دیدگاه مقاوم سازی در پدافند غیرعامل

ایمان الیاسیان،کارشناس ارشد سازه، مهندسین مشاور

Iman.elyasian@Gmail.com

چکیده

سرزمین ایران به دلیل موقعیت ممتاز استراتژیکی و برخورداری از منابع طبیعی خدادای سرشار،همواره در معرض تهدیدهای خارجی قرارداشته است لزوم شناخت تهدیدات و نحوه مقابله با آنها چون حملات تروریستی و انتهاری، بمب و موشک واز راه دورو انفجارهای سطحی بر مهندسان سازه و زلزله الزامی است در این نوشتار به آشنایی با مجموعه اقداماتی که از آثار زیانهای دشمن بدون درگیری فیزیکی و یا استفاده از جنگ افزار و حمله به آن(پدافند غیرعامل) و نحوه استحکام بخشی و مقاوم سازی سازه در برابر امواج دینامیکی و حرارتی انفجار و به تبع آسیبهای غیر مستقیم چون آتش سوزی می پردازیم لذا استفاده از پناهگاه و سازه های ناجی در مبحث پدافند غیرعامل حائز اهمیت است.

کلمات کلیدی:بارگذاری انفجاری، شبیه سازی Mont Carlo، فشار انعکاسی، پدافند غیرعامل، مقاوم سازی

انواع بمب

۱- بمب های تخریبی ۲- بمب های آتش زا ۳-بمب های غیر متعارف و پیشرفته

مشخصات فنی بمب ها از قبییل شعاع تخریب موثر، عمق نفوذ، مقدار بارهای دینامیکی و حرارتی وارد بر سطح بر حسب فاصله از نقطه انفجارو . . . متفاوت می باشد.

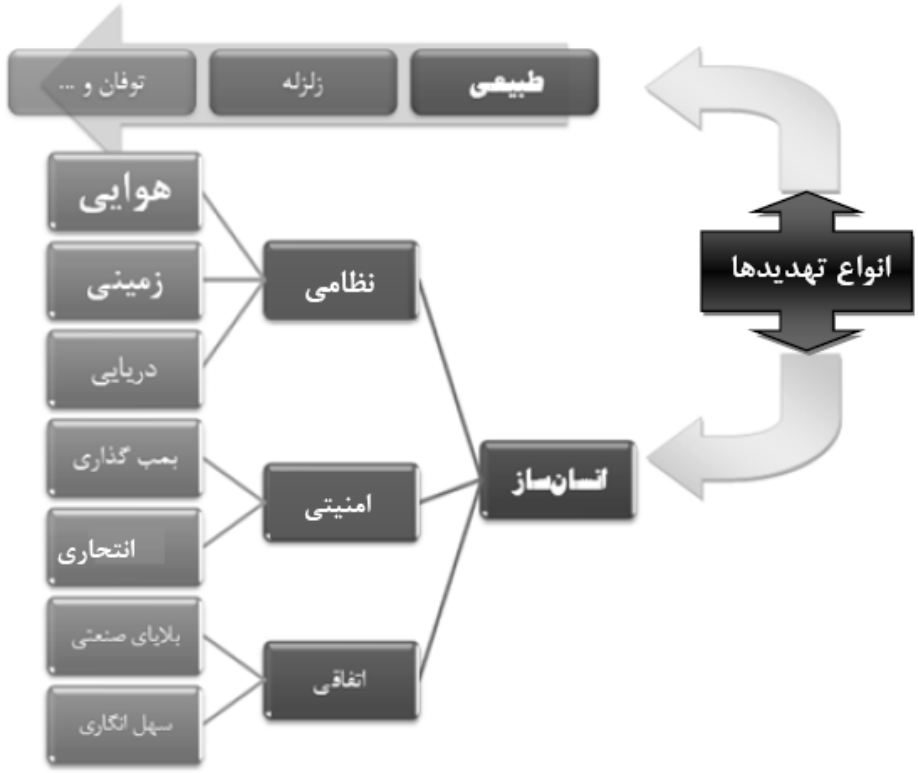
انواع انفجار

۱- انفجار هوایی ۲- انفجار سطحی ۳- انفجار زیر سطحی

مراحل انفجار

۱- آزاد شدن شدید و ناگهانی انرژی ۲-پرتاب ترکشهای اولیه ۳-انتشار موج انفجار به صورت شعاعی ۴- برخورد به مانع و رسیدن مقدار فشار به اوج ۵-پرتاب ترکشهای ثانویه ۶-بازتابش موج تقویت شده ۷-

کاهش فشار اوج به فشارمحیطی ۸-سقوط فشار به پایین تر از فشار محیطی قبل از انفجار ۹-بازگشت فشار به فشار محیطی



تقسیم بندی تهدیدات

هنگامی که یک ماده منفجره می ترکد، تقریباً بلافاصله پس از ترکانش به یک گاز که دارای حرارت و فشار خیلی زیاد است، تبدیل می گردد سپس تحت فشار حاصل از این گازها محفظه بمب منبسط شده و متعاقباً به قطعات متعددی خرد می شود، هوای پیرامون محفظه فشرده شده ویک موج لرزش آنی به درون آن پراکنده و منتقل می شود. شوک اولیه حاصل از انفجار یک ماده منفجره قوی دارای فشار معادل ۲۰۰ کیلوباروحرارتی معادل ۵۰۰۰ درجه سانتیگراد هستند، قطعات ترکش ها با شتاب زیاد درفضا منتشر می شوند. انتشار ترکش ها،امواج دینامیکی و امواج حرارتی از نقطه شروع انفجار در تمام جهت ها و با الگوی نیمکروی صورت می گیرد و در تعیین نحوه انتشار ترکشها ، تعداد،وزن وجهت پراکندگی آنها نقش زیادی دارد که آن نیز خود، تابع چگونگی از هم پاشیده

شدن محفظه بمب است. در مرحله بعد از انتشار، انکسار امواج به محض برخورد با موانع سخت بر اقر افزایش سریع فشار موج انفجار رخ می دهد. طرانجام پس از آن انعکاس امواج انفجار بروز می نماید، اگر موج انفجار به دیوار ضخیمی که عمود بر مسیر موج است برسد،منعکس می گردد. فشارهای حاصل از این انعکاس بیش از دو برابر فشار اوج اولیه خواهد بود.

آثار امواج

آثار ناشی از عمل یک سیستم انفجاری به دسته تقسیم می شود

الف) آثار مستقیم شامل انتشار ترکش ها،انتشار امواج دینامیکی و انتشار امواج حرارتی

ب) آثار غیر مستقیم شامل بروز آتش سوزی،ریزش آوار و قطع خطوط ارتباطی،شکست وپرتاب شیشه ها و مانند آن

ترکشهای اولیه مشتمل بر قطعات از هم پاشیده محفظه سیستم انفجاری و ترکشهای ثانویه شامل کلیه مواد وعناصر تحت تأثیر برخورد ترکشهای اولیه یا امواج کوبشی می باشد و اثر ترکشها حاصل از انفجار تابع شکل،وزن، سرعت اولیه ترکش از سویی فاصله از نقطه انفجار،موقعیت،جهت و فرم سازه از سوی دیگر است.

امواج دینامیکی: به محض بروز انفجار، یک موج کوبشی همراه با جبهه فشار کوبشی از نقطه انفجار به صورت شعاعی به اطاف انتشار می یابد، شدت این انفجار با افزایش فاصله و گذشت زمان کاهش می یابد، مقدار بارهای انفجاری و نحوه تغذی] فشارهای حاصل برروی مانع تابع خاص سیستم انفجاری (جنس،وزن، مقدار انرژی آزاد شده)، موقعیت مقطه انفجار نسبت به مانع، مقدار تقویت فشار بر اثر تداخل با زمین یا مانع سازه هایی که در فاصله کمی از نقطه انفجار قرار گرفته باشند،نحت تأثیر نیروهای دینامیکی وارد شده، به سمت خارج خم می شوند وسپس بر اثر مکش ایجاد شده به طرف مقابل بر می گردند و در نتیجه ترکهایی در آنها ایجاد می شود که موجب ریزش آنها به درون فشای باز پیرامونی می گردد. نوع و میزان ریزش آوارهای ساختمانی به درون فضای پیرامونی، تابع عوامل زیادی است که عمدتاً به ایستایی و فرم سازه بستگی دارند،ساختمانهای بلند و کم عرض معمولاً در جهت عرضی ترک می خورند در صورتی که در ساختمانهای مکعبی شکل،ترکها مورب خواهند بود.

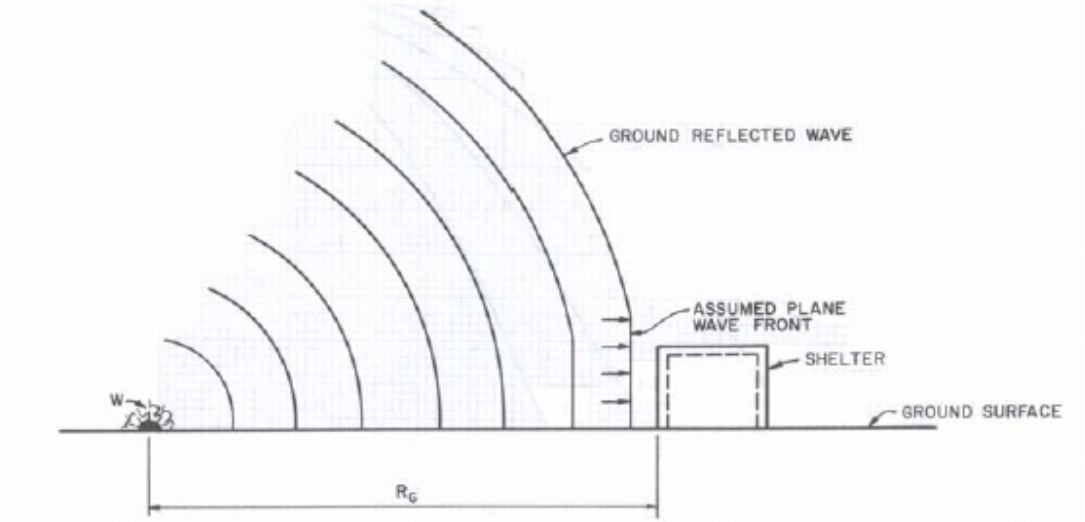


Illustration of an Unconfined Surface Burst (Department of the Army, 1990)

امواج حرارتی:در نتیجه تغییر ناگهانی فشار در لحظه انفجار،انرژی حرارتی زیادی آزا د می شود که مقدار آن تابع ویژگی های سیستم انفجاری است. شعاع اثر امواج حرارتی به مراتب محدودتر از امواج دینامیکی است.

تمام سطوح و عناصری که تحت تابش بارهای حرارتی قرار می گیرند بر حسب قابلیت اشتعال،به درجات مختلف، دچار سوختگی،حریق و حتی انفجارهای زنجیره ای می گردند.

در مراحل مختلف انفجار، انواع آسیب و دامنه آسِب پذیری متفاوت است ، در مرحله آزاد شدن و انتشار انرژی انفجاری ، شدت تخریب ، تابع اندازه فاصله از نقطه شروع انفجار و نیز ابعاد و جهت استقرار مانع در برابر مسیر انتشار نیروهای انفجاری است.به طوری که به تناسب افزایش فاصله از نقطه ظروع انفجار،شدت تخریب نیز کاهش می یابد . بدین ترتیب ، در فواصل کم از نقطه شروع انفجار، بدون وجود مانع استحکام در برابر نیروهای انفجاری محافظت از افراد و اشیا امکانپذیر نیست، همچنین ابعاد طول و ارتفاع مانع ونیز زاویه بین مسیر انتشار نیروهای انفجاری با سطح مانع، در افزایش میزان تخریب موثرند. در مرحله پرتاب ترکشها ، شعاع تأثیر انتشار ترکش های حاصل از انفجار به مراتب بزرگتر از شعاع تأثیر دیگر نیروهای انفجاری، همچون امواج دینامیکی و حرارتی است. در مرحله برخورد به مانع و رسیدن مقدار فشار به اوج ، شدت تخریب تابع مدت زمان تماس مستقیم امواج انفجار با مانع است. در مرحله بازتابش، موج تقویت شده و بر نیروی تخریبی آن افزوده می شود، ولی شعاع تحت تأثیر این موج تقویت شده بسیار کم و عمدتاً در مجاورت با سطح بازتابنده است. در مرحله کاهش فشار اوج به فشار محیطی، به دلیل آنکخ طول مدت این

مرحله بسیار کوتاه و در حد هزارم ثانیه است،انتظار صدمات محسوسی نمی رود و هر گونه تخریب احتمالی تحت تأثیر ضربات حاصل از سقوط آزاد ترکشهای ثانویه خواهد بود.

در مرحله سقوط فشار به پایین تر از فشار محیطی قبل از انفجار(مکش)، نیروی مکش نقش مکمل را در تخریب فیزیکی ایفا می کند، وقتی مانع در برابرکوبش مقاومت می نماید، مکش نیرویی در جهت عکس کوبش و با شدت زیاد(اما کمتر از نیروی موبش) بر حجم مانع وارد نموده وآن را به سمت بیرون می کشد که ممکن است موجب تخریب کامل تانسبی شود.

مکانیزمهای اصلی تخریب و آسیبهای ناشی از انفجارهای متعارف

۱- ترکانش : در نتیجه آزاد شدن فشارهای بسیار نیرومند دینامیکی حاصل انفجار رخ می دهد

۲- پخش قطعات و ترکشها: آسیب به اهداف نرم از جمله افراد پیاده و وسایهٔ نقلیه

۳-ایجاد حفره: در نتیجه انفجار بمبهای دارای سیستم فیوز تأخیری وبرای قطع کامل خطوط ارتباطی و تجهیزات سطحی رخ می دهد

۴- نفوذ : به منظور تخریب سازه یک هدف مستحکم می باشد، بمب پس از آنکه مسافتی به درون هدف نفوذ نمود منفجر می گردد.

۵- ایجاد آتش سوزی در درون اهداف اضاعال پذیر

عوامل موثر در مکانیزمهای اصلی تخریب

۱- ساختمان وسازه هدف ۲- موقعیت مکانی هدف نسبت به نقطه شروع انفجار ۳- الگوی آثار تخریبی کلاهک جنگی ۴- نوع مطلوب تخریب ۵- مسطح ودرجه تخریب

آسیبهای وارد به ۲ دسته سازه ای مشتمل بر تخریب ابنیه ،تأسیسات وزیربناها به درجات مختلف و و قوع آتش سوزیهای محدودو آسیبهای ثانویه وغیر سازه ای مشتمل بر صدمات انسانی(جانی،روانی و اجتماعی)،محیطی و بهداشتی وبیولوژیکی،نارسایی غذایی، دارویی و پزشکی از جمله گسترش آتش سوزیهای اولیه بر اثر وفوع انفجارهای زنجیره ای ، وزش باد،تراکم زیاد ساختمانی تقسیم می شوند.

آسیبها را به طور کلی می توان به ۱- تخریب جزیی و کلی ابنیه وتأسیسات و یا پرتاب قطعات عناصر سازه ای به درون فضای باز۲-آسیبهای تجهیزاتی بخصوص به تأسیسات زیر بنایی همچون تجهیزات آب،برق،گاز و

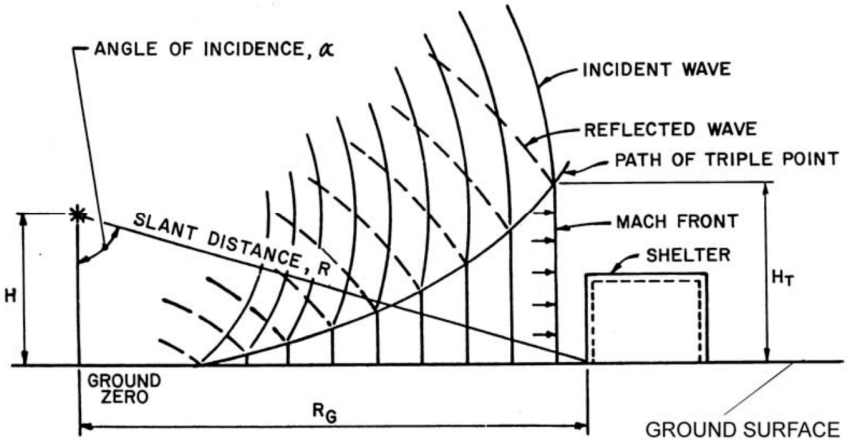
تلفن و تجهیزات حفاظتی ۳-آتش سوزی و گسترش آن بر اثر تراکم زیاد ساختمانها، کمبود فضای باز،وضع نامظلوب استقرار عناصر کالبدی ،همجواری نامطلوب کاربری ها ، وجود عوامل اشتغال زا ۴- آسیبهای غیر سازه ای تقسیم کرد

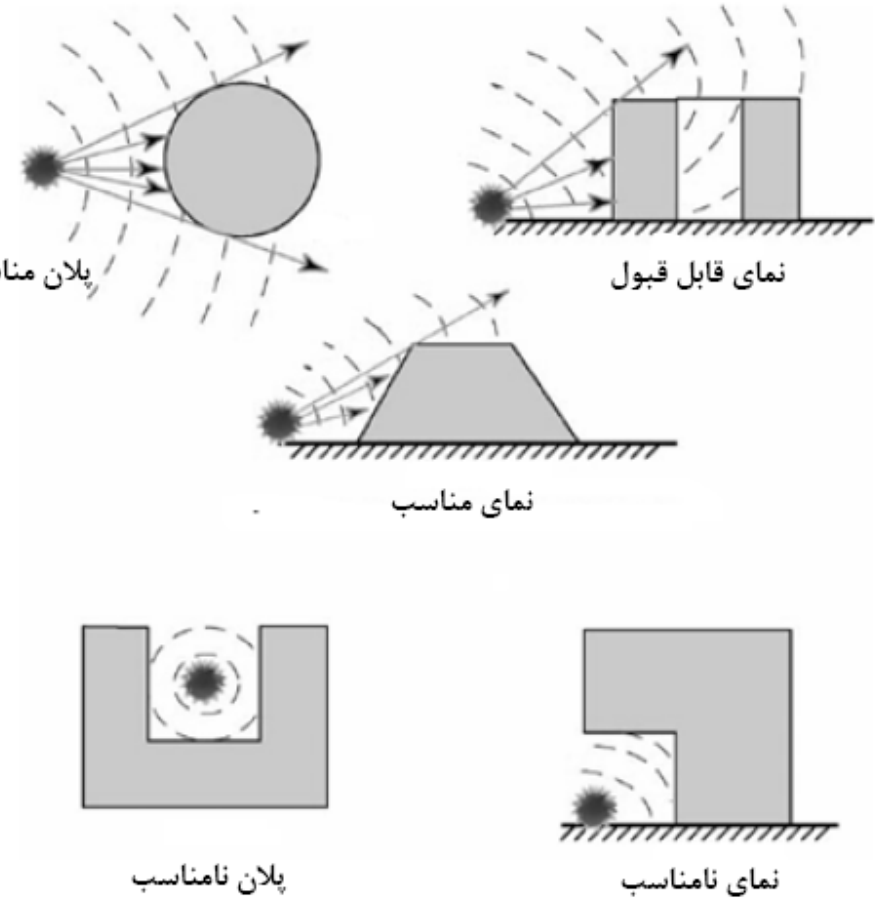
اصول طراحی و تجهیز فضای باز به منظور پدافند غیر عامل

۱-لایه بندی فضا) الف- نحوه ترکیب توده و فضا ب- سازماندهی فضایی توده ج- فرم و مصالح اجزا و عناصر محیط(فرمهای گرد و محدب با اشتن خصوصیات آئرودینامیکی مناسب در برابر هرگونه موج و پایداری زیاد دارد و به راحتی امواج را از خود منحرف ساخته و فرصت وارد شدن نیروی آنها را به توده خود نمی دهندو صدمات ناشی از انفجار به حداقل می رسانند. ۲- پوشش سراسری ۳- محافشت پویا (الف- انعطاف پذیری ب- تنوع ج-کارایی) ۴- خودکفایی نسبی۵- کمترین آسیب پذیری ۶- سایر عوامل تشدید کننده آسیب

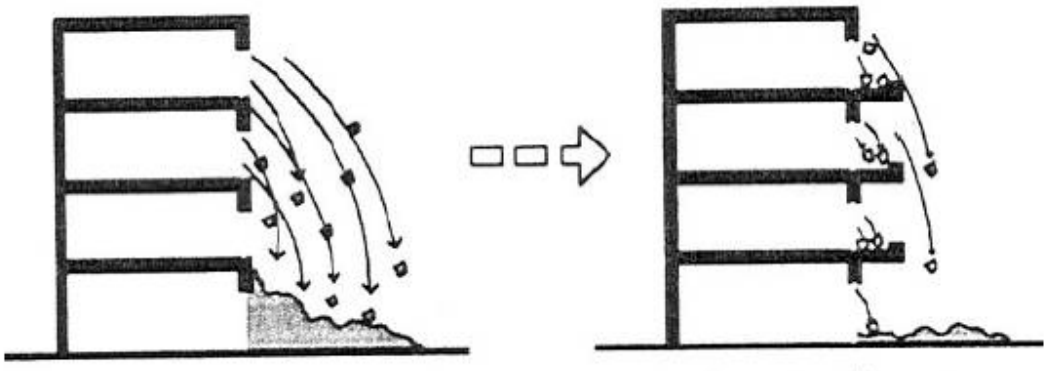
نحوه ترکیب توده وفضا: ۱- سازماندهی خطی ۲- سازماندهی شبکه ای ۳- سازماندهی توده ای و مرکزی

فقدان هرگونه درز انقطاع در امتداد طولی ردیفی ساختمانها مئجب افزایش خسارت و تلفات احتمالی حاصل از انفجار می شود در حالی که وجود درزهای انبساط و یا انقطاع های کافی بین ردیف ساختمانها نتیجه کاملاً متفاوتی به دنبال خواهند داشت. لبه هاب تیز و کنجهای تند عتاصر مستقر در محی باشند، سطوح آسیب زا مشتمل بر سطوح سست و شکننده در نمت و جدار خارجی ساختمانها، کفسازی های لغزنده، ناهموار و دارای بافت سخت و آسیب زا در معابر می گردند.

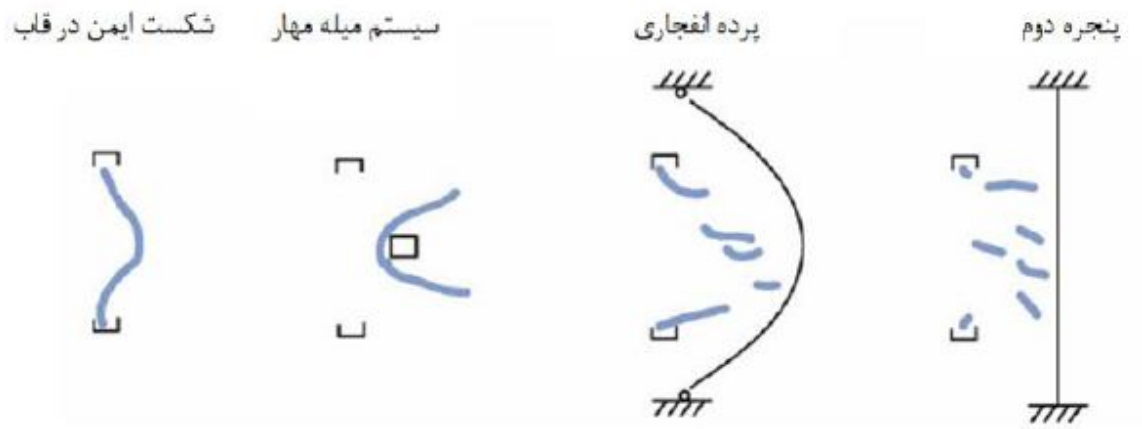




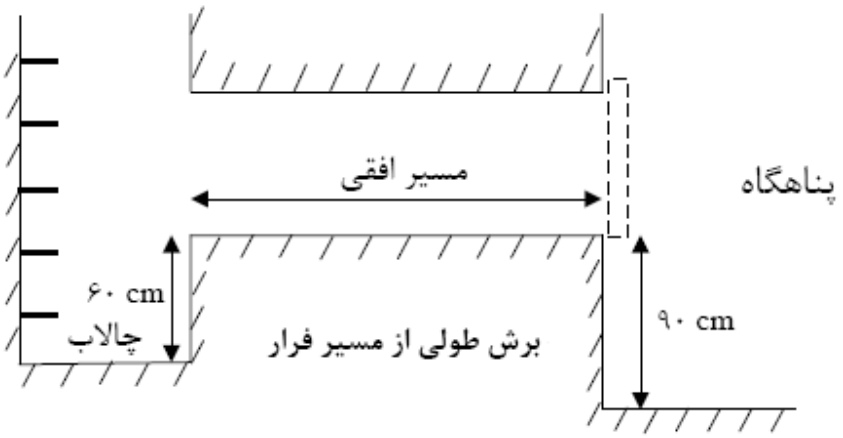
تأثیر شکل ساختمان در پلان و نما در برابر موج انفجار

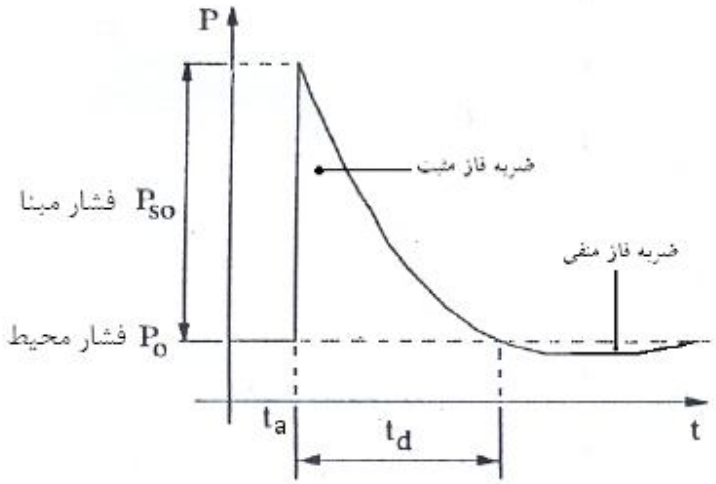


طراحی بالکن یا تراس به منظور ممانعت از پرتاب خرده شیشه ها به فضاهای بیرونی

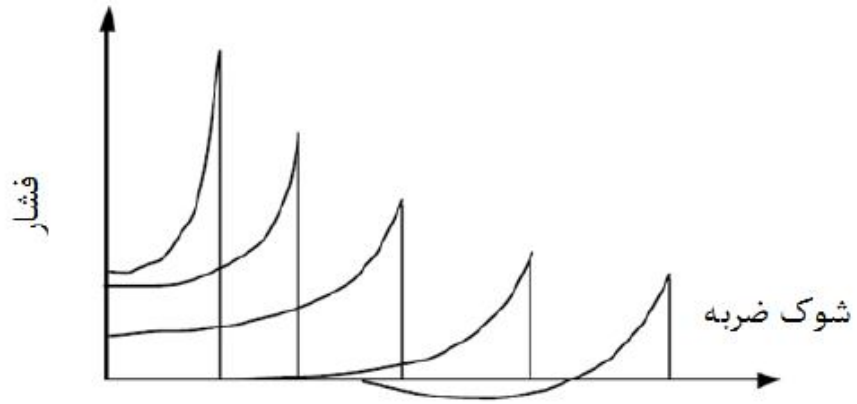


سیستم‌های شیشه چند لایه و حالت‌های شکست

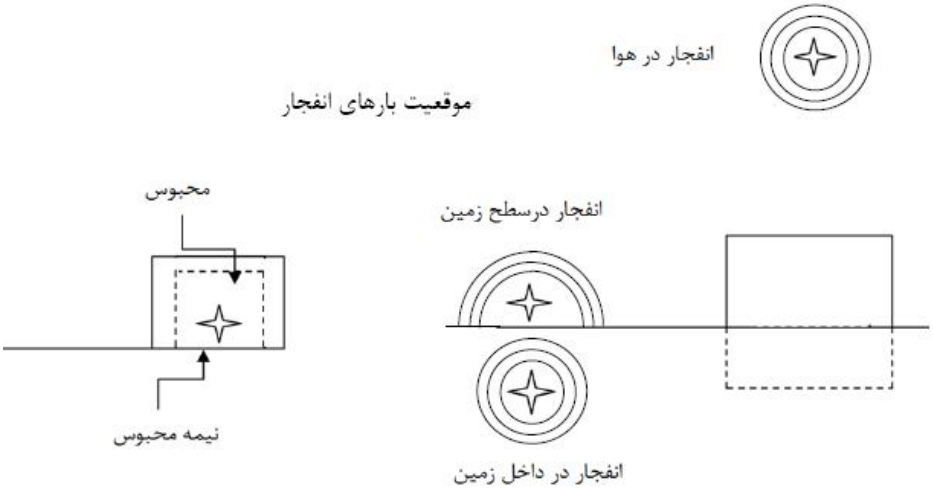




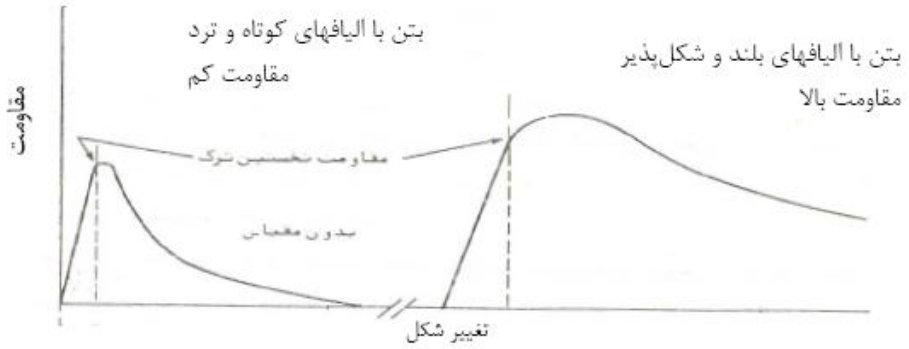
موج ضربه



-افت فشار نسبت به فاصله از محل انفجار



الف: انفجار خارجی **ب: انفجار داخلی**

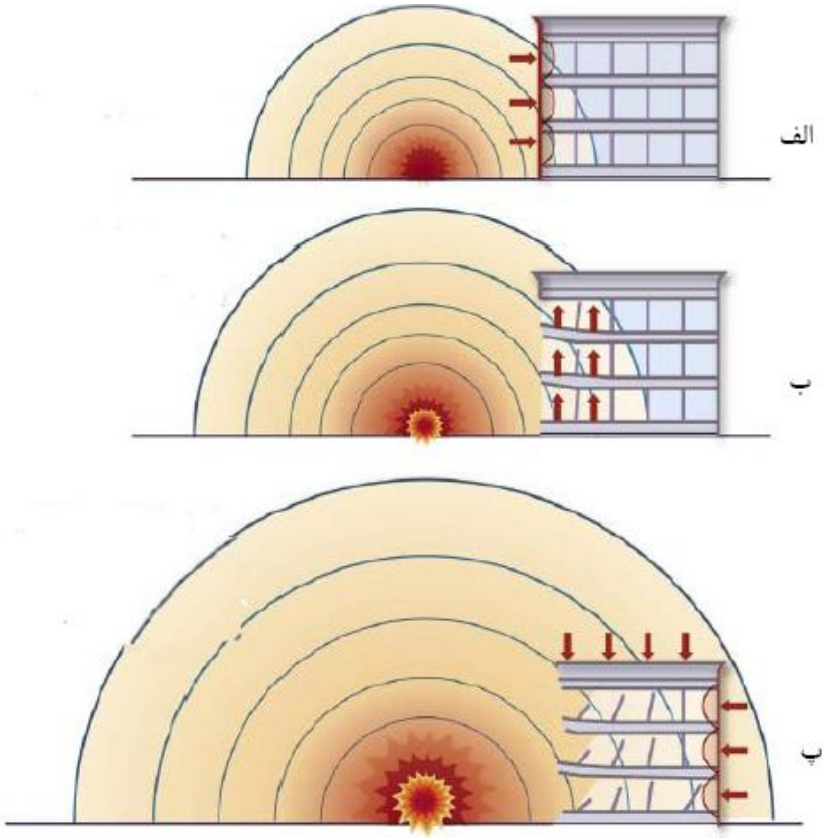


- تأثیر الیاف‌های مختلف در شکل‌پذیری بتن

۱ -ایزوتروپ بودن آن نسبت به سازه بتن معمولی

۲ -ضربه پذیری و قدرت انعطاف در مقابل نیروهای انفجاری و توان باربری بعد از ترک خوردگی

۳ -کاهش نفوذ پوسته و ترکش‌ها

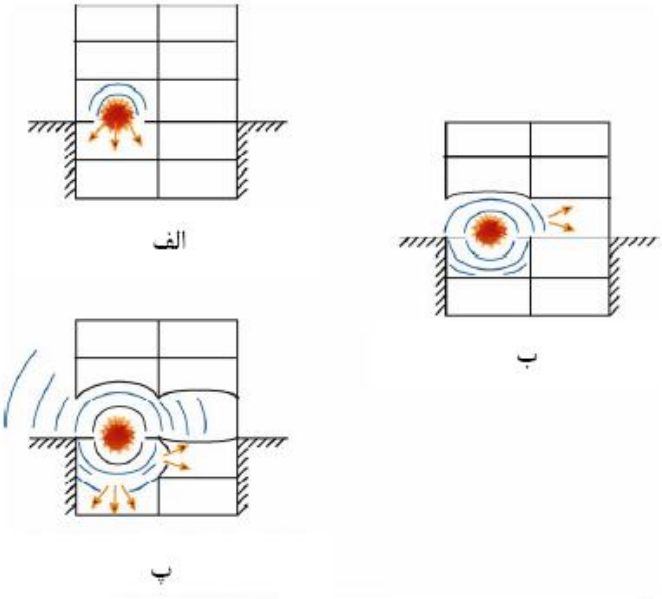


الف- موج انفجاری پنجره‌ها را می‌شکند. دیوارهای خارجی فرو می‌ریزند. ممکن است ستون‌ها دچار آسیب شوند.

ب- موج انفجاری کف‌ها را به سمت بالا می‌راند و باعث تخریب آنها و افزایش طول مؤثر ستون‌ها شود.

پ- موج انفجاری سازه را احاطه می‌کند. باعث فشار رو به پایین به کف‌ها می‌شود. فشار رو به داخل در هر جهتی از ساختمان ایجاد می‌شود.

جعبه بتنی‌پیش‌ساخته پناهگاهی

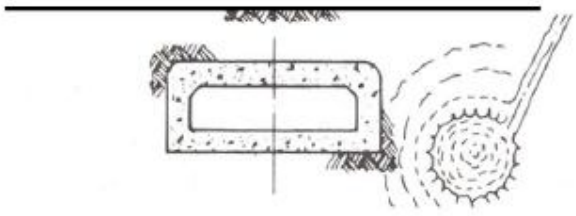


الف- ایجاد شکاف موضعی در کف

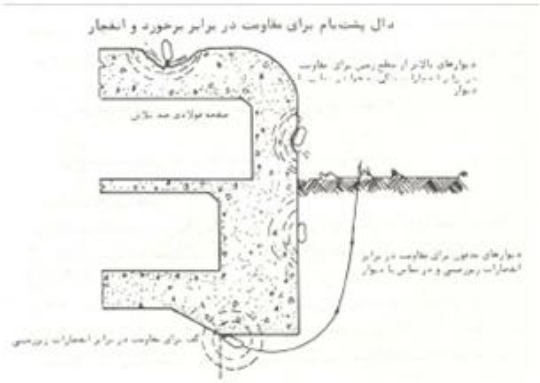
ب - نیروی بالابرنده سقف‌ها ، شکست دیوارها و پنجره

پ - خروج انفجار به بیرون، آسیب و احتمال شکست طبقات و دیوارها در سطوح بالا و پایین

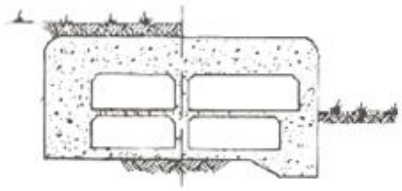
نمایی از دوره‌های مختلف آسیب ساختمانی در اثر انفجار در داخل سازه



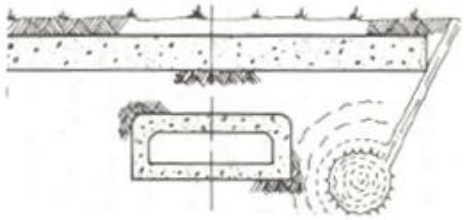
سازه مدفون



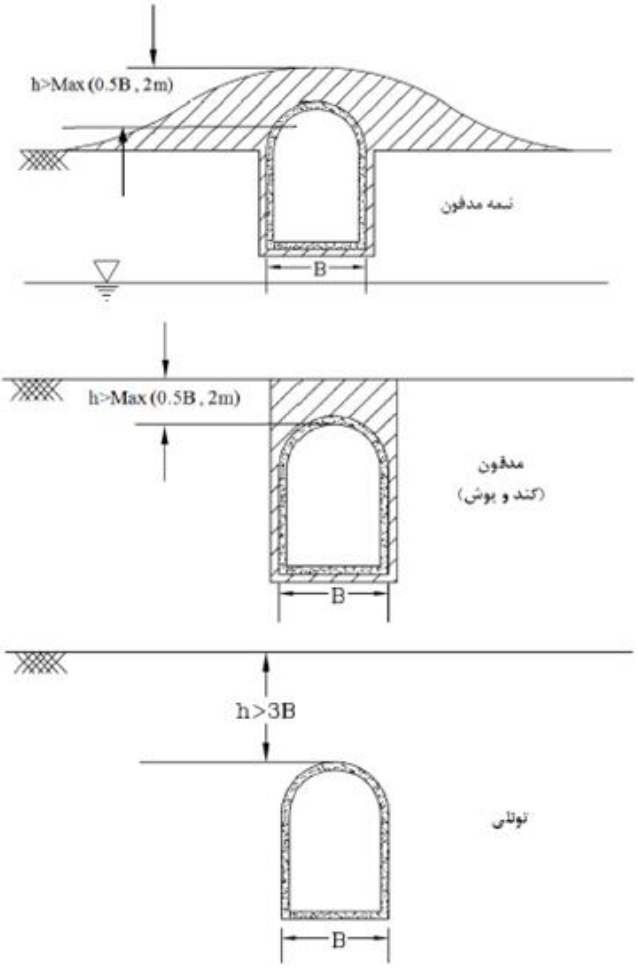
سازه نیمه مدفون قائم



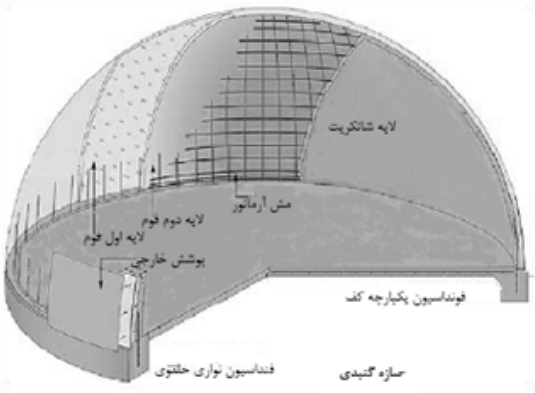
سازه نیمه مدفون افقی



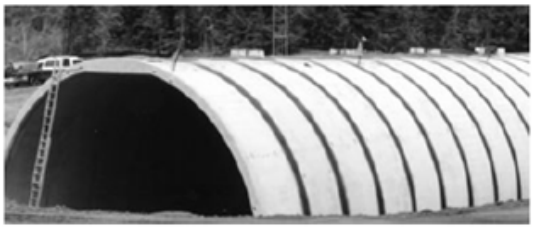
سازه مدفون مناسب در برابر نفوذ



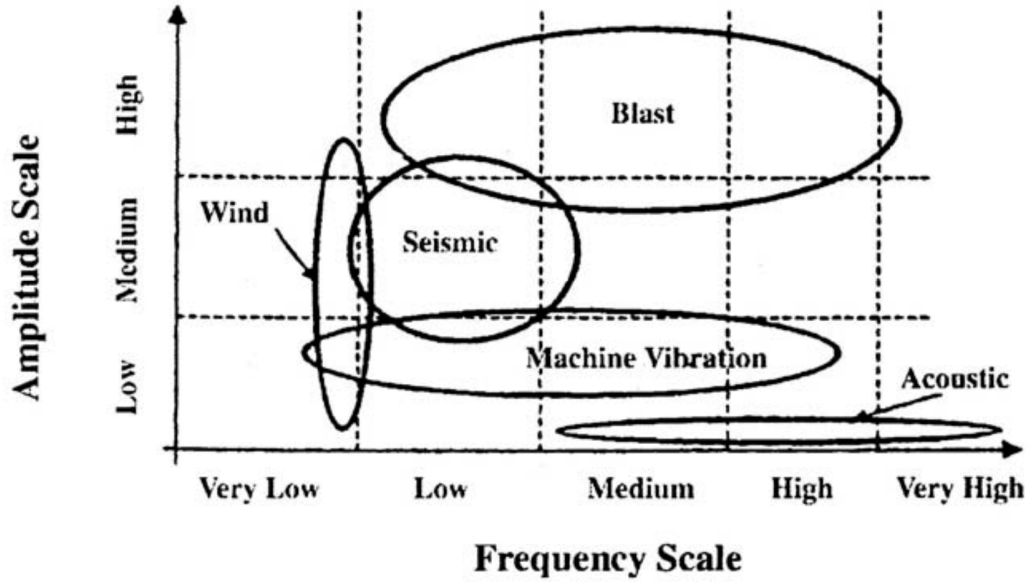
روش‌های اجرای پناهگاه



سازه گنبدی



سازه قوسی



بروز نرخ شدید کرنش در بتن:

سازه های بتنی که به منظور مقاومت در برابر انفجار و یا زلزله، ساخته می شوند باید توانایی آنرا داشته باشند که در مقابله نرخ شدید کرنش تا یک هزارم توان پاسخگو باشند. در این نرخ های بالا، پارامترهای مقاومتی در بتن به مقدار بسیار زیادی افزایش می‌یابد. به عنوان مثال نسبت مقاومت دینامیکی، به استاتیکی، در بارگذاری زلزله یا انفجاری بیش از ۲ برابر، می گردد

تعیین حساسیت سازه نسبت به موج زلزله و انفجار

شاخصه اول که در راستای مقاوم سازی ساختمان مدفون و سطحی در مقابله با موج و قدرت تخریب آن اهمیت دارد مشخص نمودن تهدیدات و آسیب هایی است که در اثر زلزله و یا انفجار، رخ می دهد. موارد بروز خطر عموما می تواند شامل خسارت به تاسیسات امنیتی، حفاظتی، انواع تجهیزات پروازی و انسانی باشد.

لذا هدف از طراحی و اجرای مقاوم سازی زلزله ای یا انفجاری در سازه ها، بیشتر به تاخیر انداختن و کاهش دادن خسارت های وارده و جذب زمان جهت انجام خدمات امدادرسانی، تعمیرات،جایگزینی قطعات تخریب شده و شروع به کار سیستم می باشد.

هنگامی که سازه های مقاوم تحت اثر انفجار قرار می گیرد، ممکن است موج انفجار سبب بروز خرابیهای دیگری در اجزائ غیر سازه‌ای شده و مواردی نظیر خرد شدن شیشه ها، پرتاب اشیاء به فضا و بروز آتش سوزی رخ دهد. در

تمامی این موارد لازم است که خسارت های وارده کاهش یابد. حتی الامکان در سازه های مدفون با افزایش قابلیت پایداری و کنترل جابجایی سازه اصلی، این امر محقق گردد. در این رابطه پیشنهاد می‌گردد با توسعهٔ شمع های مایل پایداری سازه، برآورده گردد.

ایجاد تعادل بین هزینه های مقاوم سازی و اهمیت سازه منجر به استفاده از المانهای ثانویه ای شده است که شانس پایداری یک سازه را در مقابل، بروز زلزله و یا انفجارات ناشی از حملات راکت و موارد مشابه افزایش می دهد. در این حالت علاوه بر احتساب مدفون بودن سازه، مواد دیگری جهت پایداری سازه نیز، به طور عمده مد نظر قرار می-گیرد. موج ایجاد شده، بعد از برخورد، با دیوارهٔ پلاسما و ژله‌ای از حالت سوزنی خارج شده و در سطح گسترده بر دیواره بتنی، بار وارد می کند. علاوه بر تبدیل بار متمرکز به بار گسترده این المانها قابلیت میراکردن قسمتی از موج دینامیکی وارده را نیز دارا هستند.

هدف از مقاوم سازی:

یکی از اساسی ترین کارکرد های مقاوم سازی در ساختمان های ایمن حفاظت از آن ساختمان در برابر بارهای احتمالی می باشد. مواردی چون شدت آسیب پذیری، هزینه مالی و مقدار عملیات مورد نیاز شاخصه های اصلی در مقاوم سازی ابنیه بخصوص ابنیه زیر زمینی می باشد، جهت دستیابی به این شاخصه ها، می توان هر کدام را به شرح زیر بسط داد.

-**آسیب پذیری:**آسیب پذیری عبارت است از مقدار آسیب پذیری سازه در برابر زلزله و اهمیت آن سازه. به عنوان مثال هرچه ساختمانی مهم تر یا آسیب پذیرتر باشد نیاز به ایمن سازی مؤثرتر،بیشتر احساس می‌شود.

-**هزینه مالی:**صرف هزینه مالی تا جایی معقول و بهینه است که ارزش هزینه صرف شده برای حراست ساختمان با توجه به تجهیزات موجود در آن و کارکرد آن ساختمان در مواقع مختلف برابر باشد.

-**مقدار عملیات مورد نیاز:** در بعضی مواقع هزینه از اهمیت کمتری برخوردار بوده و امکان انجام مقاوم سازی به دلایلی نظیر زمانبری زیاد و عدم وجود امکانات غیر ممکن است. لذا با توجه به قابل اجرا شدن مقاوم سازی، طرح تهیه گردد.

راهکار های بررسی مقاوم سازی زلزله یا انفجاری:

تاکنون برای مقاوم سازی ابنیه در برابر انفجار، استاندارد یا راهنمای طراحی خاصی مشخص نشده است. در حالی که در رابطه با بارهای دینامیکی زمین لرزه‌ای چنین مشکلی وجود ندارد. برای ارزیابی و بررسی ظرفیت مقاومت انفجاری و زلزله ای ابنیه باید موارد زیر مدنظر قرار گیرد

- **تجزیه و آنالیز خطر زلزله و یا انفجار:** بررسی مقدار قدرت زلزله و یا انفجار احتمالی و مقدار آسیب‌پذیری ساختمان در برابر آن

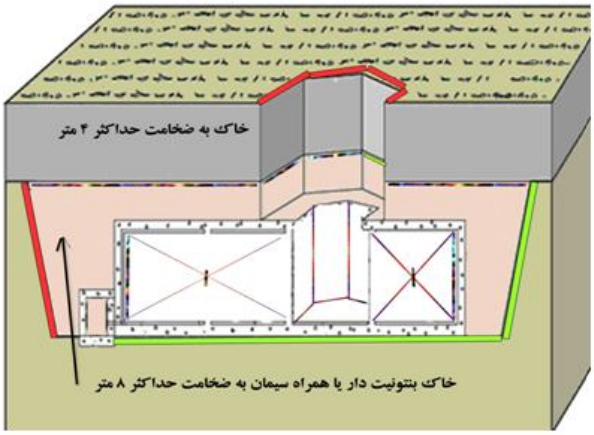
- **بررسی سازه ای:** تعیین مؤلفه های بحرانی و مقدار مقاومت قسمت های مختلف سازه

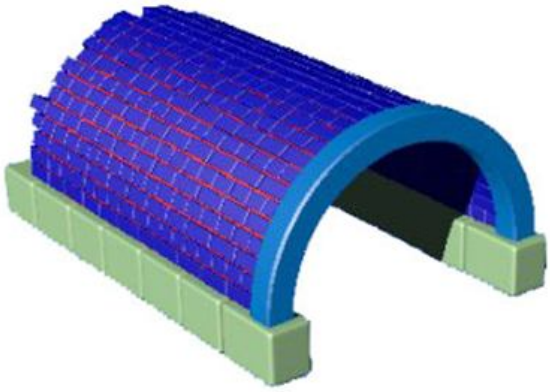
- **مشخص نمودن نواقص و نقاط ضعف :** با بعضی از برنامه های شبیه سازی و یا انجام آزمایشات (پایلوت) و یا آزمایش های واقعی می توان نقاط ضعف و آسیب پذیر سازه را کشف و در جهت رفع آن اقدام نمود و مقاوم سازی را تکمیل کرد.

- **مقاوم سازی تکمیلی:** مقاوم سازی تکمیلی به کلیه اقداماتی گفته می شود که در جهت رفع نقاط ضعف سازه مورد بررسی، یا بالا بردن توان مقاومت زلزله ای و یا انفجاری سازه به کار می رود.

- **بهینه سازی مقاومت زلزله ای و یا انفجاری:**انتخاب بهترین طراحی، بر مبنای فناوری ها ، روش های قابل اجرا و بررسی مقدار هزینه صرف شده را بهینه سازی مقاومت گویند که اصول آن به شرح زیر می‌باشد:

- مشخص نمودن مقدار سطح مورد نیاز برای مقاوم سازی: تعیین مقدار شدت زلزله و یا انفجار که ممکن است سازه در معرض آن قرار گیرد.
- تعیین مقدار کارایی برای کمک به نقاط ضعف موجود: در صورتی که حد معمول کارایی در طراحی مشخص شده باشد نواقص نیز با توجه به آن قابلیت، قابل رفع و پوشش می باشد.
- بسط طرح های مطرح شده و برآورد هزینه هر یک از آنها
- اجرای بهترین طراحی با توجه به هزینه متناسب با آن و مقدار نیاز به مقاوم سازی سازه





انواع درمان های بنا

- **مقاوم سازی**

تجدید یا جایگزین کردن عنصری نو در قسمتی از ساختمان موجود جهت بالا بردن ظرفیت سازه ای نسبت به ساختمان اصلی بطوریکه عملیات انجام شده باعث می شود مقاومت وشکل پذیری ساختمان تقویت شده نسبت به ساختمان اولیه بالا رود.

- **ترمیم**

تجدید ویا جایگزین کردن قسمتی نو در ساختمان خسارت دیده ویا رو به زوال رفته جهت بدست آوردن سطح مقاومت ویا شکل پذیری برای ساختمان قبل از خسارت دیدگی.

- **دو باره مدل کردن**

تجدید ویا جایگزین کردن قسمتی نو در ساختمان موجود که صاحب ملک بخواهد کاربری آن را عوض کند.

- **بهسازی**

شامل مقاوم سازی و ترمیم ودوباره مدل کردن می شود

- **توان بخشی**

تجدید ویا جایگزین کردن قسمتی نو در ساختمان خسارت دیده جهت دستیابی به همان سطح بهره برداری که ساختمان قبل از خسارت دارا بوده است. این واژه به معنی انجام اصلاحات فیزیکی است که برای تامین کاربری مناسب جهت یک ساختمان فاقد عملکرد و بدون مصرف یا ساختمانی که به نحو مناسب مورد بهره برداری قرار نگرفته ضروری به شمار می رود . این نوع درمان مقدمه احیا محسوب می شود

- **بازسازی**

بازسازی ساختمانها در یک منطقه مشخص اکثرا جهت بناهای تاریخی بکار میرود که شامل ترمیم ومقاوم سازی میشود.به منظور بهبود رفتار لرزه ای ساختمانها در برابر نیروهای زلزله لازم است ظرفیت لرزه ای ساختمان موجود « وظرفیت لرزه ای مورد نیاز برای تقویت تخمین زده شود وچگونگی رسیدن به ظرفیت مورد نیاز مشخص شود. به معنی از نو ساختن است که از مواد و مصالح جدید یا قدیمی یا از هر دو در این نحوه درمان هدف ساخت مجدد عناصر تخریب شده یا عناصری است که از وضعیت خود خارج گردیده یا بخشی از آن ها تخریب شده یه چنین وضعیتی دارند . بازسازی باید متکی بر اسناد و شواهد باستان شناسی و معماری باشد و در این رابطه نباید اقدامات صرفا بر حدس و گمان استوار گردد. بازسازی گرچه پس از وقوع بلایایی همچون آتش سوزی ، زلزله یا جنگ و... ممکن است به عنوان سک استراتژی مناسبت به ثبوت رسیده باشد ولی اعتبار آن در هنگامی که به عنوان یک اقدام برای بهبود وضعیت حفظ و نگهداری محوطه های فرهنگی به کار رود ، شدیدا زیر سوال قرار دارد.

- **حمایت**

از نظر حقوقی ، حمایت مشتمل بر انجام فعالیت های ضروری است که برای تامین شرایط مناسب حیاتی جهت یادواره ها ، بناها ، محوطه ها و مراکز تاریخی و فرهنگی اتخاذ می گردد. این اصطلاح همچنین به معنی حمایت فیزیکی از آثار مذکور نیز به کار برده می شود که هدف از آن ایمن سازی آثار در مقابل سرقت ، تخریب آثار ، حمله و تجاوزهاست . تعیین حوزه های حفاظتی در محوطه ها و مداکز فرهنگی – تاریخی نیز نوعی حمایت به شمار می آورد . هدف حمایت های قانونی که بر قانون گذاری ومعیارهای برنامه ریزی متکی هستند ،مقابله با درمان های زیان آور ،تدارک رهنمون های صحیح و برقراری و اعمال مجازات های کیفری است .حمایت فیزیکی ، ایجاد سقف های اضافی ، سرپناه ، انواع پوشش ها و ... و حتی جابه جایی آثاری که در معرض خطر تخریب قرار دارند را در بر می گیرد .

- **حفظ و نگهداری**

این نحوه درمان شامل انجام اقدامات ضروری برای ابقاء آثار در وضعیت موجودشان است . اقداماتی که در این مبحث صورت می گیرد شامل بازرسی ها و بازبینی های منظم و نگهداری مرتب می گردد.در واقع بر مبنای این اقدامات است که بر حسب ضرورت مشخص می شود که چه نوع تعمیراتی برای حفظ آثار باید صورت پذیرد . در عمل حفظ و نگهداری به این معنی است که به محض مشاهده خطر یا بروز عوامل مخل ، این عوامل حذف و یا تدابیر مناسب جهت مبارزه با آن اتخاذ می گردد

- **حفاظت**

حفاظت به معنی ایمن سازی با حفظ وضعیت موجود آثار از خطر تخریب یا تغییر است . در واقع حفاظت مجموعه اقداماتی است که مانع زوال و انهدام آثار شده و حیات منابع فرهنگی را تداوم می بخشد .چون عمل حفاظت به نگهداری ، تعمیر ، استحکام بخشی و تقویت نیازمند است بنابراین میزان معینی از تغییرات تدریجی در بنا را باید پذیرفت . البته در این راستا حتی المقدور باید ارزش ها و اصالت های موجود در آثار حفظ شود . در یک مفهوم جزئی تر حفاظت به معنی درمان عناصر بناهای منفرد و سوژه ها در مجموعه و همچنین درمان مواد و مصالح ساختمانی نیز به کار برده می شود که در چنین حالتی حفاظت به تثبیت مواد و مصالح اصلی ، تویز کردن و استحکام بخشی آثار محدود می گردد . در مجموع باید خاطرنشان نمود که هدف اولیه و مقدماتی حفاظت ابقای اصالت و تمامیت منابع میراث فرهنگی محسوب می شود .

- **استحکام بخشی**

استحکام بخشی مجموعه تدابیری است که از طریق اضافه کردن فیزیکی ، با کاربرد مواد و مصالح چسبنده یا مواد و مصالح حمایت کننده به بافت موجود یک اثر تاریخی ، فرهنگی صورت می پذیرد تا این که از تداوم اثر در طول زمان یا صحت وضعیت ساختاری و ساختمان آن اطمینان حاصل گردد . روش های متنوع و گسترده ای جهت استحکام بخشی پی ها ، دیوار های باربر ، پوشش های سقف و... وجود دارد منتهی اگر مفهوم روشنی از انواع تدابیر درمان فیزیکی کوتاه و دراز مدت وجود نداشته باشد درمان مبتنی بر استحکام بخشی می تواند بر اثر تاثیر منفی گذارد .

- **مرمت**

در گذشته مرمت دارای تعاریف متعددی بوده است . یکی از تعاریف بسیار رایج و مقبول در این زمینه (اعاده یا متجلی نمودن شکل از دست رفته اثر) است . همانطور که در ماده نه قطعنامه ونیز آمده امروز برای این واژه تعریف خاصی وجود دارد (مرمت شیوه ای است که باید شخصیت فوق العاده ای را دارا باشد و هدف آن کشف و نگهداری ارزش های تاریخی و شکلی بنای باستانی بوده .این عمل بر مبنای احترام بر اساس کیفیت قدیمی بنا و بر مستندات اصیل آن استوار است. عمل مرمت می بایست هنگامی که فرضیه ها و احتمالات در وجود اجزاء آن آغاز

می گردد، متوقف شود و جهت هرگونه عمل بازسازی و تکمیلی که به خاطر دلایل عملی و یا زیبایی لازم تشخیص داده شده باید از قسمت های اصیل ساختمان به خوبی مشخص گردد.و محل تعمیر شده دارای علامتی از زمان ما باشد . هدف مرمت نه تنها حفظ تمامیت آثار است بلکه آشکار نمودن ارزش های فرهنگی و بهبود خوانایی و وضوح طرح اصلی مندرج در منابع فرهنگی است . مرمت یک عمل کاملا تحقیقی است که می باید بر مبنای یک فرایند خلاقانه – انتقادی – تاریخی صورت پذیرد .

- **آناستی لوزی**

آناستی لوزی معمولادر مورد ساختمان های کاملا مشخصی که از مصالح خشکه چین با چوب ساخته شده اند ، به کار برده می شوند و در باب دیوار های آجری با ملات کاربرد ندارد .آناستی لوزی در واقع یک نوع مرمت است که هدفش فراهم آوردن زمینه فهم و درک شخصیت فضایی – بصری سازه تخریب شده به وسیله اعاده شکل اصلی بنا و از طریف به کار گیری مواد و مصالحی است که هم در وضعیت مناسب قرار دارد و هم مواد و مصالحی که در محوطه اطراف پراکنده شده اند عمل آناستی لوزی می باید بر اساس همان قواعد و قوانینی صورت گیرد که در امر مرمت پذیرفته شده است .

- **احیاء**

این واژه به معنی یک سری اقدامات مبتنی بر برنامه ریزی است که برای بهبود فعالیت های اجتماعی و اقتصادی منطقه تاریخی با یک بنا که حیات عملکردی خود را از دست داده ضروری به شمار می رود. احیا در واقع تلفیق کالبدی گذشته با نیازهای عاجل و فزاینده امروز ماست .

۱- اطلاعات مربوط به مقاومت مصالح با توجه مقاومت های تحت اثر بارگذاری با سرعت های پایین، چنانکه بارگذاری، استاتیکی نامیده می شود، در نظر گرفته شده اند و تنها بعد از این که پارامترهای آماری متناظر با حالت استاتیکی به دست آمدند، فاکتورهای افزایشی مربوط به بروز کرنش های سریع اعمال گردیدند.

۲- از تغییرات حاصل در مقاومت طولانی مدت بتن و فولاد، در اثر افزایش زمان اعمال بار، خرابی های بعدی بتن، یا خوردگی های احتمالی تسلیحات بتن صرف نظر می شود.

۳- نامعین های مدل که از مدل سازه ای حاصل می شوند، در نظر گرفته نمی شود.

مقاومت فشاری بتن

$$(f_{cu})_k = (f_{cu})_m - 1.64\ \sigma \quad \text{MPa} \tag{1}$$

$$COV(\text{in situ strength}) = \left[COV(\text{cylinder strength})^2 + 0.0084\right]^{1/2} \tag{2}$$

مقاومت فولاد مورد استفاده قرار گرفته

$$f_{ym} = f_{yk}/(1 - 1.64COV(f_y)) \tag{3a}$$

$$COV(f_y) = 0.08 \tag{3b}$$

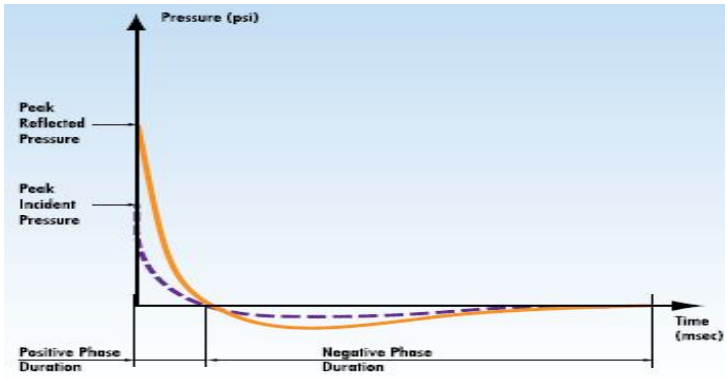
خلاصه ای از انواع نظریات آئین نامه ها در مورد fc –

	Researcher/code	Mean value		COV/σ
1	BS 8110	$(f_c)_m = (f_{cu})_k + 1.64\ \sigma$	(MPa)	
2	ACI[a]	The smaller of below:		
		$(f_c)_m = (f_c)_k + 1.34\ \sigma$	(psi)	
		$(f_c)_m = (f_c)_k + 2.33\ \sigma$	(psi)	
3	Cometé Euro-International du Béton[b]	$(f_c)_m = (f_c)_k + 8$	(MPa)	$COV = 8/1.645\ (f_c)_m$
4	Teychenné[c]	Any commonly used grade concrete		$\sigma = 4.5 \sim 7$ MPa
5	Mirza et al.[d]	Concrete with average cylinder strength above 27.6 MPa, for excellent, average and poor control, respectively.		$\sigma = 2.76$, 4.14, 5.52 MPa respectively
6	Mirza et al.[d]	$f_c = 20.685$ MPa		$COV = 0.15$
		$f_c = 34.475$ MPa		$COV = 0.12$
7	Mirza et al.[d]	–		COV (in situ compressive strength) $= [COV\ (\text{cylinder strength})^2 + 0.0084]^2$
8	MacGregor[e]	For $(f_{cu})_k = 21$ MPa, $(f_c)_m = 19$ MPa		
		For $(f_{cu})_k = 34.5$ MPa, $(f_c)_m = 28$ MPa		
9	Val et al.[f]	$(f_c)_m = (f_c)_k + 8$		$COV = 8/1.645(f_c)_m$

Ec پیشنهاد شده توسط آئین نامه ها و تحقیقات مختلف

	Researcher/code	Mean value		COV/range
1	Pauw[a]	$E_c = 33(w^3 f_c')^{1/2}$	psi	
2	PCA[b]	$E_c = a_1^k (w^3 f_c')^{1/2}$	psi	
3	BS 8110[c]	For $f_{cu} = 30$ MPa, $E_c = 26$ GPa		Typical range = 20–32 GPa
4	AS 3600[d]	$E_c = 0.043(\rho^f)^{1.5} f_{cu}^{A/2}$	MPa	
5	Branson and Christiason[e]	$E_c = 164000 + 52400 f_c'^{1/2}$	psi	
6	Chen and Branson[f]	$E_c = a_2^k (w^3 f_c')^{1/2}$	psi	
		$a_2^k = 39\text{-}0.0015 f_c'$	psi	
7	Mirza et al.[g]	–		$COV = 8$–10%

$$\frac{f_{yd}}{f_{ys}} = \lambda \log_{10}\left(\frac{\dot{\varepsilon}_d}{\dot{\varepsilon}_s}\right) + 1 \tag{4}$$



$$P(t) = Pr_{\max} e^{-\alpha t} \qquad (5)$$

روابط براد

$$P_{\max} = \frac{6.7}{Z^3} + 1 \qquad \text{bar for } P_{\max} \geqslant 10\text{bar} \qquad (6a)$$

$$P_{\max} = \frac{0.975}{Z} + \frac{1.455}{Z^2} + \frac{5.85}{Z^3} - 0.019 \qquad \text{bar for } 0.1\text{bar} \leqslant P_{\max} < 10\text{bar} \qquad (6b)$$

$$Z = \frac{R}{W^{1/3}}$$

R: فاصله خرج انفجار تا محل مورد نظر (متر)

W: وزن معادل خرج انفجار برحسب وزن TNT معادل (کیلوگرم)

روابط هنریش

Naumyenko و Petrovshyi روابط مشابهی به صورت زیر ارائه نمودند

$$P_{\max} = \frac{10.7}{Z^3} - 1 \qquad \text{kp/cm}^2 \text{ for } Z \leqslant 1 \qquad (7a)$$

$$P_{\max} = \frac{0.76}{Z} + \frac{2.55}{Z^2} + \frac{6.5}{Z^3} \qquad \text{kp/cm}^2 \text{ for } 1 \leqslant Z \leqslant 15 \qquad (7b)$$

فشار بحرانی را با توجه به فاصله مقیاسی به صوت زیر به سه محدوده تقسیم نمود

$$P_{max} = \frac{14.072}{Z} + \frac{5.540}{Z^2} - \frac{0.357}{Z^3} + \frac{0.00625}{Z^4} \quad \text{bar for } 0.05 \leqslant Z < 0.3 \tag{8a}$$

$$P_{max} = \frac{6.194}{Z} - \frac{0.326}{Z^2} + \frac{2.132}{Z^3} \quad \text{bar for } 0.3 \leqslant Z \leqslant 1 \tag{8b}$$

$$P_{max} = \frac{0.662}{Z} + \frac{4.05}{Z^2} + \frac{3.288}{Z^3} \quad \text{bar for } 1 \leqslant Z \leqslant 10 \tag{8c}$$

$$P_{max} = \frac{1772}{Z^3} - \frac{114}{Z^2} + \frac{108}{Z} \quad \text{KPa} \tag{9}$$

فشار بحرانی میتواند به فشار انعکاسی توسط رابطه Mills تبدیل شود

$$Pr_{max} = \frac{2P_{max}(710 + 4P_{max})}{710 + P_{max}} \quad \text{KPa} \tag{10}$$

با استفاده از میانگین فشارهای انعکاسی ماکزیمم که برای فواصل مقیاسی حاصل از روابط بالا بدست می آید می توان رابطه زیر را ارائه نمود

$$Pr_{max} = \frac{139.97}{Z} + \frac{844.81}{Z^2} + \frac{2154}{Z^3} - 0.8034 \quad \text{KPa} \tag{11}$$

مدت زمان بارگذاری بر اساس تابع بارگذاری مثلثی می باشد که به صورت نمایی کاهش می یابد. با در نظر گرفتن لرزش به صورت مثبت نرخ کاهش تابع نمایی را می توان از رابطه زیر به دست آورد

$$\frac{1}{2} Pr^*_{max} t_o = \int_0^\infty (Pr_{max} e^{-\alpha t}) dt \tag{12a}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{2}{t_o} \tag{12b}$$

مراجع

1. British Standard Institution, London. BS 8110:1985 Structural use of concrete -part 1: code of practice for.

2. Luckyram J, Stewart BM, Zintilis GM. Blast loaded R.C. slabs: a binary response model for shear and flexure. Portsmouth,UK, 1992. p. 177–88.

3. Low HY, Ma GW. Numerical simulation of dynamic responses of RC slabs under blast loading. Proceedings of the Symposium of Strength Theory: p. 951.

4. Krauthammer T, Assadi-Lamouki A, Shanaa HM. Analysis of impulsive loaded reinforced concrete structural elements. I: theory. Computers and Structures 1993; 48(5): 851–60.

5. Hyde DW. User's guide for microcomputer program CONWEP, application of TM5-855-1, fundamentals ofprotective design for conventional weapons1992.

6. Val DV, Bljuger F, Yankelevsky DZ. Reliability assessment of damaged RC framed structures. Journal of Structural. Engineering 1997; 123(7): 889–95.

۷- سهراب زیرک کار، علیرضا معتمدنیا، بابک محمد علیزاده رفیع، تحلیل و بررسی قابلیت اعتماد پذیری دال های بتن آرمه تحت اثر نیروهای ناشی از انفجار

۸- ایمان الیاسیان،حسین میسمی، تقویت تونل به عنوان سازه های مقاوم در برابر انفجار ، سایت iransaze مجله فنی-مهندسی و پژوهشی عمران و مقاوم سازی، تابستان ۱۳۸۹

۹- ایمان الیاسیان، مقاوم سازی سازه ها در برابر انفجار، سایت iransaze

۱۰- پیش نویس مبحث بیست و یکم مقرارت ملی ساختمان، پدافند غیرعامل ،ویرایش ششم مرداد۱۳۸۸، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

۱۱- ایمان الیاسیان، تکنیکهای مقاوم سازی و بهسازی،انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی،۱۳۸۹

۱۲- فرامز داعی نژاد، بهناز امین زاده، سید بهشید حسینی،گزارش تحقیقاتی نشریه شماره ۴۴۰، اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجموعه های مسکونی به منظور پدافند غیر عامل،مرمز تحقیقات ساختمان و مسکن۱۳۸۵

۱۳- ایمان الیاسیان، ایجاد پناهگاه داخل فضای مسکونی (اتاقک امن) ، با رویکرد بهسازی خاک و مقاوم سازی فونداسیون، سایت iransaze

۱۴- ایمان الیاسیان، مقاوم سازی دیوار و ستون بتنی در برابر آتش،، سایت iransaze و Omi.ir