



شرح و درس و تشریح کامل سؤالات

## آزمون‌های نظام مهندسی عمران ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی

### نشریه ۵۲۴

برای اولین بار در ایران و با نگاهی تستی به نشریه ۵۲۴



مولفان:

دکتر مهدی روان بخشیان

دکتر فرزاد مقرون



سرشناسه:	روانبخشیان، مهدی، ۱۳۶۳ -
عنوان و نام پدیدآور:	شرح و درس و تشریح کامل سوالات آزمون‌های نظام مهندسی عمران ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی نشریه ۵۲۴ / مولفان مهدی روانبخشیان، فرزاد مقرون.
مشخصات نشر:	تهران : نوآور، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری:	۲۱۲ ص.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۷۱۰-۵
وضعیت فهرست نویسی:	فیبیا
یادداشت:	کتابنامه: ص. ۲۱۲.
موضوع:	مهندسی عمران -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع:	(Civil engineering -- Study and teaching (Higher
موضوع:	مهندسی عمران -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع:	(Higher (Civil engineering -- Examinations, questions, etc
شناسه افزوده:	مقرون، فرزاد، ۱۳۵۳ -
رده بندی کنگره:	۱۵۹۲A
رده بندی دیویی:	۰۷۶/۶۲۴
شماره کتابشناسی ملی:	۹۲۱۵۴۴۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی:	فیبا

شرح و درس و تشریح کامل سوالات  
آزمون‌های نظام مهندسی عمران ارزیابی،  
طرح و اجرای بهسازی (نشریه ۵۲۴)

مولفان: دکتر مهدی روانبخشیان، دکتر فرزاد مقرون  
ناشر: نوآور  
شمارگان: ۲۰۰ نسخه  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۷۱۰-۵



نشر نوآور

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸  
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و  
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر  
نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل  
هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع  
انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم قابل صوتی یا  
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام  
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

@Noavarpub



صفحه رسمی انتشارات نوآور در شبکه‌های اجتماعی

## فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۵
مقدمه .....	۷
<b>فصل اول / معرفی کلی از راهبردها و شیوه‌های بهسازی.....</b>	<b>۹</b>
۱-۱- مقدمه .....	۹
۲-۱- روش ارزیابی افزایش ظرفیت یک سازه .....	۹
۱-۲-۱- منحنی ظرفیت .....	۹
۲-۲-۱- منحنی طیف ظرفیت.....	۱۱
۳-۱- روش ارزیابی کاهش نیاز لرزه‌ای.....	۱۲
۴-۱- تعریف نقطه عملکردی و جابجایی هدف یک سازه .....	۱۳
۵-۱- راهبردهای بهسازی در نگاه جامع .....	۱۴
<b>فصل دوم / راهبردهای بهسازی از نگاه مقایسه‌ای بین منحنی‌های طیف ظرفیت و نیاز لرزه‌ای</b>	<b>۱۶</b>
۱-۲- مقدمه .....	۱۶
۲-۲- تاثیر راهبرد اصلاح موضعی اجزا بر منحنی ظرفیت .....	۱۶
۳-۲- تاثیر راهبرد افزایش مقاومت و سختی جانبی سازه .....	۱۹
۴-۲- تاثیر راهبرد کاهش نیاز لرزه‌ای سازه .....	۲۱
۱-۴-۲- کاهش جرم ساختمان .....	۲۲
۲-۴-۲- سیستم غیر فعال اتلاف انرژی (میراگرها).....	۲۴
۳-۴-۲- سیستم جداسازی لرزه‌ای (میراگرها).....	۲۷
<b>فصل سوم / راهبردهای بهسازی موضعی اجزا.....</b>	<b>۳۴</b>
۱-۳- مقدمه .....	۳۴
۲-۳- بهسازی موضعی اجزای تیر بتنی در سازه .....	۳۴
۱-۲-۳- روکش بتن مسلح (ژاکت بتنی) .....	۳۶
۲-۲-۳- روکش فولادی .....	۳۸
۳-۲-۳- استفاده از مصالح FRP .....	۴۱
۱-۳-۲-۳- تقویت خمشی تیر با مصالح FRP.....	۴۲
۲-۳-۲-۳- تقویت برشی تیر با مصالح FRP .....	۴۳
۳-۳-۲-۳- بررسی معایب مقاوم سازی خمشی تیر با مصالح FRP.....	۴۴
۴-۳-۲-۳- راهکارهای اجرایی برای رفع معایب FRP.....	۵۰
۱-۴-۳-۲-۳- اعمال سیستم مهاربندی در انتهای لایه FRP.....	۵۱
۲-۴-۳-۲-۳- اعمال سیستم پیش تنیدگی در لایه FRP .....	۵۱
۴-۲-۳- استفاده از پیش تنیدگی خارجی در تیرهای بتنی.....	۵۳
۳-۳- بهسازی اجزای تیرهای فولادی .....	۵۵
۴-۳- راهکارهای بهسازی موضعی اجزای ستون‌ها.....	۵۸

- ۵۸..... ۱-۴-۳ بهسازی ستون‌های بتن مسلح
- ۶۱..... ۲-۴-۳ روش‌های بهسازی ستون‌های مسلح بتنی
- ۷۲..... ۵-۳ روش‌های بهسازی موضعی اجزای ستون‌های فولادی
- ۷۷..... ۶-۳ راهکارهای بهسازی موضعی اجزای دال‌ها در سقف
- ۷۷..... ۱-۶-۳ راهکار تعمیر موضعی دال‌ها
- ۷۸..... ۲-۶-۳ راهکار تعمیر افزایش ضخامت دال‌ها
- ۸۰..... ۳-۶-۳ راهکار اضافه نمودن تیرک فولادی
- ۸۳..... ۴-۶-۳ راهکار اضافه نمودن نوارهای فولادی
- ۸۴..... ۵-۶-۳ استفاده از مصالح FRP
- ۹۱..... ۱-۵-۳ مقاوم‌سازی اتصال دال به دیوار برشی
- ۹۴..... ۶-۶-۳ بهبود عملکرد دیافراگمی دال
- ۹۵..... ۶-۳ راهکارهای بهسازی اتصالات
- ۹۷..... ۱-۷-۳ راهکارهای بهسازی اتصالات بتنی
- ۱۱۴..... ۲-۷-۳ راهکارهای بهسازی اتصالات فولادی

### ۱۲۵..... فصل چهارم / بهسازی سیستم

- ۱۲۵..... ۱-۴ - مقدمه
- ۱۲۸..... ۲-۴ - نامنظمی در سازه
- ۱۶۰..... ۳-۴ - سیستم جداسازهای لرزه‌ای
- ۱۶۸..... ۴-۴ - سیستم میراگرهای لرزه‌ای

### ۱۸۲..... فصل پنجم / بهسازی سازه‌های بنایی

- ۱۸۲..... ۱-۵ - مقدمه
- ۱۸۳..... ۲-۵ - شکست‌های دیوار بنایی
- ۱۸۸..... ۳-۵ - تقویت سازه بنایی در مقابل بار زلزله

### ۱۹۹..... فصل ششم / بهسازی موضعی اجزا (کاشت پیچ و میلگرد)

- ۱۹۹..... ۱-۶ - مقدمه
- ۱۹۹..... ۲-۶ - کاشت پیچ یا میلگرد
- ۱۹۹..... ۱-۲-۶ - کاشت با استفاده از مواد پایه سیمانی
- ۲۰۰..... ۲-۲-۶ - کاشت با استفاده از چسب اپوکسی
- ۲۰۵..... ۲-۶ - ۳ - کاشت به کمک مهار مکانیکی

۲۰۷..... سوالات آزمون نظام مهندسی بهسازی نشریه ۵۲۴ - شهریور ۱۴۰۱

۲۱۰..... سوالات آزمون نظام مهندسی بهسازی نشریه ۵۲۴ - اردیبهشت ۱۴۰۲

۲۱۲..... منابع و مأخذ

## خواننده فرهیخته و بزرگوار

در طی سالیان اخیر تحقیقات زیادی در زمینه مهندسی زلزله صورت گرفته است و باعث تحولات بنیادی در آیین نامه‌های کشور شده است. با توجه به اهمیت موضوع سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور زمینه تدوین دستورالعمل ملی جهت بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود را فراهم کرد که نتیجه آن به صورت دتایل‌های اجرایی برای بهسازی سازه‌ها نشأت گرفته از نشریه ۵۲۴ است که پس از روال ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌ها برای سطوح مختلف عملکرد در نشریه ۳۶۰، نکات اجرایی آن را در نشریه ۵۲۴ ارائه نموده است. در نشریه ۵۲۴ در مورد بسیاری از روش‌های اجرایی تقویت سازه‌ها چه به صورت موضعی و چه به صورت کلی (سیستمی) صحبت نموده است.

در دانشگاه‌های کشور یکی از دروسی که در مقطع "کارشناسی ارشد" و "دکتری" رشته عمران در گرایش‌های سازه و به خصوص زلزله بسیار به آن اهمیت داده می‌شود، طراحی سازه‌ها بر اساس سطح عملکرد است. یک از صلاحیت‌هایی که به تازگی از سال ۱۴۰۰ به بعد، در میان صلاحیت‌های نظارت، محاسبات و اجرا در رشته مهندسی عمران از طرف سازمان مقررات ملی ساختمان، به صلاحیت‌ها اضافه شده است، **صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی سازه** هاست. با توجه با اعلام سازمان مقررات ملی، منابع این آزمون دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (نشریه ۳۶۰ سال ۱۳۹۲) و راهنمای روش‌ها و شیوه‌های بهسازی ساختمان‌های موجود و جزییات اجرایی (نشریه ۵۲۴ سال ۱۳۸۹) می‌باشد. همان طوری که می‌دانید نشریه ۵۲۴ در قالب روش‌ها و شیوه‌های بهسازی ساختمان‌های موجود، سعی در ارائه جزییات اجرایی مناسب برای انجام بهسازی سازه‌ها دارد. عدم وجود منبع مناسبی جهت بررسی مباحث نشریه در قالبی تست گونه، و همچنین بیان نکات مهم در نشریه ۵۲۴ در **قالب نکات کاربردی** برای آزمون تستی، بنده و همکارانم را بر آن داشت که با تالیف کتاب حاضر به صورت **تستی و آزمونی ویژه آزمون‌های نظام مهندسی** بتوانیم خدمتی دیگر به مهندسین و همکاران گرامی داشته باشیم.

خداوند متعال را شاکرم که توفیق تالیف کتاب حاضر میسر گردید و امیدوار هستیم با دریافت نقطه نظرات دانشجویان مهندسان و متخصصان و اساتید محترم کاستی‌های کتاب برطرف شود. در پایان از مدیریت محترم انتشارات نوآوران جناب آقای مهندس نصیر نیا کمال تشکر و قدردانی را دارم.

## مهدی روان بخشیان

Noavar33@yahoo.com

**رفع مسئولیت:** اطلاعات و مثال‌های ذکر شده در این کتاب در حالت تستی و به صورت اصول اولیه بهسازی سازه‌ها بوده است و در کارهای حرفه‌ای بایستی متناسب با شرایط واقعی و قضاوت مهندسی برای بهسازی سازه‌ها رفتار کرد

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هر چه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود. همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هر چه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

[info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com)

یکی از مراجع مهمی که در آزمون صلاحیت جدید نظام مهندسی تحت عنوان "ارزیابی طرح و اجرای بهسازی" معرفی شده است نشریه شماره ۵۲۴، "راهنمای روش‌ها و شیوه‌های بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود و جزئیات اجرایی" می‌باشد. نشریه شماره ۵۲۴ تحت عنوان فصل‌های مختلفی تدوین شده است. در بخش‌های مقدماتی این نشریه در مورد راهبردهای بهسازی صحبت شده است. به طور کلی با توجه به تاکید این نشریه، از لحاظ اجرایی دو شیوه بهسازی وجود دارد. بهسازی موضعی یک المان تحت بررسی مثل اصلاح موضعی شالوده، دال، تیر و یا ستون‌ها و بهسازی کلی یک سازه که در این نشریه به اصطلاح بهسازی سیستم‌ها معرفی شده است. یکی از نقاط قوت این نشریه ارائه روش‌های اجرایی در زمینه بهسازی موضعی و کلی یک سیستم سازه‌ای می‌باشد. که بعد از ارائه شیوه‌های اجرایی به بیان فرمول‌ها و حل مسائلی در زمینه همان روش‌های اجرایی نیز پرداخته است. بدیعی است که تمرکزطراح سوالات آزمون صلاحیت جدید در بخش نشریه ۵۲۴، بر روی شیوه‌های اجرایی و مسائل مفهومی مرتبط با آن است و توجه کمتری به بخش فرمول‌ها و روش‌های حل مسائل از سوی طراح سوالات می‌شود. بنابراین نویسندگان در این کتاب، سعی به تمرکز بیشتر روی شیوه‌های اجرایی به زبان ساده و مفهومی مطابق نشریه شماره ۵۲۴ نموده‌اند تا از سردرگمی مخاطبان نسبت به مطالب تکراری و اضافه در مورد آزمون خودداری شود. به علاوه ارائه تست‌های تالیفی و همچنین بررسی تست‌های مرداد ۱۴۰۰ و آبان ماه ۱۴۰۱ در زمینه نشریه شماره ۵۲۴ نیز از اهداف اصلی کتاب حال حاضر می‌باشد.



کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، اُفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

**خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،**

**از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.**

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس [info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com) و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com) به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.



## فصل اول

### معرفی کلی از راهبردها و شیوه‌های بهسازی

#### کلیدواژه‌های فصل اول

آنچه که در فصل اول به سرعت می‌توان یافت

❖ منحنی ظرفیت

❖ طیف ظرفیت

❖ روش‌های کاهش نیاز لرزه‌ای

❖ راهبردهای بهسازی در نگاه جامع

#### ۱-۱- مقدمه

مطابق نشریه شماره ۵۲۴، به طور کلی ۲ شیوه اجرایی در بهسازی یک سازه با توجه به شرایط حاکم و جود دارد. بهسازی موضعی<sup>۱</sup> که مربوط به بهسازی یک المان می‌شود. و دیگری بهسازی کلی<sup>۲</sup> یا بهسازی سیستم سازه‌ای است که مرتبط با بهسازی کل یک سازه می‌شود. اما نکته مهمی که در کل این کتاب به آن اشاره می‌شود، روش‌های علمی مرتبط با بهسازی بر اساس آیین‌نامه‌های آمریکایی می‌باشد. به طور کلی چنانچه هدف بهسازی موضعی با کلی یک سازه باشد، از طریق "افزایش ظرفیت یک سازه" و یا از طریق "کاهش نیاز لرزه‌ای یک سازه"، می‌توان بهسازی موضعی یا کلی را مدیریت نمود. افزایش ظرفیت یک سازه هم شامل بهسازی موضعی و هم شامل بهسازی کلی یک سیستم سازه‌ای می‌گردد. این در حالی است که روش آیین‌نامه‌ای کاهش نیاز لرزه‌ای، فقط شامل بهسازی کلی (بهسازی سیستم) می‌شود.

#### ۱-۲- روش ارزیابی افزایش ظرفیت یک سازه

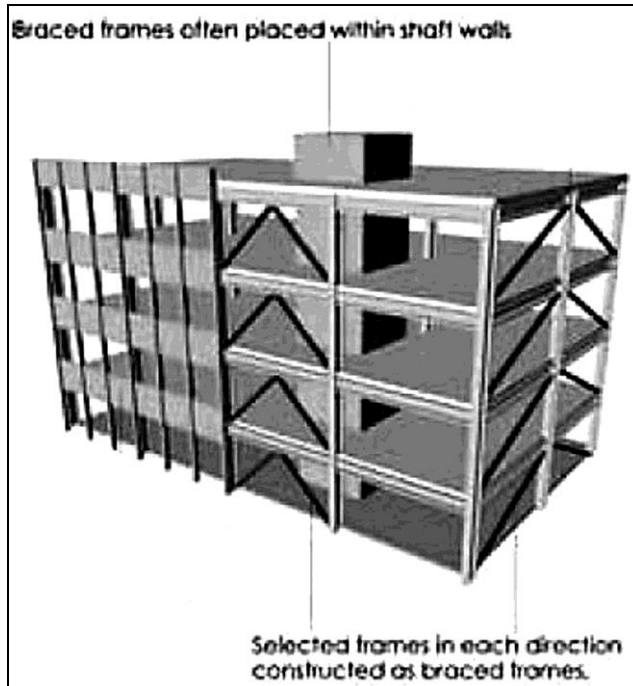
##### ۱-۲-۱- منحنی ظرفیت

از نگاه کلی، در این روش با ارائه شیوه‌های اجرایی بهسازی موضعی یا کلی یک سازه، سعی در افزایش منحنی ظرفیت کل سازه می‌شود. بدیعی است که شیوه‌های بهسازی کلی نسبت به

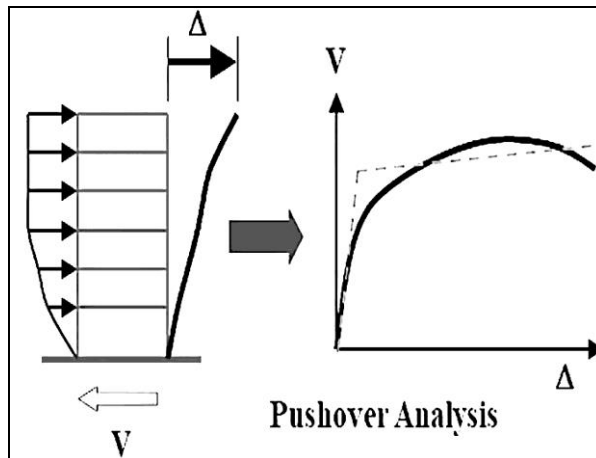
1 - Rehabilitation of part of an element

2 - System rehabilitation (general rehabilitation of the structure)

شیوه های بهسازی موضعی یک المان، باعث افزایش به مراتب بیشتر منحنی ظرفیت یک سازه می شود. به عنوان مثالی ساده مطابق شکل ۱-۱، اضافه کردن مهاربند در اطراف یک سازه و یا دیوار برشی بتنی در مرکز پلان یک سازه، باعث افزایش سختی و مقاومت کلی المان های سازه می شود و این شیوه می تواند تاثیر بسیار زیادی در افزایش منحنی ظرفیت کل یک سازه داشته باشد. این در حالی است که تقویت یک تیر توسط FRP می تواند باعث افزایش مقاومت همان المان تیر مورد بررسی شود و به مراتب نمی تواند افزایش ظرفیت دیگر المان ها را نیز به همراه داشته باشد. بنابراین باعث تاثیر گذاری کمتری در افزایش منحنی ظرفیت کل سازه می گردد. منحنی ظرفیت، نشان دهنده برش پایه (V) قابل تحمل توسط سازه، تحت بارگذاری تدریجی، به ازاء تغییر شکل جانبی تراز معین شده سازه (بام) در برابر بارهای وارد بر آن می باشد. در صورتی که ظرفیت خطی (الاستیک) سازه نامحدود باشد، این منحنی بصورت یک خط ثابت بوده که شیب آن برابر با سختی سازه می باشد. اما از آنجایی که ظرفیت خطی سازه محدود می باشد، منحنی ظرفیت سازه ها بطور عمومی شامل مجموعه ای از خطوط مستقیم بوده که با کاهش شیب مواجه هستند. این کاهش شیب نشان دهنده کاهش سختی سازه می باشد. "منحنی ظرفیت منحنی برش پایه قابل تحمل توسط سازه نسبت به تغییر مکان هدف تعیین شده برای بام" می باشد. برای تحلیل پوش آور و ارزیابی آن مطابق نشریه ۳۶۰ به کتاب جلد ۱ "شرح و درس تشریح کامل سؤالات آزمون های نظام مهندسی عمران ارزیابی طرح و اجرای بهسازی" از همین انتشارات مراجعه شود.



شکل ۱-۱ افزایش منحنی ظرفیت کل سازه با اضافه کردن دیوار برشی یا مهاربند فولادی در کل یک سازه

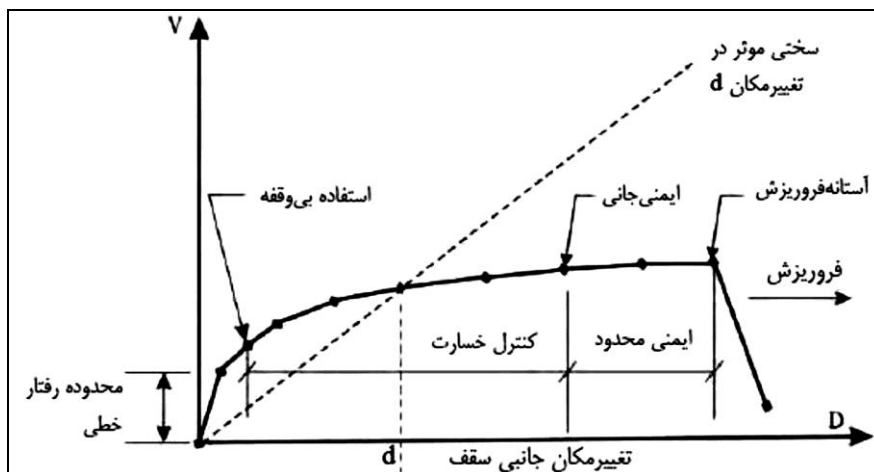


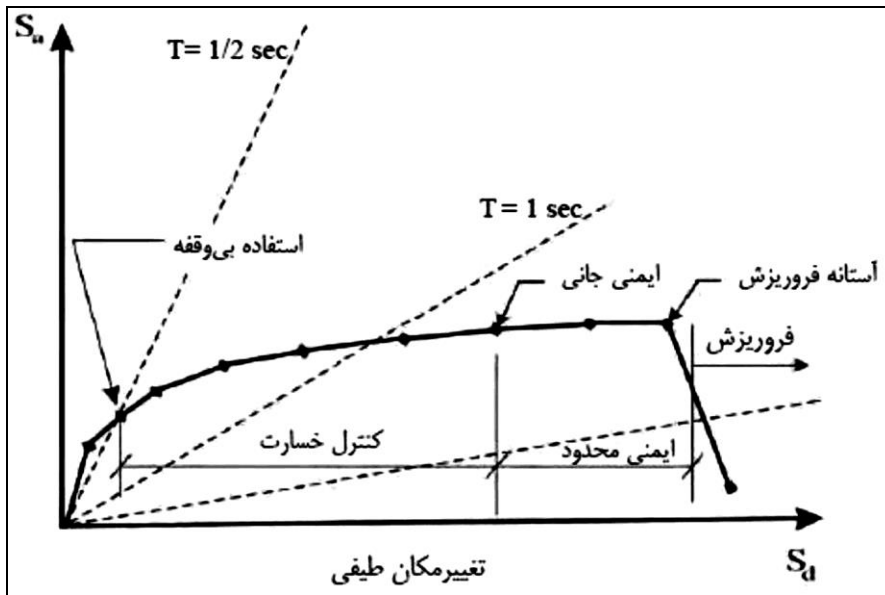
شکل ۱-۲ - منحنی ظرفیت یک سازه حاصل از تحلیل پوش آور

با توجه به شکل ۱-۲، منحنی ظرفیت در حقیقت منحنی برش پایه سازه در مقابل جابجایی تجربه شده توسط سازه در یک تحلیل استاتیکی غیر خطی و یا تحلیل دینامیکی غیر خطی می‌باشد.

### ۱-۲-۲- منحنی طیف ظرفیت

"منحنی طیف ظرفیت سازه، منحنی شتاب طیفی (Sa) قابل تحمل توسط سازه نسبت به تغییر مکان طیفی بام" می‌باشد. لازم به ذکر است منحنی طیف ظرفیت به منظور مقایسه با منحنی طیف نیاز لرزه‌ای که در بخش ۱-۳ ارائه می‌شود، استخراج می‌شود. و به نوعی منحنی طیف ظرفیت در حقیقت از جنس همان منحنی ظرفیت با زاویه دید دیگری است. در شکل ۱-۳، منحنی ظرفیت یک سازه و منحنی طیف ظرفیت یک سازه در کنار هم نشان داده شده است.

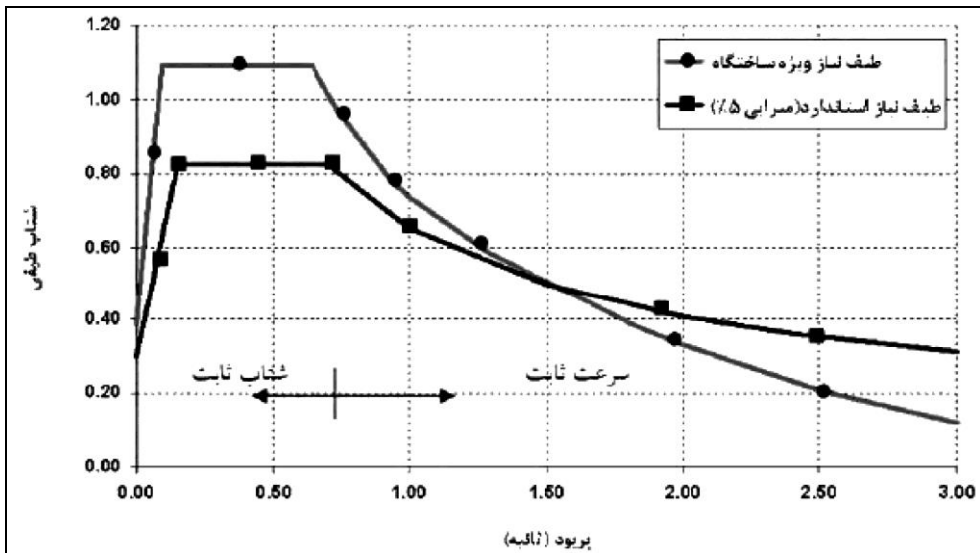




شکل ۳-۱ - منحنی ظرفیت و منحنی طیف ظرفیت یک سازه

### ۳-۱- روش ارزیابی کاهش نیاز لرزه‌ای

از نگاه کلی، در این روش با ارائه فقط شیوه‌های اجرایی بهسازی کلی یک سازه، سعی در کاهش منحنی نیاز لرزه‌ای کل سازه می‌شود. به عنوان مثالی ساده مطابق شکل ۳-۱، با کاهش جرم یک سازه باعث کاهش جذب نیروی زلزله توسط یک سازه می‌شویم. همچنین با استفاده از میراگرها و سیستم‌های جداساز لرزه‌ای می‌توان باعث کاهش جذب نیروی لرزه‌ای توسط سیستم سازه شد و این شیوه می‌تواند تاثیر بسیار زیادی در کاهش شتاب زلزله و یا اصطلاحاً کاهش "نیاز لرزه‌ای" کل یک سازه گردد. منحنی نیاز لرزه‌ای، یا به عبارتی طیف نیاز، همان منحنی طیف استاندارد یا منحنی طیف ویژه ساختمانی می‌باشد. این منحنی ها معمولاً دارای دو بخش شتاب ثابت و سرعت ثابت می‌باشند. بطور معمول منحنی‌های طیف نیاز برای میرایی ۵ درصد تهیه می‌شوند که بر اساس آن نیاز با میرایی‌های مختلف قابل ترسیم خواهد بود.



شکل ۱-۴ - منحنی طیف نیاز استاندارد و ویژه ساختمانگاه

#### ۱-۴- تعریف نقطه عملکردی و جابجایی هدف یک سازه

به محل تقاطع منحنی های ظرفیت و نیاز سازه که در سیستم مختصات صحیح رسم شده باشند نقطه عملکرد سازه گویند، که در آن نیاز سازه با ظرفیت موجود در آن مساوی است. در واقع نقطه عملکرد، نقطه توقف سازه در طول منحنی ظرفیت سازه است. لازم به ذکر است در صورتی که تقاطع دو منحنی در قسمت خطی اولیه قرار نگیرد باید منحنی نیاز با میرایی متناسب ترسیم گردد. از این رو تعیین دقیق نقطه عملکرد، مستلزم روش سعی و خطایی خواهد بود. همچنین جابجایی نیاز یا هدف، حداکثر جابجایی بام را تحت اثر زلزله طرح یا هر زلزله بکار رفته در تحلیل غیرخطی نشان می دهد. در واقع هدف از تحلیل غیرخطی، تعیین پاسخ سازه در نقطه عملکرد و جابجایی هدف می باشد. شکل ۱-۵، نقطه عملکردی و جابجایی هدف برای یک سازه فرضی را نشان می دهد.