

مقایسه انواع

# روش‌های طراحی سازه‌های مقاوم

در برابر انفجار

و روش طراحی بهینه

دکتر سید جواد هاشمی فشارکی

مهندس سیدنظام حسین نژاد

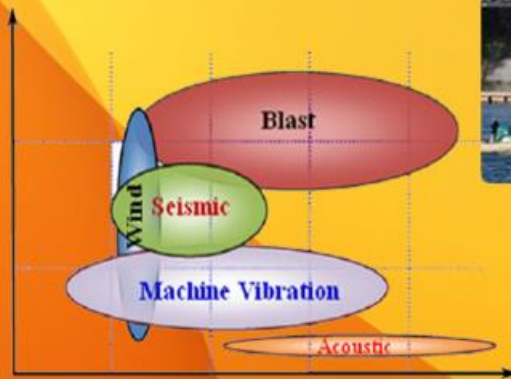
مهندس سیدمحمد حسین نژاد

پاییز ۱۳۹۵

# انواع روش‌های طراحی سازه‌های مقاوم

در برابر انفجار

و روش طراحی بهینه



مهندس سید نظام حسین نژاد  
دکتر سید جواد هاشمی فشارکی  
مهندس سید محمد حسین نژاد



سرشناسه	هاشمی فشارکی، سید جواد، ۱۳۴۰ -
عنوان و نام پدیدآور	مقایسه انواع روش‌های طراحی سازه‌های مقاومدر برابر انفجارو روش طراحی بهینه
مشخصات نشر	تهران: باغ فکر
مشخصات ظاهری	ص: ۲۲۴ ص
شابک	
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	سازه مقاوم
موضوع	بارگذاری انفجاری
شناسه افزوده	هاشمی فشارکی، سید جواد - ۱۳۴۰
شناسه افزوده	کتاب های دفاع غیرعامل
رده بندی کنگره	
رده بندی دیویی	

مقایسه انواع روش‌های طراحی سازه‌های مقاومدر برابر انفجارو روش طراحی بهینه

نام اثر

مهندس سید نظام و سید محمد حسین نژاد و دکتر سید جواد هاشمی فشارکی

تهیه و تدوین

طراح جلد

حروف‌نگار و صفحه‌آرا

اول - ۱۳۹۵

نوبت چاپ

۵۰۰ نسخه

شمارگان

---

۱۲۰۰۰ تومان

قیمت

---

شابک

---

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری برای مؤلف محفوظ است.

---

نقل مطالب با ذکر مأخذ بلا مانع است



تقدیم به:

آنان که برای امنیت و سرفرازی کشور جان فشانی کرده‌اند

و آنان که به توسعه پایدار و امن کشور می‌اندیشند

و آنان که بر این مهم اهتمام داشته و در تلاشند.

## مقدمه مؤلفین



### یا امان الخایفین

در کشورمان طراحی سازه‌های براساس آیین‌نامه‌های مقررات ملی ساختمان صورت می‌گیرد. این آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل به‌صورت جامع، طراحی سازه‌های بتن‌آرمه و فولادی را پوشش می‌دهند. اخیراً با افزایش بحث پدافند غیرعامل در کشور، بسیاری از مهندسان می‌بایست که تنها سازه‌ها خاص همانند مترو بلکه سازه‌های با کاربری عمومی را نیز در مقابل انفجار و پیامدهای ناشی از آن طراحی کنند به‌صورتیکه اثرات بار انفجار بر سازه در نظر گرفته شود. برای دست‌یابی به این مهم و به دلیل نبود آیین‌نامه داخلی سوالی که مطرح می‌شود این است که از کدام یک از آیین‌نامه‌های خارجی که در در مبحث انفجار کار کرده‌اند می‌بایست استفاده نمود.

طراحی سازه‌ها در برابر انفجار در سال‌های اخیر به دلیل حملات و انفجارهای صورت گرفته در سازه‌ها اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. سازه‌های ساخته شده معمولاً در برابر بارهای ناشی از انفجار مقاوم بوده و بسیار در مقابل این نوع بار، خاص آسیب‌پذیر می‌باشند.

با توجه به دلایل گفته شده مهندسین در دهه های اخیر بر آن شدند تا بتوانند روش هایی برای طراحی سازه ها در برابر انفجار ارائه دهند. به دلیل اهمیت انفجار در سازه ها و تاثیرات این بارها بر سازه، تحقیقات روز افزونی در این زمینه در حال انجام می باشد که پروژه های حاضر نیز در راستای بررسی آیین نامه هایی موجود در این زمینه و ارائه ی روند کلی طراحی سازه های فولادی و بتنی در برابر انفجار خواهد بود.

به منظور دستیابی به پاسخ مناسب، بررسی آیین نامه های مختلف همچون، آیین نامه سازه های پترو شیمی *AISC*، *ASCE*، *ACI*، *UFC* در پژوهش حاضر صورت گرفته که نتایج این بررسی ها نشان می دهد که آیین نامه *UFC* در بحث انفجار و بارگذاری انفجاری قوی تر نسبت به سایر آیین نامه ها کار کرده و می توان از آن به منظور تحلیل و طراحی سازه های فولادی و بتنی مورد استفاده قرار گیرد.

در این کتاب طراحی سازه های بتنی و فولادی بر اساس آیین نامه های مختلفی همچون *UFC 3-340-02* [11]، *ASCE 59* [10] و ... مورد بررسی قرار گرفته شده است. با توجه به مطالب بیان شده در فصول این کتاب می توان به این نتیجه رسید که طراحی سازه های بتنی و فولادی در آیین نامه *UFC* کامل تر و جامع تر از آیین نامه های دیگر است؛ و این آیین نامه مولفه ها (پارامترهای) انفجاری بیشتری را در بحث طراحی در نظر گرفته است. ولی سایر آیین نامه های موجود تنها به ارجاع دادن آیین نامه های دیگر از جمله *AISC* [4]، *ACI* [20] بسنده کرده اند. (البته این نکته قابل ذکر است که هنوز بحث طراحی در برابر انفجار برای سازه های بتنی و فولادی جای کار بسیار دارد و پارامترهای نامشخص در این زمینه بسیار است).

با توجه به ماهیت پیچیده آثار سلاح ها بر سازه ها، بارگذاری، تحلیل و طراحی سازه های امن بسیار دشوار است. عدم اطلاع دقیق از توان تهاجمی و آثار مخرب سلاح های مورد استفاده سبب می شود با توجه به اهمیت سازه، برای سازه های در معرض اصابت مستقیم موشک ها و بمب های مخرب تمهیداتی در نظر گرفته شود (به عنوان مثال ساخت در عمق زمین)؛ بر این اساس، در بیشتر مواقع طراحی سازه های امن معطوف به بارگذاری انفجاری برای یک انفجار معیار می باشد؛ به این ترتیب، برای بارگذاری انفجاری سازه ها از الگوهای بارگذاری انفجاری استفاده می شود. الگوی بارگذاری در واقع تبدیل اثرات ناشی از انفجار به سازه به شکلی ساده و قابل فهم می باشد، که طراح بتواند به سادگی ممکن سازه را در برابر آن بصورت مقاوم طراحی نماید. این الگوی بار به عواملی همچون نوع سازه، فاصله از محل انفجار، شرایط خاک، مشخصات منبع انفجار و ... بستگی دارد.

روش های مورد استفاده جهت طراحی سازه ها در برابر انفجار تفاوت های زیادی با روش های طراحی سازه ها در برابر بارهای استاتیکی و دینامیکی متعارف دارا می باشد، این تفاوت به ماهیت بارهای انفجاری و رفتار سازه ها در نرخ کرنش های بالا مربوط می شود. بر این اساس، آیین نامه ها و دستورالعمل های بارگذاری، تحلیل و طراحی سازه ها در بارگذاری های ناشی از انفجار تهیه شده اند. لازم است طراحان سازه های مقاوم در برابر انفجار با مباحث مربوط به این

موضوع به حد کافی آشنا باشند تا تفاوت‌های طراحی این گونه سازه‌ها با سازه‌های معمولی را دریابند و از در نظر گرفتن تمهیدات ویژه در این خصوص غافل نشوند. استفاده از آیین‌نامه‌های معتبر و کتاب‌های مرتبط می‌تواند بسیار راه‌گشا باشد.

در طی سالیان گذشته به دلیل عدم شناخت کافی از انفجار و فقدان آیین‌نامه‌های طراحی و ساخت مناسب، بسیاری از ساختمان‌های موجود که دارای کاربری‌های حساس و مهمی هستند، غیرمقاوم ساخته شده‌اند و امروزه بنظر می‌رسد که توانایی مقابله با انفجارهای متعارف و محتمل را ندارند. ضمناً بدلیل لزوم عملکرد مداوم آن‌ها و یا ملاحظات اقتصادی و غیره مجبور به مقاوم سازی این گونه سازه‌ها می‌باشیم. متأسفانه در داخل کشور تحقیقات قابل توجهی در مورد بررسی اثرات انفجار بر سازه‌ها و اجزای آن‌ها (دال، تیر و ستون) صورت نگرفته و همچنین منابع خارجی نیز به دلیل داشتن طبقه بندی، در دسترس نبوده و منابع محدودی که در کشور در دسترس می‌باشد اکثراً مربوط به جنگ جهانی دوم بوده و یا مقالات در سایت‌های علمی نیز بعضاً دارای اطلاعات کامل نیستند. در این کتاب سعی شده تا با بررسی آیین‌نامه‌های گوناگون، طراحی سازه‌های بتنی و فولادی بیان شود.

با مقایسه معیارهای پذیرش آیین‌نامه‌های گوناگون شباهت‌هایی در سطوح عملکرد دیده می‌شود. البته باید به این نکته توجه داشت که امکان مقایسه مستقیم میان سطوح عملکرد در آیین‌نامه‌های مختلف وجود ندارد، زیرا نحوه تعریف سطوح عملکرد در آیین‌نامه‌های مختلف باهم متفاوت می‌باشد. یکی از نگرانی‌ها درباره اعضای بتنی و مصالح بنایی در آیین‌نامه‌های انفجاری، قابل استفاده نبودن آن‌ها برای خسارت‌های ناشی از گسیختگی موضعی، اسپالینگ و حالت‌هایی شبیه حالت‌های فوق که پاسخ اعضا به صورت موضعی می‌باشد است. همچنین معیارهای پاسخ برای بسیاری از مصالح نوین از جمله *FRP*، پلیمرهای شکل‌پذیر و سیستم‌های گیرایی ژئوتکستایل وجود ندارد.

براین اساس این کتاب، شامل فصل زیر می‌باشد:

- در فصل اول بارگذاری انفجاری تشریح شده است
- در فصل دوم به معرفی انواع روش‌های طراحی سازه پرداخته شده است
- فصل سوم اختصاص به انواع روش‌های طراحی سازه‌های بتنی دارد
- در فصل چهارم انواع روش‌های طراحی سازه‌های فولادی تبیین شده است

بدیهی است این کتاب خالی از اشکال و قصور نیست؛ بنابراین از صاحب نظران، استادان گرامی و دانشجویان عزیز خواهشمندیم تا نظرات ارزشمند خود را برای غنای بیشتر آن ارائه نمایند.

با احترام

پاییز ۱۳۹۵

سیدجوادہاشمی فشارکی

سید نظام حسین نژاد

سید محمد حسین نژاد



## فهرست مطالب

عنوان صفحه

<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱- فصل اول: بارگذاری انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۱- تعریف انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۲- موج انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۲-۱- انتشار موج انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۲-۲- انکسار انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۲-۳- انعکاس انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۳- رده های محافظتی یا ایمنی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۳-۱- روش های محافظت در برابر اثرات انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۴- بارهای ناشی از انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۴-۱- امواج ناشی از انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۴-۲- موج ضربه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۴-۳- موج فشار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۴-۴- انتشار موج انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۴-۵- طبقه بندی بارهای انفجاری</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۵- پارامترهای جبهه موج انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۵-۱- پاسخ سازه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۵-۲- طراحی در مقابل فشار بار انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۵-۳- طراحی در برابر فشار انفجار زیاد</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۵-۴- طراحی در برابر فشار کم بار انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۵-۵- تحلیل محیط انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۲- فصل دوم: آشنایی با روش های طراحی سازه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۲-۱- مقدمه</a>

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-2- انواع روش‌های طراحی در سازه‌های بتنی \[1\]](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [1-2-2- روش تنش مجاز](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-2-2- روش طراحی مقاومت](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-2-3- طراحی در حالت حدی](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-3- انواع روش‌های طراحی در سازه‌های فولادی \[2\]](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-3-1- مقدمه](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-3-2- اساس طراحی](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-3-3- حالات حدی](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-3-4- طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-3-5- طراحی به روش تنش مجاز](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-3-6- طراحی به روش خمیری](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-4- طراحی به روش سطح عملکرد](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-4-1- لزوم طراحی براساس عملکرد \[3\]](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-4-2- مبانی و مفاهیم طراحی لرزه ای براساس عملکرد \[3\]](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-4-3- مبانی و مفاهیم در طراحی براساس عملکرد تحت بار انفجار](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5- بهسازی سازه‌های موجود تحت روش سطح عملکرد](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-1- جکت بتنی](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-2- جکت فولادی](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-3- ورق پوش فولادی](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-4- استفاده از مواد کامپوزیت و الیاف تقویت شده \(FRP\)](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-5- استفاده از میراگرها](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-6- استفاده از جداساز لرزه ای](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-7- استفاده از بادبندهای کمانش تاب](#)

[Error! Bookmark not defined.](#)..... [2-5-8- دیوارهای برشی](#)

<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۲-۵-۹- قاب های فولادی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۲-۵-۱۰- مهاربندهای فلزی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳- فصل سوم طراحی اجزای سازه‌ای بتنی تحت بار انفجار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱-۳- مقدمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۲- ملاحظات عمومی در طراحی تیر</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۲-۱- کرنش گسیختگی بتن <math>\epsilon_c</math> و بلوک تنش معادل (ویتنی)</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۲-۲- فولاد متوازن</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۲-۳- ظرفیت خمشی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۳- ظرفیت برشی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۲-۵- ظرفیت پیچشی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۶-۲-۳- ظرفیت فشاری</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۳- ملاحظات عمومی در طراحی ستون</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۳-۱- تعیین مقاومت ستون کوتاه تحت بار محوری خالص</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۲-۳-۳- اعضا فشاری تحت بار خمشی و محوری</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۳-۳- خمش دو محوره</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۳-۴- اثرات لاغری ستون</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۳-۵- حداقل برون محوری بار</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴- آیین‌نامه ۳UFC-۳۴۰-۰۲ [11]</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۱- مقدمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۲- مقاومت دینامیکی مصالح</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۳- مشخصات استاتیکی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۴- تنشهای طراحی دینامیکی سازه‌های بتن‌آرمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۵- اصول طراحی تیرهای بتن آرمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۶- مقاومت خمشی دینامیکی نهایی تیرها</a>

<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۷- ظرفیت برشی نهایی (کشش قطری)</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۸- ظرفیت نهایی پیچشی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۹-۴-۳- طراحی خمشی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱۰-۴-۳- تحلیل دینامیکی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۱۱-۴-۳- ارزیابی تیرستونهای بتنآرمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۴-۱۲- طراحی دینامیکی ستونهای خارجی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۵- آیین‌نامه ASCE [10]</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۵-۱- الزامات عمومی بتن مسلح</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۵-۲- تیرها</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۵-۳- ستون ها</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۳-۵-۴- اتصالات تیر ستون</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴- فصل چهارم طراحی سازه‌های فولادی تحت بار انفجار [22]</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۱- مقدمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲- طراحی تیرهای یکسره (ممتد) و تک دهانه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۱- مقدمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۲- ظرفیت خمشی دینامیکی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۳- توابع سختی و مقاومت</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۴- طراحی برای خمش</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۵- طراحی برای برش</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۶- کمانش موضعی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۷- لهیدگی جان تیر</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۲-۸- مهاربندی جانبی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۳- طراحی صفحات</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۳-۱- مقدمه</a>

<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۳-۲- ظرفیت خمشی دینامیکی</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۳-۳- توابع سختی و مقاومت</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۳-۴- طراحی بر اساس خمش</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۳-۵- طراحی برای برش</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۴- ملاحظات ویژه ، تیرها</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۴-۱- خمش نامتقارن</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۵- ستون‌ها و تیرستون‌ها</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۵-۱- معیارهای طراحی خمیری</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۵-۲- ضرایب طول مؤثر برای تیرستون‌ها</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۵-۳- ضریب طول مؤثر <math>K</math></a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۶- طراحی قاب</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۶-۱- مقدمه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۶-۲- طراحی اولیه قاب‌های صلب یک طبقه</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۶-۳- طراحی اولیه قاب‌های یک طبقه همراه با مهاربندی‌های مکمل</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۷- طراحی سازه‌های فولادی در سازه‌های پتروشیمی [4]</a>
<a href="#">Error! Bookmark not defined.</a>	<a href="#">۴-۷-۱- مبانی طراحی</a>

[Error! Bookmark not defined.](#)

[۵- منابع و ماخذ](#)

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

شکل ۱-۱ : مشخصات موجهای انفجار	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۲-۱ : افت فشار نسبت به فاصله از محل انفجار	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۳-۱ : موقعیت بارهای انفجار	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۴-۱ : انواع پاسخ‌های سازه و بارگذاری انفجاری [۳]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۵-۲ : پارامترهای تعیین محدوده فشار طراحی	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱-۲ : مقایسه بار انفجار و لرزه ای [۹۰]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۲-۲ : تفاوت ها و شباهت های پاسخ سازه تحت بار انفجار و زلزله [۹۰]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۳-۲ : حداکثر دوران تکیه‌گاهی [7۸]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۴-۲ : الیاف تقویت شده FRP [15]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۵-۲ : الیاف تقویت شده FRP [15]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۶-۲ : نمونه هایی از میراگرهای مورد استفاده در بهسازی [14]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۷-۲ : جداساز لرزه ای [10]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۸-۲ : مهاربند داخلی با اتصال غیر مستقیم [2]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۹-۲ : مهاربند داخلی EBF با اتصال غیر مستقیم همراه لینک قائم در مقاوم سازی قاب بتن آرمه [21]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱-۳-۱ : دیاگرام تنش و کرنش در تیر بتنی [۲۰]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۲-۳-۲ : نمودار توزیع تنش مستطیلی معادل [۲۰]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۳-۳-۳ : دیاگرام اندرکنشی طراحی ستون [۲۰]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۴-۳-۴ : منحنی تنش کرنش برای بتن [11]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۵-۳-۵ : منحنی تنش کرنش فولاد [11]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۶-۳-۶ : ضریب ممان اینرسی مقطع ترک خورده در مقطع با فولاد کششی [11]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۷-۳-۷ : ضریب ممان اینرسی مقطع ترک خورده در مقطع با فولاد کششی و فولاد فشاری هم-اندازه .	.....	Error!
شکل ۸-۳-۸ : منحنی DIF برای مقاومت نهایی فشاری و کششی بتن [11]	.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۹-۳-۹ : منحنی DIF برای مقاومت نهایی فشاری و کششی بتن [۱۱]	.....	Error! Bookmark not defined.

شکل ۱۰-۳- منحنی DIF برای مقاومت نهایی و تسلیم فولادهای ASTM A 615 رده های ۴۰ و ۶۰ و ۷۵ [۱۱]

[Error! Bookmark not defined.](#)

شکل ۱۱-۳- منحنی مقاومت خیز عضو خمشی بتن آرمه [11]

شکل ۱۲-۳- عضو بتن آرمه با مقطع نوع B و خاموت سوزنی [11]

شکل ۱۳-۳- مسلح سازی برشی به وسیله مارپیچ [11]

شکل ۱۴-۳- منحنی مقاومت - تغییرشکل برای پاسخ غشایی کششی [11]

شکل ۱۵-۳- انواع مقاطع بتن آرمه [7۱]

شکل ۱۶-۳- مقاطع بحرانی برش [11]

شکل ۱۷-۳- آرایش فولادها تحت خمش و پیچش [7۱]

شکل ۱۸-۳- منحنی مقاومت-خیز ایده آل برای تغییرشکل های بزرگ [11]

شکل ۱۹-۳- برگشت پذیری ارتجاعی سیستم یک درجه آزادی [11]

شکل ۲۰-۳- رابطه بین پارامترهای طراحی تیر [11]

شکل ۲۱-۳- دیاگرام اندرکنشی ستون [7۱]

شکل ۲۲-۳- انواع مقطع ستون های داخلی [7۱]

شکل ۱-۴ : توزیع فشار تئوریک برای خمش خالص در مراحل مختلف بارگذاری دینامیکی [21]

[Bookmark not defined.](#)

شکل ۲-۴ : منحنی لنگر- انحنای در بارگذاری دینامیکی برای تیرهای اشکل نیمه گیردار [۹۸]

[Bookmark not defined.](#)

شکل ۳-۴ : مقادیر  $\beta$  برای کاربرد در معادلات ۱۵-۴ و ۱۶-۴ [1]

شکل ۴-۴ : جزئیات انواع مهارهای جانبی [21]

شکل ۵-۴ : نمودار لنگر- انحنای سطوح دارای بارگذاری دینامیکی برای تیرچه های مقطع مستطیلی [21]

[Error! Bookmark not defined.](#)

شکل ۶-۴ : خمش دوماحوره برای مقطع متقارن [21]

شکل ۷-۴ : جهت محور پرلین های سقف با در نظر گرفتن بارگذاری انفجاری برای قاب [21]

[Bookmark not defined.](#)

شکل ۸-۴ : تعیین بیشینه بارگذاری برشی و محوری در قاب صلب که توسط بارگذاری افقی صورت گرفته است

[Error! Bookmark not defined.](#) [21]

شکل ۹-۴ : تعیین بیشینه بارگذاری برشی و محوری در مهاربندی صلب که توسط بارگذاری افقی صورت گرفته

است [21]

شکل ۱۰-۴ : مکانیزم انهدام برای قاب های با پایه گیردار و مفصلی [21]

شکل ۴-۱۱ : مکانیزم انهدام برای قاب‌های مهاربندی با پایه گیردار و مفصلی [21]. Error! Bookmark not defined.



## فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۲ : ترکیبات بارگذاری روش حالت حدی بر اساس مبحث ششم از مقررات ملی ساختمان ایران [6]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۲-۲: ترکیبات بارگذاری روش LRFD بر اساس آیین‌نامه AISC آمریکا [2]	defined.
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۳-۲: ترکیبات بارگذاری روش تنش مجاز بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان [6]	Bookmarks not defined.
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۴-۲: ترکیبات بارگذاری روش تنش مجاز بر اساس آیین‌نامه AISC آمریکا [6]	defined.
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۵-۲ : مقایسه معیارهای پذیرش اعضای ثانویه و اولیه [7]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۶-۲ : مقایسه تعاریف عملکرد سازه‌ای [7]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۷-۲: خلاصه استراتژی طراحی سازه‌ها براساس عملکرد تحت بار انفجار [12]	defined.
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۸-۲: سطوح محافظت ساختمان [2]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۹-۲: خسارت های مورد انتظار اعضا برای سطوح محافظت [2]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۰-۲: سطوح عملکردی آیین‌نامه AISC [2]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۱-۲: معیارهای آیین‌نامه UFC [1]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۲-۲: رده های حفاظتی [1]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۳-۲: معیارهای ارائه شده برای تهدیدات تروریستی [12]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۴-۲: تعاریف سطوح خسارت در سازه‌های پتروشیمی [12]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۵-۲: سطوح عملکرد اعضای بتنی [12]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۶-۲: سطوح عملکرد اعضای فولادی [12]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۷-۲: معیارهای پاسخ ارائه شده برای بتن در پیش نویس مبحث ۲۱ [13]	defined.
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۸-۲: معیارهای پاسخ ارائه شده برای فولاد در پیش نویس مبحث ۲۱ [13]	defined.
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱۹-۲: مقایسه معیارهای پذیرش [12]	
Error! Bookmark not defined.....	
جدول ۱-۳: ضرایب افزایش دینامیکی برای اعضای بتنی [1]	

جدول ۲-۳: تنش‌های طراحی دینامیکی برای اعضای بتنی [1] Error! Bookmark not defined.....

جدول ۱-۴: مقادیر تنش تسلیم‌های مختلف [21] Error! Bookmark not defined.....

جدول ۲-۴: پارامترهای ضرایب بارگذاری دینامیکی اولیه برای صفحات (پلیت‌ها) [21] Error! Bookmark not

defined.

جدول ۳-۴: نسبت طول مؤثر تیر ستون (جان اعضا در صفحه قاب خمشی) در جهت [21] Error! Bookmark x.

not defined.

جدول ۴-۴: نسبت طول مؤثر تیر ستون (جان اعضا در صفحه قاب خمشی) در جهت [21] Error! Bookmark Y

not defined.

جدول ۵-۴: ضریب طول مؤثر برای ستون‌ها و تیر ستون‌ها [21] Error! Bookmark not defined.....

جدول ۶-۴: خلاصه معیار تغییر شکل [21] Error! Bookmark not defined.....

جدول ۷-۴: ضرایب سختی برای یک طبقه، ویا قاب دوطبقه تحت بار انفجاری گسترده افقی [21] Error! .....

Bookmark not defined.

