرد ۳) مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲-۷- مراجع

1. Gayle S.Johnson, Robert E.Sheppard, Marc D.Quilci, Stephen J. Edar and Charles R. Scowthorn, “Seismic Reliability Assessment of Critical Facilities: A Hand Book, Supporting Documents, and Model Code Provisions.” Technical Robert MCEER-99-0008

۲. " معیارهای قابلیت اطمینان و تحلیل خطر لرزه ای دستورالعمل (اصلاحی توسط نظرات کمیته راهبری)" ، تهیه دستورالعمل ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه ای سازه‌ها و تاسیسات صنعت برق در سه بخش تولید، انتقال و توزیع، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز تکنولوژی نیرو (شرکت متن) – بخش سازه‌های صنعتی.

۳. " آیین نامه طراحی لرزه ای تاسیسات و سازه های صنعت نفت"، وزارت نفت، معاونت مهندسی و ساخت داخل،۱۳۸۶.

۴. " نظرات مصوب در جلسات کارشناسان کمیته راهبری" ، تهیه دستورالعمل ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه ای سازه‌ها و تاسیسات صنعت برق در سه بخش تولید، انتقال و توزیع، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز تکنولوژی نیرو (شرکت متن) – بخش سازه‌های صنعتی.

5. DOE/EH-0545 “Seismic Evaluation Procedure for Equipment in U.S Department of Energy Facilities. 1997
6. SSRAP Report, “Use of Seismic Experience Data to Show Ruggedness of Equipment in Nuclear Power Plants” , Revision 4,SAND92-0140 Part I,UC-523, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, prepared by Senior Seismic Review and Advisory Panel, February 28, 1991. (Volume 4 of DOE Binders).
7. EPRI Report NP-7149, “Summary of the Seismic Adequacy of Twenty Classes of Equipment Required for Safe Shutdown of Nuclear Plants” , Electric Power Research Institute, Palo Alto, Prepared by EQE, Inc., March 1991. (Volume 4 0f DOE Binders)
8. EPRI Report TR-102180, “Guidelines for Estimation or Verification of Equipment Natural Frequency” , Electric Power Research Institute, Palo Alto , California, Prepared by ANCO Engineers, Inc., March 1993.

فصل ۳

ارزیابی مهار تجهیزات

۳-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای مهارها بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" ، انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

۳-۱-۱- محدوده کاربرد

ضوابط دستورالعمل در این فصل برای ارزیابی ظرفیت گل میخ‌ها و مهارهای درجا[1] (۳-۳-۱-۲)، مهارهای قلاب‌دار درجا[2] (۳-۳-۱-۳)، مهارهای چسبی[3] (۳-۳-۱-۴)، اتصال جوشی به فولاد مدفون و فولاد روکار[4]، مهارهای سربی[5] و مهارهای انبساطی[6]، از جنس فولاد نرمه معمولی و یا مصالح با مقاومت بیشتر قرار گرفته در بتن سازه‌ای به کار می رود. مهارهای انبساطی ساخته شده از مصالح دیگر و یا آنهایی که سازوکار اتصال متفاوتی (نسبت به مهارهای انبساطی) دارند، همچنین مهارهای شیمیایی[7]، مهارهای پلاستیکی، میخ‌های تفنگی[8] و پیچ‌های بتنی[9] و همچنین کلیه انواع مهارهای قرار گرفته در مصالح غیر از بتن سازه‌ای (مانند دیوار آجری و سفالی) تحت پوشش این دستورالعمل قرار نمی‌گیرند.

۳-۱-۲- مراحل ارزیابی

چهار مرحله اصلی در ارزیابی کفایت لرزه‌ای مهار تجهیزات عبارتند از :

۱. بررسی وضعیت نصب مهار
۲. تعیین ظرفیت مهار
۳. تعیین نیاز لرزه‌ای و نیاز کل
۴. مقایسه نیاز کل و ظرفیت

۳-۲- بررسی وضعیت نصب مهار

۳-۲-۱- کفایت وضعیت نصب مهار و ویژگی‌های آن

مرحله اول از ارزیابی کفایت لرزه‌ای مهار شامل بازرسی چشمی کلیه مهارهای قابل دسترسی از لحاظ وضعیت نصب و اتصال آن به تکیه‌گاه تجهیزات و بازبینی مدارک و نقشه‌های موجود می‌باشد. مشخصات و پارامترهایی از مهار که باید بررسی شوند عبارتند از:

- ابعاد و محل مهار (۳-۲-۲)
- طول آزاد میل‌مهار (۳-۲-۳)

1 Cast in Place Bolts and Headed Stud
2 Cast-on-Place J-Bolts
3 Grouted-in-Place Bolts
4 Welds to Embedded Steel or Exposed Steel
5 Lead Cinch
6 Expansion Anchors
7 Chemical Anchors
8 Powder Actuatiny fastner
9 Concrete Screws

- مسیر انتقال بار لرزه‌ای (۳-۲-۴)
- اتصال تجهیزات به قطعات فولادی مدفون و بالشتک‌ها (۳-۲-۵)
- نوع مهار (۳-۳-۲ و ۳)
- طول مهاری مدفون (۳-۳-۶)
- فاصله بین مهارها (۳-۳-۷)
- فاصله از لبه (۳-۳-۸)
- مقاومت و شرایط بتن (۳-۳-۹)
- محل و اندازه ترک‌های بتن (۳-۳-۱۰)
- رله‌های ضروری در کابینت‌ها (۳-۳-۱۱)
- کنترل سفتی (۳-۳-۱۲)
- مشخصات مکانیکی و دینامیکی تجهیزات (شامل تخمینی از جرم، محل مرکز جرم، فرکانس طبیعی و میرایی) (۳-۴-۱)

تمام مشخصات فوق برای تمام انواع مهارها قابل تعیین نیستند. دستورالعمل‌های کلی جهت تعیین این مشخصات در بخش‌های مورد نظر ارائه شده‌اند. در اعمال هریک از این کنترل‌ها باید قضاوت مهندسی نیز به‌کارگرفته شود.

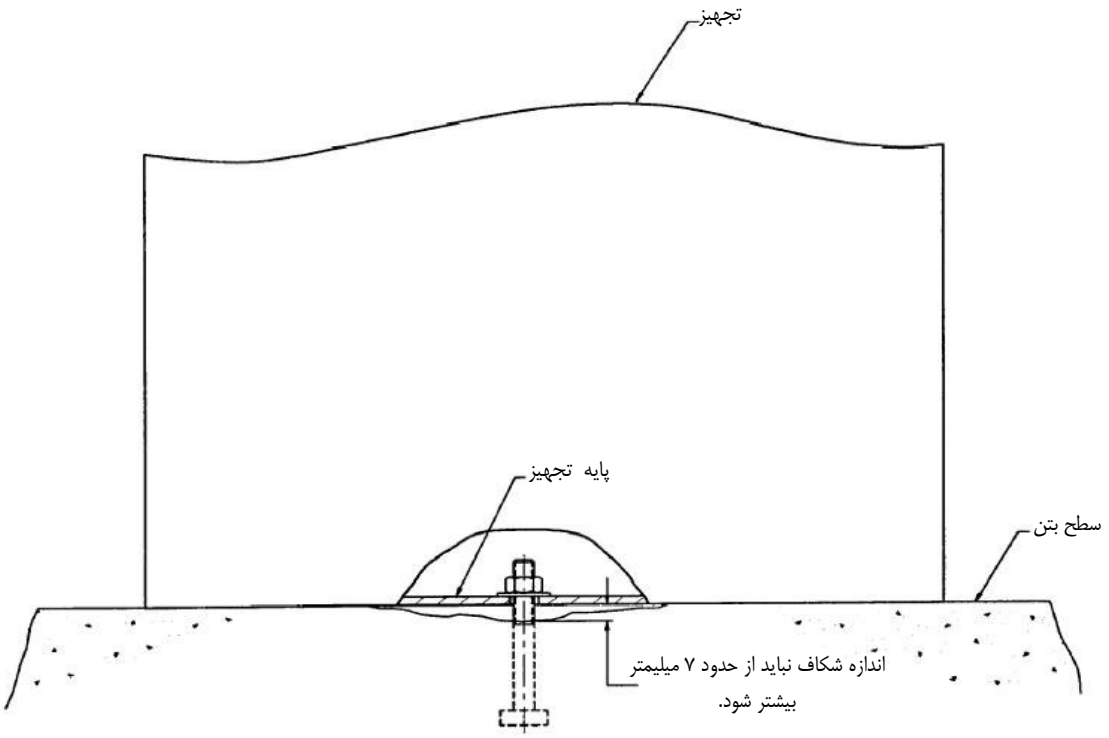
۳-۲-۲- ابعاد و محل مهار

ابعاد مهارها و محل آنها، پارامترهای کلیدی در تعیین ظرفیت مهاری بخش مورد نظر از تجهیزات می‌باشد. در این دستورالعمل ظرفیت‌های اسمی مجاز با توجه به قطر و نوع مهار ارائه شده‌اند. همچنین قطر مهار به عنوان پارامتری کلیدی در تعیین حداقل طول مهاری، فاصله بین مهارها و فاصله از لبه بکار می‌رود. آرایش هندسی مهارها تعیین‌کننده چگونگی توزیع بار زلزله بین مهارها می‌باشد.
باید توجه داشت که ظرفیت‌های اسمی مجاز برای مهارهایی که در ناحیه کششی بتن قرار دارند(برای مثال زیر سقف)، نیز بکار می‌رود.
برای مهارهایی که در محیط‌های مرطوب و یا محیط‌های خورنده قرار دارند، زوال[1] ناشی از خوردگی (در صورتیکه زنگ‌زدگی شدید مشاهده شود) نیز باید در محاسبه مقاومت منظور گردد.

۳-۲-۳- طول آزاد میل مهار

طول نمایان میل‌مهار یعنی فاصله بین سطح زیرین تجهیزات تا سطح بتن در محل مهارها (شکل ۳-۱) نباید بیشتر از ۷ میلیمتر باشد. این رواداری در مورد تجهیزات به همراه رله ضروری و همینطور در مورد مهارهای انبساطی به صفر کاهش می‌یابد.
در صورت تجاوز فاصله فوق از رواداری‌های مربوطه ارزیابی مهار باید با ملاحظه خمش ثانویه ناشی از برش مورد ارزیابی دقیق‌تری قرار گیرد.
فاصله فوق می‌تواند بدون نیاز به دقت زیاد و تنها با چشم اندازه‌گیری شود.

1 Deterioration

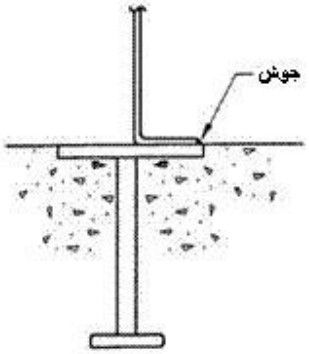


شکل (۳-۱):وجود شکاف در محل مهار تجهیزات

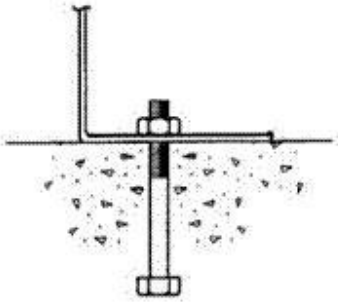
۳-۲-۴- مسیر انتقال بار لرزه‌ای

مسیر انتقال بار لرزه‌ای از تجهیزات به مهار و از مهار به بتن تکیه‌گاهی باید به نحوی باشد که از تغییر شکل ناخواسته در محل اتصال مهار به تجهیزات یا تغییر مکان نامطلوب تجهیزات مجهز به جداساز لرزه‌ای، کنش اهرمی ناشی از برون محوری نیروی جانبی وارده به میل مهار و تغییر شکل اتصالات اصطکاکی که موجب از بین رفتن مقاومت آنها می‌گردد جلوگیری به عمل آید. در شکل (۳-۲) نمونه‌هایی از اتصالات مطلوب و نامطلوب ارائه گردیده است.

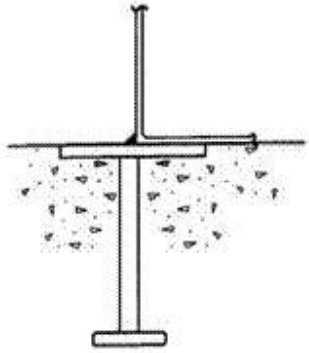
ساز و کار و ادوات سازه‌ای یا مکانیکی مثل استفاده از شخ کننده، مهاربندی و واشر می‌توانند به عنوان روش‌های اصلاح مسیر و ساز و کار انتقال بار لرزه‌ای به کار روند.



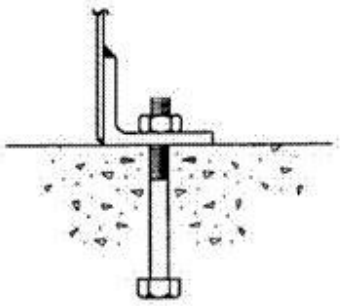
الف – مهار جوشی انعطاف پذیر- نامطلوب
نیروی بالابرنده موجب خمش ورق فولادی می‌شود.



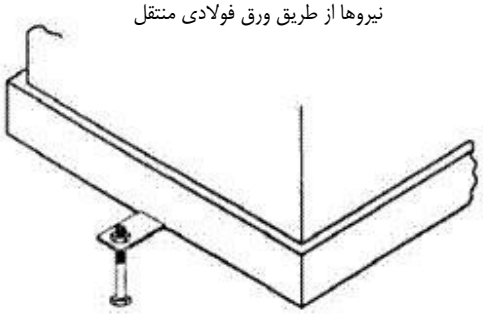
ب – مهار پیچی انعطاف‌پذیر – نامطلوب
نیروی بالابرنده موجب خمش ورق فولادی می‌شود.



پ – مهار جوشی سخت - مطلوب
نیروها از طریق ورق فولادی منتقل



ت – مهار پیچی سخت - مطلوب
نبشی پایه سختی کافی ایجاد می‌کند.



ث – میل مهار انعطاف پذیرپایه- نامطلوب
نیروهای بالابرنده منجر به خمش ورق و
نیروی برشی باعث خمش میل‌مهار می‌شود.

شکل (۳-۲): نمونه‌های اتصالات مهاری سخت و انعطاف‌پذیر

۳-۲-۵- اتصال تجهیزات به قطعات فولادی مدفون و بالشتک‌های بتنی

در صورتی‌که جزئی از تجهیزات به قطعات فولادی مدفون جوش شده باشد و یا بر روی بالشتک ملات[1] یا بالشتک بتنی بزرگ قرار داشته باشد، کفایت لرزه‌ای قطعات فولادی مدفون، بالشتک ملات و بالشتک بتنی بزرگ باید با بازرسی چشمی همراه با اندازه‌گیری‌ها و استفاده از نقشه‌ها و مدارک مورد ارزیابی قرار گیرد.

معیارهای ارزیابی اتصالات جوشی براساس ضوابط مبحث دهم آیین‌نامه ساختمانی ایران می‌باشند. به علاوه ملاحظه رفتار نامناسب قطعات مدفون با اتصال جوشی برون از محور، مقاومت کششی پایین جوش انگشتانه و خال جوش و سایر معیارهای کیفی در ارزیابی ضروری است.

طول مهار میل مهار تنها شامل طولی از میل مهار می‌باشد که در بتن سازه‌ای قرار داشته باشد. بالشتک ملات در صورتی که دارای آرماتور بوده و به کمک چسب یا آرماتور قائم به بتن سازه‌ای زیرین متصل شده باشد می‌تواند به عنوان بتن سازه‌ای تلقی و در مهار میل مهارها شرکت داده شود. در غیر این‌صورت بالشتک ملات بتنی تنها قادر به انتقال نیروهای برشی به واسطه اصطکاک یا مقاومت چسبندگی چسب خواهد بود.

بدیهی است که ملاحظه اصطکاک در تامین مقاومت برشی منوط به تحت کشش قرار نگرفتن سطح تماس تجهیزات و بالشتک می‌باشد.

۳-۳- تعیین ظرفیت مهار

۳-۳-۱- مقدمه

ظرفیت مهار شامل ظرفیت کششی و برشی می‌باشد. ظرفیت محاسباتی مهار از حاصل‌ضرب ظرفیت اسمی مهار در ضرایب کاهش ظرفیت بدست می‌آید. در بندهای بعدی ضرایب کاهش ظرفیت برای ظرفیت کششی و برشی ارائه شده‌اند. باید توجه داشت که ظرفیت‌های کششی و برشی ارائه شده بر این فرض استوار است که مسیر انتقال بار لرزه‌ای مطابق بند (۳-۲-۴) به نحوی می‌باشد که اتصال تجهیزات به مهار به اندازه کافی سخت بوده و از کنش اهرمی مهارها جلوگیری به عمل آمده باشد. در غیراینصورت ظرفیت‌های بدست آمده از بخش حاضر باید متناسباً کاهش یابند.

۳-۳-۲- ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهار

ظرفیت بیرون کشیده شدگی محاسباتی مهار با توجه به ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی و ضرایب کاهش ظرفیت با استفاده از رابطه (۳-۱) قابل استخراج می‌باشد.

$$P_u = P_{nom}.RT_P.RL_P.RS_P.RE_P.RF_P.RC_P.RR_P.RI_P \qquad (۱-۳)$$

که در آن:

P_u: ظرفیت بیرون کشیده شدگی(kgf)

P_{nom} : ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی مهار (kgf) مربوط به:

1 Grout Pad

مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۶-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۴-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا (بند ۳-۳-۴-۳)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۴-۴)
مهارهای سربی (بند ۳-۳-۱۳-۲)

RT_P : ضریب کاهش برای مهار انبساطی (بند ۳-۳-۵)

RL_P : ضرب کاهش برای طول مهاری کم مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۴-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۴-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا (بند ۳-۳-۴-۳)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۴-۴)

RS_P: ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به یکدیگر، مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۷-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۷-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا (بند ۳-۳-۷-۳)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۷-۴)

RE_P: ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به لبه، مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۸-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۸-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا (بند ۳-۳-۸-۳)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۸-۴)

RF_P: ضریب کاهش برای کم مقاومت بودن بتن مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۹-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۹-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا (بند ۳-۳-۹-۳)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۹-۴)

RC_P: ضریب کاهش برای بتن ترک خورده مربوط به:

مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۱۰-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۱۰-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا (بند ۳-۳-۱۰-۳)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۱۰-۴)

RR_P: ضریب کاهش برای مهارهای انبساطی در تجهیزات حاوی رله‌های ضروری مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۱۱)

RS_P: ضریب کاهش برای روش بازرسی گذرا[1] مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۱۲-۲)

۳-۳-۳- ظرفیت برشی مهار

ظرفیت برشی محاسباتی مهار با توجه به ظرفیت برشی اسمی و ضرایب کاهش ظرفیت با استفاده از رابطه (۳-۲) قابل استخراج می‌باشد.

$$V_u = V_{nom}.RT_S.RL_S.RS_S.RE_S.RF_S.RR_S.RI_S \quad (۳-۲)$$

که در آن:
V_u: ظرفیت برشی محاسباتی مهار(kgf)
V_{nom}: ظرفیت برشی اسمی مهار(kgf) مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۴-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۴-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا (بند ۳-۳-۴-۳)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۴-۴)

RT_S: ضریب کاهش برای مهار انبساطی (بند ۳-۳-۵)

RL_S: ضریب کاهش برای طول مهاری کم مربوط به:
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۶-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا (بند ۳-۳-۶-۲)
مهارهای چسبی (بند ۳-۳-۶-۴)

1 Reduced Inspection Procedure

RS_S: ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به یکدیگر، مربوط به:

مهارهای انبساطی	(بند ۳-۳-۷-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا	(بند ۳-۳-۷-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا	(بند ۳-۳-۷-۳)
مهارهای چسبی	(بند ۳-۳-۷-۴)

RE_S: ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به لبه، مربوط به:

مهارهای انبساطی	(بند ۳-۳-۸-۱)
گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا	(بند ۳-۳-۸-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا	(بند ۳-۳-۸-۳)
مهارهای چسبی	(بند ۳-۳-۸-۴)

RF_S: ضریب کاهش برای کم مقاومت بودن بتن مربوط به:

مهارهای انبساطی	(بند ۳-۳-۹-۱)
گل میخ‌ها و مهارهای درجا	(بند ۳-۳-۹-۲)
مهارهای قلاب‌دار درجا	(بند ۳-۳-۹-۳)
مهارهای چسبی	(بند ۳-۳-۹-۴)

RR_S: ضریب کاهش برای مهارهای انبساطی در تجهیزات حاوی رله‌های ضروری مربوط به:

مهارهای انبساطی	(بند ۳-۳-۱۱)

RI_S: ضریب کاهش برای روش بازرسی گذرا مربوط به:

مهارهای انبساطی	(بند ۳-۳-۱۲-۲)

۳-۳-۴- انواع مهار و ظرفیت‌های اسمی محاسباتی آنها

با توجه به این‌که انواع مختلف مهارها، ظرفیت‌ها و وضعیت نصب متفاوتی دارند، تعیین نوع مهار تجهیزات حین بازرسی، از اهمیت خاصی برخوردار است. در بخش‌های (۳-۳-۴ تا ۳-۳-۱۲) ویژگی‌های چهار نوع مهار ذیل ارائه شده‌اند.

۱. مهارهای انبساطی پوسته‌ای[1] و غیرپوسته‌ای[2]
۲. گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا
۳. مهارهای قلاب‌دار درجا
۴. مهارهای چسبی

1 Shell Type Expansion Anchor
2 Nonshell Type Expansion Anchor

جوش اتصال به قطعات فولادی مدفون و یا قطعات فولادی روکار و مهارهای سربی، بطور مستقل در بخش (۳-۳-۱۳) بررسی شده‌اند.
در اغلب موارد، برای تعیین نوع مهار تجهیزات، باید از نقشه‌های تاسیسات و سایر مدارک موجود استفاده گردد.
همخوانی وضعیت نصب مهارها با آنچه در نقشه‌ها و مشخصات فنی آنها آمده است، باید بصورت چشمی بررسی گردد. در صورتیکه مدارکی برای تعیین نوع مهار در دسترس نباشد، باید بازرسی‌های دقیق‌تری برای تعیین نوع مهار و کفایت آن انجام گیرد.
تنوع زیادی در عملکرد لرزه‌ای انواع مختلف مهارهای انبساطی وجود دارد، لذا کاربر باید دقت ویژه‌ای جهت تعیین نوع و ساختار این مهارها مبذول دارد.
گل‌میخ‌ها و مهارهای قلاب‌دار درجا که طراحی و طول مهاری مناسبی دارند، شکل‌پذیر و قابل قبول می‌باشند.
ظرفیت مهارهای چسبی به کیفیت اجرای آن بسیار وابسته است. در صورتی که در این گونه مهارها، ملات یا چسب دارای افت و جمع‌شدگی مشهودی باشد، مهار فاقد ظرفیت بیرون کشیده شدگی تلقی خواهد شد. در صورت وجود تردید در مورد فوق انجام آزمایش با توجه به بند (۲-۲-۳) فصل دوم دستورالعمل ضروری است.

۳-۳-۴-۱- مهارهای انبساطی

ظرفیت‌های اسمی قابل استفاده برای مهارهای انبساطی مورد بحث در این دستورالعمل(بند۳-۳-۲)، در جدول (۳-۱) نشان داده شده است.

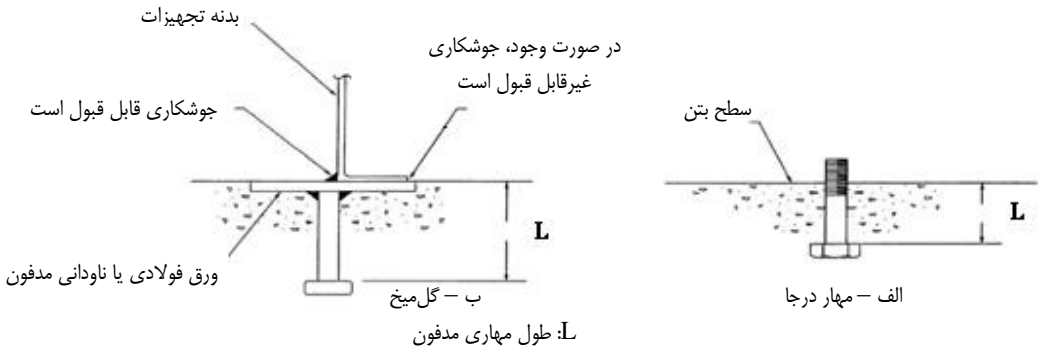
جدول(۳-۱): ظرفیت‌های اسمی مهارهای انبساطی

قطر مهار یا گل‌میخ (D , mm)	ظرفیت بیرون‌کشیده‌شدگی (P_{nom} , kgf)	ظرفیت برشی (V_{nom} , kgf)	حداقل فاصله محور تا محور مجاز (S_{min} , cm)	حداقل فاصله مجاز از لبه (E_{min} ,cm)
۱۰	۶۴۵	۶۲۶	۱۰	۱۰
۱۳	۱۰۱۸	۱۰۵۵	۱۳	۱۳
۱۶	۱۴۰۳	۱۶۸۱	۱۶	۱۶
۱۹	۲۰۷۹	۲۴۳۳	۱۹	۱۹
۲۲	۲۷۰۵	۳۴۱۹	۲۲	۲۲
۲۵	۳۰۸۴	۴۲۳۴	۲۵	۲۵

- فاصله بین میل‌مهارها تا لبه بتن و یا میل‌مهار مجاور از مرکز میل‌مهار اندازه‌گیری می‌شود. در صورت استفاده از فاصله‌های کمتر از مقادیر جدول، باید ظرفیت مهار را با استفاده از ضرایب کاهش مناسب(بندهای ۳-۳-۷-۱و ۳-۳-۸-۱)، کاهش داد.
- ظرفیت‌های ارائه شده در این جدول برای انواع مهارهای انبساطی ارائه شده در بند (۳-۳-۵) که در بتن سالم و بدون ترک نصب شده‌اند می‌باشد. مقاومت فشاری بتن برای استفاده از این ظرفیت‌ها نباید از $280\ kgf/cm^2$ (برای بیرون‌کشیده شدگی) و $245\ kgf/cm^2$ (برای برش) کمتر باشد.

۳-۳-۴-۲- مهارها وگل میخ‌های درجا

ظرفیت‌های اسمی قابل استفاده برای مهارها و گل میخ‌های درجا، (شکل ۳-۳) در جدول (۳-۲)، ارائه شده است.



شکل (۳-۳): چگونگی استقرار گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

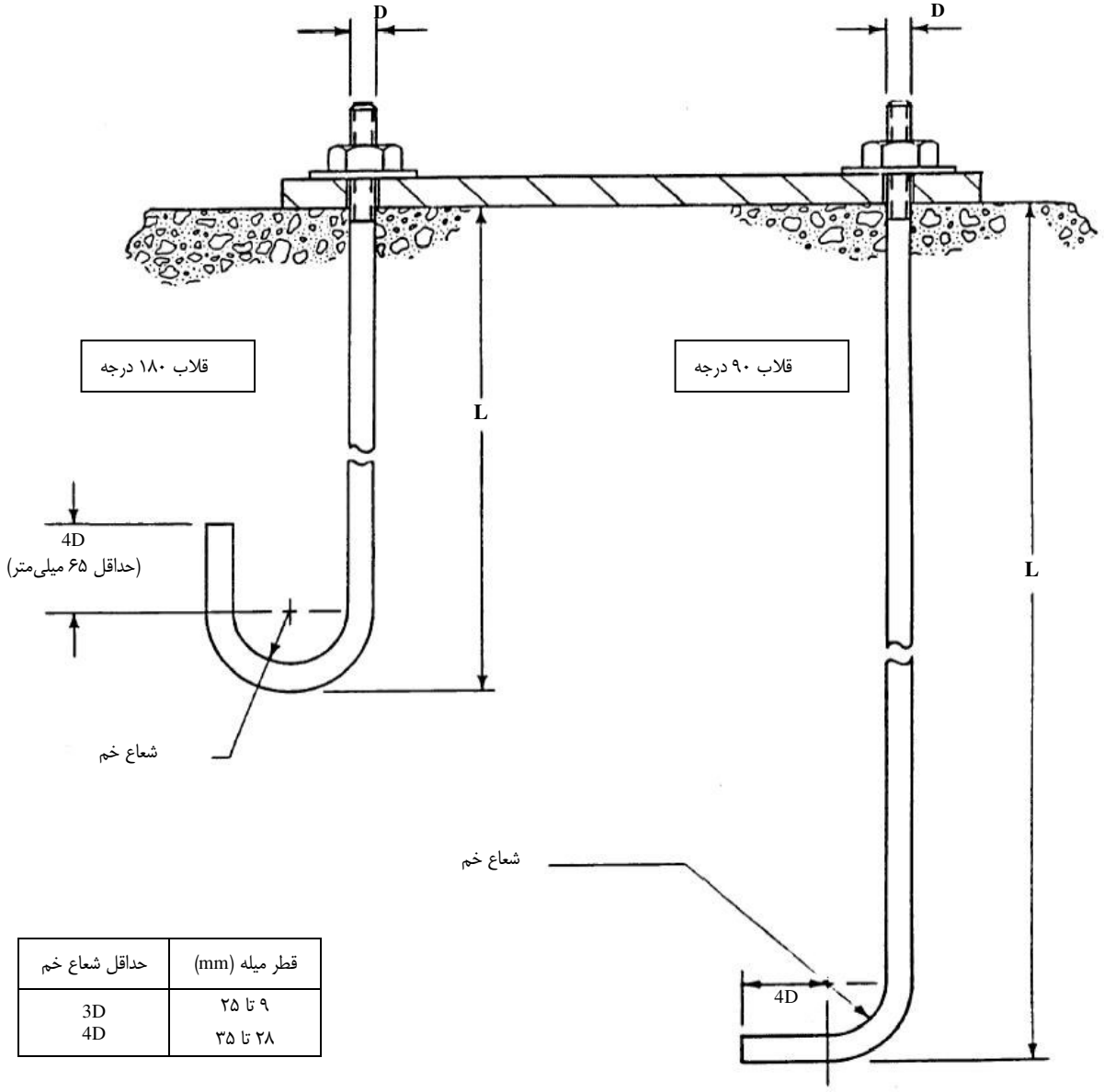
جدول (۳-۲): ظرفیت‌های ایمنی گل‌میخ‌ها و میل‌مهارهای درجا

قطر مهار /گل‌میخ (D , mm)	ظرفیت بیرون‌کشیده شدگی (P_{nom} , kgf)	ظرفیت برشی (V_{nom} , kgf)	حداقل طول مهاری مدفون (L_{min} , cm)	حداقل فاصله مجاز (S_{min} , cm)	حداقل فاصله مجاز از لبه (E_{min} , cm)
۱۰	۱۶۵۶	۸۲۸	۱۰	۱۳	۹
۱۳	۲۹۵۸	۱۴۷۹	۱۳	۱۶	۱۱
۱۶	۴۶۳۹	۲۳۱۹	۱۶	۲۰	۱۴
۱۹	۶۶۷۴	۳۳۳۷	۱۹	۲۴	۱۷
۲۲	۹۰۵۳	۴۵۳۸	۲۲	۲۸	۲۰
۲۵	۱۱۸۵۶	۵۹۲۸	۲۵	۳۲	۲۲
۲۹	۱۵۰۱۶	۷۵۰۸	۲۹	۳۶	۲۵
۳۲	۱۸۵۳۷	۹۲۶۵	۳۲	۴۰	۲۸
۳۵	۲۲۳۹۲	۱۲۱۸	۳۵	۴۴	۳۱

- برای تعیین طول‌های مهاری(L) به شکل (۳-۳) توجه شود. اگر طول‌های مهاری کوتاه‌تر از حداقل‌های داده شده باشد، ظرفیت اسمی باید با استفاده از ضرایب کاهش ارائه شده در بند (۳-۳-۶-۲) محاسبه شود.
- ظرفیت‌های بیرون‌کشیده شدگی و برشی ارائه شده، برای فولاد ASTM A-307 ($F_u = 4200 kgf/cm^2$) و یا میل‌مهارهای هم مقاومت آن می‌باشد که در بتن سالم بدون ترک (در محل عبور میل مهار ترکی وجود نداشته باشد) قرار دارد. ضمناً بتن مورد نظر باید دارای مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای ۲۵۰ kgf/cm^2 یا بیشتر باشد. برای ظرفیت میل‌مهارهایی که در بتن با مقاومت فشاری کمتر از ۲۵۰ kgf/cm^2 قرار دارند، به بخش (۳-۳-۹-۲) مراجعه شود.همچنین ظرفیت مهارهایی که دربتن ترک خورده قرار دارند را می‌توان با استفاده از بخش (۳-۳-۸-۲) بدست آورد.
- حداقل فاصله بین میل مهارها یا بین میل مهار تا لبه بتن، از مرکز میل مهار اندازه‌گیری می‌شود. فاصله‌های کمتر از این حداقل‌ها را می‌توان با اعمال ضرایب کاهش مناسب ارائه شده در بندهای (۳-۳-۵-۲ و ۳-۳-۶-۲) استفاده نمود.

۳-۳-۴-۳- میل‌مهارهای قلاب‌دار درجا

ظرفیت‌های اسمی قابل استفاده برای مهارهای قلاب‌دار درجا، در جدول (۳-۳) ارائه شده اند. عبارت قلاب‌دار به میلگردهای فولادی صافی گفته می‌شود که در انتهای مدفون خود، دارای شکلی قلاب مانند می‌باشند و در انتهای دیگر خود رزوه شده‌اند. یک میله مدفون در انتها را در صورتی می‌توان قلاب‌دار دانست که در انتهای مدفون خود حداقل ابعادی مطابق شکل (۳-۴) داشته باشد.



قطر میله (mm)	حداقل شعاع خم
۹ تا ۲۵	3D
۲۸ تا ۳۵	4D

شکل(۳-۴): میل‌مهار قلاب‌دار و چگونگی استقرار آن

جدول(۳-۳): ظرفیت‌های اسمی میل‌مهارهای قلاب‌دار درجا

قطر مهار /گل‌میخ (D , mm)	ظرفیت بیرون کشیده شدگی (P_{nom} , kgf)	ظرفیت برشی (V_{nom} , kgf)	حداقل طول مهاری مدفون (L_{min} , cm)		حداقل فاصله مجاز[۲] (S_{min} , cm)	حداقل فاصله مجاز از لبه[۲] (E_{min} , cm)
			قلاب ۱۸۰ درجه	قلاب ۹۰ درجه		
۱۰	۱۶۵۶	۸۲۸	۴۱	۵۲	۳	۹
۱۳	۲۹۵۸	۱۴۷۹	۵۴	۶۹	۴	۱۱
۱۶	۴۶۳۹	۲۳۱۹	۶۸	۸۷	۵	۱۴
۱۹	۶۶۷۴	۳۳۳۷	۸۱	۱۰۴	۶	۱۷
۲۲	۹۰۸۲	۴۵۳۸	۹۵	۱۲۱	۷	۲۰
۲۵	۱۱۸۵۶	۵۹۲۸	۱۰۸	۱۳۸	۸	۲۲
۲۹	۱۵۰۱۶	۷۵۰۸	۱۲۲	۱۵۶	۹	۲۵
۳۲	۱۸۵۳۷	۹۲۶۵	۱۳۵	۱۷۳	۱۰	۲۸
۳۵	۲۲۳۹۲	۱۱۲۱۸	۱۴۹	۱۹۱	۱۰	۳۱

- ظرفیت‌های بیرون کشیده شدگی و برشی فوق برای میل‌مهار قلاب‌دار قرار گرفته در بتن سالم و ترک نخورده است. حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای (f'_c) باید برابر با kgf/cm^2 ۲۵۰ باشد.
- طول مهاری در شکل (۳-۴) نشان داده شده است.
- فاصله بین میل مهارها و فاصله از لبه از مرکز میل‌مهارها اندازه‌گیری می‌شود.

۳-۳-۴-۴- مهارهای چسبی

ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی و برشی قابل استفاده برای مهار چسبی در جدول (۳-۴) ارائه شده‌اند. در صورتی که از نصب صحیح مهارهای چسبی اطمینان حاصل گردد، می‌توان از مقادیر جدول (۳-۲) برای ظرفیت‌های اسمی مهارهای چسبی استفاده نمود. اطمینان از پاک بودن، اسید شویی، زبر نمودن سطح داخلی حفره بتنی قبل از نصب و استفاده از چسب یا ملات منبسط شونده به این منظور ضروری است.

جدول (۳-۴): ظرفیت‌های اسمی مهارهای چسبی

قطر مهار /گل‌میخ (D, mm)	ظرفیت بیرون‌کشیدگی (P_{nom}, $\frac{kgf}{cm^2}$)	ظرفیت برشی (V_{nom}, $\frac{kgf}{cm^2}$)	حداقل طول مهاری مدفون (L_{min} , cm)	حداقل فاصله مجاز[۲] (S_{min},cm)	حداقل فاصله مجاز از لبه[۲] (E_{min},cm)
۱۰	۱۶۴	۸۲۸	۱۰	۱۲	۹
۱۳	۲۹۱	۱۴۷۹	۱۳	۱۶	۱۱
۱۶	۴۶۱	۲۳۱۹	۱۶	۲۰	۱۴
۱۹	۶۶۴	۳۳۳۷	۱۹	۲۴	۱۷
۲۲	۹۰۴	۴۵۳۸	۲۲	۲۸	۲۰
۲۵	۱۱۸۲	۵۹۲۸	۲۵	۳۲	۲۲
۲۹	۱۴۹۸	۷۵۰۸	۲۹	۳۶	۲۵
۳۲	۱۸۵۲	۹۲۶۵	۳۲	۴۰	۲۸
۳۵	۲۲۳۷	۱۱۲۱۸	۳۵	۴۴	۳۱

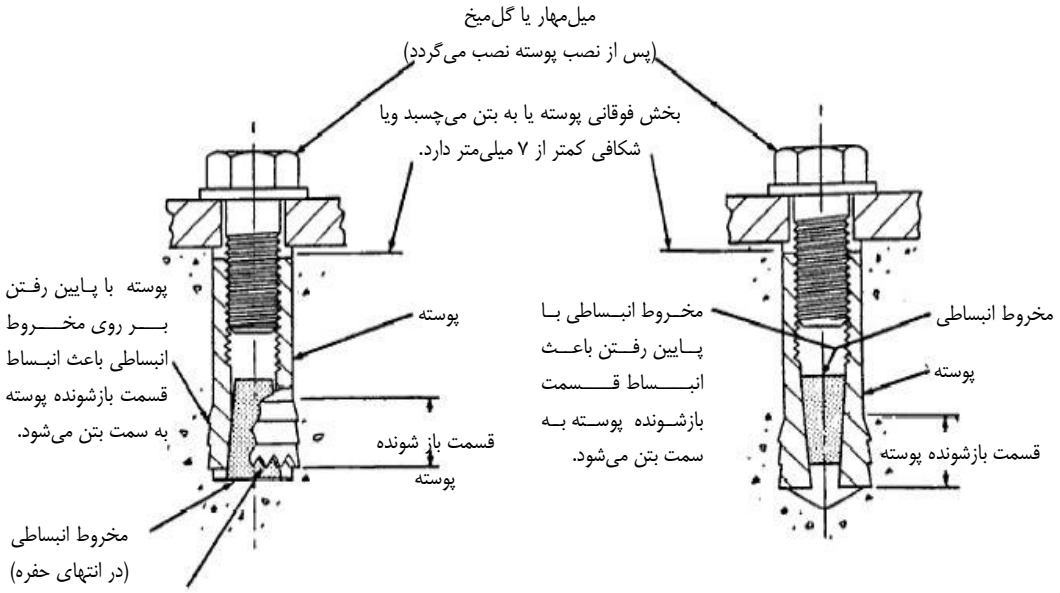
- ظرفیت‌های بیرون کشیده شدگی و برشی ارائه شده در جدول فوق، برای ASTM A-307 $F_u = 4200 kgf/cm^2$ و یا مهارهای هم مقاومت آن می‌باشد که در بتن سالم و بدون ترک (یعنی هیچ ترکی از محل نصب میل مهار عبور نمی کند) نصب شده‌اند. مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای بتن (f'_c)، ۲۵۰ kgf/cm^2 می‌باشد. برای تعیین ظرفیت بولت‌های درون بتن کم مقاومت‌تر (f'_c<۲۵۰ kgf/cm^2) به بخش (۳-۳-۹-۳) مراجعه شود. همچنین برای تعیین ظرفیت بولت‌های درون بتن ترک خورده به بخش (۳-۳-۸-۳) مراجعه شود.
- ظرفیت‌های بیرون کشیدگی (P_{nom}) فوق بر این اساس ارائه شده‌اند که تمهیدات ویژه‌ای در نصب مهار بکار نرفته باشد (و یا از بکار بردن تمهیدات ویژه، اطلاعاتی در دست نباشد).
- طول مهاری (L) مورد نظر، در شکل (۳-۳) نشان داده شده است. برای طول‌های کمتر از حداقل می‌توان از ضرایب کاهش مناسب ارائه شده در بخش (۳-۳-۶-۴) استفاده نمود.
- حداقل فاصله بین یک میل مهار تا میل مهار مجاور و یا لبه بتن، از مرکز میل مهار در نظر گرفته می‌شود. فاصله‌های کمتر از حداقل‌های ارائه شده را می‌توان با استفاده از ضرایب کاهش مقاومت ارائه شده در بندهای (۳-۳-۷-۴ و ۳-۳-۸-۴) بکار برد.

۳-۳-۵- انواع مهارهای انبساطی

در بخش حاضر انواع مهارهای انبساطی و تفاوت‌های کلی آنها معرفی و ضرایب کاهش مربوطه جهت محاسبه ظرفیت بیرون کشیده شدگی و برشی مهار ارائه می‌گردد. تنوع زیادی در عملکرد لرزه ای انواع مختلف مهار انبساطی وجود دارد، لذا کاربر باید دقت ویژه ای جهت تعیین نوع و ساختار این مهارها مبذول دارد.

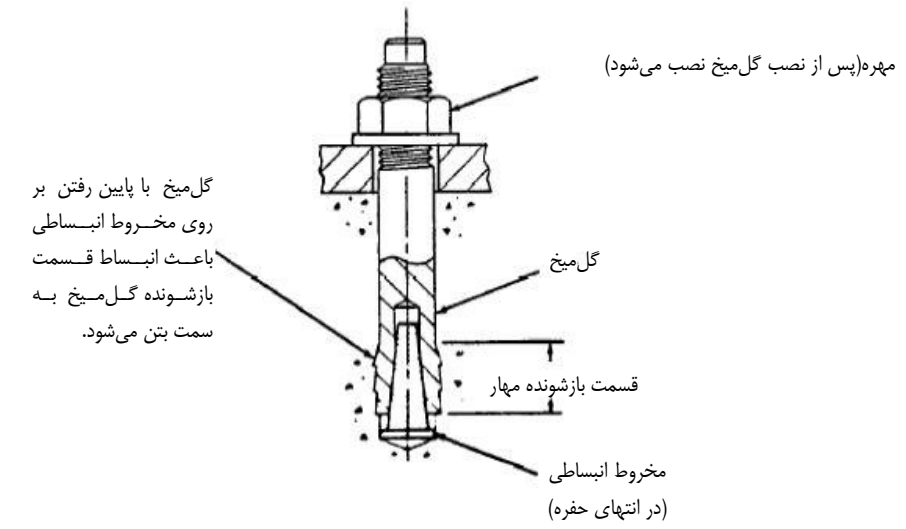
در صورتیکه شرکت سازنده و نوع مهارهای انبساطی شناخته شده نباشد، می‌توان از ضریب کاهش مربوط به مهارهای ناشناخته، جدول (۳-۵) استفاده نمود. این ضریب کاهش تنها برای مهارهای انبساطی ساخته شده از فولاد نرمه معمولی و یا مصالح با مقاومت بیشتر قابل استفاده است.

مهارهای انبساطی بجز مهار انبساطی زیر برشی (شکل ۳-۶) اساساً برای مهار تجهیزات تحت ارتعاشات مکانیکی (مانند پمپ‌ها و کمپرسورها) مناسب نیستند و به مرور زمان ظرفیت بیرون کشیده شدگی خود را از دست می‌دهند. در صورتی که تجهیزاتی برای مدت طولانی توسط مهارهای انبساطی مهار شده و همچنان محکم باشند، می‌توان از کفایت نصب آنها اطمینان داشت.



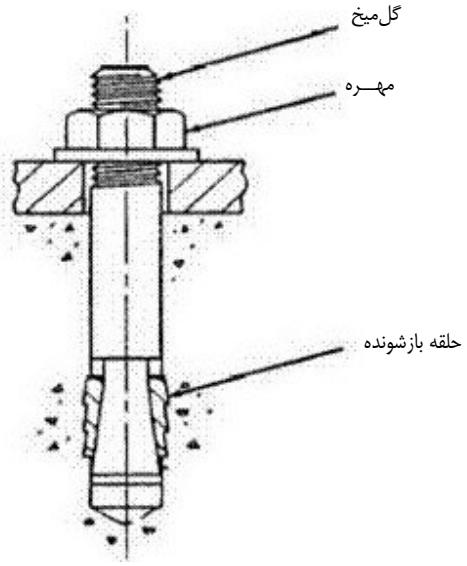
الف- نوع خودرو

ب- نوع Drop-In (پوسته‌ای با پیچ)



ج- نوع گل‌میخ فیلیپ (Phillips)

شکل (۳-۵): نمونه‌هایی از مهارهای انبساطی پوسته‌ای



شکل (۳-۶): نمونه‌ای از مهار انبساطی غیرپوسته‌ای

آن دسته از مهارهای انبساطی و شرکت‌های سازنده آنها که در این دستورالعمل پوشش داده می‌شود، در جدول (۳-۵) آورده شده است. همچنین در این جدول، ضرایب کاهش ظرفیت (RT_p برای بیرون‌کشیدگی و RT_s برای برش) نیز ارائه شده است.

جدول (۳ -۵): انواع مهارهای انبساطی تحت پوشش این دستورالعمل و ضرایب کاهش متناسب آنها

شرکت سازنده	نام محصول	نوع مهار	ضریب کاهش ظرفیت بیرون‌کشیدگی(RT_p)	ضریب کاهش ظرفیت برشی (RT_s)
Drillco	MaxiBolt	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
Hilti	Kwik-Bolt	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	HDI	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sleeve(9.5mm)	غیرپوسته ای	۰/۵	۱/۰
	Sleeve(12.7 to 15.9mm)	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۱/۰
ITW/Ramset	Dynaset	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Dynabolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Trubolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
ITW/Ramset/Redhead	Multiset Drop-In	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Self Drilling	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Dynabolt Sleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Nondrill	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	TRUBOLT	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
Molly	Parasleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	MDI	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Parabolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
Phillips	Self Drilling	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Wedge	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Multi-set	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Non-drilling	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
Rawl	Drop-In	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Saber-Tooth	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Bolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
Star	Self Drill	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Steel	پوسته ای	۰/۷۵	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
USE Diamond	Sup-R-Drop	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sup-R-Stud	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sup-R-Sleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sup-R-Drill	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
WEJ-IT	Drop-In	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sleeve	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
WEJ-IT	Wedge	غیرپوسته‌ای	۰/۷۵	۰/۵
	Stud	پوسته‌ای	۱/۰	۰/۷۵
ناشناخته	ناشناخته(D≤10mm)	ناشناخته	۰/۵	۰/۷۵
	ناشناخته(D>10mm)	ناشناخته	۰/۷۵	۰/۷۵

در صورتی که نام شرکت سازنده مهار انبساطی و نوع آن مشخص نباشد از ضرایب کاهش ظرفیت کلی زیر می‌توان استفاده نمود:

برای مهارهای با قطر کوچکتر از ۱۰ میلیمتر: $RT_P = 0.5, RT_s = 0.75$

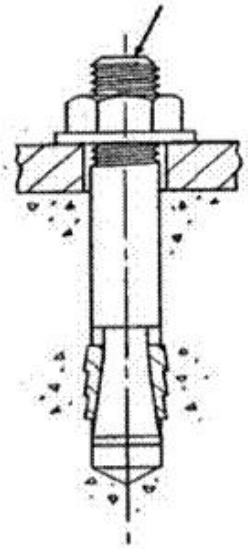
برای مهارهای با قطر بزرگتـر از ۱۰ میلیمتر: $RT_P = 0.75, RT_s = 0.75$

باید توجه داشت که ضرایب کاهش فوق تنها برای مهارهای انبساطی از جنس فولاد نرمه معمولی یا مصالح با مقاومت بیشتر قابل استفاده می‌باشد. برای حصول اطمینان از اینکه مهارهای "ناشناخته" از نوع مهارهای WEJ-IT گوه‌ای[1] نمی‌باشند، باید مورد آزمایش قرار گیرند. اینگونه مهارها را می‌توان با توجه به دو برش لوبیایی در دو وجه مقابل، موازی محور طولی مهار، از دیگر مهارها تشخیص داد.

وجه تمایز مهارهای انبساطی پوسته‌ای و غیر پوسته‌ای از لحاظ نحوه عملکرد و ظاهر آنها پس از نصب در اشکال (۳–۵ تا ۳–۷) نشان داده شده است.

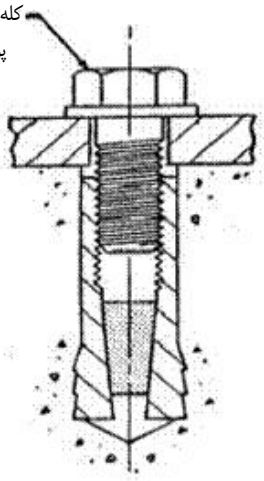
1 Wedge Anchor Bolts

برش نرم پرداخت شده بیانگر نوع غیرپوسته‌ای می‌باشد.



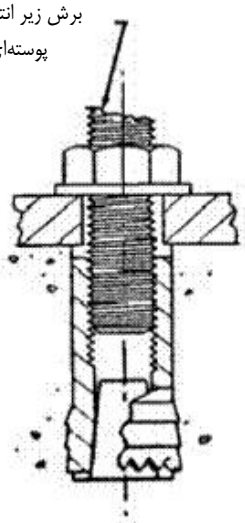
الف – نوع غیرپوسته‌ای

کله‌گی مهار بیانگر نوع پوسته‌ای می‌باشد.



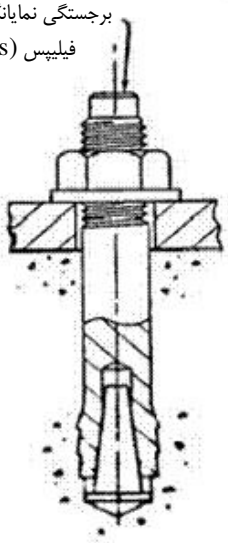
ب – نوع پوسته‌ای با بولت

برش زیر انتهایی بیانگر نوع پوسته‌ای می‌باشد.



پ – نوع پوسته‌ای با میله رزوه شده

برجستگی نمایانگر گل‌میخ نوع پوسته‌ای فیلیپس (Philips) می‌باشد.



ت – گل میخ فیلیپس (Philips) نوع پوسته‌ای

شکل (۳-۷): ویژگی‌های مشخص کننده نوع مهار انبساطی پس از نصب

۳-۳-۶- طول مهاری

برای اطمینان از قابلیت مهار در مقاومت تا ظرفیت‌های اسمی، طول مهاری مدفون آن باید کنترل گردد.
برای مهارهای با طول مهاری ناکافی، باید از ضریب کاهش ظرفیت مناسبی استفاده شده و ظرفیت کاهش یافته به کار گرفته شود.
حداقل طول‌های مهاری مدفون و ضرایب کاهش ظرفیت، در این بخش ارائه شده‌اند.
طول‌های مهاری مهارهای انبساطی تنها بر مبنای توصیه‌های سازندگان تعیین شده و با استناد به استفاده از ضرایب کاهش ظرفیت نمی‌توان این طول را کاهش داد.
برای مهارهای انبساطی که طول‌های مهاری مدفون بلندتری دارند می‌توان از ظرفیت‌های بالاتری (که توسط شرکت سازنده ارائه شده-اند) به جای ظرفیت‌های اسمی استفاده نمود.
حداقل طول مهاری گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا و نیز مهارهای چسبی به‌گونه‌ای تعیین شده است که گسیختگی مهار شکل‌پذیر باشد، یعنی گسیختگی در فولاد مهار یا گل‌میخ (و نه در بتن) به وجود آید.
طول مهاری مهارهای چسبی با مهارهای درجا یکسان است با این وجود، برای لحاظ نمودن عدم قطعیت‌های موجود در نصب مهارهای چسبی، ضرایب اطمینان بزرگتری در تعیین ظرفیت بیرون کشیده شدگی، برای آنها در نظر گرفته می‌شود.
حداقل طول مهاری مهارهای قلاب‌دار صاف براساس تنش چسبندگی بین میلگرد و بتن تعیین شده است.
طول مهاری مهارهای انبساطی را می‌توان با حصول اطمینان از این‌که نوع و سازوکار مهار انبساطی مورد نظر جزء مهارهای انبساطی مجاز در این دستورالعمل می‌باشد و نیز اعمال بازرسی چشمی بر نصب آن، کنترل نمود. برای تعیین طول مهاری موجود انواع بسیاری از مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای، می‌توان از آزمایش اولتراسونیک استفاده کرد.
در صورتی که بخشی از پوسته و یا طول زیادی از گل‌میخ، بیرون‌زدگی داشته باشد، طول مهاری کافی نخواهد بود.
در صورتی که ظرفیت مهار انبساطی با فرض طول مهاری کافی از دو برابر بار وارده به آن بیشتر باشد، کنترل طول مهاری آن ضرورتی ندارد.
طول مهاری برای مهارهای دیگر را می‌توان با توجه به نقشه‌های اجرایی، آزمایش اولتراسونیک و یا ابزار مناسب دیگر تعیین نمود.
در بندهای بعدی طول مهاری مهارهای مختلف ارائه گردیده است.

۳-۳-۶-۱- طول مهاری مهارهای انبساطی

در صورتی که طول مهاری موجود، از مقادیر جدول (۳-۶) بزرگتر باشد، ضرایب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی (RLp) و برشی(RLs) برابر ۱ منظور می‌شوند. در غیر این صورت ضرایب کاهش مربوط به طول مهاری مهار انبساطی برابر ۰/۵ درنظر گرفته می‌شوند. علاوه بر این در صورتی که از روش بازرسی گذرا مطابق بخش (۳-۳-۱۲-۲) نیز استفاده شود، نیازی به این کنترل نیست.
مقادیر حداقل طول مهاری مدفون توصیه شده در کاتالوگ شرکت‌های سازنده، در جدول (۳-۶) ارائه شده است.

جدول (۳-۶): حداقل طول مهاری توصیه شده توسط شرکت‌های سازنده

شرکت سازنده	نام محصول (N: غیرپوسته‌ای، S: پوسته‌ای)	حداقل طول مهاری(L , mm) برای قطرهای (mm)					
		۲۵	۲۲	۱۹	۱۶	۱۳	۱۰
Hilti	Kwik-Bolt(N)	۱۱۵	--	۸۳	۷	۵۸	۴۲
	HDI(S)	--	--	۸۱	۶۵۰	۵۱	۴۰
	Sleeve(N)	--	--	--	۵۱	۵۱	۳۸
ITW/Ramset	Dynaset(S)	--	--	۸۳	۶۷	۵۱	۴۲
	Dynabolt(N)	--	--	--	۵۷	۵۷	۵۱
	Trubolt(N)	۱۱۵	۱۰۲	۸۶	۷۰	۵۷	۳۸
ITW/Ramset/Redhead	Multiset Drop-In(S)	--	--	۸۱	۶۴	۵۱	۴۲
	Self Drilling(S)	--	--	۸۳	۶۳	۵۲	۳۹
	Dynabolt Sleeve(N)	--	--	--	۵۷	۵۱	۴۸
	Nondrill(S)	--	--	۸۱	۶۵	۵۳	۴۰
	Stud(S)	--	--	۷۴	۶۱	۴۸	۴۲
	TRUBOLT(N)	۱۱۵	۹۶	۸۳	۷۰	۵۷	۳۸
Molly	Parasleeve(N)	--	--	--	۵۱	۵۱	۳۸
	MDI(S)	--	--	--	۶۴	۵۱	۴۰
	Parabolt(N)	۱۱۵	۱۰۲	۸۳	۷۰	۵۷	۳۸
Philips	Self Drilling(S)		۹۴	۸۳	۶۳	۵۲	۳۹
	Wedge(N)	۱۱۵	۹۴	۸۳	۶۷	۵۴	۴۵
	Sleeve(N)	--	--	--	۵۷	۵۱	۴۸
	Multi-set(S)	--	--	۶۴	۵۷	۴۵	۳۵
	Stud(S)	--	--	۷۴	۶۱	۴۸	۴۲
	Non-drilling(S)	--	--	۸۱	۶۵	۵۳	۴۰
Rawl	Drop-In(S)	--	--	۸۹	۷۷	۶۱	۴۸
	Stud(S)	۱۱۵	۱۰۲	۸۶	۷۴	۵۷	۴۵
	Saber-Tooth(S)	--	۹۴	۸۳	۶۳	۵۲	۳۹
	Bolt(N)	--	--	۷۷	۷۰	۶۴	۵۱
Star	Self Drill(S)	--	۹۴	۸۳	۶۳	۵۲	۳۹
	Sleeve(S)	--	--	۷۷	۶۱	۵۰	۳۷
	Stud(S)	--	--	۷۴	۶۱	۴۵	۴۲
USE Diamond	Sup-R-Drop(S)	--	--	۸۱	۶۵	۵۱	۴۰
	Sup-R-Stud(S)	۱۴۲	۱۲۰	۱۰۸	۸۴	۷۲	۵۵
	Sup-R-Steel(N)	--	--	۷۷	۶۴	۵۱	۳۸
	Sup-R-Drill(S)	--	--	۸۳	۶۳	۵۲	۳۹
WEJ-IT	Drop-In(S)	--	--	۸۳	۶۴	۵۱	۴۲
	Sleeve(S)	--	--	۵۷	۵۱	۴۸	۳۸
	Wedge(N)	۱۴۰	۱۱۵	۷۷	۷۷	۵۱	۳۸
	Stud(S)	۱۱۵	--	۸۳	۹۳	۵۴	۴۵

۳-۳-۶-۱-۱- مهارهای انبساطی پوسته‌ای

در صورتیکه مهار انبساطی یکی از انواع موجود در جدول (۳-۶) باشد، طول مهاری مدفون مناسب را می‌توان از جدول انتخاب نمود. در صورتی که پوسته این مهارها نسبت به سطح بتن بیرون‌زدگی نداشته باشد، وضعیت نصب آن قابل قبول است.
برای اطمینان از اینکه پوسته مهارها با سطح زیرین ورق نشیمن تکیه‌گاهی[1] تجهیزاتی که مهار شده است، تماسی نداشته باشند کنترل صورت گیرد. این کنترل باید پس از اعمال کنترل سفتی[2] (بند ۳-۳-۱۲) صورت گیرد. با انجام کنترل‌های فوق، از محکم بودن مهار انبساطی در حفره، اطمینان حاصل می‌گردد.
در صورتی که برای اعمال دو کنترل فوق نیاز به بیرون آوردن مهار یا مهره از محل باشد، کنترل طول مهاری مدفون چند مهار به صورت تصادفی کافی است. در صورتی که با اعمال چنین کنترلی، مشخص گردد که مهارها به طور مناسب نصب نشده‌اند، این کنترل باید در تعداد بیشتری انجام شود.
نصب دوباره مهارها باید با رعایت ضوابط کنترل سفتی بخش (۳-۳-۱۲) انجام گیرد.

۳-۳-۶-۱-۲- مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای

طول مهاری مناسب برای چنین مهارهایی به شرکت سازنده، مدل مهار و ضخامت ورق نشیمن تکیه‌گاهی تجهیزاتی که مهار شده است، بستگی دارد. به‌عنوان یک معیار کلی می‌توان از جدول (۳-۷) برای ارزیابی کفایت طول مهاری مدفون مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای استفاده نمود. در این جدول حداکثر مقادیر بیرون زدگی سر گل‌میخ (که به مدل و سازوکار مهار بستگی دارد) ارائه شده است.
در صورتی که برآمدگی سطح گل‌میخ مهار غیرپوسته‌ای، بیش از حد پائینی ارائه شده در جدول باشد، طول مهاری مدفون بستگی به نوع مهار مورد استفاده خواهد داشت.

جدول (۳-۷): حداکثر مقدار بیرون زدگی مجاز گل‌میخ

قطـر گل‌میخ (mm)	حداکثر بیرون‌زدگی مجاز گل‌میخ از بتن (mm)
۱۰	۱۳– ۱۹
۱۳	۱۳ – ۱۹
۱۶	۱۳ – ۲۲
۱۹	۲۲ – ۳۸
۲۲	۳۸– ۵۱
۲۵	۳۸– ۵۱

1 Base Plate
2 Tightness Check

هنگام بازرسی چشمی مهارها باید ارزیابی دقیقی برای تعیین میزان بیرون زدگی (که به عواملی چون قطر مهار، ضخامت ورق نشیمن تکیه‌گاهی و بالشتک ملات وابسته است) انجام گیرد. در صورتیکه بیرون زدگی مهار از مقادیر جدول (۳-۷) بیشتر باشد، طول مهاری مدفون باید با توجه به مدارک طرح و ساخت مهار و اطلاعات شرکت سازنده تعیین گردد. می‌توان برای تعیین طول مهاری مدفون مهار یا گل‌میخ و مقایسه آن با مقادیر توصیه شده توسط شرکت سازنده (جدول ۳-۶)، از تکنیک‌های بازرسی اولتراسونیک استفاده نمود.

کنترل مقدار بیرون زدگی باید پس از اعمال کنترل سفتی بر مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای، انجام گیرد تا اثر کنترل سفتی در بیرون کشیدن نسبی مهار انبساطی، در نظر گرفته شود.

برای تعیین ظرفیت مجاز مهارهای با طول مهاری مدفون بیش از حداقل‌های جدول (۳-۶)، در صورت امکان می‌توان از داده‌های موجود در کاتالوگ شرکت سازنده (به جای مقادیر جدول ۳-۱)، استفاده نمود. به‌عنوان یک روش جایگزین می‌توان مقاومت مهارهای انبساطی را با استفاده از آزمایش تعیین نمود.

۳-۳-۶-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

مقادیر ظرفیت‌های اسمی مجاز بیرون‌کشیدگی و برشی در جدول (۳-۲) با این فرض بدست آمده‌اند که طول مهاری میل‌مهار برای جلوگیری از خرابی بتن، کافی می‌باشد.

مقادیر حداقل طول مهاری ارائه شده در جدول(۳-۲) (L_{min}) معادل ۱۰ برابر قطر میل‌مهار (D) می‌باشند. طول مهاری مدفون (L) برای مهار درجا و گل‌میخ، در شکل (۳-۳) نشان داده شده است.

برای حصول اطمینان از کفایت طول مهاری مدفون باید از نقشه‌های اجرایی استفاده گردد.

در صورتی که نقشه‌های چون‌ساخت در دست نباشد، باید از آزمایش اولتراسونیک و یا روش‌های مناسب دیگر برای تعیین طول مهاری موجود استفاده گردد.

در صورتی که طول مهاری موجود (L)، از مقادیر حداقل جدول (۳-۲) (L_{min}) کمتر باشد، باید در محاسبه ظرفیت مجاز مهار از ضرایب کاهش ظرفیت بیرون‌کشیدگی (RL_p) و برشی (RL_s)، به شرح ذیل استفاده گردد.

- در صورتیکه $L \geq 10D$ باشد :

$$RL_s = RL_p = 1.0$$

- در صورتیکه $4D < L < 10D$ و $L > 7.5cm$ باشد :

$$RL_s = RL_p = \frac{(L+D)L}{(L_{min}+D)L_{min}}$$

- در صورتی که L از $4D$ یا ۷٫۵ سانتی‌متر کوچکتر باشد، میل‌مهار یا گل‌میخ غیرقابل قبول شناخته می‌شود.

در روابط فوق :

L : طول مهاری با توجه به شکل (۳-۳)

L_{min} : حداقل طول مهاری مدفون از جدول (۳-۲)

D : قطر میل‌مهار یا گل‌میخ

۳-۳-۶-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

مقادیر ظرفیت اسمی بیرون کشیدگی ارائه شده در جدول (۳-۳) بر این فرض استوارند که حداقل طول مهاری مدفون مندرج در این جدول تامین شده باشد.

در صورتی که طول مهاری مدفون (L) از L_{min} کمتر باشد ضریب کاهش ظرفیت باید در ظرفیت اسمی مجاز (P_{nom}) ضرب گردد.

مهارهای قلاب‌دار حتی با طول مهاری مدفون بسیار کم، دارای ظرفیت برشی کامل می‌باشند و حتی اگر به علت نداشتن ظرفیت بیرون-کشیدگی کافی، غیرقابل قبول محسوب شوند، نیازی به اعمال ضریب کاهش ظرفیت برشی برای چنین مهارهایی نیست.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی (RL_P):

- برای $L \geq L_{min}$ ، $RL_p = 1.0$ درنظر گرفته می‌شود.
- برای $16D \leq L \leq L_{min}$:

مهار با قلاب ۱۸۰ درجه : $$RL_p = \frac{L + 20D}{62.5D}$$

مهار با قلاب ۹۰ درجه : $$RL_p = \frac{L + 8D}{62.5D}$$

- اگر $L < 16D$ باشد، مهار غیرقابل قبول می‌باشد.

در روابط فوق :

L : طول مهاری مهار قلاب‌دار(بر حسب میلی‌متر) با توجه به شکل (۳-۵)

L_{min} : حداقل طول مهاری مهار قلاب‌دار (از جدول ۳-۳)

D : قطر میل‌مهار (بر حسب میلی‌متر)

۳-۳-۶-۴- مهارهای چسبی

برای تعیین ضرایب کاهش ظرفیت مهارهای چسبی، که طول مهاری کمتر از طول‌های جدول (۳-۴) دارند، می‌توان از مقادیر ارائه شده در بخش (۳-۳-۴-۲) برای مهارهای درجا استفاده نمود. این ضرایب کاهش ظرفیت به مقادیر ظرفیت‌های اسمی کششی و برشی موجود در جدول (۳-۴) اعمال می‌گردند.

۳-۳-۷- فاصله مهارها

برای اینکه بتوان از حداقل ظرفیت‌های اسمی مشخص شده در بخش‌های قبل برای میل مهارها استفاده نمود، فاصله بین دو میل‌مهار مجاور باید از حداقل تعیین شده، بیشتر باشد.

در صورتی که فاصله بین دو میل‌مهار مجاور از حداقل مزبور کمتر باشد، باید ظرفیت اسمی را به کمک ضریب کاهش، اصلاح نمود.

حداقل فاصله بین دو میل‌مهار برای مهارهای با حداقل طول مهاری مدفون و ضرایب کاهش ظرفیت مناسب در این بخش ارائه شده‌اند.

برای استفاده از تمام ظرفیت مهارهای با ظرفیت بالاتر و طول مهاری مدفون بیشتر، حداقل فاصله بین مهارها باید بزرگتر انتخاب گردد.

برای استفاده از تمام ظرفیت مهارهای انبساطی و مهارهای درجا فاصله بین دو میل‌مهار مجاور نباید کوچکتر از $10D$ (D قطر میل مهار) باشد.

برخلاف ظرفیت بیرون‌کشیدگی، ظرفیت برشی مهارها چندان تحت تأثیر فاصله بین مهارها قرار ندارد. حداقل فاصله‌ها پیشنهادی برای استفاده از حداکثر ظرفیت برشی، به همراه ضرایب کاهش ظرفیت مناسب (برای مهارهای نزدیک به هم) در این بخش ارائه شده‌اند.
برای هر مهار به تعداد مهارهای مجاوری که فاصله‌ای کمتر از حداقل‌های دستورالعمل با آن دارند، باید ضرایب کاهش ظرفیت در نظر گرفته شود. بعنوان مثال برای سه مهار متوالی که فاصله‌ای کمتر از حداقل آیین‌نامه دارند، برای مهار میانی، باید دو ضریب کاهش ظرفیت در نظر گرفته شود و برای مهارهای کناری، تنها یک ضریب کاهش ظرفیت.
فاصله بین مهارها را می‌توان با بازرسی چشمی در محل و در صورت لزوم اندازه‌گیری فاصله (بین مرکز دو مهار مجاور)، کنترل نمود.

۳-۳-۷-۱- مهارهای انبساطی

در صورتی که فاصله یک مهار انبساطی از مهار مجاورش(S) کمتر از حداقل‌های ارائه شده در جدول (۳-۱) (S_{min}) باشد، ظرفیت‌های اسمی بیرون‌کشیدگی و برشی جدول (۳-۱) (V_{nom},P_{nom}) باید در ضرایب کاهش ظرفیتی که به صورت ذیل در نظر گرفته می‌شوند، ضرب گردند.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون‌کشیدگی (RS_p):

- در صورتی‌که $S \geq 10D$ باشد : $RS_p = 1.0$
- در صورتی‌که $5D \leq S < 10D$ باشد : $RS_p = \frac{S}{10D}$
- در صورتیکه $2.5D \leq S < 5D$ باشد : $RS_p = 0.5$
- و در صورتی‌که $S < 2.5D$ باشد، مهار قابل پذیرش نمی‌باشد.

ضریب کاهش برشی (RS_s):

- در صورتی‌که $S \geq 2D$ باشد : $RS_s = 1.0$
- و برای $S < 2D$: $RS_s = 0.5$

در عبارت‌های فوق، S ، فاصله بین مهارها و D قطر آنها بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

۳-۳-۷-۲-گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

درصورتی که فاصله بین یک مهار درجا و مهار مجاور آن (از هر نوع)، S ، کمتر از حداقل‌های جدول (۳-۲) (S_{min}) باشد، ظرفیت‌های اسمی بیرون‌کشیدگی و برشی در جدول (۳-۲) (V_{nom},P_{nom}) باید در ضرایب کاهش ظرفیتی که به صورت ذیل در نظر گرفته می‌شوند، ضرب گردند.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون‌کشیدگی، (RS_p):

- در صورتی‌که $S \geq S_{min}$ باشد : $RS_p = 1.0$
- در صورتی‌که $S < S_{min}$ باشد : $RS_p = \frac{A_2}{A_1}$

در عبارات فوق :
S : فاصله مرکز مهار مورد نظر تا مرکز مهار مجاور.
S_{min} : حداقل فاصله مجاز برای استفاده از کل ظرفیت بیرون‌کشیدگی ارائه شده در جدول (۳-۲).
A_1 : پارامتر سطح مخروط برشی که در جدول (۳-۸) ارائه شده است.

اگر آرایش مهارها بصورت ۵ تایی (۱ عدد در مرکز و ۴ عدد در پیرامون) باشد و فاصله آنها از S_{min} کمتر باشد، مهارها کلاً غیرقابل پذیرش بوده و نمی‌توان از ضریب کاهش ظرفیت استفاده نمود.

جدول (۳-۸): پارامتر A_1 برای قطرهای مختلف گل‌میخ

قطر گل‌میخ(mm)	پارامتر A_1 (cm^2)
۱۰	۲۷۰
۱۳	۴۷۸
۱۶	۷۴۸
۱۹	۱۰۸۰
۲۲	۱۴۶۶
۲۵	۱۹۱۸
۲۹	۲۴۳۱
۳۲	۲۹۹۴
۳۵	۳۶۲۷

A_2 : پارامتر سطح مخروط برشی کاهش یافته که از رابطه (۳-۳) زیر استخراج می‌گردد.

$$A_2 = \pi r^2 - \frac{1}{2}\left[r^2\theta - r.S.\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\right] \qquad (۳-۳-الف)$$

$$r = \frac{2L + D}{2} \qquad (۳-۳-ب)$$

$$\theta = 2\cos^{-1}\left[\frac{S}{2L + D}\right] \qquad (۳-۳-ج)$$

که در آن :

S : فاصله مرکز تا مرکز مهار مورد نظر تا مهار مجاور،

L : طول مهاری مدفون مهار مورد بررسی،

D : قطر مهار یا گل‌میخ

θ : زاویه راس مخروط برشی بتن است که راس آن در انتهای مهار قرار دارد.

ضریب کاهش ظرفیت برشی، (RS_s) :

- اگـر $S \geq 2D$ $RS_s = 1.0$
- اگـر $S < 2D$ $RS_s = 0.5$

۳-۳-۷-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

ظرفیت‌های برشی اسمی (V_{nom}) ارائه شده در جدول (۳-۳) برای مهارهای قلاب‌دار، برای حداقل فاصله مرکز تا مرکزی برابر با ۳ D (D قطر مهار قلاب‌دار) بین مهارهای مجاور می‌باشند.

در صورتیکه فاصله بین مهارهای قلاب‌دار کمتر از ۳ D باشد، مهار قلاب‌دار قابل پذیرش نخواهد بود.

۳-۳-۷-۴- مهارهای چسبی

برای مهارهای چسبی، با فاصله کمتر از مقادیر حداقل جدول (۳-۴) باید از ضرایب کاهش ظرفیت ارائه شده در بخش (۳-۳-۷-۲) (برای مهارهای درجا) برای کاهش ظرفیت اسمی بیرون‌کشیدگی و برشی، استفاده نمود.

۳-۳-۸- فاصله از لبه

برای این‌که بتوان از تمام ظرفیت اسمی مهار استفاده کرد، نباید فاصله مهار از لبه آزاد بتن از حد معینی کمتر باشد.

برای مهارهایی که فاصله آنها از لبه آزاد بتن کم است، ظرفیت اسمی مهار را باید توسط ضریب کاهش ظرفیت، کاهش داد. این حداقل‌ها و ضرایب کاهش ظرفیت متناسب آنها در این بخش ارائه شده‌اند. برای مهارهای با ظرفیت بالاتر و طول مهاری مدفون بیشتر برای استفاده از تمام ظرفیت بیرون کشیدگی نیاز به فاصله بیشتری از لبه آزاد بتن می باشد.

برای استفاده از تمام ظرفیت مهارها حداقل فاصله از لبه بتن را می‌توان برابر با ۱۰D (D قطر میل مهار) در نظر گرفت.

در صورتی که فاصله مهار از بیش از یک لبه آزاد بتن کمتر از حد مجاز باشد، برای هر لبه باید ضریب کاهش ظرفیت جداگانه‌ای در نظر گرفته شود. برای مثال در صورتی که مهاری در نزدیکی گوشه قرار داشته باشد، ۲ ضریب کاهش ظرفیت برای آن در نظر گرفته می‌شود.

فاصله از لبه را می‌توان با بازرسی چشمی در محل و در صورت لزوم استفاده از وسایل اندازه‌گیری کنترل نمود. در این اندازه گیری‌ها باید فاصله تا لبه آزاد بتن از مرکز میل مهار اندازه‌گیری شود.

۳-۳-۸-۱- مهارهای انبساطی

در صورتیکه فاصله یک مهار انبساطی از لبه آزاد بتن (E) از حداقل مجاز (E_{min}) ارائه شده در جدول (۳-۱) کمتر باشد، در تعیین ظرفیت مهار باید از ضرایب کاهش ظرفیت (RE_p برای بیرون‌کشیدگی و RE_s برای برش) استفاده گردد.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی،(RE_p) :

- اگـر $E \geq 10D$ باشد : $RE_p = 1.0$
- اگـر $4D \leq E < 10D$ باشد : $RE_p = \frac{E}{10D}$
- اگـر $E < 4D$ باشد، مهار غیرقابل قبول بوده و RE_p برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

ضریب کاهش ظرفیت برشی، (RE_s) :

- اگر $E \geq 10D$ باشد : $RE_s = 1.0$

- اگر $4D \leq E < 10D$ باشد : $RE_s = \left[\frac{E}{10D}\right]^{1.5}$

- اگر $E < 4D$ باشد، مهار غیرقابل قبول بوده و RE_s برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

در عبارت‌های فوق :

E : فاصله از مرکز میل مهار تا لبه آزاد بتن (بر حسب میلی‌متر).

D : قطر میل‌مهار یا گل‌میخ(بر حسب میلی‌متر).

۳-۳-۸-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

در مورد گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا ، در صورتی‌که فاصله مهار از لبه آزاد بتن (E) از حد مجاز ارائه شده در جدول (۳-۲) (E_{min})، کمتر باشد، در محاسبه ظرفیت مهار باید از ضرایب کاهش ظرفیت بیرون‌کشیدگی (RE_p) و برشی (RE_s) استفاده گردد. این مقادیر در ظرفیت‌های اسمی بیرون‌کشیدگی و برشی (V_{nom} , P_{nom})، که در جدول (۳-۲) ارائه شده‌اند، ضرب می‌شوند.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون‌کشیدگی، (RE_p) :

- اگر $E \geq E_{min}$ باشد : $RE_p = 1.0$

- اگر $4D \leq E < E_{min}$ باشد : $RE_p = \frac{A_2}{A_1}$

- اگر $E<4D$ باشد، مهار غیرقابل قبول بوده و RE_p برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

ضریب کاهش ظرفیت برشی، (REs) :

- اگر $E \geq 8.75D$ باشد : $RE_s = 1.0$

- اگر $4D \leq E < 8.75D$ باشد : $RE_s = 0.0131\left[\frac{E}{D}\right]^2$

- و اگر $E<4D$ باشد، مهار غیرقابل قبول بوده و RE_s برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

علائم بکار رفته در عبارات فوق به شرح زیر می‌باشند:

E : فاصله از مرکز مهار تا لبه آزاد بتن.

E_{min} : حداقل فاصله لازم از لبه برای استفاده از تمام ظرفیت بیرون‌کشیدگی از جدول (۳-۲).

D : قطر میل‌مهار یا گل‌میخ.

A_1 : پارامتر سطح مخروط برشی که از رابطه (۳-۴) استخراج می‌شود.

$$A_1 = 0.96\frac{\pi}{4}(2L + D)^2 \qquad (۳-۴)$$

که در آن :

L : طول مهاری مدفون میل مهار مورد بررسی.

A_2 : پارامتر سطح مخروط برشی کاهش یافته که از رابطه (۳-۵) استخراج می‌گردد.

$$A_2 = \pi r^2 - \frac{1}{2}\left[r^2\theta - 2r\,E\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\right] \qquad (۳-۵-الف)$$

$$\theta = 2\cos^{-1}\left[\frac{2E}{2L+D}\right] \qquad (۳-۵-ب)$$

$$r = \frac{2L+D}{2} \qquad (۳-۵-ج)$$

که در آن:

θ : زاویه راس مخروط برشی بتن است که راس آن در انتهای مهار قرار دارد.

۳-۳-۸-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

حداقل فاصله مجاز برای مهارهای قلاب‌دار درجا با مقادیر مربوط به گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا برابر است. به همین ترتیب ضرایب کاهش ظرفیت مربوط به این مهارها زمانی که فاصله آنها از لبه آزاد بتن کمتر از حد مجاز است، مشابه مقادیری است که در بخش (۳-۳-۶-۲) برای گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا ارائه گردید.

در محاسبه ضرایب کاهش ظرفیت مربوط به مهارهای قلاب‌دار، برای تعیین L، باید از مقادیر ارائه شده در جدول (۳-۲) در مورد مهارهای درجا استفاده گردد.

۳-۳-۸-۴- مهارهای چسبی

ضرایب کاهش ظرفیت مربوط به مهارهای چسبی که فاصله آنها از لبه آزاد، کمتر از مقادیر مندرج در جدول (۳-۴) می‌باشد، مشابه مقادیر ارائه شده در بند (۳-۳-۶-۲) برای مهارهای درجا می‌باشد.

۳-۳-۹- مقاومت و شرایط بتن

برای استفاده از تمام ظرفیت اسمی مهار، مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای بتن f'_c نباید از حد معینی کمتر باشد. در غیر این صورت برای تعیین ظرفیت محاسباتی مهار باید از ضرایب اصلاحی که در این بخش ارائه می‌شوند، استفاده گردد.

به علاوه کاربر باید از نبود عیب‌های کلی مانند وجود ترک در بتن که ممکن است مقاومت چسبندگی مهار و بتن را تحت تاثیر قرار دهند اطمینان حاصل نماید. این کنترل‌ها در بخش (۳-۳-۱۰) ارائه گردیده‌اند.

از عیب‌های سطحی مانند ترک‌های مویی ناشی از جمع شدگی بتن صرفنظر می‌شود.

مقاومت فشاری بتن را می‌توان با استفاده از مدارک طراحی و یا انجام آزمایش بدست آورد.

۳-۳-۹-۱- مهارهای انبساطی

برای مهارهای انبساطی در صورتی‌که مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن (f'_c) از $۲۸۰\ kgf/cm^2$ کمتر باشد باید از ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی (RF_p) و در صورتی‌که از $۲۴۵\ kgf/cm^2$ کمتر باشد از ضریب کاهش ظرفیت برشی(RF_s)، به صورت زیر استفاده گردد. این مقادیر در ظرفیت‌های اسمی جدول (۳-۱) ضرب می‌شوند.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی، (RF_p) :

- اگر $f'_c \geq 280\ kgf/cm^2$ باشد : $RF_p = 1.0$

- اگر $140\ kgf/cm^2 \leq f'_c \leq 280\ kgf/cm^2$ باشد : $RF_p = \frac{f'_c}{280}$

- اگر $f'_c < 140 kgf/cm^2$ باشد، مهار غیر قابل قبول می‌باشد.

ضریب کاهش ظرفیت برشی، (RF_s) :

- اگر $f'_c \geq 245 kgf/cm^2$ باشد : $RF_s = 1.0$

- اگر $140 kg/cm^2 \leq f'_c \leq 245 kgf/cm^2$ باشد : $RF_s = \frac{f'_c}{703} + 0.65$

- اگر $f'_c < 140 kgf/cm^2$ باشد، مهار غیرقابل قبول است.

در عبارت فوق، f'_c ، مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه استوانه‌ای بتن می‌باشد.

۳-۳-۹-۲- گل میخ‌ها و مهارهای درجا

در مورد گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا، در صورتیکه مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن (f'_c) ، از $۲۴۵ kgf/cm^2$ کمتر باشد، آنگاه ظرفیت‌های اسمی بیرون‌کشیدگی (P_{nom}) و برشی (V_{nom})، ارائه شده در جدول (۳-۲)، را باید با استفاده از ضرایب کاهش ظرفیت مناسب (RF_s , RF_p) کاهش داد.

برای چنین مهارهایی ضرایب کاهش ظرفیت بیرون‌کشی (RF_p) و برشی(RF_s) با هم برابر بوده و عبارتند از:

- اگر $f'_c \geq 245 kgf/cm^2$ باشد : $RF_s = RF_p = 1.0$

- اگر $175 kgf/cm^2 \leq f'_c \leq 245 kgf/cm^2$ باشد : $RF_s = RF_p = \sqrt{\frac{f'_c}{245}}$

- اگر $f'_c < 175 kgf/cm^2$ باشد، مهار غیرقابل قبول است.

در عبارات فوق، f'_c ،مقاومت فشاری نمونه ۲۸ روزه استوانه‌ای بتن می‌باشد.

۳-۳-۹-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

در صورتی که مقاومت فشاری بتنی که مهارهای قلاب‌دار درجا در آن قرار دارند، کمتر از $۲۴۵ kgf/cm^2$ باشد، ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی و برشی (V_{nom} , P_{nom}) را باید به وسیله ضرایب مناسبی (RF_s , RF_p) کاهش داد. برای چنین مهارهایی $RF_p=RF_s$ می‌باشد و :

- اگر $f'_c \geq 245 kgf/cm^2$ باشد : $RF_p = RF_s = 1.0$

- اگر $175 kgf/cm^2 \leq f'_c \leq 245 kgf/cm^2$ باشد : $RF_p = RF_s = \sqrt{\frac{f'_c}{245}}$

- اگر $f'_c < 175 kgf/cm^2$ باشد، مهار غیرقابل قبول است.

در عبارات فوق، f'_c ،مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه استوانه‌ای بتن می‌باشد.

۳-۳-۹-۴- مهارهای چسبی

برای مهارهای چسبی که در بتن با مقاومت فشاری کمتر از $۲۴۵ kgf/cm^2$ نصب شده‌اند، می‌توان از ضرایب کاهش ظرفیت ارائه شده در بخش (۳-۳-۹-۲) برای مهارهای درجا استفاده نمود. این ضرایب کاهش ظرفیت در مقادیر مندرج در جدول (۳-۴) ضرب می‌شوند.

۳-۳-۱۰- اندازه و محل ترک در بتن

ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی ارائه شده برای مهارها در صورتی قابل استفاده می‌باشند که بتن اطراف مهار، ترک‌های قابل ملاحظه سازه‌ای نداشته باشد.

در صورتی که عرض ترک‌های بتن در محل مهار از حد مجاز ارائه شده در این بخش بیشتر باشد، ظرفیت بیرون کشید شدگی اسمی باید به وسیله ضریب کاهش ظرفیت مناسبی که در این بخش ارائه شده‌اند کاهش داده شود. منظور از ترک‌های قابل ملاحظه، ترک‌هایی هستند که در سطح بتن دیده می‌شوند و از مخروط برشی بتن مربوط به مهار عبور می‌کنند.

از ترک‌های سطحی و یا ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی که تنها در سطح بتن ظاهر می‌شوند، می‌توان صرف‌نظر نمود.

کنترل وجود ترک در محل مهار را می‌توان با بازبینی چشمی مهار انجام داد. برای تعیین عمق ترک‌ها لازم است قضاوت مهندسی بکار گرفته شود. در صورت وجود تردید در مورد عمق ترک‌ها اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر مانند آزمایش اولتراسونیک توصیه می‌گردد. در تعیین عرض ترک‌ها نیازی به اندازه‌گیری‌های دقیق نیست. کنترل‌های این بخش باید به همراه ارزیابی‌های بخش (۳-۳-۹) جهت یافتن نقائص کلی انجام گیرد.

از تاثیر ترک‌های بتن بر ظرفیت برشی مهارها صرفنظر می‌شود.

۳-۳-۱۰-۱- مهارهای انبساطی

در صورتیکه ترک‌های موجود در بتن اطراف مهار انبساطی عمیق باشند، در تعیین ظرفیت بیرون‌کشیدگی مهار، باید ضریب کاهش ظرفیت (RC_p) در ظرفیت اسمی مهار (P_{nom}) ،ارائه شده در جدول (۳-۱)، ضرب گردد.

مقدار ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی (RC_p) در جدول (۳-۹) ارائه گردیده است.

جدول (۳-۹): ضرایب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهارهای انبساطی

شرایط بتن	ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی (RC_p)
بدون ترک	۱/۰
اندازه ترک کوچکتر از(mm) ۰/۳ می‌باشد و تعداد مهارهایی که چنین ترک‌هایی دارند:	
بیشتر یا مساوی از ۵۰٪ کل مهارها می‌باشد.	۱/۰
کمتر از ۵۰٪ کل مهارها می‌باشد.	۰/۷۵
اندازه ترک بزرگتر از(mm) ۰/۳	
۰/۳(mm)≤ اندازه ترک ≤۰/۶(mm)	۰/۷۵
۰/۶(mm)≤ اندازه ترک	مهار غیر قابل قبول است.

- ضریب کاهش ظرفیت مورد نظر باید برای تمامی مهارها (و نه فقط آنهایی که در محل ترک قرار دارند) استفاده گردد.

۳-۳-۱۰-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

در صورتیکه در بتن اطراف گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا، ترک‌های عمیق وجود داشته باشد، ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی مهار (P_{nom})، باید توسط ضریب کاهش ظرفیت مناسبی (RC_p) کاهش داده شود

ضریب کاهش ظرفیت بیرون‌کشیدگی، (RC_p):

- در صورتی که $CS < 0.3mm$ باشد : $RC_p = 1.0$
- در صورتی که $0.3mm \le CS \le 1.5mm$ باشد : $RC_p = 1.08 - 8CS$
- در صورتی که $CS > 1.5mm$ باشد، مهار غیر قابل قبول است.

در عبارات فوق CS اندازه تقریبی ترک بر اساس ارزیابی چشمی می‌باشد.

۳-۳-۱۰-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

اطراف محل نصب مهارهای قلاب‌دار باید جهت احراز وجود و یا عدم وجود ترک‌های عمیق مورد ارزیابی قرار گیرد.

در صورتیکه هر یک از شرایط زیر برقرار باشد، مهار قابل قبول نمی‌باشد.

– عرض ترک از ۰/۵ میلی‌متر بزرگتر بوده و ترک از محدوده نصب مهار با فرض مخروط برشی با زاویه راس ۶۰ درجه بگذرد.

– ترک‌های با عرض بزرگتر از ۱/۲ میلی‌متردر محدوده نصب مهار با فرض مخروط برشی با زاویه راس ۶۰ درجه بگذرد.

۳-۳-۱۰-۴- مهارهای چسبی

در صورتیکه در محل نصب مهارهای چسبی ترک‌های قابل ملاحظه‌ای وجود داشته باشد، ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی مهار باید با استفاده از ضریب کاهش ظرفیت عنوان شده در بخش (۳-۳-۸-۲) (مربوط به مهارهای درجا) کاهش داده شود. بدین منظور این ضرایب باید در ظرفیت‌های بیرون‌کشیده شدگی اسمی جدول (۳-۴) ضرب می‌گردند.

۳-۳-۱۱- ارزیابی مهار کابینت‌های حاوی رله‌های ضروری

در ارزیابی مهار کابینت‌های حاوی رله‌های ضروری ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی (P_{nom}) و برشی(V_{nom})، ارائه شده در جدول (۳-۱)، باید در ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی (RR_p) و برشی (RR_s)، به شرح ضرب شوند :

$$RR_p = 0.75\,, \quad RR_s = 0.75$$

۳-۳-۱۲- کنترل سفتی و روش باز بینی گذرا در مهارهای انبساطی

۳-۳-۱۲-۱- کنترل سفتی در مهارهای انبساطی

در مهار انبساطی شل بودن مهره‌ها به منزله شل بودن مهار می‌باشد.

سفتی یک مهار انبساطی را می‌توان با اعمال گشتاور پیچشی توسط آچار و به صورت دستی تا حدی که برای سفت کردن بیشتر نیاز به اعمال نیروی بیش از قدرت دست باشد، کنترل نمود. در صورتیکه میل مهار یا مهره کمتر از حدود یک چهارم دور دوران کند، سفتی مهار مناسب خواهد بود. کنترل سفتی را نمی‌توان به‌عنوان آزمایش گواه[1] ظرفیت مهار در نظر گرفت. انجام آن تنها اطمینان قابل قبولی نسبت به شل نبودن مهار انبساطی به دلیل نقائص موجود در نصب به دست می‌دهد.

در شرایطی که مهارهای انبساطی قابل دسترسی نبوده یا به نحو صحیحی نصب نشده باشند، جهت احراز کفایت یا عدم کفایت کنترل‌ها باید با توجه به تعداد و توزیع مهارهای کنترل شده و نتایج حاصله و همچنین صعوبت دسترسی به مهارها از قضاوت مهندسی استفاده شود. یک فرض قابل قبول در عدم کنترل سفتی برخی از مهارها، فرض عدم نصب مناسب آنها به دلیل صعوبت دسترسی می‌باشد. به هر حال علت صعوبت دسترسی در زمان تصمیم‌گیری مبنی بر عدم کنترل سفتی باید روشن باشد.

اگر ظرفیت مهار با فرض سفت بودن مهار بیش از دو برابر بار وارده به آن باشد اعمال کنترل سفتی ضرورتی ندارد.

برای مهارهای انبساطی که در اثر وزن تجهیزات در کشش قرار می‌گیرند، نیازی به کنترل سفتی نمی‌باشد.

در مهارهای انبساطی پوسته‌ای، کنترل سفتی به تنهایی نمی‌تواند نمایانگر نقص‌های کلی وضعیت نصب مهار باشد.

باید با بیرون آوردن برخی از مهارها و مهارهای انبساطی پوسته‌ای و انجام بازبینی‌های موضعی و نیز به کارگیری قضاوت مهندسی، ازتماس پوسته با پایه تجهیزات اطمینان حاصل نمود. در صورتیکه با انجام کنترل‌های موضعی، مشخص شود که این نوع از مهارها به طور مناسب نصب نشده‌اند، کنترل باید به‌طور وسیع‌تری صورت پذیرد.

در مواردی که باید گشتاور پیچشی به مقدار مشخص جهت سفت کردن وارد شود، باید از مقادیر"گشتاور کنترل سفتی"، ارائه شده در جدول (۳-۱۰) برای کنترل سفتی مهارهای انبساطی استفاده نمود.

1 Proof Test

جدول (۳-۱۰): مقادیر پیشنهادی گشتاور پیچشی برای کنترل سفتی

قطر میل‌مهار (mm)	گشتاور نصب (kg-cm)	گشتاور کنترل سفتی (kg-cm)
۱۰	۳۴۰-۴۶۷	۶۸-۹۵
۱۳	۶۱۲-۸۸۵	۱۲۲-۱۷۷
۱۶	۱۰۸۹-۱۲۲۵	۲۱۷-۲۴۵
۱۹	۱۷۰۲-۲۳۸۳	۳۴۰-۴۷۶
۲۲	۲۷۲۴-۳۴۰۵	۵۴۴-۶۸۱
۲۵	۳۴۰۵-۴۰۸۶	۶۸۱-۸۱۷
۳۲	۵۴۴۸-۶۸۱۰	۱۰۸۹-۱۳۶۲

مهاری که به‌طور مناسب نصب شده باشد، تحت اثر این گشتاور پیچشی دوران نمی‌کند. وقوع دوران کمی (حدود یک‌چهارم دور) که باعث سفت شدن مهار یا مهره می‌شود، قابل قبول می‌باشد. در صورتیکه مهاری دورانی بیش از یک‌چهارم دور داشته باشد اما در نهایت در مقابل گشتاور پیچشی مقاومت نشان دهد، باید آن را تا مقدار گشتاور توصیه شده توسط شرکت سازنده جهت نصب مهار تحت گشتاور پیچشی قرار داد. در این صورت مهار قابل قبول خواهد بود.

در برخی موارد نیاز است تا کنترل سفتی بر روی نمونه‌هایی از مهارها انجام گیرد. این نمونه‌ها بر این اساس انتخاب می‌شوند که اطمینان ۹۵ درصدی از اینکه کمتر از ۵٪ مهارها شرایط کنترل سفتی را احراز نمی‌کنند، حاصل شود. انتخاب نمونه‌ها با استفاده از ضوابط این بخش،در مورد تعداد نمونه‌ها، توزیع همگن آنها، تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط و استفاده از نتایج آزمایش سفتی اولیه انجام می‌گیرد.

- **تعداد نمونه‌ها:** تعداد مهارهای انبساطی نمونه جهت کنترل سفتی باید از حداقل‌های ارائه شده در جدول (۳-۱۱) بیشتر باشد.

جدول (۳-۱۱): حداقل تعداد نمونه‌ها برای کنترل سفتی مهارهای انبساطی

شرایط مهار	تعداد نمونه‌ها
مهارهای انبساطی نگهدارنده تجهیزات حاوی رله های ضروری	۱۰۰٪ مهارهای قابل دسترسی
تعداد کل مهارهای مشابه از ۴۰ عدد کمتر می‌باشد	۱۰۰٪ مهارهای قابل دسترسی
تعداد کل مهارهای مشابه بیش از ۴۰ عدد و کمتر از ۱۶۰ عدد می‌باشد	۴۰ مهار
تعداد کل مهارهای مشابه بیش از ۱۶۰ عدد می‌باشد	۲۰٪ مهارهای قابل دسترسی

- **توزیع یکنواخت:** تعداد حداقل نمونه‌ها با فرض یکنواختی توزیع مهارهای انبساطی می‌باشد. در ارزیابی یکنواختی توزیع نمونه‌ها، عواملی چون مشخصات نصب، روش کنترل کیفیت مشخصات نصب، شرکت سازنده و ... باید در نظر گرفته شوند.

در صورتیکه بیش از یک مجموعه از مهارهای مشابه وجود داشته باشد، حداقل تعداد نمونه‌ها و تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط ارائه شده، برای هر مجموعه جداگانه قابل اعمال است.

- **تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط:** شرط۹۵٪اطمینان از اینکه ۵٪ مهارها فاقد شرایط هستند، در صورتی قابل حصول است که تعداد مهارهای انبساطی فاقد شرایط، از محدودیت‌های جدول (۳-۱۲) فراتر نرود. در صورتیکه تعداد مهارهایی که کنترل سفتی را احراز نمی‌کنند بیش از مقادیر جدول باشد، تعداد نمونه‌ها باید افزایش داده شود تا تعداد مهارهای فاقد شرایط در محدوده مجاز جدول قرار گیرد.
- **استفاده از نتایج آزمایش سفتی اولیه:** به منظور نمونه‌گیری مناسب در تعیین احتمال، عدم احراز شرایط باید از نتایج کنترل سفتی اولیه برای هر مهار انبساطی، استفاده گردد. برای مثال در صورتیکه بر روی ۱۰۰ مهار از ۴۰۰ مهار انبساطی موجود، کنترل سفتی انجام شده باشد و ۴ عدد از آنها شرایط لازم را احراز نکنند، تعداد نمونه‌ها باید افزایش یابد زیرا در جدول (۳-۱۲)، برای ۱۰۰ نمونه از ۴۰۰ مهار، تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط، ۳ عدد می‌باشد. حتی در صورتیکه هر ۴ مهار فوق، قابلیت اصلاح و سفت شدن را داشته باشند، تعداد نمونه‌ها باید افزایش یابد.

جدول (۳-۱۲): تعداد مجاز مهارهای انبساطی که نیاز به کنترل سفتی ندارند.

تعداد کل مهارها	تعداد مهارهای نمونه‌ای که نیازی به کنترل سفتی آنها نیست											
تعداد N	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰
۱۰۰	۱	۲	۳	۵	--	--	--	--	--	--	--	--
۲۰۰		۱	۲	۳	۶	۱۰	--	--	--	--	--	--
۳۰۰			۲	۳	۵	۷	۱۰	۱۵	--	--	--	--
۴۰۰				۳	۵	۷	۹	۱۲	۱۵	۲۰	--	--
۵۰۰					۵	۷	۹	۱۱	۱۴	۱۷	۲۰	۲۵
۶۰۰					۵	۷	۹	۱۱	۱۴	۱۶	۱۹	۲۲
۷۰۰						۷	۹	۱۱	۱۳	۱۶	۱۸	۲۱
۸۰۰						۶	۹	۱۱	۱۳	۱۶	۱۸	۲۱
۹۰۰							۸	۱۱	۱۳	۱۵	۱۸	۲۰
۱۰۰۰							۸	۱۱	۱۳	۱۵	۱۷	۲۰

در صورتیکه برخی از مهارهای انبساطی به دلایلی، مانند ریخته شدن بتن روی آن ، و یا نیاز به پیاده‌سازی تجهیزات قابل دسترسی نباشند برای ارزیابی سفتی این مهارها انبساطی باید روش‌های دیگری به‌کار گرفته شود. این روش‌ها عبارتند از :

- استفاده از روش"بازبینی گذرا" (بخش ۳-۳-۱۲-۲) به‌عنوان یک روش جایگزین در ارزیابی کفایت مهار (در این روش نیازی به کنترل سفتی نمی‌باشد).
- بکارگیری قضاوت مهندسی در ارزیابی کفایت مهار بر اساس ملاحظات دیگری مانند انجام کنترل‌های سفتی بر روی مهارهای مشابه در محل‌های دیگری که کیفیت نصب آشکار می‌باشد. البته این روش باید به عنوان آخرین گزینه استفاده قرار گرفته و اساس قضاوت‌ها نیز باید ثبت گردد.

۳-۳-۱۲-۲- روش بازبینی گذرای[1] مهارهای انبساطی

چنانچه ارزیابی مهاربندی با محافظه‌کاری بیشتری صورت پذیرد، می‌توان جهت بازرسی مهارهای انبساطی از روش بازبینی گذرا استفاده نمود. در این روش می‌توان از دو بازبینی زیر صرف‌نظر نمود:

- کنترل سفتی (بند ۳-۳-۱۲-۱)
- کنترل طول مهاری مدفون (بخش ۳-۳-۶)

برای استفاده از "روش بازبینی گذرا"، شرایط زیر باید احراز گردند:

۱. **اعمال ضریب کاهش ظرفیت:** در این روش ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی (P_{nom}) و برشی (V_{nom})، ارائه شده در جدول (۳-۱)، باید توسط ضرایب کاهش ظرفیت مربوطه (RI_s,RI_p)، کاهش داده شوند. مقادیر این ضرایب برابر با ۰/۷۵ در نظر گرفته می‌شود. یعنی:

$$RI_p = RI_s = 0.75$$

۲. **عوامل دیگر باعث کاهش ظرفیت مهار نگردند:** هیچ یک از عوامل دیگری که موجب کاهش ظرفیت مهار می‌شوند موجود نباشند. بدین منظور باید نبود این اثرات با استفاده از کنترل‌های زیر، نشان داده شود:

– **فضای آزاد:** فضای آزادی بین سطح‌بتن و پایه تجهیزات نباشد (بخش ۳-۲-۳)

– **فاصله بین مهارها:** (بند ۳-۳-۷-۱):

$$S \geq 10D$$

– **فاصله مرکز مهار تا لبه بتن:** (بند ۳-۳-۸-۱):

$$E \geq 10D$$

– **مقاومت بتن:** (بخش ۳-۳-۹-۱):

– برای بیرون کشیده شدگی $f'_c \geq 280 kgf/cm^2$ باشد.

– برای برش $f'_c \geq 245 kgf/cm^2$ باشد.

– **ترک‌های بتن:** بتن، بدون ترک باشد.

– **رله‌های ضروری:** تجهیزات حاوی رله‌های ضروری نباشد.

۳. **حداقل دو سوم مهارها قابل دسترسی باشند:** حتی با فرض اینکه یک‌سوم از مهارهای نگهدارنده تجهیزات در تحمل بار مشارکت نکنند، باید اثر بارهای مرده و بارهای لرزه‌ای وارد بر مهار تجهیزات، از ظرفیت آنها کمتر باشند. به عبارت دیگر، تعداد مهارهای بکاررفته ۵۰٪ بیشتر از تعداد لازم برای مهاربندی تجهیزات باشد. چنین تجهیزاتی باید حداقل دارای ۶ مهار (که ۴ عدد از آن‌ها در باربری شرکت می‌کنند) باشند.

۳-۳-۱۳- انواع دیگر مهارها

۳-۳-۱۳-۱- جوش‌های اتصال قطعات فولادی مدفون و یا قطعات فولادی روکار

اتصالات جوشی که برای مهار تجهیزات به ورق فولادی مدفون یا روکار مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مورد ارزیابی‌های زیر قرار داده شوند :

1 Reduced Inspection

- تعیین طول (L) و کمترین ضخامت جوش (t)
- کنترل سوختگی سرتاسری جوش در کابینت‌های ساخته شده از مصالح نازک
- کنترل کیفیت جوش، به ویژه در خال جوش‌ها که تحت بارهای کششی قابل‌ملاحظه‌ای قرار دارند.
- حداقل طول موثر جوش در جوش گوشه نباید از ۴ برابر بعد اسمی جوش کمتر باشد. در صورت عدم برقراری این شرط بعد جوش نباید از یک چهارم طول موثر فراتر رود.
- برای ارزیابی گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا که به عنوان قطعات فولادی بکار می‌روند می‌توان از معیارهای بخش (۳-۳) استفاده نمود.

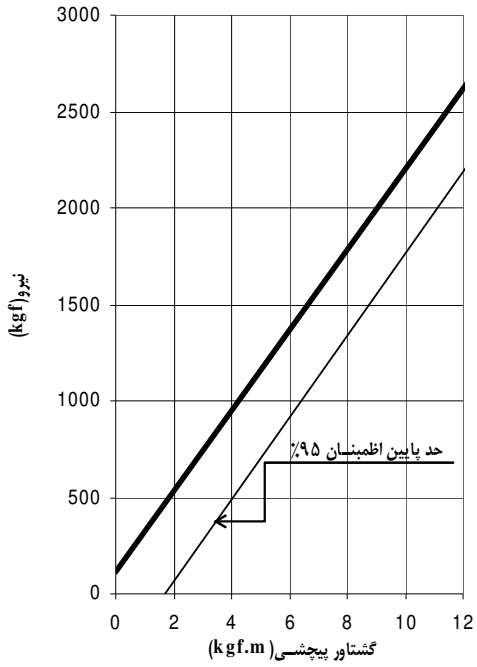
۳-۳-۱۳-۲- مهارهای سربی

- ظرفیت اسمی مهارهای سربی در جدول (۳-۱۳) ارائه شده است.

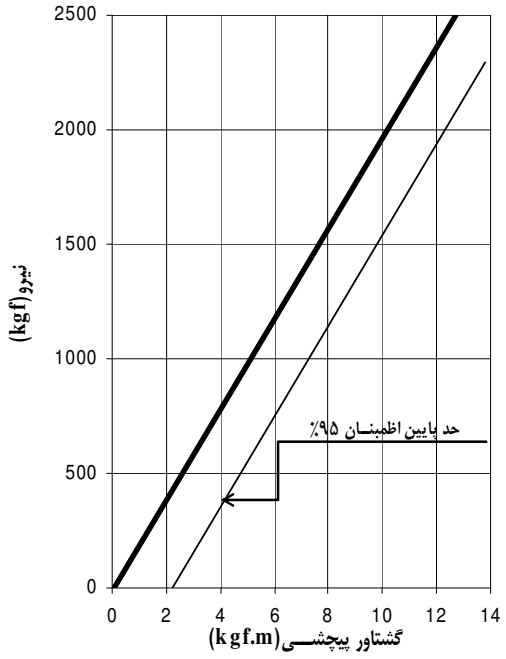
جدول (۳-۱۳): ظرفیت‌های مجاز مهارهای سربی

قطر میل‌مهار(mm)	بیرون کشیده شدگی مجاز(kgf)	برش مجاز(kgf)
۱۰	۲۷۲٫۴	۱۸۱٫۶
۱۳	۳۹۵٫۰	۳۶۳٫۲
۱۶	۴۴۰٫۴	۶۳۵٫۶
۲۰	۵۸۱٫۱	۹۰۸٫۰
۲۵	۱۴۳۴٫۶	۱۴۳۴٫۶

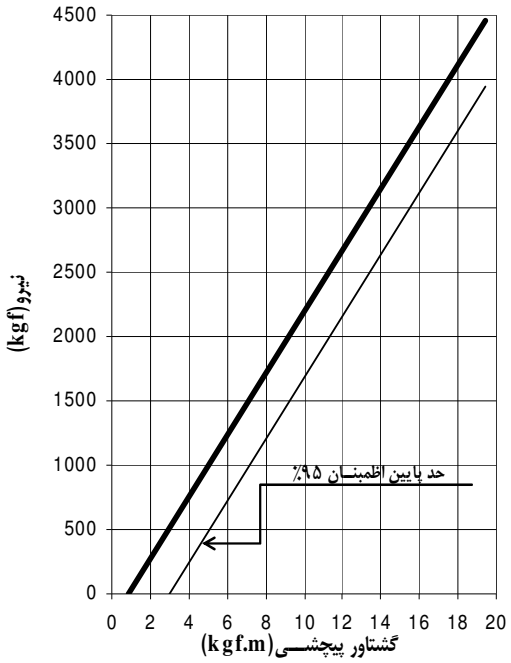
- در صورتیکه بتوان با اعمال گشتاور به مهارها امکان تحمل تنش بیشتری را ایجاد نمود، می‌توان از ظرفیت‌های بالاتر برای تنش مجاز استفاده کرد. حد پائینی نیرو در مقابل گشتاور پیچشی، برای رسیدن به اطمینان ۹۵٪ در شکل‌های (۳-۸ تا۳-۱۱) نشان داده شده است. بر روی این نمودارها، نمی توان برون یابی انجام داد.
- پس از اعمال گشتاور اضافی، شکاف بین قسمت فوقانی پوسته و زیر پایه تجهیزات باید مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد.
- ظرفیت‌های جدول (۳-۱۳) با فرض احراز حداقل معیارهای لازم برای مهارها، همچون حداقل فاصله ۱۰D بین دو مهار، فاصله حداقل ۱۰D تا لبه، نصب درست و مهار قابل دستیابی است. در صورتیکه این ضوابط احراز نشوند ظرفیت‌های اسمی را باید با استفاده از ضرایب کاهش ظرفیت مناسب (بندهای ۳-۳-۷-۱ تا ۳-۳-۱۰-۱ و بخش ۳-۳-۱۱) کاهش داد.



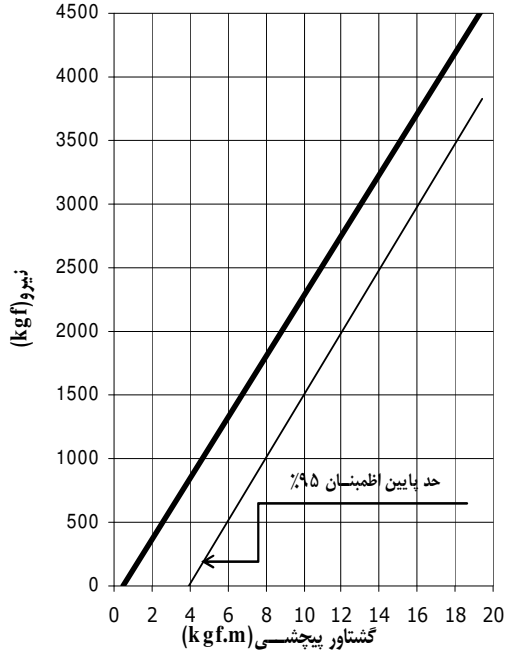
شکل (۳-۸): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل‌مهار ۱۰ میلی متری



شکل (۳-۹): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل‌مهار ۱۳ میلی متری



شکل (۳-۱۰): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل‌مهار ۱۶ میلی متری



شکل (۳-۱۱): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل‌مهار ۲۰ میلی متری

۳-۴- تعیین نیاز لرزه‌ای مهار

۳-۴-۱- مشخصات تجهیزات

جهت تعیین نیاز لرزه‌ای بر تجهیزات و اتصالات مربوطه ضروری است که مشخصات مکانیکی و دینامیکی آنها نظیر جرم، مرکز ثقل، فرکانس طبیعی، میرایی اجزاء و یا کاتالوگ‌های موجود دوران پای تجهیزات در اثر لنگر واژگونی چنان که در این بخش شرح داده شده است تعیین شوند.

جرم تجهیزات را می‌توان با استفاده از نقشه‌ها یا کاتالوگ‌های موجود تعیین نمود. در صورت فقدان مدارک، تخمین محافظه کارانه از جرم تجهیزات بر اساس چگال ترین جز از تجهیزاتی که مورد بررسی قرار گرفته است قابل توجیه می‌باشد.

در صورتیکه توزیع جرم در تجهیزات بر اساس بازرسی چشمی تقریباً یکنواخت باشد، مرکز جرم را می‌توان در محل مرکز هندسی در نظر گرفت. در صورتیکه توزیع جرم نامتوازن در تجهیزات تشخیص داده شود باید محل مرکز جرم با استفاده از محاسبات دقیق‌تری تعیین گردد.

اگر فاصله مرکز جرم از محور مرکزی تجهیزات زیاد باشد، اثرات پیچش نیز بر روی مهار باید در نظر گرفته شود.

در تعیین شتاب وارد بر تجهیزات با استفاده از طیف نیاز طبقه باید از کمترین فرکانس طبیعی (f_n) تجهیزات استفاده شود.

محور دوران پایه تجهیزات برای تجهیزات صلب، لبه بیرونی یا محور مرکزی ردیف بیرونی مهارها و برای تجهیزات انعطاف‌پذیر محور مرکزی پایه تجهیزات درنظر گرفته می‌شود. تجهیزات با فرکانس طبیعی کوچکتر از ۲۰ هرتز انعطاف پذیر و تجهیزات با فرکانس طبیعی بزرگتر از ۲۰ هرتز صلب درنظر گرفته می‌شوند. تعیین فرکانس طبیعی و محور دوران تجهیزات به روشهای دقیق تر امکان پذیر می‌باشد.

در جدول (۲-۶) ، مقادیر تقریبی (جرم، فرکانس طبیعی و میرایی انواع مختلف تجهیزات برای کاربرد در تعیین نیروهای لرزه‌ای مهارها ارائه شده است. برای تجهیزاتی که در جدول (۲-۶) وجود ندارند، سختی نسبی باید با استفاده از قضاوت مهندسی، تجربیات، مقایسه با تجهیزات این جدول، آزمایش یا تحلیل تعیین شود.

در مورد پمپ های افقی، کمپرسورهای هوا ، موتور ژنراتور و موتور ژنراتور احتراقی در صورت سخت بودن مهار بنا به قضاوت کاربر، تجهیزات را می‌توان صلب فرض نمود.

مقادیر مندرج در جدول (۲-۶) عموماً منجر به نیروهایی بیش از نیروهای واقعی می‌شود، معذالک برای تجهیزات نامتعارف، مانند مرکز کنترل موتور با وزن زیاد کنترل‌های جداگانه‌ای توصیه می‌گردد تا از مناسب بودن مقادیر تعیین شده اطمینان حاصل گردد.

سختی‌های نسبی ارائه شده در جدول (۲-۶) ، برای تجهیزات نوعی موجود در تأسیسات می‌باشد. هنگام ارزیابی لرزه‌ای باید، مناسب بودن این سختی‌های نسبی را با توجه به سختی صفحه زیر تجهیزات و سفتی مهار کنترل نمود. در تخمین فرکانس طبیعی تجهیزاتی که با مهارهای انبساطی مهار شده‌اند، باید امکان لغزش مهارها در نظر گرفته شود. این مسأله، بویژه زمانی که فرکانس طبیعی تجهیزات با استفاده از روش‌های تحلیلی تعیین می‌شود یا زمانی که از نتایج آزمایش میز لرزان (که در آن تجهیزات به میز جوش شده‌اند) استفاده می‌شود، حائز اهمیت است.

برای تجهیزات صلب نیاز لرزه‌ای تجهیزات همان حداکثر شتاب طبقه می‌باشد. در مورد تجهیزات انعطاف‌پذیر باید از بیشینه مقدار طیف طبقه (با میرایی ارائه شده در جدول ۲-۶) استفاده گردد. در صورتی که فرکانس طبیعی تجهیزات انعطاف‌پذیر معلوم باشد می‌توان از شتاب طیفی بیشینه در محدوده فرکانس تجهیزات تا ۳۳ هرتز به جای بیشینه شتاب طیفی استفاده نمود.

برای تجهیزات صلب استفاده از میرایی ۵٪ توصیه می‌شود.

۳-۴-۲- نیروهای لرزه‌ای وارد بر مهارها

استفاده از روش استاتیکی معادل ارائه شده در بند (۲-۵-۲-۳-۱) فصل دوم در تعیین نیروهای لرزه‌ای وارد بر مهارها توصیه می‌گردد.
تحلیل لرزه‌ای تجهیزات باید در سه راستای افقی و قائم انجام پذیرد. محاسبه نیاز لرزه‌ای مهارها با ترکیب اثرات همزمان زلزله در سه امتداد براساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ صورت می‌پذیرد. نیاز لرزه‌ای کل، مجموع نیاز لرزه‌ای بدست آمده از رابطه ذیل خواهد بود.

اثر بار هنگام بهره‌برداری + اثر بار اتصال کوتاه + اثر بار مرده + اثر زلزله

ملاحظه اثرات برشی ناشی از پیچش علاوه بر اثرات بیرون کشیده شدگی ناشی از لنگر واژگونی و بیرون کشیده شدگی ناشی از اثرات مولفه قائم زلزله در ارزیابی نیاز زلزله‌ای مهارها ضروری است.

۳-۵- مقایسه نیاز و ظرفیت لرزه‌ای

مقایسه نیاز لرزه‌ای کل با ظرفیت لرزه‌ای مهار با استفاده از روابط اندرکنش برش- کشش، مطابق ضوابط این بخش صورت می-پذیرد.

۳-۵-۱- مهارهای انبساطی

مقایسه نیاز و ظرفیت لرزه‌ای مهار انبساطی که به طور همزمان تحت اثر برش و کشش قرار دارد، باید با استفاده از رابطه ترکیبی ذیل صورت پذیرد.

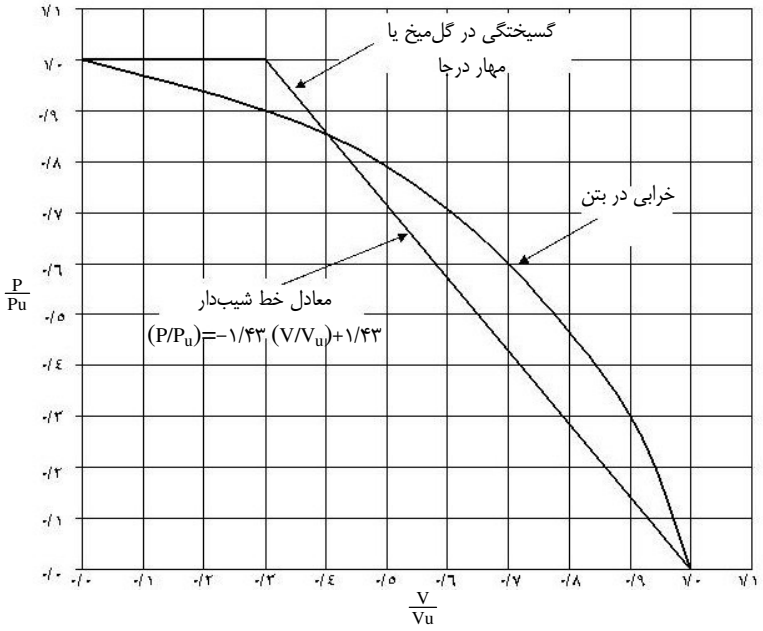
(۳-۶-الف) اگر $\frac{V}{V_u} \le 0.3$ باشد: $\frac{P}{P_u} \le 1.0$

(۳-۶-ب) اگر $0.3 < \frac{V}{V_u} \le 1.0$ باشد: $0.7\frac{P}{P_u} + \frac{V}{V_u} \le 1.0$

که در آن:
P: نیروی بیرون کشیده شدگی ناشی از زلزله به اضافه بار مرده،
V: برش ناشی از زلزله به اضافه بار مرده،
P_u: ظرفیت بیرون‌کشیده شدگی محاسباتی مهار،
V_u: ظرفیت برشی محاسباتی مهار

۳-۵-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

برای گل میخ‌ها و مهارهای درجا باید از مقداربحرانی حاصل از نمودارهای شکل (۳-۱۲) استفاده نمود.



شکل (۳-۱۳) رابطه اندرکنش برش- بیرون کشیده شدگی در گل میخ‌ها و مهارهای درجا

۳-۵-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

برای مهارهای قلاب‌دار در جا می‌توان از روش ارائه شده برای مهارهای درجا (بند ۳-۵-۲) استفاده نمود.

۳-۵-۴- مهارهای چسبی

برای مهارهای چسبی می‌توان از روابط ارائه شده برای مهارهای درجا (بند ۳-۵-۲) استفاده نمود.

۳-۵-۵- جوش اتصال قطعات فولادی مدفون و قطعات فولادی روکار

برای جوش‌هایی که تحت اثر همزمان برش و کشش قرار می‌گیرند، ظرفیت‌ها و بارهای وارده را می‌توان با استفاده از رابطه اندرکنشی زیر مقایسه نمود.

$$\left(\frac{P}{F_W}\right)^2+\left(\frac{V}{F_W}\right)^2 \le 1.0 \qquad (۸-۳)$$

که در آن:

P : نیروی بیرون کشیده شدگی وارد بر جوش،

V : برش وارد بر جوش،

F_W: ظرفیت کششی جوش که از رابطه ذیل بدست می‌آید.

$$F_W = 0.5F_u \qquad (۹-۳)$$

که در آن:

F_u : مقاومت کششی نهایی فلز جوش می‌باشد.

۳-۶- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.

فصل ۴

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها با استفاده از روش تحلیلی

۴-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای دیوارهای موضوع فصل حاضر بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

۴-۱-۱- محدوده کاربرد

در این بخش ضوابط ارزیابی لرزه‌ای میانقاب‌های بنایی غیرمسلح غیرباربر و همچنین دیوارهای بنایی جداکننده غیرمسلح که در ساختمان‌های با اسکلت بتنی با فولادی به کار می‌روند ارائه می‌گردد و تنها پایداری و مقاومت خارج از صفحه این دیوارها بررسی می‌گردد. ارزیابی پایداری و مقاومت دیوارها تحت بارهای لرزه‌ای داخل صفحه با استفاده از تحلیل سازه به همراه میانقاب در صورت لزوم صورت می‌پذیرد (بخش ۲-۳).

سه نوع اصلی دیوارهای با مصالح بنایی که این دستورالعمل شامل آنها می‌شود عبارت‌اند از: دیوار بلوک بنایی سیمانی، دیوار بلوک سفالی مجوف و دیوار آجرفشاری.

جهت تعیین نوع دیوار و مشخصات آن بازرسی و آزمایش باید صورت پذیرد. قبل از هرگونه آزمایش ارزیابی دیوار با استفاده از روش سرند ضروری است. برای روش سرند تنها اطلاعات مورد نیاز ضخامت و چگالی دیوار می‌باشد.

۴-۲- ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها

مطابق ضوابط این دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای دیوارها به روش سرند و مدلسازی و تحلیل سازه‌ای و مطابق فهرست ذیل انجام می‌پذیرد:

۱- روش سرند کردن بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت

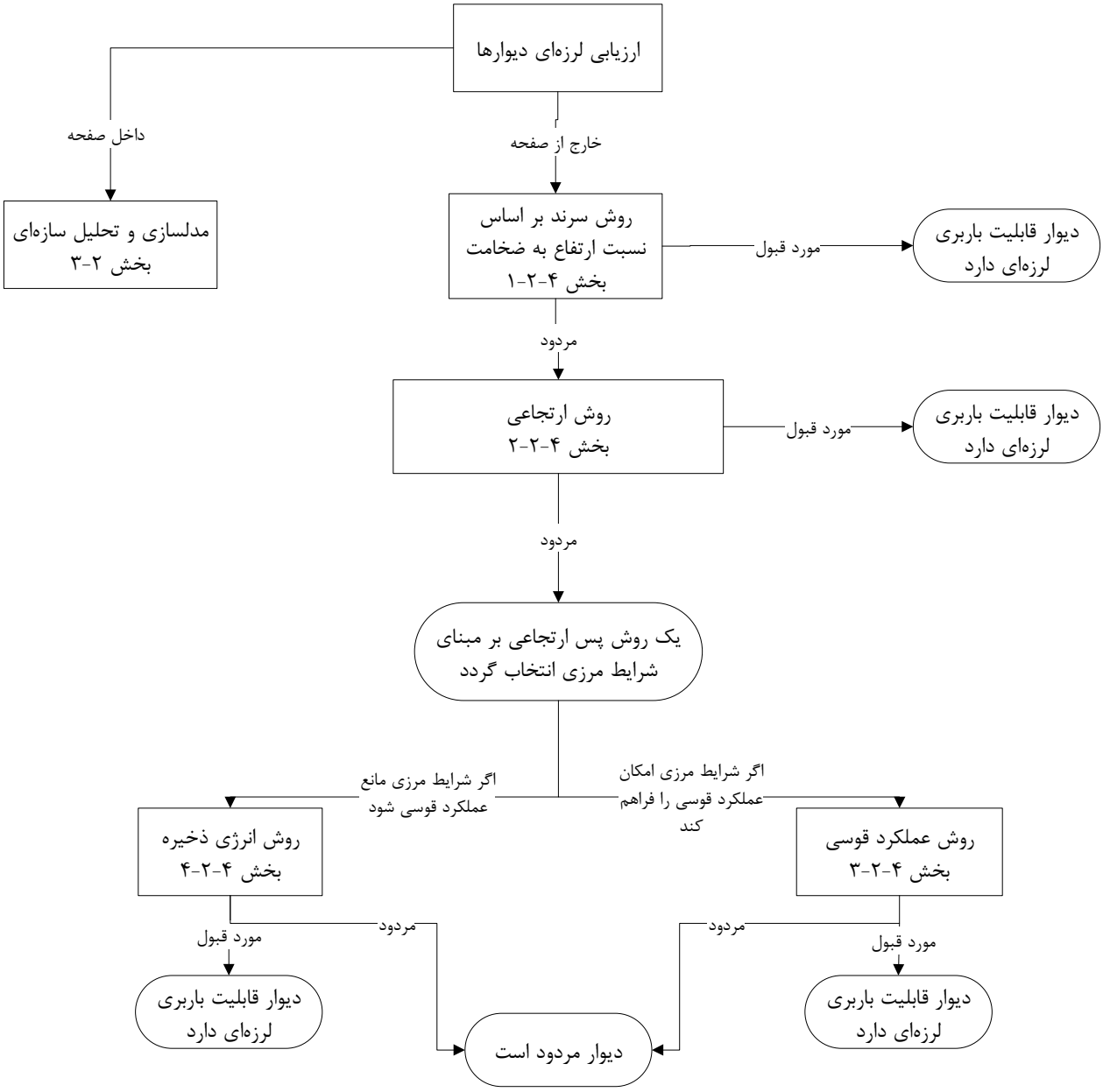
۲- روش ارزیابی ارتجاعی (تنش بهره برداری ACI)

۳- روش انرژی ذخیره[1]

۴- روش عملکرد قوسی[2]

در روندنمای (۴-۱) مراحل و نحوه‌ی ارزیابی دیوارها براساس این چهار روش نمایش داده شده است.

1- Reserve Energy
2- Arching Action



روندنمای (۴-۱): روند ارزیابی مقاومت خارج از صفحه دیوارهای غیرمسلح بنایی

با توجه به روندنمای (۴-۱) ابتدا ارزیابی به روش سرند بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت (بخش ۴-۲-۱) صورت می‌گیرد، چنانچه کفایت لرزه‌ای دیوار محرز نشود، ارزیابی دیوار به روش ارتجاعی (بخش ۴-۲-۲) انجام می‌پذیرد.

اگر در این مرحله نیز عملکرد لرزه‌ای دیوار غیر قابل قبول ارزیابی شد بر اساس شرایط مرزی موجود از دو روش روش عملکرد قوسی (بخش۴-۲-۳)وانرژی ذخیره (بخش ۴-۲-۴) کفایت لرزه‌ای دیوار بررسی می‌شود.

۴-۲-۱- روش سرند بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت

در شرایط خاصی می‌توان بجای انجام ارزیابی‌های دقیق و مفصل از روش ارزیابی محافظه‌کارانه‌ای بر اساس رفتار ارتجاعی استفاده نمود. شرط استفاده از این روش این است که، بالای دیوار دارای قیود مناسبی جهت جلوگیری از حرکت جانبی باشد.
در صورتی‌که رابطه زیر برقرار باشد، می‌توان از ارزیابی‌های مفصل و دقیق دیوار صرفنظر نمود:

$$\left(\frac{H}{t}\right)_{actual} \le \left(\frac{H}{t}\right)_{max} \qquad (۱-۴)$$

که در آن

$$\left(\frac{H}{t}\right)_{max} = \left(\frac{H}{t}\right)_{N} \frac{\alpha_D}{\sqrt{\frac{S_{A_{max}}}{g}}} \qquad (۲-۴)$$

که در آن

$\left(\frac{H}{t}\right)_{actual}$: نسبت ارتفاع به ضخامت موجود

$\left(\frac{H}{t}\right)_{max}$: بیشینه نسبت ارتفاع به ضخامت

$\left(\frac{H}{t}\right)_{N}$: نسبت ارتفاع به ضخامت اسمی که می‌توان با استفاده از جدول (۴-۱) بعنوان تابعی از ضخامت اسمی دیوار (t) بدست آورد.

جدول (۴-۱) مقادیر $\left(\frac{H}{t}\right)_{N}$ بر حسب ضخامت دیوار مورد استفاده در سرند دیوارهای بنایی غیرمسلح

t : ضخامت اسمی دیوار بنایی غیر مسلح (cm)	$\left(\frac{H}{t}\right)_{N}$
۱۰	۱۳٫۵
۱۵	۱۱٫۵
۲۰	۱۰
۲۵	۹
۳۰	۸

H : ارتفاع دیوار (m)

t : ضخامت اسمی یا واقعی دیوار (cm)

α_D ضریب چگالی وزنی است که از رابطه زیر بدست می‌آید.

t ضخامت دیوار در نسبت $\left(\frac{H}{t}\right)$ ضخامت واقعی و نه ضخامت اسمی در نظر گرفته می‌شود.

$$\alpha_D = \sqrt{\frac{2.403}{\rho}} \qquad (۳-۴)$$

ρ: چگالی (وزن مخصوص) مصالح بنایی بر حسب kg/m^3

$S_{A_{max}}$: بیشینه شتاب طیفی بدست آمده از طیف نیاز یا طیف نیاز طبقه با میرایی ۵٪ برای تراز خطرلرزه‌ای موردنظر و موقعیت ارتفاعی دیوار مورد نظر از تراز پایه

g : شتاب ثقل

دیوارهایی که در این مرحله قابل قبول ارزیابی نمی‌شوند، با استفاده از روش‌های تحلیلی ارائه شده در بخش‌های (۴-۲-۲ تا ۴-۲-۴)، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

۴-۲-۲- روش ارتجاعی

روش ارتجاعی مبتنی بر مقایسه تنش خمشی ناشی از بار زلزله با ظرفیت کششی ملات دیوار تحت خمش می‌باشد. شرایط تکیه‌گاهی دیوار تعیین کننده مقدار تنش کششی ناشی از خمش در دیوار می‌باشد.

۴-۲-۲-۱- تعیین نیاز لرزه‌ای (S_{AD})

برای تعیین نیاز لرزه‌ای خمشی بر حسب شتاب دیوار مورد نظر (S_{AD})، باید از طیف نیاز با میرایی ۵٪ متناظر با فرکانس پایه طبیعی دیوار غیر مسلح بنایی استفاده نمود. در صورتیکه دیوار در ترازی غیر از تراز زمین قرار داشته باشد ، باید از طیف مناسب طبقه برای تعیین نیاز لرزه‌ای، استفاده نمود.

در هنگام ارزیابی دیوارهای غیرمسلح بنایی با استفاده از روش ارتجاعی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند:

- محل تنش بیشینه، به شرایط مرزی دیوار بستگی دارد.
- در مواردی که ملات از کیفیت مناسب برخوردار نباشد و یا ترک‌های قابل‌توجه در ملات یا در سطح بلوک‌های بنایی وجود داشته باشد، روش ارتجاعی کاربرد ندارد.
- در صورتیکه اتصال بالای دیوار بصورت کامل با ملات پر نشود می‌توان آن را به عنوان اتصال آزاد در نظر گرفت. در صورتی‌که جهت انتقال بارهای خارج از صفحه پانل دیوار به تکیه‌گاه، (هنگامیکه شرایط مرزی تکیه‌گاه‌ها ساده باشد)، ابزار مناسبی وجود نداشته باشد، دیوار باید به صورت طره‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد. در صورتی که دیوار اجزای مرزی (تیر یا ستون) را دربر گرفته باشد و شاخک‌هایی از تیر یا ستون به داخل دیوار امتداد یافته باشد اتصال گیردار درنظر گرفته می‌شود.

مراحل ارزیابی دیوارها به روش ارتجاعی در بندهای بعدی ارائه می‌گردد.

۴-۲-۲-۲- تخمین فرکانس پایه طبیعی ارتعاش دیوار

فرکانس طبیعی پایه براساس رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$f = (B_f)(F)(\alpha_T)(\alpha_D)(\alpha_E) \qquad (۴-۴)$$

که در آن

F، ضریب فرکانس که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$F = (1/H^2)\times(EI'g/w)^{1/2} \qquad (۴-۵)$$

H: ارتفاع دیوار (m)

E: مدول الاستیسیته دیوار (kgf/m^2)

I': ممان اینرسی موثر (m^4/m)

g: شتاب ثقل (m/s^2)

w: وزن واحد سطح دیوار (kgf/m^2)

f: بر حسب دور در ثانیه (Hz)

B_f، ضریب شرایط مرزی برای محاسبه فرکانس پایه که از جداول (۴-۴) استخراج می‌گردد.

α_T، ضریب تعدیل رفتار اورتوتروپیک که با توجه به ۴-۲-۲-۲-۱ بدست می‌آید.

α_E، ضریب مدول الاستیسیته که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\alpha_E = \sqrt{E/703070000} \qquad (۴-۶)$$

α_D، ضریب چگالی وزنی که از رابطه (۴-۳) بدست می‌آید.

۴-۲-۲-۲-۱- ضریب تعدیل رفتار اورتوتروپیک (α_T)

الف) مصالح توپر

برای مصالح بنایی توپر (شامل مصالح مجوف با سوراخ‌های پرشده)

$$\alpha_T = 1.0$$

ب) مصالح مجوف[1]

در مصالح مجوف کاهشی در فرکانس طبیعی خمش خارج از صفحه روی می‌دهد که بستگی به نسبت ابعاد صفحه و امتداد محور سوراخ‌ها دارد. در جدول (۴-۲) بدترین حالت ضرایب کاهش برای ضخامت‌های مختلف بلوک بنایی ارایه شده است.

1.Hollow Masanary

جدول (۴-۲) : کمترین مقدار α_T بر حسب ضخامت بلوک بنایی مجوف

ضخامت بلوک بنایی مجوف (cm)	α_T (کمترین مقدار)
۱۰	۰/۹۸
۱۵	۰/۹۷
۲۰	۰/۹۶
۲۵	۰/۹۴
۳۰	۰/۹۱

مقادیر دقیق‌تر برای α_T با توجه به نسبت ابعاد دیوار از جدول (۴-۳) استخراج می‌شود. نسبت ابعاد دیوار عبارت از نسبت بعد دیوار موازی با محور سوراخ‌ها به بعد دیوار در راستای عمود بر محور سوراخ‌ها می‌باشد.

جدول (۴-۳): مقدار α_T با توجه به نسبت ابعاد دیوار

نسبت ابعاد دیوار	α_T
≤۰/۲	۱/۰
۱/۰	۰/۹۶
≥۵/۰	۰/۹۱

برای نسبت‌های بین ۰/۲ و ۱/۰ و یا بین ۱/۰ و ۵/۰ به ترتیب از درون‌یابی خطی بین ۱/۰ و ۰/۹۶ یا ۰/۹۶ و ۰/۹۱ برای α_T استفاده می‌شود.

۴-۲-۲-۲-۲-ملاحظات ویژه

برای موارد دیوارهای نیمه‌پر، درزهای نیمه پر و دیوارهای چند جداره نکات زیر باید مد نظر قرار گیرند.

الف) دیوارهای بنایی مجوف نیمه پر

اگر سوراخ‌های مورد نظر در بلوک بنایی از بالا تا پایین دیوار به طور منظم پر شده باشند باعث افزایش سختی و جرم دیوار و کاهش ضریب فرکانس می‌شود. بنابراین چنانچه مقادیر ضریب فرکانس بر اساس رابطه (۴-۵) برای دیوارهای با بلوک توپر محاسبه شود، یک تقریب محافظه‌کارانه و حد پایینی برای F بدست می‌آید. بر حسب درصد سوراخ‌های پر شده می‌توان از درون یابی بین مقادیر F برای بلوک‌های توپر و مجوف استفاده کرد.

ب) دیوارهای بنایی مجوف با درزهای نیمه‌پر

ضریب تعدیل رفتار اورتوتروپیک α_T بر اساس کمترین مقدار این ضریب مطابق جدول (۴-۲) در محاسبه فرکانس دیوار استفاده می‌شود.

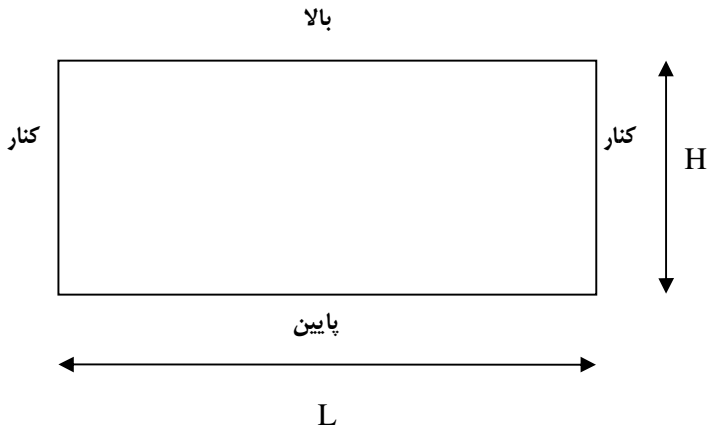
ج) دیوارهای بنایی چند جداره و مرکب

چنانچه اتصال کافی بین لایه‌ها محرز نشود، هر لایه باید به صورت یک دیوار جدا در نظر گرفته شود و تمامی اطلاعات و فرمولهای این بخش در مورد هر یک از لایه‌ها قابل استفاده است.

با استفاده از اسناد و مدارک ساخت و طراحی، اتصال کافی بین جداره‌ها به همراه نمونه‌برداری در محل باید محرز شود.

ضریب شرایط مرزی B_f (جداول ۴-۴) برای دیوارهای چند جداره و مرکب قابل استفاده می‌باشد. ضریب فرکانس F بر اساس رفتار خمشی ترکیبی جداره‌ها (عملکرد مرکب) باید محاسبه گردد.

جداول (۴-۴): ضریب شرایط مرزی B_f برحسب نوع تکیه‌گاه و نسبت H/L برای محاسبه فرکانس پایه (در اینجا L عرض دیوار است)



جدول (۴-۴- الف): تکیه‌گاه ساده برای بالا و پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	آزاد-ساده	آزاد-گیردار	ساده-ساده	ساده-گیردار	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	۱٫۵۷۱	۱٫۵۷۱	۱٫۵۷۱	۱٫۵۷۱	۱٫۵۷۱	۱٫۵۷۱
۰٫۴	۱٫۵۷۱	۱٫۶۱۲	۱٫۶۲۲	۱٫۸۲۲	۱٫۸۷۰	۱٫۹۳۱
۰٫۶۶۷	۱٫۵۷۱	۱٫۶۹۸	۱٫۷۴۸	۲٫۲۷۰	۲٫۴۸۰	۲٫۷۶۵
۱٫۰	۱٫۵۷۱	۱٫۸۵۹	۲٫۰۲۰	۳٫۱۴۲	۳٫۷۶۴	۴٫۶۰۸
۱٫۵	۱٫۵۷۱	۲٫۱۸۲	۲٫۶۷۷	۵٫۱۰۶	۶٫۷۶۹	۸٫۹۶۸
۲٫۵	۱٫۵۷۱	۲٫۹۹۲	۴٫۸۷۵	۱۱٫۳۹	۱۶٫۵۴	۲۳٫۱۶

جدول (۴-۴- ب): تکیه‌گاه گیردار برای بالا و پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد–آزاد	آزاد–ساده	آزاد–گیردار	ساده–ساده	ساده–گیردار	گیردار–گیردار
≤ ۰٫۲۰	۳٫۵۶۱	۳٫۵۶۱	۳٫۵۶۱	۳٫۵۶۱	۳٫۵۶۱	۳٫۵۶۱
۰٫۴	۳٫۵۶۱	۳٫۵۸۷	۳٫۵۹۴	۳٫۷۰۶	۳٫۷۳۱	۳٫۷۶۴
۰٫۶۶۷	۳٫۵۶۱	۳٫۶۳۸	۳٫۶۶۴	۳٫۹۸۶	۴٫۱۱۶	۴٫۲۹۹
۱٫۰	۳٫۵۶۱	۳٫۷۳۴	۳٫۸۲۳	۴٫۶۰۸	۵٫۰۶۶	۵٫۷۳۰
۱٫۵	۳٫۵۶۱	۳٫۹۴۴	۴٫۲۵۴	۶٫۲۲۱	۷٫۶۶۶	۹٫۶۷۲
۲٫۵	۳٫۵۶۱	۴٫۵۴۵	۵٫۹۹۴	۱۲٫۰۷	۱۷٫۰۵	۲۳٫۵۲

جدول (۴-۴-پ): تکیه‌گاه ساده برای بالا و تکیه‌گاه گیردار برای پائین دیوار یا بالعکس و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد–آزاد	آزاد–ساده	آزاد–گیردار	ساده–ساده	ساده–گیردار	گیردار–گیردار
≤ ۰٫۲۰	۲٫۴۵۴	۲٫۴۵۴	۲٫۴۵۴	۲٫۴۵۴	۲٫۴۵۴	۲٫۴۵۴
۰٫۴	۲٫۴۵۴	۲٫۴۹۱	۲٫۴۹۹	۲٫۶۴۶	۲٫۶۸۲	۲٫۷۲۷
۰٫۶۶۷	۲٫۴۵۴	۲٫۵۵۸	۲٫۵۹۳	۳٫۰۰۸	۳٫۱۷۵	۳٫۴۰۷
۱٫۰	۲٫۴۵۴	۲٫۶۸۵	۲٫۸۰۴	۳٫۷۶۴	۴٫۳۰۷	۵٫۰۶۶
۱٫۵	۲٫۴۵۴	۲٫۹۵۱	۳٫۳۴۹	۵٫۵۷۹	۷٫۱۴۴	۹٫۲۶۰
۲٫۵	۲٫۴۵۴	۳٫۶۷۲	۵٫۳۴۴	۱۱٫۶۹	۱۶٫۷۶	۲۳٫۳۲

جدول (۴-۴-ت): تکیه‌گاه آزاد برای بالا و تکیه‌گاه گیردار برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	آزاد-ساده	آزاد-گیردار	ساده-ساده	ساده-گیردار	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	۰٫۵۶۰	۰٫۵۶۰	۰٫۵۶۰	۰٫۵۶۰	۰٫۵۶۰	۰٫۵۶۰
۰٫۴	۰٫۵۶۰	۰٫۶۱۳	۰٫۶۳۴	۰٫۷۸۰	۰٫۸۵۵	۰٫۹۵۹
۰٫۶۶۷	۰٫۵۶۰	۰٫۷۰۴	۰٫۷۹۳	۱٫۱۹۰	۱٫۴۸۸	۱٫۸۹۱
۱٫۰	۰٫۵۶۰	۰٫۸۹۷	۱٫۱۰۵	۲٫۰۲۰	۲٫۸۰۴	۳٫۸۲۳
۱٫۵	۰٫۵۶۰	۱٫۱۰۳	۱٫۷۸۶	۳٫۹۳۲	۵٫۸۳۳	۸٫۲۴۳
۲/۵	۰/۵۶۰	۱/۶۰۷	۳/۹۶۵	۱۰/۱۴	۱۵/۶۲	۲۲/۴۶

جدول (۴-۴-ث): تکیه‌گاه آزاد برای بالا و تکیه‌گاه ساده برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	آزاد-ساده	آزاد-گیردار	ساده-ساده	ساده-گیردار	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	۰	۰٫۱۰۷	۰٫۱۵۹	۰٫۲۲۴	۰٫۲۵۸	۰٫۲۸۵
۰٫۴	۰	۰٫۲۱۰	۰٫۲۵۷	۰٫۴۷۹	۰٫۵۸۷	۰٫۷۲۷
۰٫۶۶۷	۰	۰٫۳۵۶	۰٫۴۹۱	۰٫۹۷۱	۱٫۳۱۳	۱٫۷۵۵
۱٫۰	۰	۰٫۵۳۶	۰٫۸۵۴	۱٫۸۵۹	۲٫۶۸۵	۳٫۷۳۴
۱٫۵	۰	۰٫۸۰۰	۱٫۵۸۵	۳٫۸۲۱	۵٫۷۵۵	۸٫۱۸۶
۲٫۵	۰	۱٫۳۱۳	۳٫۸۳۴	۱۰٫۰۸	۱۵٫۵۷	۲۲٫۴۲

۴-۲-۲-۳- تعیین ظرفیت لرزه‌ای(S_{AP})دیوار غیرمسلح بنایی

با توجه به مقدار تنش کششی – خمشی مجاز دیوار، ظرفیت لرزه‌ای دیوار بر حسب شتاب با استفاده از رابطه (۴-۷) بدست می‌آید.

$$S_{AP} = \frac{\sigma_b \alpha_D{}^2}{B_S S} \qquad (۴-۷)$$

که در آن:

σ_b، ظرفیت کششی - خمشی برحسب (kgf / m^2)

S، ضریب تنش که از رابطه زیر بدست می‌آید. (kgf / m^2)

$$S = H^2 \times (w.c / I') \qquad (۴-۸)$$

H، ارتفاع دیوار (m)

I'، ممان اینرسی موثر صفحه (واحد m^4 / m)

C، فاصله از محور خنثی تا تار انتهایی (m)

w، وزن واحد سطح دیوار (kgf / m^2)

B_S، ضریب شرایط مرزی که از جداول (۴-۵) بدست می‌آید.

S_{AP}، ظرفیت لرزه‌ای دیوار بر حسب شتاب (g)

α_D، ضریب چگالی وزنی که از رابطه (۴-۳) بدست می‌آید.

جداول (۴-۵): ضریب شرایط مرزی B_S برحسب نوع تکیه‌گاه و نسبت H/L برای محاسبه بیشینه تنش خمشی

جدول (۴-۵-الف): تکیه‌گاه ساده برای بالا و پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	۰٫۱۲۵	۰٫۱۲۵	۰٫۱۲۵
۰٫۴	۰٫۱۲۵	۰٫۱۱۰	۰٫۱۲۲
۰٫۶۶۷	۰٫۱۲۵	۰٫۰۸۱	۰٫۱۰۵
۱٫۰	۰٫۱۲۵	۰٫۰۴۸	۰٫۰۷۰
۱٫۵	۰٫۱۲۵	۰٫۰۳۶	۰٫۰۳۷
۲٫۵	۰٫۱۲۵	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۳

جدول(۴-۵-ب): تکیه‌گاه گیردار برای بالا و پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	۰٫۰۸۳	۰٫۰۸۳	۰٫۰۸۳
۰٫۴	۰٫۰۸۳	۰٫۰۸۳	۰٫۰۸۳
۰٫۶۶۷	۰٫۰۸۳	۰٫۰۸۲	۰٫۰۷۶
۱٫۰	۰٫۰۸۳	۰٫۰۷۰	۰٫۰۵۱
۱٫۵	۰٫۰۸۳	۰٫۰۴۷	۰٫۰۳۴
۲٫۵	۰٫۰۸۳	۰٫۰۲۰	۰٫۰۱۳

جدول(۴-۵-پ): تکیه‌گاه ساده برای بالا و تکیه‌گاه گیردار برای پائین دیوار یا بالعکس و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	۰٫۱۲۵	۰٫۱۲۵	۰٫۱۲۵
۰٫۴	۰٫۱۲۵	۰٫۱۲۵	۰٫۱۱۹
۰٫۶۶۷	۰٫۱۲۵	۰٫۱۱۰	۰٫۰۹۵
۱٫۰	۰٫۱۲۵	۰٫۰۸۴	۰٫۰۶۰
۱٫۵	۰٫۱۲۵	۰٫۰۵۰	۰٫۰۳۴
۲٫۵	۰٫۱۲۵	۰٫۰۲۰	۰٫۰۱۳

جدول (۴-۵-ت): تکیه‌گاه آزاد برای بالا و تکیه‌گاه گیردار برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۵۰
۰٫۴	۰٫۵۰	۰٫۳۷۵	۰٫۲۷۵
۰٫۶۶۷	۰٫۵۰	۰٫۲۲۷	۰٫۱۷۳
۱٫۰	۰٫۵۰	۰٫۱۱۹	۰٫۰۸۵
۱٫۵	۰٫۵۰	.٫۰۵۵	۰٫۰۳۷
۲٫۵	.٫۵۰	۰٫۰۲۱	۰٫۰۱۳

جدول (۴-۵-ث): تکیه‌گاه آزاد برای بالا و تکیه‌گاه ساده برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

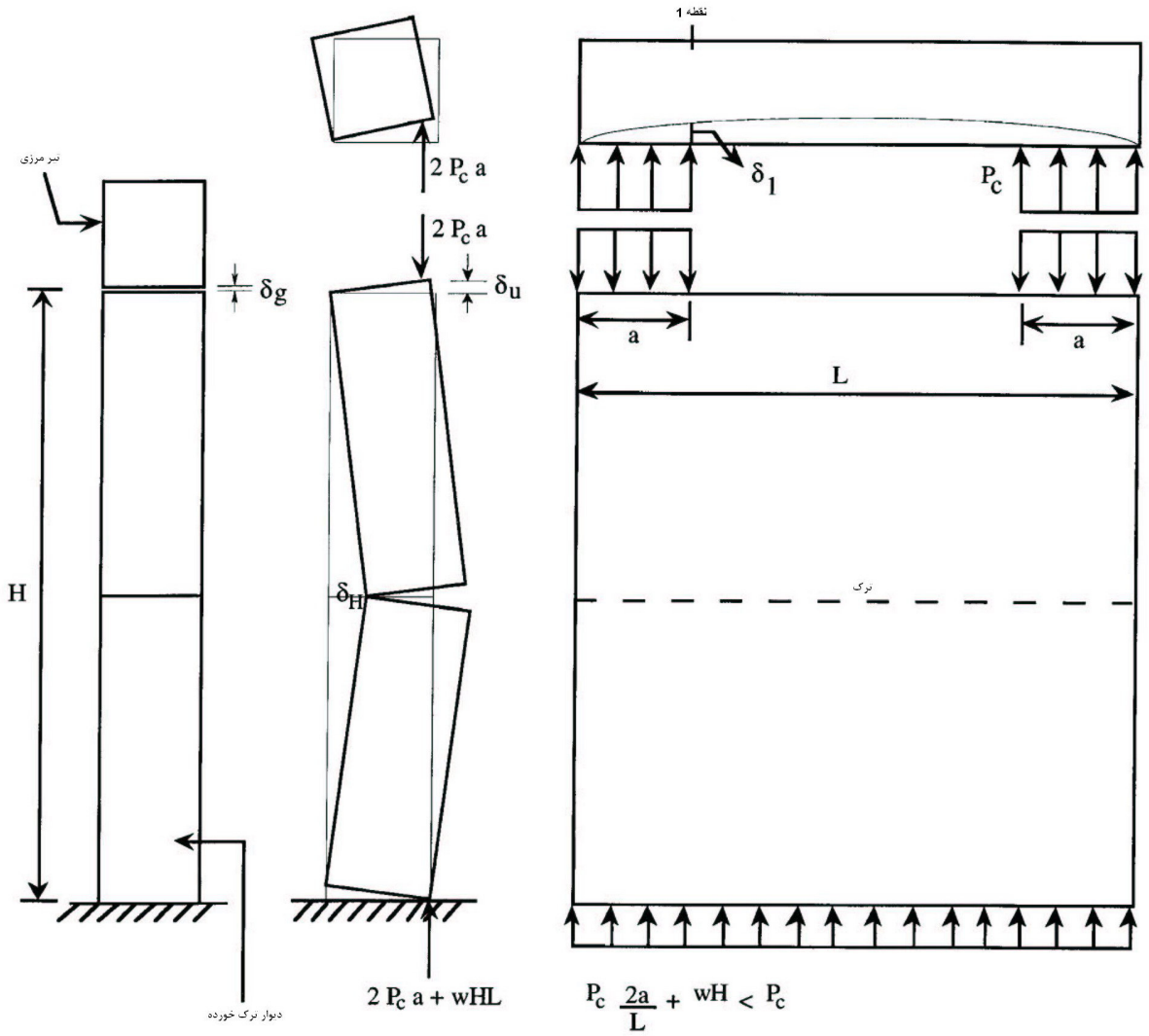
H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
≤ ۰٫۲۰	*	۰٫۷۸	۰٫۷۸
۰٫۴	*	۰٫۳۴	۰٫۳۴
۰٫۶۶۷	*	۰٫۱۸۷	۰٫۱۸۷
۱٫۰	*	۰٫۱۱۲	۰٫۰۸۵
۱٫۵	*	۰٫۰۵۷	۰٫۰۳۷
۲٫۵	*	۰٫۰۲۱	۰٫۰۱۳

۴-۲-۲-۴- معیار پذیرش

اگر نسبت S_{AD} (بند ۴-۲-۲-۱) به S_{AP} (بند ۴-۲-۲-۳) $\left(\frac{S_{AD}}{S_{AP}}\right)$ از ۱ فراتر رود دیوار "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردد.

۴-۲-۳- روش عملکرد قوسی

روش عملکرد قوسی در ارزیابی لرزه‌ای دیوارها مبتنی بر ملاحظه رفتار پس ارتجاعی دیوار بصورت حرکت گهواره‌ای دو بلوک صلب در امتداد خارج از دیوار می‌باشد (شکل ۴-۱). در این روش ظرفیت و نیاز لرزه‌ای خمش دیوار برحسب شتاب تعیین و نسبت آنها محاسبه می‌گردد. اگر نسبت نیاز به ظرفیت لرزه‌ای از ۱ فراتر رود دیوار آسیب‌پذیر ارزیابی می‌گردد. مقید بودن تراز فوقانی دیوار شرط لازم جهت تضمین عملکرد قوسی آن می‌باشد.



شکل ۴-۱- سازوکار عملکردی قوسی

۴-۲-۳-۱- نکات و فرضیات مورد استفاده

- استفاده از روش عملکرد قوسی بیشترین ظرفیت لرزه‌ای خارج از صفحه را برای دیوارها به‌دست می‌دهد.
- فاصله بین بالای دیوار و تیر یا سقف بالا نباید از مقدار ۱/۶ میلیمتر تجاوز نماید.
- تنش مجاز فشاری بیشینه در بلوک بنایی باید کنترل شده و با تنش‌های بیشینه در لبه‌های بلوک بنایی بحرانی، مقایسه گردد.

۴-۲-۳-۲- ظرفیت شتاب طیفی S_{AP}

ظرفیت شتاب طیفی به صورت تابعی از δ_H از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\frac{S_{AP}}{g}=\phi\left(\frac{b}{H}\right)\left[2f_p\left(\frac{p_{R\delta}}{wH}\right)\left(1-\frac{\delta_H}{b}\right)+6\left(1-\frac{\delta_H}{2b}\right)\right] \qquad (۹-۴)$$

که در آن

g: شتاب ثقل (m/s^2)

ϕ: ضریب کاهش مقاومت (می‌توان برابر ۰/۶۷ در نظر گرفت)

t: ضخامت واقعی (cm)

b: ضخامت موثر دیوار (cm)

H: ارتفاع دیوار (cm)

w: وزن واحد سطح دیوار با مصالح بنایی طبق رابطه زیر (kgf/cm^2)

$$w=\rho\times t \qquad (۱۰-۴)$$

f_p: ضریب بالا رفتگی طبق رابطه زیر

$$f_p=1.03+3.0\left(0.5+\frac{e}{b}\right)^{0.65} \qquad (۱۱-۴)$$

که در آن

e، برون محوری نیروی P_R که از محور مرکزی دیوار اندازه‌گیری می‌شود. (cm)

e_b، برون محوری بار از محور تیر (cm)

e_o، فاصله بین خط مرکزی تیر و خط مرکزی دیوار (cm)

$P_{R\delta}$: نیروی محدود کننده در واحد طول در تغییر مکان δ_H (که با افزایش تغییر مکان تا مقدار δ_P که مقاومت دیوار به ظرفیت نهایی خود می‌رسد، افزایش می‌یابد) (رابطه ۴-۲۰)

۴-۲-۳-۲-۱- تغییر مکان قائم تیر

تغییر مکان قائم تیر، δ_l، از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\delta_l=\frac{p_c.L^4}{32EI_B}.f_R^3\left[1-\left(\frac{7}{12}\right)f_R\right]+\frac{P_C.e_b^2.L^2.f_R^2}{8GJ_B} \qquad (۱۲-۴)$$

که در آن

L: طول تیر و دیوار

I_B: ممان اینرسی تیر حول محور افقی عمود بر جان تیر

J_B: ممان اینرسی قطبی تیر

E: مدول ارتجاعی تیر

G: مدول برشی تیر

f_R: ضریب انعطاف‌پذیری نسبی المان مرزی طبق بند (۴-۲-۳-۲-۳)

P_C: ظرفیت خردشدگی بلوک طبق رابطه (۴-۲۲)

همچنین رابطه زیر نیز برای تغییر مکان قائم تیر برقرار است.

$$\delta_1 = \delta_u - \delta_g \qquad (۱۳-۴)$$

که در آن

δ_g: فاصله بین بالای دیوار و تیر یا سقف بالا

δ_u: بالارفتگی نقطه اثر P_R در اثر حرکت گهواره‌ای بلوک‌های دیوار بر حسب δ_H، طبق رابطه زیر:

$$\delta_u = \delta_H\left(\frac{b}{H}\right)f_p \qquad (۱۴-۴)$$

بر اساس روابط (۴-۱۳) و (۴-۱۴) δ_H به صورت تابعی از δ_g و δ_1 بصورت زیر بدست می‌آید.

$$\delta_H = \left(\frac{\delta_g + \delta_1}{f_p}\right)\left(\frac{H}{b}\right) \qquad (۱۵-۴)$$

۴-۲-۳-۲-۲- تغییر مکان خارج از صفحه دیوار در ظرفیت نهایی

δ_P، تغییر مکان خارج از صفحه، هنگام رسیدن به ظرفیت نهایی از رابطه زیر تعیین شود.

$$\delta_P = \frac{0.00045H^2}{f_D.t} \qquad (۱۶-۴)$$

مگر آنکه

$$\frac{\delta_p}{b} \le \frac{2F_e}{(3-F_e)}$$

که در آن

b ۰٫۹ برابر ضخامت اسمی دیوار در نظر گرفته می‌شود.

f_D، برابر ۱٫۰ برای بلوک بتنی و بلوک سفالی تک لایه مجوف و ۱٫۵ برای دیوارهای بلوک سفالی دو جداره مجوف در نظر گرفته می‌شود و F_e از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$F_e = \frac{e}{b} + 0.5 \qquad (۱۷-۴)$$

۴-۲-۳-۲-۳- تعیین ضریب انعطاف‌پذیری نسبی المان مرزی

برای تعیین ضریب انعطاف‌پذیری نسبی المان مرزی، f_R، جدولی شامل سه ستون که به ترتیب از چپ به راست عبارتند از f_R، δ_1، δ_H ترسیم شده و با اختصاص مقدار دلخواهی برای f_R، $0 < f_R \le \min\left(1-\frac{wH}{P_C}, \left(\frac{8M_C}{P_C(L)^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right)$ (در مرحله اول می توان مقدار f_R را برابر ۰٫۱ فرض کرد)، مقادیر δ_1 و δ_H به ترتیب با توجه به روابط (۴-۱۲) و (۴-۱۵) محاسبه می‌شوند.

در نامساوی فوق

M_C، لنگر پلاستیک خمشی مقطع تیر طبق رابطه زیر

$$M_{CAP} = \phi F_y Z_x \qquad (۱۸-۴)$$

چنانچه $\delta_H < \delta_p$ مقدار f_R افزایش یافته و مجدداً مقادیر δ_1 و δ_H محاسبه می‌گردد.
آخرین مقداری که برای f_R از جدول فوق بدست می‌آید به عنوان ضریب انعطاف‌پذیری نسبی المان مرزی در نظر گرفته می شود.
ملاحظه محدودیت ذیل برای f_R ضروری است.

$$f_R \le \sqrt{\frac{8M_C}{P_C L^2}} \qquad (۱۹-۴)$$

$$e_b.f_R \le \left(\frac{2T_C}{P_C.L}\right) \qquad (۲۰-۴)$$

با توجه به مقدار نهایی f_R ، $P_{R\delta}$، طبق رابطه زیر تعیین می‌گردد. (kgf/cm)

$$P_{R\delta} = P_c.f_R \qquad (۲۱-۴)$$

که در آن
P_C: ظرفیت خردشدگی بلوک طبق رابطه زیر

$$P_c = 0.125 t f'_m \qquad (۲۲-۴)$$

f'_m: مقاومت فشاری نهایی مصالح بنایی (مشابه مقاومت فشاری نهایی بتن، f'_c، نوعا برای بلوک بتنی ۷۰ تا $105\ kgf/cm^2$ و معمولا $95\ kgf/cm^2$ و حدود $19\ kgf/cm^2$ برای بلوک‌های سفالی مجوف می‌باشد) می‌باشد.
عبارت اول در معادله ظرفیت عملکرد قوسی، (رابطه ۴-۹)، نشان‌دهنده اثر قوسی است که در اکثر مواقع غالب است. برای دیوارهای با H/t بزرگ و سختی کم مرزی (f_R کم) عبارت دوم می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد.
هنگامی که δ_H به ۰/۹ t می‌رسد، ممکن است ناپایداری رخ دهد. در صورتیکه δ_H از δ_P بزرگتر شود، می‌توان فرض کرد که دیوار ظرفیت درون صفحه‌ی خود را از دست داده است.

۴-۲-۳-۳- شتاب طیفی نیاز S_{AD}

شتاب طیفی نیاز، S_{AD} با متوسط‌گیری از مقادیر شتاب طیفی طبقات بالا و پایین (با میرایی ۵٪) دیوار ، در فرکانس موثر f_e (Hz) که از رابطه زیر بدست می‌آید، محاسبه می‌گردد.

$$f_e = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1.5\left(\frac{S_{AP}}{g}\right)g}{\delta_H}} \qquad (۲۳-۴)$$

نکته: f_e، S_{AP}، S_{AD} توابعی از δ_H می‌باشند که با ترسیم جدولی شامل این پارامترها و اختصاص مقدار دلخواهی برای δ_H بین صفر و b، آنها را باید محاسبه کرد.
در صورتیکه $\frac{S_{AP}}{g} \ge \frac{S_{AD}}{g}$ باشد، کفایت لرزه‌ای دیوار قابل قبول است و تغییر مکان دیوار برابر با کمترین مقدار δ_H که در آن $S_{AP} = S_{AD}$ رخ می‌دهد، می‌باشد.
چنانچه ظرفیت برای تمامی مقادیر δ_H از ۰ تا b کمتر از نیاز باشد، کفایت لرزه‌ای دیوار غیرقابل قبول می‌باشد.

۴-۲-۳-۴- معیار پذیرش

اگر نسبت S_{AD} (بند ۴-۲-۳-۳) به S_{AP} (بند ۴-۲-۳-۲) $\left(\frac{S_{AD}}{S_{AP}}\right)$ از ۱ فراتر رود دیوار "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردد.

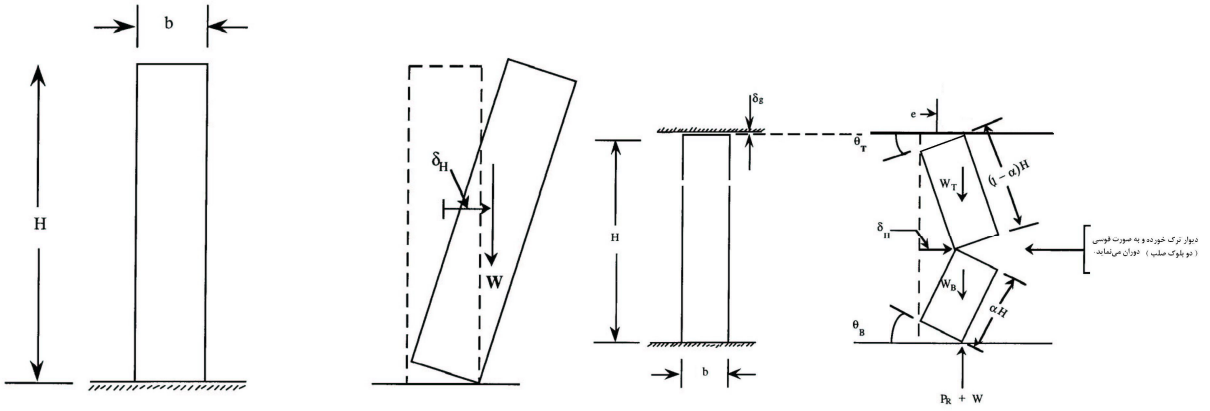
۴-۲-۴- روش انرژی ذخیره

روش انرژی ذخیره در ارزیابی لرزه‌ای دیوار مبتنی بر ملاحظه رفتار پس ارتجاعی دیوار به یکی از صورت‌های ذیل است (شکل ۴-۲).

۱- عملکرد قوسی با فرض اینکه تنش محوری سطح فوقانی دیوار برابر صفر باشد. قید کافی در تراز فوقانی دیوار برای تضمین عمکرد قوسی ضروری است.

۲- حرکت گهواره‌ای کل دیوار به صورت طره‌ای در صورت آزاد بودن تراز فوقانی آن

در این روش ظرفیت و نیاز لرزه‌ای خمش دیوار برحسب شتاب تعیین و نسبت آنها محاسبه می‌گردد. اگر نسبت نیاز به ظرفیت لرزه‌ای از ۱ فراتر رود دیوار اسیب‌پذیر ارزیابی می‌گردد.



(ب) رفتار طره‌ای (الف) عملکرد قوسی

شکل (۴-۲): سازوکار عملکرد قوسی و رفتار طره‌ای دیوار در روش انرژی ذخیره

۴-۲-۴-۱- نکات و فرضیات مورد استفاده

- از مقاومت ترک خوردگی دیوارهای با مصالح بنایی غیر مسلح صرفنظر می‌شود.
- حرکت دیوار به صورت جسم صلب ایده‌آل می‌باشد.
- دیوار غیرمسلح بنایی، غیر باربر در نظرگرفته می‌شود.
- فرو ریختگی دیوار غیرمسلح بنایی، زمانی رخ می‌دهد که پاسخ دیوار(δ_H) از ضخامت موثر آن b تجاوز کند.

در صورتی‌که اتصال بالای دیوار به صورت کامل با ملات پر نشود می‌توان آن را به عنوان اتصال آزاد درنظر گرفت. در صورتی‌که جهت انتقال بارهای خارج از صفحه پانل دیوار به تکیه‌گاه (هنگامی که شرایط مرزی تکیه‌گاه‌ها ساده باشد)، ابزار مناسبی وجود نداشته باشد، دیوار باید به صورت طره‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

۴-۲-۴-۲- ظرفیت شتاب طیفی S_{AP}

برای تعیین ظرفیت شتاب طیفی S_{AP} برای دو بلوک صلب با عملکرد گهواره‌ای از رابطه (۴-۲۲) و برای دیوار با عملکرد طره‌ای از رابطه (۴-۲۴) استفاده می‌شود.

$$\frac{S_{AP}}{g} = 6\phi\frac{b}{H}\left(1-\frac{\delta_H}{2b}\right) \qquad (۴-۲۳)$$

$$\frac{S_{AP}}{g} = 2\phi\frac{b}{H}\left(1-\frac{\delta_H}{2b}\right) \qquad (۴-۲۴)$$

که در آن :

g: شتاب ثقل (m/s^2)

ϕ: ضریب کاهش ظرفیت(می‌توان برابر ۰٫۶۷ در نظر گرفت).

t: ضخامت واقعی دیوار (cm)

b: ضخامت موثر دیوار برابربا ۰٫۹ برابر ضخامت اسمی آن (cm)

H: ارتفاع دیوار (cm)

δ_H: تغییر شکل خارج از صفحه که هر مقدار دلخواهی را برای آن می‌توان در نظر گرفت (برای حفظ پایداری دیوار، مقدار δ_H باید به b محدود شود).

۴-۲-۴-۳- شتاب طیفی نیاز S_{AD}

مراحل بدست آوردن S_{AD} مشابه (۴-۲-۳-۳) می‌باشد.

۴-۲-۴-۴- معیار پذیرش

اگر نسبت S_{AD} (بند ۴-۲-۴-۳) به S_{AP} (بند ۴-۲-۴-۲) $\left(\frac{S_{AD}}{S_{AP}}\right)$ از ۱ فراتر رود، دیوار آسیب‌پذیر ارزیابی می‌گردد.

۴-۳- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of Energy Facilities, 1997.
2. ACI 530-92/ASCE 5-92/TMS 402-92, "Building Code Requirements for Masonry Structure", American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1992.
3. "Technical Guidance for the Seismic Review of Masonry Structures at DOE Nuclear Facilities", ERAD/RSM-1 (95),RJ. Morante, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, March 1995.
4. "Comments on Out-of-Plane Capacity of Vertical Spanning In-Filled Hollow Clay Tile Block Walls", Kennedy, R,P. and Merz, K., Structural Mechanics Consulting, Yorba Linda, California, Octobr 1995.
5. "Independent Review of Oak Ridge HCTM Test Program and Development of Seismic Evaluation Criteria", Revision 1, EQE and RPK Consulting, Irvin, California, October 1995 draft.
6. "Seismic Safety Manual – A Practical Guide for Facility Managers and Earthquake Engineers", UCRL-MA-125085, Lawrence Livemore National Laboratory, Livemore, California, Prepared by Eagling, D.G., September 1996.

فصل ۵

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای مخازن روی زمین با استفاده از روش تحلیلی

۵-۱- ملاحظات کلی

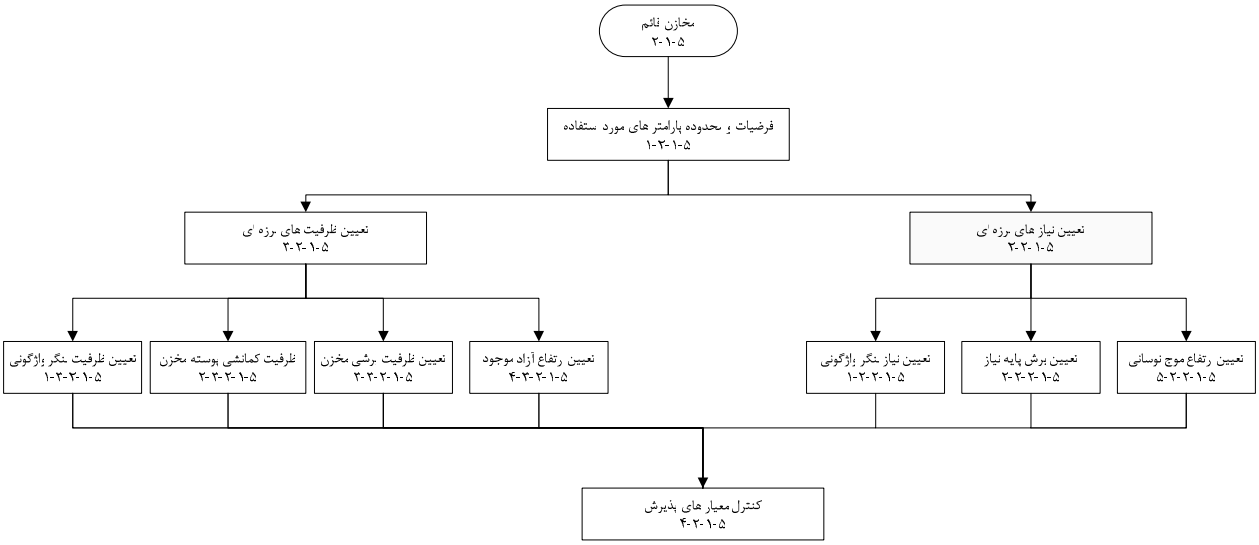
ارزیابی لرزه‌ای مخازن افقی (شامل مبدل‌های حرارتی) و قائم براساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

۵-۱-۱- محدوده کاربرد

مخازن استوانه‌ای قائم بزرگ با محور تقارن قائم و مشخصات مندرج در جدول (۵-۱)، با کف تخت، قرار گرفته روی سطح زمین یا بالشتک بتنی و همچنین مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی با محور تقارن افقی متکی بر تکیه‌گاه‌های زینی در محدوده این دستورالعمل قرار می‌گیرند. مخازن قائم قرار گرفته روی پایه‌های سازه‌ای یا شالوده حلقوی باید با دقت بیشتری جهت ملاحظه تنش‌های موجود در پوسته کف مخزن ناشی از وزن سیال و مقاومت برشی مخزن مورد ارزیابی قرار گیرند.

۵-۱-۲- مخازن قائم

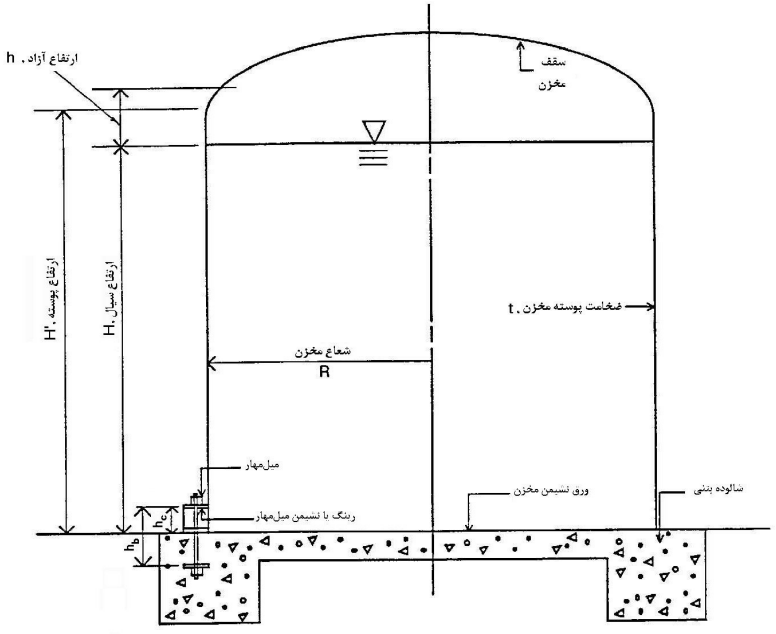
مقطعی از یک مخزن قائم نوعی در شکل (۵-۱) نشان داده شده است. در روند نمای (۵-۱) روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن قائم نشان داده شده است.



روند نمای ۵-۱: روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن قائم

۵-۱-۲-۱-فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده

محدوده پارامترهای مورد استفاده در جدول (۵-۱) ارائه گردیده است.



شکل ۵-۱- مقطع از یک مخزن قائم نوعی

جدول (۵-۱): محدوده پارامترها و فرضیات برای مخازن قائم قابل ارزیابی توسط ضوابط این دستورالعمل

مصالح مخزن	فولاد نرمه معمولی، فولاد ضدزنگ یا آلومینیوم
سیال درون مخزن	آب و سایر سیالات مشابه
شعاع اسمی مخزن(R)	۱/۵ – ۱۰/۵ متر
ارتفاع مخزن(H´)	۳/۰ – ۲۴/۵ متر
ارتفاع سیال در حالتی که مخزن بیشترین حجم سیال را در خود جای می‌دهد(H)	۳/۰ – ۲۴/۵ متر
حداقل ضخامت پوسته مخزن در محدوده ارتفاعی بین کف مخزن تا ۰/۱ H´(ts)	۵–۲۵ میلی‌متر
ضخامت موثر پوسته مخزن(tef) (میانگین ضخامت متوسط (tau) و حداقل ضخامت (t_{min}))	۵–۲۵ میلی‌متر
قطر میل‌مهارها(d)	۱۲–۵۰ میلی‌متر
تعداد میل‌مهارها (N)	۸ عدد یا بیشتر
نسبت ضخامت پوسته در پای مخزن به شعاع مخزن(ts/R)	۰/۰۱ – ۰/۰۰۱
نسبت ضخامت موثر پوسته مخزن به شعاع مخزن(log/R)	۰/۰۱ – ۰/۰۰۱
نسبت ارتفاع سیال به شعاع مخزن(H/R)	۵ – ۱

- مصالح مخزن از فولاد نرمه معمولی (ASTM A36 یا A283 درجه C)، فولاد ضدزنگ (ASTM A240 نوع 304)، آلومینیوم یا مصالح با مقاومت بیشتر می‌باشد.
- میل‌مهارها درجا یا قلابدار و ساخته شده از فولاد نرمه معمولی با مقاومت معمولی یا با مقاومت بالا(A307 یا ASTM A36 یا A325) می‌باشند.
- میل‌مهارها با فواصل حدوداً یکسان در اطراف محیط مخزن قرار گرفته‌اند.

۵-۱-۲-۲- نیاز لرزه‌ای مخازن قائم

نیاز لرزه‌ای مخازن قائم، به صورت بارهای هیدرودینامیکی وارد بر مخزن در قالب لنگر واژگونی (M) و برش پایه (Q) مشخص می‌گردند.

لنگر واژگونی و برش وارد بر مخازن، بر مبنای استفاده از طیف نیاز زمین یا طبقه با میرایی ۴٪ محاسبه می‌گردد. ارتفاع موج نوسانی سطح سیال در مخازن قائم بر پایه طیف نیاز زمین یا طبقه با میرایی ۰/۵٪ می‌باشد. در صورتیکه طیف نیاز مربوط به میرایی‌های ۴٪ و ۰/۵٪ مستقیماً در دسترس نباشد، می‌توان آن را از مقیاس کردن طیف نیاز میرایی‌های دیگر با استفاده از انواع روش‌های استاندارد و یا با استفاده از روش ارائه شده در فصل دوم (رابطه ۲-۲)، بدست آورد.

نیاز طیفی با میرایی ۰/۵ درصد حداکثر، ۱/۵ برابر نیاز طیفی با میرایی ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود.

مخزن برای حالتی که بیشترین حجم سیال را در دوره خدمت‌رسانی در خود جای می‌دهد، ارزیابی می‌گردد. این حالت، بحرانی‌ترین حالت بارگذاری برای یک مخزن می‌باشد. از انواع دیگر بارها مانند بار نازل‌ها[1] ، به علت کوچک بودن در مقایسه با بارهای ناشی از اینرسی مخزن، صرف‌نظر می‌شود.

۵-۱-۲-۲-۱- تعیین نیاز لنگر واژگونی (M)

ضریب لنگر واژگونی (M') با توجه به مقادیر $\frac{H}{R}$ و $\frac{t_{ef}}{R}$ از منحنی‌های شکل (۵-۲)، تعیین گردیده و با استفاده از رابطه زیر مقدار لنگر واژگونی وارد بر مخزن، M، محاسبه می‌گردد.

$$M = M'.w.H.Sa_f \qquad (۱-۵)$$

که در آن

w : وزن سیال درون مخزن طبق رابطه زیر (kgf)

$$w = \pi R^2 H \gamma_f \qquad (۲-۵)$$

R : شعاع اسمی مخزن (cm)

H : ارتفاع سیال در بیشترین حالت ممکن (cm)

Sa_f: شتاب طیفی متناظر با فرکانس مودی سیال- سازه طبق بند (۵-۱-۲-۲-۳)

t_{ef} : ضخامت موثر پوسته مخزن که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$t_{ef} = \frac{t_{av} + t_{min}}{2} \qquad (۳-۵)$$

که در آن

t_{min} : کمترین ضخامت پوسته در ارتفاع H' (cm) (این ضخامت حداقل معمولاً در بالای مخزن قرار دارد)

t_{av} : ضخامت متوسط مخزن در ارتفاع H' طبق رابطه (۵-۴) (cm)

H' : ارتفاع کل پوسته مخزن طبق رابطه (۵-۵) (cm)

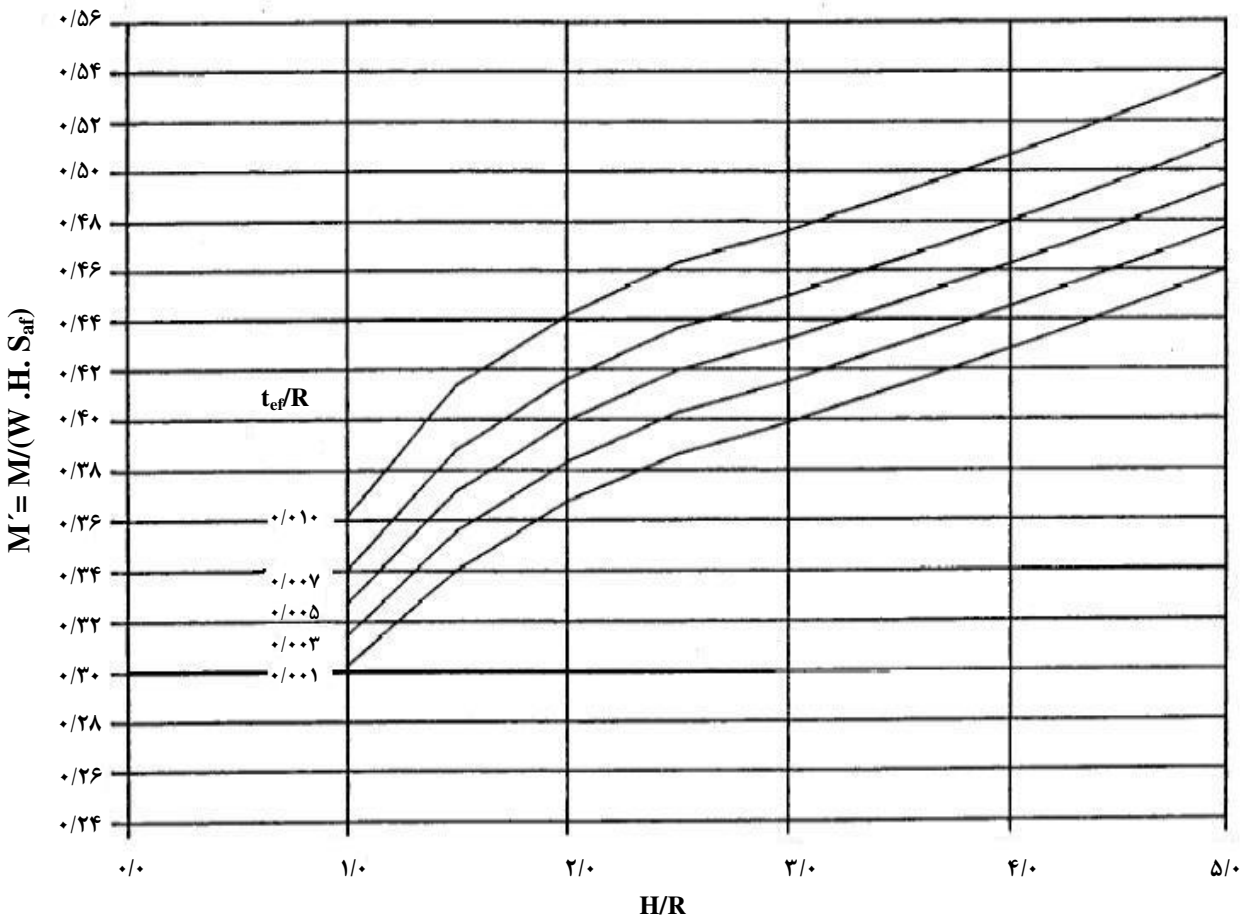
1 Nozzles

$$t_{av} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i h_i}{H'} \qquad (۴-۵)$$

t_i : ضخامت مقطع iام

h_i : ارتفاع مقطع iام پوسته مخزن (cm)

$$\sum_{i=1}^{n} h_i = H' \qquad (۵-۵)$$



شکل (۵-۲): ضریب لنگر واژگونی پایه مخازن

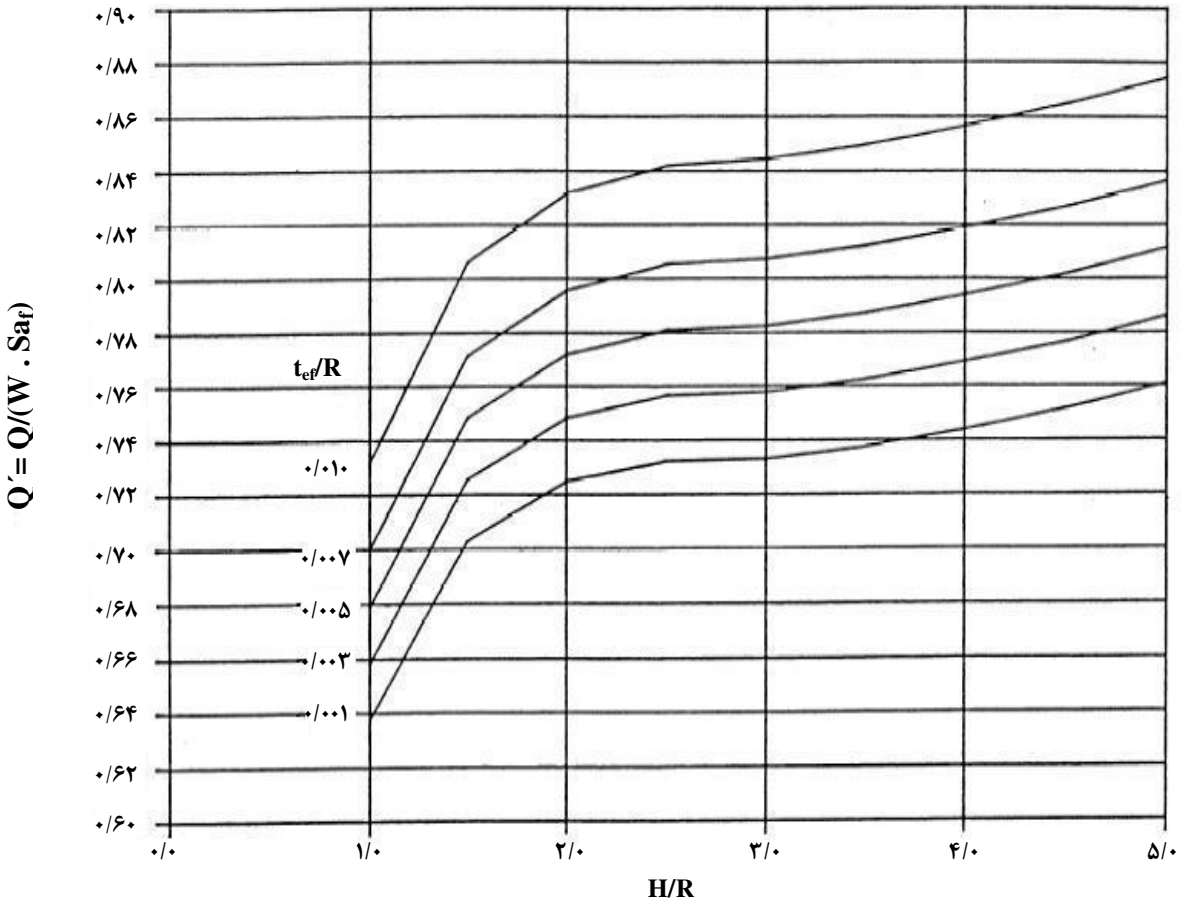
۵-۱-۲-۲-۲- تعیین برش پایه نیاز وارد بر مخازن قائم (Q)

ضریب برش پایه، 'Q، با توجه به مقادیر $\frac{H}{R}$ و $\frac{t_{ef}}{R}$ از منحنی‌های شکل (۵-۳)، تعیین گردیده و برش پایه، Q، با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = Q' . W . Sa_f \qquad (۵-۶)$$

که در آن

Sa_f: شتاب طیفی متناظر با فرکانس مودی سیال- سازه طبق بند (۵-۱-۲-۲-۴)



شکل (۵-۳): ضریب برش پایه مخازن قائم(Q´)

۵-۱-۲-۲-۳- تعیین فرکانس مودی سیال– سازه برای مخازن قائم ساخته شده از فولاد نرمه معمولی حاوی آب

فرکانس مودی سیال– سازه، F_f، با توجه به مقادیر $\frac{t_{ef}}{R}$، $\frac{H}{R}$ و R از جدول (۵-۲) استخراج می‌گردد. همچنین می‌توان با توجه به مقادیر $\frac{t_{ef}}{R}$ و $\frac{H}{R}$ از شکل (۵-۴) ابتدا F_f' را تعیین و سپس با استفاده از رابطه زیر F_f را محاسبه نمود.

$$F_f = F_f'\left(\frac{3048}{R}\right) \qquad (۵-۷)$$

که در آن

F_f': ضریب فرکانس مود ضربه‌ای سیال–سازه برای مخازن فولادی حاوی آب

فرکانس فوق برای مخازن حاوی آب از جنس فولاد نرمه معمولی می‌باشد. برای مخازن از مصالح دیگر (فولاد ضدزنگ یا آلومینیوم) با مدول الاستیسیته $E_S(\frac{kgf}{cm^2})$ و سیالی غیر از آب با وزن مخصوص $\gamma_f(\frac{kgf}{m^3})$ ، فرکانس $F_f(s,f)$ با استفاده از فرکانس مربوط به مخزن حاوی آب، F_f ، و رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$F_f(s,f) = F_f\sqrt{\frac{1000}{\gamma_f}}\sqrt{\frac{E_s}{2.1\times10^6}} \qquad (۵-۸)$$

جدول (۵-۲): فرکانس مود ضربه‌ای سیال-سازه (F_f) برای مخازن فولادی حاوی آب (Hz)

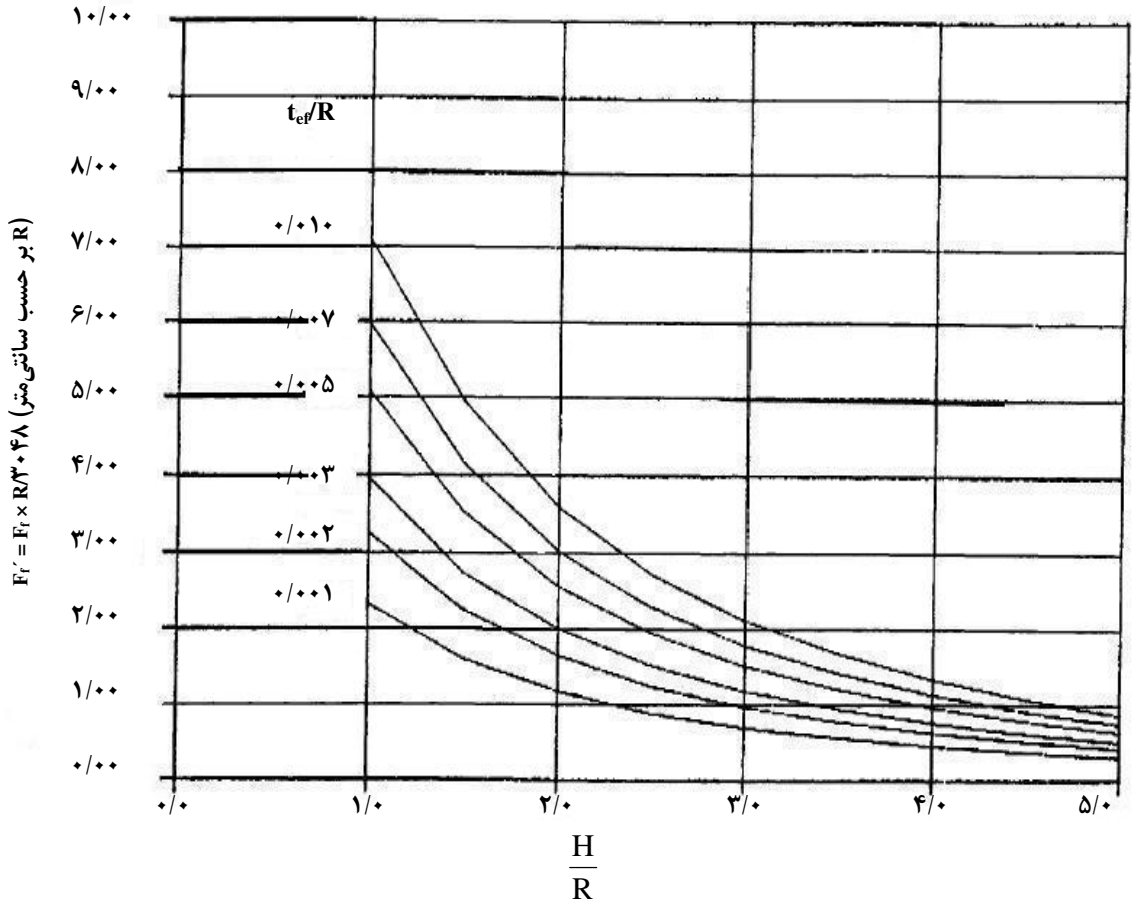
$\frac{H}{R}$	$\frac{t_{ef}}{R}$	شعاع مخزن(R) بر حسب متر						
		۱/۵	۳/۰	۴/۵	۶/۰	۷/۵	۹/۰	۱۰/۵
۱/۰	۰/۰۰۱	۴۶/۷	۲۳/۳	۱۵/۶	۱۱/۷	۹/۳	۷/۸	۶/۷
۱/۰	۰/۰۰۲	۶۵/۲	۳۲/۶	۲۱/۷	۱۶/۳	۱۳/۰	۱۰/۹	۹/۳
۱/۰	۰/۰۰۳	۷۹/۳	۳۹/۷	۲۶/۴	۱۹/۸	۱۵/۹	۱۳/۲	۱۱/۳
۱/۰	۰/۰۰۴	۹۱/۲	۴۵/۶	۳۰/۴	۲۲/۸	۱۸/۲	۱۵/۲	۱۳/۰
۱/۰	۰/۰۰۵	۱۰۱/۶	۵۰/۸	۳۳/۹	۲۵/۴	۲۰/۳	۱۶/۹	۱۴/۵
۱/۰	۰/۰۰۷	۱۱۹/۵	۵۹/۷	۳۹/۸	۲۹/۹	۲۳/۹	۱۹/۹	۱۷/۱
۱/۰	۰/۰۱۰	۱۴۲/۰	۷۱/۰	۴۷/۳	۳۵/۵	۲۸/۴	۲۳/۷	۲۰/۳
۱/۵	۰/۰۰۱	۳۲/۲	۱۶/۱	۱۰/۷	۸/۰	۶/۴	۵/۴	۴/۶
۱/۵	۰/۰۰۲	۴۵/۱	۲۲/۶	۱۵/۰	۱۱/۳	۹/۰	۷/۵	۶/۴
۱/۵	۰/۰۰۳	۵۵/۰	۲۷/۵	۱۸/۳	۱۳/۷	۱۱/۰	۹/۲	۷/۹
۱/۵	۰/۰۰۴	۶۳/۶	۳۱/۶	۲۱/۱	۱۵/۸	۱۲/۷	۱۰/۵	۹/۰
۱/۵	۰/۰۰۵	۷۰/۶	۳۵/۳	۲۳/۵	۱۷/۶	۱۴/۱	۱۱/۸	۱۰/۱
۱/۵	۰/۰۰۷	۸۳/۲	۴۱/۶	۲۷/۷	۲۰/۸	۱۶/۶	۱۳/۹	۱۱/۹
۱/۵	۰/۰۱۰	۹۹/۰	۴۹/۵	۳۳/۰	۲۴/۷	۱۹/۸	۱۶/۵	۱۴/۱
۲/۰	۰/۰۰۱	۲۳/۶	۱۱/۸	۷/۹	۵/۹	۴/۷	۳/۹	۳/۴
۲/۰	۰/۰۰۲	۳۳/۰	۱۶/۵	۱۱/۰	۸/۲	۶/۶	۵/۵	۴/۷
۲/۰	۰/۰۰۳	۴۰/۱	۲۰/۱	۱۳/۴	۱۰/۰	۸/۰	۶/۷	۵/۷
۲/۰	۰/۰۰۴	۴۶/۱	۲۳/۱	۱۵/۴	۱۱/۵	۹/۲	۷/۷	۶/۶
۲/۰	۰/۰۰۵	۵۱/۴	۲۵/۷	۱۷/۱	۱۲/۸	۱۰/۳	۸/۶	۷/۳
۲/۰	۰/۰۰۷	۶۰/۵	۳۰/۲	۲۰/۲	۱۵/۱	۱۲/۱	۱۰/۱	۸/۶
۲/۰	۰/۰۱۰	۷۱/۸	۳۵/۹	۲۳/۹	۱۸/۰	۱۴/۴	۱۲/۰	۱۰/۳
۲/۵	۰/۰۰۱	۱۷/۸	۸/۹	۵/۹	۴/۵	۳/۶	۳/۰	۲/۵
۲/۵	۰/۰۰۲	۲۵/۰	۱۲/۵	۸/۳	۶/۲	۵/۰	۴/۲	۳/۶

ادامه (جدول ۵-۲)

$\frac{H}{R}$	$\frac{t_{ef}}{R}$	شعاع مخزن(R) بر حسب متر						
		۱/۵	۳/۰	۴/۵	۶/۰	۷/۵	۹/۰	۱۰/۵
۲/۵	۰/۰۰۳	۳۰/۴	۱۵/۲	۱۰/۱	۷/۶	۶/۱	۵/۱	۴/۳
۲/۵	۰/۰۰۴	۳۵/۰	۱۷/۵	۱۱/۷	۸/۷	۷/۰	۵/۸	۵/۰
۲/۵	۰/۰۰۵	۳۹/۰	۱۹/۵	۱۳/۰	۹/۷	۷/۸	۶/۵	۵/۶
۲/۵	۰/۰۰۷	۴۵/۹	۲۳/۰	۱۵/۳	۱۱/۵	۹/۲	۷/۷	۶/۶
۲/۵	۰/۰۱۰	۵۴/۶	۲۷/۳	۱۸/۲	۱۳/۷	۱۰/۹	۹/۱	۷/۸
۳/۰	۰/۰۰۱	۱۳/۹	۷/۰	۴/۶	۳/۵	۲/۸	۲/۳	۲/۰
۳/۰	۰/۰۰۲	۱۹/۵	۹/۷	۶/۵	۴/۹	۳/۰	۳/۲	۲/۸
۳/۰	۰/۰۰۳	۲۳/۷	۱۱/۸	۷/۹	۵/۹	۴/۷	۳/۹	۳/۴
۳/۰	۰/۰۰۴	۲۷/۲	۱۳/۶	۹/۱	۶/۸	۵/۴	۴/۵	۳/۹
۳/۰	۰/۰۰۵	۳۰/۳	۱۵/۱	۱۰/۱	۷/۶	۶/۱	۵/۰	۴/۳
۳/۰	۰/۰۰۷	۳۵/۶	۱۷/۸	۱۱/۹	۸/۹	۷/۱	۵/۹	۵/۱
۴/۰	۰/۰۰۳	۱۵/۲	۷/۶	۵/۱	۳/۸	۳/۰	۲/۵	۲/۲
۴/۰	۰/۰۰۴	۱۷/۴	۸/۷	۵/۸	۴/۴	۳/۵	۲/۹	۲/۵
۴/۰	۰/۰۰۵	۱۹/۳	۹/۷	۶/۴	۴/۸	۳/۹	۳/۲	۲/۸
۴/۰	۰/۰۰۷	۲۲/۶	۱۱/۳	۷/۵	۵/۷	۴/۵	۳/۸	۳/۲
۴/۰	۰/۰۱۰	۲۶/۷	۱۳/۴	۸/۹	۶/۷	۵/۳	۴/۵	۳/۸
۴/۵	۰/۰۰۱	۷/۵	۳/۸	۲/۵	۱/۹	۱/۵	۱/۳	۱/۱
۴/۵	۰/۰۰۲	۱۰/۳	۵/۲	۳/۴	۲/۶	۲/۱	۱/۷	۱/۵
۴/۵	۰/۰۰۳	۱۲/۴	۶/۲	۴/۱	۳/۱	۲/۵	۲/۱	۱/۸
۴/۵	۰/۰۰۴	۱۴/۲	۷/۱	۴/۷	۳/۵	۲/۸	۲/۴	۲/۰
۴/۵	۰/۰۰۵	۱۵/۷	۷/۹	۵/۲	۳/۹	۳/۱	۲/۶	۲/۲
۴/۵	۰/۰۰۷	۱۸/۳	۹/۲	۶/۱	۴/۶	۳/۷	۳/۱	۲/۶
۴/۵	۰/۰۱۰	۲۱/۶	۱۰/۸	۷/۲	۵/۴	۴/۳	۳/۶	۳/۱

ادامه جدول(۵-۲)

$\frac{H}{R}$	$\frac{t_{ef}}{R}$	شعاع مخزن(R) بر حسب متر						
		۱/۵	۳/۰	۴/۵	۶/۰	۷/۵	۹/۰	۱۰/۵
۵/۰	۰/۰۰۱	۶/۲	۳/۱	۲/۱	۱/۶	۱/۲	۱/۰	۰/۹
۵/۰	۰/۰۰۲	۸/۵	۴/۲	۲/۸	۲/۱	۱/۷	۱/۴	۱/۲
۵/۰	۰/۰۰۳	۱۰/۲	۵/۱	۳/۴	۲/۵	۲/۰	۱/۷	۱/۵
۵/۰	۰/۰۰۴	۱۱/۶	۵/۸	۳/۹	۲/۹	۲/۳	۱/۹	۱/۷
۵/۰	۰/۰۰۵	۱۲/۸	۶/۴	۴/۳	۳/۲	۲/۶	۲/۱	۱/۸
۵/۰	۰/۰۰۷	۱۴/۹	۷/۴	۵/۰	۳/۷	۳/۰	۲/۵	۲/۱
۵/۰	۰/۰۱۰	۱۷/۵	۸/۷	۵/۸	۴/۴	۳/۵	۲/۹	۲/۵



شکل (۵-۴): ضریب فرکانس مود ضربه‌ای سیال-سازه برای مخازن فولادی حاوی آب

۵-۱-۲-۲-۴- تعیین شتاب طیفی (Sa_f) متناظر با فرکانس مودی سیال- سازه

با استفاده از مقدار $F_f(H_Z)$ بند (۵-۱-۲-۲-۳) و ملاحظات بند (۵-۲-۲)، بیشینه شتاب طیفی $Sa_f(g)$ در محدوده فرکانسی $0.8F_f < F < 1.2F_f$ تعیین می‌گردد.

در مورد مخازنی که بر روی بالشتک بتنی نصب شده و بر روی زمین قرار می‌گیرند، در صورتی که V_s (سرعت متوسط موج برشی خاکی که مخزن بر روی آن قرار دارد کوچکتر از $\left(\frac{m}{sec}\right)$ ۱۰۶۷ باشد، باید اثر اندرکنش خاک- سازه بر فرکانس و به تبع آن Sa_f، در نظر گرفته شود. برای لحاظ کردن اثرات اندرکنش خاک- سازه می‌توان روش ساده زیر را بکار برد:

الف) اگر فرکانس F_f از فرکانس متناظر مقدار بیشینه طیف نیاز مورد استفاده، کمتر باشد، می‌توان از اثرات اندرکنشی خاک- سازه، صرفنظر کرد.

ب) اگر فرکانس F_f از فرکانس متناظر مقدار بیشینه طیف نیاز مورد استفاده بیشتر باشد، از بیشینه مقدار طیفی برای Sa_f استفاده می‌شود.

۵-۱-۲-۲-۵- تعیین ارتفاع موج نوسانی

ارتفاع موج نوسانی، h_s، با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$h_s = 0.837R.Sa_s \qquad (۹-۵)$$

که در آن

Sa_s: شتاب طیفی (با میرایی ۰/۵٪) برای زمین یا طبقه‌ای که مخزن در آن قرار دارد طبق بند (۵-۱-۲-۲) در فرکانس مود نوسانی بدست آمده از رابطه (۵-۱۱)

بازه فرکانسی مود نوسانی مخازن قائم بین ۰/۲ تا ۰/۵ هرتز می‌باشد و مقادیر شتاب طیفی باید با دقت بیشتری در این بازه محاسبه گردند.

همچنین می‌توان با توجه به مقادیر $\frac{H}{R}$ و R از جدول (۵- ۳)، ارتفاع موج نوسانی را برای $ZPA = 1g$ در پای مخزن، و ارتفاع موج نوسانی سیال درون مخزن به ازای ZPA مورد نظر زمین یا طبقه‌ای که مخزن روی آن قرار دارد را از رابطه (۵-۱۰) تعیین نمود.

$$h_s = h'_s.ZPA \qquad (۱۰-۵)$$

که در آن

h'_s: برحسب سانتی‌متر بدست آمده از جدول (۵-۳)

ZPA : شتاب طیفی به ازای پریود صفر

جدول (۵-۳): ارتفاع موج نوسانی(h'_s) در مخازن حاوی آب در اثر شتاب جانبی ۱g (cm)

$\frac{H}{R}$	شعاع مخزن (R) بر حسب متر						
	۱/۵	۳/۰	۴/۵	۶/۰	۷/۵	۹/۰	۱۰/۵
۱/۰	۹۹/۱	۱۵۲/۹	۱۹۹/۹	۲۴۲/۶	۲۸۳/۲	۳۲۱/۸	۳۵۹/۲
۱/۵	۱۰۰/۶	۱۵۵/۴	۲۰۲/۷	۲۴۵/۹	۲۸۶/۸	۳۲۵/۹	۳۶۳/۷
۲/۰	۱۰۰/۸	۱۵۵/۷	۲۰۲/۹	۲۴۶/۶	۲۸۷/۵	۳۲۶/۴	۳۶۴/۲
≥۲/۵ <۵	۱۰۰/۸	۱۵۵/۷	۲۰۳/۲	۲۴۶/۶	۲۸۷/۵	۳۲۶/۴	۳۶۴/۲

فرکانس مود نوسانی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$F_s = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{184g}{R}.\tanh(\frac{1.84H}{R})} \qquad (۱۱-۵)$$

که در آن

g: شتاب ثقل، برابر با ۹/۸۱ متر بر مجذور ثانیه

۵-۱-۲-۳- ظرفیت لرزه‌ای مخازن قائم

۵-۱-۲-۳-۱- تعیین ظرفیت لنگر واژگونی

ظرفیت لنگر واژگونی مخزن، M_{CAP}، از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$M_{cap} = (M'_{cap})(2F_r)(R^2.t_s)(\frac{h_b}{h_c}) \qquad (۱۲-۵)$$

که در آن

h_b : طول مهاری کششی که معمولاً از بالای نشیمن تا ورق مهاری مدفون در بتن اندازه‌گیری می‌شود. (cm)

h_c : ارتفاع ناحیه فشاری پوسته در پای مخزن، معمولاً برابر با ارتفاع نشیمن[1] (cm)

M'_{cap}: ضریب لنگر واژگونی طبق روابط (۵-۲۲)

F_r: ظرفیت کاهش یافته میل مهار که تابعی از ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهار مطابق رابطه (۳-۱) فصل سوم، ظرفیت اتصال مهار به نشیمن مخزن و ظرفیت پوسته مخزن بوده و از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد. (kgf/cm^2)

$$F_r = \min(\alpha_1, \alpha_2, ...\alpha_1)\, F_u \qquad (۱۳-۵)$$

که در آن

F_u: تنش نهایی بیرون کشیده شدگی میل مهار مطابق رابطه ذیل

1 chair

$$F_u = \frac{P_u}{A_b} \qquad (۱۴-۵)$$

که در آن

P_u: ظرفیت بیرون کشیده شدگی محاسباتی مهار مطابق رابطه (۳-۱) فصل سوم (kgf)

A_b: سطح مقطع میل مهار مدفون(cm^2)

α_1: ضریب کاهش مربوط به رفتار ورق فوقانی نشیمن (شکل ۵-۵) مطابق رابطه ذیل:

$$\alpha_1 = \frac{f_y.f.c^2}{(0.375g - 0.22d)P_u} \le 1 \qquad (۱۶-۵)$$

که در آن

f_y: کمترین مقدار تنش تسلیم مربوط به پوسته مخزن، ورق‌های نشیمن میل مهار شامل ورق فوقانی، ورق سخت کننده قائم و ورق تکیه‌گاهی

f ، c ، g و d: به شکل (۵-۵) مراجعه شود.

اگر ورق فوقانی نسبت به سخت کننده‌های قائم، بیرون زدگی داشته باشد نباید بیش از ۱۳ میلیمتر از این بیرون زدگی در محاسبه مقدار f درنظر گرفته شود.

α_2: ضریب کاهش مربوط به سخت کننده‌های قائم مطابق رابطه ذیل

$$\alpha_2 = \frac{k\,j}{2.5\left(1 - \frac{k^2}{(h-c)^2}\right)} \le 1 \qquad \left(j \ge \frac{\sqrt{f_y}\,(h-c)}{1046} \text{ اگـر}\right) \qquad (۱۷-۵)$$

که در آن

k ، j ، h و c: به شکل (۵-۵) مراجعه شود.

α_3: ضریب کاهش مربوط به جوش نشیمن میل مهار به پوسته مخزن مطابق رابطه ذیل

$$\alpha_3 = \frac{0.71F_w}{P_u\sqrt{\left(\frac{2.54}{a+2h}\right)^2 + \left(\frac{2.54e}{ah + 0.607h^2}\right)}} \le 1 \qquad (۱۸-۵)$$

که در آن

F_w: ظرفیت کششی فلز الکترود مطابق رابطه ذیل

$$F_w = 0.5F_u \qquad (۱۹-۵)$$

که در آن

F_u: ظرفیت نهایی فلز الکترود

α_4: ضریب کاهش مربوط به ظرفیت پوسته مخزن در خمش مطابق رابطه ذیل

$$\alpha_4 = \frac{14.3 f_y t_s^{\,2}}{P_u e\left[\dfrac{1.32\,z}{\dfrac{1.43 a h^2}{R t_s} + (4 a h^2)^{0.333}} + \dfrac{0.031}{\sqrt{R t_s}}\right]} \le 1 \qquad (۲۰-۵)$$

که در آن

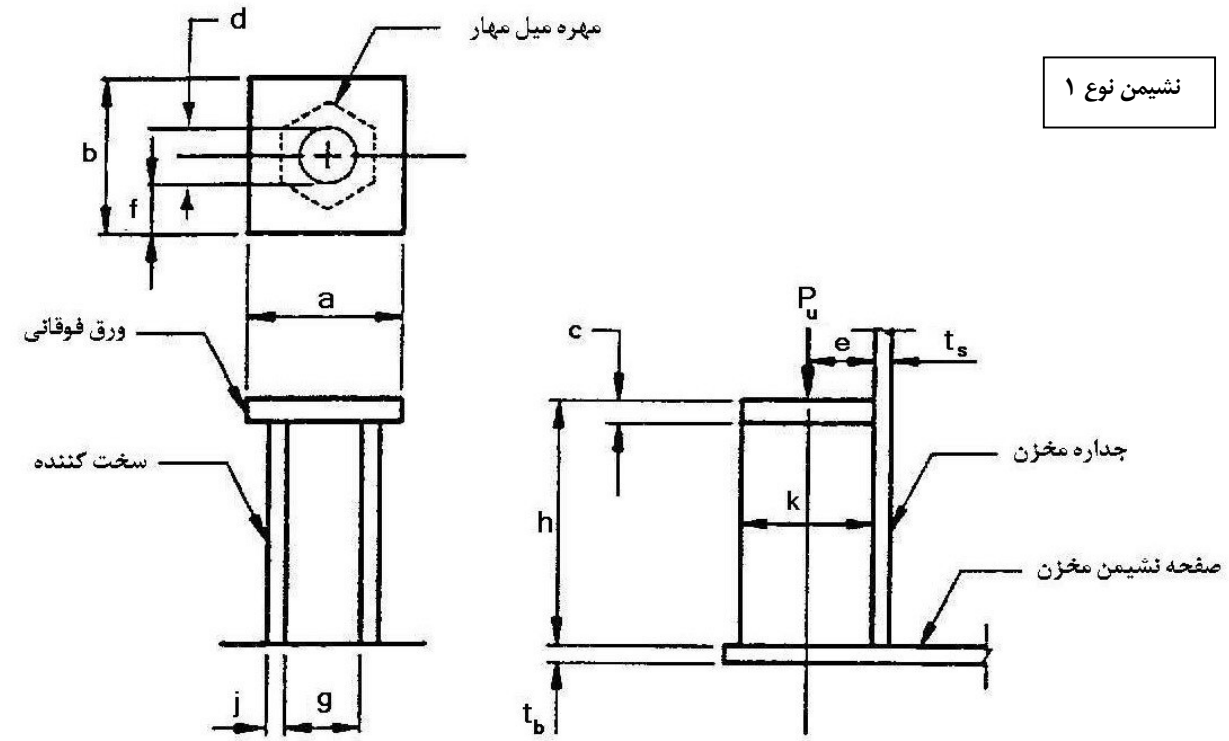
$$Z = \frac{1.0}{\dfrac{0.07\,a t_b}{\sqrt{R t_s}}\left[\dfrac{t_b}{t_s}\right]^2 + 1.0} \qquad (۲۱-۵)$$

که در آن

t_s: حداقل ضخامت پوسته مخزن در محدوده ارتفاعی بین کف مخزن تا ۰/۱H (شکل ۵-۱) (cm)

t_b: ضخامت ورق تحتانی مخزن (شکل ۵-۵) (cm)

واحدها kg ، kgf و cm می‌باشند.



ب- نمای کلی، پلان و نمای بیرونی

الف – نمای جانبی

شکل (۵-۵): شمای کلی نشیمن میل‌مهار

M'_{cap} از روابط شرطی (۵-۲۲) بدست می‌آید.

$$M'_{cap} = \min (M'_{cap_1} , M'_{cap_2})$$ (۵-۲۲- الف)

اگر برای میل مهارها داشته باشیم $P_u < P_{nom}$

و یا برای ورق‌های سخت کننده نشیمن میل مهار داشته باشیم $J < \frac{\sqrt{f_y(\lambda - c)}}{1046}$

و یا برای جوش نشیمن به پوسته مخزن داشته باشیم $\alpha_3 < 1$

M'_{cap} , M'_{cap_1} (۵-۲۲- ب)

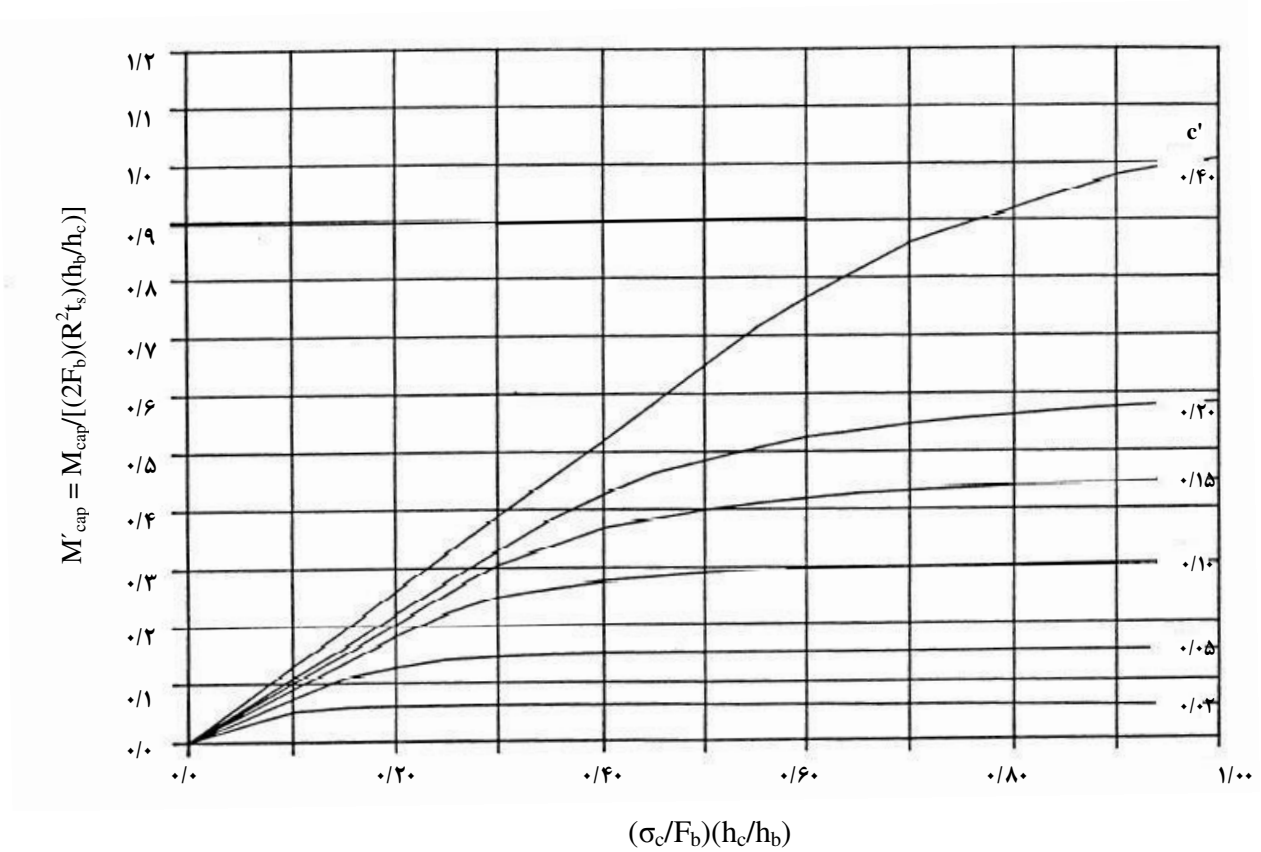
اگر برای میل مهارها داشته باشیم P_u , P_{nom}

و یا برای ورق فوقانی نشیمن داشته باشیم $\alpha_1 < 1$

و یا برای پوسته مخزن داشته باشیم $\alpha_4 < 1$

که در آن‌ها

M'_{cap_1}: ضریب ظرفیت لنگر واژگونی مخزن قائم که با توجه به c' (رابطه ۵-۲۳) و پارامتر $\left(\frac{\sigma_c}{F_b}\frac{h_c}{h_b}\right)$ از منحنی شکل (۵-۶) بدست می‌آید.



شکل (۵-۶): ضریب ظرفیت لنگر واژگونی مخازن قائم

M'_{cap_2}: ضریب ظرفیت لنگر واژگونی مخزن قائم که با توجه به c' و پارامتر $\left(\frac{\sigma_c}{F_b}\frac{h_c}{h_b}\right)$ از جدول (۵-۴) استخراج می‌شود.

$$c' = \left(\frac{t'}{t_s}\right)\left(\frac{h_c}{h_b}\right) \qquad (۲۳-۵)$$

که در آن

t': ضخامت پوسته معادل که سطحی برابر با سطح کل میل مهارها مطابق رابطه (۵-۲۴) دارد. (cm)

$$t' = \left(\frac{N A_b}{2\pi R}\right)\left(\frac{E_b}{E_s}\right) \qquad (۲۴-۵)$$

که در آن

N: تعداد کل میل مهارها

A_b: سطح مقطع یک میل مهار (cm^2)

E_b: مدول الاستیسته میل مهار (kgf/cm^2)

E_s: مدول الاستیسته مصالح مخزن (kgf/cm^2)

جدول (۵-۴): مقادیر حدی ظرفیت لنگر خمشی ارتجاعی

c'	$(\frac{\sigma_c}{F_b})(\frac{h_c}{h_b})$	M'_{cap}
۰/۰۱	۰/۰۵۲	۰/۰۲۳۱
۰/۰۲	۰/۰۸۱	۰/۰۴۵۴
۰/۰۵	۰/۱۴۷	۰/۱۰۹۲
۰/۱۰	۰/۲۳۰	۰/۲۰۸۷
۰/ ۱۵	۰/۳۰۰	۰/۳۰۴۵
۰/۲۰	۰/۳۵۸	۰/۳۹۳۲
۰/۴۰	۰/۵۶۰	۰/۷۲۷۱

۵-۱-۲-۳-۲- ظرفیت کمانشی پوسته مخزن

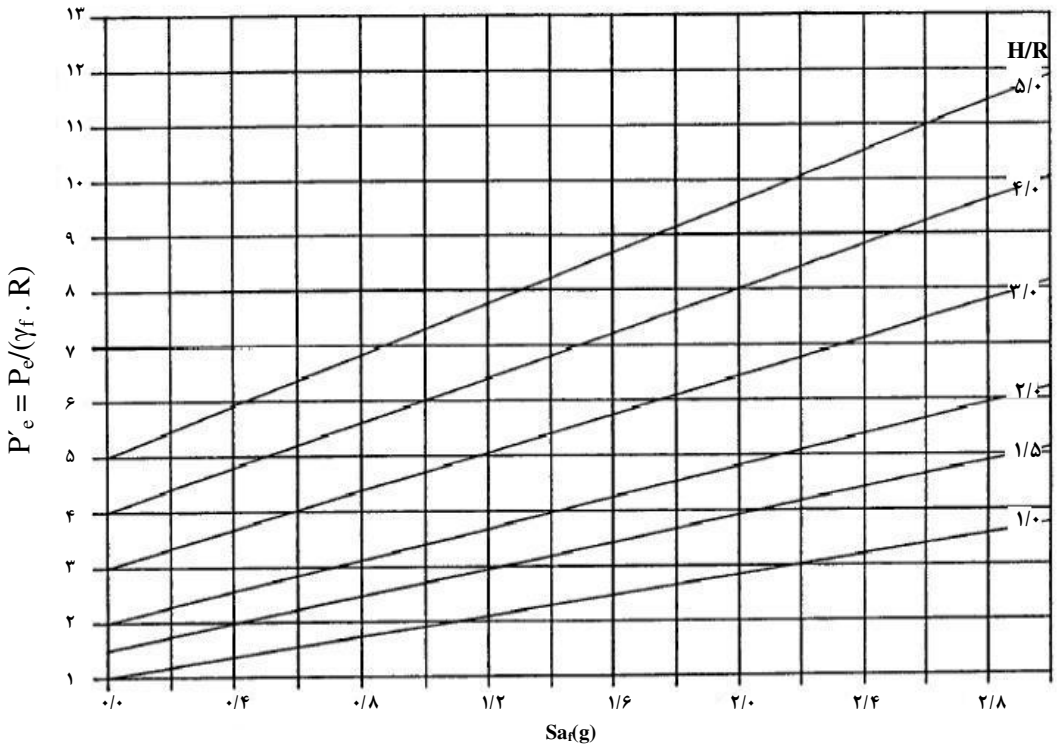
ظرفیت مخازن قائم در تحمل بار محوری قائم وابسته به ظرفیت کمانش پافیلی و لوزوی (الماسی) در نزدیکی پای دیواره مخزن می‌باشد. ضریب فشار کمانش پافیلی مخزن با استفاده از رابطه (۵-۲۵) محاسبه می‌گردد.

$$Pe = P'_e \gamma_f R \qquad (۲۵-۵)$$

که در آن

P'_e: ضریب فشار کمانش پافیلی مخزن که با توجه به مقادیر شتاب طیفی $Sa_f(g)$ و $\frac{H}{R}$ از منحنی شکل (۵-۷) استخراج می‌شود.

γ_f: وزن مخصوص سیال درون مخزن (kgf/cm^2)



شکل (۵-۷): ضریب فشار کمانش پافیلی مخازن قائم

ظرفیت کمانش پافیلی مخزن برای مصالح از جنس فولاد نرمه با استفاده از مقادیر $P_e(kgf/cm^2)$ و $\frac{t_s}{R}$ از منحنی شکل (۵-۸) استخراج می‌شود. برای مصالح دیگر از فرمول (۵-۲۶) استفاده می‌شود.

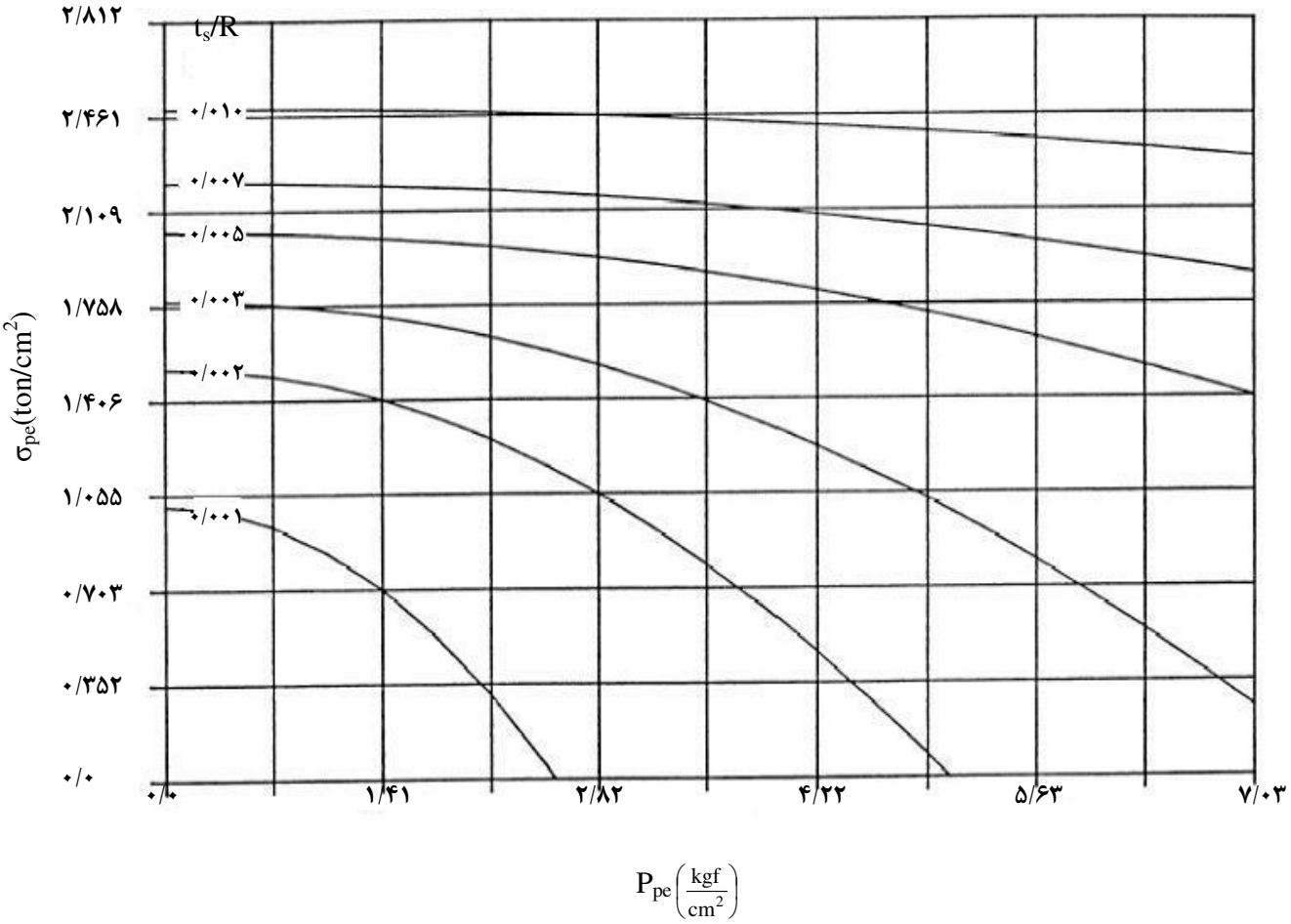
$$\sigma_{pe} = \frac{0.6E_s}{\left(\frac{R}{t_s}\right)}\left[1-\left(\frac{P_e R}{\sigma_y t_s}\right)^2\right]\left[1-\frac{1}{1.12+S_1^{1.5}}\right]\left[\frac{S_1+\left(\frac{\sigma_y}{E_s}\right)\left(\frac{2.1\times10^6}{2531}\right)}{S_1+1}\right] \qquad (۵-۲۶)$$

که در آن S_1: ضریب نسبت شعاع مخزن به ضخامت پوسته مطابق رابطه ذیل

$$S_1 = \frac{R}{400ts} \qquad (۵-۲۷)$$

σ_y: تنش تسلیم مصالح پوسته مخزن (kgf/cm^2)

E_s: مدول الاستیسیته مصالح پوسته مخزن (kgf/cm^2)



شکل (۵-۸): ظرفیت فشاری محوری مخازن قائم برای کمانش پافیلی
(برای فولاد با F_y=۲۵۳۰ و $E = ۲/۱ \times ۱۰^۶$ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)

ضریب فشار کمانش لوزوی مخزن با استفاده از رابطه (۵-۲۸) محاسبه می‌گردد.

$$P_d = P'_d \gamma_f R \qquad (۵-۲۸)$$

که در آن

P'_d: ضریب فشار کمانش لوزوی مخزن که با توجه به مقادیر شتاب طیفی $S_{a_f}(g)$ و $\frac{H}{R}$ از منحنی شکل (۵-۹) استخراج می‌شود.

ظرفیت کمانش لوزوی مخزن برای مصالح از جنس فولاد نرمه با استفاده از مقادیر $P_d(kgf/cm^2)$ و $\frac{t_s}{R}$ از شکل (۵-۱۰) استخراج می‌شود. برای سایر مصالح از از فرمول (۵-۲۹) استفاده می‌شود.

$$\sigma_{p_d} = (0.6\gamma + \Delta\gamma)\frac{E_s}{(R/t_s)} \qquad (۵-۲۹)$$

که در آن

$\Delta\gamma$: ضریب افزایش فشار داخلی که از شکل (۵-۱۱) به دست می‌آید.

γ: از رابطه (۵-۳۰) بدست می‌آید.

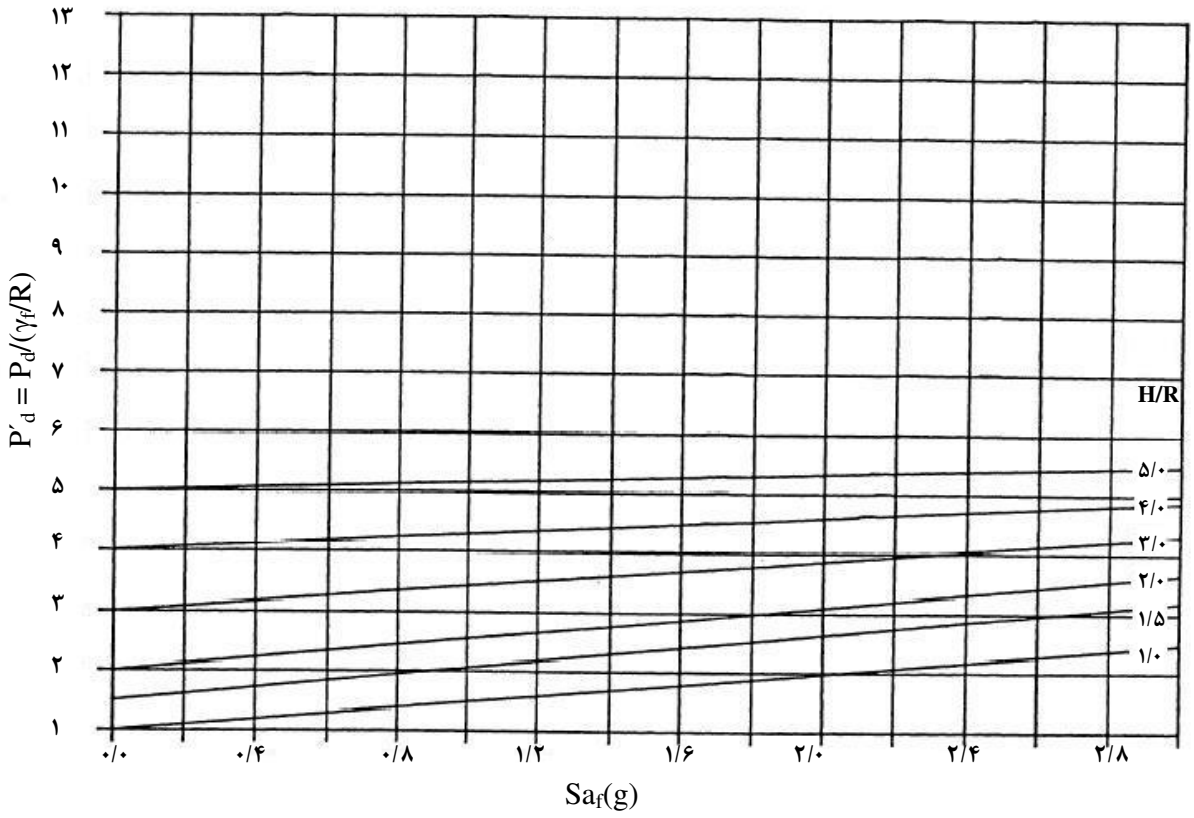
$$\gamma = 1 - 0.73(1 - e^{-\phi}) \qquad (۵-۳۰)$$

که در آن

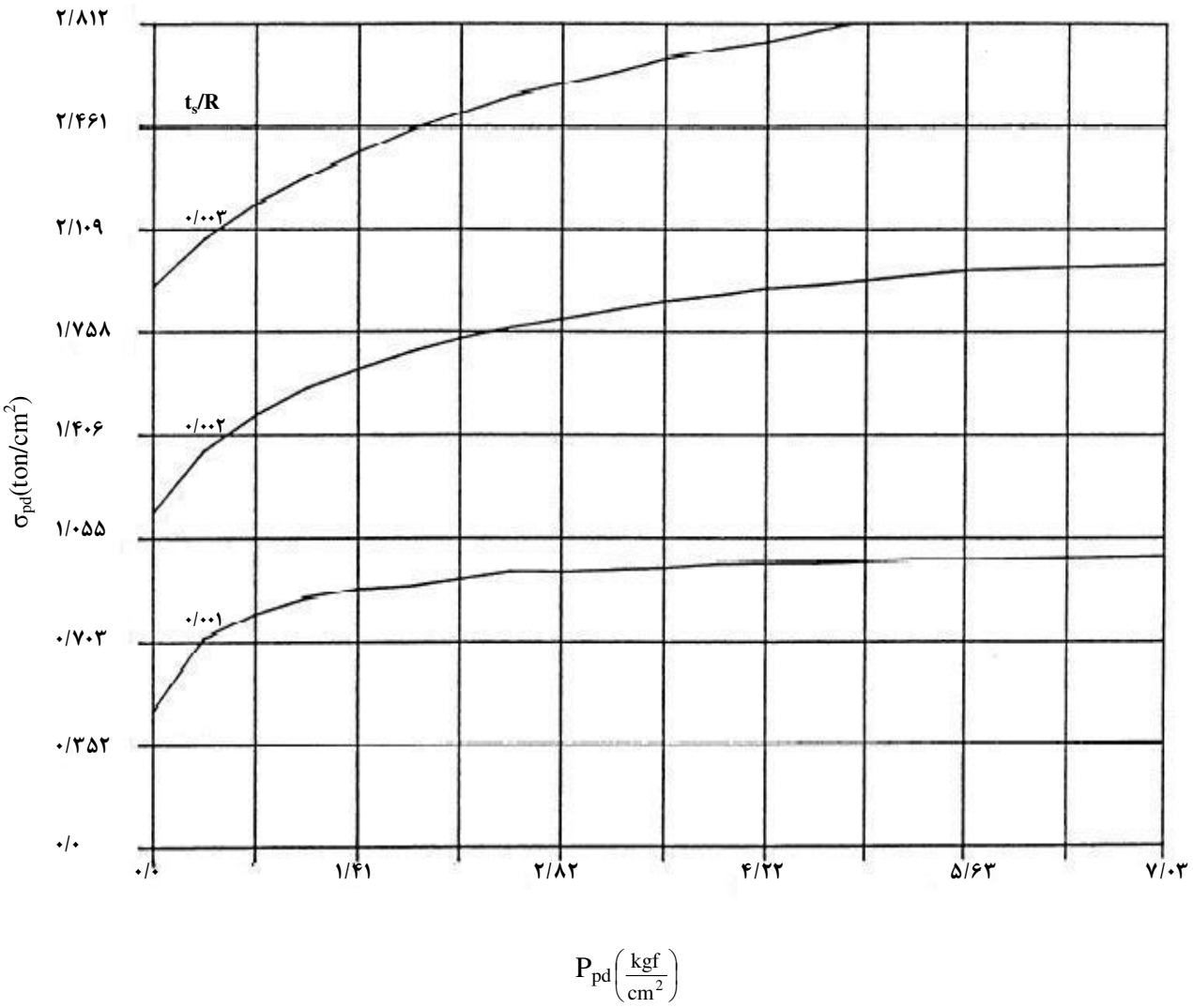
$$\phi = \frac{1}{16}\sqrt{\frac{R}{t_s}} \qquad (۵-۳۱)$$

مقدار ظرفیت کمانش پوسته مخزن از رابطه (۵-۳۲) بدست می‌آید.

$$\sigma_c = \min(\sigma_{pe}, \sigma_{pd}) \qquad (۵-۳۲)$$

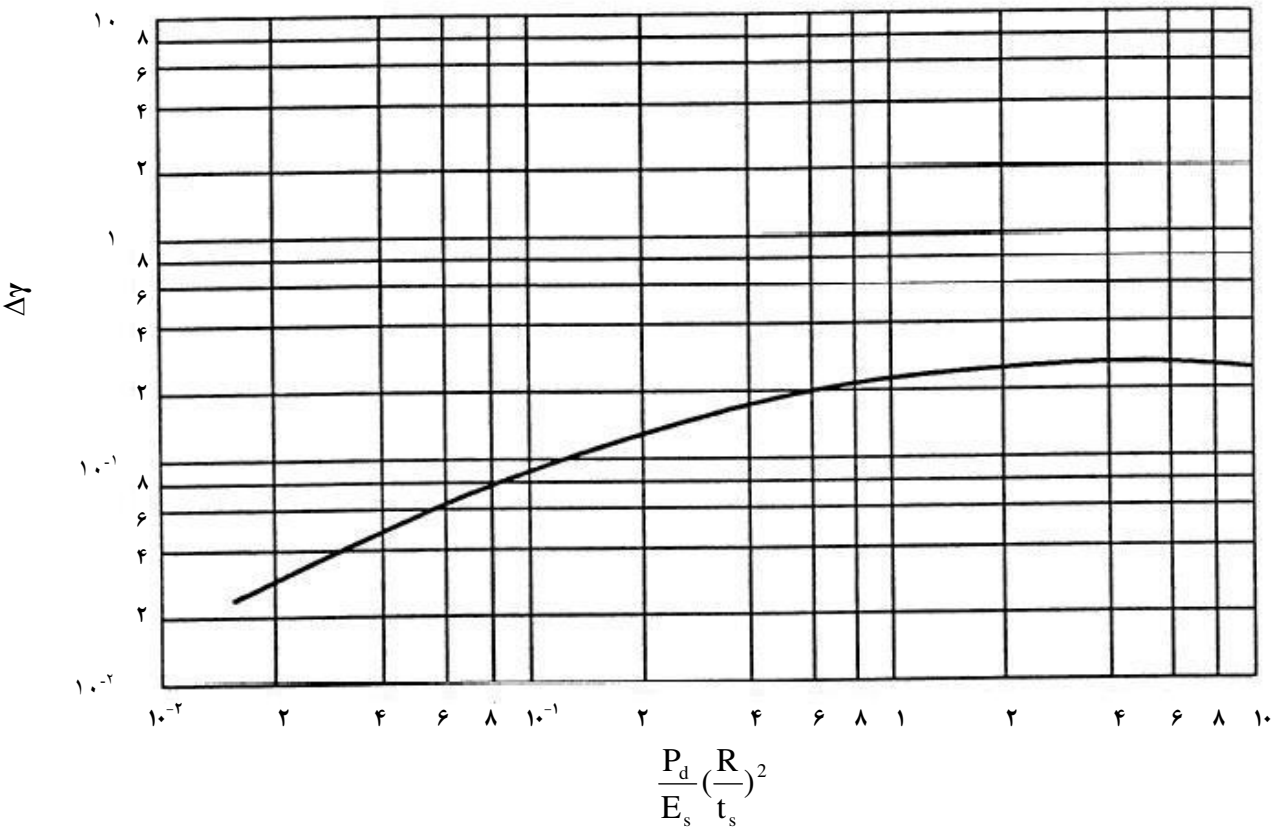


شکل (۵-۹): ضریب فشار کمانش لوزوی برای مخازن قائم



شکل (۵-۱۰): ظرفیت فشاری محوری مخازن قائم برای کمانش لوزوی

(برای فولاد با $E = ۲/۱ \times ۱۰^۶$ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)



شکل (۵-۱۱): ضریب افزایش کمانش لوزوی، $\Delta\gamma$

۵-۱-۲-۳-۳- تعیین ظرفیت برشی مخزن

ظرفیت برشی مخزن تنها با اصطکاک کف مخزن با فونداسیون آن تامین گردیده و از رابطه ذیل تعیین می‌گردد.

$$Q_{cap} = 0.55(1 - 0.21S_{a_f})w \qquad (۳۳-۵)$$

که در آن

S_{a_f}: شتاب طیفی متناظر با فرکانس مودی سیال – سازه طبق بند (۵-۱-۲-۲-۳)

w: وزن سیال داخل مخزن (kgf)

۵-۱-۲-۳-۴- تعیین ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال (h_f)

ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال در حالتی که مخزن بیشترین مایع را درون خود دارد، محاسبه می‌شود. برای مخازن با سقف مخروطی، ارتفاع آزاد برابر با فاصله سطح سیال تا تقاطع دیوار و سقف (در فاصله R از محور مخزن) اندازه‌گیری می‌شود.

برای مخازن با سقف گنبدی، ارتفاع آزاد برابر است با فاصله سطح سیال تا نقطه‌ای از سطح سقف که در فاصله $0.9R$ از محور مخزن قرار دارد.

۵-۱-۲-۴- معیارهای پذیرش

مخزن در صورتی غیرآسیب‌پذیر ارزیابی می‌شوند که شرایط ذیل برقرار باشد.

- بزرگتر بودن ظرفیت لنگر واژگونی مخزن، M_{cap} (بند ۵-۱-۲-۳-۱) از نیاز لنگر واژگونی، M (بند ۵-۱-۲-۲-۱)
- بزرگتر بودن ظرفیت برشی مخزن Q_{cap} (بند ۵-۱-۲-۳-۳) از نیاز برش پایه، Q (بند ۵-۱-۲-۲-۲)
- بزرگتر بودن ظرفیت کمانش پوسته مخزن، σ_c (رابطه ۵-۳۲) از تنش فشاری ناشی از لنگر واژگونی، M (بند ۵-۱-۲-۲)
- بزرگتر بودن ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال، h_f (بند ۵-۱-۲-۳-۴) از ارتفاع موج نوسانی، h_s (بند ۵-۱-۲-۲-۵)
- انعطاف‌پذیری لوله‌های متصل شده به مخزن به خصوص به قسمت‌های فوقانی آن

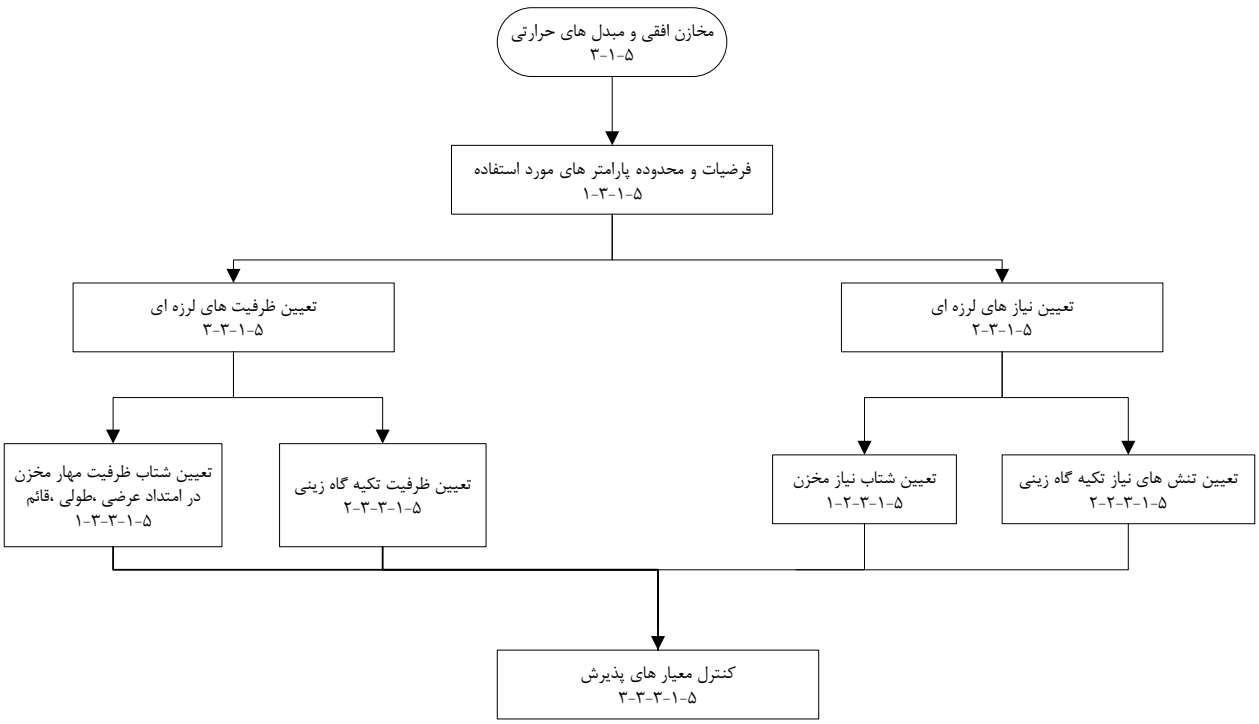
در ارزیابی انعطاف‌پذیری لوله‌ها، وزن نازل‌ها باید در نظر گرفته شود اما می‌توان از وزن لوله‌ها صرفنظر نمود.

در صورتی که مخزن هر کدام از شرایط فوق را دارا نباشد "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردد اما می‌تواند به یکی از روش‌های ذیل مجدداً مورد بررسی قرار گیرد.

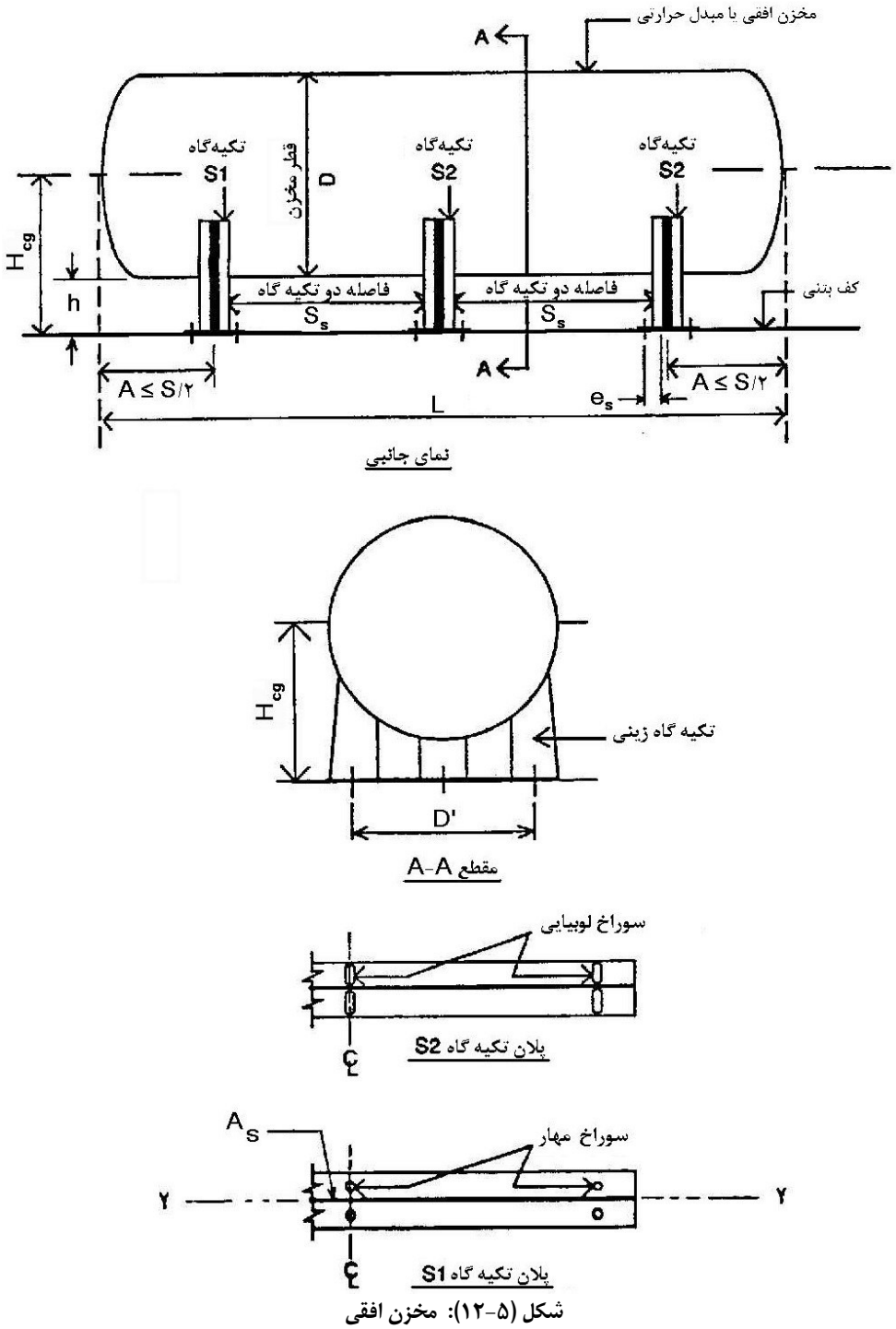
- استفاده از روش‌های تحلیلی دقیق‌تر
- ملاحظه تمهیداتی جهت افزایش ظرفیت لنگر خمشی و برشی مخزن
- ملاحظه تمهیداتی جهت افزایش ارتفاع آزاد مخزن

۵-۱-۳- مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی

نمونه‌ای از مخازن افقی روی تکیه‌گاه زمینی که در محدوده این دستورالعمل قرار می‌گیرد در شکل (۵-۱۲) نشان داده شده است. در روند نمای (۵-۲) روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن قائم نشان داده شده است.



روند نمای ۵-۲: روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی



شکل (۵-۱۲): مخزن افقی

۵-۱-۳-۱- فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده

محدوده پارامترهای مورد استفاده در جدول (۵-۶) ارائه گردیده است.

جدول (۵-۶): محدوده پارامترها و فرضیات برای مخازن افقی قابل ارزیابی توسط ضوابط این دستورالعمل

قطر مخزن(D)	۰٫۳ تا ۴٫۳ متر
طول مخزن(L)	۱٫۲ تا ۱۸٫۳ متر
ارتفاع مرکز ثقل مخزن و سیال نسبت به سطحی که مخزن در آن مهاربندی شده است.(H_{cg})	۰٫۳ تا ۳٫۷ متر
تعداد تکیه‌گاه‌های زینی(NS)	۲ تا ۶ عدد
فاصله بین ورق‌های تکیه‌گاه زینی(S)	۶٫۱-۰٫۹ متر
تعداد محل‌های مهاربندی شده در هر ورق تکیه‌گاه زینی(NL)	۲ یا ۳
تعداد میل‌مهارها در هر محل مهار شده (NB)	۱ یا ۲
فاصله بین میل مهارهای انتهایی در ورق نشیمن تکیه‌گاه زینی(D')	۰٫۳ تا ۳٫۷ متر
نسبت ارتفاع مرکز ثقل به فاصله ورق‌های تکیه‌گاه زینی $\left(\frac{H_{cg}}{S}\right)$	۰٫۵ تا ۲٫۰
نسبت ارتفاع مرکز ثقل به فاصله بین میل مهارهای انتهایی در ورق نشیمن تکیه‌گاه زینی $\left(\frac{H_{cg}}{D'}\right)$	۰٫۵ تا ۲٫۰
وزن مخصوص مخزن افقی به همراه سیال درون آن(γ_t) مبدل حرارتی افقی به همراه سیال درون آن (γ_h)	 ۹۶۱ تا ۱۰۲۱ کیلوگرم بر متر مکعب ۲۰۸۲ تا ۲۸۸۳ کیلوگرم بر متر مکعب

فرضیات مورد استفاده در ارزیابی مخازن افقی عبارتند از:

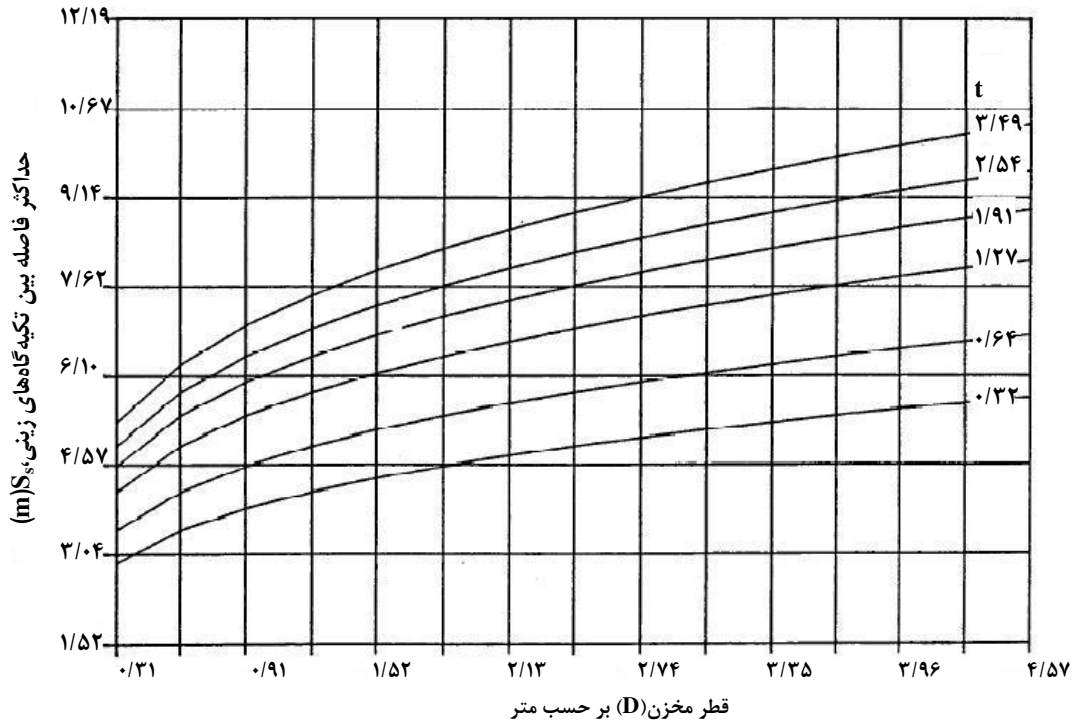
- مخازن، استوانه‌ای، افقی و از جنس فولاد نرمه هستند.
- مخازن بر روی ورق‌های فولادی نشیمن زینی قرار دارند و به یک شالوده سخت که مقاومت کافی برای مقابله با بارهای زلزله را دارد، مهار شده‌اند.
- تکیه‌گاه‌های زینی در فواصل یکسان S قرار داشته و طول‌های بدون تکیه‌گاه (طره‌ای) مخزن در دو انتها کمتر از $\frac{S}{2}$ می‌باشد.
- در هر محل مهاربندی ۱ یا ۲ میل مهار قرار دارد.
- تمامی ورق‌های نشیمن تکیه‌گاه‌های زینی(غیر از تکیه‌گاهی که در یک انتها گیردار شده است) در امتداد طولی دارای سوراخ‌های لوبیایی هستند.

۵-۱-۳-۲- نیاز لرزه‌ای مخازن افقی

در تعیین نیاز لرزه‌ای مهار و تکیه‌گاه‌های مخازن افقی از روش استاتیکی معادل استفاده می‌شود.

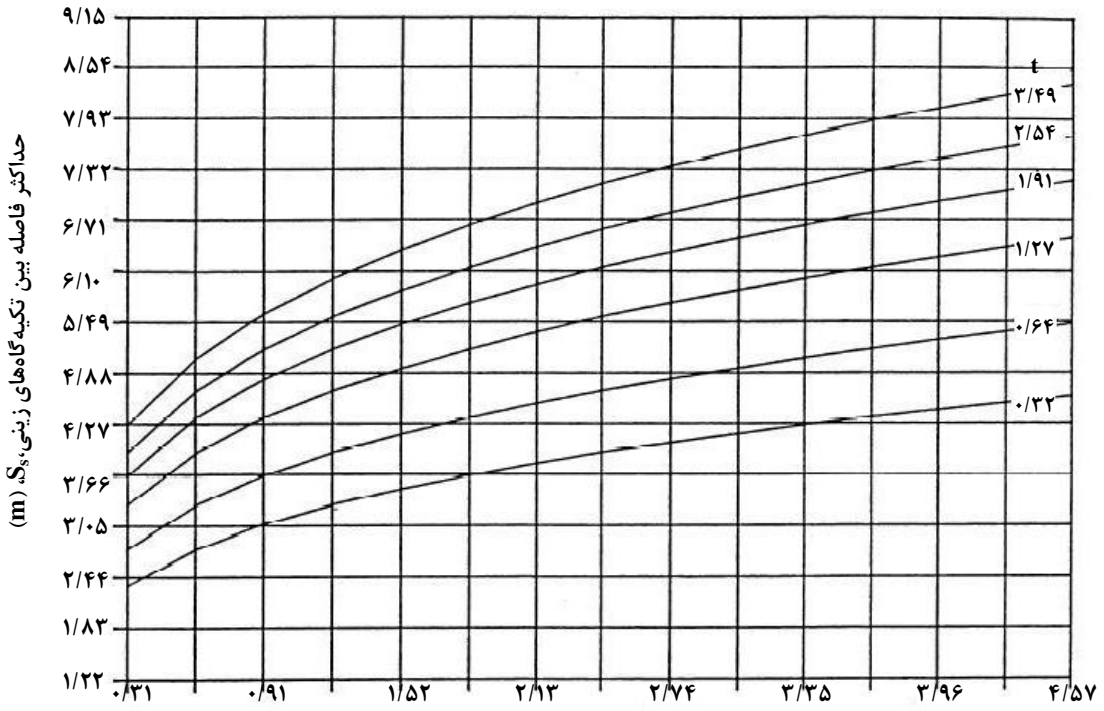
۵-۱-۳-۲-۱- شتاب نیاز مخازن افقی

شتاب نیاز لرزه‌ای به صلبیت یا انعطاف‌پذیری مخزن در هر یک از سه امتداد عرضی، طولی و قائم بستگی دارد.
اگر مخزن در هر کدام از سه امتداد عرضی، طولی یا قائم صلب ارزیابی شود، مقدار شتاب نیاز آن برابر مقدار ZPA طیف طرح با میرایی ۴٪ درنظر گرفته می‌شود. اگر مخزن در هر کدام از سه امتداد فوق انعطاف‌پذیر تشخیص داده شود مقدار شتاب نیاز آن حداکثر شتاب طیفی طیف طرح با میرایی ۴٪ درنظر گرفته می‌شود.
برای تعیین صلبیت یا انعطاف‌پذیری مخازن افقی در امتداد عرضی یا قائم با وارد کردن مقادیر D (قطر مخزن (m)) و t (ضخامت پوسته مخزن (cm)) در شکل (۵-۱۳) (برای مخازن افقی با وزن مخصوص $\left(\frac{kgf}{cm^3}\right)$ $\gamma_t \leq ۱۲۰۰$) یا شکل (۵-۱۴) (برای مبدل‌های حرارتی افقی با وزن مخصوص $\left(\frac{kgf}{cm^3}\right)$ $\gamma_h \leq ۲۸۸۰$) ، حداکثر فاصله تکیه‌گاه‌های زینی برای تضمین صلب بودن مخزن در سمت عرضی و قائم (یعنی $f_{trans} \geq ۳۳$ Hz)، S_S، تعیین می‌شود. اگر حداکثر فاصله مجاز بین تکیه‌گاه‌های زینی (S_S)، از فاصله موجود بیشتر یا مساوی با آن باشد، مخزن در امتداد عرضی و قائم صلب و در غیر اینصورت انعطاف‌پذیر است.



شکل (۵-۱۳): حداکثر فاصله مجاز تکیه‌گاه زینی در مخازن افقی صلب

$$\gamma_t \leq ۱۰۲۱ \left(\frac{kgf}{m^3}\right) \text{ با } (f_{trans} \geq ۳۰Hz)$$



شکل (۵-۱۴): حداکثر فاصله مجاز تکیه‌گاه زینی در مبدل‌های حرارتی صلب($f_{tran} \geq ۳۰Hz$) با $\left(\frac{kgf}{cm^3}\right)$ $\gamma_h \leq ۲۸۸۴$

در صورتیکه فرکانس تشدید طولی مخزن (f_{long}) که طبق رابطه (۵-۳۴) محاسبه می‌شود، بزرگتر یا مساوی ۳۳ هرتز باشد، مخزن در امتداد طولی صلب بوده و در غیر اینصورت انعطاف‌پذیر است.

$$f_{long} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{100k_s.g}{W_{tf}}} \qquad (۵-۳۴)$$

که در آن

W_{tf} : وزن مخزن و سیال درون آن (kgf)

g: شتاب ثقل زمین (cm/s^2)

k_s : سختی تکیه‌گاه زینی طبق رابطه زیر

$$k_s = \frac{1}{\frac{h^3}{3E.I_{yy}} + \frac{h}{A_s.G}} \qquad (۵-۳۵)$$

که در آن

G : مدول برشی ورق تکیه‌گاه زینی و سخت کننده‌ها $\left(\frac{kgf}{cm^2}\right)$

E : مدول الاستیسیته ورق تکیه‌گاه زینی و سخت کننده‌ها $\left(\frac{kgf}{cm^2}\right)$

h : ارتفاع ورق تکیه‌گاه زینی از پائین مخزن تا ورق نشیمن تحتانی (cm)

I_{yy}: ممان اینرسی سطح مقطع ورق تکیه‌گاه زینی و سخت‌کننده‌های آن که در مقطعی دقیقاً زیر بخش تحتانی مخزن استوانه‌ای، محاسبه می‌شود.

A_s: سطح مقطع ورق تکیه‌گاه زینی و سخت کننده‌هایش (cm^2)

۵-۱-۳-۲-۲- تنش‌های نیاز تکیه‌گاه زینی

تنش صفحات زینی و سخت کننده‌های آنها با استفاده از تحلیل و با درنظر گرفتن نیروهای ذیل باید محاسبه گردد.

- بارهای لرزه‌ای طولی
- نیروی فشاری قائم ناشی از بار مرده
- بارهای لرزه‌ای قائم
- لنگر واژگونی ناشی از بارهای لرزه‌ای عرضی(جانبی)

۵-۱-۳-۳- ظرفیت لرزه‌ای مخازن افقی

شتابی که مخزن می‌تواند تحمل کند، از شتاب λ، در دو امتداد افقی و $\frac{2}{3}\lambda$ در امتداد قائم تشکیل شده است. این سه مولفه شتاب با استفاده از روش جذر مجموع مربعات (SRSS)، با هم ترکیب می‌شوند.

۵-۱-۳-۳-۱- شتاب ظرفیت مهار مخزن

شتاب ظرفیت (λ) مهار مخزن، برابر با کمترین مقدار از دو شتاب ظرفیت مهاربندی λ_1 و λ_u طبق رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$\lambda = \min(\lambda_u, \lambda_1) \qquad (۳۵-۵)$$

که در آن

$$\lambda_1 = \left(\frac{V_u}{W_b}\right)\left(\frac{1}{F_1}\right)(g) \qquad (۳۶-۵)$$

$$\lambda_u = \frac{\frac{V_u}{W_b} + \frac{0.7}{\alpha}}{(\frac{0.7}{\alpha})F_2 + F_1} \quad (g) \qquad (۳۷-۵)$$

که در آن

V_u: ظرفیت برشی محاسباتی مهار طبق رابطه (۳-۲) فصل سوم

α: نسبت ظرفیت بیرون کشیده شدگی محاسباتی به ظرفیت برشی محاسباتی طبق رابطه زیر:

$$\alpha = \frac{P_r}{V_u} \qquad (۳۸-۵)$$

W_b : وزن مخزن به ازای هر میل مهار بر اساس رابطه زیر:

$$W_b = \frac{W_{tf}}{NS.NL.NB} \qquad (۳۹-۵)$$

$$F_1 = \sqrt{(NS)^2 + 1} \qquad (۴۰-۵)$$

$$F_2 = \sqrt{(NL)^2 (\frac{H_{cg}}{D'})^2 + (\frac{2}{3})^2 + (\frac{H_{cg}}{S})^2 \left[\frac{(NS)^2}{(NS-1)^2}\right]} \qquad (۴۱-۵)$$

که در آن

P_r: ظرفیت کاهش یافته میل‌مهار که تابعی از ظرفیت بیرون کشیدگی مهار مطابق رابطه (۳-۱) فصل سوم، مقاومت خمشی ورق نشیمن تحتانی و مقاومت جوش پایه تکیه‌گاه زینی به ورق نشیمن تحتانی بوده و از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد. (kgf)

$$P_r = \min(Rw, RB) P_u \qquad (۴۲-۵)$$

P_u: ظرفیت بیرون کشیده‌شدگی محاسباتی مهار مطابق رابطه (۳-۱) فصل سوم (kgf)

RB: ضریب کاهش مربوط به مقاومت خمشی ورق نشیمن تحتانی مطابق رابطه ذیل

$$RB = \frac{f_y t_b^{\,2}}{3P_u} \le 1 \qquad (۴۳-۵)$$

که در آن

t_b: ضخامت ورق نشیمن تحتانی تکیه‌گاه زینی (cm)

Rw: ضرب کاهش مربوط به مقاومت جوش پایه تکیه‌گاه زینی به ورق نشیمن تحتانی مطابق رابطه ذیل

$$Rw = \frac{F_w}{\sigma_w} \le 1 \qquad (۴۴-۵)$$

که در آن

F_w: ظرفیت کشش فلز الکترود مطابق رابطه ذیل

$$F_w = 0.5 F_u \qquad (۴۵-۵)$$

که در آن

F_u: ظرفیت نهایی فلز الکترود جوش (kgs/cm^2)

NL : تعداد محل اتصال در هر تکیه‌گاه زینی

NB : تعداد میل‌مهارها در هر محل اتصال

NS : تعداد تکیه‌گاه‌های زینی

D´ : فاصله بین میل‌مهارهای انتهایی در ورق نشیمن تکیه‌گاه زینی (m)

S : فاصله بین تکیه‌گاه‌های زینی (m)

W_{tf} : وزن مخزن به اضافه سیال (kgf)

H_{cg}: ارتفاع مرکز ثقل مخزن و سیال بالای سطحی که مخزن در آن مهاربندی شده است (m)

۵-۱-۳-۳-۲- ظرفیت تکیه‌گاه زینی

ظرفیت تکیه‌گاه زینی براساس ضوابط مقررات ملی ایران برای اعضای سازه‌ای تعیین می‌گردد.

۵-۱-۳-۳-۳- معیارهای پذیرش

مخزن افقی یا مبدل حرارتی در صورتی غیرآسیب‌پذیر ارزیابی می‌شود که شرایط ذیل برقرار باشد:

- بزرگتر بودن شتاب ظرفیت مهار مخزن، λ (بند ۵-۱-۳-۳-۱) از شتاب نیاز مخزن (بند ۵-۱-۳-۱-۱) در هر سه امتداد عرضی، طولی
- بزرگتر بودن ظرفیت تکیه‌گاه و قائم زینی (بند ۵-۱-۳-۳-۲) از تنش‌های نیاز تکیه‌گاه زینی (بند ۵-۱-۳-۲-۲)

در صورتی که مخزن هر کدام از شرایط فوق را دارا نباشد "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردد اما می‌تواند به یکی از روش‌های ذیل مجدداً مورد بررسی قرار گیرد.

- استفاده از روش‌های تحلیلی دقیق‌تر
- ملاحظه تمهیداتی جهت تقویت، تعویض یا اضافه نمودن ورق نشیمن، مهارها و یا تکیه‌گاه زینی

۵-۲- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.

فصل ۶

ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های لوله‌کشی با استفاده از روش سرند

۶-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه ای سامانه‌های لوله‌کشی بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد " ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

اگر مرور مدارک طراحی کفایت لرزه‌ای سامانه لوله‌کشی را با توجه به وضعیت فعلی آن تایید نماید نیازی به استفاده از روش سرند نیست، با این حال جهت ملاحظه وضعیت فعلی سامانه لوله‌کشی بهتر است روش سرند به کار گرفته شود.

اگر احراز کفایت لرزه‌ای با استفاده از روش سرند مقدور نباشد، استفاده از روشهای مدلسازی و تحلیل عددی سازه ارائه شده در فصل دوم بنا به تشخیص کاربر قابل قبول می‌باشد.

در صورت عدم احراز کفایت لرزه‌ای با استفاده از روش سرند بکارگیری اطلاعات تجربی و آزمایشگاهی، کاتالوگ‌ها بروشورها و غیره در تعیین آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه لوله‌کشی توصیه می‌گردد.

برای سامانه‌های لوله‌کشی با اهمیت نسبی I_1 استفاده از روش‌های مدلسازی و تحلیل سامانه‌ای ضروری است.

۶-۱-۱- محدوده کاربرد

در شرایطی که سامانه لوله‌کشی در بالای سطح زمین بوده و مصالح ساخت لوله‌ها مطابق معیارهای ذیل باشند می‌توان از روش سرند ارائه شده در این فصل استفاده نمود. لوله‌های زیرزمینی باید با استفاده از ضوابط فصل سیزدهم "آیین‌نامه طراحی لرزه‌ای تاسیسات و سازه‌های صنعت نفت" مورد ارزیابی قرار گیرند.

۱- مصالح به‌کار رفته در ساخت لوله‌ها باید در دمای بهره‌برداری شکل‌پذیر بوده و در لحظه شکست ، دارای کرنش بالاتر از ۱۰٪ باشند. مصالح چدنی و آلیاژهای غیرآهنی با مقاومت کششی نهایی کمتر از ۲۱۱۰ kg/cm2، آلومینیوم جوش‌شده و اتصالات لحیم نرم[1] مگر در مناطق با لرزه‌خیزی پایین (مناطق ۳ و ۴ طبق آیین نامه ۲۸۰۰) و شرایطی که لوله‌کشی در معرض ضربه قرار نمی‌گیرند مورد قبول نمی‌باشند.

استفاده از مصالح فولادی، مسی و برنزی با مقاومت بیش از ۲۱۱۰kg/cm2 مجاز می‌باشد. در لوله‌کشی مسی می‌توان از لحیم سخت (مقاومت جوش از مقاومت لوله بیشتر است) استفاده کرد.

در جدول (۶-۱) مشخصه‌های لازم برای مصالح لوله‌ها را در دمای اتاق ارائه گردیده‌اند. در هنگام ارزیابی شکل‌پذیری مصالح، افت این خصوصیات بویژه کاهش در میزان افزایش طول به علت کاهش شکل پذیری باید مورد توجه قرار گیرد.

۲- نسبت قطر به ضخامت لوله باید برابر یا کمتر از ۵۰ باشد

۳- دمای کارکرد باید بین -۳۰^{o} و $۱۲۰^{o}c$ باشد. دمای کارکرد برای سامانه لوله‌کشی با سختی سازه‌ای بالا باید مورد تجدید نظر قرار گیرد.

1 soldered joints

جدول (۶-۱): ویژگی‌های متداول برای مصالح لوله‌ها، اتصالات و اعضای تکیه‌گاهی در دمای اتاق

توضیحات	مواد	تنش مجاز پایه (kg/cm^2)	تنش تسلیم (kg/cm^2)	تنش نهایی (kg/cm^2)	قابلیت افزایش طول در مقطع دایره‌ای با قطر ۵ سانتیمتر(min. %)
فولاد سازه‌ای	A36	۱۲۵۱	۲۵۳۱	۴۰۷۷ تا ۵۶۲۴	۲۳-۲۰
فولاد نرمه	A53, GR. B	۱۴۰۶	۲۴۶۰	۴۲۱۸	۲۳-۲۲
فولاد نرمه معمولی	1A105,FR CL-70	۱۶۳۸	۲۵۳۱	۴۹۲۱	۳۰-۱۸
فولاد نرمه معمولی (لوله بی‌درز)	A106, GR. B	۱۴۰۶	۲۴۶۰	۴۲۱۸	۳۰-۱۶
اتصال لوله	A234 GR. WPB	۱۴۰۶	۲۴۶۰	۴۲۱۸	۳۰-۱۴
پیچ فولاد نرمه	A307, GR. B	۹۶۳	۲۵۳۱	۴۲۱۸ تا ۷۰۳۰	۱۸
لوله فولادی ضدزنگ	A312, GR. TP-304L	۱۱۷۴,۱	۱۷۵۷	۴۹۲۱	۳۵-۲۵
لوله مسی	انواع مختلف	۴۲۱ تا ۱۰۵۴	۶۳۲ تا ۲۸۱۲	۲۱۰۹ تا۳۵۱۵	۲۵
لوله برنجی سرخ	B43 Temp.061	۵۶۲	۸۴۴	۲۸۱۲	۳۵

۶-۲- مراحل سرند

ارزیابی لرزه‌ای سامانه لوله‌کشی به روش سرند شامل ۱۳ مرحله ذیل می‌باشد.

۱- سرند کیفیت ساخت
۲- سرند تخریب داخلی
۳- سرند خوردگی خارجی
۴- سرند دهانه بین تکیه‌گاه‌های قائم
۵- سرند دهانه بین تکیه‌گاه‌های جانبی
۶- سرند حرکت تکیه‌گاهی
۷- سرند اتصالات مکانیکی لوله‌ها
۸- سرند اتصالات فلنجی
۹- سرند بارهای نازل تجهیزات
۱۰- سرند برون محوری نیروهای ثقلی
۱۱- سرند اتصالات انعطاف‌پذیر
۱۲- سرند ارزیابی تکیه‌گاه‌های لوله
۱۳- سرند اندرکنش با سازه‌های دیگر

۶-۲-۱- سرند ۱ : کیفیت ساخت

لوله‌ها، اجزای لوله‌کشی و تکیه‌گاه‌ها باید سالم بوده و ساختار مناسبی داشته باشند.

- قبل از آغاز مراحل سرند سامانه لوله‌کشی، باید یک ارزیابی برروی مراحل طراحی، جوش کاری و کیفیت ساخت و همچون آسیب‌های مشهود لوله‌ها و تکیه‌گاه‌ها، انجام گیرد.
- کفایت اتصال در محل اتصالات شاخه فرعی باید با توجه به میزان فشار داخل لوله کنترل گردند. سامانه‌هایی با فشار بیش از مقادیر مجاز ارائه شده در مرجع [۹] غیر قابل قبول تلقی می‌شوند.
- اتصالات لوله ها باید حتی المقدور استاندارد بوده توانایی تحمل فشاری یکسان با لوله‌های متصله داشته باشند. اتصالات غیر استاندارد باید با سخت گیری بررسی شوند.
- جهت بررسی کیفیت طراحی، ساخت، نصب و نگهداری، لوله‌کشی و تکیه‌گاه‌های آن باید مورد بازدید عینی قرار گیرند. در بخش‌هایی که لوله‌کشی در دسترس نمی‌باشد تا بازدید عینی از آن صورت گیرد (با عایق پوشیده شده یا در محل غیرقابل دسترسی قرار گرفته و غیره)، کیفیت ساخت می‌تواند برمبنای نقشه چون ساخت و مدارک نگهداری معتبر به روز، کنترل شود.
- علائم و نشانه‌های کیفیت ساخت پائین یا خرابی متعاقب آن عبارتند از:

۱- اعوجاج بیش از حد لوله یا تکیه‌گاه‌ها.

۲- اتصالات ایجاد شده با لحیم سخت[1] که به ظاهر کیفیت خوبی دارند ولی در محلی دورتر از اتصال و در امتداد لوله، ضخامت نازکی از لحیم سخت یا نرم[2] مشاهده نمی‌شود.

۳- جوش‌های ناهموار، آسیب‌دیده یا جوش‌های با ابعاد کمتر از حد مورد قبول

۴- ترمیم‌های موقتی یا غیرمعمول

۵- نشانه‌های برخورد اشیای با لوله‌ها که باعث ایجاد لهیدگی‌های[3] مشهود، خراش در سطح لوله و یا اعوجاج در لوله‌ها یا اجزای مربوطه شده باشد.

۶- خارج شدن لوله از تکیه‌گاه به صورتیکه وزن لوله به صورت غیرمعمول و غیریکسان روی نشیمن یا نگهدارنده توزیع شده باشد.

۷- تغییر شکل دیواره مجرای عبور لوله در نزدیکی محل تماس با لوله

۸- خروج اجباری تکیه‌گاه‌های لوله از محل خود در اثر انبساط و انقباض لوله

۹- حرکت صفحه نشیمن (پایه)، شکستگی در شالوده و یا برش میل‌مهارهای شالوده تجهیزات مکانیکی که لوله به آنها متصل است.

۱۰- مفقود بودن پیچ‌ها یا مهره‌ها

۱۱- مشاهده علائم نشت (تغییر رنگ، سطح خیس و غیره)

۱۲- ترک در اتصالات فلنجی و یا محل‌هایی از پمپ‌ها یا توربین‌ها که لوله به آنها متصل است.

۱۳- از بین رفتن پوشش‌دهنده‌های محافظ و ضد آتش

۱۴- آسیب‌های فیزیکی کلی

۱۵- حرکت یا تخریب در شالوده بتنی

۱۶- تخریب یا شل‌شدگی در میل‌مهارهای شالوده

---

1. braze
2. solder
3. bearing

۱۷- اتصال غیرمطمئن قلاب‌ها و تیرها به تکیه‌گاه
۱۸- محدودیت و عدم آزادی حرکت در اتصالات انعطاف‌پذیر
۱۹- اتصال غیرمطمئن یا تنظیم نامناسب نگهدارنده‌های لوله
۲۰- شکستگی یا اعوجاج تکیه‌گاه‌های لوله
۲۱- بزرگ بودن بیش‌از حد سوراخ میل‌مهارها

۶-۲-۲- سرند ۲: تخریب داخلی

- لوله‌کشی و اجزای آن نباید دارای پوسیدگی و خرابی داخلی باشند.
- مستعد بودن لوله‌ها برای تخریب داخلی باید از دو جهت زیر بررسی گردد.
  ۱- سابقه عملکرد و نگهداری سامانه لوله‌کشی
  ۲- بررسی متالورژیکی
- انجام آزمایشات جدید غیر مخرب سطحی یا حجمی سامانه لوله‌کشی برای این معیار سرند، ضرورتی ندارد. بازبینی آمار ثبت شده از عملکرد و ارزیابی متالورژیکی برمبنای اطلاعات موجود صورت می‌پذیرد. در صورتی‌که هر یک از دو منبع اطلاعاتی بالا در دسترس نبوده و یا سامانه لوله‌کشی مستعد تخریب داخلی باشد، سامانه آسیب‌پذیر تلقی می‌گردد.
- اگر شرایط سامانه لوله‌کشی مناسب تشخیص داده شود ولی این انتظار وجود داشته باشد که در آینده دچار تخریب گردد، باید سامانه تحت سرویس‌های بازرسی دوره‌ای در حین فعالیت قرار گیرد و یا اثرات تخریب مورد انتظار ارزیابی گردند.

۶-۲-۲-۱- سابقه عملکرد و نگهداری

- عملیات نگهداری در گذشته و هرگونه ترمیم و تعویض انجام شده روی سامانه لوله‌کشی یا سامانه‌های مشابه باید مشخص شده و مورد ارزیابی قرار گیرد تا بتوان در مورد احتمال بروز مکانیزم تخریب مکانیکی یا متالوژیکی قضاوت کرد.
- مشخص نمودن هر گونه تاریخچه اتفاق‌ها یا بارگذاری‌های غیرعادی مانند لرزش‌های ناشی از جریان، ضربه قوچ، خروج از محوری، گریپاژ[1] و سیکل گرمایی بیش از حد الزامی است، تا بتوان در مورد ایجاد تخریب سامانه ناشی از خستگی یا تسلیم قضاوت کرد.
- شواهدی چون نشت لوله، تعمیر لوله، تخریب‌های تکیه‌گاهی یا لرزش‌های غیرعادی می‌تواند نشان‌دهنده بارگذاری دوره‌ای قابل‌توجه باشد که باید بررسی گردند.

۶-۲-۲-۲- نواحی مستعد تخریب

در نواحی اشاره شده در زیر بیشترین آمادگی برای ایجاد فرسودگی، خوردگی و انواع دیگر تخریب مواد و مصالح وجود دارد.
۱- نقاطی که احتمال وقوع میعان یا جوشش اسید یا آب در آن وجود دارد.
۲- نقاطی که احتمال تولید اسید از فرآیندهای عملیاتی در آنها وجود دارد.
۳- نقاطی که احتمال حضور نفتینیک[2] یا اسیدهای آلی دیگر در فرآیند جریان وجود دارد.

1. binding
2. Neftinic

۴- نقاطی که جریان سولفور غلیظ در دماهای متوسط به بالا وجود دارد.
۵- نقاطی که احتمال هجوم هیدروژن گرم یا سرد وجود دارد.
۶- نقاط انتهایی یا بن‌بست که احتمال بروز جریان آشفته در آنها وجود داشته باشد و یا نقاطی که مایع و بخار بدلیل تبخیر یا میعان امکان حضور همزمان داشته باشند.
۷- بدنه‌های شیر و فلنج و متعلقات آن.
۸- نواحی جوش شده تحت اثرات خاص.
۹- لوله‌های فرآیند (کاتالیزور)، لوله‌های حامل دود و لوله‌های حامل مایعات غلیظ[1].
۱۰- در محل‌هایی از سامانه که میعان رخ می‌دهد.
۱۱- لوله‌های فولادی یا غیرفولادی تحت ترک‌های ناشی از خوردگی تنش.
۱۲- لوله‌های حامل مواد قلیایی که در معرض خطر خوردگی و ترک خوردگی قرار می‌گیرند.
۱۳- نواحی نزدیک فلنج‌ها یا متعلقات جوش شده که به عنوان فین‌های خنک کننده[2] عمل می‌کنند و بدلیل تفاوت حرارت در معرض خوردگی موضعی قرار دارند.
۱۴- محل‌های برخورد یا تغییر در سرعت مایع که می‌تواند ایجاد خوردگی یا فرسودگی موضعی نماید.
۱۵- نقاطی که تماس‌های اتفاقی یا خرابی در عایق باعث تماس فلزهای غیرمشابه گردد.
۱۶- محل تماس لوله حاوی بخار آب یا کابل برق با لوله‌های حامل مواد خورنده مثل سود سوزآور که به دلیل تمرکز حرارت می‌تواند موجب خوردگی شود.
۱۷- نقاط واقع در مجاورت محل تزریق مواد شیمیایی که می‌تواند تحت خوردگی موضعی در ناحیه واکنش قرار گیرد.
۱۸- نقاطی که دارای سابقه گرمایش (اطراف و داخل جوش) در لوله‌های فولادی با اتصالات جوشی بدون پیش‌گرمایش می‌باشند.
۱۹- جوش فلزهای غیرمشابه.
۲۰- لوله تحت لرزش ناشی از جریان یا لرزش‌های مکانیکی.

- امکان خوردگی و فرسودگی که می‌تواند نازک‌شدگی دیواره لوله را در بر داشته باشد باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد. در صورتی‌که احتمال نازک‌شدگی دیواره در ماده یا محیطی وجود داشته باشد، ابعاد نمونه باید اندازه‌گیری شوند.
- اگر پیش‌بینی شود نازک‌شدگی در دیواره، در عمر مفید سامانه لوله‌کشی، از ۲۰٪ ضخامت دیواره لوله تجاوز کند، سامانه مردود تلقی می‌شود.
- اگر ترک ناشی از خوردگی تنش محتمل باشد انجام آزمون جهت تعیین مقاومت لوله در محل خوردگی ضروری است.
- خطر شکست ترد (ناشی از هیدروژن، ترک هیدروژن، تابش، خستگی حرارتی و غیره) برای عمر مفید سامانه لوله‌کشی باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.
- در صورتی‌که کاهش ۱۰ درصدی یا بیشتر در شکل‌پذیری لوله محتمل باشد، سامانه مردود محسوب می‌شود.

1. slurry piping
2. cooling fins

۶-۲-۲-۳- ارزیابی متالورژیکی

ارزیابی متالورژیکی سامانه‌های لوله‌کشی باید تحت نظر مهندسین مواد انجام پذیرد. احتمال کاهش ظرفیت ناشی از تخریب، فرسودگی یا خوردگی مواد باید مورد قضاوت قرار گیرد. شرایط متالورژیکی ذیل باید جهت اطمینان از سازگاری متالورژیکی فلزات در تماس کنترل شود.

۱- فولاد کربن‌دار و کم آلیاژ یا آلیاژ متوسط فولادی

الف) احتمال تردشکنی در صورتیکه لوله‌ها حاوی مواد قلیایی باشند.

ب) احتمال آسیب هیدروژنی مصالح لوله، زمانی که در معرض هیدروژن یا محلول رقیق اسید در شرایط حرارت و فشار خاص قرار گیرند.

ج) احتمال بروز ترک ناشی از خوردگی تنش در لوله، زمانی که در معرض سولفید هیدروژن مرطوب[1] قرار گیرد و احتمال تخریب ناشی از سولفیداسیون در حضور سولفید هیدروژن در دماهای بالا وجود داشته باشد.

د) در شرایطی که نیاز به محدود کردن حداکثر چغرمگی[2] فلزات بدلیل امکان خوردگی تنشی[3] وجود داشته باشد.

۲- فولاد آلیاژ بالا (ضد زنگ)

احتمال بروز ترک ناشی از خوردگی تنش فولادهای ضدزنگ که تحت اثر موادی چون کلرایدها و هالیدهای داخلی یا خارجی دیگر قرار می‌گیرند، که ناشی‌از انتخاب یا اجرای نامناسب عایق‌های گرمایی می‌باشد.

۳- نیکل و آلیاژهای نیکل

احتمال بروز ترک ناشی از خوردگی تنش آلیاژ مس- نیکل (20Cu-70Ni) در بخار اسید هیدرو فلوریک در صورتی که آلیاژ تحت تنش‌های بالا قرار گرفته باشد یا در اثر شکل دادن یا جوش شدن تحت تنش پس ماند باشد.

۴- مس و آلیاژهای مس

الف) احتمال جدایش روی[4] از آلیاژهای برنج.

ب) مستعد بودن آلیاژهای مس برای ترک ناشی از خوردگی تنش هنگامی که در معرض مایع‌هایی مثل آمونیاک یا ترکیبات آن قرار گیرند.

ج) تولید استیلن ناپایدار هنگام قرارگیری در تماس با استیلن.

1. wet hydrogen sulfide
2. hardness
3. Stress corrosion
4. Dezincification

۶-۲-۳- سرند ۳: خوردگی خارجی

- لوله‌کشی، اجزای آن و تکیه‌گاه‌ها نباید دارای خوردگی خارجی قابل توجه باشند. معیار خوردگی قابل توجه، از بین رفتن بیش از ۲۰٪ ضخامت ماده است. رنگ رفتگی سطحی یا یک لایه زنگ در استحکام سازه‌ای تاثیری ندارد. تشکیل یک لایه زنگ زدگی، باعث پوشش سطحی و حفاظت از لایه‌های داخلی در برابر خوردگی‌های بیشتر نیز می‌گردد.
- فولاد ضدزنگ، مس، نیکل و آلیاژهای آنها [۳] در مقابل خوردگی جوی مقاوم هستند. این مواد می‌توانند بدون بازرسی بیشتر مورد قبول باشند.
- فولادهای کم‌آلیاژ کربن و آهن خصوصاً در نواحی مرطوب، در معرض آسیب هستند. در صورتیکه لوله کشی ساخته شده از فولاد کم‌آلیاژ و آهن عایق شده باشد، باید در سه نقطه قابل دسترس و مستعد برای خوردگی، عایق برداری شده و لوله برای خوردگی بازرسی شود.

۶-۲-۳-۱- خوردگی جوی

- در رطوبت‌های پائین (پائین‌تر از ۶۰٪) خوردگی در آهن و فولاد قابل صرفنظر کردن است.
- برای جلوگیری از خوردگی جوی، حفاظت از سطوح فلزات در مقابل آب ضروری است.
- قابلیت بالای تولید حفره‌های عمیق در لوله‌ها درمحل خراشیدگی پوشش دهنده‌های محافظ باید با دقت بررسی شود.
- در تجهیزاتی که در نزدیکی دیگ بخار یا دودکش‌های کوره قرار دارند و در معرض گازهای خورنده مانند دی‌اکسید گوگرد و تری‌اکسید گوگرد می‌باشند، میزان خوردگی شدید است. همچنین کلریدها، سولفورهیدروژن، سرباره‌ها، خاکستر بادی و گرد و غبارهای شیمیایی که در مناطق جوی صنعتی وجود دارند می‌توانند به همین صورت عمل نمایند.

۶-۲-۳-۲- خوردگی مواد زیر عایق‌کاری و پوشش ضد آتش

- قابلیت بروز خوردگی پنهان لوله‌ها در صورت وجود کیفیت نامناسب محافظ‌های مقاوم در مقابل آسیب‌های جوی باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد.
- بررسی دقیق سیستم‌های سرد کننده، صفحه تکیه‌گاهی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار، صرفنظر از دمای کارکرد آنها، جهت کشف خوردگی‌های پنهان توصیه می‌شود.
- بررسی امکان بروز خوردگی در محل ترک‌های موجود در بتن محافظ ضد آتش، خصوصا در بالا و قسمت بیرونی بتن، ضروری است.
- در صورت مشاهده نقص در پوشش‌های محافظ، پوشش در محل نقص باید به اندازه کافی برداشت شود تا شدت و میزان گسترش خوردگی لوله قابل تخمین باشد.
- مقاطعی از عایق در اتصالات کوچک مانند شبکه لوله‌های باریک و اتصالات گیج، باید جهت بازرسی لوله و اتصالات برداشته شوند، زیرا این نقاط در برابر حملات جوی ناشی از نواقص اجرای آب‌بندی عایق‌ها آسیب‌پذیری می‌باشند.

۶-۲-۳-۳- خوردگی لوله‌کشی در نقاط تماس

- بررسی امکان وجود خوردگی در لوله‌هایی که در تماس مستقیم با زمین یا محل رویش گیاهان می‌باشند ضروری است.

- بررسی امکان بروز ترک ناشی از خوردگی در محل تکیه‌گاه‌ها یا آویزها توصیه می‌گردد. خط لوله های لحیم شده در محل تماس تکیه گاه، مستعد خوردگی هستند. لوله‌هایی که بر روی تکیه گاه زینی نصب یا به تکیه گاه جوش می شوند تحت تاثیر رطوبت قرار گرفته و خورده می شوند.
- بررسی امکان خوردگی لوله‌های لحیم شده در محل تماس تکیه‌گاه یا لوله‌هایی که روی تکیه‌گاه‌های زمینی قرار گرفته یا به تکیه‌گاه جوش می‌شوند و در معرض رطوبت قرار دارند توصیه می شود.
- بررسی امکان خوردگی در لوله هایی که ماستیک آب بندی بخار در عایق آنها از بین رفته است ضروری است.

۶-۲-۳-۴- خوردگی در سازه‌ها

بررسی امکان بروز خوردگی در سازه‌هایی که دارای درزهای مستعد نفوذ آب بوده و آب برای مدت طولانی در آنها باقی می‌ماند، مثل کف‌های دسترسی نزدیک سقف، یا سازه‌هایی که نزدیک دودکش کوره‌ها و برج‌های خنک کننده قرار دارند، توصیه می‌گردد.

۶-۲-۳-۵- نشت

نشت مایعات و چکیدن آن بر روی سایر لوله‌ها و تجهیزات که از نشانه‌های آن تغییر رنگ موضعی یا سطوح خیس لوله‌ها یا بستر می‌باشد، باید مورد بررسی قرار گیرد.

۶-۲-۴- سرند ۴: دهانه بین تکیه‌گاه‌های قائم

لوله‌ها باید به صورت مناسب در راستای قائم مقید شوند. یک سامانه لوله‌کشی در صورتی برای تحمل بارهای مرده به درستی مهار گردیده است که طول دهانه معادل بین تکیه‌گاه‌های قائم آن، با توجه به نوع سیال، مطابق با جدول (۶-۲) باشد. این جدول فاصله مورد قبول بین تکیه‌گاه‌های میانی برای این معیار سرند را ارائه می‌دهد.

جدول (۶-۲): طول دهانه معادل بین تکیه‌گاه‌های قائم

قطر اسمی لوله (اینچ)	انتقال مایع (متر)	انتقال گاز (متر)
۱	۳٫۰	۴٫۰
۲	۴٫۵	۵٫۵
۳	۵٫۵	۶٫۵
۴	۶٫۵	۷٫۵
۶	۷٫۵	۹٫۵
۸	۸٫۵	۱۱٫۰
۱۲	۱۰٫۰	۱۳٫۵
۱۶	۱۲	۱۵٫۵
۲۴	۱۴٫۵	۱۹٫۰

طول دهانه معادل L_{ei} در جهت مورد بررسی i به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$L_{ei} = (W_{pi} + W_{ci})/W \qquad (۱-۶)$$

W_{pi} : وزن لوله در فاصله بین تکیه‌گاه‌های متوالی در جهت i، شامل عایق‌کاری و محتویات [kgf]

W_{ci} : وزن اجزای لوله در دهانه [kgf]

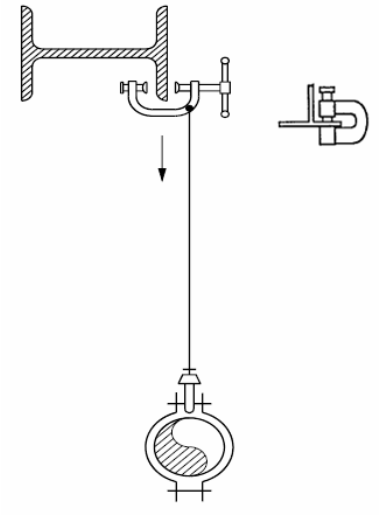
W : وزن واحد طول لوله، عایق و محتویات در فاصله دو تکیه‌گاه لوله [kgf/m]

طول دهانه معادل برای لوله حامل گاز با فرض خالی بودن لوله و خشک بودن آن محاسبه می‌گردد.

- بارهای قائم می‌توانند توسط تکیه‌گاه‌های وزنی[1] طراحی شده و یا سازه‌هایی که به عنوان تکیه‌گاه‌های وزنی در نظر گرفته نشده‌اند، مثل فرورفتگی دیوارها، برخی انواع تکیه‌گاه افقی تیرهای قوطی‌شکل و دال کف، تحمل شود.
- انواع پیکره‌بندی‌های تکیه‌گاهی قائم که در ادامه معرفی شده‌اند، غیر قابل قبول تلقی شده و مردود می‌باشند.

۱- اتصالات گیره‌ای اصطکاکی (شکل ۶-۱).

1. deadweight supports

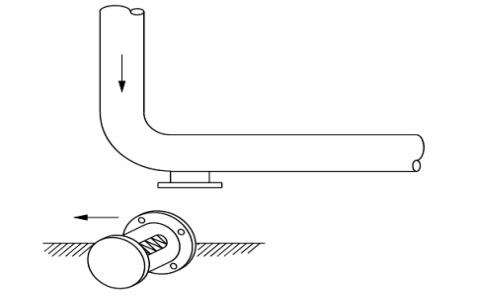


شکل (۶-۱): اتصال گیره‌ای اصطکاکی

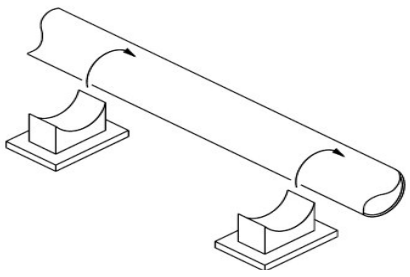
۲- نشیمن زینی کم عمق لوله یا رول لوله‌ها[1]. (شکل ۶-۲ و ۳)

۳- اگر تکیه‌گاه تحتانی به صورت مناسب به لوله یا کف طبقه متصل نشده باشد و حرکت جانبی لوله موجب ضربه زدن به تکیه‌گاه گردد.

۴- اتصالات گیره‌ای در یک کانال قائم بدون اتصال موثر با لوله.



شکل (۶-۲): حرکت تکیه‌گاهی

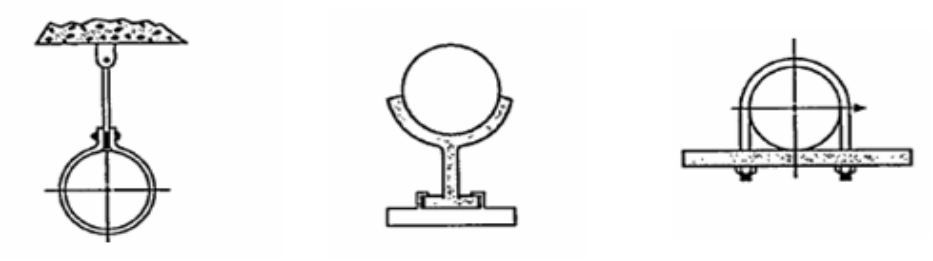


شکل (۶-۳): نشیمن کم‌عمق لوله

1. pipe rolls

۶-۲-۵- سرند ۵: دهانه بین تکیه‌گاه‌های جانبی

لوله کشی باید به صورت مناسب در مقابل حرکت جانبی مقید گردد. یک سامانه لوله‌کشی در صورتی دارای قید جانبی مناسب تلقی می-شود که فاصله قیدهای جانبی معادل از سه برابر مقادیر جدول (۶-۲) تجاوز ننماید. این فاصله، برای مقاطع لوله‌ای که اتصالات رزوه‌ای دارند تقسیم بر ۲٫۳ می‌شود. (۲٫۳ ضریب افزایش تنش برای اتصالات رزوه‌ای است).
قیود جانبی ممکن است توسط طراحی مهندسی و یا به شیوه‌های زیر تامین شوند.
۱- تداخل عملکرد سیستم‌های مختلف
۲- عبور لوله از درون تیر قوطی شکل
۳- میل‌مهارهای U شکل
۴- نشیمن‌های تکیه‌گاهی زینی
۵- پیشامدگی دیوار و کف
۶- میله آویز
در شکل (۶-۴) برخی از انواع سیستم‌های مهار جانبی لوله‌ها نشان داده شده است.



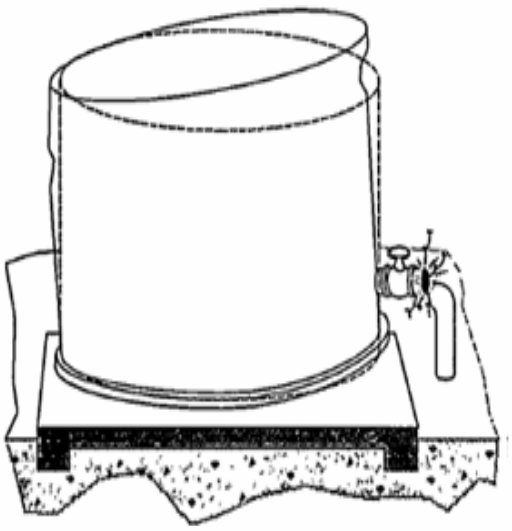
شکل (۶-۴): تکیه‌گاه‌های جانبی

۶-۲-۶- سرند ۶: حرکت تکیه‌گاهی

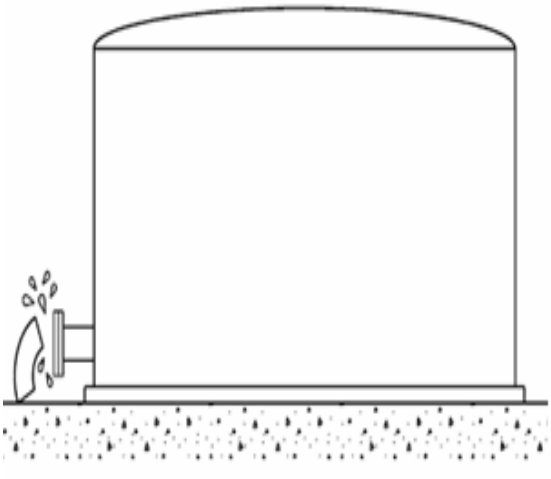
لوله‌کشی باید انعطاف‌پذیری لازم جهت سازگاری با حرکات لرزه‌ای سازه‌ها، تجهیزات و لوله‌های اصلی (سرشاخه) که به آنها متصل شده‌اند را دارا باشد.حرکات تکیه‌گاهی که سامانه لوله‌کشی باید در مقابل آنها انعطاف‌پذیری کافی داشته باشندعبارتند از:
۱- تغییر مکان‌های بزرگ مخازن و تجهیزات مهار نشده.
۲- گسیختگی مهارهای مخازن و تجهیزات.
۳- حرکات نسبی بزرگ در سازه‌هایی که لوله‌کشی به آنها متصل است.
۴- حرکات بزرگ لوله اصلی سرشاخه که به لوله‌های فرعی کوچکتر تحمیل می‌شوند.
۵- حرکات نسبی ناشی از نشست خاک.

- در ارزیابی لرزه‌ای لوله‌ها باید به آسیب‌پذیری لوله‌هایی که توسط اتصالات غیرجوشی به مخازن، پمپ‌ها و لوله‌های اصلی سرشاخه، که دارای قید کافی نمی‌باشند، متصل می‌باشند توجه نمود.

- مهار مناسب مخازن و تجهیزاتی که به لوله‌ها متصل هستند جهت جلوگیری از از سر خوردن، حرکات رفت و برگشتی و یا واژگونی آنها باید ارزیابی گردد. ارزیابی مهارها باید بر مبنای ضوابط فصل ۳ انجام گیرد. (شکل ۶-۵)
- تکیه‌گاه مخازن و تجهیزاتی که به لوله‌کشی متصلند، باید به حدی سخت باشند که حرکت‌های تکیه‌گاهی به حداقل برسد. (شکل ۶-۶)

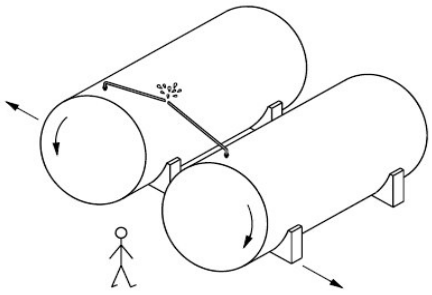


شکل (۶-۵-الف): بلندشدگی مخزن در نتیجه مهار نامناسب



شکل (۶-۵-ب): حرکت و سر خوردن مخزن در نتیجه مهار نامناسب

شکل (۶-۵): حرکت تکیه‌گاهی در لوله‌هایی که به مخزن متصلند.

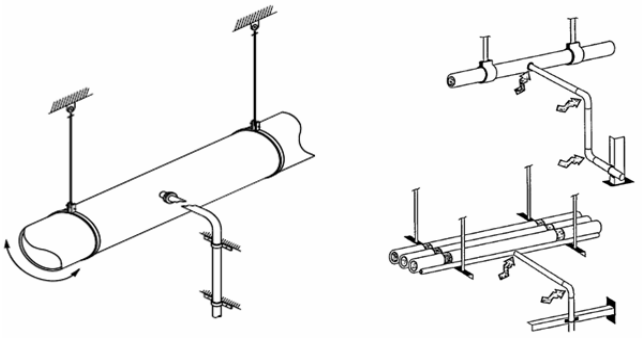


شکل (۶-۶): چرخیدن مخزن روی نشیمن در نتیجه مهار نامناسب

- لوله‌کشی‌هایی که به صورت صلب به دو ساختمان مختلف یا زیر سازه‌های یک ساختمان متصلند باید انعطاف‌پذیری لازم برای ایجاد سازگاری در حرکات نسبی در نقاط اتصال را دارا باشند. معمولاً تغییرمکان‌های سازه‌ای نسبتاً کوچکند و لوله‌ها می‌توانند

براحتی با خم شدن تغییرشکل‌های مربوطه را تحمل کنند. توجه ویژه باید به لوله‌کشی‌هایی که حرکت محوری آنها در نقاط تکیه‌گاهی در دو سازه مختلف محدود گردیده، معطوف گردد.

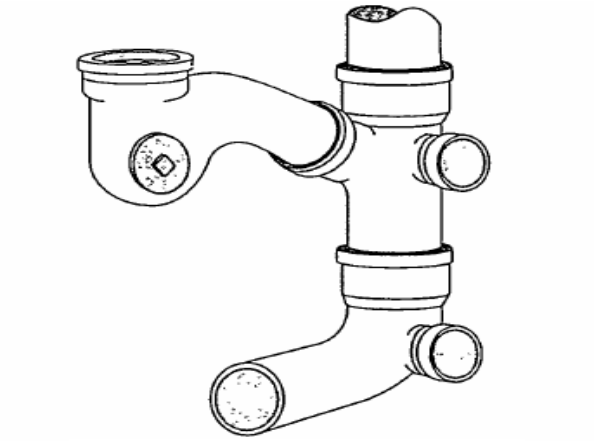
- حرکات تحمیل شده به شاخه‌های فرعی توسط سرشاخه‌های اصلی باید مورد ارزیابی قرار گرفته و یا سرشاخه‌های اصلی در نزدیکی شاخه‌های فرعی مقید شوند. (شکل ۶-۷). به عنوان یک معیار، مقدار تنش تشدید نشده ناشی از حرکت‌های تکیه‌گاهی لرزه‌ای (M/Z) که بر مبنای روابط الاستیک بدست آمده باید به دو برابر تنش تسلیم مواد محدود شود. در هنگام بررسی حرکت جانبی لوله‌های سرشاخه و قیدهای لوله‌های فرعی، تعیین قید جانبی برمبنای موارد بیان شده راجع به فاصله مهارهای جانبی در بخش (۶-۲-۵) الزامی است.



شکل (۶-۷): حرکات تحمیل شده به شاخه‌های فرعی توسط سرشاخه‌های اصلی

۶-۲-۷- سرند ۷: اتصالات مکانیکی لوله‌ها

در لوله‌کشی نباید از اتصال مکانیکی که منحصراً برمبنای اصطکاک عمل می‌کند، استفاده گردد. (شکل ۶-۸)



شکل (۶-۸): نمونه‌ای از اتصالات مکانیکی

۶-۲-۸- سرند ۸: اتصالات فلنجی

- اتصالات فلنجی باید بدون بروز نشت، لنگر خمشی ناشی حرکات لرزه‌ای متحمل را تحمل نمایند.
- اگر اتصال فلنجی برمبنای مرجع [۹]، پیش بارگذاری کافی داشته و فشار مجاز[1] در آن بالاتر از فشار کارکرد باشد، فلنج قابل قبول است. بقیه اتصالات فلنجی که ظرفیت کمتری دارند نباید در نواحی با تنش بالا قرار گیرند.
- یک روش برای ارزیابی ظرفیت لنگر خمشی در فلنج‌ها، محاسبه ظرفیت فشار اضافی (فشار مجاز منهای فشار کارکرد) و تبدیل آن به لنگر معادل است.
- اگر نشانه‌ای از نشت اتصال در گذشته مشاهده شده باشد، اتصال فلنجی قابل قبول نیست.
- چنانچه در سامانه لوله‌کشی تنش لرزه‌ای تشدید نشده کمتر از ۷۰۴ kg/cm2 باشد، فلنج‌های سایشی[2] قابل قبول می‌باشند.

۶-۲-۹- سرند ۹: بارهای نازل تجهیزات

تجهیزات نباید تحت اثر بارهای لرزه‌ای بزرگ ناشی از سامانه‌های لوله‌کشی قرار گیرند.
جهت حفظ قابلیت خدمت رسانی تجهیزات و اجزای فعال آنها (مانند پمپ‌ها و شیرها) الزامات زیر باید برقرار گردند.

۱- نازل تجهیزات و اجزای آنها، غیر از شیرها که قویتر از لوله‌ها می‌باشند، باید بوسیله قیود مناسب، در مقابل بارهای لرزه‌ای بزرگ حفاظت شوند. این موضوع به ویژه در نقاطی که نازل تجهیزات یا اتصالات ابعاد کوچکتری نسبت به لوله داشته باشند، حایز اهمیت است.

۲- طراحی لوله‌کشی باید کنترل شود تا اطمینان حاصل گردد که بارهای لرزه‌ای بزرگ به نازل تجهیزات وارد نمی‌شود. یک مسئله بسیار مهم در این مورد، لوله‌های با طول زیاد، که در مقابل حرکت محوری فقط در محل نازل تجهیزات مهار شده‌اند، می‌باشد. اگر احتمال اعمال بارهای لرزه‌ای بزرگ وجود داشته باشد، تنش خمشی تشدید نشده در نازل باید به صورت الاستیک ارزیابی گردد و با دو برابر تنش تسلیم مصالح مقایسه شود.

۳- تاثیر بارهای لرزه‌ای وارده توسط سامانه لوله‌کشی برروی نازل تجهیزات دوار یا فعال باید تخمین زده شود. این بارها باید به اندازه کافی کوچک (تنش خمشی تشدید نشده کوچکتر از ۴۲۰ kg/cm^2) و یا در حدود ظرفیت تخمین زده شده تجهیزات باشند.

1. rated pressure
2. slip-on flanges

۶-۲-۱۰- سرند ۱۰: برون محوری نیروهای ثقلی

اثر نیروهای ثقلی بزرگ که دارای خروج از مرکزیت می‌باشند در سامانه لوله‌کشی باید ارزیابی شوند.

- کفایت شیرها با اتصال برون محور باید برمبنای ضوابط پیوست ۵ و فصل حاضر ارزیابی شود.
- اجزای لوله‌کشی که دارای خروج از مرکزیت می‌باشند، مانند لوله‌های تهویه۱ و زه‌کش مهار نشده، باید با استفاده از مقایسه تنش بدست آمده از بیشینه شتاب طیفی در میرایی ۵٪ (یا به عنوان یک تخمین بهتر، شتاب طیفی در فرکانس لوله) و تنش مجاز تشدید نشده که از روش‌های الاستیک بدست می‌آید (دو برابر تنش تسلیم مصالح)، ارزیابی گردند.

۶-۲-۱۱- سرند ۱۱: اتصالات انعطاف پذیر

اتصالات انعطاف‌پذیر باید به صورت مناسب مقید شوند تا حرکات نسبی انتهایی در محدوده اعلام شده توسط سازنده باقی بماند.

- برای اتصالات انعطاف‌پذیر مهار نشده مانند اتصالات انبساطی و اتصالات آکاردئونی۲ نسبت تغییر مکان‌های نسبی باید محدود گردد تا از پارگی و کمانش اتصال جلوگیری شود. در صورت تجاوز از محدودیت‌های سازنده باید اطمینان حاصل شود که اتصال، قابلیت حرکت کافی برای جذب تغییر مکان‌های لرزه‌ای را دارا می‌باشد. زمانی که چنین اتصالاتی به قدر کافی در دو طرف مقید شده باشد، نیازی به چنین بررسی‌هایی وجود نخواهد داشت.
- اگر پیکره‌بندی سامانه بگونه‌ای باشد که تغییر مکان‌های لرزه‌ای بزرگ در اتصال انبساطی بتواند پارگی یا کمانش ایجاد کند، اتصال انبساطی مردود تلقی می‌شود. محاسبه تغییر مکان‌های لرزه‌ای و مقایسه با تغییر مکان‌های مجاز جهت انجام این ارزیابی ضروری است.

۶-۲-۱۲- سرند ۱۲: ارزیابی تکیه‌گاه‌های لوله

تکیه‌گاه‌های لوله باید ظرفیت مقاومت در مقابل بارهای لرزه‌ای را بدون ایجاد خرابی داشته باشند. منظور از خرابی تکیه‌گاه، شکست غیرشکل‌پذیر و یا از بین رفتن کامل عملکرد قید در تکیه‌گاه لوله است. بار لرزه‌ای و ظرفیت تکیه‌گاه‌هایی که در آنها احتمال گسیختگی وجود دارد باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

نمونه‌هایی از تکیه‌گاه‌هایی که باید ارزیابی گردند عبارتند از:

۱- تکیه‌گاه‌هایی با بیشترین طول دهانه یا نزدیک به اجزای سنگین.
۲- تکیه‌گاه‌هایی که تحت بارهای ناشی از طولهای محوری زیاد قرار می‌گیرند.
۳- میله‌های کوتاه در مجاورت میله‌های بلندتر.
۴- تکیه‌گاه سخت در میان تکیه‌گاه‌های انعطاف‌پذیر.
۵- تکیه‌گاه‌های با کمترین یا کوچکترین پیچ و میل‌مهار.
۶- تکیه‌گاه‌های جمعی که بارهای ناشی از چندین لوله را تحمل می‌کنند.
۷- تکیه‌گاه‌هایی که به بتن یا فولاد سازه‌ای متصل نشده‌اند (مانند تکیه‌گاه‌هایی که به بقیه لوله‌کشی‌ها، سینی کابل یا دیوار متصل شده‌اند).

---

1. vent
2. bellow

۶-۲-۱۲-۱- نیاز لرزه‌ای

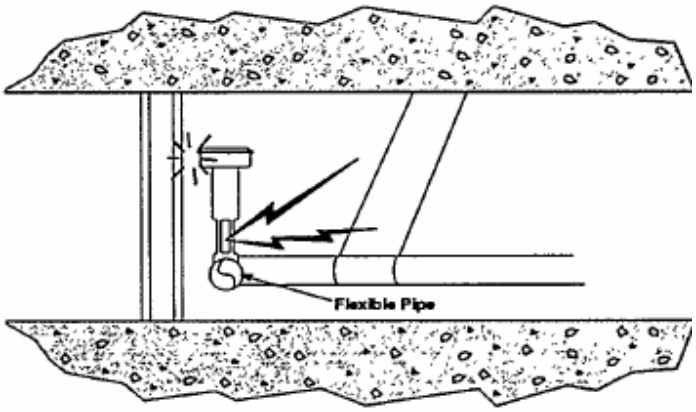
بارگذاری لرزه‌ای افقی و قائم روی تکیه‌گاه‌های لوله از ضرب وزن دهانه بارگیر لوله‌کشی مجاور در یکی از ضرایب زیر محاسبه می‌شود.
۱- برای لوله‌کشی که به زمین مهار می‌شود، حداکثر شتاب طیفی طیف طرح با میرایی ۵٪.
۲- برای لوله‌کشی که در ترازی بالاتر از کف مهار می‌شوند، حداکثر شتاب طیفی طیف طبقه با میرایی ۵٪.

۶-۲-۱۲-۲- ظرفیت لرزه‌ای

- چنانچه گسیختگی متحمل باشد، ظرفیت لرزه‌ای اجزای تکیه‌گاهی باید در راستای مسیر انتقال بار لرزه‌ای ارزیابی گردد. بدین منظور ظرفیت اعضای تکیه‌گاهی، جوش‌ها و اتصالات با استفاده از ضوابط "مبحث دهم مقررات ملی ایران" و ضرب نمودن مقادیر مجاز آن در ۱/۷ قابل محاسبه است. در شرایطی که محدودیت‌های سازنده برای اجزای تکیه‌گاهی استاندارد لوله تامین شده باشد، ظرفیت لرزه‌ای می‌تواند تا ۲ برابر ظرفیت لوله برای اعضای تحت بار کششی، خمشی یا برشی درنظر گرفته شود (بجز میل‌مهارهای تکیه‌گاهی مدفون در بتن). برای اعضای فشاری، در صورتی‌که محدودیت طرح براساس کمانش باشد، ظرفیت لرزه‌ای باید همانند محدودیت طرح سازنده در نظر گرفته شود.
- برای اعضای فولادی سرد نوردشده، تنش مجاز برای سرند لرزه‌ای، می‌تواند ۱/۷ برابر معیارهای مرجع [۱۲] برای این اعضا باشد.
- مهار لوله‌ها باید بازرسی شده و ظرفیت آن باید محاسبه گردد. بدین منظور از ضوابط فصل (۳) این دستورالعمل باید استفاده کرد.
- اگر مقاومت جوش‌ها از مقاومت اعضای متصله بیشتر ارزیابی شود نیاز به محاسبات دقیق مقاومت جوش‌ها نیست.
- ظرفیت خستگی میله‌های نگهدارنده رزوه شده، با اتصال انتهایی ثابت به دیوار یا فولاد سازه‌ای، می‌تواند با استفاده از روش سرند ارزیابی خستگی برای تکیه‌گاه‌های هدایت کننده‌ها و مجاری مطابق فصل (۸) این دستورالعمل ارزیابی گردند.

۶-۲-۱۳- سرند ۱۳: اندرکنش با سازه‌های دیگر

- سامانه لوله‌کشی نباید منبع و یا هدف اندرکنش باشد.
- تغییر مکان‌های سیستم‌های لوله‌کشی تحت بارهای لرزه‌ای باید جهت جلوگیری از برخورد کنترل گردد.



شکل (۶-۹): خطر اندرکنش برخورد و مجاورت

۶-۲-۱۳-۱- تخمین تغییر مکان‌ها

بدون نیاز به انجام تحلیل‌های دقیق، می‌توان تغییر مکان‌های جانبی و یا تغییر شکل‌های نوسانی دهانه‌های لوله‌کشی را تخمین زد.
تغییر مکان لوله‌ها از رابطه (۶-۲) قابل تخمین است.

$$S_d = \frac{1.3 \times S_a}{(2\pi f)^2} \qquad (۶-۲)$$

در رابطه فوق:
f: فرکانس ارتعاشی لوله [HZ].
Sa: شتاب طیفی [m/sec^2].
Sd: تغییر مکان لوله [m].
تغییر مکان‌های واقعی سامانه‌های لوله‌کشی که معیارهای سرند را ارضا می‌نمایند بندرت از ۳۰ سانتیمتر فراتر می‌رود.
نکته: فرکانس طبیعی سامانه لوله‌کشی آویزان با طول پاندولی L براساس رابطه (۶-۳) محاسبه می‌شود.

$$f_a = \frac{(\frac{g}{L})^{0.5}}{2\pi} \qquad (۶-۳)$$

که در آن:
g: شتاب ثقل (m/s^2)

L: طول آویزان سامانه لوله‌کشی (m)

۶-۲-۱۳-۲- تخمین عواقب برخورد

- در تمامی شرایط باید میزان تغییر شکل لوله‌ها و ظرفیت جذب برخورد اجزا تخمین زده شود. عموماً در مورد اجزای زیر باید از برخورد جلوگیری به عمل آید.
  ۱- اجزای فعال[1] (موتورها، فن‌ها، پمپها و غیره)
  ۲- ابزار دقیق
  ۳- لوله‌ها
  ۴- سازه‌های ناپایدار و سبک
  ۵- کابینت‌های الکتریکی و پانل‌ها
  ۶- هد آبپاش اطفای حریق
- عموما" در موارد زیر عواقب سنگینی را عموماً در پی نخواهد داشت.
  ۱- دیوارها
  ۲- سازه‌ها و قابهای بزرگ
  ۳- اجزای غیرفعال[2] (مثل مخازن – شیرهای کنترل و غیره)
  ۴- لوله‌های تقریباً هم قطر و یا با قطر بزرگ

بطور کلی میزان تغییرمکان لوله‌ها و ظرفیت برخورد اجزا باید براساس قضاوت مهندسی تخمین زده شود.

1. active equipment
2 passive equipment

۶-۳- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.
2. ASME B31.1, "Power Piping", American Society of Mechanical Engineers, New York, New York., 1995.
3. ASME B31.3, "Chemical Plant and Petroleum Refinery (Process) Piping", American Society of Mechanical Engineers, New York, New York, 1996.
4. NFPA-13, "Installation of Sprinkler Systems", National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 1996.
5. AWWA Manual M11, "Steel Pipe-A Guide for Design and Installation", American Water Works Association, Denver, Colorado, 1989.
6. ASME Boiler and Pressure Vessel Code, American Society of Mechanical Engineers, New York, New York, July 1, 1992
7. "Manual of Steel Construction", 9th Edition, American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, Illinois, 1989.
8. "Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members", American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 1979.
9. ANSI B16.5, "Pipe Flanges and Flanged Fittings", American National Standards Institute, 1988
10. American Lifeline Alliance, Seismic Design and Retrofit of Piping Systems, July 2002.
11. "Procedure for the Seismic Evaluation of Piping Systems Using screening Criteria", Rev.1, WSRC-TR-94-0343, Westinghouse Savannah River Company, Aiken South Carolina, June 1995.
12. "Specification for the Design of Cold-Formed Steel structure Members", American Iron and Steel Institute, Washington, D.C.,1997.

فصل ۷

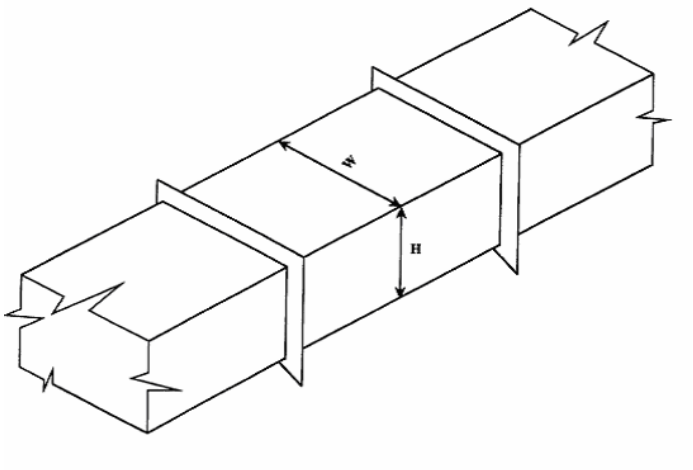
ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه کانال با استفاده از روش سرند

۷-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.
ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های کانال‌های گرمایش و سرمایش در محدوده یا محدوده‌هایی لازم است که کارآیی سامانه گرمایش و سرمایش در آن محدوده جهت تضمین عملکرد مناسب تاسیسات نیروگاه پس از زلزله ضروری باشد. در این صورت عدم کارآیی سامانه کانال‌های گرمایش و سرمایش در حین و پس از وقوع زلزله تنها در صورتی مجاز است که راه‌اندازی مجدد آن به صورت دستی یا از راه دور امکان‌پذیر باشد.

۷-۱-۱- محدوده کاربرد

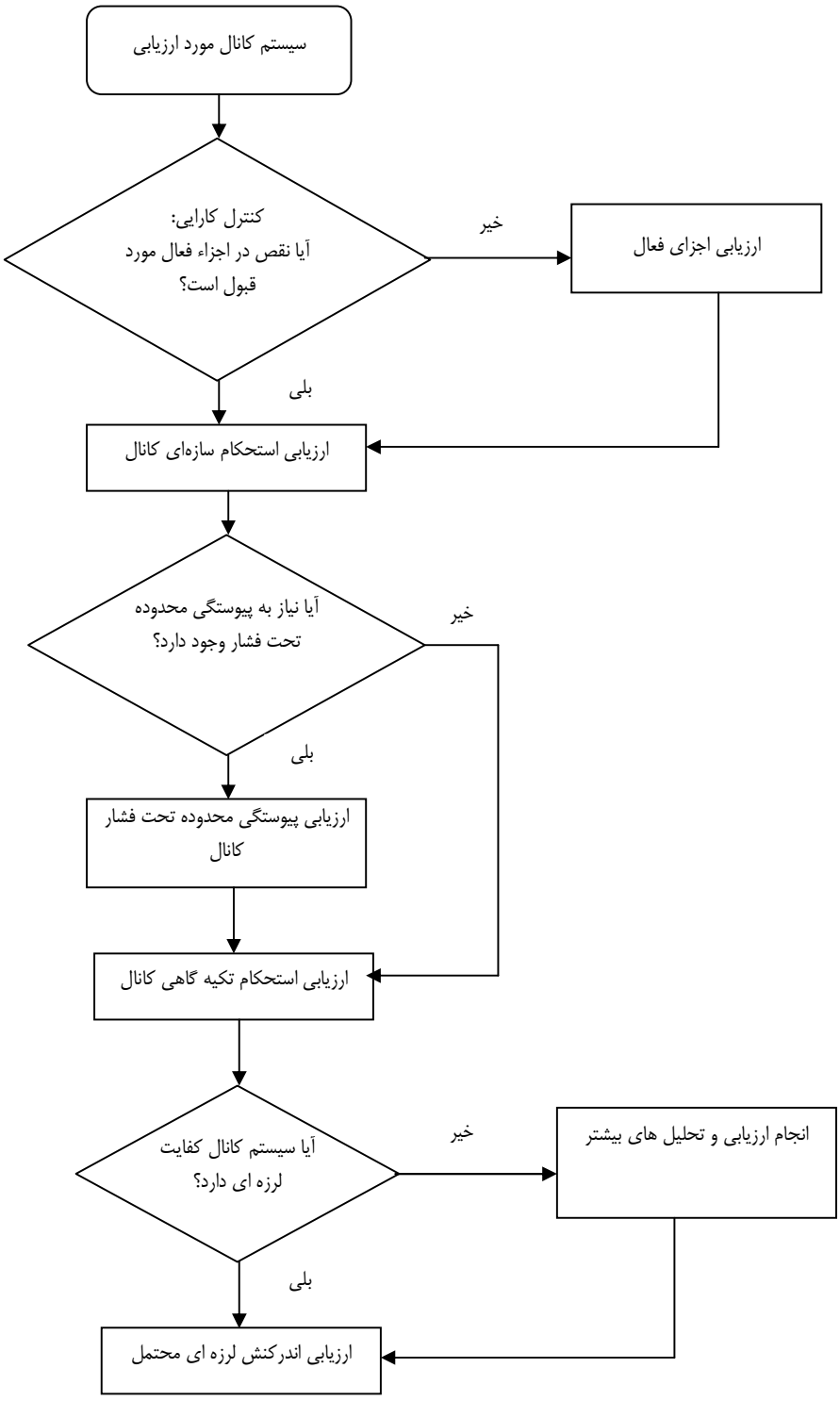
در این فصل الزاماتی جهت ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش به روش سرند ارائه گردیده است. ارزیابی فن‌ها (به انضمام دریچه‌های هوا[1]) و هواسازها (به انضمام دریچه‌های تنظیم‌کننده هوا[2]) با استفاده از ضوابط پیوست ۵ انجام می‌پذیرد.
شکل (۷-۱) نمونه‌ای از کانال‌های گرمایش و سرمایش با مقطع مستطیلی را نشان می‌دهد. روند کلی ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش درروند نمای (۷-۱) نشان داده شده است.



شکل (۷-۱): مقطع مستطیلی کانال گرمایش و سرمایش

روند کلی ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش در روند نمای (۷-۱) نشان داده شده است.

1 Louvers
2 Damper



روندنمای (۷-۱): مراحل ارزیابی لرزه‌ای کانال‌ها

۷-۲- مراحل سرند

ارزیابی لرزه‌ای سامانه کانال‌های گرمایش و سرمایش در ۲ مرحله انجام می‌گیرد.
۱- ارزیابی استحکام سازه‌ای کانال
۲- ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار

۷-۲-۱- سرند ۱: ارزیابی استحکام سازه‌ای کانال

اگر عملکرد مورد انتظار از سامانه گرمایش و سرمایش انتقال هوا برای راحتی و امنیت بهره‌برداران از ساختمان باشد، استحکام سازه‌ای کانال به عنوان هدف اصلی مطرح خواهد بود. کمی نشت به داخل یا خارج کانال بشرط آنکه کانال پایداری خود را حفظ نموده و فرو نریزد مجاز می‌باشد.
ارزیابی سامانه‌های کانال باید بر مبنای ارزیابی ضعیف‌ترین بخش‌های آن مانند پانل‌هایی با بزرگترین عرض، کمترین ضخامت، بیشترین فاصله بین سخت کننده‌ها و ضعیف‌ترین خصوصیات مقطع صورت می‌گیرد.
ارزیابی استحکام سازه‌ای کانال شامل ارزیابی با توجه به مندرجات بندهای (۷-۲-۱-۱ تا ۷-۲-۱-۱۰) می‌باشد.

۷-۲-۱-۱- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال

انتخاب محدوده یا محدوده‌هایی از سامانه کانال که در آن استحکام سازه‌ای سامانه کانال‌های سرمایش و گرمایش جهت تضمین عملکرد مناسب تاسیسات باید حفظ شود. ارزیابی لرزه‌ای اجزای خارج از محدوده یا محدوده‌های فوق ضرورتی نداشته اما می‌تواند بنابه نیاز کارفرما انجام پذیرفته و مستندات آن گزارش گردد.

۷-۲-۱-۲- ارزیابی خرابی، نقص و فرسودگی در کانال

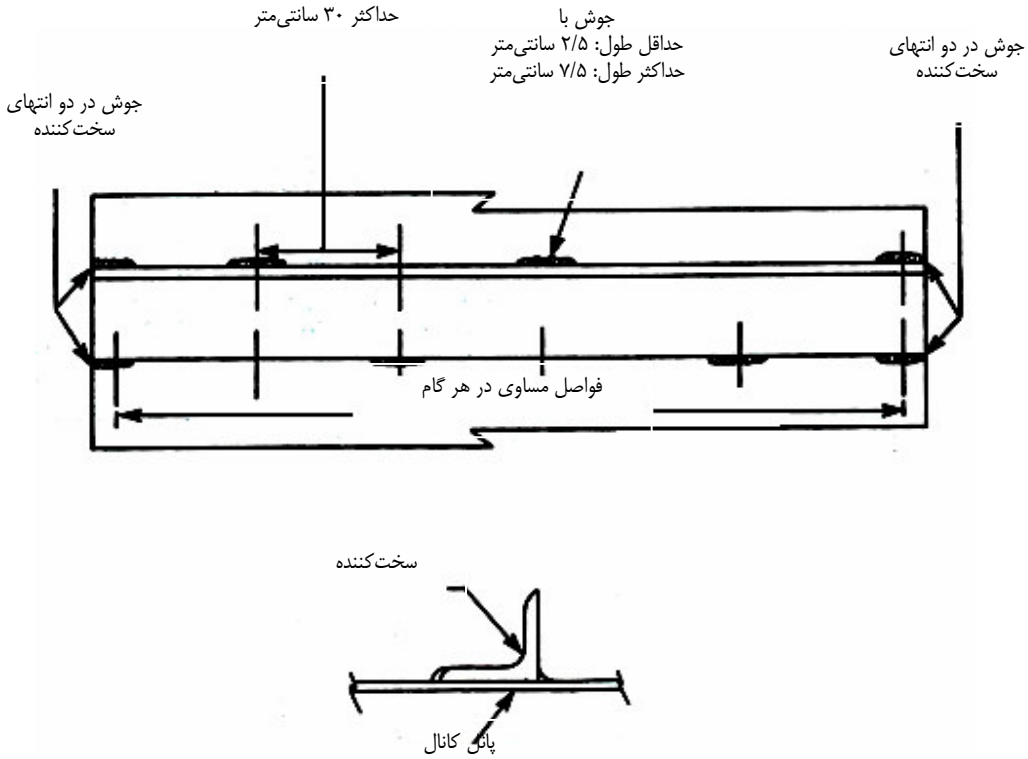
خرابی، نقص و فرسودگی‌های موجود در سیستم کانال باید با استفاده از بازرسی چشمی مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.
در این بازرسی نواحی مشکوک، بخش‌های فرسوده، اتصالات شکسته، طرح ساخت ضعیف و خوردگی قابل ملاحظه خصوصاً در اتصالات کانال، باید مورد بررسی قرار گیرند.

۷-۲-۱-۳- برقراری ضوابط SMACNA [9,8,7] در مورد سخت‌کننده‌ها و مصالح کانال

بازرسی چشمی جهت کنترل انطباق مصالح، سخت‌کننده‌ها و اتصالات کانال با ضوابط SMACNA، باید انجام شود. به علاوه ضوابط ذیل باید رعایت گردند.

۱- جنس مصالح باید فولاد نورد شده (برای دمای بهره‌برداری زیر ۳۴۰°C)، فولاد گالوانیزه (برای دمای بهره‌برداری زیر ۲۰۰ ° C) یا فولاد ضدزنگ باشد.

۲- اتصال سخت‌کننده‌ها به کانال باید بوسیلهٔ خال‌جوش، جوش‌نقطه‌ای، پیچ یا پرچ با حداکثر فاصله ۳۰ سانتی‌متر صورت گیرد. (شکل ۷-۲)



شکل (۷-۲): جوش سخت کننده به کانال

نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

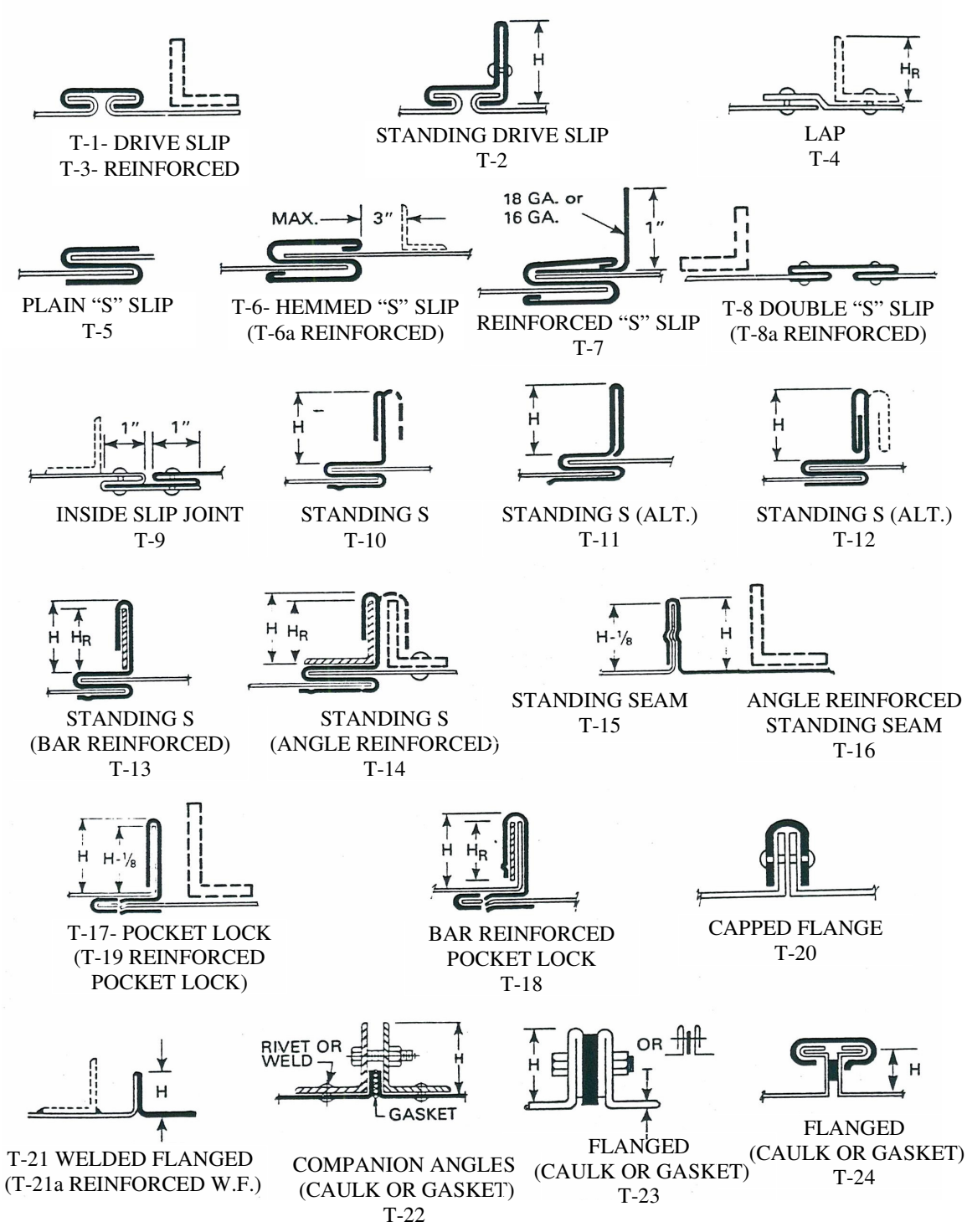
۷-۲-۱-۴- مطابقت درز و اتصالات کانال با ضوابط SMACNA

– اتصالات و درزها باید مطابق با استاندارد SMACNA ، به‌نحو مناسبی اجرا شده باشند.

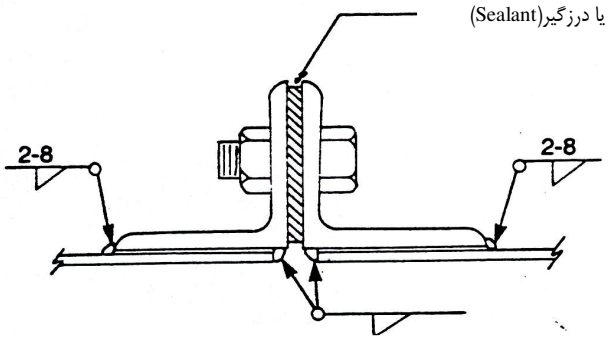
– اتصالات اصطکاکی یا پرچ شده مورد قبول نیستند. انواع اتصالات معکوس[1] مورد قبول در شکل‌های (۷–۳ تا ۴) نشان داده شده‌اند.

– درزهای جوش شیاری و گوشه (شکل‌های ۷–۵ تا ۱۱) و اتصالات قفلی[2](شکل ۷–۱۲) باستثنای شکاف‌های پرچ شده از جمله درزهای طولی مورد قبول می‌باشند.

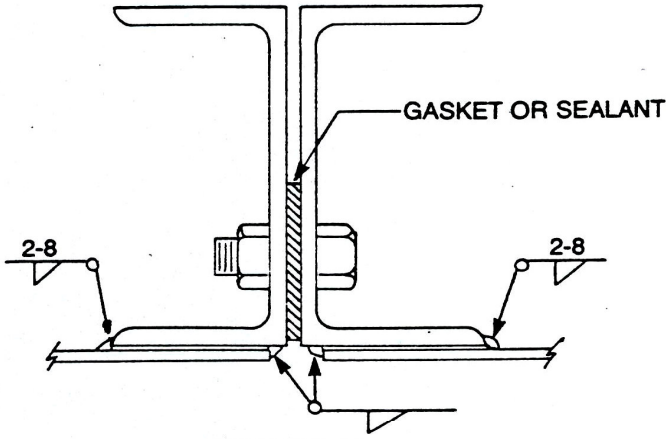
1 -Transverse Joint
2 -Lock Type



شکل (۷-۳): اتصالات معکوس

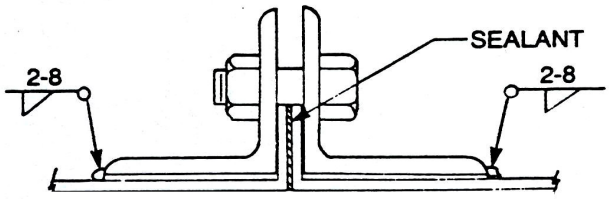


الف) اتصال نبشی پشت‌به‌پشت



واشر یا درزگیر (Sealant)

ب) اتصال ناودانی پشت‌به‌پشت

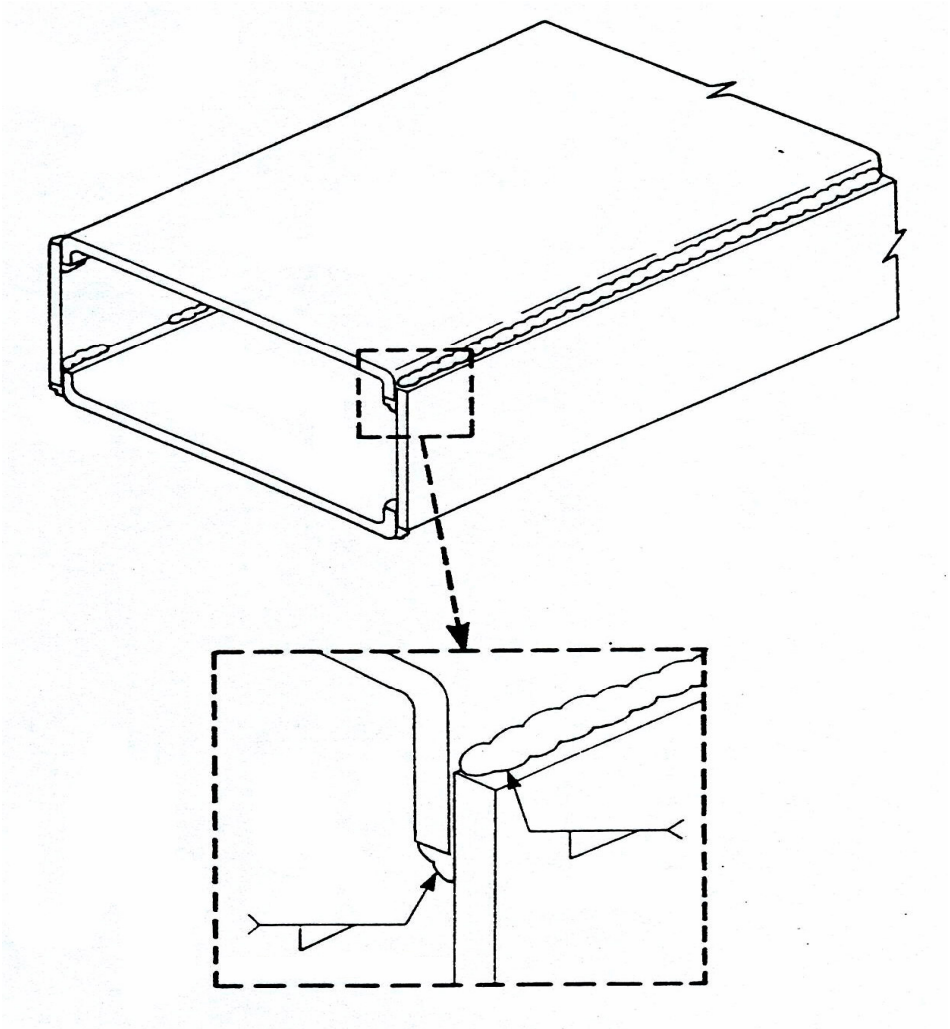


درزگیر(Sealant)

ج) اتصال نبشی پشت‌به‌پشت

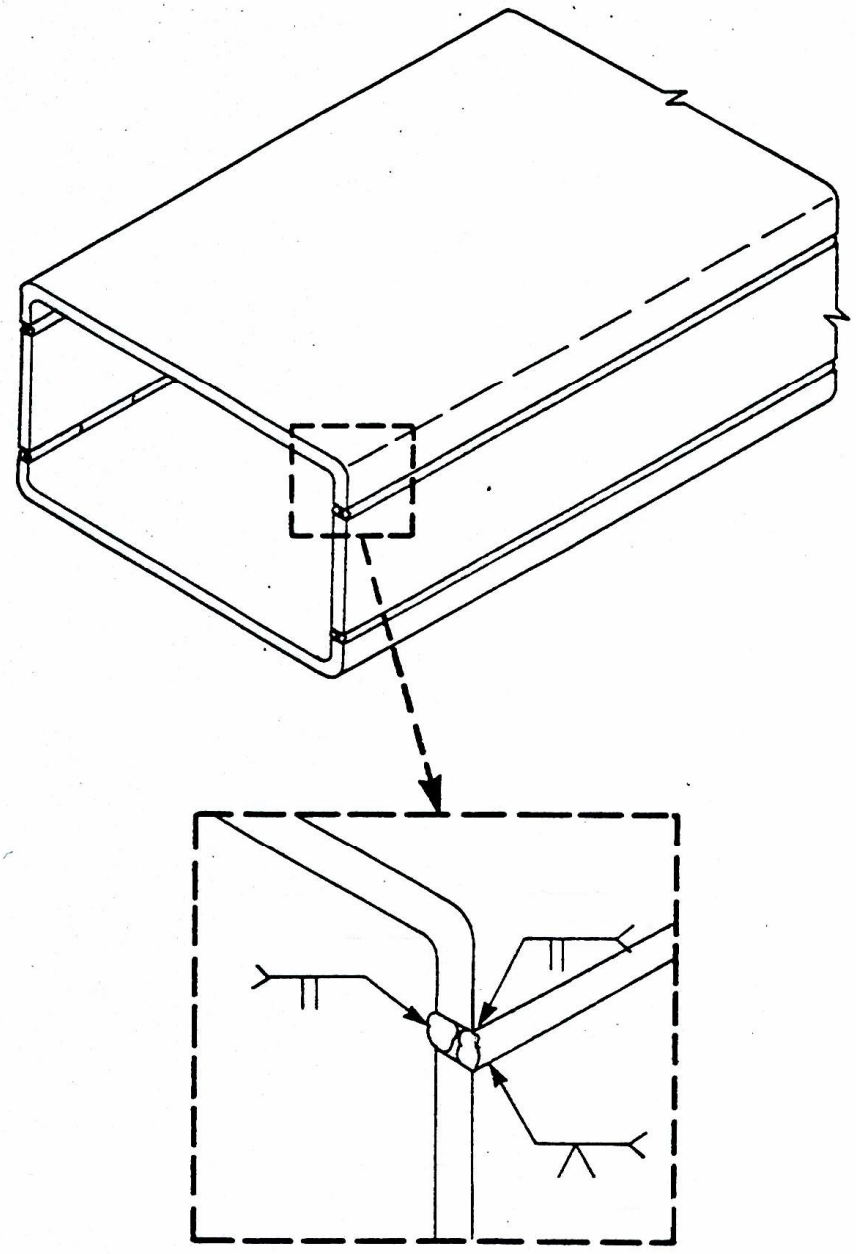
نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۴): انواع اتصال نبشی پشت‌به‌پشت



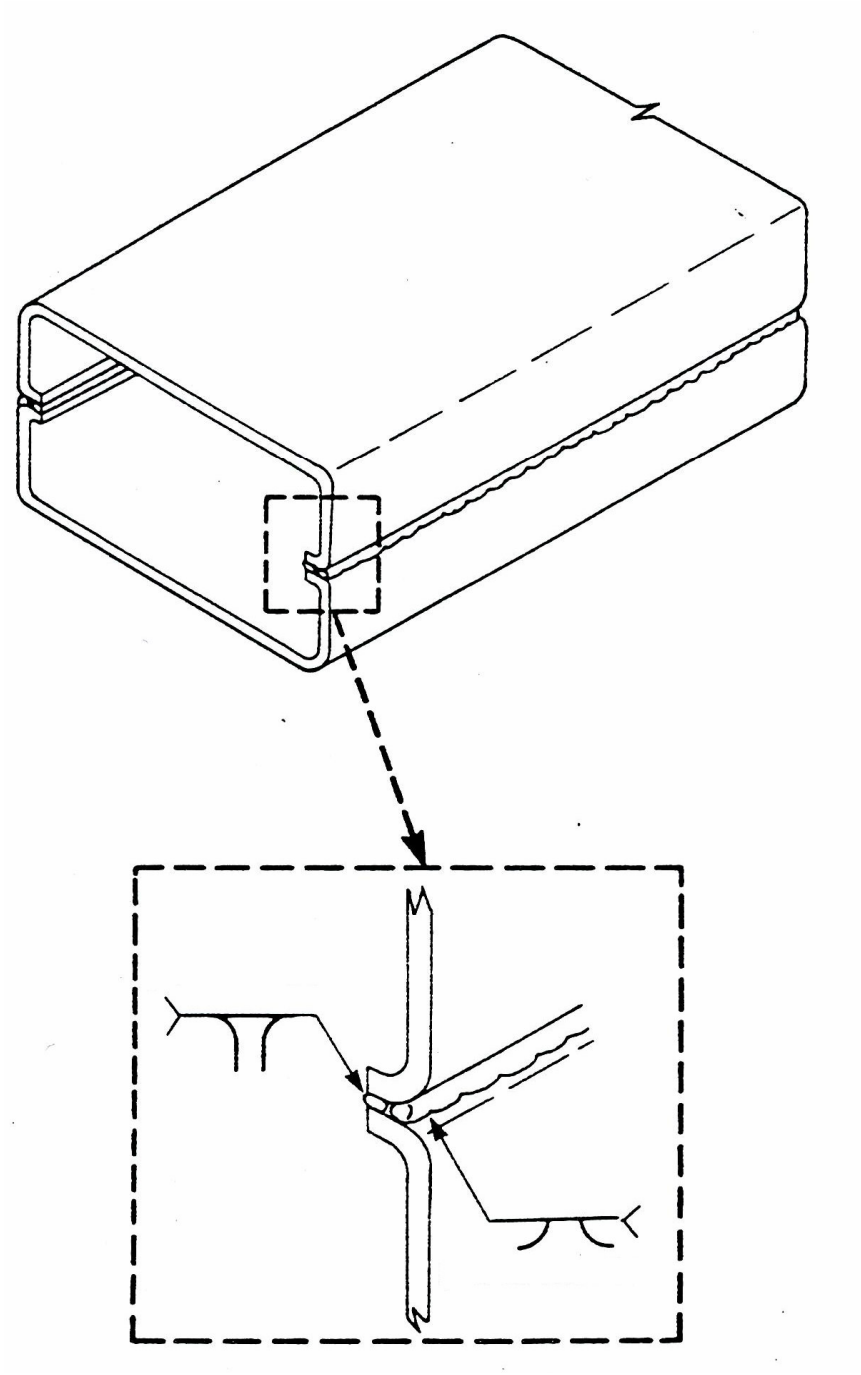
نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۵): درزهای طولی با اتصال پوششی



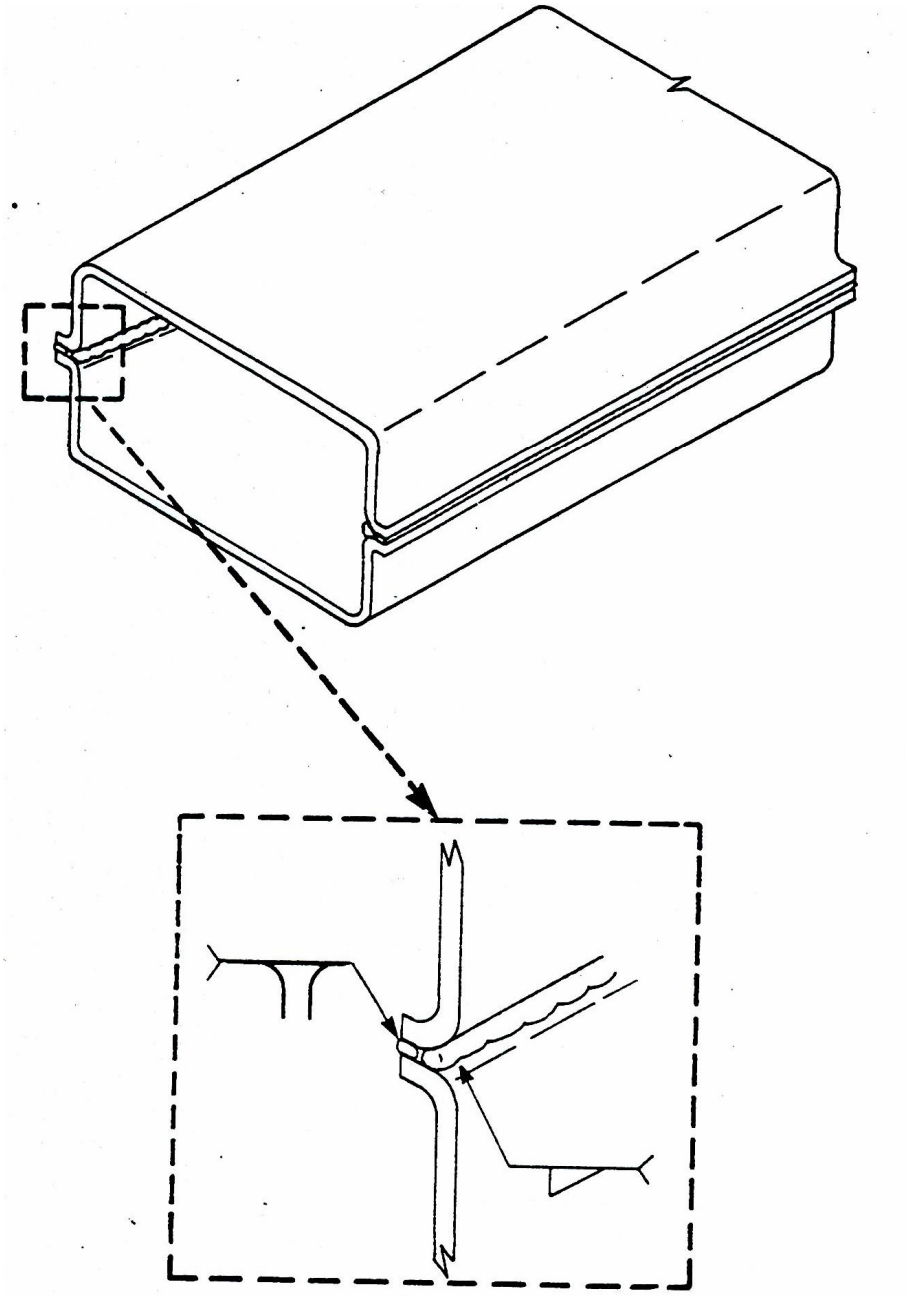
نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۶): درزهای طولی با اتصال لب‌به‌لب



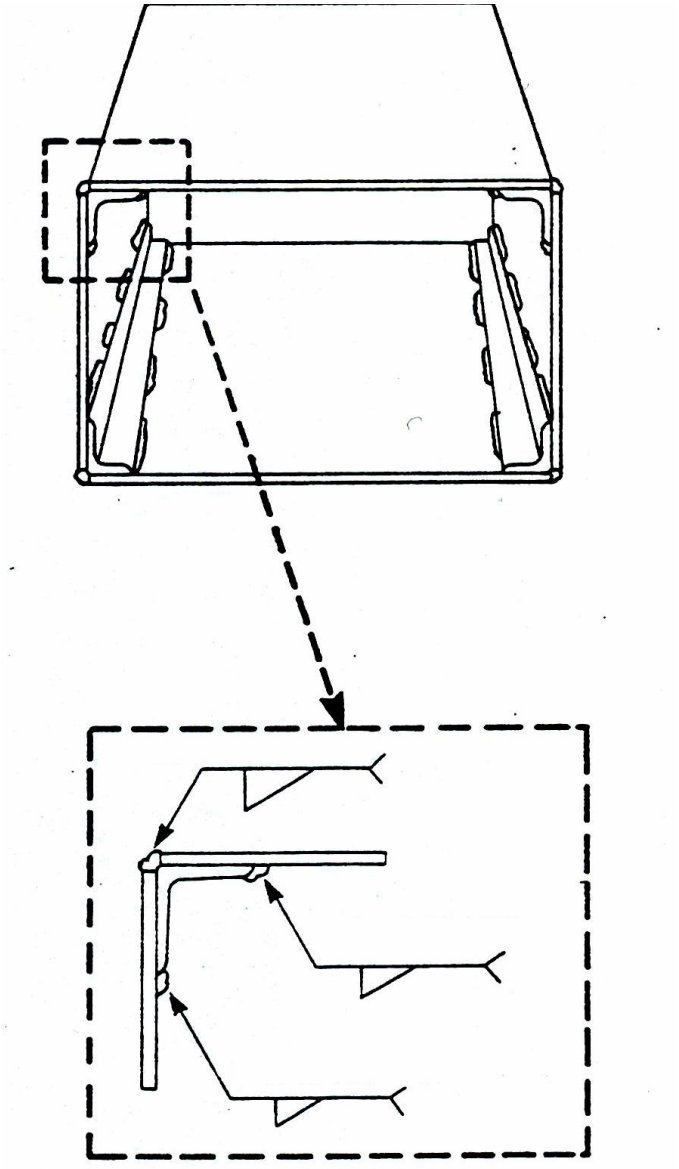
نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۷): درزهای طولی خم به داخل



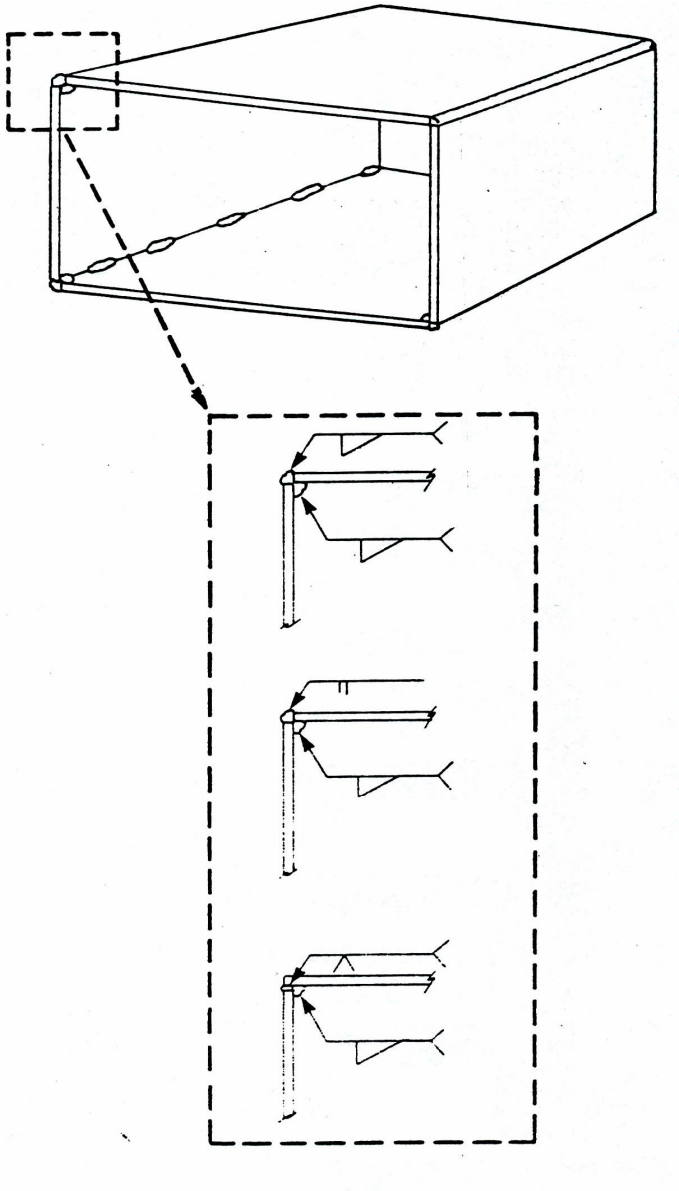
نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۸): درزهای طولی خم به خارج



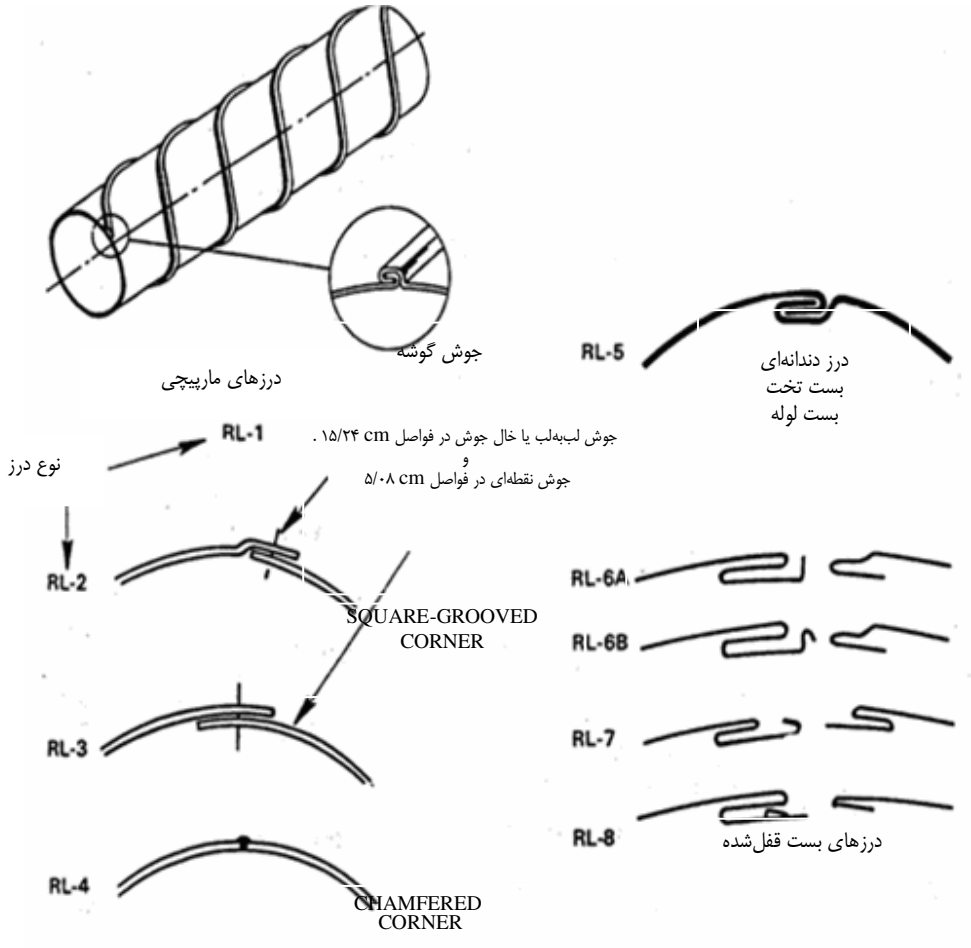
نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۹): درز طولی جوش شده (با نبشی تقوِیت کننده)



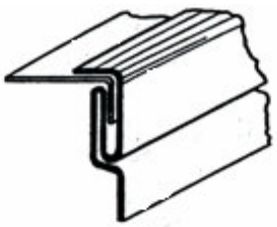
نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۱۰): درزهای جوش‌شده



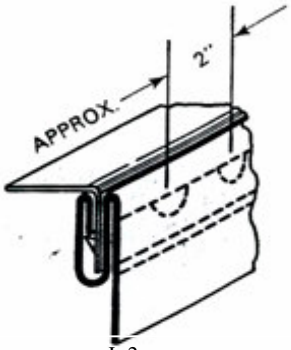
فشار	نوع درز مجاز
مثبت	
تا ۲۵/۴CM.WG. (10” WG.)	RL-1,4,5
تا ۷/۶۲CM.WG. (3” WG.)	RL-1,2,3,4,5
تا ۵/۰۸CM.WG. (2” WG.)	ALL
منفی	
تا ۷/۶۲CM.WG. (3” WG.)	RL-1,2,3,4,5
تا ۲/۵۴CM.WG. (1” WG.)	ALL

شکل (۷-۱۱): درزها در کانال‌های دایروی

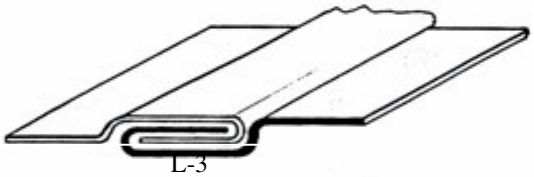


بست PITTSBURGH

هنگام آب‌بندی کردن درزها در این محفظه آب‌بند قرار می‌گیرد.

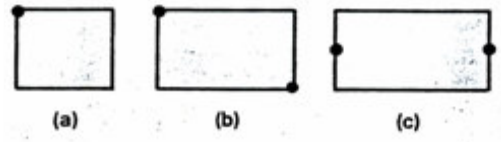


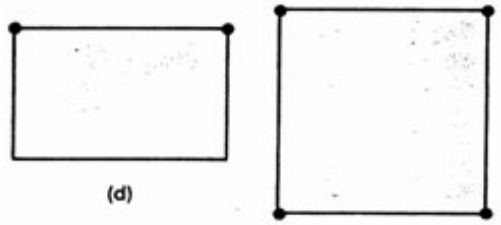
L-2
BOTTON PUNCH SNAP LOCK

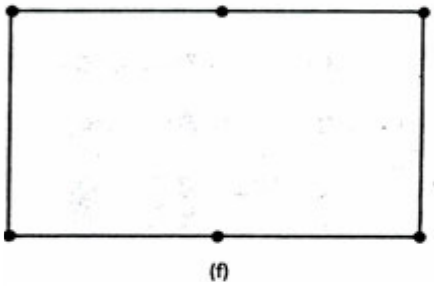


L-3
درز دندانه‌دار یا بست تخت

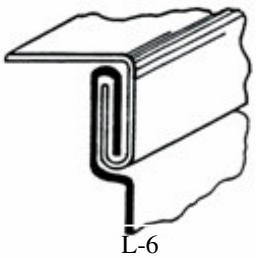
محل‌های درز



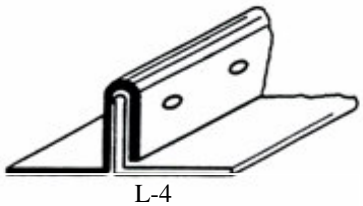




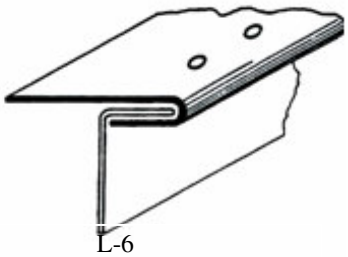
تعداد و محل درزها بسته به نوع اتصال، ورق‌های موجود و طرح ساخت متغیر می‌باشد.



L-6
درز گوشه دوبل



L-4
درز استاندارد



L-6
درز گوشه تکی

شکل (۷-۱۲): درزهای طولی

۷-۲-۱-۵- رعایت ضوابط فاصله تکیه‌گاه‌ها در کانال‌ها مطابق با SMACNA

- کانال‌ها باید در محل بازرسی گردند.
- رعایت فواصل مساوی تکیه‌گاه‌ها ضروری است.
- تنش مجاز خمش مقطع کانال می‌تواند ۳۳٪ افزایش یابد. اگر اتصالات کانال از نوع T-۱۷ تا T-۲۴ در شکل (۷-۳) باشد.

۷-۲-۱-۵-۱- محاسبهٔ طول دهانه مجاز برای کانال مستطیلی

دهانه مجاز برای مقطع کانال مستطیلی بر اساس رابطه (۷-۱) تعیین می‌شود. (cm)

$$L = \left[\frac{80F_b}{(H+W)\rho K_R} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۱-۷)$$

که در آن

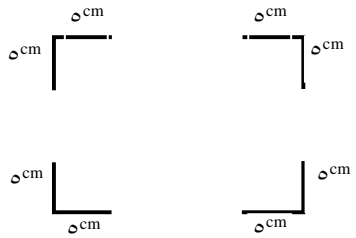
F_b: تنش خمشی مجاز kgf/cm^2

W و H: ارتفاع و عرض کانال (cm)

ρ: چگالی معادل مصالح تشکیل دهنده کانال (شامل وزن عایق‌بندی و تقویت کننده‌ها) (kgf/cm^3)

K_R: پارامتر ضریب دهانه برای کانال مستطیلی طبق روابط (۷-۲ و ۳) $1/cm^3$

- برای بررسی عملکرد کانال، کانال بصورت یک تیر خمشی مدل می‌شود.
- عرضی برابر ۵ سانتیمتر در دو انتهای هر ضلع کانال، چهار گوشه معادل مقطع تیر را تشکیل می‌دهند.(شکل ۷-۱۳)
- ظرفیت خمشی تیر معادل، با توجه به تنش مجاز ۵۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع محاسبه می‌شود.
- دهانه مجاز برای مقطع مستطیلی بر اساس توزیع بار یکنواخت، و لنگر خمشی $M = \frac{qL^2}{10}$ تعیین می‌شود.



شکل (۷-۱۳): مقطع تیر خمشی معادل

- ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای افقی

ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای افقی بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$K_R = \left\{S_h^2 R^4 W^2 / \left[(2.54\times W^2/2) - 2.54^2\times W + 2.54^3\right]^2 + S_v^2 H^2 / \left[(2.54\times H^2/2) - 2.54^2 H + 2.54^3\right]^2\right\}^{1/2} + H / \left[(2.54\times H^2/2) - 2.54^2 H + 2.54^3\right] \quad (۲-۷)$$

که در آن

S_H: شتاب طیفی افقی(g)

S_V: شتاب طیفی قائم(g)

R: نسبت فاصلهٔ تکیه‌گاه افقی به قائم

W: عرض کانال. (cm)

H: ارتفاع کانال. (cm)

K_R: ضریب دهانه($1/cm^2$)

- ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای قائم

ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای قائم بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$K_R = \left\{S_{hW}^2 R^4 W^2 / \left[(2.54\times W^2/2) - 2.54^2\times W + 2.54^3\right]^2 + S_{hH}^2 H^2 / \left[(2.54\times H^2/2) - 2.54^2 H + 2.54^3\right]^2\right\}^{1/2} \quad (۳-۷)$$

که در آن

S_{hw}: شتاب طیفی افقی موازی با ضلع W (g)

S_{hH}: شتاب طیفی افقی موازی با ضلع H (g)

R: نسبت فاصلهٔ تکیه‌گاه جانبی در امتداد ضلع W

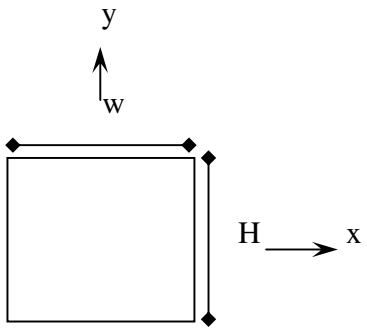
به فاصلهٔ تکیه‌گاه جانبی در امتداد ضلعH

L: ماکزیمم دهانه تکیه‌گاهی مجاز امتداد ضلع H (cm)

W: عرض کانال (cm)

H: ارتفاع کانال (cm)

K_R: ضریب دهانه ($1/cm^3$)



۷-۲-۱-۵-۲- محاسبهٔ طول دهانه مجاز برای کانال دایروی

دهانه مجاز برای مقطع کانال دایروی بر اساس رابطه (۷-۴) تعیین می‌شود.

$$L = [\frac{5F_b D}{2\rho K_c}]^{\frac{1}{2}} \qquad (۴-۷)$$

که در آن

D: قطر کانال (cm)

K_C: پارامتر ضریب دهانه برای کانال دایروی طبق روابط (۷-۵ و ۶) (بی‌بعد)

- ظرفیت خمشی تیر معادل، با توجه به تنش مجاز ۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع محاسبه می‌شود.
- دهانه مجاز برای مقطع دایروی بر اساس توزیع بار یکنواخت، و لنگر خمشی $M = \frac{qL^2}{10}$ تعیین می‌شود.

- ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای افقی

ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای افقی بر اساس رابطه (۷-۵) محاسبه می‌گردد.

$$K_c = 1 + (S_v^2 + R^4 S_h^{\ 2})^{\frac{1}{2}} \qquad (۵-۷)$$

که در آن

S_h: شتاب طیفی افقی(g)

S_v: شتاب طیفی قائم(g)

R: نسبت فاصلهٔ تکیه‌گاه افقی به قائم

K_c: ضریب دهانه (بی‌بعد)

- ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای قائم

- ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای قائم بر اساس رابطه (۷-۶) محاسبه می‌گردد.

$$K_c = (S_{h_1}^2 + R^4 S_{h_2}^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (۶-۷)$$

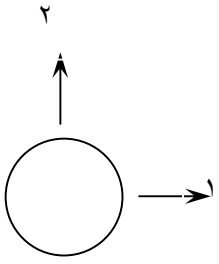
S_{h1}: شتاب طیفی افقی در جهت ۱

S_{h2}: شتاب طیفی افقی در جهت ۲

R: نسبت فاصلهٔ تکیه‌گاه جانبی در جهت ۲ به فاصلهٔ تکیه‌گاه جانبی در جهت ۱

L: ماکزیمم دهانه تکیه‌گاهی مجاز در جهت ۱ (cm)

K_c: ضریب دهانه (بی‌بعد)



۷-۲-۱-۶- تأثیر وزن‌های متمرکز

اجزای سنگین موجود در مسیر کانال مانند دریچه‌های تنظیم‌کننده هوا که مهار نشده‌اند، تحت شتاب‌های لرزه‌ای، لنگر خمشی اضافی به کانال وارد می‌کنند. در این موارد باید دهانهٔ مجاز تکیه‌گاه‌ها کاهش یابد تا تنش خمشی در محدودهٔ مجاز، F_b، باقی بماند. برای ترکیب آثار وزن گسترده و وزن متمرکز اجزاء می‌توان از روابط سادهٔ تیرها (بند ۷-۲-۱-۶-۱)

۷-۲-۱-۶-۱- معادلهٔ تنش برای ملاحظه وزن متمرکز در وسط دهانه

تنش خمشی ناشی از وزن و بارهای لرزه‌ای در یک کانال افقی با مقطع مستطیلی و با وزن گسترده و وزن اجزای سنگین که در وسط دهانه قرار گرفته به صورت زیر می‌باشد.

$$f_b = 100\times\left(qL^2/10 + PL/9\right)\left\{1+\left[\left(S_H W/2I_{yy}\right)^2+\left(S_v H/2I_{XX}\right)^2\right]^{1/2}\right\} \qquad (۷-۷)$$

که در آن

f_b: تنش خمشی کل (kg/cm^2)

q: وزن گسترده کانال $(\frac{kg}{m})$

L: طول دهانه آزاد کانال (m)

P: وزن متمرکز (kg)

S_v, S_H: شتاب‌های طیفی افقی و قائم (g)

H, W: عرض و ارتفاع کانال (cm)

I_{yy}, I_{xx}: ممان اینرسی کانال حول محور x و y (cm^4)

R: نسبت فاصلهٔ تکیه‌گاه افقی به قائم، که برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود.

– برای یک کانال دایروی افقی، تنش با استفادهٔ معادله بالا با $W = H = D$ (D قطر خارجی کانال) محاسبه می‌گردد.

– ممان اینرسی کانال مستطیلی

ممان اینرسی کانال مستطیلی بر مبنای SMACNA به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$I_{xx} = 4t\left(2.54\times H^2 - 2\times 2.54^2\times H + 2\times 2.54^3\right)(cm^4) \qquad (۸-۷)$$

$$I_{yy} = 4t\left(2.54\times W^2 - 2\times 2.54^2\times W + 2\times 2.54^3\right)(cm^4) \qquad (۹-۷)$$

که در آن

t: ضخامت کانال (cm)

H: ارتفاع کانال (cm)

W: عرض کانال (cm)

– اگر هرکدام از دو مقدار H و W از ۱۸۰ سانتی‌مترتجاوز کند، مقدار این پارامترها برای محاسبهٔ I_{xx} و I_{yy} باید ۱۸۰ سانتی‌متر منظور شود. محاسبه ممان اینرسی و مدول ارتجاعی مقطع باید برمبنای $\leq$ ۱۸۰cm ابعاد باشد.[۷]

- ممان اینرسی کانال دایروی

ممان اینرسی مقطع دایروی از رابطه (۷-۱۰) بدست می‌آید.

$$I_{xx} = I_{yy} = 0.0491(D^4 - d^4) \quad (\ cm^4\ ) \qquad (۱۰-۷)$$

که در آن

D: قطر خارجی کانال (cm)

d: قطر داخلی کانال (cm)

۷-۲-۱-۷- مهار کانال در مقابل لغزش از تکیه‌گاه

به منظور جلوگیری از لغزش و خروج کانال‌ها از روی تکیه‌گاه، باید از مهار یا نگهدارنده استفاده کرد.

۷-۲-۱-۸- مهار اجزای سنگین در مسیر کانال

فن‌ها، کولرها[1]، خشک‌کننده‌ها[2]، دریچه‌های تنظیم‌کننده هوا، موتور محرک دریچه‌های تنظیم‌کننده هوا و دمنده‌ها اجزایی می‌باشند که ممکن است در مسیر کانال قرار گیرند. این اجزاء باید به نحو مناسبی به کانال متصل شوند.

- ظرفیت اتصالات اجزای سنگین به کانال در مسیر کانال باید ارزیابی گردد.
- تجهیزات قرار گرفته در مسیر کانال که در طبقات و یا برروی جداگرهای لرزه‌ای نصب شده‌اند، باید برمبنای سابقه خرابی ثبت شده آزمایشگاهی به صورت مجزا ارزیابی شوند.

۷-۲-۱-۹- اتصال مناسب متعلقات به کانال

متعلقات کانال‌ها شامل دریچه‌های تنظیم‌کننده هوا، دودکش‌ها، تبدیل‌ها و پرده‌های مشبک می‌باشند که باید به نحو مناسبی به کانال متصل شوند. جهت ممانعت از لغزش متعلقات از اتصالات پیچی یا پرچی استفاده می‌شود.

۷-۲-۱-۱۰- عدم اتصال صلب شاخه‌های فرعی به سرشاخه‌های اصلی کانال

کانال‌های فرعی باید برای سازگاری با حرکات محتمل کانال‌های اصلی اعم از محوری یا جانبی انعطاف‌پذیری لازم را دارا باشند. اتصال صلب کانال‌های فرعی به کانال اصلی ممکن است موجب وارد آمدن آسیب به کانال‌های فرعی یا اصلی در هنگام زلزله گردد.

۷-۲-۱-۱۱- ارزیابی لرزه‌ای تکیه‌گاه‌ها سامانه کانال

- کیفیت نصب و نحوه نگهداری تکیه‌گاه‌ها باید با بازدید چشمی کنترل شود. نشانه‌های ضعف در کیفیت ساخت شامل موارد ذیل می‌باشد.

۱- پیچش

۲- بیرون زدگی اعضای تکیه‌گاهی

1 -Coolers
2 -Dryers

۳- از بین رفتن لچکی
۴- اتصال با گیره بدون تسمه مهار
۵- از بین رفتن یا هرز شدن پیچ و مهره‌ها
۶- اتصالات چدنی
– عدم تجاوز نیاز لرزه‌ای از ظرفیت لرزه‌ای اعضای تکیه‌گاه باید با توجه به موارد ذیل کنترل شود.
۱- نیاز لرزه‌ای ۵ برابر بار مرده وارده بر تکیه‌گاه درنظر گرفته می‌شود.
۲- ظرفیت لرزه‌ای ۱/۷ برابر تنش‌های مجاز بنابر ضوابط مقررات ملی درنظر گرفته می‌شود.

۷-۲-۱-۱۲- بررسی امکان اندرکنش لرزه‌ای

احتمال ایجاد اندرکنش لرزه‌ای ناشی از حرکات نسبی در بین سازه و تجهیزات و سامانه کانال‌ها باید با توجه به بخش (۲-۶) فصل دوم بررسی گردد.

۷-۲-۲- سرند ۲: ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار

پیوستگی محدوده فشار به معنی محدودیت در نشت سیال از داخل کانال به خارج آن می‌باشد. اگر پیوستگی محدوده تحت فشار سامانه کانال در حین یا پس از وقوع زلزله حائز اهمیت باشد، این مرحله از سرند باید در محدوده یا محدوده‌هایی از سامانه کانال که این موضوع در آن اهمیت دارد انجام شود. انتقال گازهای خطرناک – که احتمالاً پس از وقوع یک زلزله در اثر حریق یا شکستگی دودروهای ممکن است در محوطه پخش شوند – به خارج از محوطه کاری از جمله عملکردهای مورد انتظار از سامانه سرمایش و گرمایش است که پیوستگی محدوده تحت فشار از مقتضیات آن محسوب می‌شود.
ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار شامل ارزیابی با توجه به مندرجات بندهای (۷-۲-۲-۱ تا ۷-۲-۲-۵) می‌باشد.

۷-۲-۲-۱- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال

انتخاب محدوده یا محدوده‌هایی از سامانه کانال که در آن پیوستگی محدوده تحت فشار جهت تضمین عملکرد مناسب تاسیسات باید حفظ شود، ضروری است. این انتخاب می‌تواند با توجه به انتخاب محدوده ارزیابی برای بررسی استحکام سازه‌ای سامانه کانال (بند ۷-۲-۱-۱) و هماهنگ با آن صورت پذیرد.
ارزیابی لرزه‌ای اجزای خارج از محدوده یا محدوده‌های فوق ضرورتی نداشته اما می‌تواند بنا به نیاز کارفرما انجام پذیرفته و مستندات آن گزارش گردد.

۷-۲-۲-۲- استحکام اتصالات و درزهای کانال

درکانال‌هایی که ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار در آنها صورت می‌گیرد، معیارهای بند (۷-۲-۱-۴)باید رعایت شوند.
– موارد زیر جهت تامین پیوستگی محدوده تحت فشار قابل قبول نیستند.
۱. اتصالات معکوس انواع T – ۱ تا T – ۱۶ (شکل ۷-۳)
۲. درزهای طولی که جوش شیاری یا گوشه نشده‌اند (شکل‌های ۷-۵ تا ۷-۱۱).

۷-۲-۲-۳- جوش یا پیچ شدن سخت‌کننده‌ها و اتصالات به کانال

برای کانال‌های مستطیلی، حداکثر فاصله جوش یا پیچ و مهره از لبه کانال ۵ سانتیمتر می‌باشد (شکل ۷-۲).
جوش‌های طرفین سخت‌کننده‌ها باید ۲/۵ تا ۷/۵ سانتیمتر طول داشته و مطابق شکل (۷-۲) اجرا شوند.

۷-۲-۲-۴- عدم امکان سوراخ شدگی دیوارهٔ کانال

- کانال‌ها نباید برروی لبه‌های تیز تکیه داده شده باشند و یا تماس نقطه‌ای با اعضاء تکیه‌گاه داشته باشند.
- کانال‌ها باید در دو جهت قائم و افقی به قدر کافی مهار شده باشند، بطوریکه معیارهای استحکام سازه‌ای مربوط به فاصله تکیه‌گاه‌های مجاور رعایت شده و از لغزش یا وارد کردن ضربهٔ ناشی از نیروهای برکنش[1] به کانال جلوگیری گردد.

۷-۲-۲-۵- ارزیابی قابلیت اتصالات آکاردئونی در سازگارکردن حرکت‌ها

اتصالات آکاردئونی باید طوری تنظیم شده باشند که جابجایی‌های نسبی بوجود آمده ناشی از زلزله را تحمل نمایند.

1 -Uplift

۷-۳- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.
2. "Criteria for the Seismic Evaluation of Steel HVAC Ducts at SRS Facilities", WSRC
3. Calculation No. T-CLC-G-00034, Westinghouse Savannah River Company, Aiken, South Carolina, prepared by EQE International, Inc., 1995.
4. ASME AG-1-1994, "Code on Nuclear Air and Gas Treatment", American Society of Mechanical Engineers, New York, New York, 1995
5. "Advanced Light Water Reactor (ALWR) First-of-a-kind-Engineering (FOAKE) Project on The Performance of HVAC Ducts and Supports in Earthquakes and Tests", Advanced Reactor Corporation, prepared by EQE Engineering Consultants, April 1995.
6. "Advanced Light Water Reactor (ALWR) First-of-a-kind-Engineering (FOAKE) Project on Design Concepts for HVAC Ducting and Supports", Advanced Reactor Corporation, prepared by EQE Engineering Consultants, San Francisco, California, April 1995.
7. " HVAC Duct Construction Standard, Metal and Flexible", SMACNA, Vienna, Virginia, 1985.
8. "Rectangular Industrial Duct Construction Standards", SMACNA, Vienna, Virginia, 1988.
9. "Round Industrial Duct Construction Standards", SMACNA, Vienna, Virginia, 1989.
10. EPRI Report NP-7151, “Cable Tray and Conduit System Seismic Evaluation Guidelines”, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc.,March 1991. (Volume 6 of DOE Binders)
11. SSRAP Cable Tray Report, “Review Procedure to Assess Seismic Ruggedness of Cantilever Bracket Cable Tray Supports”, Revision 3, SAND92-0140 Part II, UC-523, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, prepared by Senior Seismic Review and Advisory Panel, March 1,1991. (Volume 6 of DOE Binders)
12. "Manual of Steel Construction", 9th Edition, American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, Illinois, 1989.

فصل ۸

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای هدایت‌کننده‌ها با استفاده از روش سرند

۸-۱- ملاحظات کلی

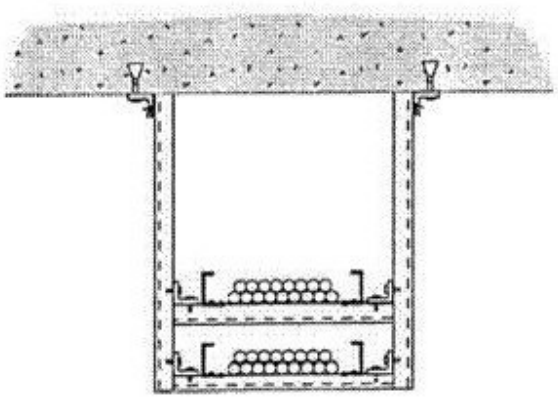
ارزیابی لرزه‌ای هدایت‌کننده‌ها بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

۸-۱-۱- محدوده کاربرد

هدایت کننده‌ها شامل سینی کابل و مجاری با تکیه‌گاه‌های آویزی، قابی مستطیلی یا ذوزنقه‌ای مهار شده یا نشده در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار می‌گیرند. شکل (۸-۱) نمونه‌ای از هدایت کننده‌ها را نشان می‌دهد.

وزن سینی کابل استاندارد با ۱۰ سانتی‌متر فضای کابل‌ها، $4kgf/m^2$، در نظر گرفته می‌شود.

برای مقادیر کمتر یا بیشتر کابل درون سینی، می‌توان از درون‌یابی یا برون‌یابی خطی استفاده نمود. وزن عایق‌کاری ضدحریق نیز به طور محافظه‌کارانه با وزن کابل‌های مربوطه یکسان درنظر گرفته می‌شود.



شکل ۸-۱- مقطعی از یک هدایت کننده نوعی

وزن‌های در نظر گرفته شده برای مجاری فولادی و آلومینیومی در جدول (۸-۱) ارائه گردیده است.

جدول (۸-۱): وزن مجاری

قطر مجاری(cm)	وزن مجاری بهمراه کابل(kgf/cm)	
	فولادی	آلومینیومی
(1/2^{in})۱٫۳	۱۳٫۸	۶٫۹
(3/4^{in})۱٫۹	۱۹٫۴	۹٫۷
(1^{in})۲٫۵	۳۰٫۴	۱۵٫۲
(3/2^{in})۳٫۸	۴۹٫۸	۲۴٫۹
(2^{in})۵٫۱	۷۰٫۶	۳۸٫۷
(5/2^{in})۶٫۳	۱۲۳٫۲	۷۲٫۰
(3^{in})۷٫۶	۱۷۷٫۱	۱۰۹٫۳
(4^{in})۱۰٫۲	۲۲۸٫۳	۱۳۱٫۵
(5^{in})۱۲٫۷	۳۱۸٫۳	۱۸۸٫۲

۸-۲- مراحل سرند

ارزیابی لرزه‌ای هدایت کننده‌ها در ۲۱ مرحله ذیل انجام می‌گیرد.

۱- کنترل دهانه هدایت کننده (سینی کابل و مجاری
۲- کنترل مهار اجزای هدایت کننده روی تکیه‌گاه
۳- کنترل مهره چفت شونده
۴- کنترل اتصالات کلاهک صلب
۵- کنترل گیره اتصال به تیر
۶- کنترل مهار چدنی مدفون
۷- کنترل ضعف مهار
۸- کنترل ترک خوردگی بتن
۹- کنترل خوردگی
۱۰- کنترل خیز هدایت کننده
۱۱- کنترل اجزای شکسته یا از بین رفته
۱۲- کنترل ضعف قید کابل‌ها
۱۳- کنترل فرسودگی گیره‌های پلاستیکی
۱۴- کنترل نقاط و اجزای با سختی بالا
۱۵- کنترل اندرکنش لرزه‌ای
۱۶- کنترل شکل‌پذیری تکیه‌گاه
۱۷- کنترل ظرفیت بار قائم

۱۸- کنترل ظرفیت بار جانبی
۱۹- کنترل خستگی آویز میله‌ای
۲۰- ارزیابی تکیه‌گاه‌های کف تا سقف
۲۱- ارزیابی تکیه‌گاه‌های روی کف (واقع بر اجزای فشاری)

۸-۲-۱- سرند ۱: دهانه هدایت کننده

- طول آزاد سینی کابل بین دو تکیه‌گاه متوالی در طول مسیر نباید بیش از ۳ متر باشد. طول طره‌ای سینی کابل پس از تکیه‌گاه آخر نباید بیش از ۱/۵ متر باشد.
- فاصله مجاز بین تکیه‌گاه‌های مجاور و طول مجاز طره‌ای مجاری پس از آخرین تکیه‌گاه نباید از مقادیر مندرج در جدول (۸-۲) تجاوز کند.

جدول (۸-۲): مقادیر بیشینه دهانه مجاری

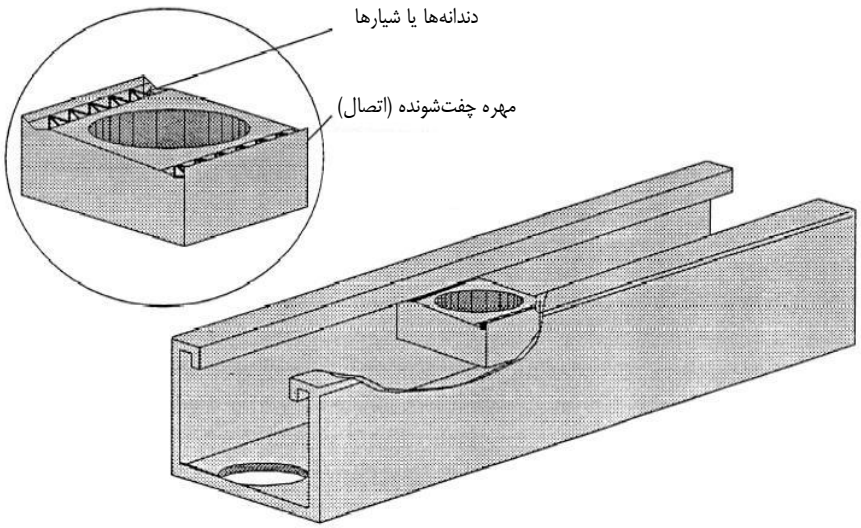
اندازه مجاری(میلی‌متر)	حداکثر فاصله تقریبی دو تکیه‌گاه متوالی(متر)	حداکثر طول طره‌ای تقریبی(متر)
۱۲ و ۱۹	۳/۰	۱/۵
۲۵	۳/۶	۱/۸
۳۲ و ۳۸	۴/۲	۲/۱
۵۱ و ۶۳	۴/۹	۲/۴
۷۶ و بزرگتر	۶/۱	۳/۰

۸-۲-۲- سرند ۲: مهار اجزای هدایت کننده روی تکیه‌گاه

- ادوات اصطکاکی برای مهار اجزای هدایت‌کننده روی تکیه‌گاه کافی می‌باشد.
- اگر فاصله تکیه‌گاه مورد نظر تا تکیه‌گاه مجاور کمتر از فاصله مجاز ذکر شده در بند (۸-۲-۱) باشد مهار هدایت کننده بر روی تکیه‌گاه‌ها بصورت یک در میان کافی است.

۸-۲-۳- سرند ۳: مهره چفت شونده

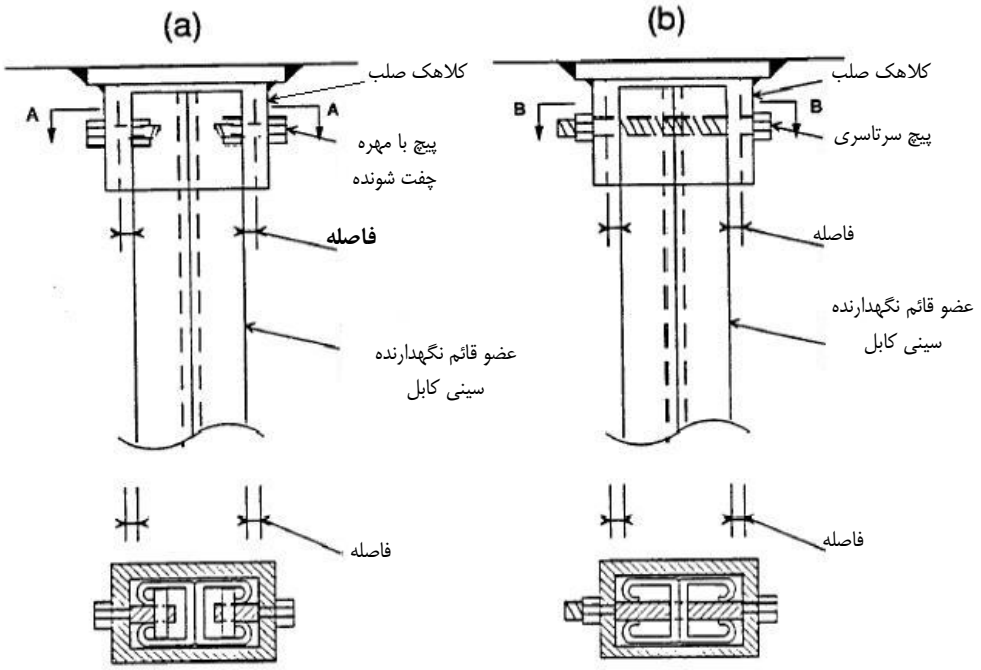
مهره‌هایی که جهت محکم نمودن سامانه‌های قاب با پروفیل‌های سبک خم سرد مورد استفاده قرار می‌گیرند باید دارای دندانه‌ها یا برآمدگی‌هایی جهت درگیری با لبه پروفیل باشند (شکل ۸-۲)



شکل (۸-۲): مهره چفت شونده به همراه پروفیل سبک جدارنازک

۸-۲-۴- سرند ۴: کلاهک صلب

- ظرفیت کلاهک‌های صلب (شکل ۸-۳) در مقابل زلزله در شرایطی که بین عضو تکیه‌گاهی قائم و کلاهک فاصله وجود داشته باشد و از پیچ و مهره چفت شونده جهت اتصال استفاده گردد قابل قبول نسبت.
- استفاده از پیچ سرتاسری به جای پیچ و مهره چفت شونده اتصال کلاهک صلب را به یک اتصال قابل قبول تبدیل می‌نماید.



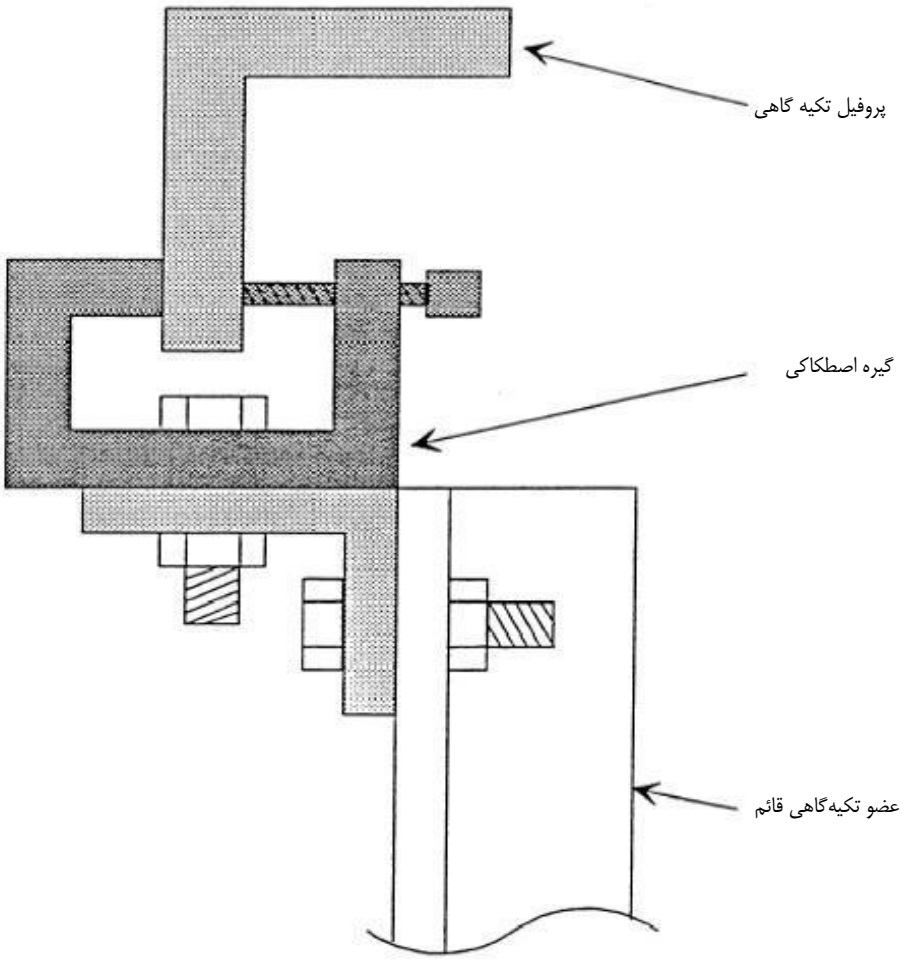
الف- اصلاح اتصال با استفاده از پیچ سرتاسری ب- اتصال کلاهک صلب با فاصله

شکل (۸-۳): اتصال کلاهک صلب

۸-۲-۵- سرند ۵: گیره اتصال به تیر[1]

اتصال نباید به گونه‌ای باشد که بارهای ثقلی منحصراً توسط نیروهای اصطکاک یا گیره‌ای ایجاد شده توسط گیره‌ها تحمل شود (شکل ۸-۴).

1 Beam Clamps

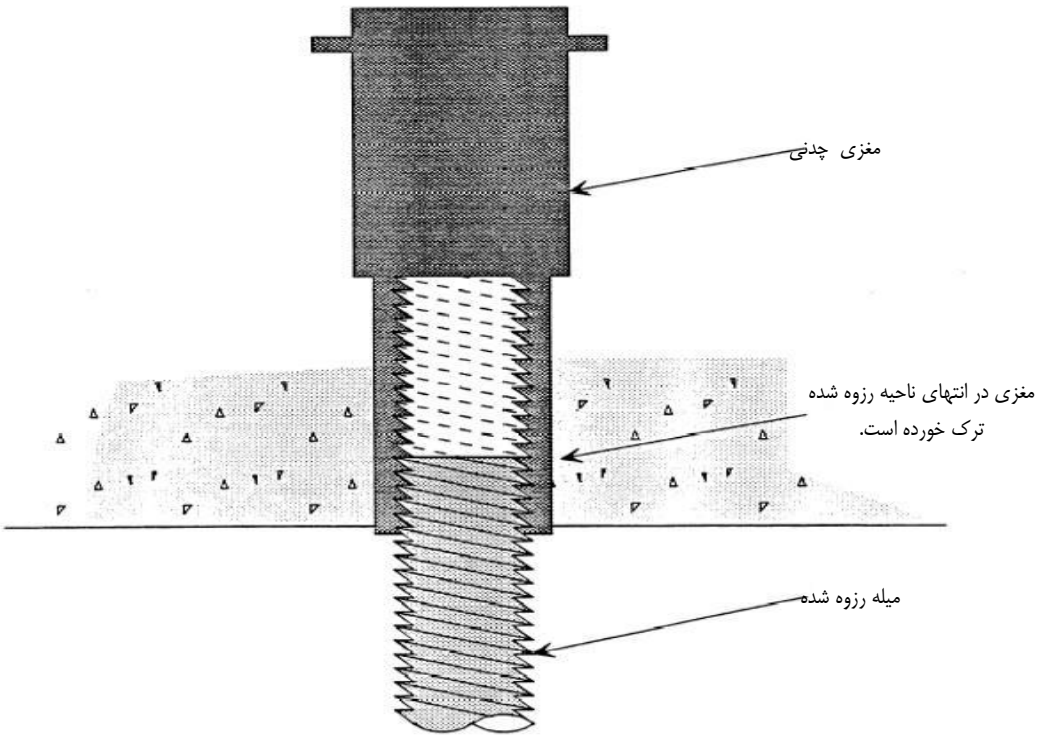


شکل (۸-۴) گیره اصطکاکی تیر

۸-۲-۶- سرند ۶: مهار چدنی مدفون[1]

مهار چدنی مدفون به کفایت لرزه‌ای لازم را به عنوان وسیله اتصال در مقابل زلزله دارا نمی‌باشد، مگر آنکه آزمون و بررسی دقیق‌تر خلاف این موضوع را نشان دهد.

1 .Cast-Iron Anchor Embedment



شکل (۸-۵): اتصال مهاری با مغزی چدنی

۸-۲-۷- سرند ۷: ضعف مهار

- در بازبینی مهار تکیه‌گاه‌های هدایت‌کننده باید توجه بیشتری به مهارهایی که زیر اثر بارهای سنگین‌تر قرار دارند، شود.
- کفایت مهارهایی چون مغزی‌های پلاستیکی و درپوش‌های محافظ سربی روی تکیه‌گاه‌های مجاری که بار کمی تحمل می‌کنند را می‌توان با رویکرد ارزیابی موردی، براساس اطلاعات شرکت سازنده و انجام آزمایش روی نمونه‌ها ارزیابی نمود.
- کاربرد مغزی‌های پلاستیکی و درپوش‌های محافظ سربی روی تکیه‌گاه‌های سینی کابل قابل قبول نیست.
- کفایت لرزه‌ای تکیه‌گاه‌هایی از مجاری راکه تحت اثر بار مرده کمتر از ۱۰ kgf قرار دارند و به دیوار یا سقف متصل می‌باشند، می‌توان با وارد نمودن کشش ناگهانی به آن با دست کنترل نمود.

۸-۲-۸- سرند ۸: ترک‌خوردگی بتن

امکان خرابی مهار در اثر معیوب بودن بتن، ترک‌های بزرگ، خردشدگی‌های قابل توجه بتن، کرموبودن بتن و دیگر عیب‌های کلی بتنی که تکیه‌گاه‌های سینی کابل و مجاری به آن متصل‌اند، باید بررسی گردد.

۸-۲-۹- سرند ۹: خوردگی

اثر خوردگی زیاد سینی‌های کابل‌ها، مجاری، تکیه‌گاه‌ها یا مهارها در به خطر انداختن پایداری سازه‌ای، باید مورد ارزیابی قرارگیرد.

۸-۲-۱۰- سرند ۱۰: خیز مجاری و سینی کابل

– خیز مجاری و سینی‌های کابل نباید بزرگتر از ۲/۵cm در دهانه‌ای با طول ۳ متر، باشد. در صورتیکه خیز قابل ملاحظه‌ای مشاهده شود، قبل از اصلاح آن، باید عامل این خیز شناسایی گردد.
– نیازی به اصلاح خیز ایجاد شده هنگام ساخت، که هیچ اثری بر پایداری سازه ندارد، نیست.

۸-۲-۱۱- سرند ۱۱: اجزای شکسته یا از بین رفته

– اجزای شکسته یا از بین رفته سینی کابل یا مجاری باید تعمیر یا جایگزین شوند.
– در جاهایی که کابل در کنار لبه‌های زبر و تیز قرار گرفته است (مثل محل برش ورق‌های فلزی)، امکان بریدگی در کابل در جریان زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

۸-۲-۱۲- سرند ۱۲: ضعف قیود کابل‌ها

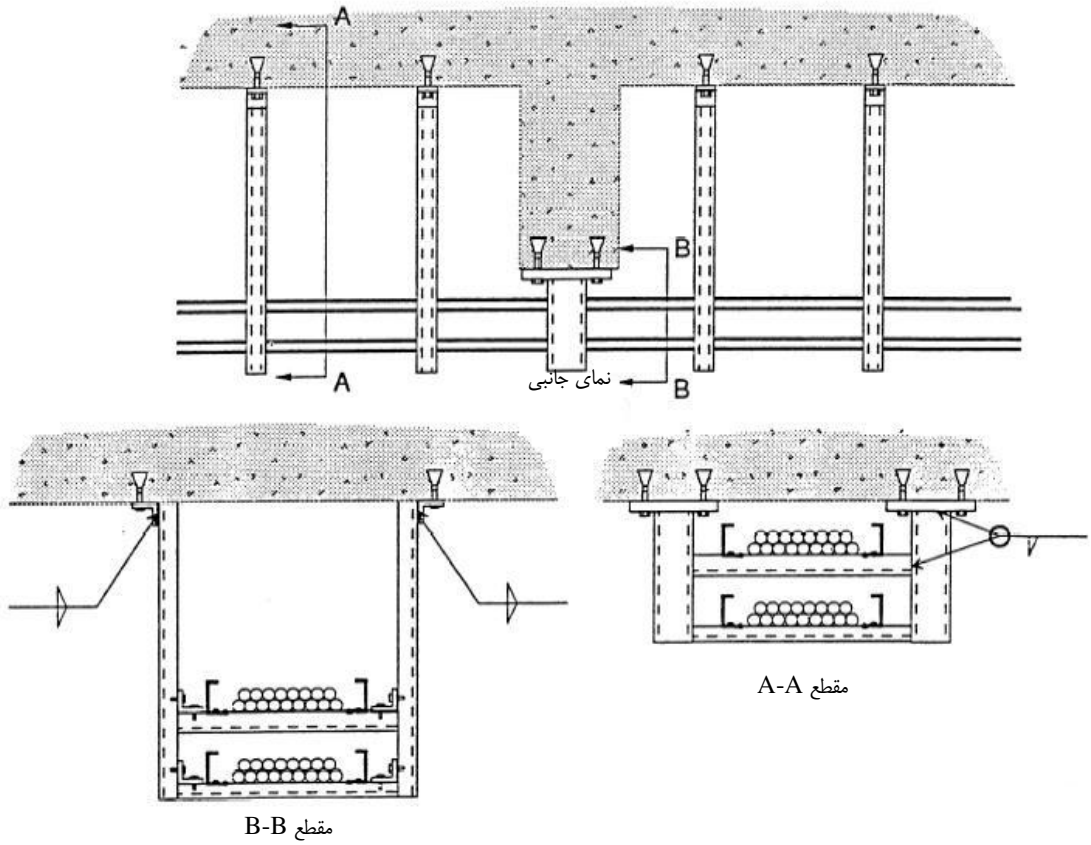
– تمامی کابل‌های بالاتر از سطح ریل‌های کناری باید توسط قیودی محکم شوند تا در جریان زلزله درون سینی باقی بمانند.
– نیازی به مقیدکردن سیم‌های عایق‌بندی شده در مرکز سینی نمی‌باشد.
– در صورتیکه کابل‌ها مقید نشده باشند، خطر احتمالی آن‌ها برای خودشان (مثل سوراخ شدن و یا قطع شدن در اثر افتادن از سینی و ...) و یا تأسیسات نزدیکشان (مثل ضربه‌زدن به اجزاء شکننده و ...)، باید مورد ارزیابی قرار گیرد.
– زمانیکه سینی کابل‌ها آویز قائمی با ارتفاع بیش از ۶/۰ متر داشته باشند و بعلت آویختگی کابل‌ها در جریان زلزله امکان قطع‌شدگی و سوراخ شدن آنها و یا ضربه‌زدن به عناصر شکننده مجاور، وجود داشته باشد، این کابل‌ها باید توسط قیودی درون سینی نگهداری گردند.

۸-۲-۱۳- سرند ۱۳: فرسودگی گیره‌های پلاستیکی کابل‌ها

مقاومت گیره‌هایی که از جنس پلاستیک می‌باشند و فرسوده شده‌اند باید بررسی گردد.

۸-۲-۱۴- سرند ۱۴: نقاط و اجزای با سختی بالا

– اثر حرکت بخش‌های انعطاف‌پذیر مسیر سینی کابل بر تکیه‌گاه‌های سخت، باید ارزیابی گردد. این نقطه ضعف اساساً مربوط به حرکات طولی سینی کابل می‌باشد.
– در نقاطی که تکیه‌گاه سخت در خمیدگی‌های مسیر قرار گرفته است انعطاف‌پذیری و شکل‌پذیری ناحیه خم‌شده، از آسیب دیدن تکیه-گاه سخت جلوگیری می‌کند.



توجه: در اثر حرکت طولی در جریان زلزله، بار قابل توجهی بر تکیه‌گاه کوتاه و سخت وارد می‌گردد.

شکل (۸-۶): تکیه‌گاه کوتاه و سخت در سیستم بلند و انعطاف‌پذیر

- تکیه‌گاه‌های با سختی بالا باید با استفاده از روش ارزیابی خستگی میله‌نگهدارنده ارائه شده در بخش (۸-۲-۱۹)، مورد ارزیابی قرار گیرند. سیستم‌های تکیه‌گاهی میله‌نگهدارنده ذوزنقه‌ای که به صورت برون‌محور مهاربندی شده‌اند نیز باید به طور مشابه مورد ارزیابی قرارگیرند.

۸-۲-۱۵- سرند ۱۵: اندرکنش لرزه‌ای

ارزیابی خطرات ناشی از اندرکنش اجزای مختلف، بر اساس ضوابط بخش (۲-۶) فصل دوم دستورالعمل صورت می‌گیرد.

۸-۲-۱۶- سرند ۱۶: شکل پذیری تکیه‌گاه

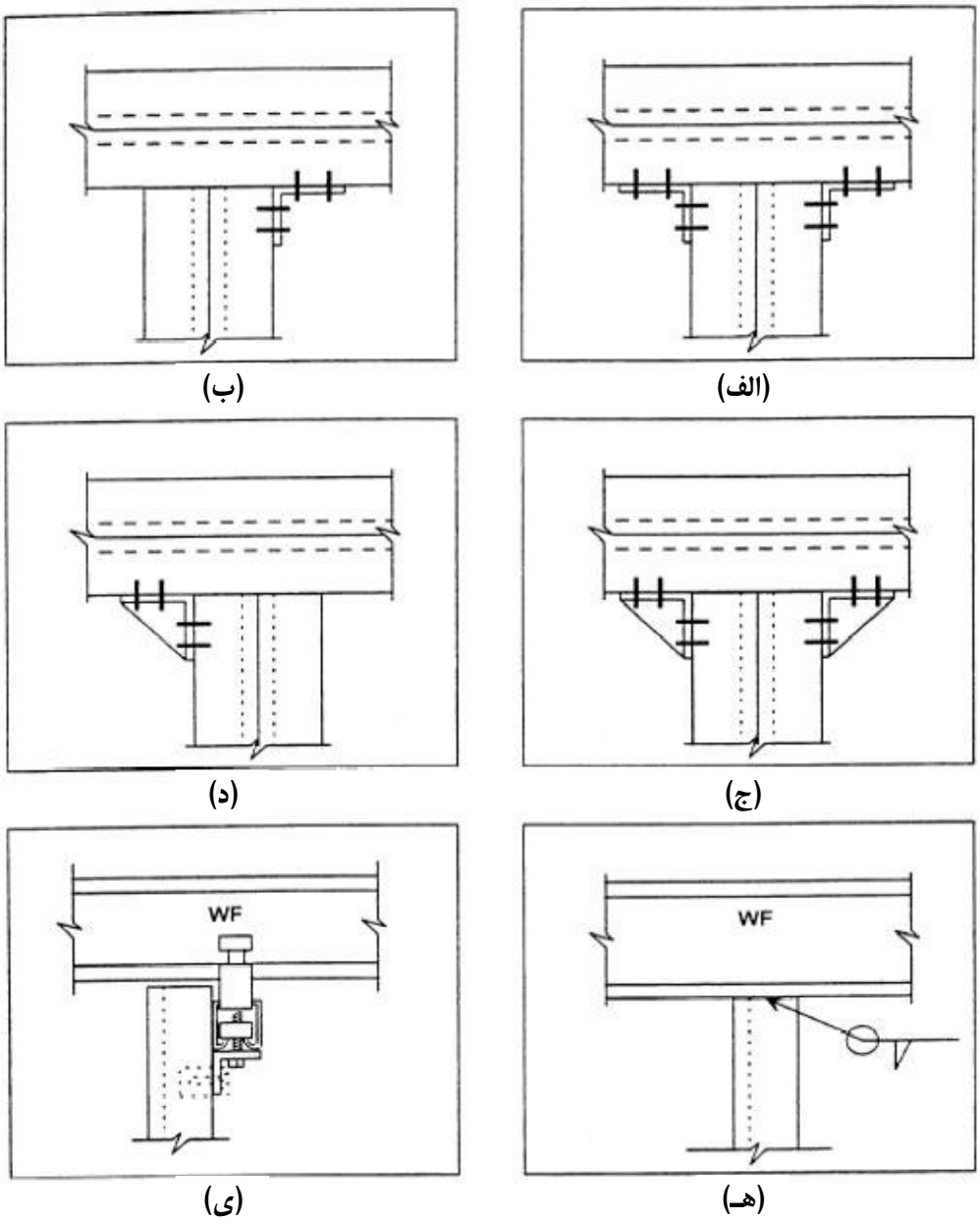
تکیه‌گاه‌هایی شکل‌پذیر درنظر گرفته می‌شوند که تحت اثر زلزله بدون نشان دادن زوال در مقاومت مهار و اتصال تکیه‌گاه فوقانی تغییر شکل دهند. این تغییر شکل می‌تواند در محدوده ارتجاعی یا غیرارتجاعی رخ دهد. نمونه‌هایی از جزئیات اتصالات شکل‌پذیر غیرشکل‌پذیر به ترتیب در اشکال (۸-۷ و ۸) نشان داده شده است.

- ظرفیت تکیه‌گاه‌هایی که غیر شکل‌پذیر تشخیص داده شوند باید در مقابل بار جانبی مطابق بند (۸-۲-۱۸) کنترل شوند.
- کفایت لرزه‌ای تکیه‌گاه‌هایی که شکل‌پذیر تشخیص داده شوند تنها با کنترل ظرفیت باربری قائم بند (۸-۲-۱۷) انجام می‌گیرد.
- تکیه‌گاه‌های متکی بر کف (واقع بر اجزای فشاری) یا قرار گرفته روی اعضای فشاری (تکیه‌گاه‌های از کف تا سقف) متکی بر کف بدلیل احتمال کمانش یا ناپایداری ناشی از اثر $P-\Delta$ غیر شکل‌پذیر در نظر گرفته می‌شوند. مگر آنکه بررسی دقیق‌تر خلاف این موضوع را نشان دهد.
- تکیه‌گاه‌های آویزان در صورتی که احتمال تغییر شکل‌های خمش ناشی از اتصالات صلب در آنها وجود نداشته باشد شکل‌پذیر درنظر گرفته می‌شوند. تکیه‌گاه‌های با اتصالات خمشی صلب مثل تکیه‌گاه‌های ذوزنقه‌ای باید با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرند.

۸-۲-۱۶-۱- اتصالات متشکل از پروفیل‌های سبک جدارنازک استاندارد[1]، ناودانی‌های خم سرد[2]، نبشی‌های بست و پیچ و مهره‌های چفت‌شونده

تکیه‌گاه‌های مهاربندی نشده‌آویزان که از پروفیل‌های سبک جدارنازک استاندارد، ناودانی‌های خم سرد، نبشی‌های بست و پیچ و مهره‌های چفت‌شونده ساخته شده‌اند را می‌توان به عنوان تکیه‌گاه‌های شکل‌پذیر درنظر گرفت (شکل۸-۷-الف، ب، ج، د).

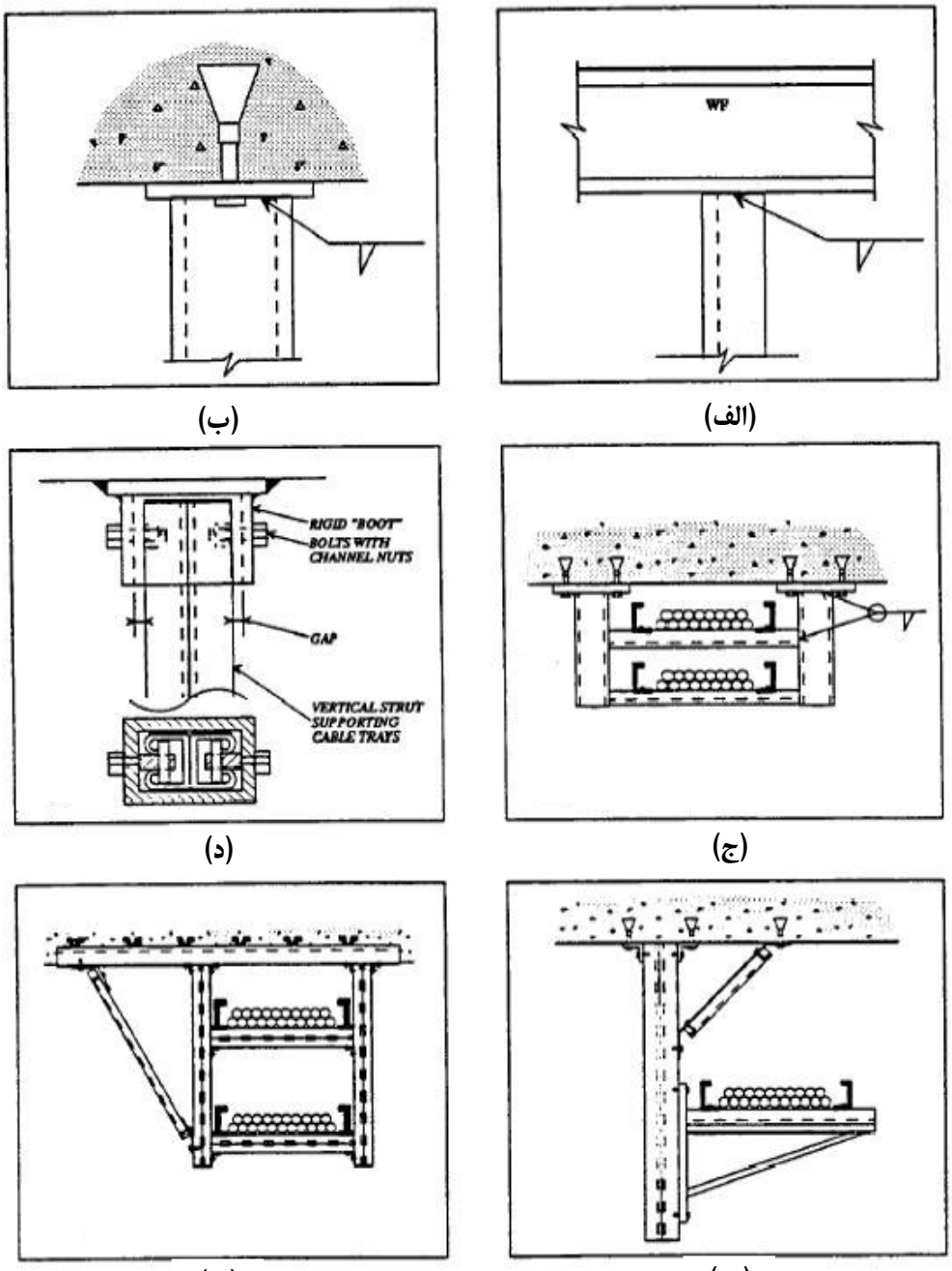
1. Standard Catalog light Metal
2. Strut Framing Members



- اتصالات (الف)، (ب)، (ج)، (د) اتصالات شکل‌پذیری از پروفیل سبک جدارنازک می‌باشند.
- شکل (ی) گیره تیری با انتهای مفصلی (شکل‌پذیر) است که در جهت مناسبی قرار گرفته است.
- شکل (هـ) ، جوش گوشه دورتادور مقطع نبشی : در صورتیکه ضخامت گلوی جوش مرکب از ضخامت بال نبشی بزرگتر باشد، اتصال شکل‌پذیر است.
- در صورتیکه پیچ‌ها در اتصالات (ج) و (د) بصورت نشان داده شده قرار گیرند، این اتصالات شکل‌پذیر خواهند بود. در صورتیکه پیچ قائم به بتن متصل باشد، شکل‌پذیری اتصال باید بررسی گردد.

شکل (۸-۷): اتصالات و پیکربندی نمونه‌هایی از تکیه‌گاه‌های شکل‌پذیر

الف،



(الف) (ب)

(ج) (د)

(هـ) (ی)

- اتصالات (الف) و (ب) دارای جوش‌های منقطع هستند. جوش‌های منقطع توانایی ایجاد ظرفیت لنگر خمیری عضو قائم را ندارند و بهمین دلیل غیر شکل‌پذیر می‌باشند.
- اتصال (د) اتصال کلاهک صلب غیرشکل‌پذیر می‌باشد.
- اتصال (ج) ، قاب خمشی صلبی است که مقاومت آن در برابر بار افقی باید ارزیابی گردد.
- مقاومت اتصالات (هـ) و (ی) که بصورت قطری مهاربندی شده‌اند‌در برابر بار افقی باید بررسی گردد.

شکل (۸-۸): اتصالات و پیکربندی نمونه‌هایی از تکیه‌گاه‌های غیرشکل‌پذیر.

۸-۲-۱۶-۲- اعضای فلزی جوش شده

- اگر ظرفیت خمیری عضو تکیه‌گاهی قاب از ظرفیت جوش بیشتر باشد، اتصال تکیه‌گاه غیرشکل‌پذیر درنظر گرفته می‌شود.
- برای مقطع ناودانی، جوش گوشه سرتاسری با ضخامت گلویی بزرگ‌تر از ضخامت اعضای متصله را می‌توان جوشی مناسب برای تشکیل مفصل خمیری در عضو قائم ناودانی، درنظر گرفت.
- برای اتصالات متشکل از پروفیل‌های سبک و ناودانی خم سرد اتصالات جوشی غیرشکل‌پذیر درنظر گرفته می‌شوند.

۸-۲-۱۶-۳- صفحه اتصال سقفی نگهداری شده با مهارهای انبساطی

تکیه‌گاه‌هایی از سیستم هدایت‌کننده که در آنها اتصال بالایی با ورقی متصل به بتن به کمک مهارهای انبساطی تامین گردیده است، ممکن است شکل‌پذیر باشند. بعلاوه، شکل‌پذیری می‌تواند از ضعیف بودن ورق اتصال سقف ناشی شود.

۸-۲-۱۶-۴- تکیه‌گاه‌های لچکی طره‌ای مهاربندی شده و قاب ذوزنقه‌ای

وجود مهاربندهای قطری در یک تکیه‌گاه (شکل ۸-۸ (هـ) و (ی)) می‌تواند قابلیت تحمل بارهای بیرون‌کشیدگی را زمانیکه تکیه‌گاه تحت اثر بارهای افقی قرار می‌گیرد، به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد که تابعی از پیکربندی هندسی تکیه‌گاه، ظرفیت مهاربند و ظرفیت پیچ یا جوش‌های مهاری می‌باشد.
اگر مجموع نیروی مهاربند تحت بارهای افقی و نیروی ناشی از بار مرده امکان تجاوز از ظرفیت مهاری تکیه‌گاه را داشته باشد، رفتار تکیه‌گاه احتمالاً غیر شکل‌پذیر خواهد بود.
در صورتیکه پیش از رسیدن به ظرفیت پیچ یا جوش‌های اتصال اصلی تکیه‌گاه، مهاربند کمانش کرده و یا اتصال آن دچار خرابی گردد، تکیه‌گاه را می‌توان بعنوان تکیه‌گاهی شکل‌پذیر در نظر گرفت.

۸-۲-۱۶-۵- قاب‌های ذوزنقه‌ای صلب مهاربندی نشده[1]

- قاب‌های خمشی ذوزنقه‌ای، مانند قاب‌هایی با تعدادی تیر عرضی[2] سخت و جوش شده به دو تکیه‌گاه قائم (شکل ۸- ۸ (ج))، می‌توانند مقاومت بیرون‌کشیدگی میل مهارها را، هنگامی که قاب تحت حرکت افقی قرار می‌گیرد، به مقدار قابل توجهی افزایش دهند.
- اگر مجموع نیروی ناشی از بار افقی و بار مرده در مهار از ظرفیت مهار تجاوز کند، رفتار قاب احتمالاً غیرشکل‌پذیر خواهد بود.

۸-۲-۱۶-۶- تکیه‌گاه‌های روی طبقه

رفتار خمیری تکیه‌گاه‌های روی کف، ممکن است منجر به ناپایداری سازه‌ای شود.
تکیه‌گاه‌های روی کف، غیرشکل‌پذیر شناخته شده و مقاومت افقی آنها در بندهای (۸-۲-۲۰) و (۸-۲-۲۱) با تمرکز بر پایداری، باید مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

1. Unbraced Rigid Trapeze Frames
2. Cross-beam

۸-۲-۱۶-۷- تکیه‌گاه‌های ذوزنقه‌ای میله‌ای[1]

تکیه‌گاه‌های ساخته شده از میله‌های رزوه شده با اتصالات گیردار در دو انتهای میله‌نگهدارنده، در حرکت افقی رفتاری شکل‌پذیر دارند، اما باید دقت نمود که میله‌های نسبتاً کوتاه ممکن است در اثر خمش ناشی از حرکت لرزه‌ای افقی، در انتهای گیردارشان، کرنش‌های بسیار بزرگی متحمل شوند. پاسخ این تکیه‌گاه‌ها ممکن است توسط خستگی ناشی از حرکات با دوره تناوب کم[2] کنترل گردد

۸-۲-۱۷- سرند ۱۷: کنترل ظرفیت بار قائم

تکیه‌گاه‌های شکل‌پذیر با توجه به مفاد بند (۸-۲-۱۶) باید تحت بار قائم معادل ۳ برابر بارمرده با تنش مجاز کنترل شوند.

۸-۲-۱۸- سرند ۱۸: کنترل ظرفیت بار جانبی

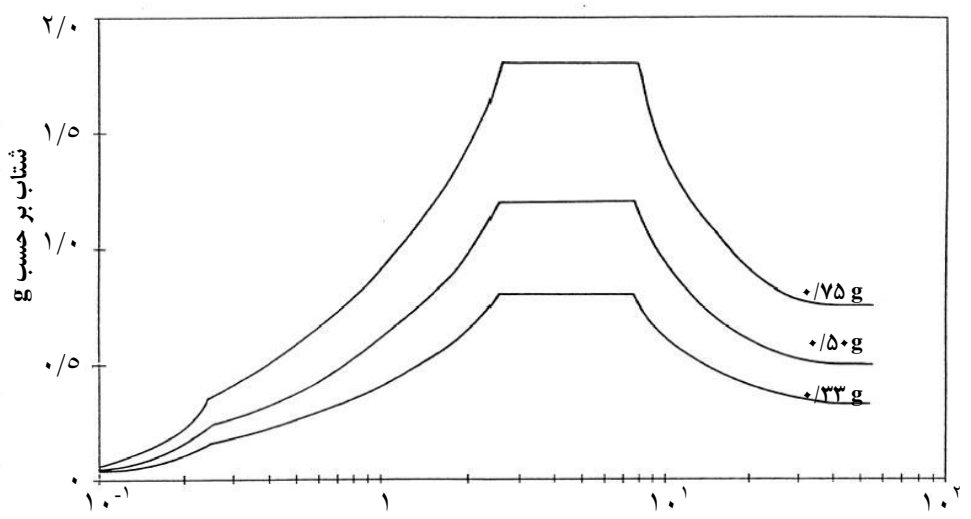
ظرفیت بار جانبی تکیه‌گاه‌های غیر شکل پذیر و با شکل پذیری مشکوک باید کنترل شود.

- هدایت کننده‌های قرار گرفته روی زمین باید تحت شتاب افقی برابر با حاصلضرب 2g در بیشترین نسبت طیف طرح به طیف آسیب‌پذیری (۲-۵-۲-۲-۱) در محدوده زمان تناوب ۰ تا ۰/۵ ثانیه به همراه بار مرده کنترل شوند.
- هدایت کننده‌های قرار گرفته روی کف طبقات باید تحت شتاب افقی برابر با ۲/۵ برابر ZPA طیف نیاز طبقه (۲-۵-۲-۲-۲) به همراه بار مرده کنترل شوند.
- در صورت بروز کمانش اعضای فشاری تکیه‌گاه مثل مهاربندها در شتابی کمتر از شتاب بار جانبی، بیشترین مقدار ۰/۸g یا شتاب حد کمانش فوق به عنوان شتاب بار جانبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در ارزیابی آویزهای بلند در هدایت کننده‌های آویزان، لنگر خمشی وارده بر آویز باید با استفاده از حداکثر تغییر مکان ناشی از زلزله بدست آمده از جابجایی طیفی طبقه در بالاترین فرکانس محتمل محاسبه گردد.
- برای تکیه‌گاه‌هایی که به صورت قطری مهاربندی شده‌اند و مهاربندی آنها شکل‌پذیر نیست، آن بخش از بار جانبی که توسط مهاربند تحمل نمی‌شود باید دوباره به صورت تنش‌های خمشی در اتصال فوقانی توزیع شود.

۸-۲-۱۹- سرند ۱۹: ارزیابی‌های خستگی آویز میله‌ای در تکیه‌گاه ذوزنقه‌ای

کاربر باید توجه نماید که ظرفیت لرزه‌ای تکیه‌گاه‌های ذوزنقه‌ای میله‌ای گیردار توسط خستگی میله‌های نگهدارنده محدود می‌گردد.
ارزیابی خستگی آویزهای میله‌ای، براساس طیف آسیب‌پذیری میله (شکل ۸-۹) و نمودارهای کلی ارزیابی خستگی میله (شکل‌های ۸-۱۰ تا ۸-۱۴)، صورت می‌گیرد[۸] .

1. Rod Hanger Trapeze Supports
2 Low Cycle



شکل (۸-۹): طیف آسیب‌پذیری میله‌هایی که برای مهار در شتاب‌های ۰/۳۳g ، ۰/۵g و ۰/۷۵g بکار رفته‌اند

نمودارهای ارزیابی خستگی، برای مسیرهای هدایت‌کننده با نگهدارنده‌های هم‌اندازه و میله های تمام رزوه بطور مستقیم قابل استفاده‌اند. همچنین می‌توان از این نمودارها برای ارزیابی تکیه‌گاه‌های با میله‌های رزوه شده در محل و برای ارزیابی میله‌های کوتاه گیردار منفرد که وجود آن پس از زلزله ضرورتی ندارد، در سیستم‌های انعطاف‌پذیرتر، با میله‌های نگهدارنده بلندتر، استفاده نمود.

۸-۲-۱۹-۱- میله‌های تمام رزوه شده کارخانه‌ای

برای ارزیابی خستگی آویزهای میله‌ای گیردار کوتاه (تمام رزوه) در مسیرهای تکیه‌گاه هدایت‌کننده‌هایی که در آن تمام میله‌ها هم‌اندازه هستند، باید به ترتیب زیر عمل شود.

۱- طیف نیاز طبقه با میرایی ۵٪ (بند۲-۳-۴-۲) برای محل تکیه‌گاه تهیه شود.

۲- با مراجعه به شکل (۸-۹) که شامل طیف آسیب‌پذیری میله مهارشده برای ۰/۳۳g، ۰/۵g و ۰/۷۵g می‌باشد، طیفی را که طیف نیاز طبقه را پوش می‌دهد انتخاب گردد. در صورتیکه طیف انتخاب شده، تماماً طیف نیاز طبقه را پوش ندهد، طیفی که طیف نیاز طبقه را در فرکانس تشدید تکیه‌گاه پوشش می‌دهد، انتخاب شود.

فرکانس تشدید تکیه‌گاه از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$f_{support} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K_s}{M_s}} \qquad (۱-۸)$$

که در آن:

$$K_s = 2\left(\frac{12EI}{L^3}\right) + \frac{W}{L} \qquad (۲-۸)$$

$$M_s = \frac{W}{g} \qquad (۳-۸)$$

W: کل وزن مرده قرار گرفته روی تکیه‌گاه‌های هر جفت میله آویز

g: شتاب ثقل

E: مدول الاستیسیته فولاد

I: ممان اینرسی مقطع ریشه میله

L: طول میله در بالای ردیف فوقانی

۳- با توجه به قطر میله رزوه شده، به یکی از نمودارهای ارزیابی خستگی درشکل‌های(۸-۱۰) تا (۸-۱۴) مراجعه و منحنی مرتبط با شتاب (۰/۳۳g، ۰/۵g، ۰/۷۵g) طیف آسیب‌پذیری میله که در مرحله قبل تعیین شده، انتخاب می‌گردد. این نمودارها در مورد میله‌هایی که قسمتی از آن‌ها رزوه شده، باشد، قابل کاربرد نیستند. به عنوان یک معیار، استفاده از نصف وزن و طولی معادل ۱/۳ برابر طول میله در نمودارها توصیه می‌شود.

۴- مقادیر طول و وزن آویز میله‌ای، با ترکیب‌های قابل قبول طول و وزن درنمودارهای سرند، مقایسه می‌گردد. نواحی قابل قبول در نمودارهای ارزیابی خستگی، در زیر و سمت راست منحنی‌های انتخاب شده در مرحله قبل، قرار دارند.

در صورتیکه پارامترهای تکیه‌گاه در ناحیه مجاز قرار داشته باشند، آویز میله‌ای از کفایت لرزه‌ای برخوردار است.

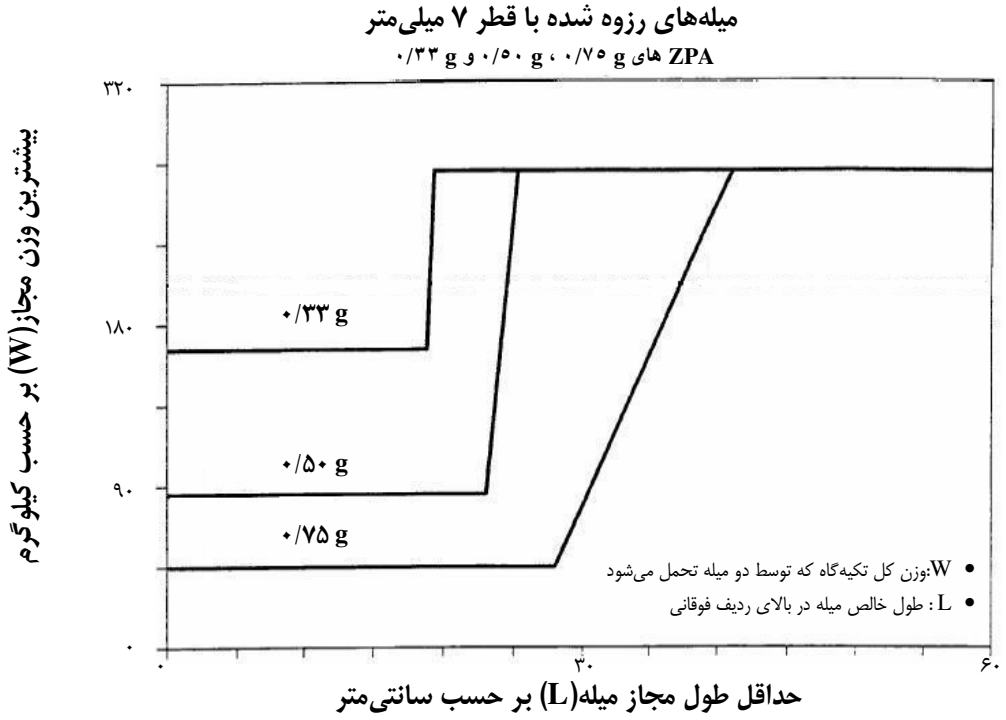
نمودارهای ارزیابی خستگی، شامل حدود ۳ برابر حد بار مرده در کنترل ظرفیت باربری قائم (بند ۸-۲-۱۷) هستند که می‌توان از آن‌ها برای تسهیل ارزیابی مهارهای انبساطی نیز (براساس ضریب کاهش ۰/۷۵ برای تعیین ظرفیت مهار در فصل سوم) استفاده نمود.

۸-۲-۱۹-۲- میله‌های رزوه شده در محل

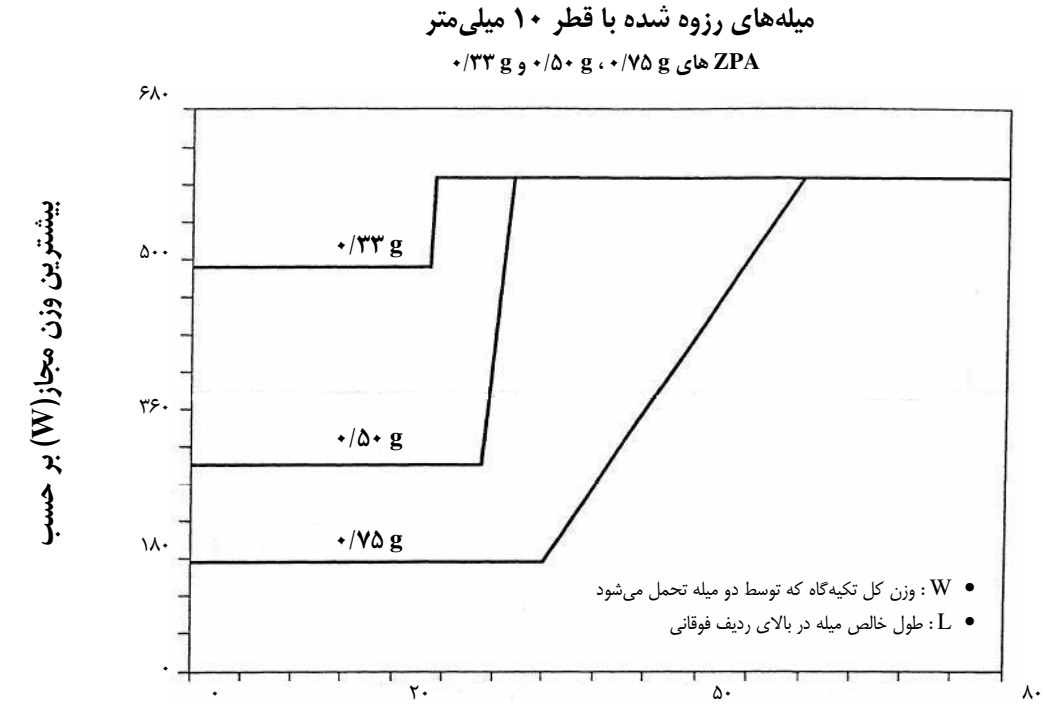
میله‌های رزوه شده در محل، عمر خستگی کمتری نسبت به میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای دارند.

روش ارزیابی میله‌های رزوه شده در محل مشابه روش مورد استفاده برای میله‌های تمام رزوه می‌باشد، به جز اینکه باید از وزن‌ها و طول-های متعادل شده در نمودارهای ارزیابی خستگی استفاده گردد. برای چنین میله‌هایی از دو برابر وزن و $\frac{۲}{۳}$ طول میله در نمودارها استفاده می‌شود.

اگر مقادیر اصلاح شده در محدوده مجاز نمودارهای ارزیابی خستگی قرار بگیرند، آویز میله‌ای کفایت لرزه‌ای لازم را دارد.



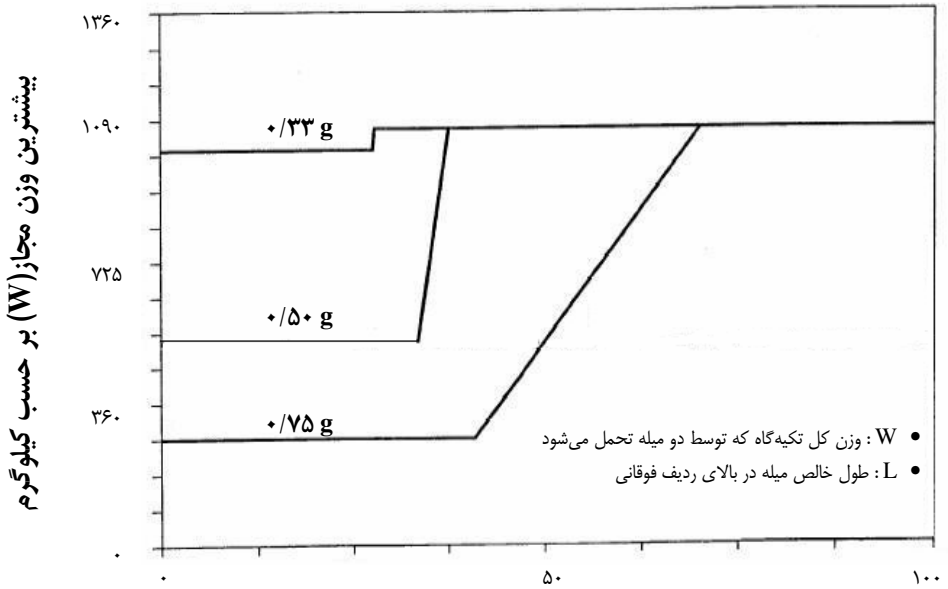
شکل (۸-۱۰): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۷ میلی‌متر



شکل (۸-۱۱): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۰ میلی‌متر

میله‌های رزوه شده با قطر ۱۳ میلی‌متر

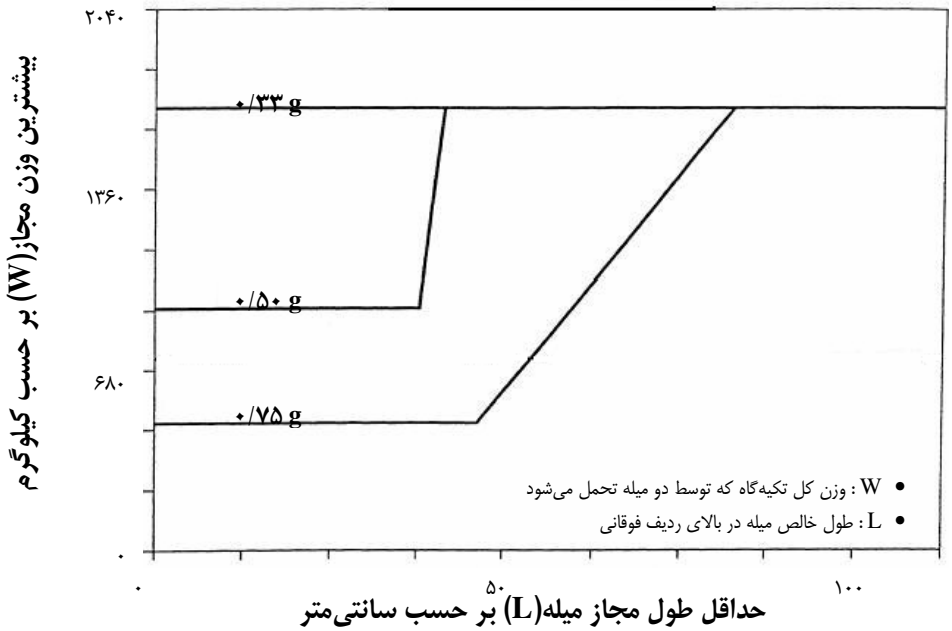
ZPA های ۰/۷۵ g ، ۰/۵۰ g و ۰/۳۳ g



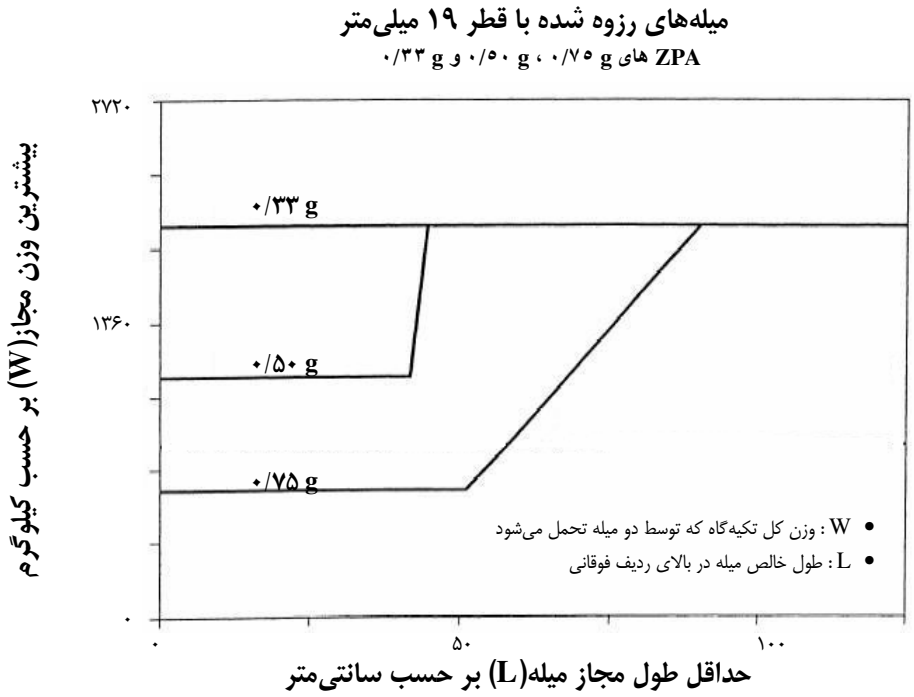
شکل (۸-۱۲): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۳ میلی‌متر

میله‌های رزوه شده با قطر ۱۶ میلی‌متر

ZPA های ۰/۷۵ g ، ۰/۵۰ g و ۰/۳۳ g



شکل (۸-۱۳): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۶ میلی‌متر



شکل (۸-۱۴): نمودار ارزیابی خستگی میله های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۹میلی‌متر

۸-۲-۱۹-۳- آویزهای میله‌ای کوتاه گیردار منفرد

در صورت وجود آویز میله‌ای کوتاه و گیردار در سیستمی که اغلب آویزهای آن بلند و انعطاف‌پذیرند، ارزیابی ویژه‌ای باید انجام گیرد.
برای تعیین فرکانس سیستم تکیه‌گاه با صرف‌نظر از میله منفرد کوتاه می‌توان از رابطه فرکانس ارائه شده در رابطه (۸-۱)، استفاده نمود (باید از طول بلندترین میله در این رابطه استفاده گردد).
محاسبه وزن معادل آویز میله‌ای منفرد کوتاه، با استفاده از فرکانس بلندترین آویز میله‌ای تکیه‌گاه از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$W_{equiv} = \frac{24EIg}{(2\pi f)^2 L^3 - gL^2} \qquad (۸-۴)$$

با استفاده از مقادیر محاسبه شده در مراحل قبل به نمودارهای ارزیابی خستگی مناسب (ازشکل‌های ۸-۱۰ تا ۸-۱۴) مراجعه شود.
در صورتیکه پارامترهای فوق در محدوده قابل قبول نمودار ارزیابی خستگی قرار داشته باشند، آویز میله‌ای کوتاه گیردار، کفایت لرزه‌ای خواهد داشت.

۸-۲-۲۰- سرند ۲۰: ارزیابی تکیه‌گاه‌های کف تا سقف

استحکام لرزه‌ای تکیه‌گاه‌های کف تا سقف، که به اتصال کف وابسته است، را می‌توان به صورت زیر ارزیابی نمود.

۱- کمانش ستون تکیه‌گاه قائم پائینی، باید کنترل شود. بار کمانشی وارده باید بخشی از ۳ برابر بار مرده باشد که توسط مهار بالایی قابل تحمل نمی‌باشد.

۲- تکیه‌گاه باید برای بار جانبی (بند ۸-۲-۱۸) کنترل گردد.

۳- اتصالات بالایی و پائینی و مهارها باید برای عکس‌العمل‌های بار مرده به اضافه بار جانبی (بند ۸-۲-۱۸) کنترل شوند. در این کنترل می‌توان از تنش‌های خمشی در نبشی بست صرف‌نظر کرد و اجباری در کنترل ستون‌های تکیه‌گاهی برای بار جانبی نیست.

۴- ظرفیت بار قائم تمامی تکیه‌گاه‌ها باید مطابق بند (۸-۲-۱۷) کنترل شوند.

۸-۲-۲۱- سرند ۲۱: ارزیابی تکیه گاه‌های روی کف (واقع بر اجزای فشاری)

تکیه‌گاه‌های روی کف و واقع بر اجزای فشاری باید تحت اثر بار مرده و بار جانبی که به طور غیرهمزمان و در راستای متعامد وارد می‌شوند کنترل شوند.

- نیازی به کنترل ظرفیت بار قائم (بند ۸-۲-۱۷) نمی‌باشد.
- ارزیابی تکیه‌گاه‌های فشاری باید با ملاحظه از $P-\Delta$ انجام پذیرد.
- اثر $P-\Delta$ باید با درنظر گرفتن احتمال لغزش در اتصالات پیچ و مهره قفل شوند. (حدود ۲ میلیمتر) و اتصالات مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای (حدود ۳ میلیمتر) محاسبه شود.
- تغییر شکل هدایت کننده‌ها با استفاده از دوران پایه و ملاحظه تغییر مکان ناشی از انعطاف‌پذیری تکیه‌گاه قائم محاسبه می‌گردد. از ضرب کردن این تغییر شکل اضافی دربار مرده، لنگر پایه موثر ناشی از $P-\Delta$ بدست می‌آید.

اگر این لنگر بیش از ۵٪ لنگر کل ناشی از اثر بار مرده به اضافه بار جانبی باشد، باید در کنترل اثر بار مرده به اضافه بار جانبی درنظر گرفته شود. می‌توان از لنگرهای پیچشی در پای عضو قائم تکیه‌گاه، که ممکن است نتیجه اثر بارهای عرضی و طولی باشند، صرف نظر کرد.

۸-۳- رواداری‌های روش سرند

ملاحظه ظرفیت‌های خمیری موجود در سازه حاصل از افزونگی و بیش مقاومت مصالح می‌تواند به عنوان روشی جهت کاهش آسیب‌پذیری هدایت کننده‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در بندهای بعدی رواداری‌های قابل قبول در ارزیابی به روش سرند ارائه گردیده است.

۸-۳-۱- دهانه هدایت کننده‌ها

طول بیش از حد دهانه هدایت کننده‌ها در صورتی که تغییر مکان قائم آنها توسط تاسیسات مجاور محدود شده باشد می‌تواند قابل قبول باشد. به علاوه می‌توان از آزمایش‌های بار استاتیکی قائمی مساوی با ۳ برابر بار مرده برای نشان دادن مقبولیت دهانه بلند استفاده نمود.

۸-۳-۲- بست‌های اعضای هدایت کننده

بست‌ها باید به‌گونه‌ای نصب شوند که ضوابط سرند بند (۸-۲-۲) برآورده شود.
با انجام آزمایش بار کششی جانبی استاتیکی نیز می‌توان نشان داد که سینی‌ها و یا مجاری قابلیت سقوط از تکیه‌گاه را ندارند. مقدار بار استاتیکی مورد استفاده در این ارزیابی باید با یکی از موارد ارائه شده برای کنترل بار جانبی در بند (۸-۲-۸)، سازگار باشد.

۸-۳-۳- مهره‌های قفل‌شونده

مهره‌های قفل‌شونده بدون دندانه باید با مهره‌های دندانه‌دار جایگزین‌شود و یا آزمون‌های دینامیکی نشان دهند که این مهره‌های بدون دندانه، قابلیت تحمل بارهای لرزه‌ای را دارند.

۸-۳-۴- اتصال کلاهک صلب

کلاهک‌های صلب، حتی در صورتیکه فاصله کمی بین کلاهک و عضوی که نگه‌داشته است وجود داشته باشد، بعنوان جزء مردود در نظر گرفته می‌شوند.
در صورتیکه کلاهک در محل به صورتی نصب شده باشد که فاصله‌ای بین کلاهک و عضوی که نگه‌داشته است وجود نداشته باشد و کلاهک با عضو محکم بهم متصل باشند، اتصال قابل قبول خواهد بود. یک راه ساده اصلاح کلاهک صلب با فاصله، جایگزین کردن پیچ‌های تکی با پیچ سرتاسری می‌باشد(شکل ۸-۳).

۸-۳-۵- گیره‌های تیرها

گیره‌ها باید با اتصال مناسب جایگزین شوند و یا به گونه‌ای دوران یابند که بارهای ثقلی توسط اصطکاک گیره تحمل نگردند. در صورتیکه بارهای وارده از حدود kgf ۱۰ کمتر باشند، کفایت لرزه‌ای گیره با دوران نامناسب را می‌توان با لرزاندن و یا کشیدن با دست، ارزیابی نمود.
در صورتیکه تمام مسیر یک مجرای کوچک با بارهای مرده‌ی کم (کمتر از kgf ۱۰ برای هر تکیه‌گاه) توسط گیره‌هایی که تنها با اصطکاک بار مرده را تحمل می‌کنند، مهار شده باشد، تعدادی از تکیه‌گاه‌ها باید به عنوان نماینده تمام مسیر مجاری تحت اثر کشش ناگهانی قرار گیرند تا کفایت لرزه‌ای آن‌ها بررسی گردد.

۸-۳-۶- مهار چدنی مدفون

مهار چدنی مدفون باید با مهارهای قابل قبولی جایگزین شوند، در غیر این‌صورت تکیه‌گاه باید بصورت افقی مهاربندی و تنش در مهار بسیار پائین نگه داشته شود.

۸-۳-۷- ارزیابی بار جانبی

برای ارزیابی اجزای مردود شده‌ای که کنترل ظرفیت بابری قائم در بند (۸-۲-۱۷) را برآورده نمی‌کنند، از کنترل بار جانبی بند (۸-۳-۱۸) می‌توان استفاده نمود.

۸-۳-۸- ارزیابی افزونگی

چنانچه در بین دو تکیه‌گاه مردود، دست‌کم دو تکیه‌گاه آویز که کنترل‌های ظرفیت بار قائم بند (۸-۲-۱۷)، کنترل شکل‌پذیری بند (۸-۲-۶) و کنترل بار جانبی بند (۸-۲-۱۸) در آنها برآورده شود، وجود داشته باشد،کفایت لرزه‌ای مجموعه تکیه‌گاه‌ها قابل قبول می‌باشد.

۸-۴- مراجع

1. DOE/EH-0545, "Seismic Evaluation Procedure for Equipment in U.S. Department of Energy Facilities"
2. EPRI Report NP-5228, "Seismic Verification of Nuclear Plant Equipment Anchorage" , Revision 1,Volume 4.
3. John A. Blume & Associates, Engineers, "Guidelines for Tanks and Heat Exchengers" , URS Corporation, Electric Power Research Institue, Palo Alto, California, June 1991.(Volume 3 of DOE Binders)
4. EPRI Report NP-7150, "The Performance of Raceway Systems in Strong Motion Earthquakes" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., Marc 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
5. SSRAP Cable Tray Report, "Review Procedure to Assess Seismic Ruggedness of Cantilever Bracket Cable Tray Supports" , Revision 3, SAND92-0140 Part II, UC-523, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, prepared by Senior Seismic Review and Advisory Panel, March 1, 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
6. EPRI Report NP-7151, "Cable Tray and Conduit Systems Seismic Evaluation Guidelines" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
7. American Institute of Steel Construction, "Manual of Steel Construction" , 9th Edition, Inc., Chicago, Illinois, 1989.
8. EPRI Report NP-7153, "Longitudinal Load Resistance in Seismic Experience Data Base Raceway Systems" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
9. EPRI Report NP-7152, "Seismic Evaluation of Rod anger Supports for Electrical Raceway Systems" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
10. NEMA Standard VE 1-1984, "Metallic Cable Tray Systems" , National Electric Manufacturers Association, Washington, D.C., 1984.

فصل ۹

ارزیابی لرزه‌ای دودکش با استفاده از روش تحلیلی

۹-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای دودکش‌ها بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۶-۱) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

۹-۱-۱- محدوده کاربرد

دودکش‌ها در انواع مختلف بتن مسلح و بتن پیش ساخته در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار می‌گیرند. ارزیابی لرزه‌ای دودکش‌های خرپایی فلزی مطابق ضوابط بند (۲-۴-۱-۲) فصل دوم انجام می‌پذیرد.

۹-۱-۲- اجزای دودکش

دودکش‌ها عمدتا" شامل دو جزء " سازه نگهدارنده " و " دود رو " می‌باشند که در بخش‌های (۹-۲ و ۳) به آنها پرداخته شده است.

۹-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه نگهدارنده

مدلسازی و تحلیل سازه نگهدارنده بر مبنای معیارهای ارائه شده در بندهای بعدی و کنترل ظرفیت‌های لرزه‌ای براساس آیین نامه بتن ایران با توجه به شرایط موجود سازه نگهدارنده انجام می‌پذیرد.
کفایت لرزه‌ای سازه نگهدارنده دودکش در صورتی که شرط ذیل برقرار باشد احراز می‌شود.

ظرفیت لرزه‌ای ≤ نیاز کل

نیاز کل، مجموع اثر نیاز لرزه‌ای بدست آمده از بند (۹-۲-۲) و بار مرده سازه نگهدارنده به همراه وزن ملحقاتی که به سازه نگهدارنده وارد می‌شود در نظر گرفته می‌شود.

۹-۲-۱- مدلسازی

مطابق ضوابط این دستورالعمل، سازه نگهدارنده دودکش به دو روش ذیل مدلسازی می‌شود.
۱- مدلسازی اجزای محدوده با استفاده از اجزای پوسته
۲- مدلسازی بصورت تیر طره‌ای
- در مدلسازی بصورت تیر طره‌ای، دودکش باید حداقل با استفاده از ۱۰ جزء تیری و یا به صورت پیوسته مدل گردد.
- در صورتیکه دودکش با ارتفاع زیاد روی خاک نرم ساخته شود، مدلسازی اندرکنش خاک و سازه ضروری است.

۹-۲-۲- روش‌های تحلیل

روش‌های تحلیل سازه‌ای مورد توصیه این دستورالعمل عبارتند از:
- روش استاتیکی معادل
- روش طیفی

برای تحلیل لرزه‌ای، درنظر گرفتن یک مولفه افقی زلزله کافی است و در نظر گرفتن اثر مولفه قائم زلزله ضروری نیست.
در بندهای بعدی روش‌های فوق تشریح گردیده‌اند.

۹-۲-۲-۱- روش استاتیکی معادل

۹-۲-۲-۱-۱- نیاز لرزه‌ای

نیاز لرزه‌ای با استفاده از برش پایه و توزیع آن در ارتفاع دودکش ارزیابی می‌گردد.
برش پایه، V_u ، از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$V_u = C_u W \qquad (۹-۱)$$

که در آن
W: وزن کل دودکش شامل سازه نگهدارنده و ملحقات
C_u: ضریب زلزله طبق رابطه (۹-۲)

$$C_u = \frac{S_a}{R_u} \qquad (۹-۲)$$

که در آن
S_a: مقدار شتاب طیفی بر اساس زمان تناوب اصلی دودکش (رابطه ۹-۳)
R_u: ضریب رفتار سازه که برابر ۳ در نظر گرفته می‌شود.

۹-۲-۲-۱-۲- زمان تناوب اصلی دودکش

زمان تناوب اصلی دودکش،T، از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$T = \frac{1.6h^2}{d_b}\sqrt{\frac{\rho}{E}}\left[\frac{t_h}{t_b}\right]^{0.3} \qquad (۹-۳)$$

که در آن
t_h: ضخامت دودکش در بالاترین نقطه (m)
t_b: ضخامت دودکش در پائین ترین نقطه (m)
d_b: قطر متوسط در کف (m)
h: ارتفاع دودکش از تراز پایه (m)
E: ضریب ارتجاعی (kgf/m^2)

ρ: جرم حجمی (kg/m^3)

۹-۲-۲-۱-۳- توزیع نیروی جانبی

توزیع نیروی جانبی در ارتفاع دودکش از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$F_i = V_u \frac{w_i h_i^{\,2}}{\sum w_i h_i^{\,2}} \qquad (۴-۹)$$

که در آن

F_i: نیروی افقی در مرکز جرم قطعه iام.

w_i: وزن قطعه iام که شامل

h_i: ارتفاع مرکز جرم قطعه iام از تراز پایه

۹-۲-۲-۲- روش طیفی

از روش طیفی جهت ملاحظه اثرات مودهای بالاتر در رفتار و سازه نگهدارنده دودکش استفاده می‌شود. طیف نیاز ساختگاه دودکش جهت تحلیل به روش طیفی به کار گرفته می‌شود. ضوابط و معیارهای به کارگیری روش طیفی مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

۹-۳- الزامات کنترل و ارزیابی لرزه‌ای دودروها

کنترل رعایت و ملاحظه نکات ذیل در مورد ارزیابی دودروها ضروری است.

- دودروها باید قابلیت تحمل بار ثقلی ناشی از وزن خود را داشته باشند.
- محل بازشوها در قسمت پایین دودکش (محل اتصال کانال‌ها با دودکش) باید برای اثرات تمرکز تنش مورد ارزیابی قرارگیرد.
- دودرو و تکیه‌گاه‌ها و اتصالات مربوطه باید توانایی تحمل تغییر شکل‌های ناشی از زلزله اعمال شده از طریق سازه نگهدارنده را داشته باشند.
- کنترل تنش‌های ادوات اتصال و تکیه‌گاه‌ها براساس ضوابط مقررات ملی ایران انجام می‌پذیرد.
- تکیه‌گاه‌های جانبی دودروها نباید در مقابل تغییر طول یا شعاع دودروها در اثر تغییر درجه حرارت محدودیت ایجاد نماید.
- اتصالات جوش شده باید مورد بازرسی و با توجه به ضوابط مقررات ملی ایران مورد ارزیابی قرار گیرند.

۹-۴- مراجع

1. ACI 307-88, "Standard Practice for the Design and construction of Cast-in-Place Reinforced Concrete chimney, 1988.
2. ASCE, "Design and Construction of Steel chimney Liners ", American Society of Civil engineers , 1975
3. ASCE, "Task Committee on Steel Chimney Liner publication Design and Construction of Steel Chimney Liners
4. ASME, " Steel Stacks", ASME publication, STS-1-1992
5. "Model Codes for Concrete Chimneys and Liners and model Code for Steel Chimneys", CICIND publications.

۶. "آیین نامه طراحی لرزه‌ای تاسیسات و سازه‌های صنعت نفت"، معاونت مهندسی و ساخت داخل وزارت نفت،۱۳۸۶

فصل ۱۰

ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک‌کننده با استفاده از روش تحلیلی

۱۰-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک‌کننده بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

۱۰-۱-۱- محدوده کاربرد

برج های خنک‌کننده خشک و تر در دو نوع فولادی و بتنی در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار می‌گیرند. نحوه ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک کننده در بخش‌های بعدی ارائه می‌گردد.

۱۰-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه برج خنک کننده

مدلسازی و تحلیل سازه برج‌های خنک کننده خشک بر مبنای معیارهای معرفی شده در بندهای بعدی فصل حاضر و کنترل ظرفیت‌های لرزه‌ای براساس ضوابط مقررات ملی ایران انجام می‌پذیرد. برج‌های خنک کننده تر مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و براساس طیف نیاز ساختگاه برج مورد ارزیابی لرزه‌ای قرار می‌گیرند. کفایت لرزه‌ای سازه برج خنک کننده در صورتی که شرط ذیل برقرار باشد احراز می‌شود.

ظرفیت لرزه‌ای ≤ نیاز کل

نیاز کل، مجموع اثر نیاز لرزه‌ای بدست آمده از بند (۱۰-۲-۲) و بار مرده سازه برج خنک‌کننده به همراه وزن ملحقاتی که به سازه وارد می‌شود، درنظر گرفته می‌شود.

۱۰-۲-۱- مدلسازی

شرایط مرزی که برای مدلسازی سازه برج خنک‌کننده خشک درنظر گرفته می‌شود باید با شرایط واقعی سازه سازگار باشد.
شرایط مرزی در قسمت فوقانی برج خنک کننده یا به صورت لبه آزاد و یا به صورت تیر حلقوی سخت کننده می‌باشد.
شرایط مرزی تحتانی پوسته به صورت ستون‌هایی نزدیک به هم می‌باشد که باید در مدلسازی آن ملاحظه شود.

۱۰-۲-۲- روش‌های تحلیل

روش‌های تحلیل سازه‌ای مورد توصیه این دستورالعمل عبارتند از:
- روش استاتیکی معادل
- روش طیف

برای تحلیل لرزه‌ای، درنظر گرفتن یک مولفه افقی زلزله کافی است و درنظر گرفتن اثر مولفه قائم زلزله ضروری نیست. در بندهای بعدی روشهای فوق تشریح گردیده‌اند.

۱۰-۲-۲-۱- روش استاتیکی معادل

۱۰-۲-۲-۱-۱- نیاز لرزه‌ای

نیاز لرزه‌ای با استفاده از برش پایه و توزیع آن در ارتفاع برج خنک‌کننده ارزیابی می‌گردد.

برش پایه، V_u ، از رابطه زیر در هر راستا محاسبه می‌شود.

$$V_u = C_u W \qquad (۱-۱۰)$$

که در آن

W: وزن موثر لرزه‌ای سازه

وزن موثر لرزه‌ای شامل بار مرده سازه نگهدارنده و قسمت غیر ساختمانی در حالت بهره برداری می باشد. علاوه بر آن در محاسبه W، وزن برف یا یخ هنگامی که بیشتر از $0.25W$ باشد (یا مطابق موارد یاد شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان) باید در نظر گرفته شود.

C_u: ضریب زلزله طبق رابطه زیر

$$C_u = \frac{S_a}{R_u} \qquad (۲-۱۰)$$

که در آن

S_a: مقدار شتاب طیفی بر اساس زمان تناوب اصلی برج خنک‌کننده (بند ۱۰-۲-۲-۱-۲)

R_u: ضریب رفتار سازه که برابر ۳/۵ در نظر گرفته می‌شود.

ضریب زلزله بدست آمده از رابطه (۱۰-۲) نباید از مقادیر روابط (۱۰-۳) و (۱۰-۴) کمتر شود.

$$C_{u1} = 0.03 \qquad (۳-۱۰)$$

$$C_{u2} = \frac{0.8S_1}{R_u} \qquad (۴-۱۰)$$

که در آن

S_1: شتاب طیفی پریود یک ثانیه طیف سنگ بستر با استفاده از مطالعات تحلیل خطر ویژه ساختگاه یا طیف خاک نوع I براساس استاندارد ۲۸۰۰.

چنانچه اطلاعات ویژه ساختگاه در دسترس نباشد، بجای رابطه (۱۰-۴) می‌توان از رابطه (۱۰-۵) استفاده کرد.

$$C_{u3} = \frac{1.6ZPA}{R_u} \qquad (۵-۱۰)$$

که در آن

ZPA: شتاب طیفی محدوده پریود صفر

۱۰-۲-۲-۱-۲- زمان تناوب برج خنک کننده

برای تعیین زمان تناوب اصلی برج خنک کننده می‌توان از روش ریلی مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ استفاده کرد.

۱۰-۲-۲-۱-۳- توزیع نیروی جانبی

نیروی جانبی، F_x، در هر تراز از رابطه (۱۰-۶) محاسبه می‌شود.

$$F_x = C_{vx} V_u \qquad (۱۰-۶)$$

که در آن

V_u: برش پایه طبق رابطه (۱۰-۱)

C_{vx}: ضریب توزیع در ارتفاع طبق رابطه زیر

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^{\,k}}{\sum_{i=1}^{n} w_i h_i^{\,k}} \qquad (۱۰-۷)$$

که در آن

w_x: وزن موثر لرزه‌ای در تراز x ام

h_x: ارتفاع تراز x ام از تراز پایه

k: ضریب وابسته به زمان تناوب اصلی سازه که به شرح زیر محاسبه می شود.

برای سازه با زمان تناوب ۰/۵ ثانیه یا کمتر: $k = 1$

برای سازه با زمان تناوب ۲/۵ ثانیه یا بیشتر: $k = 2$

برای سازه با زمان تناوب بین ۰/۵ تا ۲/۵ ثانیه از درون‌یابی خطی محاسبه می‌شود.

۱۰-۲-۲-۲- روش طیفی

از روش طیفی جهت ملاحظه اثرات مودهای بالاتر در رفتار برج خنک کننده استفاده می‌شود. جهت تحلیل به روش طیفی از طیف نیاز ساختگاه برج خنک کننده استفاده می‌شود.

ضوابط و معیارهای به کارگیری روش طیفی مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

۱۰-۳- مراجع

1. Mungan,I., Wittek,U., "Natural Draught Cooling Towers", Proceeding of 5th international Symposium on natural drought cooling towers, 2004, Istanbul, Turkey, A.A. Balkema Publishers.

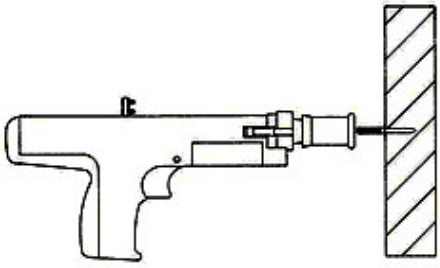
۲. "آیین نامه طراحی لرزه‌ای تاسیسات و سازه‌های صنعت نفت"، معاونت مهندسی و ساخت داخل وزارت نفت،۱۳۸۶

پیوست ۱

فرهنگ مصور تاسیسات نیروگاه و کلید واژه‌ها

(الف)

ابزار میخ تفنگی
Powder Driven Tool



وسیله‌ای که توسط آن میخ تفنگی به درون محل مورد نظر کوبیده می‌شود.

امتیاز پایه
Basic Score

معمولا این امتیاز به عنوان معیاری است از قابلیت اعتماد یک تجهیز در مواردی که از استاندارد "خوب" جهت نصب در یک منطقه لرزه‌ای به همراه مهارهای طراحی شده استفاده شده باشد.

امتیاز کل تجهیز
Total Component Score

امتیاز کل یک تجهیز که با کم کردن بدترین حالت PMF از امتیاز پایه محاسبه می‌گردد.

اندرکنش قابل توجه
Significant Interaction

تاثیر نامطلوب ناشی از سوء عملکرد رفتار و یا بروز خرابی یک سامانه روی سامانه دیگر بطوریکه عملکرد یا رفتار آن را مختل و یا آن را با خرابی مواجه سازد.

اندرکنش غیرقابل توجه
Non-Significant Interaction

تاثیر ناشی از سوء عملکرد یا رفتار و یا بروز خرابی یک سامانه روی سامانه دیگر به‌طوری که عملکرد یا رفتار آن را مختل ننماید.

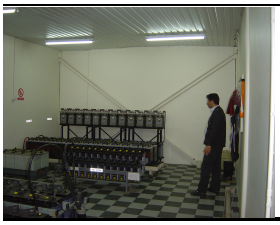
(ب)

باطری
Battery

به مجموعه‌ای از سلول‌ها که در آنها فعل و انفعالات الکترو شیمیایی قابل رفت و برگشت صورت می‌گیرد، باطری می‌گویند. هر سلول متشکل از صفحات مثبت و منفی و ماده‌ای به نام الکترولیت تشکیل شده است.

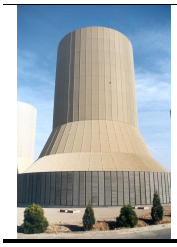
باطری‌خانه **Battery Room**

محل قرار گرفتن باطری در پست یا نیروگاه را باطری‌خانه گویند.



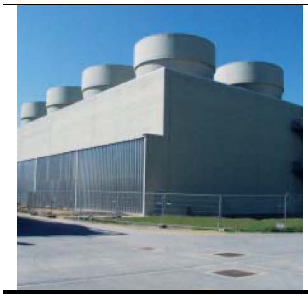
برج خنک کننده خشک **Dry/Natwrol Dragth Cooling Tower**

تاسیساتی که وظیفه خنک کردن بخار آب و میعان آن در نیروگاه‌های حرارتی را با استفاده از سازوکار جریان طبیعی هوا (به همراه دمیدن هوا) برعهده دارد.



برج خنک کننده تر **Wet Cooling Tower**

تاسیساتی که وظیفه خنک کردن بخار آب و میعان آن در نیروگاه‌های حرارتی را با استفاده از سازوکار آب پاشی و دمیدن هوا برعهده دارد.



(ت)

تاسیسات **Facility**

مجموعه‌ای از سامانه‌ها که در تعامل با هم فرآیندی (مانند تولید، انتقال یا توزیع) را در شبکه محقق می‌سازند. مثل نیروگاه، پست، خط انتقال یا توزیع.

ترانس قدرت **Power Transformer**

دستگاهی است که می‌تواند ولتاژ را بالا برده (پست انتقال) و یا ولتاژ را بنا به نیاز پایین آورده (پست کوپلاژ) و یا ثانویه آن جهت مصرف‌کننده‌های خانگی یا صنعتی مورد استفاده قرار گیرد (پست توزیع).

ترانس توزیع **Distribution Transformer**

برای کاهش ولتاژ از ۲۰ کیلوولت به ولتاژ مصرف استفاده می‌شود. به طور معمول بین دو تیر و در ارتفاع نصب می‌شود. به دو شکل استوانه‌ای و مکعبی وجود دارند. نوع دیگر این ترانس‌ها روی سکوی بتنی و در روی زمین نصب می‌شوند.

ترانس مصرف داخلی **Station Service Transformer**

برق ولتاژ بالا را از ترانس‌های قدرت گرفته و به برق با ولتاژ مصرف کننده‌ها تبدیل می‌کند. ورودی این ترانس‌ها غالباً از خروجی ثالث ترانس قدرت اصلی تامین شده و از خروجی آنها نیز جهت مصارف داخلی پست استفاده می‌شود.

ترانس جریان **Current Transformer(CT)**

برای اندازه‌گیری جریان عبوری در مدارهای فشاری قوی استفاده می‌شود. این دستگاه به صورت سری در مدار قرار می گیرد. داده‌های حاصل از این دستگاه برای محافظت سیستم، اندازه‌گیری‌های الکتریکی و کارهای کنترلی شبکه بکار می‌روند.

ترانس ولتاژ **Current Voltage Transformer(CVT)**

برای اندازه‌گیری ولتاژ درون خط بکار می‌رود و اطلاعات خروجی آن می‌تواند برای محافظت از سیستم، اندازه‌گیری‌های الکتریکی و کارهای کنترلی بکار رود. این دستگاه به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد.

(د)

دودرو **Stack**

مجاری انتقال گازهای حاصل از احتراق در نیروگاه‌های حرارتی و گازی

دودکش **Chimney**

تاسیساتی که وظیفه انتقال گازهای حاصل از احتراق در نیروگاه‌های حرارتی و گازی را به ارتفاع قابل قبولی از سطح زمین به عهده دارد و شامل دودرو و سازه نگهدارنده می‌باشد.

دیزل ژنراتور **Diesel Generator**

در مواقع اضطراری که برق ترانس قدرت و ترانس توزیع به هر دلیلی قطع می شود، برای تولید برق استفاده می‌شود.

دیسپاچینگ **Dispatching**

مرکز کنترل پست‌های انتقال و نیروگاه‌ها می‌باشد. ثبت وقایع ایستگاه‌ها، فرمان قطع و وصل، رویت مقادیر جریان و ولتاژ و...، از وظایف آنها است.

(ر)

رادیاتور

مخزنی است که در آن آب یا روغن در حال گردش وجود دارد که در اثر گردش در رادیاتور، آب یا روغن خنک شده و باعث خنک شدن سیستم می‌شود.

(س)

سازه نگهدارنده **Chimney Structure/ Support**

سازه‌ای که وظیفه مهار جانبی دودرو در دودکش را برعهده دارد.

سامانه **System**

مجموعه‌ای از زیر سامانه‌ها در داخل تاسیسات که وظیفه‌ای را به انجام می رسانند.

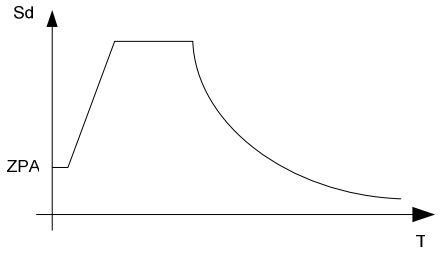
سامانه‌های بحرانی **Critical Systems**

به سامانه‌هایی گفته می‌شود که نقش کلیدی در تامین عملکردهای ضروری شامل ایمنی جانی و یا خدمت رسانی، ایفاء نمایند.

(ش)

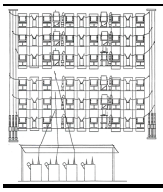
شتاب طیفی پریود صفر — Zero Period Acceleration (ZPA)

به شتاب طیفی محدوده پریود صفر (حرکت صلب) طیف نیاز گفته می‌شود که با حداکثر شتاب طبقه یا کف (PGA) تقریباً برابر است.



شکل شماتیک — Schematic Diagram

نقشه‌ای که سه فاز و آرایش تجهیزات را نشان می‌دهد.



شین‌ها — Busses

شین یک رسانای رابط است که امکان ارتباط الکتریکی چندین مدار مختلف را مهیا می‌سازد.

(ض)

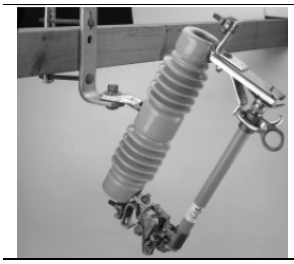
ضرائب اصلاح عملکرد — Performance Modification Factor (PHF)

کمیتی که نشان دهنده از این که چه میزان از امتیاز یک تجهیز تحت شرایط بخصوص کاسته می‌شود.

(ف)

فیوز — Fuse

برای قطع جریان در مواقعی که جریان زیادی از مدار می‌گذرد استفاده می‌شود. به طور معمول در ترانس‌های هوایی برای هر فاز یک فیوز وجود دارد.



(ق)

قطعات سرامیکی (مقره‌ها) Insulators

مواد سرامیکی به دلیل ویژگی‌های عایقی که دارند، تجهیزات ولتاژ بالا جهت جدا نمودن قسمت‌های برق دار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

(ک)

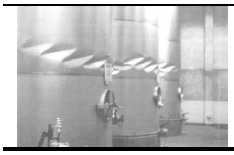
کابل Cable

وظیفه انتقال جریان با ولتاژ بالا را در سیستم انتقال به عهده دارد.
جنس آن معمولاً از آلیاژ آلومینیوم می‌باشد و مفتولی فولادی که میان آن می‌گذرد و مقاومت مکانیکی آن را افزایش می‌دهد.

کمانش پافیلی Elephants Foot Buckling

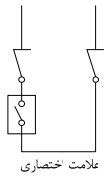
ناپایداری موضعی در پوسته (مخازن) در مود غیرارتجاعی

کمانش الماسی – لوزوی Diamond Buckling



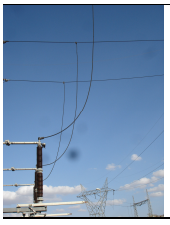
ناپایداری موضعی در پوسته (مخازن) معمولاً در مود ارتجاعی بدلیل ضخامت نسبتاً پایین پوسته

کلید کوپلاژ



از یک دیژنکتور و دو سکسیونر تشکیل شده است.

کنداکتورها Conductor



به کابل‌های رابط بین تجهیزات گفته می‌شود.

(گ)

گنتری
Gantry

این سازه‌ها وظیفه اتصال خطوط ورودی به پست، خروج خطوط انتقال از پست به بیرون و نیز ارتباطات کابلی داخلی را خصوصاً در محدوده ترانس‌ها به عهده دارند.

(م)

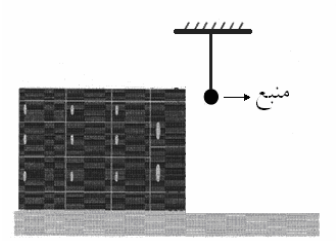
مجاری
Conduit

کانالی که محل عبور لوله و سیم می‌باشد.

معیار پذیرش
Acceptance Criteria

قابلیت اعتماد (امتیاز) سیستم‌ها و کل تاسیسات، باید جهت تعیین ضرورت اعمال اصلاحات و کاهش خطر، با معیارهای پذیرش مقایسه گردند.

منبع اندرکنش
Source Of Interaction

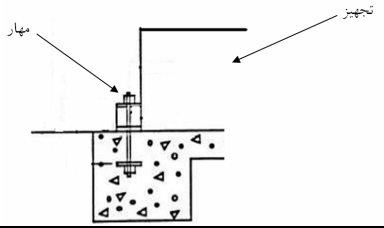


سامانه‌هایی که خرابی یا تغییرشکل آنها موجب افزایش شدت خرابی یا سوءعملکرد سایر سامانه‌ها یا زیر سامانه‌ها شوند.

موج‌گیر
Wave Trap (LT)

تجهیزی است که برای جلوگیری از ورود فرکانس‌های نامطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرد و در واقع یک القاگر الکتریکی می‌باشد.

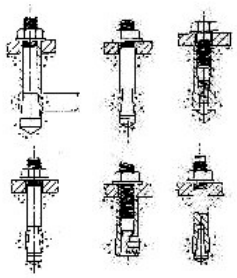
مهار
Anchor



کنترل نیروهای جانبی یا بلند شدگی به کمک پیچ یا میل مهار.

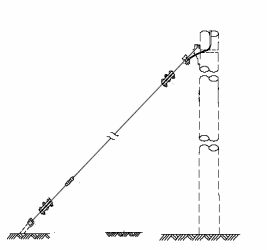
مهار انبساطی **Expansion Anchor**

پیچی که به کمک حرکت یک قطعه گوه مانند در درون یک پوسته منبسط شونده که باعث ایجاد اصطکاک بین پیچ و بدنه داخلی سوراخ می‌شود،



مهاربندی **Bracing**

سازوکاری جهت کنترل تغییرشکل یک سیستم سازه‌ای یا تجهیزاتی.



میخ تفنگی **Powder Driven Fastener**

میخی که به کمک انفجار چاشنی به درون بدنه مورد نظر کوبیده میشود.

(۵)

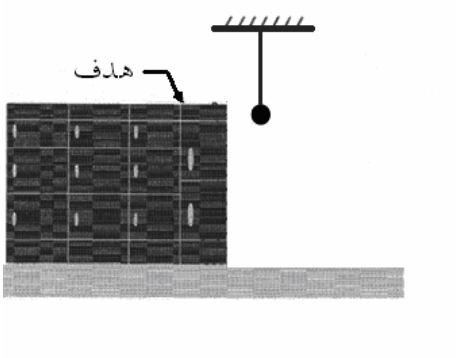
هدایت کننده **Raceway**

سیستم‌های نگهداری، انتقال و عبور سینی‌کابل، مجاری و لوله‌ها

Target Of Interaction

هدف اندرکنش

سامانه‌ها و زیر سامانه‌هایی که تحت تاثیر منبع اندرکنش قرار می گیرند.



پیوست ۲

کاربرگ‌های امتیازدهی تجهیزات نیروگاه‌ها

DS-01	لوله‌کشی بالای سطح زمین

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۱	۴/۹	۴/۷	۴/۴	۴/۲	۴/۰
PMF	۱. فاقد تکیه‌گاه جانبی– امکان سقوط لوله	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹
PMF	۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه‌گاهی قائم لوله	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
PMF	۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه‌لوله بلند انعطاف پذیر	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
PMF	۴. عدم انعطاف پذیری کافی درمحلهای تقاطع لوله با درزهای لرزه‌ای	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹
PMF	۵. امکان برخورد لوله‌کشی با اعضای سازه‌ای صلب	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
PMF	۶. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- اگر لوله هیچگونه تکیه‌گاههای جانبی مانند پیچ‌های U شکل نداشته باشد و همچنین در برابر لغزش و حرکت بر روی تکیه‌گاه در حین زلزله مهار نشده باشد، PMF ردیف ۱ درنظر گرفته شود. این موضوع بیشتر برای مسیرهای مستقیم نسبتاً بلند است.

۲- برخی شرایط تکیه‌گاهی باعث کاهش خطر زلزله در سیستم لوله‌ها می‌گردد و برخی دیگر ممکن است اثر معکوسی داشته باشند. به‌طور مثال، در صورت استفاده از میخ هیلتی برای مهار تکیه‌گاهها و یا اتصالات شکننده لوله‌ها مانند اتصالات نر و ماده که وقوع زلزله می‌تواند به گسیختگی اتصالات بیانجامد (این اتصالات باید در هر طرف محل اتصال قرار گیرند). در صورت مواجهه با این دو موقعیت یا شرایط مشابه دیگر که منجر به انحراف لوله از تکیه‌گاهش در حین زلزله شود، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- خطوط انشعاب صلب که بر روی شاه لوله‌های انعطاف‌پذیر قرار می‌گیرند قادر به جذب نیروی قابل ملاحظه‌ای در حین زلزله می‌باشند که این امر می‌تواند باعث آسیب دیدگی و نشت در محل تلاقی انشعاب و شاه لوله گردد. اگر این شرایط برای عملکرد لوله وجود داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- لوله‌ها باید انعطاف‌پذیری برای تحمل حرکات نسبی در نقاط مهاری را داشته باشند. حرکات نسبی در مکانهایی که دهانه‌های لوله از درز لرزه‌ای یا تقاطع با ساختمان می‌گذرند، رخ می‌دهد. اگر لوله قادر به تحمل جابجایی نسبی قابل ملاحظه تکیه‌گاه‌هایش نباشد، PMF ردیف۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- برخی از انواع لوله‌ها دارای جنس شکننده‌اند و می‌توانند در اثر برخورد با عناصر سازه‌ای صلب دچار آسیب گردند. اگر لوله از جنس فایبرگلاس، پلاستیک مسلح، پی وی سی، چدن و یا دیگر مواد شکننده و ترد باشد و امکان برخورد با یک عنصر سازه‌ای صلب وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.

۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد لوله‌ها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این سیستم لوله‌گذاری رخ داده و یا خوردگی خارجی واضح در فلنچ‌ها و...) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

DS-02	لوله‌کشی مدفون

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – لوله‌کشی فولادی شکل‌پذیر

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

شاخص پاسخ		A	B	C	D	E	F
امتیاز پایه		۴/۲	۴/۱	۳/۹	۳/۶	۳/۴	۳/۳
PMF	۱. لوله‌های چدنی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۲. لوله‌های pvc	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۳. لوله‌های بتن مسلح یا لوله آزبست سیمانی	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
	۴. خاک ضعیف/ نشست نسبی	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۵. دیگر موارد						
بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی							

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱ تا ۳- تمام PMF ها در ردیف های ۱ تا ۳ مربوط به مصالح ساخت می‌باشند. اگر لوله از چدن، پی وی سی، FRP، آزبست سیمانی ساخته شده باشد، PMF مناسب باید انتخاب شود.

۴- اگر شرایط رخداد نشست نسبی خاک وجود داشته باشد، (به طور مثال خاکهای روانگرا) PMF ردیف ۴ باید انتخاب شود.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (به طور مثال با توجه به تاریخچه سیستم) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

DS-03	سیستم‌های توزیع

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – سیستم کانال

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۷	۴/۵	۴/۳	۴/۰	۳/۸	۳/۶
PMF	۱. امکان لغزش کانال بر روی تکیه‌گاهها و سقوط آن	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
PMF	۲. عدم انعطاف پذیری کافی درمحلهای تقاطع کانال با درزهای لرزه‌ای،حد فاصل ساختمانها، تجهیزات و غیره.	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
PMF	۳. خوردگی شدیدکانال	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
PMF	۴. نگهداری کانال توسط سقف کاذب	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۳
PMF	۵. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – هدایت‌کننده‌ها، سینی کابل و کابل

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰
PMF	۱. امکان لغزش سینی کابل بر روی تکیه‌گاهها و سقوط آن	۳/۹	۴/۰	۴/۳	۴/۶	۴/۸	۴/۹
PMF	۲. اعمال بار بسیار زیاد بر روی سینی کابل	۳/۵	۳/۶	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۵
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- کانال ها

۱- اگر کانال هیچ‌گونه تکیه‌گاه جانبی نداشته باشد (برای مثال گیره یا بست) و بر روی یک تکیه‌گاه دستک مانند قرار گرفته باشد (هیچ عاملی مانع از لغزش آن نگردد)، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. این مورد اصولاً هنگامی مطرح است که امکان سقوط کانال واقعاً وجود داشته باشد، مانند هنگامی که کانال در یک انتها به صورت طره قرار گرفته باشد یا در مورد منبع یا کانال برگشتی.

۲- کانال ها باید از انعطاف‌پذیری کافی برای پذیرش حرکات نسبی در نقاط مهاری برخوردار باشند. حرکات نسبی در مکانهایی که دهانه کانال ها از درز لرزه‌ای یا دارای تقاطع با ساختمان می‌گذرند، رخ می‌دهد. همچنین کانال ها با فانوسه‌ها و مفاصل انعطاف پذیر، باید در هر طرف کانال مقید شوند. اگر کانال قادر به تحمل جابجایی‌های نسبی قابل ملاحظه تکیه‌گاه هایش نباشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- اگر کانال دچار زنگ زدگی و پوسیدگی شدیدی شود بطوری که از دید ناظر پیوستگی سازه‌ای آن زیر سوال رود، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- اگر کانال داخل سقف کاذب قرار گرفته باشد و به‌طور جداگانه‌ای مقید نشده باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد کانال ها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (به طور مثال با توجه به تاریخچه سیستم) تخصیص مقدار برای PMF، براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)-سینی کابل و غیره

۱-اگر مجرا یا سینی کابل فاقد تکیه گاه جانبی باشد، مانند پیچ های U شکل برای یک مجرا یا بست برای یک سینی کابل و فاقد قید جانبی باشد بطوریکه در حین زلزله بتواند از روی تکیه‌گاه بلغزد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. این موضوع بیشتر برای مسیرهای مستقیم نسبتاً بلند است.

۲-در صورتی که سینی کابل آنچنان تحت اثر بار قرار گرفته باشد که ظرفیت سازه‌ای سیستم تکیه‌گاهی زیر سوال برود، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (به طور مثال با توجه به تاریخچه سیستم) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-01	پانل مرکز کنترل موتور

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۵	۴/۳	۴/۱	۳/۸	۳/۶	۳/۴
PMF	۱. بدون مهار	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
PMF	۲. مهار ضعیف	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
PMF	۳. مسیر بار مشکوک	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
PMF	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
PMF	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
PMF	۶. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۲،۱- مهار پایه پانل مرکز کنترل موتور به کف یا نشیمن گاهی اوقات به سختی دیده می‌شود چرا که در پشت وجه بیرونی تجهیز قرار دارد. اگر براساس شواهد این نتیجه حاصل شود که هیچ مهاری وجود ندارد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود. ایجاد مهاربندی در کنار و بالا به دیوار یا ایجاد قید صلب از جانب مجراهای چندگانه ممکن است به‌طور موثری به عنوان مهار عمل کند.

۳- باید یک مسیر بار پیوسته و آشکار از اجزای داخلی پانل مرکز کنترل موتور تا مهار در پایه وجود داشته باشد. مثالی در این مورد برش های بزرگ و غیرمسلح در محدوده صفحات فلزی است که می‌تواند به ضعف پیوستگی سازه‌ای منجر شود. تحت این شرایط PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- در صورتی که کابینت‌های مجاور به هم متصل نبوده و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند، امکان برخورد بین آن دو وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۴ باید انتخاب شود.

۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد موارد بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با پانل مرکز کنترل موتور وجود داشته باشد،PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.

۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد پانل مرکز کنترل موتور ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت می‌گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-02	کلید زنی (سوییچ‌گیر)

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۲	۴/۰	۳/۸	۳/۵	۳/۳	۳/۱
PMF	۱. بدون مهار	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
	۲. مهار ضعیف	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
	۳. مسیر بار مشکوک	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
	۶. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- مهار سوییچ‌گیر به دلیل قرار گرفتن در پشت وجه بیرونی تجهیز به سختی دیده می‌شود. اگر براساس شواهد این نتیجه حاصل شود که هیچ مهاری وجود ندارد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- باید یک مسیر بار پیوسته و آشکار از اجزای داخلی سوییچ‌گیر تا مهار در پایه وجود داشته باشد. برش‌های بزرگ و غیرمسلح در محدوده صفحات فلزی که می‌تواند باعث ایجاد ضعف در پیوستگی سازه‌ای شود، یکی از موارد مورد توجه در مسیر بار می‌باشد. در صورتی که، پیوستگی مسیر بار مشکل داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- اگر کابینت‌های مجاور به هم متصل نباشند و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند در اینصورت امکان برخورد بین آن دو وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با سوییچ‌گیر وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- برای شرایط دیگری که بازدیدکننده به این نتیجه برسد که عملکرد سوییچ‌گیر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-03	ترانسفورمرها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۶	۴/۴	۴/۲	۳/۹	۳/۷	۳/۵
PMF	۱. بدون مهار	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
	۲. .مهار ضعیف	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
	۴. .مسیر بار ضعیف	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
	۶. عدم مهار محکم سیم پیچ ها	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
	۷. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- اگر کابینت‌های مجاور به هم متصل نباشند و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند در اینصورت امکان برخورد بین آندو وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- تکیه‌گاه‌های با مقطع ناودانی که در ترانس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، در برابر بارهای جانبی ضعیف عمل می‌کنند. اگر از ورق های نازک در پایه استفاده شده است، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با ترانس‌ها وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- سیم پیچ‌های داخلی ترانس‌ها در حین جابجایی، به طور موقت مهار می‌شوند و معمولاً این پیچ‌ها در انتها برداشته می‌شوند. اگر سیم پیچ‌ها مقید نشده باشند یا انعطاف‌پذیر وبدون مهار باشند و دارای چنان اندازه‌ای باشند که سیم پیچ‌ها بتوانند جابجا شوند و از مدار خارج شوند، PMF ردیف ۶ باید درنظر گرفته شود.

۷- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ترانسفورمر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-04	پانل‌های کنترل و تجهیزات

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۲	۵/۰	۴/۸	۴/۵	۴/۳	۴/۱
PMF	۱. بدون مهار	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲
	۲. مهار ضعیف	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
	۳. مسیر بار مشکوک	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲
	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
	۵. عدم انعطاف پذیری اتصالات	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲
	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
	۷. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- مهار پانل کنترل به دلیل قرار گرفتن در پشت وجه بیرونی تجهیز به سختی دیده می‌شود. اگر براساس شواهد این نتیجه حاصل شود که هیچ مهاری وجود ندارد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- باید مسیر بار پیوسته و آشکار از اجزای داخلی پانل تا مهار در پایه وجود داشته باشد. برش های بزرگ و غیرمسلح در محدوده صفحات فلزی که می‌تواند باعث ایجاد ضعف در پیوستگی سازه‌ای شود، یکی از موارد مورد توجه در مسیر بار می‌باشد. در صورتیکه پیوستگی مسیر بار مشکل داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- در صورتی که کابینت‌های مجاور به هم متصل نبوده و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند، در اینصورت امکان برخورد بین آندو وجود دارد که این مسئله در مورد کابینت‌های کنترل که دارای لرزش‌اند یا باعث ضربه زدن به وسایل حساس مانند رله‌ها می‌شوند، وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با پانل وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-05	پانل‌های توزیع

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۶	۵/۴	۵/۲	۴/۹	۴/۷	۴/۵
PMF	۱. بدون مهار	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
PMF	۲. مهار ضعیف	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲
PMF	۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
PMF	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
PMF	۵. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- در صورتی که کابینت‌های مجاور به هم متصل نبوده و در فاصله حدود نیم اینچ از هم باشند در اینصورت امکان برخورد بین آندو وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با پانل وجود داشته باشد، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد پانل توزیع ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-06	باتریها و قفسه‌ها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۳	۵/۲	۵/۰	۴/۷	۴/۵	۴/۳
PMF	۱. بدون مهار	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲
	۲. مهار ضعیف	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
	۳. عدم استفاده از جداکننده	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲
	۴. عدم استفاده از قید برای باتریها	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
	۵. عدم بکارگیری مهاربندی در جهت طولی	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
	۷. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر در پایه قاب هیچگونه پیچ‌های مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. در صورت ضعیف یا نامناسب بودن مهارها، در صورت نبود مهار برای هر قاب قفسه (پایه) و یا در صورت امکان ایجاد آسیب در مهار، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- در صورتی که از جدا کننده‌های سخت مانند استیروفوم بین باتریها برای پر کردن مناسب فضای بین باتریها به منظور جلوگیری از برخورد مخرب آنها استفاده نشده باشد، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- قفسه و پایه‌ها باید باتریها را در برابر سقوط محافظت کنند. در صورتی که قید و حفاظ کافی ایجاد نشده باشد، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- قفسه‌های با ردیف‌های طویل باتریها نیاز به ایجاد سختی کافی یا مهاربندی طولی دارند. اگر مهاربندی عرضی وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با قفسه‌های باتری وجود داشته باشد ، PMF ردیف ۶ باید درنظر گرفته شود.

۷- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد باتری ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-07	باتری شارژرها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۰	۴/۸	۴/۶	۴/۳	۴/۱	۳/۹
PMF	۱. بدون مهار	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
	۲. مهار ضعیف	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با مسیر بار	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۶. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد باتری شارژر کوچک بنظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳-اگر تجهیز بر روی ناودانی های با ورق فلزی نازک یا دیگر مقاطعی که در جهت جانبی ضعیف هستند، قرار گرفته باشد، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴-در جایی که مسیر بار مشخص تا مهار وجود نداشته باشد یا ضعیف بنظر رسد، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- در صورتیکه امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با باتری شارژر وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد شارژ ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

EL-08	ژنراتورها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۰	۴/۸	۴/۶	۴/۳	۴/۱	۳/۹
PMF	۱. بدون مهار	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶
	۲. مهار ضعیف	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
	۵. امکان حرکت نسبی ژنراتور و موتور محرکه	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۷. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد ژنراتور کوچک به‌نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- در جایی که جدا کننده‌های لرزشی استفاده شده است، باید قیدهایی در برابر حرکات جانبی و عمودی وجود داشته باشد. اگر قیدی نباشد یا ناکافی به نظر رسد، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- اگر لوله‌ها و مجراهای متصل شده به ژنراتور قادر به تحمل حرکات و جابجایی‌های احتمالی ژنراتور نباشد، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- موتور و قسمت محرکه باید بر روی یک تیر پایه نصب و قرار گرفته باشند، در غیراینصورت PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با ژنراتور وجود داشته باشد، PMF ردیف ۶ باید درنظر گرفته شود.

۷- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ژنراتورها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

FP-01	تجهیزات اطفای حریق

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – اهرم اعلام حریق

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. مشخص نبودن اهرم اعلام حریق و مسدود بودن مسیر دسترسی آنها	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۲. دیگر موارد						
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب- شناساگرها، نمایشگرها، آژیرها و حسگرها

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. نبود بازرسی منظم وسایل برای اطمینان از عملکرد صحیح	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰
PMF	۲. عدم نصب درست وسایل و امکان سقوط در هنگام زلزله	۲/۱	۲/۳	۲/۵	۲/۸	۳/۰	۳/۲
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- اهرم اعلام حریق

۱- اگر مسیر مسدود باشد، پرسنل از مکان جعبه اهرم اعلام حریق اطلاعی نداشته باشند و یا دیگر دلایلی که در امکان استفاده از جعبه اهرم اعلام حریق ایجاد شک کند، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود.

۲و۳ – برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساسPMF های موجود در جدول صورت می‌گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)-شناساگرها، حس‌گرها و دیگر موارد

۱- اگر هر گونه سوالی در ارتباط با تعمیر و نگهداری حس‌گرها، نمایشگرها و... وجود داشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود.

۲- اگر تجهیز مقید نشده باشد (سیستم اعلام خطر بدون مهار) یا اگر به هر دلیلی در وضعیت ظرفیت سازه‌ای سیستم تکیه‌گاهی سوالی باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

FP-02	تجهیزات اطفای حریق

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – کپسول دستی و جایگاه لوله‌های آتش‌نشانی

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. نبود بازرسی و نظارت منظم و مستمر تجهیزات برای حصول اطمینان از عملکرد پایا و قابل اطمینان	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰
PMF	۲. غیر قابل دسترس بودن تجهیزات	۲/۹	۳/۰	۳/۳	۳/۶	۳/۸	۳/۹
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – شیر قطع‌کنندهٔ سوخت

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۵	۶/۴	۶/۲	۵/۹	۵/۶	۵/۵
PMF	۱. نبود بازرسی منظم برای اطمینان از عملکرد صحیح شیر	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
PMF	۲. کنترل دستی سیستم ،غیر قابل دسترس بودن تجهیز و عدم مهارت پرسنل در کار با تجهیز	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – کانال آتش / دود خفه کن

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. نبود بازرسی منظم برای اطمینان از عملکرد صحیح وسایل	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰
PMF	۲. دیگر موارد						
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs) – همه موارد بر روی برگه امتیازدهی FP-02

۱- اگر هرگونه سوالی راجع به تعمیر و نگهداری موارد مورد نظر باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود.

۲- اگر به هر طریقی توانایی پرسنل در دسترسی به تجهیز موردنظر زیر سوال باشد (به طور مثال مشخص نبودن مکان و موقعیت، دسترسی مشکل به موضع تجهیز موردنظر، عدم مهارت و دانش کافی پرسنل در بکارگیری و نحوه استفاده و...) PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

FP-03	لوله‌های اطفای حریق (شامل نازل آبپاش)

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** **I□** **II□** **III□** **IV□**

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	**۴/۳**	**۴/۲**	**۴/۰**	**۳/۷**	**۳/۴**	**۳/۳**
PMF	۱. فاقد تکیه‌گاه جانبی– امکان سقوط لوله	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
	۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه‌گاهی قائم لوله	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
	۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه‌لوله بلند انعطاف پذیر	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
	۴. عدم انعطاف پذیری کافی درمحلهای گذر لوله با درزهای لرزه‌ای	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
	۵. امکان وارد آمدن آسیب و ضربه به هد آبپاش	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱
	۶. هد آبپاش بخشی از سقف کاذب مهار نشده است	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
	۷. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- اگر لوله هیچ‌گونه تکیه‌گاههای جانبی مانند پیچ‌های U شکل و قیدی در برابر حرکت جانبی نداشته باشد به طوری که امکان لغزش آن از روی تکیه‌گاه در حین زلزله وجود داشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. این مورد بیشتر در مورد مسیرهای بلند صادق است.

۲- برخی شرایط تکیه‌گاهی باعث کاهش خطر زلزله در سیستم لوله‌ها می‌گردد و برخی دیگر ممکن است اثر معکوس داشته باشند. به طور مثال، استفاده از میخ هیلتی برای مهار تکیه‌گاهها و یا اتصالات شکننده لوله‌ها مانند اتصالات نر و ماده که وقوع زلزله می‌تواند به گسیختگی اتصالات بیانجامد (این اتصالات باید در هر طرف محل اتصال قرار گیرند). در صورت مواجهه با این موارد یا شرایط مشابه دیگر که منجر به افتادن و لغزش لوله از روی تکیه‌گاهش درحین زلزله شود، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- خطوط انشعاب صلب که بر روی شاه لوله انعطاف‌پذیر قرار می‌گیرند، قادر به جذب نیروی قابل ملاحظه‌ای در حین زلزله می‌باشند که این امر می‌تواند باعث آسیب‌دیدگی و نشت در محل تلاقی انشعاب و شاه لوله گردد. اگر این شرایط برای عملکرد لوله وجود داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- لوله‌ها باید دارای انعطاف‌پذیری برای تحمل حرکات نسبی در نقاط مهاری باشند. حرکات نسبی در مکانهایی که دهانه‌های لوله از درز لرزه‌ای یا تقاطع با ساختمان می‌گذرند، رخ می‌دهد. اگر لوله قادر به تحمل جابجایی نسبی قابل ملاحظه تکیه‌گاههایش نباشد، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- اگر هد آبپاش در مجاورت اعضای سازه‌ای بزرگ که امکان آسیب رساندن و ضربه زدن به آنها وجود دارد، قرار گرفته باشد، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- اگر هد آبپاش بخشی از یک سقف کاذب که در برابر حرکات جانبی مهار نشده است، باشد، PMF ردیف ۶ باید درنظر گرفته شود.

۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد.همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

HV-01	فـــن‌هـا

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۳	۴/۲	۴/۰	۳/۷	۳/۴	۳/۳
PMF	۱. بدون مهار	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۲. مهار ضعیف	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
	۴. امکان حرکت نسبی فن و موتور	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه‌گاه کانال	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱
	۷. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۸- دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اغلب، فن، موتور یا هر دو به یک تیر پایه مهار می‌شوند که خود به یک دال یا کف مهار می‌شود. اگر برای فن یا موتور هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار صدمه دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر برسد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- جداکننده‌های لرزه‌ای نشان داده شده در شکل زیر دارای چنان تکیه‌گاههایی باشند که با وجود توانایی تحمل لرزش، در برابرحرکات جانبی و قائم مقید باشند. اگر فن دارای جداکننده لرزه‌ای بدون قید باشد و یا قیدها ناکافی به نظر رسند، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- حرکت و جابجایی نسبی موتور و فن می‌تواند باعث آسیب رساندن به فن شود. یکی از مواردی که می‌تواند باعث این امر شود، مهار کردن دو بخش به پایه یا کف‌های مختلف است. این مسئله در مورد میل گردان های بلند بیشتر مشهود است. اگر امکان جابجایی نسبی وجود داشته باشد، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- کانالهای متصل باید به منظور جلوگیری از انتقال نیرو به فن به درستی مهار شده باشند. اگر کانال دارای اتصال فانوسه‌ای باشد، باید در هر دو وجه اتصال انعطاف‌پذیر به‌طور مناسبی مهار شده باشد. در صورت وجود هرگونه سوالی در ارتباط با کفایت تکیه‌گاههای کانال، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- اگر کانال‌ها یا دیگر اجزای مربوطه به‌طور صلب به فن متصل باشند (به غیر از مجرای کوچک)، PMF ردیف ۶ باید درنظر گرفته شود.

۷- در صورتی که امکان سقوط و آسیب رساندن موارد بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای بر روی عملکرد فن وجود داشته باشد، PMF ردیف ۷ باید درنظر گرفته شود.

۸- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

HV-02	هواساز

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۶	۴/۴	۴/۲	۳/۹	۳/۷	۳/۵
PMF	۱. بدون مهار	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
	۲. مهار ضعیف	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
	۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه‌گاه کانال	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
	۷. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر هیچ گونه مهاری برای تجهیز وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود.اگر مهار آسیب دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- اگر هواساز دارای جداگرهای لرزه‌ای بدون قید و مهار در برابر حرکت جانبی یا حرکت رو به بالا باشد، یا قیدها ناکافی به نظر رسد، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- کانالهای متصل باید به منظور جلوگیری از انتقال نیرو به تجهیز به درستی مهار شده باشند. اگر کانال دارای اتصال فانوسه‌ای انعطاف‌پذیر باشد باید در هر وجه اتصال مهار شده باشد. در صورت وجود هرگونه سوال در ارتباط با کفایت تکیه‌گاههای کانال، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- اتصال صلب لوله به تجهیز، در صورت حرکت و جابجایی تجهیز باعث ایجاد خرابی و آسیب رساندن به دیوار می‌شود. در صورت وجود چنین اتصال صلبی، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- اگر اجزاء و تجهیزات بزرگی در مجاورت هواساز، امکان آسیب زدن و سقوط بر روی آن را داشته باشند و یا در صورت وجود امکان صدمه و ضربه به هر طریق دیگر، PMF ردیف ۶ باید درنظر گرفته شود.

۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد هواساز ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

HV-03	چیلـرهـا

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۷	۴/۶	۴/۴	۴/۱	۳/۸	۳/۷
PMF	۱. بدون مهار	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
	۲. مهار ضعیف	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
	۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه‌گاه لوله ها	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
	۶. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر مهاری وجود نداشته باشد PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود. اگر مهار آسیب‌دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد چیلر کوچک بـه نظـر رسـد، PMF ردیـف ۲ بایـد درنظر گرفته شود.

۳- تکیه‌گاهها و قیدهای جداگرهای لرزه‌ای چیلر باید در برابر حرکات جانبی و حرکت رو به بالا مقید شده‌اند، هر چنـد اینکـه امکـان نوسـان داشـته باشـند. اگـر چیلـر دارای جداکننده لرزه‌ای بدون قید باشد و یا قیدها ناکافی به‌نظر رسند، PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- اگر تجهیز بر روی ناودانی و یا دیگر مقاطعی که در جهت جانبی ضعیف هستند قرار گرفته و نصب شده باشد، PMF ردیف ۴ باید درنظر گرفته شود.

۵- لوله‌های متصل باید به منظور جلوگیری از انتقال بار اضافی به چیلر به خوبی مقید شده و از تکیه‌گاه کافی برخوردار باشند. اگـر مـسیرهای لولـه‌کـشی بلنـد بـوده و بـدون تکیه‌گاه به چیلر منتهی و وصل شوند، PMF ردیف ۵ باید درنظر گرفته شود.

۶- اگر اجزای بزرگی مانند دیوارهای غیرسازه‌ای امکان سقوط و ضربه زدن به چیلر را داشته باشند، PMF ردیف ۶ باید درنظر گرفته شود.

۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد چیلرها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در ایـن بخـش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور بـه مـوارد بـالا باید اضافه گردد.

MB-01	اجزای مختلف ساختمان

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – کفهای دسترسی

((یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. عدم وجود مهاربندی یا هر ابزار دیگری برای جلوگیری از حرکات جانبی زیاد	۲/۶	۲/۹	۳/۱	۳/۴	۳/۸	۴/۳
PMF	۲. دیگر موارد						
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – سقف های کاذب (سیستم روشنایی مرتبط)

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. در جاییکه عدم مهارجانبی باعث ریزش آجرهای سقف و آسیب رساندن به نیروی کار و محدود کردن خروجی ها می‌شود و هیچ گونه مهاربند جانبی قطری وجود نداشته باشد.	۲/۶	۲/۹	۳/۱	۳/۴	۳/۸	۴/۳
	۲. مهار مستقل و نا امن بودن تجهیزات روشنایی	۲/۶	۲/۹	۳/۱	۳/۴	۳/۸	۴/۳
	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

MB-02	اجزای مختلف ساختمان

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	سطح
۴	A
۳	B
۲	C
۱	D

امتیازها و ضرایب – بالابرها و ردیاب‌های خروج از خط بالابر

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. کابین آسانسور و وزنه تعادل آن با وسایل شناسایی جداشدگی از ریل ها مجهز نشده باشد.	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۲. قرقره‌ها در برابر لغزش کابلها در زلزله محافظت نشده‌اند.	۲/۴	۲/۴	۲/۶	۲/۶
PMF	۳. عدم دسترسی به پرسنل تایید صلاحیت شده برای بازرسی آسانسورها و اجازه شروع به کار مجدد در زلزله	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۴. دیگر موارد				
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی				

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- سیستم بالابر

۱- در بعضی حالات به منظور قطع آسانسور به‌طور خودکار در صورتی که حرکت کابلها در حین زلزله دارای اهمیت باشد، وسایل آشکارساز مورد نیاز است. اگر چنین سیستمی وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود.

۲- حرکت کابلها در حین زلزله باعث خروج آنها از روی قرقره‌ها می‌شود. اگر تمهیدی به منظور جلوگیری از این مسئله وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- اگر سیستم خاموش شود حتی اگر آسیبی نبیند، قبل از اینکه آسانسور شروع به کار مجدد کند، بازرسی باید انجام شود. در هنگام وقوع یک زلزله مهم و بزرگ ممکن است تاخیر قابل ملاحظه‌ای در عملکرد بالابر به وجود آید. در این موارد PMF ردیف ۳ باید درنظر گرفته شود.

۴- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد بالابر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

MC-01	تجهیزات مختلف کامپیوتری

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – تجهیزات کنترل ارتباطات و Mainframe ها

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱.هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد.(مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه‌ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد.)	۳/۱	۳/۲	۳/۵	۳/۸	۴/۰	۴/۱
	۲. وجود خطر اندرکنش قابل ملاحظه به علت امکان سقوط بر روی این تجهیز	۲/۸	۳/۰	۳/۲	۳/۵	۳/۷	۳/۹
	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – مینی ومیکروکامپیوترها و دستگاههای جانبی(ضبط صوت، دیسک خوان، پرینتر، مونیتور و ...)

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. عدم اتصال تجهیزات به میز یا میز کار به منظور جلوگیری از لغزش و سقوط	۳/۳	۳/۵	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۴
	۲. میزها ناپایدارند و سقوط آنها محتمل است.	۱/۹	۲/۰	۲/۳	۲/۶	۲/۸	۲/۹
	۳. تجهیزات بگونه‌ای بر کف قرار گرفته‌اند که واژگونی محتمل است.	۲/۸	۳/۰	۳/۲	۳/۵	۳/۷	۳/۹
	۴. وجود خطر اندرکنش قابل ملاحظه به علت امکان سقوط بر روی تجهیز	۲/۴	۲/۶	۲/۸	۳/۱	۳/۳	۳/۵
	۵. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- تجهیزات کنترل ارتباطات و Main frame ها

۱- اگر تجهیز مقید (دارای تکیه‌گاه نباشد) و مهار نشده، بلند و لاغر باشد (بطوریکه تمایل به واژگونی در آن بیشتر از لغزش باشد)، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- در صورت وجود خطر سقوط اشیاء روی تجهیزات و صدمه زدن به آنها (ادوات و تجهیزات سنگین روشنایی، قفسه‌های کتاب و...) PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول باید صورت گیرد.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- مینی‌کامپیوتر و میکروکامپیوتر و دستگاههای جانبی

۱- اگر تجهیزات از پایین آزاد بوده و بسته نشده باشند و بتوانند از روی میز بلغزند و بر روی کف بیفتند، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- اگر میز سوال برانگیز باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- اگر تجهیزات بر روی کف و به گونه‌ای قرار گرفته باشند که امکان واژگونی وجود داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- در صورت وجود خطر سقوط اشیاء روی تجهیزات و صدمه زدن به آنها، (تجهیزات سنگین روشنایی، قفسه‌های کتاب و...) PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵-برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول باید صورت گیرد.

MC-02	تجهیزات مختلف کامپیوتری

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – قفسه‌های صوتی– تصویری

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد(مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه‌ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد).	۲/۴	۲/۶	۲/۸	۳/۱	۳/۳	۳/۵
PMF	۲. عدم قرارگیری وسایل صوتی تصویری به طور مطمئن داخل قفسه برای جلوگیری از سقوط اجزا	۳/۳	۳/۵	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۴
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – تجهیزات نگهداری اسناد

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد(مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه‌ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد.).	۲/۴	۲/۶	۲/۸	۳/۱	۳/۳	۳/۵
PMF	۲. دیگر موارد						
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- قفسه‌های صوتی- تصویری

۱- اگر تجهیز مقید (دارای تکیه‌گاه نباشد) و مهار نشده، بلند و لاغر باشد (تمایل به واژگونی بیشتر از لغزش باشد)، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- اگر وسایل داخل قفسه در برابر واژگونی و صدمه زدن موارد مختلف محافظت نشده باشند، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- تجهیزات جابجایی اسناد

۱- اگر تجهیز مقید نشده و فاقد مهار بوده و بلند و لاغر باشد به گونه‌ای که تمایل به واژگونی در آن بیشتر از لغزش باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲و۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

ME-01	تجهیزات مختلف الکتریکی

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – تجهیزات انتقال نیرو

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۱	۴/۹	۴/۷	۴/۴	۴/۲	۴/۰
PMF	۱. عدم وجود قید یا مهار برای جلوگیری از واژگونی تجهیز	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
PMF	۲. دیگر موارد						
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

امتیازها و ضرایب - ژنراتورهای قابل حمل

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. عدم وجود بازرسی منظم یا نگهداری به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد ژنراتورها	۲/۱	۲/۳	۲/۵	۲/۸	۳/۰	۳/۲
PMF	۲. دسترسی نداشتن به پرسنل آشنا با عملکرد ژنراتورها	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۳. عدم وجودیک منبع سوخت مطمئن در دسترس برای ژنراتور	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۴. انبارکردن ژنراتور در مکانی که دسترسی به آن در یک موقعیت اضطراری مشکل باشد.	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۵. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- تجهیزات انتقال نیرو

۱- اگر تجهیز مقید نشده و فاقد مهار بوده و بلند و لاغر به نظر رسد بطوریکه تمایل به واژگونی در آن بیشتر از لغزش باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲و۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی کـه در گذشـته در ایـن بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به مـوارد بالا باید اضافه گردد.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- ژنراتورهای قابل حمل

۱- اگر تجهیز به طور عادی راه‌اندازی نشود و عملکرد آن براساس یک برنامه زمان‌بندی منظم باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- اگر برای عملکرد تجهیز به مهارت‌های خاصی نیاز باشد و آن تخصص معمولاً یا اغلب اوقات در سایت و مجموعه موجود نباشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- اگر منبع سوخت قابل اطمینان و اتکایی برای ژنراتور در دسترس نباشد و همچنین در صورتی که اجزای دیگری نیز برای عملکرد ژنراتـور بـه سـوخت نیـاز داشـته باشـند (مانند پمپ‌های انتقال مصرف کننده سوخت و...) PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- اگر ژنراتور در ناحیه و مکانی ذخیره و انباشته شده باشد که دسترسی به آن در یک موقعیت اضطراری مشکل باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ژنراتور ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در ایـن بخـش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مـذکور بـه مـوارد بالا باید اضافه گردد.

ME-02	تجهیزات مختلف الکتریکی

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – روشنایی پلکان اضطراری

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

شاخص پاسخ		A	B	C	D	E	F
امتیاز پایه		۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد وسایل روشنایی به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد	۲/۱	۲/۳	۲/۵	۲/۸	۳/۰	۳/۲
PMF	۲. تجهیزات به شکل مطمئنی بر روی دیوار یا قاب نصب نشده و امکان سقوط در زلزله وجود دارد.	۳/۳	۳/۵	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۴
PMF	۳. دیگر موارد						
بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی							

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – منابع روشنایی موقت (مانند، چراغ قوه، فانوس و ...)

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد وسایل روشنایی به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد	۲/۱	۲/۳	۲/۵	۲/۸	۳/۰	۳/۲
PMF	۲. ذخیره نشدن وسایل روشنایی در مکان معلوم قابل دسترسی به منظور استفادهٔ پرسنل	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

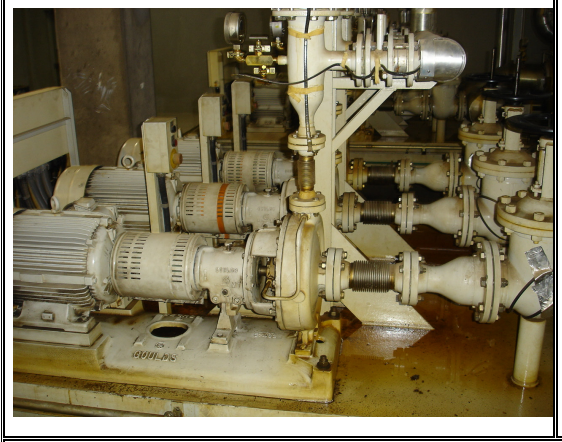
MN-01	پمپ‌ها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....



تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۸	۵/۶	۵/۴	۵/۱	۴/۹	۴/۷
PMF	۱. بدون مهار						
	۲. مهار ضعیف						
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای						
	۴. جابجایی نسبی پمپ و موتور	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه‌گاه لوله‌ها	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
	۷. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱ و۲- اگر هیچ مهاری از موتور یا پمپ به پایه یا از پایه به کف وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار آسیب دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد پمپ کوچک به نظر رسد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- در جایی که جداگرهای لرزه‌ای استفاده می‌شوند باید از قیدهای جانبی استفاده شود. اگر هیچ تکیه‌گاه جانبی وجود نداشته باشد یا ناکافی بنظر رسد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- موتور یا پمپ باید بر روی یک تیر پایه یا کف سوار و نصب شود تا خطر جابجایی نسبی را کاهش دهد. اگر این کار صورت نگرفته باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- لوله‌های متصل به منظور جلوگیری از انتقال بار اضافی به پمپ باید به خوبی مقید شده باشند. اگرمسیر لوله‌گذاری بلند بوده و بدون تکیه‌گاه به پمپ منتهی و وصل شود، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.

۶- اگر اجزای بزرگی مانند دیوارهای غیرسازه‌ای، امکان سقوط و آسیب رساندن به پمپ را داشته باشند، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.

۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

MN-02	شیرها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۵	۶/۴	۶/۲	۵/۹	۵/۶	۵/۵
PMF	۱.اجزای چدنی و امکان ایجاد برخورد	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹
PMF	۲. تکیه‌گاه مستقل عملگر	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷
PMF	۳. وجود نگرانی در ارتباط با اتصال صلب	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵
PMF	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳
PMF	۵. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- درصورتی که طوق شیر یا عملگر از چدن ساخته شده و شیر بر روی یک خط انعطاف‌پذیر بگونه‌ای نصب شده باشد که توانایی حرکت و ضربه‌زدن بـه اعـضای سـازه‌ای را داشته باشد (دیوارها، ستون‌ها و...) PMF ردیف ۱ باید درنظر گرفته شود.

۲- عملگر نباید دارای تکیه‌گاهی مستقل از سیستم تکیه‌گاهی کلی شیر باشد. در صورت عدم رعایت این موضوع، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- کانالها و لوله‌های متصل به شیر باید دارای انعطاف‌پذیری کافی بوده بگونه‌ای که ممانعتی در برابر جابجایی شیر ایجاد نکننـد. اگـر اتـصال صـلب و سـخت باشـد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- اگر تجهیزات بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای امکان سقوط وآسیب رساندن به شیر را داشته باشند و همچنین اگر تجهیزات صلب مـانع از جابجـایی شـیر مطـابق شـکل زیر گردند، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجـه بـه مـسایلی کـه در گذشـته در ایـن بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مـورد مـذکور بـه موارد بالا باید اضافه گردد.

MN-03	کمپرسورها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	A	A
۳	A	B	C
۲	B	C	D
۱	C	D	E

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

شاخص پاسخ		A	B	C	D	E	F
امتیاز پایه		۵/۴	۵/۲	۵/۰	۴/۷	۴/۵	۴/۳
PMF	۱. بدون مهار	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷
	۲. مهار ضعیف	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
	۶. دیگر موارد						
بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی							

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱و۲- اگر مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار آسیب دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد کمپرسور کوچک به نظر رسد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- در صورت استفاده از جداگرهای لرزه‌ای باید برای حرکات قائم و جانبی قید درنظر گرفته شود. در صورت عدم وجود قید یا ناکافی بودن آن، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- اگر کانالهای متصل یا لوله‌ها به منظور سازگاری با جابجایی‌های محتمل کمپرسور انعطاف‌پذیری کافی نداشته باشند، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- اگر تجهیزات بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای، امکان سقوط و برخورد با کمپرسور را داشته باشند، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.

۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد کمپرسور ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

MN-04	برجهای خنک‌کننده

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰
PMF	۱. وجود نشانه‌هایی از زوال و خرابی در اعضای سازه‌ای	۳٫۳	۳٫۵	۳٫۷	۴٫۰	۴٫۲	۴٫۴
PMF	۲. عدم وجود یک برنامه بازرسی منظم برای تجهیز	۲٫۴	۲٫۶	۲٫۸	۳٫۱	۳٫۳	۳٫۵
PMF	۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزه‌ای بدون قیدهای جانبی و قائم	۳٫۳	۳٫۵	۳٫۷	۴٫۰	۴٫۲	۴٫۴
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- اغلب آسیب‌های وارده به برج‌های خنک‌کننده چوبی بزرگتر، در مورد آنهایی رخ می‌دهد که دچار خرابی و نقص می‌باشند. اگر بخشهای سازه‌ای مختلف نیاز به تعمیر داشته باشند، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- برنامه بازرسی منظم می‌تواند مسایل محتمل را مشخص و تحت کنترل قرار دهد. اگر چنین برنامه‌ای برای برج خنک کننده وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۲ باید درنظر گرفته شود.

۳- واحدهایی که بر روی جداگرهای لرزه‌ای نصب و سوار شده‌اند برای جلوگیری از سقوط از روی آنها باید توسط تیرهای جانبی و قائم مهار شوند. اگر قیدی وجود نداشت یا ناکافی به نظر رسید، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد برج خنک‌کننده ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

MN-05	بویلـــرها

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین : I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

((یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. عدم وجود مهار یا وضعیت ضعیف مهار(به طور مثال خوردگی،ترک خوردگی و ...)	۳/۱	۳/۲	۳/۵	۳/۸	۴/۰	۴/۱
PMF	۲. نداشتن انعطاف‌پذیری کافی اجزای الحاقی برای تطبیق با تغییر شکلهای لرزه‌ای	۲/۸	۳/۰	۳/۲	۳/۵	۳/۷	۳/۹
PMF	۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزه‌ای بدون قیدهای جانبی و قائم	۳/۱	۳/۲	۳/۵	۳/۸	۴/۰	۴/۱
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- بویلرها باید به تکیه‌گاههای خود مهار شوند. مهار باید عاری از زنگ زدگی شدید باشد. نباید ترک خوردگی قابل ملاحظه‌ای اطراف پیچها وجود داشته باشد. در اینصورت یا در شرایطی که نیاز به تعمیر احساس شود، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- مقداری جابجایی ناشی از بارهای لرزه‌ای جایز است. اجزای متصل باید در برابر این حرکات مقاومت کرده و سالم بمانند، در غیر اینصورت PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- واحدهایی که بر روی جداگرهای لرزه‌ای نصب و سوار شده‌اند برای جلوگیری از سقوط از روی آنها باید توسط قیدهای جانبی و قائم مهار شوند. اگر قیدی وجود نداشت یا ناکافی به نظر رسید، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد بویلر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

OS-01	سیستمهای خارج از محوطه

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	سطح بار
۴	A
۳	B
۲	C
۱	D

امتیازها و ضرایب – آب داخلی خارج از محوطه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

شاخص پاسخ		A	B	C	D
امتیاز پایه		۳/۱	۳/۱	۲/۹	۲/۹
PMF	۱.				
	۲.				
	۳.				
بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی					

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

امتیازها و ضرایب – برق خارج از محوطه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D
	امتیاز پایه	۲/۰	۲/۰	۱/۸	۱/۸
PMF	۱.				
PMF	۲.				
PMF	۳.				
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی				

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

امتیازها و ضرایب – گاز طبیعی خارج از محوطه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D
	امتیاز پایه	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۱.				
PMF	۲.				
PMF	۳.				
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی				

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

امتیازها و ضرایب – آب اطفای حریق خارج از محوطه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D
	امتیاز پایه	۳/۱	۳/۱	۲/۹	۲/۹
PMF	۱.				
PMF	۲.				
PMF	۳.				
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی				

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)- همه سیستم‌های خارج از محوطه

۱و۲و۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

TC-01	تجهیزات ارتباطی

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب- کابل ورودی تأسیسات

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. محفظه در وضعیت نامساعدی قرار دارد یا دارای اجزایی است که قطعابه تعمیر نیاز دارند.	۲/۱	۲/۳	۲/۵	۲/۸	۳/۰	۳/۲
PMF	۲. کابلها در شرایط نامساعدی قرار گرفته یا نیاز به تعمیر دارند.	۲/۱	۲/۴	۲/۷	۳/۰	۳/۲	۳/۳
PMF	۳. عدم اتصال به سازه یا قرار گرفته بر روی خاک ضعیف	۳/۱	۳/۲	۳/۵	۳/۸	۴/۰	۴/۱
PMF	۴. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – اجزای نصب شده روی قفسه

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	توصیف	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۲	۴/۰	۳/۸	۳/۵	۳/۳	۳/۱
PMF	۱. قفسه فاقد مهاربندی یا فاقد مهار برای جلوگیری از واژگونی است.	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
PMF	۲. اجزا به شکل مطمئنی به قفسه نصب نشده‌اند.	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

TC-02	تجهیزات ارتباطی

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□...IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب – سیستم های میکروویو

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۹	۵/۷	۵/۵	۵/۲	۵/۰	۴/۸
PMF	۱. تجهیزات انتقال/کنترل برای جلوگیری از واژگونی مقید نشده باشند.	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹
PMF	۲. سازه برج و بشقاب آنتن ماهواره متصل به آن فاقد کفایت سازه‌ای لازم جهت جلوگیری از خرابی باشد.	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

امتیازها و ضرایب – سیستم های رادیویی وتلفن

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	توصیف	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰
PMF	۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد سیستمها برای کسب اطمینان از عملکرد قابل اعتماد	۲/۴	۲/۶	۲/۸	۳/۱	۳/۳	۳/۵
PMF	۲. پرسنل حاضر در محل اطلاعی از عملکرد سیستم نداشته باشند.	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

TK-01	مخازن بر روی پایه و Skirt (سازه تکیه‌گاهی)

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۳	۴/۲	۴/۰	۳/۷	۳/۴	۳/۳
PMF	۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
PMF	۲. عدم مهار تیر پایه در صورت مهار به تیر	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
PMF	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱
PMF	۴. عدم تناسب ابعادی پایه‌های تکیه‌گاهی با وزن مخزن، یا غیر مسلح بودن باز شوهای skirt	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱
PMF	۵. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- مخازن باید مهار شوند و مهارها در وضعیت خوبی باشند (به طور مثال خوردگی شدید نداشته باشند یا ترک خوردگی قابل ملاحظه در بتن اطراف پیچ‌ها نباشد). در غیر اینصورت PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- اگر مخزن به یک تیر پایه مهار شده و تیر پایه مهار نشده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- حتی برای مخازن مهار شده، امکان حرکت و جابجایی قابل ملاحظه در حین زلزله وجود دارد. اگر لوله‌های متصل به مخزن آنقدر صلب باشند که قادر به تحمل جابجایی‌های محتمل نباشند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود. مثالی در این مورد یک مسیر مستقیم لوله‌گذاری شده از بالای مخزن تا یک نقطه مهاری در مسیر لوله‌گذاری است.

۴- پایه‌های تکیه‌گاهی یا skirt ها ممکن است برای ممانعت ازخرابی تحت بارهای جانبی کافی نباشند. اگر تکیه‌گاههای مخزن کافی نباشند، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود. این PMF باید در صورت وجود بازشوهای غیر مسلح مورد استفاده قرار گیرد. این وضعیت هنگامی می‌تواند رخ دهد که لوله‌کشی در موقعیتی غیر از مکان درنظر گرفته شده برای طراحی آن واقع شده باشد و ضرایب اصلاح منطقه‌ای در حین نصب اعمال شده باشند.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

TK-02	مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۴	۵/۲	۵/۰	۴/۷	۴/۵	۴/۳
PMF	۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در شرایط مطلوبی قرار ندارد.	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
PMF	۲. مخزن به پایه متصل نشده است.	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲
PMF	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
PMF	۴. عدم اتصال بدنه‌های مبدل های حرارتی به یکدیگر به طور مطمئن	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
PMF	۵- دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- مخازن باید مهار شوند و مهارها در وضعیت خوبی باشند (به طور مثال خوردگی شدید نداشته باشند یا ترک خوردگی قابل ملاحظه در بتن اطراف پیچ‌ها نباشد). در غیر اینصورت PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- اگر مخزن به تکیه‌گاهش متصل نشده باشد، در حین زلزله ممکن است بلغزد و یا تکان بخورد. اگر این حرکت بتواند آسیب ایجاد کند PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود. مخصوصا از هرگونه آسیب‌پذیری اتصالات لوله‌ها، شیر تخلیه و... در اثر لغزش مخزن باید آگاهی وجود داشته باشد.

۳- حتی برای مخازن مهار شده امکان حرکت و جابجایی قابل ملاحظه در حین زلزله وجود دارد. اگر لوله‌های متصل به مخازن آنقدر صلب باشند که قادر به تحمل جابجایی‌های محتمل نباشند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود. مثالی در این مورد یک مسیر مستقیم لوله‌گذاری شده از بالای مخزن تا یک نقطه مهاری در مسیر لوله‌گذاری است.

۴- مبدل‌های حرارتی که به طور عمودی انباشته و ردیف شده‌اند قطعاً باید به یکدیگر متصل باشند، در غیراینصورت PMF ردیف ۴ باید انتخاب شود. این موضوع در مواردی که پیچ‌ها جدا شده و در حین نگهداری دوباره نصب نشده‌اند، رخ می‌دهد.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

TK-03	مخازن قائم مهارشده

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** □I □II □III □IV

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۴/۶	۴/۴	۴/۲	۳/۹	۳/۷	۳/۵
PMF	۱. مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
PMF	۲. جزئیات مهار نرم و شکل پذیر نبوده یا امکان پاره شدن پوسته مخزن(در اثر نیروهای خارج از صفحه) باشد.	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
PMF	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
PMF	۴. مخزن از فولاد ضد زنگ ساخته شده است.	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
PMF	۵. مخزن از فایبر گلاس یا مواد مشابه ساخته شده است.	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۹
PMF	۶. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- مخازن باید مهار شوند و مهارها در وضعیت خوبی باشند (به طور مثال خوردگی شدید نداشته باشند یا ترک خوردگی قابل ملاحظه در بتن اطراف پیچ‌ها نباشد). در غیر اینصورت PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- بست مهاری ورق پایین مخزن به کف و اتصالات دستک مانند با ارتفاع کوتاه اتصال به کف، شامل اتصالات ضعیف و ناکارآمد می‌باشد. در اینصورت یا دیگر موارد مشکوک، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- حتی برای مخازن مهار شده، امکان حرکت و جابجایی قابل ملاحظه در حین زلزله وجود دارد. اگر لوله‌های متصل به مخزن آنقدر صلب باشند که قادر به تحمل جابجایی‌های محتمل نباشند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود. مثالی در این مورد یک مسیر مستقیم لوله‌گذاری شده از بالای مخزن تا یک نقطه مهاری در مسیر لوله‌گذاری است.

۴ و۵- PMF مربوطه با توجه به جنس ماده مصرفی برحسب اینکه فولاد ضدزنگ یا FRP مورد استفاده قرار گرفته، انتخاب شود.

۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF، براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

TK-04	بشکه‌های ذخیره و منابع استوانه‌ای

شماره تجهیز: .....

توضیحات: **نوع زمین :** I□ II□ III□ IV□

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله طبق استاندارد۲۸۰۰	تراز محل نصب تجهیزات		
	یک سوم تحتانی	یک سوم میانی	یک سوم فوقانی
۴	A	C	E
۳	A	C	E
۲	B	D	F
۱	B	D	F

امتیازها و ضرایب

(یکی از امتیازهای پایه و همهPMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله انتخاب گردند)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F
	امتیاز پایه	۵/۹	۵/۷	۵/۵	۵/۲	۵/۰	۴/۸
PMF	۱. مقید نشدن تجهیزات توسط تسمه‌ها به منظور جلوگیری از واژگونی	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
PMF	۲. انباشتن بشکه‌ها بر روی سکوها در ارتفاع زیاد	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷
PMF	۳. دیگر موارد						
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی						

* **اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.**

ضرایب اصلاح عملکردی(PMFs)

۱- در صورت امکان، سیلندرها و بشکه‌های ذخیره باید به منظور جلوگیری از واژگونی مهار شوند (به وسیله تسمه ها یا دیگر ابـزار). در صـورت عـدم جلـوگیری از واژگـونی PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- در صورت انباشتن بشکه ها در ارتفاع زیاد امکان سقوط آنها در حین زلزله وجود دارد، در اینصورت PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود. همچنین در صـورت متحـرک بودن سکوها چنانچه این حرکت باعث ایجاد جابجایی دیوارها گردد، این PMF باید انتخاب شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجـه بـه مـسایلی کـه در گذشـته در ایـن بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به مـوارد بالا باید اضافه گردد.

TK-05	مخازن قائم مهارنشده
شماره تجهیز:	
توضیحات:	

جدول (الف) طبقه‌بندی مخزن

	نسبت ابعادی					
قطر (f t)	H/D ≤ ۰/۵	۰/۵ < H/D ≤ ۰/۸	۰/۸ < H/D ≤ ۱/۱	۱/۱ < H/D ≤ ۱/۴	۱/۴ < H/D ≤ ۱/۸	H/D ≥ ۱/۸
D ≤ 10	α	α	α	α	α	α
10 < D ≤ 15	α	α	α	β	γ	θ
15 < D ≤ 20	α	α	γ	θ	θ	ω
20 < D ≤ 25	α	γ	θ	θ	ω	ω
25 < D ≤ 30	α	γ	θ	ω	μ	μ
30 < D ≤ 35	β	θ	ω	ω	μ	μ
D ≥ 35	γ	ω	ω	μ	μ	μ

جدول (ب) ماتریس نیاز

	طبقه‌بندی مخزن					
پهنه‌بندی لرزه‌ای	α	β	γ	θ	ω	μ
۴	A	B	D	F	H	H
۳	A	B	D	F	H	H
۲	A	C	E	G	H	H
۱	A	C	E	G	H	H

امتیازها و ضرایب – مخازن قائم

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF هایی که مربوط هستند، انتخاب شوند – از ستون‌هایی که مربوط به تراز بار بالا می‌باشد، استفاده گردد)

	شاخص پاسخ	A	B	C	D	E	F	G	H
	امتیاز پایه	۵/۵	۵/۳	۴/۸	۴/۳	۳/۸	۳/۱	۲/۴	۲/۰
PMF	۱. پرچ درز پوسته‌های مخزن	۲/۰	۱/۸	۱/۵	۱/۱	۰/۷	۰/۴	۰/۱	۰
PMF	۲. اتصالات صلب لوله	۳/۶	۲/۴	۱/۹	۱/۷	۱/۹	۲/۰	۲/۰	۲/۰
PMF	۳. مشخص نبودن ضخامت پوسته	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۳	۱/۸	۲/۰
	بزرگترین PMF قابل اعمال – امتیاز پایه = امتیاز نهایی								

* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.

پیوست ۳

ارزیابی آسیب‌پذیری سامانه‌های نیروگاه به روش امتیازدهی

پ-۳-۱- مقدمه

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاه به روش امتیازدهی جایگزینی برای ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات نیروگاه به روش امتیازدهی است، که می‌تواند به دلیل ملاحظه افزونگی سامانه‌ها از تعداد تجهیزات نیازمند بهسازی یا تعویض کاسته و طرح بهسازی را از نظر اقتصادی موجه‌تر نماید. در این روش آسیب‌پذیری سامانه‌های نیروگاهی و نه آسیب‌پذیری تجهیزات مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. بنابراین ممکن است که یک سامانه با دارا بودن تعدادی تجهیزات (زیر سامانه) آسیب‌پذیر خود دارای ایمنی کافی در مقابل زلزله ارزیابی شود.

پ-۳-۲- مدل‌سازی سامانه نیروگاه‌ها

نیروگاه‌ها تاسیساتی متشکل از زیر سامانه‌ها و سامانه‌های گوناگونی می‌باشند که روابط پیچیده‌ای میان آنها حاکم می‌باشد. این پیچیدگی‌ها تحلیل قابلیت اعتماد سامانه‌ها و تاسیسات نیروگاه را در مقابل اثر زلزله با دشواری روبرو می‌سازد.

جهت مدلسازی سامانه‌ها و زیر سامانه‌های نیروگاه ملاحظه تعاریف ذیل ضروری است.

۱- سامانه همبند یا سری: سامانه‌ای که ارتباط زیر سامانه‌های آن به نحوی است که بروز خرابی آن در یک زیر سامانه موجب فقدان عملکرد کل سامانه می‌گردد.

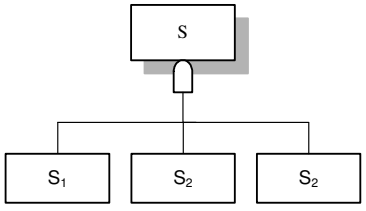
۲- سامانه افزونه یا موازی: سامانه‌ای که ارتباط زیر سامانه‌های آن به نحوی است که بروز خرابی در یک یا چند زیر سامانه آن، موجب فقدان عملکرد کل سامانه نمی‌شود.

جهت مدلسازی گرافیکی سامانه‌های سری و موازی از علائمی که در جدول پ ۳-۱ نشان داده شده است ا ستفاده می‌گردد.

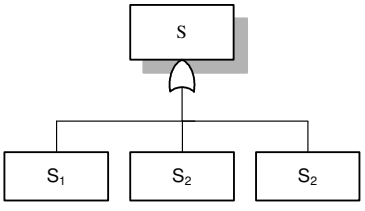
جدول (پ-۳-۱): شکل عملگرهای مورد استفاده در مدلسازی سری و موازی

شکل عملگر	توضیح
	سامانه عملکرد مناسب خواهد داشت اگر همه زیر سامانه‌ها عملکرد مناسب داشته باشند.
	سامانه عملکرد مناسب خواهد داشت اگر حداقل یک زیر سامانه عملکرد مناسب داشته باشد.

نمایش گرافیکی روابط اجزای مختلف سامانه‌های سری و موازی در شکل (پ-۳-۱) نشان داده شده است.



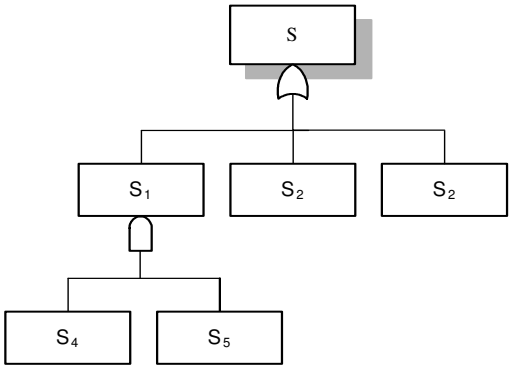
الف) سامانه سری



ب) سامانه موازی

شکل (پ-۳-۱): چگونگی نمایش روابط اجزای مختلف سامانه‌های سری و موازی

سامانه‌های نیروگاهی علیرغم پیچیدگی‌های موجود میان زیرسامانه‌های آنها در اغلب موارد قابل مدلسازی بصورت ترکیبی از زیر سامانه‌های سری و موازی می‌باشند. در شکل (پ-۳-۲) مدلسازی یک سامانه مرکب از زیرسامانه‌های سری و موازی نشان داده شده است.



شکل (پ-۳-۲): نمایش گرافیکی یک سامانه مرکب از زیرسامانه‌های سری و موازی

پ-۳-۳- امتیاز ایمنی سامانه‌های سری، موازی و مرکب

به دلیل افزونگی کمابیش موجود در سامانه‌های نیروگاهی خرابی یک یا چند زیر سامانه از آنها در اثر وقوع زلزله ممکن است تاثیر چندانی بر عملکرد آنها نداشته باشد. به همین دلیل امتیاز ایمنی سامانه‌های دارای افزونگی (افزونه یا موازی) از امتیاز ایمنی هر کدام از زیر سامانه‌های آن بزرگتر است.

در صورت فقدان افزونگی، خرابی یک زیر سامانه از سامانه منجر به فقدان عملکرد کل سامانه خواهد شد. امتیاز ایمنی سامانه‌هایی که ارتباط زیر سامانه‌های آنها به نحوی است که بروز خرابی در یک زیر سامانه موجب فقدان عملکرد کل سامانه می‌گردد (سامانه‌های همبند یا سری)، با امتیاز ایمنی آسیب‌پذیرترین زیر سامانه کنترل می‌گردد.

امتیاز ایمنی سامانه‌های سری (شکل پ-۳-۱-الف) با استفاده از رابطه (پ-۳-۱) محاسبه می‌گردد.

$$S_{system} = \min(S_i) \qquad \text{(پ-۳-۱)}$$

که در آن:

S_i: امتیاز ایمنی زیر سامانه iام از سامانه سری

امتیاز ایمنی سامانه‌های موازی (شکل پ-۳-۱-ب) با استفاده از رابطه (پ-۳-۲) محاسبه می‌گردد.

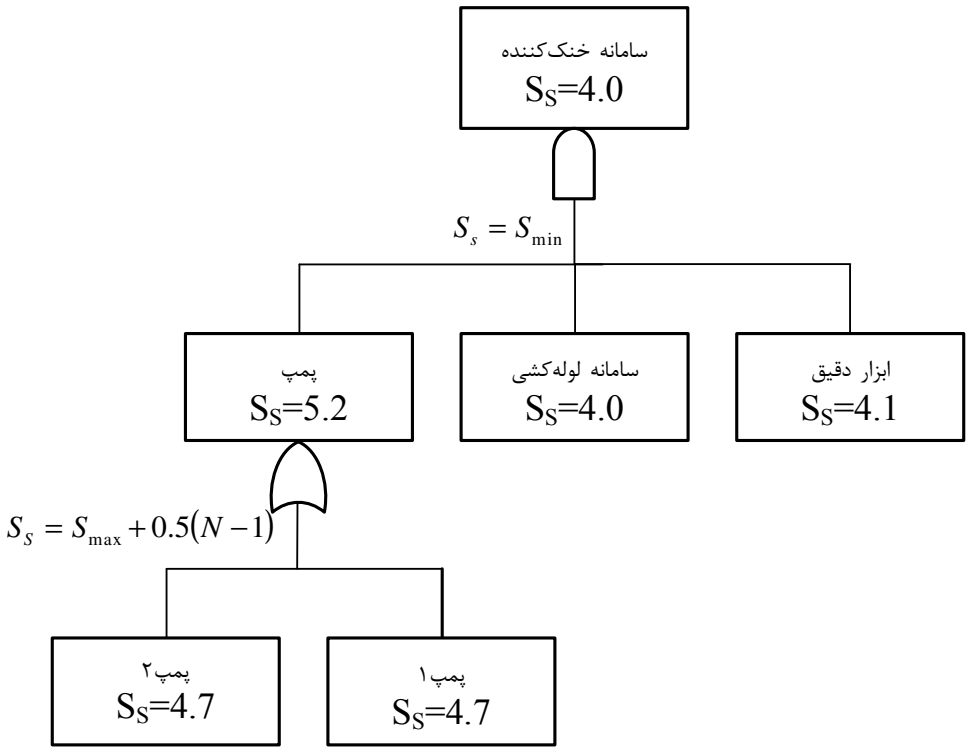
$$S_{system} = \max(S_i) + 0.5(N-1) \qquad \text{(پ-۳-۲)}$$

که در آن:

N: تعداد تجهیزات یا زیرسامانه‌های موازی (در شکل پ-۳-۱-ب $N=1$ می‌باشد).

محاسبه امتیاز ایمنی سامانه‌های مرکب از پایین‌ترین گره‌ها شروع و به گره فوقانی ختم می‌شود. هر گره به کمک یک عملگر که در جدول (پ-۳-۱) نمایش داده شده است نشان داده می‌شود.

در شکل (پ-۳-۳) نمونه‌ای از محاسبات امتیاز ایمنی یک سامانه مرکب نشان داده شده است.



شکل (پ-۳-۳): چگونگی محاسبه امتیاز ایمنی یک سامانه مرکب نیروگاهی

پ-۳-۴- مقایسه امتیاز سامانه با امتیاز ایمنی هدف و تعیین تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی

امتیاز بدست آمده از روش نشان داده شده در شکل (پ-۳-۳) با امتیاز ایمنی هدف نشان داده شده در جدول (پ-۳-۲) با توجه به اهمیت نسبی سامانه (جدول ۱-۳ فصل اول) مقایسه می‌گردد.

جدول (پ-۳-۲) معیارهای پذیرش سامانه‌های نیروگاهی به روش امتیازدهی

اهمیت نسبی سامانه	امتیاز ایمنی هدف
$I_۱$	۳/۵
$I_۲$	۳/۰
$I_۳$	۲/۵

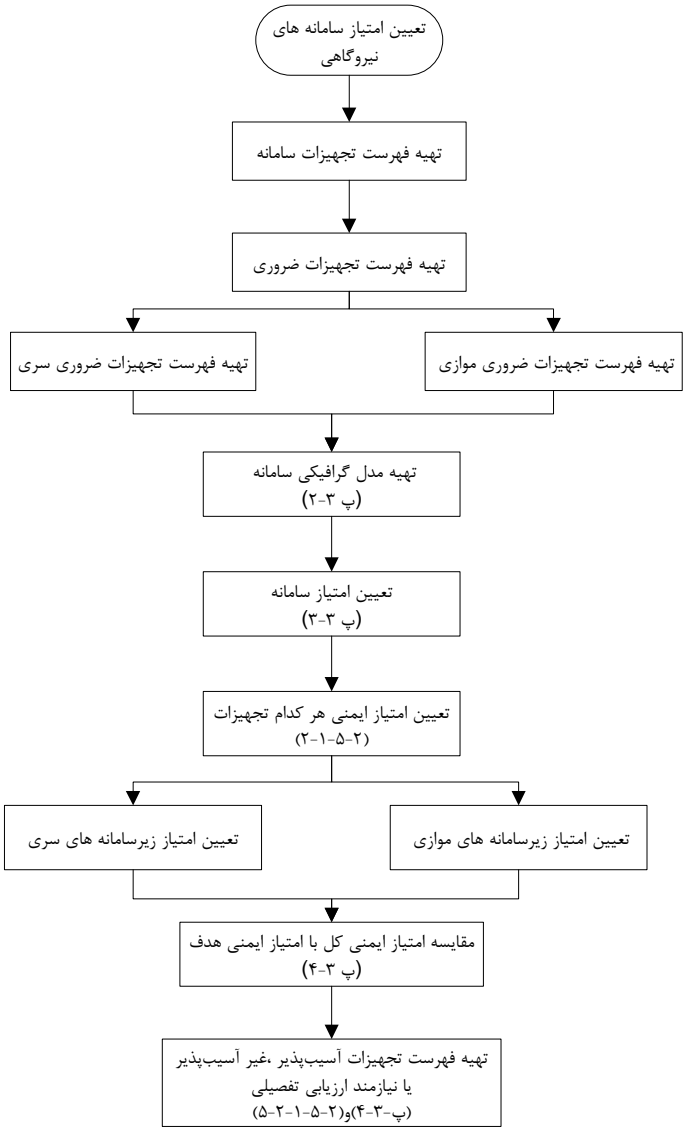
اگر امتیاز سازمانه موردنظر از امتیاز ایمنی هدف کوچکتر باشد، تجهیزاتی از سامانه که باعث کاهش امتیاز سامانه گردیده‌اند باید جهت تصمیم‌گیری برای درج در فهرست تجهیزات اسیب‌پذیر یا نیازمند ارزیابی تفصیلی، گزارش شوند. معیارهای تصمیم‌گیری در این مورد مطابق ضوابط بند (۲-۵-۱-۲-۵) با قید مقایسه امتیاز سامانه با امتیاز ایمنی هدف می‌باشد.

پ-۳-۴- روند ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاهی با استفاده از روش امتیازدهی

جهت ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاهی به روش امتیاز دهی انجام مراحل ذیل ضروری است:

۱- تهیه فهرست تجهیزات ضروری سامانه و حذف تجهیزات غیرضروری
۲- تعیین فهرست تجهیزات ضروری سری و موازی
۳- تهیه مدل گرافیکی سامانه موردنظر (بند پ-۳-۲)
۴- تعیین امتیاز ایمنی هر کدام از تجهیزات (بند ۲-۵-۱-۲)
۵- محاسبه امتیاز ایمنی کل (بند پ-۳-۳)
۶- مقایسه امتیاز ایمنی کل با امتیاز ایمنی هدف (بند پ-۳-۴) و تعیین تجهیزاتی که موجب کاهش امتیاز ایمنی سامانه از حد امتیاز ایمنی هدف شده‌اند.

در روندنمای (پ-۳-۱) روند ارزیابی لرزه‌ای نیروگاه‌ها با استفاده از روش امتیازدهی نشان داده شده است.

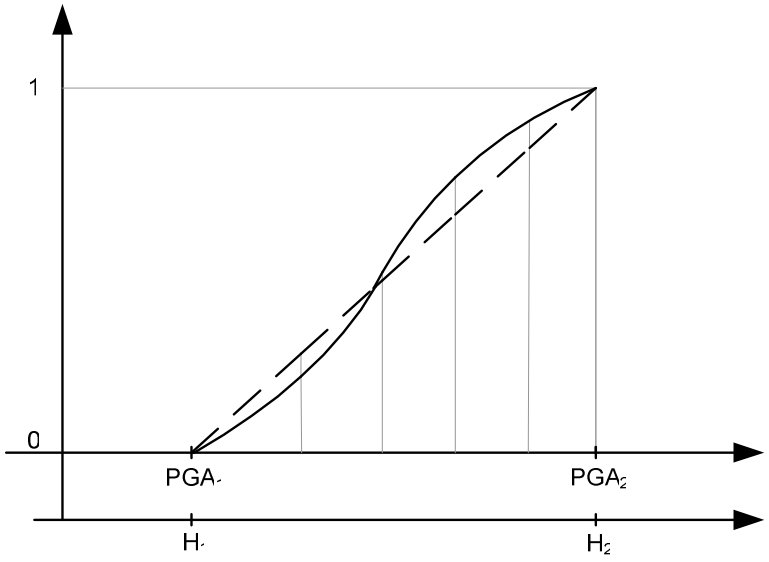


روند نمای (پ-۳-۱): روند انجام ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاهی با استفاده از روش امتیازدهی

پیوست ۴

محاسبه امتیاز تجهیزات با استفاده از منحنی‌های درهم شکنی

منحنی‌های درهم شکنی، منحنی‌های هستند که احتمال انباشته خرابی تجهیزات و تأسیسات در اثر زلزله با شدت‌های مختلف را نشان می‌دهد. منحنی‌های درهم‌شکنی معمولاً با استفاده از روش‌های تجربی یا تحلیلی استخراج می‌شوند. بدلیل آنکه شدت‌های متناظر با احتمال خرابی بالا نسبت به شدت‌های مربوط به احتمال خرابی پایین (حدود ۰) دارای احتمال فراگذشت بسیار پایین‌تری می‌باشند، ارزش اطلاعاتی منحنی‌های درهم شکنی بیشتر متمرکز در محل تقاطع منحنی با محور شدت (PGA) می‌باشد. این نقطه یعنی شتاب متناظر با احتمال خرابی صفر با A' نشان داده می‌شود و نقشی کلیدی در استخراج امتیاز ایمنی تجهیزات یا تأسیسات در مقابل زلزله ایفا می‌نماید. (شکل پ-۴-۱).



شکل (پ-۴-۱): منحنی درهم شکنی نوعی

با استفاده از روابط (پ-۴-۱) امتیاز ایمنی تجهیزات و تاسیسات با شتاب A' واقع در مناطق لرزه‌خیزی مختلف قابل استخراج می‌باشد.

(پ-۴- الف) ناحیه با PGA=۰/۳۵g $Ss = 4.7165 + 3.4493\ LogA'$

(پ-۴- ب) ناحیه با PGA=۰/۳g $Ss = 4.7990 + 3.2195\ LogA'$

(پ-۴- ج) ناحیه با PGA=۰/۲۵g $Ss = 4.8815 + 2.9898\ LogA'$

(پ-۴- د) ناحیه با PGA=۰/۲g $Ss = 4.9640 + 2.7600\ LogA'$

در صورت فقدان هرگونه اطلاعات مدون از منحنی‌های درهم شکنی، استنباط کاربر از میزانی از شتاب زمین که در شتاب‌های کمتر از آن احتمال خرابی تجهیزات و تاسیسات صفر می‌باشد می‌تواند به کمک روابط (پ-۴-۱) امتیاز ایمنی تجهیزات را به دست دهد. بدیهی است که کاربر می‌تواند ضعف‌های مختلفی را در تجهیزات از جمله احتمال اندرکنش با سایر تجهیزات یا فقدان مهار و غیره را در استنباط خود ملاحظه نماید. به عنوان مثال در صورتیکه یک تابلوی برق بدون مهار در نظر گرفته شود، با محاسبه ساده‌ای می‌توان به شتاب حد لغزش یا واژگونی آن دست یافت.

جهت راهنمایی کاربر برای انتخاب شتاب A' برای تجهیزات با توجه به محل نصب تجهیزات روی سازه تکیه‌گاهی استفاده از جدول (پ-۴-۱) توصیه می‌شود.

جدول (پ-۴-۱): نحوه انتخاب شتاب A' با توجه به آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات

آسیب‌پذیری تجهیزات	$A'(g)$		
	محل نصب تجهیزات روی سازه تکیه‌گاهی		
	۱/۳ تحتانی	۱/۳میانی	۱/۳ فوقانی
بسیار کم	۰/۸۰	۰/۶۵	۰/۵۵
کم	۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۴۰
معمولی	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۱۵
زیاد	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۵
بسیار زیاد	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳

در صورتی که نقطه‌ضعفی مثل وجود اشکال در مهار تجهیزات، احتمال بروز اندرکنش و غیره موجب افزایش آسیب‌پذیری تجهیزات گردد، یک درجه به میزان آسیب‌پذیری تجهیزات افزوده می‌گردد(مثلاً تجهیزات با آسیب‌پذیری معمولی به تجهیزات با آسیب‌پذیری زیاد تبدیل می‌شوند). افزایش میزان آسیب‌پذیری فقط یکبار و برای بدترین نقطه‌ضعف، در صورت وجود، در نظر گرفته می‌شود.

پیوست ۵

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات الکتریکی ومکانیکی بر اساس رویکرد استفاده از طیف‌های آسیب‌پذیری

پ-۵-۱- ارزیابی تجهیزات الکتریکی و مکانیکی بر اساس رویکرد استفاده از طیف‌های ظرفیت

در این پیوست پیش‌نیازهای مورد استفاده جهت ارزیابی لرزه‌ای آن دسته از تجهیزات الکتریکی و مکانیکی که در جدول (۲-۵) نام برده شده‌اند، ارائه شده است. برای ارزیابی لرزه‌ای این دسته از تجهیزات به نحوی که در فصل دوم اشاره شد، ابتدا باید این پیش‌نیازها اجرائی گردند. پس از رعایت این پیش‌نیازها می‌توان از طیف ظرفیت موجود در فصل دوم استفاده نمود. تشخیص برقراری و یا عدم برقراری این پیش‌نیازها تا حدود زیادی بر اساس قضاوت مهندسی می‌باشد.

پ-۵-۲- تجهیزات الکتریکی

پ-۵-۲-۱- باتری‌ها و قفسه‌های نگهدارنده آنها

پ-۵-۲-۱-۱-شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده باتری‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن می‌شود. اغلب سیستم‌های باتری متشکل از باتری‌های سربی[1] می‌باشند که در ردیف‌هایی موازی بر روی قابهای فلزی یا چوبی سوار می‌شوند. هر یک از باتری‌ها در حدود ۲۳ الی ۲۰۵ کیلوگرم وزن دارند.
باتری‌های ذخیره سربی متداول‌ترین نوع باتری‌ها بوده و تنها نوعی از باتری‌ها می‌باشند که در این بخش مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. چهار نوع اساسی از این باتری‌ها وجود دارند که عبارتند از :

۱- ورق کلسیم تخت[2]

۲- مانشکس[3]

۳- ورق آنتیموان تخت[4]

۴- لوله‌ای[5]

به علت اینکه هیچ گونه تجربه لرزه‌ای در مورد دو نوع آخر (۳ و ۴) وجود ندارد، تنها دو نوع اول از باتری‌ها یعنی ورق کلسیم تخت و مانشکس مورد بررسی قرار می‌گیرند.
قفسه‌های نگهدارنده باتری، قابهای فلزی با مقاطع ناودانی و نبشی و دستک می‌باشند که با تشکیل یک قاب فضایی باتری‌ها را در ارتفاعی از سطح زمین نگهداری می‌کنند. قفسه‌ها در سه نوع چندردیفه[6]، چند لایه‌ای[7] و چند پله‌ای[8] وجود دارند.
در قفسه‌های چندردیفه تمامی باتری‌ها در یک تراز و در ردیفهایی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. در قفسه‌های چند لایه‌ای، ردیف‌هایی عمودی از باتری‌ها دقیقاً در بالای یکدیگر واقع می‌شوند. در قفسه‌های چند پله‌ای نیز باتری‌ها در ردیفهایی همانند پله در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. در این قفسه‌ها، ردیف فوقانی از باتری‌ها، از انتهای ردیف تحتانی آغاز می‌شود.

1 Lead–Acid Storage Batteries
2 Calcium Flat Plate
3 Plante' Or Manchex
4 Antimony Flat Plate
5 Tubular
6 Multi-Rowed
7 Multi-Tiered
8 Multi-Stepped

کف قفسه‌ها که نقش تکیه‌گاه باتری‌ها را دارا می‌باشد، متشکل از مقاطع ناودانی فولادی طولی می‌باشد. این مقاطع نیز به نوبه خود بر روی قابهای عرضی مستطیلی شکل که عموماً از مقاطع نبشی فولادی می‌باشند، قرار می‌گیرند. عموماً قفسه‌ها، یا در وجه پشتی و یا در وجه جلویی توسط دستک‌های قطری در امتداد طولی مهاربندی می‌شوند. اعضای تشکیل دهنده قفسه توسط ترکیبی از اتصالات جوشی و پیچی به یکدیگر متصل می‌شوند.

پ-۵-۲-۱-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی باتری و قفسه‌های نگهدارنده آن باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش(پ-۵-۲-۱-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) طراحی صفحات باتری باید از نوع صفحه سربی-کلسیمی تخت[1] و یا مانشکس باشد. اینها تنها انواع باتری‌هایی هستند که در موردشان تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

پیش نیاز سوم) هر یک از باتری‌ها وزنی کمتر از ۲۰۵ کیلوگرم داشته باشند.این وزن مربوط به بالاترین حدی است که در مورد آن تجربیات لرزه‌ای وجود دارد.

پیش نیاز چهارم) پرکننده‌های مقاوم در برابر ضربه[2] در بین سلولهای باتری باید وجود داشته باشد. این پرکننده‌ها باید دو سوم از فضای عمودی بین سلولها را پر کنند. در صورت نبودن این پرکننده‌ها احتمال جابجا شدن و برخورد باتری‌ها در هنگام زلزله و در نتیجه خرابی باتری وجود خواهد داشت.

پیش نیاز پنجم) قفسه‌های نگهدارنده باتری باید دارای ریل‌های (نرده‌های) جانبی و انتهایی باشند که به خوبی به باتری‌ها چسبیده باشند(در صورت نیاز از فاصله‌گیر[3] (لایی) می‌توان استفاده کرد). هدف جلوگیری از جابجایی و سقوط باتری‌ها از روی قفسه است.

پیش نیاز ششم) قفسه‌های نگهدارنده باتری باید دارای مهاربندی ضربدری در راستای طولی برای انتقال بارهای جانبی به تکیه‌گاه باشند مگر آنکه قضاوت مهندسی و یا تحلیل عدم نیاز به این مهاربندی را تایید نمایند.

پیش‌نیاز هفتم) قفسه‌های نگهداری که از چوب ساخته شده‌اند به علت آسیب‌پذیری بیشتر در برابر زلزله نسبت به سازه‌های فولادی باید با دقت ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرند.

پیش نیاز هشتم) باتری‌های با عمر بالاتر از ۱۰ سال نیاز به ارزیابی ویژه‌ای دارند. تجربه آزمایشات لرزه‌ای نشان داده که تغییرات سازه‌ای و متالورژیکی که با گذشت زمان بوجود می‌آیند، حساسیت و آسیب‌پذیری لرزه‌ای را بالا برده که منجر به خرابی سازه‌ای خواهد شد.

پیش نیاز نهم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای باتری‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Lead-Calcium Flat-Plate
2 Crush-Resistant Spacer
3 Shim

شکل (پ-۵-۱): باتری‌ها و قفسه‌های نگهدارنده آنها

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری‌ها و قفسه‌ها**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
نوع باتری:	وزن :	
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی باتری و قفسه نگهدارنده آن، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. صفحات باتری از نوع سربی – کلسیمی تخت یا مانشکس هستند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. وزن هر باتری کمتر از ۲۰۵ کیلوگرم است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. پر کننده‌های مقاوم در برابر ضربه، دو سوم از فضای عمودی بین باتری‌ها را پر می‌کنند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. باتری‌ها توسط ریل‌های جانبی و انتهایی مقید می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. قفسه‌ها دارای مهاربندی ضربدری در راستای طولی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. قفسه‌های چوبی براساس استانداردهای پذیرفته شده صنعتی ارزیابی شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. در باتری‌های با عمر بالای ۱۰ سال، آثار ناشی از افزایش عمر سرویس‌دهی مورد ارزیابی ویژه‌ای قرار گرفته است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۹. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری‌ها و قفسه‌ها**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری‌ها و قفسه‌ها**

شرح تجهیز:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– آیا تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

کاربرگ ارزیابی تجهیزات	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری‌ها و قفسه‌ها**
شرح تجهیز:	
☐ سایر روش‌ها: _____ ☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست	
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟ اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی ۱- _____ تاریخ: _____ ۲- _____ تاریخ: _____ ۳- _____ تاریخ: _____ ۴- _____ تاریخ: _____	

پ-۵-۲-۲- تابلوهای مرکز کنترل موتور[1]

پ-۵-۲-۲-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات شامل سیستم‌های حافظت خطای الکتریکی[2] برای موتورهایی است که با ولتاژی کمتر از ۶۰۰ ولت کار می‌کنند. کنترل کننده‌های موتور[3] معمولاً در اتاقک‌های[4] ساخته شده از ورق‌های فلزی قرار می‌گیرند. این اتاقک‌ها بر روی یکدیگر قرار گرفته و به هم پیچ می‌شوند و تابلوهای مرکز کنترل موتور را تشکیل می‌دهند. این نوع تجهیزات دربرگیرنده کنترل کننده‌های موتوری است که در اتاقک‌های مجزا سوار شده و بر روی قفسه‌ها یا دیوارها قرار گرفته و یا به صورت خودایستا[5] می‌باشند.

کنترل کننده‌های منفرد موتور معمولاً در درون یک جعبه فلزی قرار می‌گیرند و امکان جابجایی یا برداشتن آن از درون اتاقک وجود دارد. کنترل کننده‌های موتور به صورت عمودی بر روی یکدیگر قرار گرفته و به یکدیگر متصل می‌گردند. اجزای مستقل کنترل کننده موتور در دو وجه کناری و یا وجه عقبی اتاقک قرار می‌گیرند. اتاقک‌های کنترل کننده موتور[6] عموماً از اجزای زیر تشکیل می‌شوند: سکسیونر[7]، کنتاکتورهای مغناطیسی[8]، یک ترانسفورمر کنترل، فیوزها، کلیدهای فشاری[9] و چراغ‌های پیلوت[10].

در یک مجموعه تابلوهای مرکز کنترل موتور، اتاقک‌های کنترل موتور معمولاً به صورت عمودی بر روی یکدیگر سوار می‌شوند. هر یک از واحدهای عمودی یک محفظه فلزی مستقل است که بواسطه همپوشانی ورقهای فلزی در گوشه‌های آن تقویت شده است. واحدهای عمودی به وسیله قابهای فلزی و یا ورقه‌های فلزی مجاور یکدیگر به هم پیچ می‌شوند.

مراکز کنترل موتور ممکن است دو طرفه[11] و یا یک طرفه[12] باشند. در پانلهای کنترل دو طرفه، اتاقک‌های کنترل در وجه جلویی و عقبی پانل وجود دارند.

مراکز کنترل موتور ممکن است یک واحد خود ایستا بوده و یا در مجموعه‌ای ترکیبی از چند پانل قرار گیرند. در بسیاری حالات تابلوهای مرکز کنترل موتور در ترکیبی با پانل‌های کلیدزنی، توزیع و یا ترانسفورمرها به کار می‌روند. همچنین واحدهای خود ایستای تابلوهای مرکز کنترل موتور را می‌توان در درون قفسه‌ها به کار برد و یا بر روی دیوارها سوار کرد.

ابعاد کابینت تابلوهای مرکز کنترل موتور معمولاً استاندارد است. هر یک از ردیف‌های مستقل عمودی تشکیل دهنده تابلوهای مرکز کنترل موتور عرضی بین ۵۰ الی ۶۰ سانتی‌متر و عمقی بین ۴۵ الی ۶۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشد. همچنین ارتفاع این پانلها ۲۳۰ سانتی‌متر بوده و دارای وزنی کمتر از ۲۹۵ کیلوگرم می‌باشند.

کابینت‌هایی که دارای عمق کمی هستند باید در قسمت فوقانی مهاربندی شده و یا اینکه به دیوار متصل گردند. کابینت‌های تابلوهای مرکز کنترل موتور معمولاً براساس ضوابط NEMA [13] طراحی می‌شوند. مجموعه‌های تابلوهای مرکز کنترل موتور مورد نظر در این بخش متشکل از بخش‌های زیر می‌باشند:

---

1 Motor Control Centers (MCC)
2 Electrical Fault Protection
3 Motor Controllers
4 Cubicles
5 Freestanding
6 Motor Control Cubicles
7 Disconnect Switch
8 Magnetic Contactors
9 Push Buttons
10 Pilot Lights
11 Double Sided
12 Single Sided
13 National Electrical Manufacturers Association

استارترهای موتور[1] ، سکسیونرها، رله‌های جریانی[2] ، پانل‌های توزیع، کلیدهای جابجایی خودکار[3] ، محفظه‌های رله/ ابزار دقیق[4] . در تابلوهای مرکز کنترل موتور، اجزای الحاقی دیگری مانند کابل‌ها، مجاری[5] و جعبه‌های اتصال[6] نیز موجود می‌باشند.

پ-۵-۲-۲-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی تابلوهای مرکز کنترل موتور باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش(پ-۵-۲-۲-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) حد نهایی ولتاژ کاری در تابلوهای مرکز کنترل موتور به۶۰۰ ولت محدود می‌شود. این ولتاژ بالاترین حدی است که در مورد آن تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

پیش نیاز سوم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری[7] بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش نیاز چهارم) تجهیزات و محفظه‌های نگهداری آنها[8] (به غیر از مجاری) که بر روی کابینت‌ها سوار می‌شوند، به ازای هر مجموعه کابینت (منظور از مجموعه کابینت ترکیب و یا ردیفی از چند کابینت مستقل مجاور یکدیگر می‌باشد) باید وزنی کمتر از ۴۵ کیلوگرم را دارا باشند. هدف اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از بالا آمدن بیش از حد مرکز ثقل کابینت و افزایش زیاد از حد وزن کل کابینت می‌باشد. همچنین نیروهای ثقلی بزرگ خارج از مرکز بوجود آمده می‌توانند سبب ایجاد پیچش شوند. این پیش‌نیاز در درجه نخست به‌طور مستقیم متوجه تجهیزاتی است که عموماً توسط تابلوهای مرکز کنترل موتور تغذیه نمی‌شوند و لذا در طی زلزله‌های گذشته عملکرد آنها بررسی نشده است. مسیر انتقال بار از اجزای الحاقی به کابینت باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. نظر به اینکه در طی زلزله‌های گذشته تجربیاتی درباره نحوه عملکرد مجاری مستقر بر روی تابلوهای مرکز کنترل موتور به دست آمده است، نیازی به بررسی آنها در این پیش نیاز وجود ندارد. با تامین تکیه‌گاه‌های بیشتر برای کابینت‌ها و اجزای الحاقی آنها می‌توان در جهت ارضای اهداف این پیش‌نیاز گام برداشت. در هنگام کنترل مهارها، وزن موثر کلیه مجاری و تجهیزات الحاقی باید به وزن کابینت افزوده شوند.

پیش نیاز پنجم) اجزایی که به صورت خارجی به کابینت‌ها ملحق شده‌اند باید با اتصال صلب به کابینت‌ها متصل گردند. این شکل مهار برای جلوگیری از ضربه زدن این اجزا به کابینت‌ها و در نتیجه پیشگیری از بروز اختلال در رله‌های ضروری و یا سایر اجزای تابلوهای مرکز کنترل موتور می‌باشد.

پیش نیاز ششم) پیکره‌بندی کلی کابینت‌ها باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای NEMA باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت نوع و ضخامت فولاد، سازه داخلی، تکیه‌گاه‌ها و پیکره‌بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده کابینت‌هایی که توسط تولید کننده‌های بزرگ ساخته می‌شوند این ضوابط را حفظ می‌نمایند. هدف این پیش نیاز حذف جزئیات غیر معمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده‌اند. کابینت‌های با ارتفاع کمتر از ۴۵ سانتی‌متر که در قسمت فوقانی مهاربندی نشده‌اند مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

---

1 Motor Starters
2 Over-current Relays
3 Automatic Transfer Switches
4 Relay/Instrumentation Compartments
5 Conduit
6 Junction Boxes
7 Essential Relay
8 Enclosures

پیش نیاز هفتم) محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت‌ها قرار دارند باید دارای عرضی کوچکتر از ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاعی کمتر از ۳۰ سانتی‌متر باشند. اهمیت این پیش نیاز ناشی از امکان عدم انتقال برش ناشی از زلزله از بدنه کابینت به مهارها در اثر وجود بازشدگی در بدنه کابینت می‌باشد. اگرچه در بیشتر تابلوهای مرکز کنترل موتور استاندارد، این محدودیت رعایت نمی‌شود، لیکن برای جبران این نقیصه نواحی اطراف محل‌های برش با استفاده از ورق‌های فلزی اضافی و یا مقاطع فولادی تقویت می‌شوند تا مشکل انتقال نیروهای برشی مرتفع گردد.

پیش‌نیاز هشتم) ایمنی کلیه درها و باکت‌های کشویی[1] باید توسط چفت و بست[2] تامین گردد. هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها و باکت‌ها وجود داشته و بر اثر آن، ضرباتی به محفظه درونی[3] وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزایی مانند رله‌ها و کنتاکتورها بوجود آورند و هدف اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

پیش‌نیاز نهم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای تابلوهای مرکز کنترل موتور داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۲): تابلوهای مرکز کنترل موتور

1 Drawout Buckets
2 Latch or Fastener
3 Housing

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای مرکز کنترل موتور**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن هر کابینت :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی تابلوی مرکز کنترل موتور، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. حد نهایی ولتاژ کاری به ۶۰۰ ولت محدود می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. وزن تجهیزات الحاقی (به استثنای مجاری) به ازای هر مجموعه کابینت کمتر از ۴۵ کیلوگرم است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. اتصال تجهیزات خارجی الحاقی به کابینت صلب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. پیکره‌بندی کلی ساخت مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای NEMA است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی قرار دارند دارای عرض و ارتفاعی به ترتیب کوچکتر از ۱۵ و ۳۰ سانتیمتر می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۹. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای مرکز کنترل موتور**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است . (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای مرکز کنترل موتور**
شرح تجهیز:	

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای مرکز کنترل موتور**

شرح تجهیز:

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۳- تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار ضعیف[1]

پ-۵-۲-۳-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات متشکل از یک و یا چند دژنکتور و رله‌های کنترل مرتبط، ابزار دقیق، سکسیونر و شینه‌های توزیع[2] می‌باشد که در درون یک محفظه فلزی قرار می‌گیرند. در اینجا منظور از تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف، عملکرد با ولتاژهای کمتر از۶۰۰ ولت است (معمولاً این ولتاژ در تاسیسات مدرن صنعتی بین۴۴۰ الی ۴۸۰ ولت است).

مجموعه‌های کلیدزنی از بخشهایی عمودی[3] تشکیل شده و معمولاً هر یک از این بخشهای عمودی از روی هم گذاشتن ۲ الی ۴ اتاقک دژنکتور ساخته می‌شوند. هر یک از بخش‌های عمودی در واقع محفظه‌ای فلزی است که به یک قاب فلزی جوش داده شده است. این قاب فلزی از مقاطع نبشی و یا ناودانی ساخته می‌شود. بخش در وجه جلویی دارای دژنکتور و یا سایر دستگاه‌های کنترل بوده و در وجه عقبی متشکل از اتصالات شینه[4] برای مدارهای ورودی[5] می‌باشد.

هر یک از بخش‌های یک مجموعه تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف عموماً ارتفاعی در حدود ۲۳۰ سانتی‌متر ، عمق ۱۵۰ سانتی‌متر و عرضی بین ۵۰ الی ۹۰ سانتی‌متر دارا می‌باشد. این ابعاد بستگی به ابعاد دژنکتوری که در درون محفظه‌ها قرار دارد، خواهد داشت. وزن تقریبی و متداول برای هر یک از بخش‌ها در حدود ۹۰۰ کیلوگرم است. هر یک از بخش‌های مستقل توسط دیواره‌های اتصال دهنده به سایر بخش‌ها پیچ و بست شده و در ترکیب با یکدیگر یک مجموعه را تشکیل می‌دهند.

مجموعه تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف معمولاً دارای حداقل یک اتاقک هستند که به عنوان محفظه اندازه‌گیری[6] بکار می‌رود. این فضا معمولاً شامل آمپرمتر، ولت‌متر، رله‌ها و ترانسفورمرها می‌شود.

اکثر دژنکتورهای ولتاژ پائین از نوع کشویی[7] بوده و با قرارگیری بر روی یک سیستم تکیه‌گاهی ریلی/ غلتکی امکان قطع و وصل آنها از اتصالات ورودی در وجه عقبی و بیرون کشیدن آنها از درون محفظه فلزی جهت انجام تعمیرات، وجود دارد.

نوع تجهیز کلیدزنی فشار ضعیف شامل دژنکتورها، رله‌ها، ابزاردقیق، محفظه تجهیزات کلیدزنی[8] ، ترانسفورمرهای داخلی، ملحقاتی مانند جعبه‌های اتصال و مجاری و کابل‌های الحاقی می‌باشد.

کلیه اجزای فوق در نوع تجهیز کلیدزنی فشار ضعیف درنظر گرفته شده و در قالب یک مجموعه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

1 Low-Voltage Switchgears
2 Distribution Buses
3 Vertical Sections
4 Bus Connections
5 Primary Circuits
6 Metering Compartment
7 Drawout
8 Switchgear Assembly Enclosure

پ-۵-۲-۳-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش‌نیاز اول) شرایط عمومی تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۳-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) حد نهایی ولتاژ کاری در تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف به ۶۰۰ ولت محدود می‌شود. این ولتاژ بالاترین حدی است که در مورد آن تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

پیش نیاز سوم) سازه نگهدارنده دژنکتورهایی که از نوع کشویی هستند باید در اطراف مهار شود تا حرکات نسبی آن محدود شده و از ضربه احتمالی آن در هنگام زلزله به کابینت جلوگیری شود. هدف در اینجا پیشگیری از آسیب‌های ثانویه است. این مهار جانبی توسط سازه تکیه گاهی دژنکتور و یا ابزار خاصی برای ایجاد مهار جانبی تامین می‌گردد.

پیش نیاز چهارم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش نیاز پنجم) تجهیزات و محفظه‌های نگهداری آنها (به غیر از مجاری) که بر روی کابینت‌ها سوار می‌شوند، به ازای هر مجموعه کابینت (منظور از مجموعه کابینت ترکیب و یا ردیفی از چند کابینت مستقل مجاور یکدیگر می‌باشد) باید وزنی کمتر از ۴۵ کیلوگرم را دارا باشند. هدف اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از بالا آمدن بیش از حد مرکز ثقل کابینت و افزایش زیاد از حد وزن کل کابینت می‌باشد. همچنین نیروهای ثقلی بزرگ خارج از مرکز بوجود آمده می‌توانند سبب ایجاد پیچش شوند. این پیش‌نیاز در درجه نخست به‌طور مستقیم متوجه تجهیزاتی است که عموماً توسط تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف تغذیه نمی‌شوند و لذا در طی زلزله‌های گذشته عملکرد آنها بررسی نشده است. مسیر انتقال بار از اجزای الحاقی به کابینت باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. نظر به اینکه در طی زلزله‌های گذشته تجربیاتی درباره نحوه عملکرد مجاری مستقر بر روی تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف به دست آمده است، نیازی به بررسی آنها در این پیش نیاز وجود ندارد. با تامین تکیه‌گاه‌های بیشتر برای کابینت‌ها و اجزای الحاقی آنها می‌توان در جهت ارضای اهداف این پیش‌نیاز گام برداشت. در هنگام کنترل مهارها، وزن موثر کلیه مجاری و تجهیزات الحاقی باید به وزن کابینت افزوده شوند.

پیش نیاز ششم) اجزایی که به صورت خارجی به کابینت‌ها ملحق شده‌اند باید با اتصال صلب به کابینت‌ها متصل گردند. این شکل مهار برای جلوگیری از ضربه زدن این اجزا به کابینت‌ها و در نتیجه پیشگیری از بروز اختلال در رله‌های اصلی و یا سایر اجزای تابلوی کلیدزنی می‌باشد.

پیش نیاز هفتم) پیکره‌بندی کلی کابینت‌ها باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت سازه داخلی، تکیه‌گاه‌ها و پیکره‌بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده کابینت‌هایی که توسط تولید کننده‌های بزرگ ساخته می‌شوند این ضوابط را حفظ می‌نمایند. هدف این پیش‌نیاز حذف جزئیات غیرمعمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده‌اند.

پیش نیاز هشتم) محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت‌ها قرار دارند باید دارای عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری باشند. این پیش نیاز همچنین به پانلهای کناری که در بین کابینت‌های چند دهانه قرار دارند نیز اعمال می‌شود. در مورد وجه مربوط به عبور شینه[1] (چنانچه سایر وجوه محفظه محدودیتهای ابعاد برش خوردگی را رعایت

1 Bus Transfer Compartments

کنند)، نیازی به رعایت محدودیت‌های ابعادی برش خوردگی وجود نخواهد داشت. اهمیت این پیش نیاز ناشی از امکان عدم انتقال برش ناشی از زلزله از بدنه کابینت به مهارها در اثر وجود بازشدگی در بدنه کابینت می‌باشد. نواحی اطراف محل‌های برش با استفاده از ورق‌های فلزی اضافی و یا مقاطع فولادی تقویت می‌شوند تا مشکل انتقال نیروهای برشی مرتفع گردد.

پیش نیاز نهم) ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن، ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی مانند رله‌ها به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

.پیش نیاز دهم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای تابلوی سوئیچ‌گیر فشار ضعیف داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۳): تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار ضعیف**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن هر کابینت :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف ، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. حد نهایی ولتاژ کاری به ۶۰۰ ولت محدود می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. سازه نگهدارنده دژنکتورهای کشویی در تمامی جهات مهار شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. وزن تجهیزات الحاقی (به استثنای مجاری) به ازای هر مجموعه کابینت کمتر از ۴۵ کیلوگرم است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. اتصال تجهیزات خارجی الحاقی به کابینت صلب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. پیکره‌بندی کلی ساخت مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 است .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت‌ها قرار دارند، عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری را دارا می‌باشند. در مورد وجه مربوط به عبور شینه (چنانچه سایر وجوه محفظه محدودیتهای ابعاد برش خوردگی را رعایت کنند)، نیازی به رعایت محدودیتهای ابعاد برش خوردگی وجود نخواهد داشت.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۹. آیا ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۰. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار ضعیف**

شرح تجهیز:

– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار ضعیف**

شرح تجهیز:

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار ضعیف**

شرح تجهیز:

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۴- تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار متوسط[1]

پ-۵-۲-۴-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده یک و یا چند دژنکتور و رله‌های کنترل مرتبط با آن و ابزار دقیق می‌باشد که مجموعاً در درون یک محفظه فلزی قرار می‌گیرند. سوئیچ‌های الکتریکی و دژنکتورهای حفاظت خطای[2] موجود در این تجهیزات برای سیستم‌هایی با ولتاژ کاری ۲۴۰۰ تا ۴۱۶۰ ولت کارایی دارند. دژنکتورهای ولتاژ متوسط در درون کابینت‌های فلزی سوار شده و با به هم بستن و پیچ شدن این کابینت‌ها به یکدیگر یک مجموعه کلیدزنی تشکیل می‌شود.

در بعضی موارد، در یک مجموعه کلیدزنی اجزایی مانند ترانسفورمرهای داخلی، جعبه‌های اتصال و کابلها و مجاری الحاقی نیز وجود دارند. بدنه اصلی تشکیل دهنده یک تابلوی کلیدزنی فشار متوسط، یک محفظه فلزی است که در بخش پائینی آن معمولاً فضایی برای دژنکتورها و در بخش فوقانی آن محفظه اندازه‌گیری وجود دارد. فضای پشتی محفظه نیز بخشی مستقل برای اتصالات الکتریکی ورودی است. هر محفظه از چند پانل فلزی تشکیل شده و این پانل‌ها نیز به یک قاب تکیه‌گاهی که از پروفیل‌های فولادی ناودانی و یا نبشی ساخته شده است، جوش داده می‌شوند. هر یک از محفظه‌ها به صورت مستقل، عموماً ارتفاع و عمقی در حدود ۲۲۵ سانتی‌متر را دارا می‌باشد. عرض محفظه نیز با توجه به ابعاد دژنکتور به کار رفته در آن، بین ۶۰ الی ۹۰ سانتی‌متر متغیر می‌باشد. وزن یک محفظه فلزی بین ۹۰۰ الی ۱۳۵۰ کیلوگرم بوده و این در حالی است که دژنکتورها نیز به تنهایی وزنی بین ۲۷۰ الی ۵۴۵ کیلوگرم را دارا می‌باشند.

رله‌های الکترومکانیکی[3] یا بر روی درهایی که در قسمت جلویی محفظه فلزی قرار دارند نصب شده و یا در فضای درونی محفظه اندازه‌گیری، سوار می‌شوند. رله‌ها معمولاً از طریق محل‌های برش خوردگی در درون درها قرار گرفته و از طریق یک فلنج به ورق فلزی پیچ می‌شوند. همچنین ممکن است محفظه اندازه‌گیری دارای اجزایی مانند ولت‌متر، سوئیچ‌های دستی، و ترانسفورمرهای کوچک باشد. دژنکتورهای ولتاژ متوسطی که معمولاً در تاسیسات به کار می‌روند در دو نوع دژنکتورهای مغناطیسی– هوایی کشویی[4] و سوئیچ‌های قطع بار ساکن[5] می‌باشند.

پ-۵-۲-۴-۱- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش‌نیاز اول) شرایط عمومی تابلوی کلیدزنی فشار متوسط باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۴-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش‌نیاز دوم) محدوده کاری کلیدزنی فشار متوسط باید در بازه ۲٫۴ تا ۴٫۱۶ کیلوولت باشد. این بازه حدودی است که در مورد آن تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

پیش‌نیاز سوم) ترانسفورمرهای ولتاژ[6] و یا ترانسفورمرهای کنترل توان[7] که در درون کلیدزنی قرار می‌گیرند باید دارای قیدهایی باشند که با محدود کردن حرکات نسبی ترانسفورمرها از خرابی و یا قطعی اتصالات جلوگیری به عمل آورند. به ویژه ترانسفورمرهای قرار گرفته

1 Medium-Voltage Switchgears (MVS)
2 Fault Protection Circuit Breaker
3 Electromechanical Relays
4 Draw out Type Air-Magnetic Circuit
5 Stationary Load Interrupt Switches
6 Potential Transformer
7 Control Power Transformer

بر روی مفصل افقی[1] باید دارای قید موثر عمودی[2] باشند تا پین مفصل افقی[3] در درون چارچوب[4] خود پایدار بماند. چنانچه نیاز لرزه‌ای در پای کابینت کلیدزنی کوچکتر و یا مساوی نصف طیف آسیب پذیری باشد، الزامی برای مقید نمودن عمودی پین مفصل افقی وجود نخواهد داشت.

پیش‌نیاز چهارم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش‌نیاز پنجم) تجهیزات و محفظه‌های نگهداری آنها (به غیر از مجاری) که بر روی کابینت‌ها سوار می‌شوند، به ازای هر مجموعه کابینت (منظور از مجموعه کابینت ترکیب و یا ردیفی از چند کابینت مستقل مجاور یکدیگر می‌باشد) باید وزنی کمتر از ۴۵ کیلوگرم را دارا باشند. هدف اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از بالا آمدن بیش از حد مرکز ثقل کابینت و افزایش زیاد از حد وزن کل کابینت می‌باشد. همچنین نیروهای ثقلی بزرگ خارج از مرکز بوجود آمده می‌توانند سبب ایجاد پیچش شوند. این پیش‌نیاز در درجه نخست به‌طور مستقیم متوجه تجهیزاتی است که عموماً توسط تابلوهای سوئیچ‌گیر فشار متوسط تغذیه نمی‌شوند و لذا در طی زلزله‌های گذشته عملکرد آنها بررسی نشده است. مسیر انتقال بار از اجزای الحاقی به کابینت باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. نظر به اینکه در طی زلزله‌های گذشته تجربیاتی درباره نحوه عملکرد مجاری مستقر بر روی تابلوهای سوئیچ‌گیر فشار متوسط به دست آمده است، نیازی به بررسی آنها در این پیش نیاز وجود ندارد. با تامین تکیه‌گاه‌های بیشتر برای کابینت‌ها و اجزای الحاقی آنها می‌توان در جهت ارضای اهداف این پیش‌نیاز گام برداشت. در هنگام کنترل مهارها، وزن موثر کلیه مجاری و تجهیزات الحاقی باید به وزن کابینت افزوده شوند.

پیش‌نیاز ششم) اجزایی که به صورت خارجی به کابینت‌ها ملحق شده‌اند باید با اتصال صلب به کابینت‌ها متصل گردند. این شکل مهار برای جلوگیری از ضربه زدن این اجزا به کابینت‌ها و در نتیجه پیشگیری از بروز اختلال در رله‌های اصلی و یا سایر اجزای تابلوی کلیدزنی فشار متوسط می‌باشد.

پیش‌نیاز هفتم) پیکره‌بندی کلی کابینت‌ها باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت نوع و ضخامت فولاد، سازه داخلی، تکیه‌گاهها و پیکره‌بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده کابینت‌هایی که توسط تولید کننده‌های بزرگ ساخته می‌شوند با رعایت این ضوابط تولید می‌گردند. هدف این پیش نیاز حذف جزئیات غیرمعمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده‌اند.

پیش‌نیاز هشتم) محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت‌ها قرار دارند باید دارای عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری باشند. این پیش نیاز همچنین به پانلهای کناری که در بین کابینت‌های چند دهانه قرار دارند نیز اعمال می‌شود. در مورد وجه مربوط به عبور شینه (چنانچه سایر وجوه محفظه محدودیت‌های ابعاد برش خوردگی را رعایت کنند)، نیازی به رعایت محدودیت‌های ابعادی برش خوردگی وجود نخواهد داشت. اهمیت این پیش نیاز ناشی از امکان عدم انتقال برش ناشی از زلزله از بدنه کابینت به مهارها در اثر وجود بازشدگی در بدنه کابینت می‌باشد. نواحی اطراف محل‌های برش با استفاده از ورق‌های فلزی اضافی و یا مقاطع فولادی تقویت می‌شوند تا مشکل انتقال نیروهای برشی مرتفع گردد.

1 Trunnion-Mounted
2 Positive Vertical Restraint
3 Trunnion Pin
4 Cradle

پیش‌نیاز نهم) ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن، ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی مانند رله‌ها به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

پیش‌نیاز دهم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای تابلوی کلیدزنی فشار متوسط داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۴): تابلوهای کلیدزنی فشار متوسط

کاربرگ ارزیابی تجهیزات			
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار متوسط**		
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):	اتاق:	
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
وزن هر کابینت :			
شماره نقشه:	رده عملکرد:		

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی تابلوی کلیدزنی فشار متوسط، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. حد نهایی ولتاژ کاری در بازه ۲/۴ تا ۴/۱۶ کیلوولت محدود می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. برای جلوگیری از خرابی و یا قطعی اتصالات، ترانسفورمرهای ولتاژ و یا ترانسفورمرهای کنترل توان که درون تابلو نصب گشته‌اند به شکلی موثر مهار و مقید شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. وزن تجهیزات الحاقی (به استثنای مجاری) به ازای هر مجموعه کابینت کمتر از ۴۵ کیلوگرم است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. اتصال تجهیزات خارجی الحاقی به کابینت صلب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. پیکره‌بندی کلی ساخت مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت‌ها قرار دارند، عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری را دارا می‌باشند. در مورد وجه مربوط به عبور شینه (چنانچه سایر وجوه محفظه محدودیتهای ابعاد برش خوردگی را رعایت کنند)، نیازی به رعایت محدودیتهای ابعاد برش خوردگی وجود نخواهد داشت.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۹. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۰. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار متوسط**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است . (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار متوسط**
شرح تجهیز:	

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار متوسط**

شرح تجهیز:

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۵- پانلهای توزیع

پ-۵-۲-۵-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده دژنکتورها و یا فیوز کلید قطع‌کننده[1] است که به شکل عمودی بر روی یکدیگر و در درون کابینت‌های فلزی قرار می‌گیرند. وظیفه پانل‌های توزیع، توزیع جریان متناوب و مستقیم ولتاژ پایین از مدار اصلی به مدارهای فرعی و حفاظت اضافه جریان[2] می‌باشد. پانلهای توزیع معمولاً به سیستم‌های با جریان متناوب تا ۶۰۰ ولت و سیستم‌های با جریان مستقیم تا ۲۵۰ ولت سرویس‌دهی می‌کنند.

دو نوع مختلف از پانلهای توزیع در سیستم‌های الکتریکی موجود در تاسیساتوجود دارند که عبارتند از سوئیچ بردها و پانل بردها. اگرچه عملکرد این دو یکسان است اما دارای تفاوتهایی در نحوه ساخت و کاربرد می‌باشند. سوئیچ بردها معمولاً نصب زمینی بوده (بر روی کف قرار می‌گیرند) حال آنکه پانل بردها عموماً نصب دیواری هستند (بر روی دیوار نصب می‌شوند).

سوئیچ بردهای توزیع[3] ،کابینت‌های خود ایستایی هستند که ردیف‌هایی ستونی از دژنکتورها یا فیوز کلید[4] را در درون خود جای می‌دهند. این تجهیزات متشکل از مجموعه‌ای از دژنکتورها یا سوئیچ‌ها می‌باشند که در درون اتاقک‌های قفسه‌ای شکل نصب می‌شوند. معمولاً اتصالات الکتریکی از محفظه بسته کابل‌ها که در وجه پشتی کابینت قرار دارد به بیرون هدایت می‌شوند. در پاره‌ای موارد یک سوئیچ برد متشکل از یک دژنکتور اصلی و یک بخش اندازه‌گیری توان[5] که در فضای مستقلی در درون کابینت قرار می‌گیرد، می‌باشد. سوئیچ‌بردها اغلب در کنار تابلوهای کلیدزنی، ترانسفورمرها و تابلوهای مرکز کنترل موتور در یک مجموعه پست به کار می‌روند. سوئیچ‌بردهای کاملاً بسته[6] به ندرت به کار برده می‌شوند. این سوئیچ بردها کاملاً در یک محفظه فلزی قرار می‌گیرند. عمق و عرض سوئیچ‌بردها معمولاً استاندارد بوده و بین ۵۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متر متغیر است. ارتفاع سوئیچ‌بردها نیز عمدتاً ۲۲۰ سانتی‌متر بوده و وزنی تا حدود ۲۲۵ کیلوگرم را دارا می‌باشند.

پانل‌بردهای توزیع پانل‌هایی هستند که دارای اجزایی مانند شینه‌ها، سوئیچ‌ها و تجهیزات حفاظت اتوماتیک[7] بوده و برای کنترل و یا توزیع مدارهای قدرت طراحی می‌شوند. مجموعه دژنکتورهایی که در درون پانل‌برد قرار می‌گیرند، به یک قاب فلزی پیچ می‌شوند و قاب نیز به نوبه خود در بخش انتهایی و یا در کناره‌های محفظه پانل‌برد قرار داده می‌شود. پانل‌بردها ابعاد متنوعی از کابینت‌ها را دارا می‌باشند. ارتفاع و عرض پانل‌بردهای دیواری به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر و عمق آنها بین ۱۵ الی ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد. همچنین پانل‌بردهای دیواری دارای وزنی بین ۱۵ الی ۹۰ کیلوگرم می‌باشند.

طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیزات پانل توزیع دربرگیرنده اجزایی همچون دژنکتورها، فیوز کلید، محفظه اندازه‌گیری، محفظه سوئیچ‌برد یا پانل برد و محتویات آن و مجاری الحاقی می‌شود.

1 Fusible Disconnect Switches
2 Overcurrent Protection
3 Distribution Switchboards
4 Fusible Switches
5 Power Metering Section
6 Completely Enclosed Switched Board
7 Automatic Protective Devices

پ-۵-۲-۵-۲ پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش‌نیاز اول) شرایط عمومی پانل توزیع باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۵-۱) شرح داده شد بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) پانل توزیع باید فقط شامل دژنکتور و سوئیچ باشد. هدف از این پیش‌نیاز این است که احتمال دارد انواع دیگری از اجزای آسیب‌پذیر در برابر زلزله که در حالت عادی در پانل توزیع قرار نمی‌گیرند، در پانل نصب شده باشند. این اجزاء باید به صورت موردی ارزیابی شوند. این ارزیابی موردی می‌تواند با استفاده از تجربیات لرزه‌ای، داده‌های آزمایشگاهی و یا اطلاعات ویژه مربوط به جزء مورد نظر صورت پذیرد.

پیش نیاز سوم) ایمنی کلیه درها، قفل‌ها یا سفت‌کننده‌های در پیچ‌گوشتی‌خور[1] باید تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

پیش نیاز چهارم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش نیاز پنجم) پیکره‌بندی کلی پانل توزیع باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای NEMA باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت نوع و ضخامت فولاد، سازه داخلی، تکیه‌گاهها و پیکره‌بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده پانل‌های توزیعی که توسط تولیدکننده‌های بزرگ ساخته می‌شوند با رعایت این ضوابط تولید می‌گردند. هدف این پیش نیاز حذف جزئیات غیرمعمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده‌اند.

پیش نیاز ششم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای پانل توزیع داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Screwdriver-Operated Door Fasteners

شکل (پ-۵-۵): پانل توزیع

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل‌های توزیع**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن هر کابینت :		
نصب دیواری:	نصب زمینی:	
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی پانل توزیع، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. پانل توزیع فقط شامل دژنکتور و سوئیچ است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. ایمنی کلیه درها، قفل‌ها و یا سفت‌کننده‌های در پیچ‌گوشتی خور تامین شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. پیکره‌بندی کلی ساخت مشابه ضوابط ساخت استانداردهای NEMA است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل‌های توزیع**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. موارد قابل‌توجه دیگری وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل‌های توزیع**

شرح تجهیز:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ	زمان	اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

کاربرگ ارزیابی تجهیزات	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل‌های توزیع**
شرح تجهیز:	

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۶- ترانسفورمرها[1]

پ-۵-۲-۶-۱- شرایط عمومی

در این بخش دو نوع ترانسفورمر پست یونیتی[2] با ولتاژ کاری ۴۸۰ /۴۱۶۰ و ترانسفورمر توزیع[3] با ولتاژ کاری ۱۲۰ /۴۸۰ مورد بررسی قرار می‌گیرند.

ترانسفورمرهای قدرت اصلی با ولتاژهای کاری بالاتر از ۱۳۸۰۰ ولت در این بخش مورد بررسی قرار نمی‌گیرند. همچنین ترانسفورمرهای کوچک نیز که به عنوان اجزایی از تجهیزات الکتریکی به کار می‌روند، مانند ترانسفورمرهای به کار رفته در تابلوهای مرکز کنترل موتور یا پانل کنترل، در محدوده بررسی این بخش قرار نخواهند داشت.

ترانسفورمرهای پست یونیتی جریان برق را از حدود ولتاژ متوسط (عموماً ۴۱۶۰ ولت برای استفاده در تجهیزات بزرگ مکانیکی) به ولتاژ کم (حدود ۴۸۰ ولت) برای استفاده درتجهیزات کوچک، کاهش می‌دهند. ترانسفورمرهای توزیع عموماً ولتاژ را از ۴۸۰ ولت به ۲۴۰ و یا ۱۲۰ ولت کاهش می‌دهند تا مورد استفاده برای دستگاههای کوچک مکانیکی، شارژرهای باتری و سیستم‌های روشنایی قرار گیرد.

ترانسفورمرهای پست یونیتی یا به صورت مستقل و خود ایستا بوده و یا به صورت الحاقی به تابلوهای کلیدزنی و تابلوهای مرکز کنترل موتور متصل می‌شوند. این ترانسفورمرها عموماً دارای ولتاژ اولیه (ورودی) ۲۴۰۰ تا ۴۱۶۰ ولت و ولتاژ ثانویه (خروجی) برابر با ۴۸۰ ولت می‌باشند.

این نوع از ترانسفورمرها یا از نوع سیال خنک[4] و یا هوا خنک[5] می‌باشند. واحدهای سیال خنک معمولاً دارای یک مخزن فلزی مستطیلی بوده که در درون آن روغن و یا یک سیال عایق مشابه دیگر وجود دارد. سیم‌پیچ‌های ترانسفورمر در داخل یک حمام سیال که نقش خنک کنندگی و عایق در برابر فولاد محفظه مخزن را دارد، قرار می‌گیرند.

ترانسفورمرهای پست یونیتی با سیستم هوا خنک یا نوع خشک[6] به لحاظ ساخت و ابعاد مشابه واحدهای سیال خنک می‌باشند، با این تفاوت که سیم‌پیچ‌های ترانسفورمر به جای قرارگیری در حمام سیال، در درون یک محفظه فلزی تهویه‌دار قرار می‌گیرند. در انواع بزرگتر ترانسفورمرهای هوا خنک فن‌های کوچکی در درون محفظه‌ها قرار داده می‌شوند. محفظه قرارگیری ترانسفورمرهای پست یونیتی، برای هر دو نوع سیال خنک و هوا خنک دارای ارتفاعی بین ۱۵۰ الی ۲۵۰ سانتی‌متر و عرض و عمقی بین ۱۰۰ الی ۲۵۰ سانتی‌متر می‌باشد. همچنین وزن این واحدها بین ۹۰۰ الی ۶۸۰۰ کیلوگرم متغیر می‌باشد.

ترانسفورمرهای توزیع عموماً دارای ولتاژ ورودی ۴۸۰ ولت بوده و ولتاژ خروجی آنها ۱۲۰ الی ۲۴۰ ولت می‌باشد. این نوع ترانسفورمر تقریباً در تمامی موارد هوا خنک می‌باشد. ساختار کلی ترانسفورمرهای توزیع مشابه ترانسفورمرهای پست یونیتی بوده ولی دارای ابعاد متفاوتی می‌باشند. ابعاد ترانسفورمرهای توزیع متغیر است. در ترانسفورمرهای کوچک که در درون کابینت قرار گرفته و یا بر روی دیوار نصب می‌شوند، ارتفاع و عرض و عمق در حدود ۲۵ سانتی‌متر بوده و وزن آنها از ۲۰ الی ۴۵ کیلوگرم متغیر می‌باشد. در انواع بزرگتر که معمولاً بر روی زمین قرار می‌گیرند ابعاد مشابه ترانسفورمرهای پست یونیتی بوده و وزن آنها نیز تا ۲۲۵۰ کیلوگرم می‌باشد. طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیزات ترانسفورمر دربرگیرنده محفظه و محتویات درونی و کابل‌ها و کانال‌های الحاقی آن می‌باشد.

1 Transformers
2 Unit Substation Transformer
3 Distribution Transformer
4 Liquid-Cooled
5 Air-Cooled
6 Dry-type

پ-۵-۲-۶-۲- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی ترانسفورمر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش پ-۵-۲-۶-۱ شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) حد نهایی ولتاژ کاری در ترانسفورمر به ۴/۱۶ کیلوولت محدود می‌شود. این ولتاژ، بالاترین حدی است که در مورد آن تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

پیش نیاز سوم) در واحدهای خشک و یا روغنی که بر روی کف قرار می‌گیرند، سیم‌پیچ‌های ترانسفورمرها باید به نحوی موثر در درون کابینت مربوط به آن مهار شوند تا لغزش‌ها و جابجایی‌های نسبی در بین سیم‌پیچ ترانسفورمر و کابینت آن در محدوده قابل پذیرشی قرار گیرد. رویکرد این پیش نیاز جلوگیری از جابجایی‌ها و حرکات نسبی اضافی است که ممکن است سبب ایجاد خرابی در یوق سیم‌پیچی[1] شده و یا به دلیل برقرار کردن تماس بین سیم‌پیچ‌ها و کابینت‌های مربوط به آنها، باعث برقراری اتصال کوتاه و یا ایجاد خرابی در عایق الکتریکی[2] خواهد شد. در برخی از ترانسفورمرها پیشنهاد می‌شود که در مراحل نصب، پیچ‌ها یا مهارکننده‌هایی که برای مهار سیم‌پیچ در هنگام جابجایی و حمل و نقل به کار می‌روند، حذف و آزاد گردند. این پیش‌نیاز به ویژه درباره این دسته از ترانسفورمرها موضوعیت پیدا می‌کند. چنانچه مهارهای مخصوص حمل و نقل[3] حذف نشده باشند، نیازی به بازرسی درونی نیست.

پیش‌نیاز چهارم) در ترانسفورمرهای بزرگ ۷۵۰ کیلوولت‌آمپر و یا بالاتر، باید قسمت فوقانی سیم‌پیچ با یک قاب سازه‌ای مهاربندی شود و یا اینکه کفایت مهاربندی آن تحلیل گردد. چنانچه مهارهای مخصوص حمل و نقل حذف نشده باشند، نیازی به بازرسی درونی نیست.

پیش نیاز پنجم) در ترانسفورمرهای ۷۵۰ کیلوولت‌آمپر و یا بالاتر، فاصله‌ای حداقل برابر با ۵ سانتی‌متر در بین اجزای برق‌دار[4] و قسمت فوقانی کابینت ترانسفورمر مورد نیاز است. چنانچه این فاصله کوچکتر از ۵ سانتی‌متر باشد باید براساس تحلیل وجود فاصله کافی مورد ارزیابی قرار گیرد که آیا برای جلوگیری از ایجاد تماس بین اجزای برق‌دار و کابینت ملاحظاتی برای تغییر مکان جانبی نسبی در نظر گرفته شود یا خیر. رویکرد اصلی در این پیش‌نیاز این است که در صورت نبودن فاصله آزاد کافی، در هنگام وقوع زلزله امکان تشکیل اتصال کوتاه در ترانسفورمر و در نتیجه غیر قابل استفاده شدن آن وجود دارد.

پیش نیاز ششم) در ترانسفورمرهای۷۵۰ کیلوولت‌آمپر و بزرگتر، اتصال بین هادی های ولتاژ بالا و نخستین محل اتصال باید توانایی پذیرش تغییر مکان نسبی حداقل برابر با ۸ سانتی‌متر را داشته باشد. در غیر اینصورت وجود لقی کافی در این اتصال برای تغییر مکان‌های نسبی باید مورد تحلیل و ارزیابی قرار گیرد.

پیش نیاز هفتم) سیم‌پیچ‌های ترانسفورمر که در درون واحدهای نصب دیواری[5] واقع می‌شوند باید براساس اصول مهندسی مهار شوند. همچنین مهار این سیم‌پیچ‌ها در درون محفظه باید در نزدیکی سطح تکیه‌گاه‌های محفظه باشد. رویکرد اصلی در این پیش نیاز ایجاد مسیر انتقال بار مناسبی در بین سیم‌پیچ و محفظه نگهداری آن و در بین محفظه و تکیه‌گاه‌ها می‌باشد. طراحی این مسیر انتقال بارهای لرزه‌ای در بین سیم‌پیچ (که نسبتاً ثقیل است) و محفظه و پس از آن به تکیه‌گاه محفظه، براساس اصول مهندسی الزامی است. چنانچه مهار سیم‌پیچ ترانسفورمر به محفظه در نزدیکی سطح تکیه‌گاه‌های محفظه نباشد، برای حصول اطمینان از انتقال بارهای لرزه‌ای به مهارها می‌توان از محاسبات استفاده نمود.

---

1 Wiring Yoke
2 Electrical Insulation
3 Shipping Anchors
4 Energized
5 Wall-Mounted Units

پیش نیاز هشتم) مجموعه تکیه‌گاهی در واحدهای نصب زمینی[1] باید به صورت صحیحی مهار شده و یا مجهز به سخت‌کننده شود تا بر اثر وارد شدن نیروهای جانبی در جهات مختلف، ورقهای فولادی و جان نازک در مقاطع سازه‌ای فولادی در جهت ضعیف دچار خمش نشوند. چنانچه از تیغه‌های فولادی بدون مهار و سخت کننده استفاده شود، برای حصول اطمینان از وجود مقاومت و سختی کافی باید ارزیابی ویژه‌ای انجام پذیرد.

پیش نیاز نهم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش نیاز دهم) ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

پیش نیاز یازدهم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای ترانسفورمر داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۶): ترانسفورمرها

1 Floor-Mounted Units

کاربرگ ارزیابی تجهیزات		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **ترانسفورمرها**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
وزن:		
تولیدکننده، مدل، غیره:		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	
نوع (خنک‌شونده توسط هوا یا روغن):	ولتاژ:	
نصب دیواری:	نصب زمینی:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی ترانسفورمر، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. حد نهایی ولتاژ کاری به ۴/۱۶ کیلوولت محدود می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. در واحدهای خشک و یا روغنی نصب زمینی، آیا سیم پیچ‌های ترانسفورمر به نحوی موثر در درون کابینت مهار شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. در ترانسفورمرهای ۷۵۰ کیلوولت آمپر و یا بالاتر، قسمت فوقانی سیم‌پیچ با یک قاب سازه‌ای مهاربندی شده و یا اینکه کفایت مهاربندی آن تحلیل شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. در ترانسفورمرهای ۷۵۰ کیلوولت آمپر و یا بالاتر، لقی اتصال بین هادی‌های ولتاژ بالا و نخستین محل اتصال، توانایی پذیرش تغییر مکان نسبی حداقل ۸ سانتیمتر را دارا می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. در واحدهای نصب دیواری سیم پیچ‌های ترانسفورمر به محفظه در نزدیکی سطح تکیه‌گاههای محفظه مهار شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. در واحدهای نصب زمینی، نحوه مهاربندی اعضای تشکیل دهنده مجموعه تکیه‌گاهی در اثر وارد شدن نیروهای جانبی در جهات مختلف، مناسب صورت گرفته بطوریکه ورقهای فولادی و جان نازک در مقاطع سازه‌ای فولادی در امتداد محور ضعیف، دچار خمش نمی‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت‌ها به	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **ترانسفورمرها**

شرح تجهیز:

یکدیگر پیچ شده‌اند.

۹. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

– آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات) بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده شده است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

۱۴. موارد قابل‌توجه دیگری وجود ندارد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

– نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **ترانسفورمرها**
شرح تجهیز:	
مراجع:	

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **ترانسفورمرها**

شرح تجهیز:

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست.

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۷- باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها[1]

پ-۵-۲-۷-۱- شرایط عمومی

شارژرها و معکوس کننده‌ها دارای عملکردی مشابه (این عملکرد به لحاظ الکتریکی معکوس است) بوده، اجزای مشابه و یکسانی داشته و در کابینت‌های مشابهی جاگذاری می‌شوند و لذا به طبقه مشابهی از تجهیزات تعلق پیدا می‌کنند. باتری شارژرهای نیمه‌هادی[2] مجموعه‌ای از اجزای الکترونیکی هستند که وظیفه آنها تبدیل جریان ورودی متناوب به جریان خروجی مستقیم می‌باشد. معکوس کننده‌ها دستگاه‌هایی هستند که جریان برق ورودی مستقیم را به خروجی متناوب تبدیل می‌کنند. باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها عموماً در درون کابینت‌های نصب زمینی و یا نصب دیواری قرار می‌گیرند.

اصلی‌ترین کاربرد باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها، استفاده از آنها در سیستم‌های UPS[3] است. سیستم‌های متداول UPS عموماً متشکل از معکوس کننده‌های نیمه‌هادی، یک باتری شارژر، مجموعه‌ای از باتری‌های ذخیره سربی و یک سوئیچ انتقال اتوماتیک می‌باشند. شارژرها به باتری‌خانه سرویس داده و باتری‌ها نیز به نوبه خود جریان برق مستقیم را برای استفاده در سیستم‌های کنترل، ابزار دقیق و کلیدزنی فراهم می‌سازند. بخشی از جریان برق مستقیم از باتری‌ها به معکوس کننده‌ها منتقل می‌شود و خروجی آن به عنوان منبع جریان متناوب برای تجهیزات بحرانی[4] به کار گرفته می‌شود. اجزای اصلی به کار رفته در باتری شارژرها عبارتند از دیودهای نیمه‌هادی[5]، سیم‌پیچ‌های ترانسفورمر، خازن‌ها[6]، فیلترهای الکترونیک، و مقاومت‌ها[7]. همچنین این اجزای اصلی معمولاً توسط فیوزها و کلیدهای اتوماتیک[8] در برابر خطاهای الکتریکی[9] محافظت می‌شوند. اجزای داخلی عموماً یا به پانل و دیوارهای عقبی کابینت پیچ و بست شده و یا به پانل‌های داخلی و قاب‌های فلزی نصب شده در درون کابینت بسته می‌شوند. در پانل جلویی کابینت، ابزارهای دقیق و کنترل شامل آمپرمترها[10]، ولت‌مترها، سوئیچ‌ها، هشدار دهنده‌ها، و رله‌های کنترل قرار دارند. در معکوس کننده‌ها، اجزای اصلی به کار رفته مشابه باتری شارژرها می‌باشند.

باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها عموماً در درون کابینت‌های مجزا قرار می‌گیرند ولی در پاره‌ای موارد به صورت مجموعه‌ای از دو کابینت متصل به یکدیگر نیز به کار برده می‌شوند. کوچکترین نوع این تجهیزات وزنی در حدود ۲۵ الی ۹۰ کیلوگرم و طول و عرض و ارتفاعی بین ۲۵ الی ۵۰ سانتی‌متر دارد و از نوع نصب قفسه‌ای و یا نصب دیواری می‌باشد. کابینت‌های بزرگ نصب زمینی عرض و عمقی بین ۵۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متر و ارتفاعی بین ۱۵۰ الی ۲۰۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشند. وزن این کابینت‌ها نیز از چند صد تا چندین هزار کیلوگرم متغیر می‌باشد. ولتاژ برق متناوب ورودی به باتری شارژرها و خروجی از معکوس کننده‌ها در محدوده ۱۲۰ تا ۴۸۰ ولت قرار دارد. ولتاژ برق مستقیم خروجی نیز در محدوده ۲۴ الی ۲۴۰ ولت می‌باشد.

معکوس کننده‌های نیمه‌هادی باتری شارژرها به سه دسته خود ایستا، نصب قفسه‌ای و نصب دیواری تقسیم‌بندی می‌شوند. نوع تجهیزات باتری شارژر و معکوس کننده‌ها شامل محفظه فلزی اجزای درونی، جعبه‌های اتصال و کابلها و مجاری الحاقی می‌باشد.

---

1 Battery Chargers and Inverters
2 Solid-State Battery Chargers
3 Uninterruptible Power Supply
4 Critical Equipments
5 Solid-State Diodes
6 Capacitors
7 Resistors
8 Molded Case Circuit Breakers and Fuses
9 Electrical Faults
10 Ammeters

پ-۵-۲-۷-۲- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی باتری شارژر و معکوس کننده‌ها باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۷-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) شارژر باتری و یا معکوس کننده استاتیک[1] باید از نوع نیمه‌هادی باشد. بیشتر تجربیات لرزه‌ای در مورد سیستم‌های الکتریکی با ساختار نیمه‌هادی می‌باشند. تجهیزات الکترونیکی که از نوع نیمه‌هادی نمی‌باشند (مانند لامپ‌های خلاء[2]) در مقابل خسارات زلزله آسیب‌پذیر می‌باشند.

پیش نیاز سوم) در واحدهای باتری شارژر و معکوس کننده نصب زمینی، ترانسفورمر، که سنگین‌ترین عضو این تجهیزات می‌باشد، باید به نحوی موثر مهار شده و در مجاورت پایه‌های (کف) کابینت قرار گیرد. در شرایطی که ترانسفورمر در نزدیکی کف کابینت جاگذاری نشود، مسیر عبور بار باید به دقت مورد ارزیابی قرار گیرد. در اینجا مساله اساسی، نحوه انتقال بارهای جانبی از ترانسفورمر به پایه‌های تجهیزات می‌باشد. ارزیابی مسیر بار توسط محاسبات سرانگشتی و یا قضاوت مهندسی صورت می‌پذیرد تا از توانایی سازه برای انتقال این بارها اطمینان حاصل شود.

پیش نیاز چهارم) در واحدهای باتری شارژر و معکوس کننده نصب زمینی، مجموعه تشکیل دهنده پایه باید به خوبی مهاربندی شده و سخت شود به نحوی که بارهای جانبی در هر یک از جهات به ورق‌های فلزی در راستای ضعیف خمشی آنها وارد نشود. در صورت وجود ورق‌های فلزی سخت نشده و یا بدون مهاربندی، کفایت این اجزاء لزوماً باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.

پیش نیاز پنجم) در واحدهای باتری شارژر و معکوس کننده نصب دیواری، تکیه‌گاه‌ها و مهاربندی‌های ترانسفورمر باید به صورت چشمی بازدید شوند تا از انتقال صحیح بار به دیوار پشتی کابینت اطمینان حاصل گردد. بارهای جانبی زلزله که به ترانسفورمر وارد می‌شوند باید به شکل صحیحی به مهارها منتقل گردند.

پیش نیاز ششم) ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

پیش نیاز هفتم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش نیاز هشتم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Static Inverter
2 Glass Tubes

شکل (پ-۵-۷): باتری شارژر

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
ولتاژ ورودی:	خروجی:	
جریان:	وزن(تقریبی):	
نوع محرک:		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. باتری شارژر و یا معکوس کننده استاتیک از نوع نیمه هادی است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. در واحدهای نصب زمینی، ترانسفورمر در مجاورت پایه‌های کابینت به نحوی موثر مهار شده و در غیر اینصورت مسیر انتقال بار به دقت مورد ارزیابی قرار گرفته است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. در واحدهای نصب زمینی، مجموعه تکیه‌گاهی برای تحمل بارهای جانبی به نحوی موثر مهاربندی و یا سخت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. در واحدهای نصب دیواری، تکیه‌گاهها و مهارهای ترانسفورمر، بارهای وارده را به نحوی صحیح به دیوار پشتی کابینت انتقال می‌دهند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها**
شرح تجهیز:	

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. موارد قابل‌توجه دیگری وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها**

شرح تجهیز:

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

کاربرگ ارزیابی تجهیزات	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها**
شرح تجهیز:	

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۸- پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق [1]

پ-۵-۲-۸-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده تمامی انواع پانل‌های الکتریکی است که ابزار دقیق و کنترل‌ها را پشتیبانی می‌کنند و شامل محفظه‌های فلزی و تجهیزات کنترل و ابزار دقیق متداولی است که بر روی و یا در درون محفظه قرار می‌گیرند.

پانل‌ها و کابینت‌های ابزار دقیق و کنترل، به عنوان جایگاه متمرکزی برای کنترل و پایش سیستم‌های الکتریکی و مکانیکی عمل می‌کنند. علاوه بر پانل‌های کنترل اصلی، در پاره‌ای موارد، در درون تاسیسات از پانلهای کنترل و ابزار دقیق فرعی در کنار سیستم‌هایی که توسط پانل‌ها کنترل می‌شوند، استفاده می‌شود.

پانل‌ها و کابینت‌های کنترل و تجهیزات ابزار دقیق محدوده وسیعی از ابعاد، انواع، عملکردها و اجزای تشکیل دهنده را دارا می‌باشند. سازه‌های کابینت و پانل عموماً متشکل از قاب‌های فولادی که به عنوان تکیه‌گاه پانل‌های فلزی عمل می‌کنند، می‌باشند. تجهیزات کنترل و ابزار دقیق در درون این پانل‌های فلزی پیچ شده و یا مقید می‌شوند. سازه کابینت‌ها از یک کابینت منفرد، که به دیوار مهار شده و یا در درون آن ساخته می‌شود، تا محفظه کابینت خود ایستا متغیر است. این محفظه‌ها عموماً به عنوان سوئیچ‌برد و یا بردهای انشعابی [2] طبقه‌بندی می‌شوند.

سوئیچ‌برد عمودی نوعی پانل منفرد اندازه‌گیری است که از ورق‌های فلزی تقویت شده ساخته می‌شود و به دیوار مجاور مهار شده و یا درون آن ساخته می‌شود. سوئیچ‌برد بسته کابینتی خود ایستا است که از ورقهای فلزی ساخته می‌شود و اجزایی بر روی وجه جلویی آن و احتمالاً بر روی قسمت داخلی دیواره، سوار می‌شوند. برای امکان دسترسی به بخش داخلی، پانل جلویی و یا پانل عقبی معمولاً به صورت یک در لولایی تک یا دوبل و به صورت مفصلی ساخته می‌شوند. سوئیچ‌برد دوتایی [3] متشکل از دو پانل عمودی است که به یکدیگر مهار می‌شوند تا ساختاری خود ایستا تشکیل دهند و بر روی پانل‌های جلویی و عقبی آن اجزایی نصب می‌شود. در سوئیچ‌برد دوتایی معمولاً کناره‌ها دارای بازشو می‌باشند و برای اتصال پانل‌ها از اعضای قطری برای اتصال در بخش فوقانی استفاده می‌شود. سوئیچ‌برد دوبلکس [4] مشابه سوئیچ‌برد دوتایی است با این تفاوت که متشکل از پانلی است که توسط ورق‌های فلزی در تمامی جهات کاملاً بسته و محفوظ است و دسترسی به آن توسط درهایی در دو وجه پانل امکان‌پذیر می‌باشد.

برد انشعابی متشکل از میز کنترل به همراه پانل عمودی الحاقی می‌باشد. در میز کنترل اجزایی بر روی قسمت فوقانی نصب شده و دسترسی به بخش داخلی توسط درهای لولایی موجود در بخش عقبی ممکن است. هر پانل مستقل مشابه یک سوئیچ‌برد عمودی است که در داخل دیوار ساخته شده و یا به دیوار مهار می‌شود. یک برد انشعابی دوتایی [5] مشابه سوئیچ برد دوتایی است، اما در نیمه پائینی پانل جلویی یک میز فرمان [6] قرار دارد. برد انشعابی دوبلکس مشابه سوئیچ‌برد دوبلکس است (یک پانل کاملاً محفوظ و محصور شده) اما یک میز فرمان در نیمه پائینی پانل جلویی آن وجود دارد.

محفظه‌های کابینت و پانل عموماً از جوش دادن مقاطع فولادی نبشی، ناودانی و لوله‌ای به یکدیگر ساخته شده و در آن لبه‌های ورقهای فلزی توسط خال جوش به یکدیگر متصل می‌شوند. پانل‌های بزرگ معمولاً از به هم بسته شدن بخش‌های مستقل توسط یک قاب

1 Instrumentation and Control Panel
2 Bench Board
3 Dual Switchboard
4 Duplex Switchboard
5 Dual Benchboard
6 Desk Console

متصل کننده ساخته می‌شوند. پوشش ورق فلزی موجود در سقف و یا کف کابینت در پاره‌ای موارد وجود داشته و در برخی موارد نیز وجود ندارد.

نوع تجهیزات پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق شامل ابزار دقیق الکترونیک یا پنوماتیک و یا دستگاه‌های کنترل الحاقی به پانل‌های فلزی و یا قرار گرفته در درون کابینت فلزی نیز می‌شود. طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیزات پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق دربرگیرنده اجزایی همچون محفظه‌های ساخته شده از ورق فلزی، سوئیچ‌ها، کلیدهای فشاری، نور روشنایی‌های پانل‌ها[1]، شاخص‌ها[2]، هشداردهنده‌ها[3]، گیج‌ها، ادوات اندازه‌گیری، ثبات‌ها[4]، رله‌ها، کنترل‌کننده‌ها، دژنکتورهای نیمه‌هادی، منابع تغذیه[5]، لوله‌خرطومی‌ها، سیم‌کشی‌ها، و مجموعه ترمینال[6]، می‌شود.

پ-۵-۲-۸-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی پانل یا کابینت باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۸-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) کامپیوترها و کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی باید به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند. الزام این پیش نیاز به آن دلیل است که نظر به گستردگی موجود در انواع کامپیوترها و کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی امکان وجود خلاء در داده‌های حاصل از زلزله‌های گذشته در این تجهیزات وجود دارد. به همین دلیل این تجهیزات به صورت موردی تحت ارزیابی قرار می‌گیرند.

پیش نیاز سوم) ثبات‌های نواری[7] باید به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند. رویکرد این پیش نیاز در این است که ثبات‌های باریک و بلند که معمولاً به‌صورت طره‌ای به پانل متصل می‌شوند دارای تکیه‌گاه سازه‌ای مناسبی نیستند. معمولاً از دستک‌های فشاری به عنوان تکیه‌گاه برای ثبات‌های نواری استفاده می‌شود. این دستک‌های تکیه‌گاهی توسط سازنده نصب شده و مقاومت آنها به تنهایی در حدی است که عموماً توانایی انتقال بارهای ضربه‌ای را دارند. در شرایطی که این سیستم تکیه‌گاهی دست‌ساز باشد (به این معنا که بعداً به سیستم اضافه شده باشد) و یا اینکه اساساً دستک تکیه‌گاهی وجود نداشته و یا اینکه نسبت به کفایت آن نگرانی وجود داشته باشد ، نیاز به بررسی‌های بیشتر وجود خواهد داشت.

پیش نیاز چهارم) کفایت قاب فولادی و ورق‌های فلزی باید مورد ارزیابی قرار گیرد. برای کنترل اینکه آیا برای انتقال نیروهای جانبی حاصل از بارهای لرزه‌ای به پی مسیر انتقال بار مناسبی وجود دارد، می‌توان از قضاوت مهندسی استفاده کرد.

پیش نیاز پنجم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش نیاز ششم) کشوها و تجهیزاتی که بر روی شیب‌ها قرار دارند، باید به نحوی مقید شوند تا از سقوط و خرابی آنها در هنگام زلزله جلوگیری شود. هدف اصلی از این پیش نیاز این است که در تجهیزات موجود در کشو امکان لغزش و خرابی وجود داشته و حتی ممکن

1 Panel Lights
2 Indicators
3 Annunciators
4 Recorders
5 Power Supplies
6 Terminal Blocks
7 Strip Chart Recorders

است بر اثر سقوط آنها بر روی سایر اجزای اصلی شکننده و حساس که در نزدیکی آنها قرار دارند، موجبات خرابی آنها را فراهم آورند. باید از چفت و بست برای ایمن‌سازی این اجزای مستعد لغزش استفاده کرد.

پیش‌نیاز هفتم) ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

پیش نیاز هشتم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای کابینت یا پانل داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۸): پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق

کاربرگ ارزیابی تجهیزات		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
وزن هر پانل :		
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی پانل کنترل و تجهیزات ابزاردقیق ، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. کامپیوترها و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. ثبات‌های نواری به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. کفایت سازه‌ای قاب فولادی و ورقهای فلزی مسجل است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. در شرایطی که کابینت‌ها و پانل‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. کشوها و تجهیزات قرار گرفته بر روی شیب‌ها، جهت جلوگیری از سقوط مقید شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. موارد قابل‌توجه دیگری وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق**
شرح تجهیز:	

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق**

شرح تجهیز:

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۹- قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزاردقیق[1]

پ-۵-۲-۹-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده قاب‌های فولادی و کنترل‌کننده‌های محلی و ابزار دقیقی است که بر روی قاب‌های فولادی نصب می‌شوند. انتقال‌دهنده‌های سیگنال[2] از انواع کنترل‌کننده‌های محلی و ابزار دقیق می‌باشند که برای هدایت از راه دور پانل‌های کنترل بکار می‌روند. قفسه‌های ابزار دقیق معمولاً سیگنال‌های کنترل و مبدل‌های[3] انواع تجهیزاتی که در مجاورت آن قرار می‌گیرند را همسان‌سازی[4] می‌کنند.

قفسه‌های ابزار دقیق عمدتاً با استفاده از جوش دادن و یا پیچ کردن مقاطع فولادی (مانند نبشی، لوله و یا ناودانی) و تشکیل یک قاب فولادی ساخته می‌شوند. تجهیزات یا به‌صورت مستقیم به اعضای قاب متصل شده و یا به پانل‌های فلزی که به قفسه جوش و یا پیچ شده‌اند متصل می‌شوند. قفسه‌های ابزار دقیق نصب زمینی معمولاً با توجه به تعداد تجهیزاتی که بر روی آن قرار می‌گیرند، بین ۱۲۰ تا ۲۵۰ سانتی‌متر ارتفاع و عرضی بین ۹۰ تا ۳۰۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشند. پست منفرد زمینی[5] که یک و یا دو تجهیز بر روی آن قرار می‌گیرند، پیکره‌بندی ساده‌تری از قفسه‌های ابزار دقیق می‌باشد. قفسه‌های نصب دیواری و نصب ستونی[6] معمولاً برای نگهداری تعداد محدودی از تجهیزات به کار می‌روند.

اجزای سیستم کنترل که بر روی قفسه‌های ابزار دقیق سوار می‌شوند، شامل سیستم‌های الکترونیکی هستند که برای عملکردهایی مانند پایش حرارت، استارت زدن، توقف، کنترل سوخت موتورهای الکتریکی، و پایش توان الکتریکی به کار می‌روند. اجزای سیستم‌های پنوماتیک که بر روی قفسه‌های ابزار دقیق نصب می‌شوند برای پایش فشار سیالات، سطح مایعات، جریان سیالات و همچنین تنظیم شیرهای کنترل پنوماتیکی بکار می‌روند. اجزای سیستم‌های کنترل الکتریکی و ابزار دقیقی که بر روی قفسه‌های ابزار دقیق نصب می‌شوند شامل انتقال‌دهنده‌هایی است که یک سیگنال پنوماتیک از مبدل را به یک سیگنال الکتریکی برای انتقال به پانل کنترل اصلی تبدیل می‌کنند.

انواع اجزایی که معمولاً بر روی قفسه‌های ابزار دقیق سوار می‌شوند عبارتند از سوئیچ‌های فشار[7]، انتقال‌دهنده‌ها، گیج‌ها، ثبات‌ها، سوئیچ‌های دستی، شیرهای چندراهه[8] و شیرهای سولنوئیدی. سایر اجزای الحاقی به قفسه‌های ابزار دقیق عبارتند از خرطومی‌های پلاستیکی یا فولادی، مجاری و جعبه‌های اتصال.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیزات قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزاردقیق دربرگیرنده قفسه‌های جوشی یا پیچی فولادی خود ایستا، نصب دیواری، نصب ستونی و اجزای قرار گرفته بر روی قفسه می‌باشد (هم اجزای پنوماتیک و هم اجزای الکتریکی و همچنین لوله‌گذاری خرطومی، سیم‌کشی و جعبه‌های اتصال بخشی از این اجزا می‌باشند).

1 Instruments on Racks
2 Signal Transmitter
3 Transducers
4 Consolidate
5 Single Floor-Mounted Post
6 Structural Column-Mounted
7 Pressure Switches
8 Manifold Valves

پ-۵-۲-۹-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۹-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) کامپیوترها و کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی باید به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند. الزام به این پیش‌نیاز به آن دلیل است که نظر به گستردگی موجود در انواع کامپیوترها و کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی امکان وجود خلاء در داده‌های حاصل از زلزله‌های گذشته در این تجهیزات وجود دارد. به همین دلیل این تجهیزات به صورت موردی تحت ارزیابی قرار می‌گیرند. برای حل این مشکل می‌توان از داده‌های حاصل از آزمایشهای ویژه انجام شده بر روی کامپیوترها و کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی، استفاده کرد.

پیش نیاز سوم) کفایت قاب فولادی و ورق‌های فلزی باید با استفاده از ارزیابی عینی مورد بررسی قرار گیرد. برای کنترل اینکه آیا برای انتقال نیروهای جانبی حاصل از بارهای لرزه‌ای به پی مسیر انتقال بار مناسبی وجود دارد، می‌توان از قضاوت مهندسی استفاده کرد.

پیش نیاز چهارم) چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

پیش نیاز پنجم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزاردقیق داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۹): قفسه‌های دستگاه‌ها و تجهیزات ابزار دقیق

کاربرگ ارزیابی تجهیزات		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **قفسه‌های دستگاه‌ها و تجهیزات ابزاردقیق**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی قفسه دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. کامپیوتر و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. کفایت سازه‌ای قاب فولادی و ورقهای فلزی مسجل است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر . . . . . .
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **قفسه‌های دستگاه‌ها و تجهیزات ابزاردقیق**

شرح تجهیز:

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است . (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **قفسه‌های دستگاه‌ها و تجهیزات ابزاردقیق**

شرح تجهیز:

۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد. بله ☐ خیر ☐ م.ن ☐

۸. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

– آیا تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱– _____ تاریخ: _____

۲– _____ تاریخ: _____

۳– _____ تاریخ: _____

۴– _____ تاریخ: _____

پ-۵-۲-۱۰- حسگرهای حرارتی[1]

پ-۵-۲-۱۰-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده ترموکوپل‌ها و حسگرهای حرارتی مقاومتی[2] (RTD) است که جهت اندازه‌گیری حرارت سیالات به کار رفته و معمولاً در درون لوله‌ها و مخازن و یا بر روی آنها نصب می‌شوند.

ترموکوپل‌ها پرابهایی[3] متشکل از دو سیم فلزی ناهمسان می‌باشند. این سیم‌های فلزی از درون یک غلاف محافظ عبور کرده و ولتاژ خروجی متناسب با اختلاف دمای بین اتصال گرم و سرد (اتصال کلوین) تولید می‌کنند. حسگرهای حرارتی مقاومتی (RTD) ساختاری مشابه ترموکوپل‌ها دارند اما عملکردشان برمبنای تغییرات مقاومت الکتریکی با دما می‌باشد. ترموکوپل‌ها و حسگرهای حرارتی مقاومتی(RTD) با استفاده از اتصالات رزوه شده به جداره‌های تحت فشار (مانند جداره‌های لوله‌کشی‌ها، مخازن، مبدل‌های حرارتی و...) متصل می‌شوند. غلاف محافظ حسگرها اغلب درون یک سینک حرارتی[4] یا محافظ خارجی قرار گرفته و به صورت دائمی در درون لوله یا مخزن نصب می‌شود. استفاده از یک سینک حرارتی این امکان را به وجود می‌آورد که بدون ایجاد شکاف در جداره‌های تحت فشار لوله و یا مخزن بتوان ترموکوپل یا حسگر حرارتی مقاومتی را تعویض نمود.

حسگرها معمولاً به انتقال دهنده‌هایی[5] که در قفسه‌های تجهیزات مجاور قرار دارند، متصل می‌باشند. این انتقال دهنده‌ها، سیگنال‌های الکترونیکی تولید شده توسط حسگرها را تقویت کرده و به یک دستگاه نمایشگر اطلاعات ارسال می‌کنند.

نوع تجهیزات حسگرهای حرارتی دربرگیرنده سر اتصالات[6]، اتصال رزوه شده، غلاف یا لوله محافظ، سینک حرارتی و سیم‌های الحاقی می‌باشد.

پ – ۵-۲-۱۰-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی حسگرهای حرارتی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۱۰-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

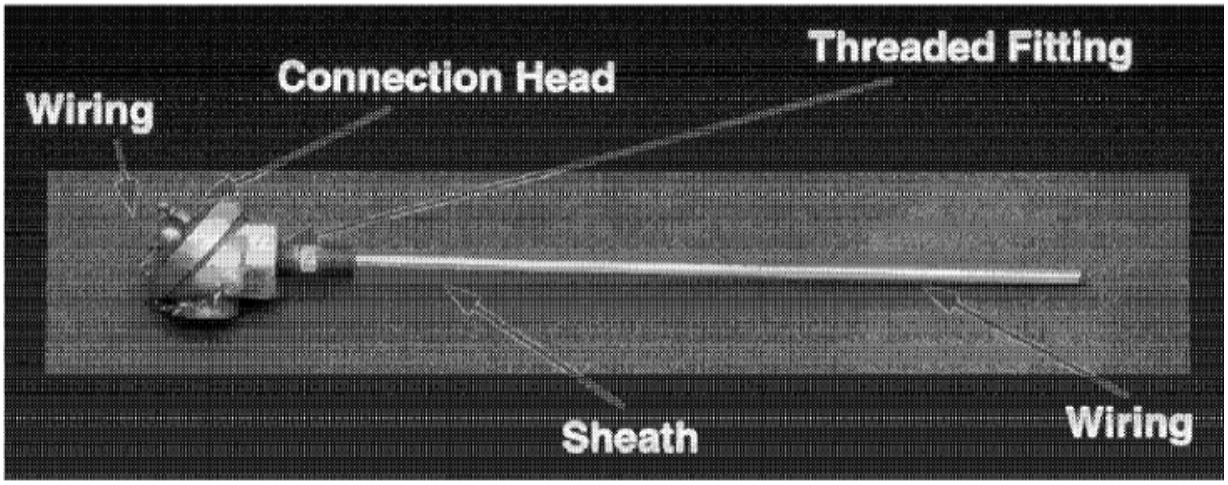
پیش نیاز دوم) از وقوع تغییر مکان‌های ناهمسان مخرب در بین محل نصب سر اتصال و حسگر حرارتی باید جلوگیری به عمل آید. هدف از این پیش نیاز جلوگیری از این تغییر مکان‌های ناهمسان است که می‌تواند سبب بیرون کشیده شدن سیم‌کشی‌ها از حسگر شود.

پیش نیاز سوم) تجهیزات الکترونیکی مرتبط با حسگر حرارتی باید از نوع نیمه هادی[7] باشند. تجربیات لرزه‌ای موجود تنها در برگیرنده این نوع از تجهیزات الکترونیکی است. تجهیزات الکترونیکی که از نوع نیمه هادی نباشند (مانند لامپ‌های خلاء و...) آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارند.

پیش نیاز چهارم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای حسگرهای حرارتی داشته باشند، باید شناسایی شوند.

---

1 Temperature Sensors
2 Resistance Temperature Detectors
3 Probes
4 Thermowell
5 Transmitter
6 Connection head
7 Solid State



شکل (پ-۵-۱۰): حسگر حرارتی

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **حسگرهای حرارتی**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی حسگرهای حرارتی، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. هیچگونه احتمالی برای وقوع تغییر مکان‌های ناهمسان مخرب در بین محل نصب سر اتصال و حسگر حرارتی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. تجهیزات الکترونیکی مرتبط با حسگر حرارتی از نوع نیمه هادی هستند (از لامپ خلاء استفاده نشده است).	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **حسگرهای حرارتی**
شرح تجهیز:	

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است . (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از mm ۶ است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **حسگرهای حرارتی**

شرح تجهیز:

۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ م.ن ☐

۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد. بله ☐ خیر ☐ م.ن ☐

۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳- تجهیزات مکانیکی

پ-۵-۳-۱- شیرهای کنترل شونده توسط هوا و کنترل شونده توسط سیال (نیوماتیکی)[1]

پ-۵-۳-۱-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده شیرهایی با اندازه‌های مختلف، در انواع گوناگون و با کاربردهای متنوع می‌باشد که بوسیله هوا، آب و یا روغن عمل می‌کنند. شیرهای پیستونی کنترل‌شونده توسط مایع (شیرهای هیدرولیکی) در زمره نوع تجهیزات کنترل‌شونده توسط سیال قرار نمی‌گیرند چرا که تاکنون با جزئیات کافی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

انواع اصلی شیرهای کنترل‌شونده توسط سیال عبارتند از: شیرهای کنترل‌شونده توسط دیافراگم[2]، کنترل‌شونده توسط پیستون (شیر پیستونی)[3] و شیرهای فشارشکن[4]. پرکاربردترین نوع شیرهای کنترل‌شونده توسط سیال در تاسیسات، شیرهای فنری معکوس[5] و شیرهای پنوماتیک کنترل شونده توسط دیافراگم[6] می‌باشند. محفظه شیپوره‌ای[7] شامل یک دیافراگم (غشاء[8] فولادی و نازک) می‌شود که به عنوان یک سد فشاری[9] بین بخش‌های بالایی و پائینی محفظه[10] عمل می‌کند. محل میله محرک[11] (یا محور[12] شیر) بوسیله یک فنر بازگرداننده[13] و نیز اختلاف فشار در عرض دیافراگم کنترل می‌گردد. در مقابل، موقعیت میله محرک، موقعیت شیر را کنترل می‌کند. محفظه شیپوره‌ای بر یک یوغ[14] تکیه کرده و به وسیله آن به بدنه شیر متصل می‌گردد. اختلاف فشار در عرض دیافراگم توسط یک شیر سولنوئید و یا در شیرهای بزرگتر توسط رله پنوماتیک[15] که اغلب روی یوغ عامل[16] قرار دارند، کنترل می‌گردد.

شیرهای کنترل شونده توسط پیستون مانند یک شیر کنترل شونده توسط دیافراگم هستند که در آن دیافراگم با محرک شیر[17] جایگزین شده است. نوعاً پیستون برخلاف[18] یک فنر[19] رفتار می‌کند تا موقعیت شیر را کنترل کند.

شیرهای فشارشکن نیز جزء این تجهیزات می‌باشند. این شیرها فشار سیال درونی را در برابر نیروی فنر متعادل می‌کنند. نیروی محرک[20] در یک شیر فشارشکن که بوسیله سیال محصور شده[21] است، توسط شیر تامین می‌گردد. کنترل‌گرهای سیال، چه در بالا و چه در طرفین

1 Fluid operated / Air-operated valves
2 Diaphragm-operated valves
3 Piston-Operated Valves
4 Pressure Relief Valves
5 Spring-opposed
6 Diaphragm-operated Pneumatic Valves
7 Bell housing
8 Membrane
9 Pressure barrier
10 housing
11 actuated rod position
12 stem
13 return spring
14 yoke
15 pneumatic relay
16 operator yoke
17 valve actuator
18 in opposition
19 Spring
20 Actuating Force
21 Confined

شیری که کنترل می‌کنند، بصورت طره‌ای قرار می‌گیرند. همچنین محرک می‌تواند با شیر یکپارچه باشد و یا از طریق بست‌های حلقوی رزوه شده و فلنج شده به آن متصل شود.

طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیزات شیرهای کنترل‌شونده توسط هوا و سیال، دربرگیرنده اجزایی چون شیر، عملگر[1] ، خطوط لوله ورودی و خروجی[2] تا اولین تکیه‌گاهی که آنها را به ساختمان یا سازه مجاور متصل می‌کند و ملحقات دیگر آن (مانند خطوط هوا، رله‌های پنوماتیک سلنوئیدهای کنترل و مجاری) می‌شود. این شیرها می‌توانند از هر نوع، اندازه و راستا[3] باشند.

پ-۵-۳-۱-۲- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی شیر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۱-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) جنس بدنه شیر نباید از چدن باشد چرا که در اینصورت مود شکست ترد در این نوع تجهیزات محتمل خواهد بود. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح شیر مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. توصیه می‌شود تا جنس مصالح شیرهای فلنجی[4] کنترل شود. در صورتی که شیرها از چدن ساخته شده باشند، تنها مشروط بر آنکه تنش‌های موجود در بدنه شیر در اثر بار لوله‌ها کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.

پیش نیاز سوم) برای جلوگیری از گسیختگی ترد شیرها، یوغ در شیرهای کنترل‌شونده توسط پیستون[5] و شیرهای فشارشکن فنری[6] نباید از جنس چدن باشد. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح یوغ مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. در صورتیکه یوغ از چدن ساخته شده باشد، این پیش‌نیاز تنها در صورتی احراز خواهد شد که یوغ مقاومت لازم را برای حالتی که شتابی برابر با 3g در مرکز ثقل عملگر و در راستای ضعیف یوغ وارد می‌شود، داشته باشد.در صورتیکه تنش موجود در یوغ کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.

پیش نیاز چهارم) برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های زیاد ناشی از وزن عملگر شیر در لوله‌های مجاور آن، قطر لوله‌ای که شیر کنترل‌شونده توسط سیال بر روی آن نصب می‌شود، باید بیش از ۲٫۵ سانتیمتر باشد که تجربه زلزله‌های گذشته این مقدار را به عنوان حد پایین پیشنهاد می‌کند.

برای تبیین عدم تجاوز تنش در لوله‌های مجاور می‌توان از روش‌های تحلیلی (با درنظر گرفتن خروج از مرکزیت عملگر شیر) استفاده نمود. در صورتیکه شیر، عملگر آن و لوله به خوبی مقید شده و به سازه تکیه‌گاهی مشترکی مهار شده باشند، نگرانی خاصی وجود نخواهد داشت حتی اگر قطر لوله کمتر از ۲٫۵ سانتیمتر باشد.

پیش نیاز پنجم) برای جلوگیری از تنش‌های زیاد یوغ[7] شیر، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و یا سیلندر نباید از مقادیر ارائه شده در شکل (پ-۵-۱۲) (متناسب با قطر لوله) تجاوز نماید. همچنین به جای نمودار شکل (پ-۵-۱۲) می‌توان از محدودیت‌های ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۳) برای ترکیبات مختلف وزن و طول عملگر استفاده نمود. برای استفاده از این نمودار، یوغ نباید از جنس چدن باشد و نیز طول عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر نمودار شکل (پ-۵-۱۲) تجاوز نماید.

1 Operator
2 inlet and outlet lines
3 orientation
4 Flanged Valve
5 piston-operated
6 Spring-operated pressure relief
7 yoke stress

به عنوان یک روش سوم می‌توان رعایت شدن این پیش‌نیاز را با تحلیل تنش‌های یوغ تحت شتابی برابر با ۳g در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ به اثبات رساند. بدین منظور، در صورتیکه تنش‌های یوغ کم و تغییر شکل‌های نسبی کوچک باشند (یعنی محور گریپاژ[1] نکند)، این پیش‌نیاز رعایت می‌گردد.

بعنوان یک روش جایگزین، برای نشان دادن کفایت لرزه‌ای می‌توان از آزمایش استاتیکی در محل[2] استفاده نمود. بدین منظور باید تنش‌های یوغ تحت اثر یک بار استاتیکی مساوی با ۳ برابر وزن عملگر که تقریباً در مرکز ثقل عملگر و بصورت غیرهمزمان در هر سه امتداد اصلی متعامد یوغ وارد می‌شود، بررسی گردند.

همچنین می‌توان از آزمایش بر روی مدلی مشابه تجهیز استفاده نمود. در صورتیکه شیرهای متعددی موجود باشد، باید نمونه‌هایی از تمامی انواع شیرها مورد بررسی قرار گیرند

پیش‌نیاز ششم) برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های زیاد در یوغ ناشی از طویل بودن عملگر، در مورد شیرهای پیستونی[3] که وزن قابل ملاحظه‌ای دارند، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و همچنین وزن

عملگر نباید از مقادیر مربوطه در نمودار شکل (پ-۵-۱۳) (متناسب با قطر لوله) بیشتر شود.

در صورتیکه به ازای تمامی فرکانس‌های ممکن برای شبکه لوله‌ها و شیرها، طیف آسیب پذیری بالاتر از طیف پاسخ زمین در سایت مورد بررسی قرار گیرد، می‌توان وزن مجاز عملگر و یا فاصله تا قسمت فوقانی آن را به نسبت مقادیر طیف‌ها، افزایش داد. اما در هر صورت طول طره‌ای[4] و وزن عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۳) تجاوز کنند.

بعنوان روش دیگر، می‌توان با آنالیز تنش‌ها تحت شتابی برابر با ۳g در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ، رعایت شدن این پیش‌نیاز را تضمین نمود. در صورتیکه تحت این بارگذاری تنش‌ها و تغییر شکل‌های نسبی کوچک باشند (محور گریپاژ نکند)، این پیش‌نیاز ارضا می‌شود. همچنین می‌توان مانند پیش‌نیاز پنجم همین بخش از آزمون استاتیکی نیز استفاده نمود.

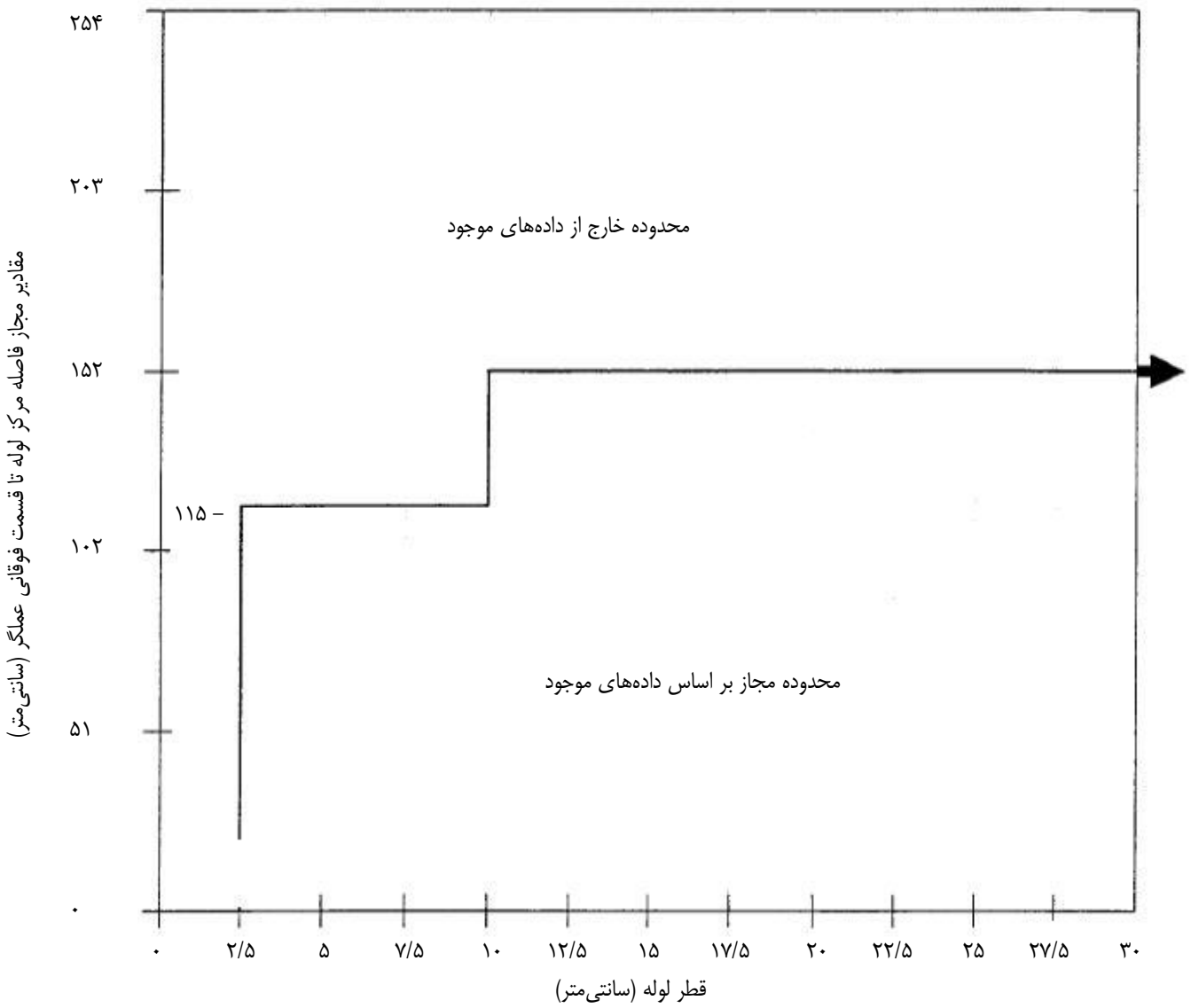
پیش‌نیاز هفتم) از آنجا که ممکن است به علت مهار جداگانه محرک شیر و یوغ، عملگر مانند تکیه‌گاه لوله عمل نموده و بار زیادی از طریق یوغ در حین زلزله جذب کند و باعث گسیختگی یوغ و یا گریپاژ محور شود، محرک شیر[5] و یوغ باید به همراه لوله‌های متصل به آن، به سازه مجاور مهار شده باشند و مهار کردن محرک و یوغ به تنهایی به سازه مجاور قابل قبول نمی‌باشد.

در صورتیکه عملگر و لوله یا شیر با هم به سازه مجاور مهار نشده باشند، حرکت نسبی آنها در جریان زلزله منجر به ایجاد تنش‌های بسیار بزرگ در محور و احتمالاً گریپاژ آن می‌شود. در صورت وجود هر کدام از نگرانی‌های فوق باید با ارزیابی ویژه‌ای از کم بودن تنش‌ها و تغییر شکل‌ها اطمینان حاصل شود.

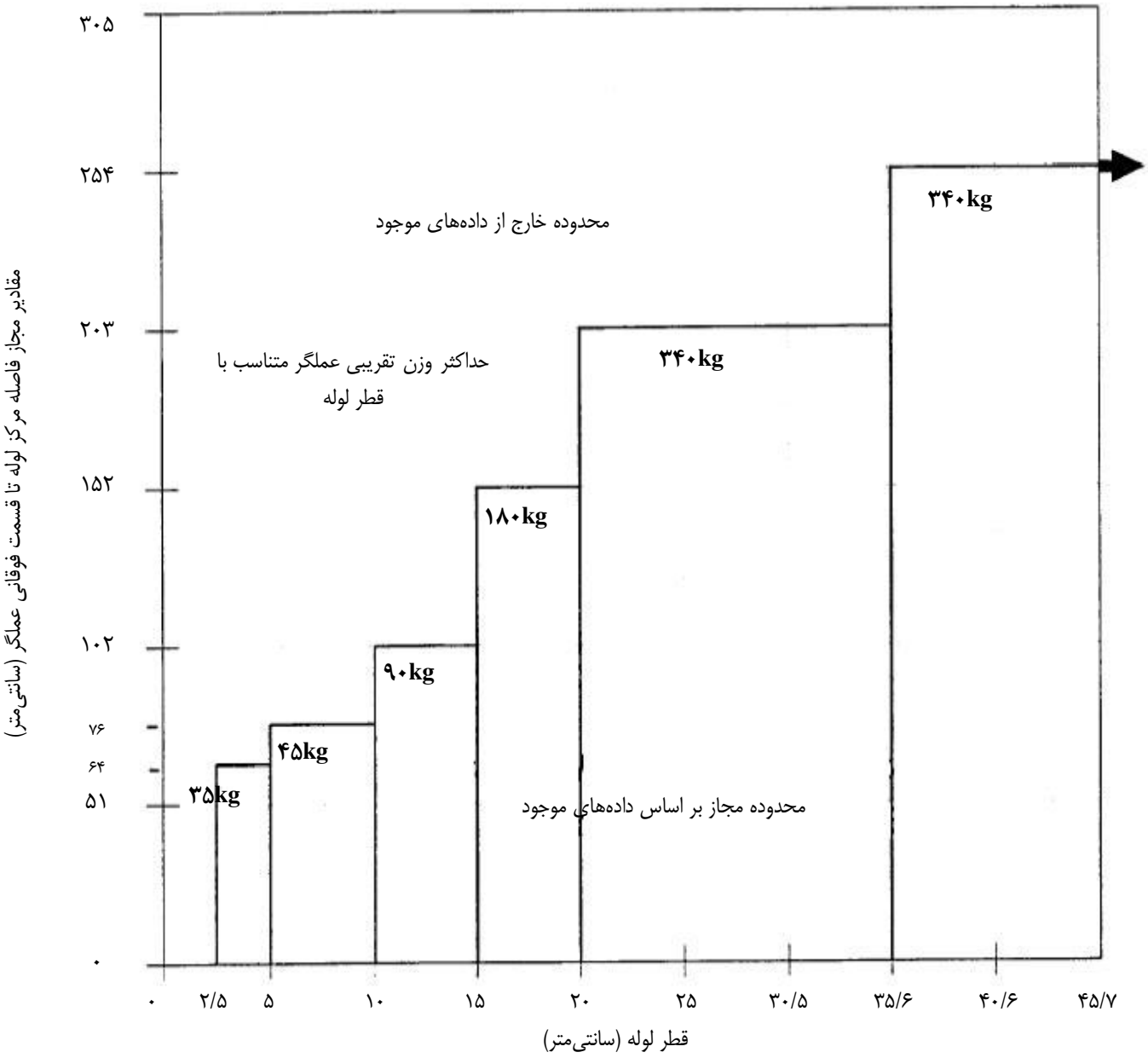
پیش‌نیاز هشتم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیر معمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای شیرهای کنترل‌شونده توسط سیال و هوا داشته باشند، باید شناسایی گردند.

1 binding
2 in-situ
3 Piston operated valve
4 Cantilever length
5 valve actuator

شکل (پ ۵-۱۱): شیر کنترل‌شونده توسط هوا



شکل (پ-۵-۱۲) : مقادیر مجاز طول طره‌ای عملگر شیر در شیرهای دیافراگمی کنترل‌شونده توسط هوا، شیرهای فشارشکن کنترل‌شونده توسط فنر و شیرهای کنترل‌شونده توسط پیستون سبک



شکل (پ-۵-۱۳): مقادیر مجاز طول طره‌ای عملگر شیر در شیرهای کنترل‌شونده توسط پیستون با وزن قابل‌توجه

کاربرگ ارزیابی تجهیزات		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط هوا/سیال**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
قطر کوچکترین لوله متصل به شیر:		
فاصله محور لوله تا قسمت فوقانی محرک شیر:		
مصالح شیر:	مصالح یوغ:	
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی شیر، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش‌نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. مصالح شیر از چدن نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. یوغ(در شیرهای فشارشکن فنری و یا شیرهای کنترل‌شونده توسط پیستون) از جنس چدن نمی‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. لوله‌ای که شیر بر آن نصب شده است حداقل قطری برابر با ۲/۵ سانتی-متر دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. فاصله محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر یا یوغ(در دیافراگم‌های کنترل شونده توسط هوا و شیرهای فشارشکن کنترل‌شونده توسط فنر و پیستون) برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های یوغی بالا تحت شتاب ۳g، مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. فاصله محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر یا یوغ (در شیرهای کنترل شونده توسط پیستون با وزن قابل ملاحظه) برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های یوغی بالا تحت شتاب ۳g، مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. محرک و یوغ به همراه لوله‌های متصل به آن، به نزدیکترین سازه مجاور مهاربندی شده است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط هوا/سیال**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط هوا/سیال**

شرح تجهیز:

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط هوا/سیال**

شرح تجهیز:

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۲- شیرهای کنترل شونده توسط موتور[1] (MOV) یا سولنوئید[2] (SOV)

پ-۵-۳-۲-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده یک موتور عملگر[3] با یک جعبه کنترل[4] ، جعبه‌دنده[5] و موتور محرک می‌باشد. جعبه‌دنده شامل دنده‌هایی است که محرک شیر[6] را به محور موتور محرک متصل می‌کند.

کنترل‌های محلی[7] نوعاً شامل رله‌ای برای تحریک مدار ورودی[8] موتور و سوئیچ‌های حدی و پیچش[9] برای هماهنگ کردن موقعیت موتور محرک و شیر می‌باشد. همچنین عملگرهای شیر می‌توانند دارای یک کنترل‌گر محلی بعنوان بخشی از محفظه عملگر باشند. محور محرک شیر معمولا از میان یک قاب فلزی تکیه‌گاه و یا یوغ می‌گذرد. اینگونه شیرها شامل هر نوع، اندازه و راستا از شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور می‌باشد.

عملگرهای موتور ممکن است در هر موقعیتی نصب شده باشند(به صورت کنسولی قائم در بالا، پایین و یا در طرفین شیر). یوغی که عملگر را به بدنه شیر متصل می‌کند می‌تواند به صورت لوله فلزی دربرگیرنده محور محرک و یا قابی از تیرهای جوش شده، باشد.

نحوه اتصال جعبه‌دنده موتور به یوغ و یوغ به شیر معمولاً از اتصالات پیچی فلنجی، اتصالات رزوه شده و بست‌های حلقوی[10] می‌باشد. در برخی کاربردها عملگرهای موتور در یک محل دور[11] بالای شیر قرار می‌گیرند.

نوع تجهیزات شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور دربرگیرنده تمامی شیرهایی است که با موتور الکتریکی فعال[12] می‌شوند. همچنین شیر، عملگر، خطوط لوله ورودی و خروجی[13] و مجاری متصل تا اولین تکیه‌گاه آنها در ساختمان یا سازه مجاور در زمره این نوع تجهیزات قرار می‌گیرند.

عملگرهای سولنوئید کوچکتر و سبکتر از عملگرهای موتور می‌باشند. شیرهای کنترل‌شونده توسط سولنوئید با عبور جریان الکتریکی از یک سیم‌پیچ[14] و ایجاد میدان مغناطیسی که باعث باز وبسته شدن شیر می‌شود، فعال می‌شوند. اساساً این نوع شیرها نسبت به شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور بسیار فشرده‌تر[15] بوده و جرم طره‌ای بسیار کمتری برای نگهداری توسط بدنه شیر، دارند. همچنین این نوع تجهیزات نسبت به موتورهای کنترل‌شونده توسط موتور بر روی لوله‌های نازک‌تری قرار می‌گیرند.

نوع تجهیزات کنترل‌شونده توسط سولنوئید، دربرگیرنده تمامی شیرهایی می‌شود که توسط یک سولنوئید فعال می‌شوند. بعلاوه شیر، عملگر، خطوط لوله ورودی و خروجی و مجاری متصل تا اولین تکیه‌گاه آنها در سازه یا ساختمان مجاور در زمره این نوع تجهیزات قرار می‌گیرند.

---

1 Motor-Operated Valves
2 Solenoid-Operated Valve
3 Motor Operator
4 Control Box
5 Gear Box
6 Valve Actuation
7 Local Controls
8 Primary Sircuit
9 Torque and Limit Switches
10 Ring Clamps
11 Remote Location
12 Actuate
13 Inlet and Outlet Lines
14 Coil
15 Compact

پ-۵-۳-۲-۲- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور

پیش نیاز اول) شرایط عمومی شیر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۲-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) جنس بدنه شیر نباید از چدن باشد چرا که در اینصورت مود شکست ترد در این نوع تجهیزات محتمل خواهد بود. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح شیر مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. توصیه می‌شود تا جنس مصالح شیرهای فلنجی کنترل شود. در صورتیکه شیرها از چدن ساخته شده باشند، تنها مشروط بر آنکه تنش‌های موجود در بدنه شیر در اثر بار لوله‌ها کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.

پیش نیاز سوم) برای جلوگیری از گسیختگی ترد شیرها، یوغ در شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور نباید از جنس چدن باشد. به جز در حالتیکه تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح یوغ مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. در صورتیکه یوغ از چدن ساخته شده باشد، این پیش‌نیاز تنها در صورتی احراز خواهد شد که یوغ مقاومت لازم را برای حالتی که شتابی برابر با ۳g در مرکز ثقل عملگر و در راستای ضعیف یوغ وارد می‌شود، داشته باشد. در صورتیکه تنش موجود در یوغ کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.

پیش نیاز چهارم) برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های زیاد ناشی از وزن عملگر شیر در لوله‌های مجاور آن، قطر لوله‌ای که شیر کنترل‌شونده توسط موتور بر روی آن نصب می‌شود، باید بیش از ۲/۵ سانتیمتر باشد که تجربه زلزله‌های گذشته این مقدار را به عنوان حد پایین پیشنهاد می‌کند. برای تبیین عدم تجاوز تنش در لوله‌های مجاور می‌توان از روش‌های تحلیلی (با درنظر گرفتن خروج از مرکزیت عملگر شیر) استفاده نمود. در صورتیکه شیر، عملگر آن و لوله به خوبی مقید شده و به سازه تکیه‌گاهی مشترکی مهار شده باشند، نگرانی خاصی وجود نخواهد داشت حتی اگر قطر لوله کمتر از ۲/۵ سانتیمتر باشد. از آنجا که شیرهای کنترل‌شونده توسط سولنوئید عموماً بر روی خطوط لوله هوا با قطر کمتر از ۲/۵ سانتی‌متر قرار دارند، نیاز به احراز چنین پیش‌نیازی برای آنها نمی‌باشد.

پیش نیاز پنجم) برای جلوگیری از تنش‌های زیاد یوغ شیر، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و یا سیلندر نباید از مقادیر ارائه شده در شکل (پ-۵- ۱۶) (متناسب با قطر لوله) تجاوز نماید.

در صورتیکه به ازای تمامی فرکانس‌های ممکن برای شبکه لوله‌ها و شیرها، طیف آسیب پذیری بالاتر از طیف پاسخ زمین در سایت مورد بررسی قرار گیرد، می‌توان وزن مجاز عملگر و یا فاصله تا قسمت فوقانی آن را به نسبت مقادیر طیف‌ها، افزایش داد. اما در هر صورت طول طره‌ای و وزن عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۲) تجاوز کنند.

به عنوان یک روش دیگر می‌توان با آنالیز تنش‌های یوغ تحت شتابی برابر با ۳g در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ، رعایت شدن این پیش‌نیاز را تضمین نمود. بدین منظور، در صورتیکه تنش‌های یوغ کم و تغییر شکل‌های نسبی کوچک باشند (محور گریپاژ نکند)، این پیش‌نیاز رعایت می‌گردد.

همچنین می‌توان با انجام آزمایش استاتیکی در محل کفایت لرزه‌ای را بررسی نمود. بدین منظور باید تنش‌های یوغ تحت اثر یک بار استاتیکی مساوی با ۳ برابر وزن عملگر که تقریباً در مرکز ثقل عملگر و بصورت غیرهمزمان در هر سه امتداد اصلی متعامد یوغ وارد می‌شود، بررسی گردند. لازم به ذکر است که تمامی محدیت‌های دیگر باید برقرار باشند.همچنین می‌توان از آزمایش بر روی مدلی مشابه تجهیز استفاده نمود.

پیش‌نیاز ششم) از آنجا که ممکن است به علت مهار جداگانه محرک شیر و یوغ، عملگر مانند تکیه‌گاه لوله عمل نموده و بار زیادی از طریق یوغ در حین زلزله جذب کند و باعث گسیختگی یوغ و یا گریپاژ محور شود. محرک شیر و یوغ باید به همراه لوله‌های متصل به آن، باید به سازه مجاور مهار شده باشند و مهار کردن محرک و یوغ به تنهایی به سازه مجاور قابل قبول نمی‌باشد.
در صورتیکه عملگر و لوله یا شیر با هم به سازه مجاور مهار نشده باشند، حرکت نسبی آنها در جریان زلزله منجر به ایجاد تنش‌های بسیار بزرگ در محور و احتمالاً گریپاژ آن می‌شود. در صورت وجود هر کدام از نگرانی‌های فوق باید با ارزیابی ویژه‌ای از کم بودن تنش‌ها و تغییر شکل‌ها اطمینان حاصل شود.
پیش‌نیاز هفتم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیر معمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور داشته باشند، باید شناسایی گردند.

پ-۵-۳-۲-۳- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری شیرهای کنترل‌شونده توسط سولنوئید

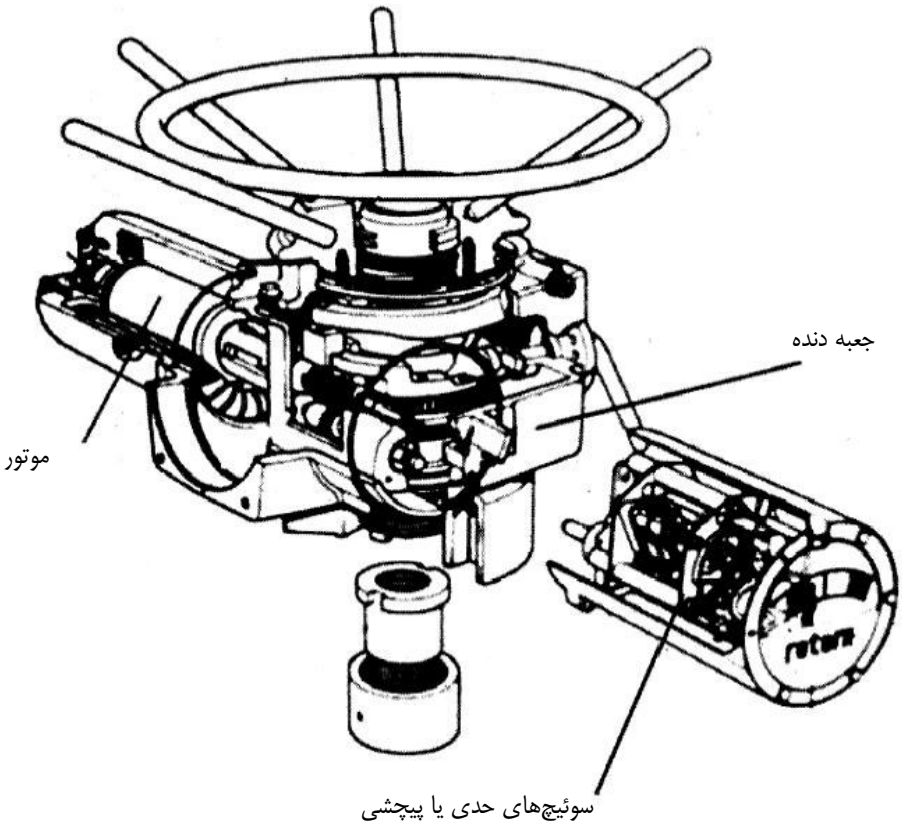
پیش نیاز اول) شرایط عمومی شیر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۲-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد. همچنین تیم ارزیابی باید حالات بحرانی عوامل مختلف را تشخیص دهد و اثر آنها را بر کاهش ظرفیت لرزه‌ای لحاظ نماید. در چنین مواردی می‌توان از ارزیابی موردی استفاده نمود.
پیش نیاز دوم) جنس بدنه شیر نباید از چدن باشد چرا که در اینصورت مود شکست ترد در این نوع تجهیزات محتمل خواهد بود. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح شیر مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. توصیه می‌شود تا جنس مصالح شیرهای فلنجی کنترل شود. در صورتیکه شیرها از چدن ساخته شده باشند، تنها مشروط بر آنکه تنش‌های موجود در بدنه شیر در اثر بار لوله‌ها کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.
پیش نیاز سوم) برای جلوگیری از گسیختگی ترد شیرها، یوغ در شیرهای کنترل‌شونده توسط سولنوئید نباید از جنس چدن باشد. به جز در حالتیکه تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح یوغ مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. در صورتیکه یوغ از چدن ساخته شده باشد، این پیش‌نیاز تنها در صورتی احراز خواهد شد که یوغ مقاومت لازم را برای حالتی که شتابی برابر با 3g در مرکز ثقل عملگر و در راستای ضعیف یوغ وارد می‌شود، داشته باشد. در صورتیکه تنش موجود در یوغ کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.
پیش نیاز چهارم) برای جلوگیری از تنش‌های زیاد یوغ شیر(خصوصاً در شیرهای با عملگر بلند)، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و یا سیلندر نباید از مقادیر ارائه شده در شکل (پ-۵-۱۶) (متناسب با قطر لوله) تجاوز نماید.
در صورتیکه به ازای تمامی فرکانس‌های ممکن برای شبکه لوله‌ها و شیرها، طیف آسیب پذیری بالاتر از طیف پاسخ زمین در سایت مورد بررسی قرار گیرد، می‌توان وزن مجاز عملگر و یا فاصله تا قسمت فوقانی آن را به نسبت مقادیر طیف‌ها، افزایش داد. اما در هر صورت طول طره‌ای و وزن عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۶) تجاوز کنند.
به عنوان یک روش دیگر می‌توان با آنالیز تنش‌های یوغ تحت شتابی برابر با 3g در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ، رعایت شدن این پیش‌نیاز را تضمین نمود. بدین منظور، در صورتیکه تنش‌های یوغ کم و تغییر شکل‌های نسبی کوچک باشند (محور گریپاژ نکند)، این پیش‌نیاز رعایت می‌گردد.
همچنین می‌توان با انجام آزمایش استاتیکی در محل کفایت لرزه‌ای را بررسی نمود. بدین منظور باید تنش‌های یوغ تحت اثر یک بار استاتیکی مساوی با ۳ برابر وزن عملگر که تقریباً در مرکز ثقل عملگر و بصورت غیرهمزمان در هر سه امتداد اصلی متعامد یوغ وارد

می‌شود، بررسی گردند. لازم به ذکر است که تمامی محدیت‌های دیگر باید برقرار باشند. همچنین می‌توان از آزمایش بر روی مدلی مشابه تجهیز استفاده نمود.

پیش‌نیاز پنجم) از آنجا که ممکن است به علت مهار جداگانه محرک شیر و یوغ، عملگر مانند تکیه‌گاه لوله عمل نموده و بار زیادی از طریق یوغ در حین زلزله جذب کند و باعث گسیختگی یوغ و یا گریپاژ محور شود. محرک شیر و یوغ باید به همراه لوله‌های متصل به آن، باید به سازه مجاور مهار شده باشند و مهار کردن محرک و یوغ به تنهایی به سازه مجاور قابل قبول نمی‌باشد.

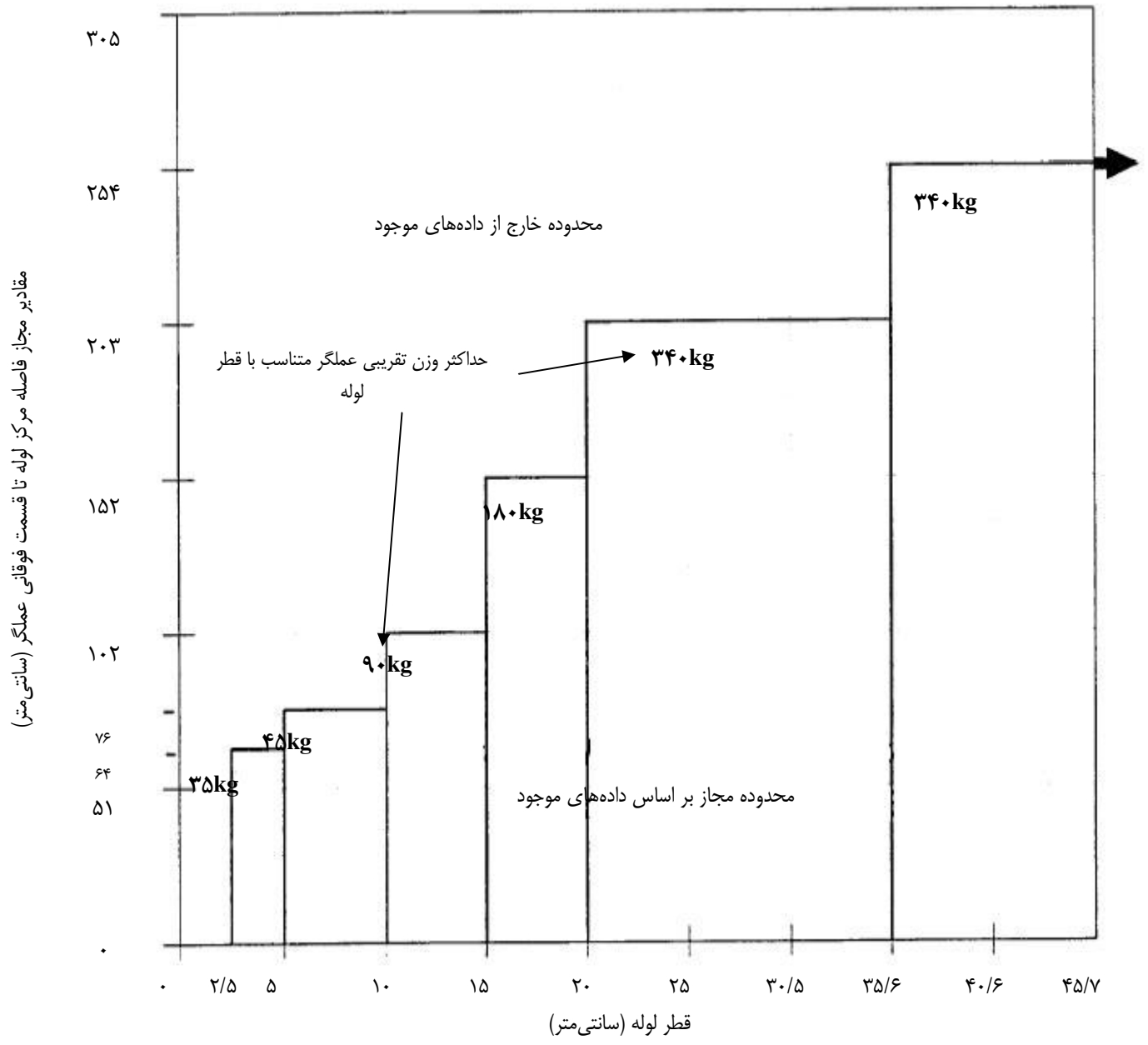
در صورتیکه عملگر و لوله یا شیر با هم به سازه مجاور مهار نشده باشند، حرکت نسبی آنها در جریان زلزله منجر به ایجاد تنش‌های بسیار بزرگ در محور و احتمالاً گریپاژ آن می‌شود. در صورت وجود هر کدام از نگرانی‌های فوق باید با ارزیابی ویژه‌ای از کم بودن تنش‌ها و تغییر شکل‌ها اطمینان حاصل شود.

پیش‌نیاز ششم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیر معمول را که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای شیرهای کنترل‌شونده توسط سولنوئید داشته باشند، باید شناسایی گردند.



شکل (پ-۵-۱۴): شیر کنترل شونده توسط موتور

شکل (پ-۵-۱۵): شیر کنترل شونده توسط سولنوئید



شکل (پ-۵-۱۶): مقادیر مجاز طول طره‌ای عملگر شیر در شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور با وزن قابل‌توجه

کاربرگ ارزیابی تجهیزات		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط موتور**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
قطر کوچکترین لوله متصل به شیر:		
فاصله محور لوله تا قسمت فوقانی محرک شیر:		
مصالح شیر:	مصالح یوغ:	
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی شیر، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲.مصالح شیر از چدن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳.مصالح یوغ از چدن می‌باشد؟	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴.لوله‌ای که شیر بر آن نصب شده است حداقل قطری برابر با ۲/۵ سانتی‌متر دارد .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵.آیا فاصله محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر یا یوغ برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های یوغی بالا تحت شتاب ۳g مناسب است .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶.آیا محرک یا یوغ، مستقل از لوله‌های متصل، به نزدیکترین سازه مجاور مهاربندی شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷.آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	☐ بله	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن
– آیا مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	☐ بله	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط موتور**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط موتور**
شرح تجهیز:	

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

کاربرگ ارزیابی تجهیزات	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط موتور**
شرح تجهیز:	
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی ۱- _____ تاریخ: _____	
۲- _____ تاریخ: _____	
۳- _____ تاریخ: _____	
۴- _____ تاریخ: _____	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط سولنوئید**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
قطر کوچکترین لوله متصل به شیر:		
فاصله محور لوله تا قسمت فوقانی محرک شیر:		
مصالح شیر:	مصالح یوغ:	
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی شیر، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. مصالح شیر از چدن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. مصالح یوغ از چدن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. فاصله محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر یا یوغ برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های یوغی بالا تحت شتاب ۳g مناسب است .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. محرک یا یوغ، مستقل از لوله‌های متصل، به نزدیکترین سازه مجاور مهاربندی شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۶. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– آیا مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط سولنوئید**

شرح تجهیز:

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط سولنوئید**
شرح تجهیز:	

اثرات اندرکنش (فصل ۴)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **شیر کنترل‌شونده توسط سولنوئید**

شرح تجهیز:

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۳- پمپ‌های افقی[1]

پ-۵-۳-۳-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده کلیه پمپ‌هایی است که انواع کاربردهای مختلف داشته و دارای محوری با راستای افقی می‌باشند. همچنین این نوع تجهیزات شامل انواع پمپ‌هایی است که نیروی محرک آنها توسط موتورهای الکتریکی، موتورهای پیستونی رفت و برگشتی[2] و توربین‌های بخاری[3] تامین می‌شود. طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیزات پمپ‌های افقی دربرگیرنده کلیه اجزاء پیرامونی که معمولاً به پمپ‌های افقی ملحق می‌شوند مانند مجاری، ابزار دقیق و لوله‌های مکش و تخلیه[4]، تا محل رسیدن به نخستین تکیه‌گاه در ساختمان و یا سازه مجاور، می‌باشد.

در حالت کلی می‌توان پمپ‌ها را به دو دسته پمپ‌های جنبشی [یا پروانه‌ای دورانی[5]] و پمپ‌های پیستونی رفت و برگشتی[6] طبقه‌بندی کرد. پمپ‌های جنبشی، سیال را با استفاده از انرژی جنبشی یک پروانه دوار[7] جابجا می‌کنند. پمپ‌های جابجایی مثبت با استفاده از جابجایی حجمی[8]، سیال را جابجا می‌کنند.

پمپ‌های جنبشی تک مرحله‌ای[9] معمولاً دارای یک پروانه منفرد بوده که با استفاده از نیروی گریز از مرکز سیال را جابجا می‌کند. بخش مکش غالباً در مجاورت محور پروانه بوده و قسمت تخلیه[10] نیز در بخش پیرامونی قرار می‌گیرد. پمپ‌ها ابعاد متفاوتی دارند و از پمپ‌های کوچک با توان محدود چندین اسب بخار و ظرفیت چندین متر مکعب در دقیقه تا پمپ‌های بزرگ با توان چندین هزار اسب بخار و ظرفیت صدها مترمکعب در دقیقه، متغیر می‌باشند.

پمپ‌های جنبشی چند مرحله‌ای[11] معمولاً دارای دو یا چند پروانه می‌باشد که به صورت سری بر روی یک محور کار می‌کنند. در پمپ‌های چند مرحله‌ای با توجه به نوع طراحی پروانه، جابجایی سیال یا توسط نیروی گریز از مرکز به سمت محیط پیرامونی پروانه و یا توسط نیروی پروانه رانشی (ملخی)[12] در امتداد محور پروانه، صورت می‌پذیرد. توان لازم برای پمپ‌های جنبشی توسط موتورهای الکتریکی تامین شده و یک محور مشترک اتصال دو جانبه بسته[13] بین پمپ و موتور برقرار می‌سازد. در انواع بزرگتر پمپ‌های چند مرحله‌ای پمپ و موتور توسط جعبه دنده به یکدیگر متصل می‌شوند و بدین ترتیب امکان حرکت پمپ و موتور در سرعتهای متفاوت بوجود می‌آید. در پاره‌ای موارد، در پمپ‌های تک مرحله‌ای موتور در کنار و یا بر روی محفظه پمپ قرار می‌گیرد و نیروی محرک توسط تسمه از موتور به پمپ انتقال می‌یابد. همچنین در برخی موارد نیز در انواع کوچکتر پمپ‌های تک مرحله‌ای، موتور و پروانه در درون یک محفظه مشترک قرار داده می‌شوند. در پمپ‌های بزرگتر، چه از نوع تک مرحله‌ای و یا از نوع چند مرحله‌ای، موتور و پمپ در محفظه‌های

1 Horizontal Pumps
2 Reciprocating Piston
3 Steam Turbines
4 Suction and Discharge Lines
5 Kinetic (Rotary Impeller) Pump
6 Positive Displacement Pump
7 Rotating Impeller
8 Volumetric Displacement
9 Single-stage Kinetic Pumps
10 Discharge Port
11 Multi-stage Kinetic Pumps
12 propeller
13 Close-coupled Connection

جداگانه قرار می‌گیرند و به یک صفحه نشیمن فولادی مشترک مهار می‌شوند. توان لازم برای پمپ‌های جنبشی توسط موتور و یا توربین‌های بخار تامین شود.

طراحی پمپ‌های جابجایی مثبت پیستونی رفت و برگشتی[1] مشابه کمپرسورهای هوای پیستونی رفت و برگشتی است. این پمپها دارای یک موتور الکتریکی هستند که نیروی محرک را برای مجموعه‌ای از پروانه‌های پیستونی[2] توسط یک محور و یا تسمه تامین می‌کند.

پمپ‌های جابجایی مثبت پیچی دورانی[3] تا حدودی مشابه پمپ‌های جنبشی چند مرحله‌ای می‌باشند، با این تفاوت که این پمپها سیال را به صورت محوری و از طریق جابجایی حجمی، به حرکت در می‌آورند ولی در پمپ‌های جنبشی این حرکت توسط انتقال انرژی جنبشی از پروانه به سیال حاصل می‌گردد. نیروی محرک پروانه پیچی[4] معمولاً توسط یک موتور الکتریکی تامین می‌گردد و توسط یک محور دو طرفه منتقل می‌شود.

در این بخش پمپهای جنبشی و جابجایی مثبت با قوای محرک تامین شده توسط موتورهای الکتریکی، موتورهای بنزینی و توربین‌ها با توان کاری بین ۵ الی ۲۳۰۰ اسب بخار و ظرفیت ۰٫۱۷ الی ۱۳۶ متر مکعب در دقیقه مورد نظر می‌باشند. پمپ‌های شناور در محدوده ارزیابی لرزه‌ای این نوع تجهیزات قرار نمی‌گیرند.

پ-۳-۳-۳-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی پمپ افقی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۳-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

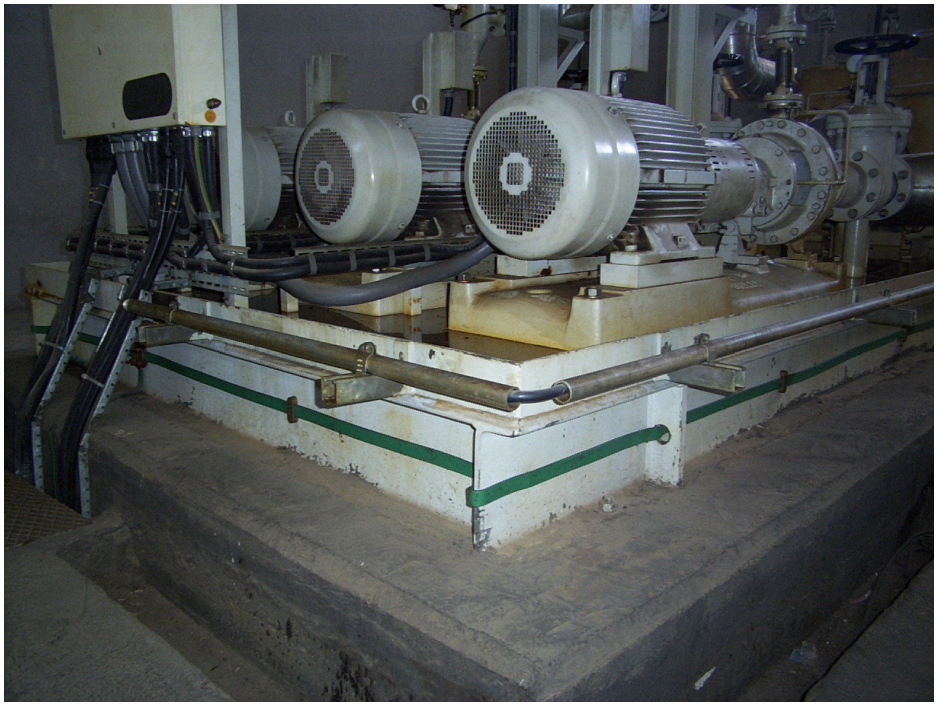
پیش نیاز دوم) محرک[5] و پمپ باید توسط یک تکیه گاه صلب و یا نشیمن مشترک[6] به یکدیگر متصل شوند. رویکرد اصلی در این پیش نیاز آن است که تغییر مکانهای ناهمسان بین پمپ و محرک می‌تواند سبب ایجاد انحراف در محور گردد. چنانچه پمپ و محرک بر روی یک صفحه نشیمن صلب قرار نگیرند، پتانسیل موجود برای به وجود آمدن تغییر مکانهای ناهمسان بین پمپ و محرک باید به صورت ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

پیش نیاز سوم) محور باید در هر دو امتداد عمود بر راستایش قید ضربه‌ای[7] داشته باشد.

پیش نیاز چهارم) شرایطی که در آن پمپ افقی ممکن است تحت تاثیر حرکات لوله‌ها، تغییر مکانهای ناهمسان و بارهای شدید نازل قرار گیرد، باید تا حدودی بررسی گردند. لزوم این پیش‌نیاز در این است که نیروهای شدید وارد شده به نازل‌های پمپ می‌توانند سبب شکستگی نازل پمپ شده و یا به حدی در محفظه پمپ اعوجاج ایجاد کنند که سبب گسیختگی مهار شوند. این نیروها به ندرت به وجود آمده و معمولاً چنانچه طول مهار نشده لوله‌ها بلند بوده و یا شیرهای سنگین در نزدیکی پمپ به لوله‌ها متصل شده باشند، باید امکان وجود آنها و اثرات ناشی از آنها مورد مطالعه قرار گیرد.

پیش نیاز پنجم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای پمپ داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Reciprocating-piston Positive Displacement Pumps
2 Piston Impellers
3 Rotary-screw Positive Displacement Pumps
4 Screw Impeller
5 Driver
6 Common Skid
7 Thrust Restraint



شکل (پ-۵-۱۷): پمپ افقی

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پمپ افقی**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	
وزن :		
توان اسمی موتور(دور در دقیقه):	هد:	دبی:

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی پمپ، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. محرک و پمپ توسط یک تکیه‌گاه صلب و یا نشیمن مشترک به هم متصل شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. شفت در هر دو راستای محوری خود دارای قید ضربه‌ای می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. احتمال اینکه پمپ تحت تاثیر حرکت لوله‌ها و بار شدید نازل‌ها تغییرمکان‌های ناهمسان داشته باشد، وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پمپ افقی**
شرح تجهیز:	

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد .	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پمپ افقی**

شرح تجهیز:

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ	زمان	اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۴- پمپ‌های عمودی[1]

پ-۵-۳-۴-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده پمپ‌های است که در آنها محور محرک پروانه[2] در جهت عمودی نصب می‌شود. نیروی محرک پمپ‌های عمودی توسط یک موتور محرک الکتریکی تامین می‌شود که در راستای عمودی قرار گرفته و بر روی یک قاب تکیه‌گاهی فولادی یا چدنی که به نوبه خود به یک بالشتک تکیه‌گاهی بتنی مهار شده است، نصب می‌شود.

دو نوع از پمپ‌هایی که تجربیات لرزه‌ای در مورد آنها موجود است عبارتند از پمپ‌های چاه عمیق[3] و پمپ‌های گریز از مرکز (سانتریفوژ)[4].

توان موتورها بین ۵ تا ۷۰۰۰ اسب بخار متغیر بوده و دبی جریان بین ۰/۳۶ تا ۶۱ مترمکعب در دقیقه متغیر می‌باشد.

در پمپ‌های توربینی چاه عمیق[5] ، پروانه پمپ به انتهای یک محور محرک طویل عمودی وصل شده که تا زیر صفحه تکیه‌گاهی پمپ نیز امتداد می‌یابد. محور محرک پمپ در درون یک محفظه چدنی یا فولادی نصب می‌شود که تا زیر سطح صفحه تکیه‌گاهی پمپ امتداد می‌یابد.

یکی از انواع پمپ‌های دیپول توربین، پمپ نوع خمره‌ای[6] است. محفظه پوشش دهنده محور محرک پروانه به نوبه خود توسط یک محفظه بیرونی یا توسط خمره احاطه می‌گردد. ورود سیال به پمپ از طریق یک لوله ورودی صورت می‌پذیرد که بر روی یک قاب تکیه‌گاهی در بالای صفحه تکیه‌گاهی پمپ قرار داده می‌شود. وجود خمره سبب ایجاد یک مخزن حلقوی[7] از سیال می‌شود که در بخش تحتانی محفظه درونی به درون پروانه کشیده می‌شود.

توان پمپ‌های دیپول از واحدهایی با چندین اسب بخار تا پمپ‌هایی با توان چندین هزار اسب بخار متغیر است. پوسته‌ها معمولاً طولی بین ۳۰۵ تا ۶۱۰ سانتیمتر را دارا می‌باشند. سنگین‌ترین جزء یک پمپ معمولاً موتور محرک است که وزنی تا چندین تن را دارا می‌باشد.

در پمپ‌های گریز از مرکز تک مرحله‌ای، پروانه در بالای ورق تکیه‌گاهی و دقیقاً در زیر موتور متحرک قرار دارد. پروانه در درون محفظه‌ای قرار می‌گیرد که معمولاً بخشی از قاب تکیه‌گاهی موتور محرک است. در اینجا به جای اینکه سیال از یک چاه یا کان که در زیر صفحه تکیه‌گاهی پمپ قرار دارد به درون پمپ کشیده شود، از یک لوله ورودی که هم محور با محور محرک پروانه است برای ورود سیال استفاده می‌شود. لوله تخلیه، مماس بر محیط محفظه پروانه گریز از مرکز می‌باشد. پمپهای خروج از مرکز کوچکتر در برخی موارد مستقیماً بر روی سیستم لوله‌کشی که به آن سرویس‌دهی می‌کنند، قرار داده می‌شوند.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیز پمپ‌های عمودی دربرگیرنده پمپ، موتور محرک، کنترل‌ها و ابزار دقیق مربوطه که به پمپ متصل شده‌اند و لوله‌کشی‌ها و مجاری (تا محل رسیدن به نخستین تکیه‌گاه در ساختمان و یا سازه مجاور) می‌باشد. پمپ‌های شناور در محدوده ارزیابی لرزه‌ای این نوع تجهیزات قرار نمی‌گیرند.

---

1 Vertical Pumps
2 Impeller Drive Shaft
3 Deep-well Pumps
4 Centrifugal
5 Deep-well Turbine Pumps
6 Can-type Pump
7 Annular Reservoir

پ-۵-۳-۴-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی پمپ عمودی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۴-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) محور و محفظه پروانه، نباید در طولی بیشتر از ۶ متر به صورت طره‌ای در زیر فلنج تکیه‌گاهی پمپ[1] امتداد یابند. در این نوع از پمپ عمودی طره‌ای[2] باید یک یاطاقان شعاعی[3] در بخش تحتانی محفظه برای نگهداری محور پروانه وجود داشته باشد. لزوم این پیش‌نیاز در این است که پمپ‌هایی با طول بیشتر، در هنگام مواجهه با بارهای جانبی شدید، دچار برون محوری و خرابی تکیه‌گاه‌ها شده و در اثر تغییر مکانهای شدید دچار خرابی پروانه می‌شوند. چنانچه طول محور طره‌ای بیش از ۶ متر باشد، می‌توان از روشهای تحلیلی برای ارزیابی پمپ‌های عمودی استفاده کرد. در این ارزیابی، مساله تنش‌های شدید محفظه و محور و همچنین تغییر مکان محور محرک پروانه باید مورد بررسی قرار گیرد.

پیش نیاز سوم) موقعیت‌هایی که در آن پمپ عمودی ممکن است تحت تاثیر حرکات لوله‌ها، تغییر مکانهای ناهمسان و بارهای شدید نازل قرار گیرد، باید تا حدودی بررسی گردند. رویکرد این پیش‌نیاز در این است که نیروهای شدید وارد شده به نازل‌های پمپ می‌توانند سبب شکستگی نازل پمپ شده و یا به حدی در محفظه پمپ اعوجاج ایجاد کنند که سبب گسیختگی مهار شوند. این نیروها به ندرت به وجود آمده و معمولاً چنانچه طول مهار نشده لوله‌ها بلند بوده و یا شیرهای سنگین در نزدیکی پمپ به لوله‌ها متصل شده باشند، باید امکان وجود آنها و اثرات ناشی از آنها مورد مطالعه قرار گیرد.

پیش نیاز چهارم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای پمپ داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۱۸): پمپ عمودی

1 Pump Mounting Flange
2 Cantilever Vertical Pump
3 Radial Bearing

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پمپ عمودی**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	
وزن :		
توان اسمی موتور(دور در دقیقه):	هد:	دبی:

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی پمپ، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. طول طره‌ای شفت و پروانه(در پمپ‌های با تکیه‌گاه شعاعی) در زیر بال نشیمن کمتر از ۶ متر است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. احتمال اینکه پمپ تحت تاثیر حرکت لوله‌ها و بار شدید نازل‌ها تغییرمکان‌های ناهمسان داشته باشد، وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از mm ۶ است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پمپ عمودی**

شرح تجهیز:

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **پمپ عمودی**
شرح تجهیز:	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۵- چیلرها[1]

پ-۵-۳-۵-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیز در برگیرنده واحدهایی است که بر روی نشیمن سوار شده‌اند و متشکل از اجزایی همچون یک کمپرسور، یک کندانسور[2]، یک تبخیر کننده[3] و یک پانل کنترل و ابزار دقیق می‌باشند. چیلرها، آب سرد و یا سرد کننده[4] را برای استفاده داخلی در سیستم‌های کنترل هوا متراکم می‌کنند. این سیستم‌های کنترل هوا، هوای مطلوب را برای فضای کاری تجهیزات و همچنین راحتی پرسنل، تامین می‌کنند.

کمپرسورها خنک‌کننده را به صورت بخار (گاز) از تبخیر کننده بیرون کشیده و با فشار به درون کندانسور می‌رانند. کمپرسور یک واحد چیلر می‌تواند از نوع برون‌مرکزی و یا پیستونی رفت و برگشتی باشد. کندانسورها مبدل‌های حرارتی هستند که خنک‌کننده را از حالت بخار به حالت مایع تبدیل می‌کنند. کندانسورهای چیلرها معمولاً مبدل‌هایی حرارتی از نوع پوسته‌ای و یا لوله‌ای می‌باشند که در آنها خنک-کننده در بخش پوسته‌ای قرار دارد. تبخیر کننده‌ها از مجموعه‌ای از لوله‌ها تشکیل می‌شوند که بر روی آنها خنک‌کننده پاشیده شده و به شکل بخار در می‌آید. این فرآیند عکس عملکرد کندانسور است. لوله‌های تبخیر کننده در دو نوع با سطح صاف و سطح غیر مسطح وجود دارند. از پانلهای کنترل برای نظارت و کنترل محلی عملکرد چیلر استفاده می‌شود. از انواع اجزای موجود می‌توان به سوئیچ‌ها یا گیج‌های سطح سوخت، سوئیچ‌ها یا گیج‌های حرارت، سوئیچ‌ها یا گیج‌های فشار، رله‌های کاهش ولتاژ و کنترل فاز[5] و دژنکتورهای موتور کمپرسور[6] اشاره کرد.

اجزای چیلر با پیکره‌بندی‌های متفاوتی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. معمولاً تبخیر کننده و کندانسور با آرایش ستونی بر روی یکدیگر قرار گرفته و کمپرسور و پانل کنترل در کناره‌ها سوار می‌شوند. از انواع دیگر پیکره‌بندی‌ها می‌توان به آرایش قرارگیری پهلو به پهلو اشاره کرد که در آن کمپرسور معمولاً بر روی کندانسور و تبخیر کننده قرار گرفته و یا اینکه کلیه اجزا به‌صورت پهلو به پهلو در کنار یکدیگر و بر روی نشیمن نصب می‌شوند. معمولاً این اجزاء به صفحه نشیمن فلزی تکیه‌گاهی پیچ شده و این تکیه‌گاه نیز به نوبه خود به یک بالشتک بتنی پیچ و مهار می‌شود. انواع تجهیزات الحاقی به چیلرها عبارتند از لوله‌های هدایت آب خنک‌کننده یا مایع خنک‌کننده به سمت دستگاه، مجاری الکتریکی، و خطوط کنترل و ابزار دقیق. وزن چیلرها حداکثر به ۱۸۱۲۰ کیلوگرم نیز می‌رسد.

طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیز چیلر در برگیرنده اجزایی مانند کمپرسور، کندانسور، تبخیر کننده، پانل کنترل محلی، قاب نگهدارنده، لوله‌های الحاقی، خطوط ابزار دقیق[7] و مجاری است که به یک نشیمن مشترک متصل شده‌اند.

1 Chillers
2 Condenser
3 Evaporator
4 Refrigerant
5 Under Voltage and Phase Relay
6 Compressor Motor Circuit Breaker
7 Instrument Lines

پ-۵-۳-۵-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی چیلر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۵-۱) شرح داده شد بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) در بین مخازن کندانسور و تبخیرکننده، مهاربندی جانبی، باید به نحو مطلوبی ایجاد گردد. علاوه بر آن نیروهای جانبی که در راستای محورهای مخازن وارد می‌شوند نباید در راستای ضعیف خمشی پروفیل‌های فولادی سازنده مهاربندی جانبی اعمال گردند. این بدان دلیل است که در صورت وارد شدن نیروها در راستای ضعیف خمشی پروفیل‌ها، سازه قادر به انتقال نیروهای جانبی لرزه‌ای نخواهد بود. در صورتی که برای ایجاد مهاربندی جانبی در مخزن فوقانی نیاز به اتکا به پروفیل‌ها در راستای محور ضعیف خمشی وجود داشته باشد، کفایت این اجزای فولادی به لحاظ مقاومت و سختی باید به صورت ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

پیش نیاز سوم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای چیلر داشته باشند، باید شناسایی شوند.

شکل (پ-۵-۱۹): چیلرها

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **چیلر**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	
وزن :		

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی چیلر، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. مهاربندی جانبی مخزن کندانسور و تبخیرکننده‌ها برای تحمل بارهای جانبی(غیر از بارهای وارده در راستای ضعیف ورق‌های فولادی) مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **چیلر**

شرح تجهیز:

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند؟	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **چیلر**

شرح تجهیز:

– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۶- کمپرسورهای هوا[1]

پ-۵-۳-۶-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده کمپرسورهای هوای خود ایستا[2] و اجزای الحاقی به آن مانند ورودی‌های هوا[3]، مخازن دریافت هوا[4]، پانل‌های کنترل محلی، مجاری و خطوط تخلیه می‌باشد. کمپرسورهای هوا در حالت کلی به دو دسته پیستونی رفت و برگشتی و پیچی دورانی طبقه‌بندی می‌شوند. این نوع تجهیز دربرگیرنده طیف وسیعی از کمپرسورهای هوا با ابعاد، پیکره‌بندی و کاربری‌های متفاوتی می‌باشند. کمپرسورهای هوا معمولاً از اجزایی همچون موتور محرک الکتریکی، کمپرسور پروانه‌ای یا پیستونی[5]، مخزن دریافت هوا، فیلتر ورودی هوا، پس سرد کننده هوا[6]، رطوبت‌گیر[7]، سیستم روغن‌کاری و پانل کنترل و ابزاردقیق، تشکیل می‌شوند. در کمپرسورهای بزرگ معمولاً از یک سیستم حائل آبی[8] برای خنک کردن پوسته کمپرسور و پس سرد کننده هوا استفاده می‌شود حال آنکه واحدهای کوچکتر معمولاً در اثر جابجایی طبیعی هوا خنک می‌شوند.

کمپرسورهای هوا، فشار عملیاتی[9] مورد نیاز را برای ابزارهای دقیق پنوماتیک[10] و سیستم‌های کنترل، به ویژه برای شیرهای کنترل شونده توسط دیافراگم، تامین می‌کنند. همچنین کمپرسورهای هوا، مخازن دریافت هوای تحت فشار[11] را پشتیبانی می‌کنند.

این مخازن جهت خدمت‌رسانی به سیستم‌های استارتینگ پنوماتیک برای موتور – ژنراتورهای اضطراری به کار می‌روند.

کمپرسورها با آرایش‌های متفاوتی در پیکره‌بندی کلی نوع تجهیزات کمپرسورهای هوا قرار می‌گیرند. در بعضی موارد کمپرسورهای پیچی دورانی و یا پیستونی رفت و برگشتی بر روی مخزن دریافت هوا نصب شده و در بعضی موارد نیز بر روی نشیمن نصب می‌شوند. همچنین کمپرسورهای پیستونی رفت و برگشتی به صورت خود ایستا نیز به کار می‌روند.

ساختار کمپرسورهای پیستونی رفت و برگشتی تا حدود زیادی مشابه موتور اتومبیل است. در این کمپرسورها پیستونها در درون یک سیلندر چدنی قرار گرفته و گاز را متراکم می‌کنند. همچنین یک سیستم زمانبندی شده از شیرها، ورودی و خروجی را کنترل می‌کنند. توان موتورهای محرک از چند اسب بخار تا حدود ۱۰۰ اسب بخار متغیر می‌باشد. عمدتاً کمپرسورهای هوای پیستونی یک یا دو سیلندر دارند ولی ممکن است تعداد سیلندرها بیشتر شود. معمولاً از پوسته میل‌لنگ[12] چدنی به عنوان تکیه‌گاه سیلندرها استفاده می‌شود. پوسته میل‌لنگ به عنوان محفظه‌ای برای میل‌لنگ عمل کرده و میل‌لنگ نیز یا به‌صورت مستقیم توسط یک محور محرک به موتور الکتریکی متصل و یا توسط اتصال تسمه‌ای به آن متصل می‌شود. کمپرسورهای پیستونی رفت و برگشتی کوچکتر عمدتاً بر روی یک مخزن دریافت هوا قرار داده می‌شوند.

در کمپرسورهای پیچی دورانی به جای پیستون رفت و برگشتی از مجموعه‌ای از پیچ‌های حلزونی[13] که معمولاً در درون یک بلوک چدنی قرار داده می‌شوند، استفاده می‌شود. اجزاء و ملحقات کمپرسورهای پیچی دورانی مشابه نوع پیستونی رفت و برگشتی می‌باشند با این

1 Air Compressors
2 Freestanding Air Compressors
3 Air Intakes
4 Air Receiver Tanks
5 Piston or Impeller Driven Compressors
6 Air Aftercooler
7 Moisture Separator
8 Water Jacket
9 Operating Pressure Compressors
10 Pneumatic Instrumentation
11 Pressurized Air Receiver Tanks
12 Crankcase
13 Helical Screws

تفاوت که به سیستم زمانبندی شده شیرهای ورودی و خروجی احتیاجی نیست. در یکی از متداول‌ترین پیکره‌بندی‌ها، چیدمان اجزاء به نحوی است که در آن کمپرسور هوا بر روی مخزن دریافت هوا قرار می‌گیرد. این واحدها معمولاً زیاد بزرگ نیستند و ظرفیت آنها از ۰/۰۳ تا ۳ مترمکعب در دقیقه برای تخلیه هوا متغیر بوده و توان موتور محرک آنها نیز از چندین اسب بخار تا ۳۰ اسب بخار متغیر است. وزن کمپرسورهای پیچی دورانی قرار گرفته بر روی مخزن، از ۹۰ تا ۱۱۵۰ کیلوگرم متغیر می‌باشد.

در بعضی موارد کمپرسورهای پیچی دورانی بر روی نشیمن فولادی نصب می‌شوند. نشمین می‌تواند باز بوده و یا اینکه در درون یک محفظه فولادی قرار گیرد. نشیمن معمولاً از یک قاب فولادی جوشی ساخته شده و کمپرسور، موتور محرک، مخزن دریافت، پانل کنترل و سایر اجزاء به آن جوش می‌شوند. کمپرسورهایی که بر روی نشیمن قرار می‌گیرند ظرفیتی تا حدود ۵۷ مترمکعب در دقیقه داشته و توان موتورهای محرک آنها تا ۳۰۰ اسب بخار است. همچنین وزن این کمپرسورها معمولاً بین ۹۱۰ تا ۳۶۵۰ کیلوگرم است.

کمپرسورهای خود ایستا عمدتاً از نوع پیستونی رفت و برگشتی بوده و دارای یک یا دو سیلندر می‌باشند که به صورت طره‌ای از جعبه میل‌لنگ خارج شده است. جعبه میل‌لنگ به عنوان تکیه‌گاه اصلی برای سایر اجزا عمل کرده و یا بر روی یک پداستال چدنی یا فولادی قرار می‌گیرد. کمپرسورهای خود ایستا بزرگترین نوع از انواع کمپرسورهایی هستند که در تاسیسات به‌کار می‌روند و دارای ظرفیتی تا ۱۱۵ مترمکعب بر دقیقه بوده و توان موتور محرک آنها تا ۱۰۰۰ اسب بخار می‌باشد. وزن این کمپرسورها از ۲۲۵ کیلوگرم در واحدهای کوچک تا حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در واحدهای بزرگ متغیر است.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیز کمپرسورهای هوا دربر گیرنده کمپرسور پیستونی یا پروانه‌ای، موتور محرک، مخزن دریافت هوا، کوئل‌های خنک‌کننده[1] الحاقی و ورودی‌های هوا، خطوط تخلیه هوای الحاقی، خطوط ابزار دقیق و مجاری الحاقی (تا حد رسیدن به نخستین تکیه‌گاه بعدی) می باشد.

پ-۵-۳-۶-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی کمپرسور هوا باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۶-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای کمپرسور داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Cooling Coils

شکل (۵-۲۰): کمپرسورهای هوا

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **کمپرسور هوا**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. آیا مشخصات کلی کمپرسور هوا، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

۲. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

– آیا مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات) بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات				
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **کمپرسور هوا**			
شرح تجهیز:				
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
مراجع:				
اثرات اندرکنش (فصل ۲)				
۱.اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲.تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳.خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴.خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵.آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶.آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷.نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸.آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **کمپرسور هوا**

شرح تجهیز:

– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۷- موتور – ژنراتور [1]

پ-۵-۳-۷-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیز دربرگیرنده موتورها و ژنراتورهایی است که با یکدیگر جفت شده و تشکیل یک مجموعه موتور ژنراتور (مجموعه M-G) را می‌دهند. مجموعه‌های موتور – ژنراتور[2] به لحاظ سازه‌ای و ساختار مشابه پمپ‌های افقی می‌باشند (پمپ‌های افقی از یک موتور الکتریکی که توسط یک محور به پمپ متصل می‌شود تشکیل می‌شوند). موتور – ژنراتورها عموماً از دو موتور تشکیل می‌شوند که توسط یک محور مشترک[3] به یکدیگر متصل شده‌اند. این تجهیزات شامل یک موتور AC یا DC بوده که توسط یک محور محرک مستقیم[4] به یک ژنراتور AC یا DC متصل می‌شود. همچنین برای جلوگیری از نوسانات گذارای[5] موجود در خروجی ژنراتور، از یک چرخ لنگر[6] در یکی از دو انتهای محور برای ذخیره اینرسی دورانی استفاده می‌شود. معمولاً در یک مجموعه موتور- ژنراتور، هم موتور و هم ژنراتور بر روی یک محور محرک مشترک سوار شده[7] و به یک صفحه نشیمن[8] فولادی پیچ می‌شوند. در بعضی موارد مجموعه‌های M-G کوچک، موتور و ژنراتور در درون یک محفظه مشترک قرار می‌گیرند. وزن مجموعه‌های موتور – ژنراتور در محدوده ۲۳ الی ۲۲۷۰ کیلوگرم می‌باشد.

طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیز موتور – ژنراتور دربرگیرنده موتور، چرخ لنگر و مجراهای الحاقی می‌شود.

پ-۵-۳-۷-۲- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

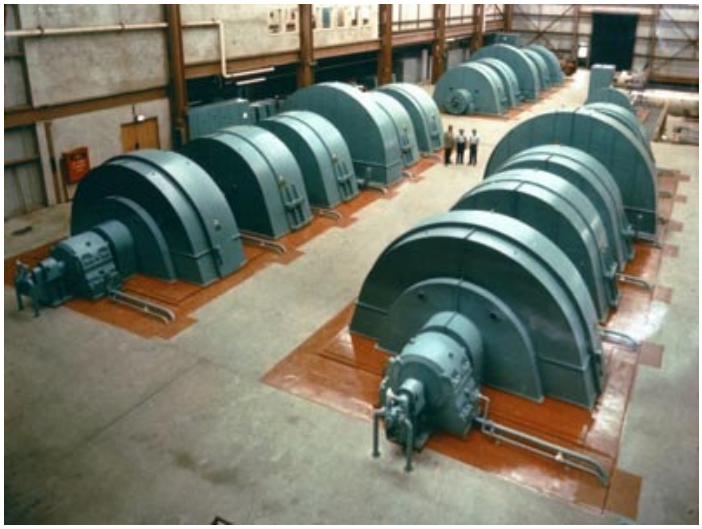
پیش نیاز اول) شرایط عمومی موتور- ژنراتور باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۷-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) محرک اصلی[9] و اجزای متحرک[10] باید توسط یک پایه صلب[11] و یا صفحه نشیمن مشترک[12] به یکدیگر متصل باشند. رویکرد این پیش نیاز در این است که تغییر مکانهای نسبی بین محرک و اجزای متحرک[13] ممکن است موجب درگیر شدن محور[14] شده و یا منجر به سائیدگی بیش از حد تکیه‌گاه[15] شود. در صورتی که صفحه نشیمن صلب موجود نباشد، پتانسیل موجود برای بوجود آمدن تغییر مکانهای نسبی بین محرک اصلی و اجزای متحرک باید به شکل ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

پیش نیاز سوم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول را که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای موتور – ژنراتور داشته باشند، باید شناسایی شوند.

---

1 Motor- generators
2 Motor-generator sets
3 Common shaft
4 Direct Drive Shaft
5 Transient fluctuations
6 Flywheel
7 mounted to a common drive shaft
8 skid
9 main driver
10 driven component
11 rigid base
12 common skid
13 Driven component
14 may bind the shaft
15 Excessive bearing wear



شکل (پ-۵-۲۱): موتور – ژنراتور

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **موتور- ژنراتور**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی موتور-ژنراتور، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. محرک اصلی و اجزای متحرک توسط یک پایه صلب و یا صفحه نشیمن مشترک به هم متصل شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.
(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات) بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **موتور- ژنراتور**

شرح تجهیز:

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **موتور- ژنراتور**

شرح تجهیز:

۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ م.ن ☐

۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد. بله ☐ خیر ☐ م.ن ☐

۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۸- موتور ژنراتورهای احتراقی[1]

پ-۵-۳-۸-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده طیف وسیعی از ابعاد و انواع ژنراتورهایی است که توسط موتور احتراقی پیستونی به حرکت در می‌آیند. این طیف شامل ژنراتورهای محرک توسط توربین نبوده و این ژنراتورها در این بخش مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرند. موتور (احتراقی) – ژنراتورها منابع قدرت اضطراری هستند و در شرایط قطع برق جریان برق متناوب مورد نیاز مجموعه را تامین می‌کنند.

در کاربردهای عمومی، توان ژنراتورها در محدوده ۲۰۰KVA تا ۵۰۰۰KVA می‌باشد. خروجی الکتریکی نیز در ولتاژهای ۴۸۰ ، ۲۴۰۰ و یا ۴۱۶۰ ولت می‌باشد. ژنراتورها عموماً از نوع بالشتک ژنراتور[2] بوده و به همراه آنها یک محرک از نوع یکسوکننده چرخشی[3] و یا نیمه-هادی[4] و منظم کننده ولتاژ[5] نیز وجود دارد. موتورهای احتراقی پیستونی رفت و برگشتی عموماً دیزلی می‌باشند لیکن در مواردی از گاز طبیعی و بنزین نیز استفاده می‌شود. در اغلب موارد، ابعاد موتورهای احتراقی پیستونی بین تراکتور تا لوکوموتیو متغیر بوده و توان هر یک از این دو نیز به ترتیب ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ اسب بخار می‌باشد.

موتور ژنراتورهای احتراقی عموماً متشکل از موتور احتراقی پیستونی و ژنراتور بوده که توسط یک محور مستقیم به یکدیگر متصل شده و بر روی یک نشیمن فلزی مشترک نصب می‌شوند. نشیمن و یا بلوک موتور[6] به عنوان تکیه‌گاه برای تجهیزات الحاقی ثانویه مانند مجاری، لوله‌ها و پانل ابزار دقیق و کنترل محلی، نیز عمل می‌کند.

سیستم موتور ژنراتورهای احتراقی شامل اجزای ثانویه پیرامونی جهت خنک کردن، گرم کردن، استارت زدن و نظارت بر عملکرد و همچنین تامین سوخت، روان کننده و هوا نیز می‌باشد.

اجزای ثانویه پیرامونی در پاره‌ای موارد بر روی نشیمن موتور ژنراتورهای احتراقی سوار شده و یا به آن متصل می‌شوند، حال آنکه در بعضی موارد نیز این شرایط برقرار نمی‌باشد. چنانچه حالت دوم برقرار باشد (اجزای پیرامونی بر روی صفحه نشیمن سوار نمی‌شوند)، این اجزا باید به صورت مستقل مورد ارزیابی قرار گیرند.

پ-۵-۳-۸-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی موتور ژنراتورهای احتراقی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۸-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) اجزای محرک و متحرک باید توسط یک تکیه‌گاه صلب و یا نشیمن مشترک به یکدیگر متصل باشند. هدف از این پیش نیاز این است که تغییر مکانهای نسبی بین محرک و اجزای متحرک ممکن است موجب تحت تنش قرار گرفتن محور شده و یا منجر به سائیدگی بیش از حد تکیه‌گاه شود. در صورتی که نشیمن صلب موجود نباشد، پتانسیل موجود برای بوجود آمدن تغییر مکانهای نسبی بین موتور محرک و اجزای متحرک باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

پیش نیاز سوم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای موتور ژنراتورهای احتراقی داشته باشند، باید شناسایی شوند.

---

1 Engine-generators
2 brushless rotating-field
3 rotating rectifier
4 solid-state
5 Voltage Regulator
6 Engine block

شکل (پ-۵-۲۲): موتور احتراقی – ژنراتورها

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **موتور ژنراتور احتراقی**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این چک‌لیست‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی موتور ژنراتور احتراقی، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. محرک اصلی و اجزای متحرک توسط یک پایه صلب و یا صفحه نشیمن مشترک بهم متصل شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات) بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **موتور ژنراتور احتراقی**

شرح تجهیز:

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از mm ۶ است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱.اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲.تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳.خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴.خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵.آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶.آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **موتور ژنراتور احتراقی**

شرح تجهیز:

۷.نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد. بله ☐ خیر ☐ م.ن ☐

۸.آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱– _____ تاریخ: _____

۲– _____ تاریخ: _____

۳– _____ تاریخ: _____

۴– _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۹- هواسازها[1]

پ-۵-۳-۹-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده محفظه‌های ساخته شده از ورقهای فلزی است که حداقل دارای یک فن و یک مبدل حرارتی می‌باشند. هواسازها برای گرمایش، جذب رطوبت[2] و خنک کردن و توزیع هوا به کار برده می‌شوند.

اجزای اصلی یک هواساز، یک فن و یک کوئل می‌باشند. هواسازهای کوچک با ظرفیت اندک غالباً به نام واحدهای فن – کوئل شناخته می‌شوند. در هواسازهایی که ساختار پیچیده‌تری دارند اجزایی همچون فیلترها، جعبه‌های اختلاط هوا[3] و دریچه‌ها[4] نیز به کار برده می شوند. فن‌ها (که عمدتاً از نوع گریز از مرکزی هستند) جهت انتقال حرارت، هوا را به جریان انداخته و در امتداد کوئل عبور می‌دهند. در یک دستگاه هواساز کوئل نقش مبدل حرارتی را دارد. کوئل‌های خنک‌کننده معمولاً ردیف‌هائی مستطیلی از لوله‌های فین‌دار[5] می‌باشند. فیلترها نیز معمولاً در درون قاب‌های فولادی قرار داده شده‌اند و با جوش شدن آنها به یکدیگر بخشی از یک سیستم مدولار تشکیل می‌شود. جعبه‌های اختلاط به عنوان فضائی برای ترکیب دو جریان هوایی پیش از ترکیب شدن آنها در درون کانال، عمل می‌کنند. دریچه‌ها، پره‌های دورانی هستند که برای کنترل جریان هوا به درون فن و یا به خارج از فن، در ورودی و خروجی هواساز تعبیه می‌شوند.

هوا سازها در حالت کلی به دو دسته کششی[6] و وزشی[7] طبقه‌بندی می‌شوند. در هواسازهای کششی، مبدل حرارتی (کوئل) در بالا دست فن قرار دارد حال آنکه طراحی هواسازهای وزشی به نحوی است که در آن کوئل در پائین دست قرار می‌گیرد. محفظه‌های هواساز از ورقهای فلزی تشکیل می‌شود که به یک سیستم قاب ساخته شده از پروفیل‌های ناودانی یا نبشی، جوش می‌شود. ابعاد محفظه‌ها از ۶۰ سانتی‌متر تا ۳ متر در هر یک از جهات متغیر بوده و وزن آن نیز تا چند هزار کیلوگرم متغیر می‌باشد. اجزای سنگینی مانند فن‌ها و مبدل‌های حرارتی(کوئل‌ها) به یک قاب داخلی پیچ شده و این قاب نیز به چارچوب محفظه جوش می‌شود. فن‌ها با توجه به نوع مبدل، ممکن است در جهت‌های مختلفی قرار گیرند.

هواسازها شامل سیستمی از کانال‌های الحاقی می‌باشند که برای ورود و تخلیه هوا به کار برده می‌شوند. سایر تجهیزات الحاقی به هواسازها عبارتند از لوله‌کشی آب خنک، مجاری الکتریکی و خطوط ابزار دقیق. سیستم‌های تهویه مطبوع مستقل[8] یکی از انواع هواسازها هستند که در آن محفظه فلزی شامل یک واحد خنک کننده کوچک نیز می‌باشد. قابل توجه است که چیلرها به عنوان یک نوع تجهیز جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

پیکره‌بندی هواسازها متفاوت بوده و از انواع واحدهای بزرگ زمینی (قرار گرفته بر روی کف) تا واحدهای معلق سقفی متغیر می‌باشد. طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیز هواسازها دربرگیرنده محفظه ساخته شده از ورقهای فلزی، فن‌ها و موتورها، کوئل‌های مبدل حرارتی، فیلترهای هوا، جعبه‌های اختلاط، دریچه‌ها، کانال‌های الحاقی، خطوط ابزار و مجاری می‌شود.

1 Air Handlers
2 Dehumidifying
3 Air-mixing Boxes
4 Dampers
5 Tubing With Fin
6 Draw-through
7 Blow-through
8 Self-contained Air Conditioning

پ-۵-۳-۹-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی هواساز باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۹-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) علاوه بر کنترل کفایت لرزه‌ای مهار هواساز در پایه‌ها، نحوه اتصال اجزای سنگین داخلی هواساز نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. این بررسی تا حدود زیادی تکیه بر قضاوت مهندسی خواهد داشت. جداسازهای لرزه‌ای داخلی[1] باید بر طبق ضوابط فصل سوم (ارزیابی مهاربندی تجهیزات) کنترل شوند.

پیش نیاز سوم) ایمنی کلیه درها باید توسط یک قفل یا گیره تامین گردد. در هنگام زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی درها شده و اختلالاتی در اجزایی مانند رله‌ها بوجود آورند. رویکرد اصلی این پیش نیاز جلوگیری از این ضربات و خرابی و اختلالات ناشی از آن است.

پیش نیاز چهارم) در صورتی که واحد هواساز دارای یک فن باشد، احتمال وارد شدن اثر اعوجاج شدید در هنگام وقوع زلزله از کانال‌ها به فن، و اثر آن بر روی گریپاژ فن و برون محور شدن آن، باید درنظر گرفته شود. الزام به بررسی اثرات این اعوجاج در شرایطی وجود دارد که طول مهار نشده کانال‌ها در مجاورت واحد هواساز زیاد بوده و یا اینکه کانال‌هایی با سختی زیاد تحت تاثیر حرکات نسبی شدیدی قرار گیرند. چنانچه این شرایط با اهمیت تلقی گردند، ارزیابی ویژه‌ای برای بررسی این مودهای خرابی باید صورت پذیرد.

پیش نیاز پنجم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای هواساز داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Internal Vibration Isolators

شکل (پ-۵-۲۳): هواسازها

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **هواساز**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی هواساز، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. مهار اجزای سنگین داخلی مناسب است و جداگرهای لرزه‌ای برای محدود کردن حرکت جانبی و برکنش دارای قیدهای جانبی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین می‌گردد..	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. امکان انتقال پیچش شدید از کانال‌ها به فن‌های داخلی(که باعث انحراف و گریپاژ آنها شود) وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **هواساز**
شرح تجهیز:	

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **هواساز**

شرح تجهیز:

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

کاربرگ ارزیابی تجهیزات	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **هواساز**
شرح تجهیز:	

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱- _____ تاریخ: _____

۲- _____ تاریخ: _____

۳- _____ تاریخ: _____

۴- _____ تاریخ: _____

پ-۵-۳-۱۰- فن‌ها[1]

پ-۵-۳-۱۰-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربر گیرنده فن‌های خودایستا و فن‌های نصب شده بر روی کانال‌ها[2] می‌باشد. فن‌هایی که به عنوان جزیی از انواع دیگر تجهیزات (مانند هواسازها) به کار می‌روند در همان نوع تجهیز بررسی شده و احتیاج به ارزیابی آنها در این بخش وجود ندارد. دمنده‌های هوا[3] و تخلیه کننده‌ها[4] در طبقه تجهیزات فن قرار داشته و بررسی می‌شوند.

فشارهای نسبی متداول برای فن‌ها از ۱/۵ تا ۱۲ سانتی‌متر آب متغیر می‌باشد. در بعضی از فن‌های گریز از مرکز فشار نسبی تا ۳۰ سانتی‌متر آب می‌تواند متغیر می‌باشد. دبی جریان هوا معمولاً از مقادیری کمتر از ۲۸ مترمکعب در دقیقه تا حدود ۱۴۰۰ مترمکعب در دقیقه متغیر است. توان موتور محرک فن‌ها نیز مقادیری بین ۱ تا ۲۰۰ اسب بخار اختیار می‌کند. وزن متداول فن‌ها با توجه به ظرفیت آن و جزئیات طراحی از ۴۵ الی ۴۵۰ کیلوگرم متغیر است. دو نوع اساسی از فن‌ها که در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرند عبارتند از فن‌های محوری[5] و فن‌های گریز از مرکز.

فن‌های محوری در فشارهای نسبتاً پائین مانند سیستم‌های گرمایش و سرمایش ساختمانی و یا برج‌های خنک‌کننده کارایی دارند. فن‌های جریان محوری (ملخی)[6] و فن‌های پره محوری[7] دو نوع اصلی از انواع فن‌های محوری می‌باشند. فن‌های جریان محوری از دو یا چند پره که بر روی یک محور مرکزی نصب شده‌اند، تشکیل شده و درون یک حلقه باریک به گردش در می‌آیند. فن‌های جریان محوری معمولاً بر روی دیوار یا سقف نصب می‌شوند. فن‌های پره محوری دارای یک چرخ پروانه[8] هستند که دارای چهار تا هشت پره بوده و بر روی یک محور مرکزی در درون یک محفظه استوانه‌ای نصب می‌شوند. فن‌های پره محوری در مقایسه با فن‌های جریان محوری در کاربردهایی با فشار و جریان (دبی) بالاتر به کار برده می‌شوند. فن‌های پره محوری شامل یک مجموعه از پره که قبل و بعد از پروانه موتور نصب می شوند، می‌باشند بطوری که برای افزایش کارایی و بازدهی، خطوط جریان هوا را به نحوی که کمترین مقاومت در برابر آنها ایجاد شود، هدایت می‌کنند.

طراحی برخی از فن‌های محوری به گونه‌ای است که برای ارتقای فشار در آنها از پروانه‌های چندتایی استفاده می‌شود. فن‌های جریان محوری معمولاً در درون کانال استوانه‌ای قرار گرفته و تکیه‌گاه آن توسط دستک‌هائی که از دیواره کانال به سمت مرکز کانال کشیده شده‌اند، تامین می‌شود. موتورهای محرک الکتریکی معمولاً در مجاورت پروانه و در بالا دست آن، در امتداد محور مرکزی کانال قرار داده می‌شوند. پروانه و محور محرک به صورت طره‌ای از موتور خارج می‌شوند. در برخی از انواع دیگر طراحی‌ها، موتور در خارج از کانال قرار می‌گیرد و توسط یک اتصال تسمه‌ای به محور محرک پروانه متصل می‌گردد.

فن‌های گریز از مرکز با توجه به موقعیت قرارگیری پره‌ها به ۳ گروه عمده تقسیم می‌شوند که عبارتند از مارپیچ جلو رونده[9]، شعاعی و بالارونده معکوس[10]. در فن‌های گریز از مرکز خم به جلو، پره‌ها در نوک خود مایل به جهت دوران می‌باشند. این فن‌ها در فشارهای

1 Fans
2 Duct-mounted Fans
3 Blowers
4 Exhauster
5 Axial Fans
6 Propeller Fans
7 Vane-axial Fans
8 Impeller wheel
9 Forward-curved
10 Backward-inclined

استاتیک کم، حجم زیادی از جریان را بوجود می‌آورند. در فن‌های گریز از مرکز با پره شعاعی، پره‌ها بر روی شعاع قرار داشته و در یک انتها به محور دوران خود متصل می شوند. فن‌های مایل به عقب یکی از انواع فن‌های گریز از مرکز می‌باشد و پره‌های آن در نوک، مایل به خلاف جهت دوران می‌باشند.

در فن‌های گریز از مرکز یک کانال ورودی استوانه‌ای که منطبق بر مرکز محور فن می‌باشد و همچنین یک کانال خروجی مربعی که به صورت مماس بر محیط فن قرار دارد، وجود دارند. یکی از انواع فن‌های گریز از مرکز، فن‌های گریز از مرکز لوله‌ای[1] می‌باشند که جهت هوای خروجی را تغییر داده و آن را در جهت محوری، هدایت می‌کنند. همانند فن‌های جریان محوری، در فن‌های گریز از مرکز نیز موتور محرک الکتریکی می‌تواند یا مستقیماً بر روی محور فن و یا در خارج از محفظه فن قرار داشته باشد و توسط تسمه به محور متصل گردد. پروانه و محور محرک در شرایطی که به موتور به صورت طره‌ای وصل شده باشند، در یک نقطه دارای تکیه‌گاه[2] و در شرایطی که تکیه‌گاه محور هم در موتور و هم در تکیه‌گاه انتهایی تامین شده باشد، در دو نقطه دارای تکیه‌گاه[3] خواهند بود.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیز فن‌ها دربرگیرنده پروانه فن و محفظه آن، موتور محرک، کانال‌های الحاقی، لوورهای نصب شده بر روی پره[4] و خطوط ابزار دقیق و مجاری الحاقی می‌باشد.

پ-۵-۳-۱۰-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

پیش نیاز اول) شرایط عمومی فن باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۱۰-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

پیش نیاز دوم) محرک و فن باید توسط یک پایه مشترک به یکدیگر متصل و یا به نحوی نصب شده باشند که تغییر مکانهای ناهمسان محدود گردند. هدف از این پیش نیاز این است که تغییر مکان‌های ناهمسان بین موتور محرک و فن می‌تواند سبب ایجاد برون محوری در محور شود. چنانچه موتور محرک و محور بر روی یک پایه مشترک قرار نگرفته باشند، امکان به وجود آمدن تغییر مکانهای ناهمسان باید به شکل ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

پیش نیاز سوم) در فن‌های محوری که طول محور در بین موتور و فن زیاد است، تکیه‌گاه محور باید هم در فن و هم در موتور تامین گردد. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از به‌وجود آمدن برون محوری در محور است. چنانچه تکیه‌گاه محور در هر دو سر تامین نشده باشد، ارزیابی ویژه‌ای باید صورت پذیرد. تغییر مکانی که در صورت وقوع زلزله در محور ممکن است بوجود آید باید تعیین شده و با تغییر مکان-های مجاز فن (تغییر مکانهای متناظر با حفظ عملکرد) مقایسه شود.

پیش نیاز چهارم) اثرات ناشی از اعوجاج کانال در هنگام وقوع زلزله بر روی فن که می‌توانند منجر به گریپاژ[5] و یا برون محوری فن شوند، باید مورد توجه قرار گیرند. توجه به این اثرات در شرایطی الزامی است که در مجاورت فن، کانال‌هایی با طول زیاد و بدون تکیه‌گاه موجود بوده و یا اینکه کانال‌هایی با صلبیت بالا تحت تاثیر حرکات نسبی شدید تکیه‌گاهها قرار گیرند. چنانچه این شرایط حساس تشخیص داده شوند، ارزیابی ویژه‌ای برای بررسی این مودهای خرابی باید صورت پذیرد.

پیش نیاز پنجم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای فن داشته باشند، باید شناسایی شوند.

---

1 Tubular Centrifugal Fans
2 Single-point Support
3 Two-point Support
4 Mounted Louvers
5 Binding

شکل (پ-۵-۲۴): فن

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **فن**	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن :		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	

پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری

پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.

۱. مشخصات کلی فن، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. موتور محرک و فن بر روی یک پایه مشترک نصب شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. محور در فن و موتور(در فن‌های محوری‌ای که طول محور بین موتور و فن زیاد است) دارای تکیه‌گاه هم در فن و هم در موتور است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. امکان انتقال پیچش شدید از کانال‌ها به فن‌های داخلی(که باعث انحراف و گریپاژ آنها شود) وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۵. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
– مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐

مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

- ☐ مهار انبساطی
- ☐ گل‌میخ و میل‌مهار درجا
- ☐ میل‌مهار قلابدار درجا
- ☐ مهار چسبی
- ☐ مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد
- ☐ مهار سربی
- ☐ انواع دیگر .....
- ☐ موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **فن**
شرح تجهیز:	

۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	
– آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	

مراجع:

اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.	بله ☐	خیر ☐	نامشخص ☐	م.ن ☐
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	بله ☐	خیر ☐		م.ن ☐

کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: **فن**
شرح تجهیز:	

۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد. بله ☐ خیر ☐ م.ن ☐

۸. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ م.ن ☐

– آیا تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐

ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ زمان اعضاء تیم

روش پیشنهادی برای رفع نقص

☐ ترمیم و نگهداری : _____

☐ ارزیابی‌های بیشتر : _____

☐ طرح بهسازی : _____

☐ سایر روش‌ها: _____

☐ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

۱– _____ تاریخ: _____

۲– _____ تاریخ: _____

۳– _____ تاریخ: _____

۴– _____ تاریخ: _____

پیوست ۶

راهنمای طبقه‌بندی سامانه‌های نیروگاه

پ-۶-۱- مقدمه

بر اساس مطالب فصل اول جهت تعیین ترازهای خطر لرزه‌ای در دو سطح عملکردی ایمنی بهره برداری و ایمنی طرح برای ارزیابی لرزه‌ای نیروگاه، اهمیت نسبی سامانه‌های نیروگاه باید مشخص گردد. اهمیت نسبی سامانه‌های داخل نیروگاه با توجه به اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه تعیین می‌گردد.

پ-۶-۲- طبقه بندی سامانه‌های نیروگاه

برای راهنمایی مشاوران و کارفرمایان جهت طبقه‌بندی سامانه‌های نیروگاه، جدولی شامل سامانه‌های اصلی واحد نیروگاه و تعیین نوع بحرانی، غیر بحرانی و عادی سامانه تهیه شده است. این جدول شامل تمامی زیر سامانه‌ها و سامانه‌های نیروگاه نبوده و باید پس از تهیه لیست کامل سامانه‌های نیروگاه توسط مشاور تکمیل گردد.

همچنین مشاور بعد از بررسی های کارشناسی بر حسب مورد و ضرورت می‌تواند در مورد نوع بحرانی، غیر بحرانی و عادی سامانه‌های ذکر شده در جدول زیر اعمال نظر نماید.

سامانه	نوع سامانه	تاسیسات
لوله کشی و شیر آلات	غیر بحرانی	نیروگاه بخاری
کندانسور	بحرانی	
بویلر اصلی	بحرانی	
بویلر کمکی	عادی	
مبدل های حرارتی و هوازدا	بحرانی	
واحد پالایش آب کندانسور	غیر بحرانی	
توربین بخاری	بحرانی	
سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه	عادی	
سیستم ارتباطات	عادی	
ژنراتور و سیستم تحریک	بحرانی	
سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه	عادی	
سیستم تامین و تصفیه آب خام و تولید آب مقطر	غیر بحرانی	
سیستم کنترل و ابزار دقیق	بحرانی	
سیستم خنک کن اصلی	بحرانی	

سامانه	نوع سامانه	تاسیسات
توربین گاز	بحرانی	نیروگاه گازی
سیستم احتراق	بحرانی	
سیستم کنترل و ابزار دقیق	غیر بحرانی	
کمپرسور و سیستم هوای ورودی	بحرانی	
ژنراتور و سیستم تحریک	بحرانی	
سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه	عادی	
سیستم خنک کن کمکی	عادی	
سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه	عادی	
سیستم تامین هوای کنترل	عادی	
سیستم سوخت رسانی	غیر بحرانی	
سیستم ارتباطات	عادی	
سیستم تهویه مطبوع	عادی	
سیستم روغن	غیر بحرانی	
سیستم آتش نشانی	عادی	

سامانه	نوع سامانه	تاسیسات
لوله کشی و شیر آلات	غیر بحرانی	نیروگاه سیکل ترکیبی
کندانسور	بحرانی	
بویلر بازیاب حرارتی	بحرانی	
مبدل های حرارتی و هوازدا	بحرانی	
واحد پالایش آب کندانسور	غیر بحرانی	
توربین بخاری	بحرانی	
سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه	عادی	
سیستم ارتباطات	عادی	
ژنراتور و سیستم تحریک	بحرانی	
سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه	عادی	
سیستم تامین و تصفیه آب خام و تولید آب مقطر	غیر بحرانی	
سیستم کنترل و ابزار دقیق	بحرانی	
سیستم خنک کن اصلی	بحرانی	
توربین گاز	بحرانی	
سیستم احتراق	بحرانی	
سیستم کنترل و ابزار دقیق	بحرانی	
کمپرسور و سیستم هوای ورودی	بحرانی	
ژنراتور و سیستم تحریک	بحرانی	

سامانه	نوع سامانه	تاسیسات
سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه	عادی	نیروگاه سیکل ترکیبی
سیستم خنک کن کمکی	عادی	
سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه	عادی	
سیستم تامین هوای کنترل	عادی	
سیستم سوخت رسانی	غیر بحرانی	
سیستم ارتباطات	عادی	
سیستم تهویه مطبوع	عادی	
سیستم روغن	غیر بحرانی	
سیستم آتش نشانی	عادی	
سیستم کنترل دریچه دمپر	غیر بحرانی	
گیوتین دمپر	غیر بحرانی	
کانال دود ورودی	غیر بحرانی	
دایورتر دمپر	غیر بحرانی	

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
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

Instruction for Seismic Evaluation Procedures for Power plants Facilities

NO: 512

Office of Deputy for Strategic Supervision
Bureau of Technical Execution System
http://tec.mporg.ir

این نشریه

با عنوان « دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای

تاسیسات نیروگاه» به منظور ارایه روشهایی

برای ارزیابی لرزه ای تاسیسات نیروگاه‌ها

تدوین شده است. مطابق دستورالعمل حاضر

ارزیابی آسیب‌پذیری تاسیسات نیروگاهها با دو

رویکرد "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی"

صورت می‌پذیرد.