

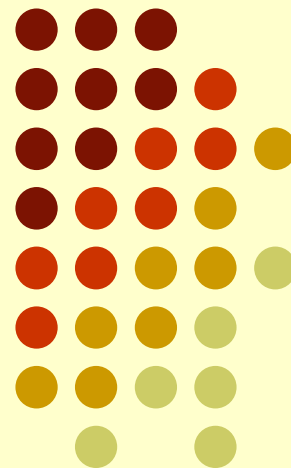
روش های ترمیم ، مرمت و تقویت سازه ها

ارتقا پایه

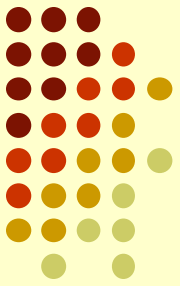
دو به یک

مدرس: حمیدرضا ایرانی

HR_Irani78@yahoo.com



• سرفصل دوره



۱- کلیات

- علل نیاز به بهسازی
- آیین نامه ها
- کلیات بهسازی لرزه ای
- منحنی ظرفیت و طیف نیاز
- راهبردهای مقاوم سازی

۲- راه کارهای اصلاح موضعی اجزاء سازه ای

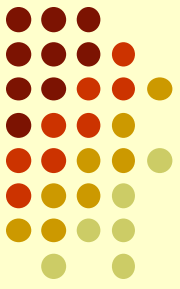
- بهسازی فونداسیون
- بهسازی دال
- بهسازی ستونهای بتنی و فلزی
- بهسازی تیرهای بتنی و فلزی
- بهسازی اتصالات بتنی و فلزی

۳- راه کاهش نامنظمی در سازه

- نامنظمی در پلان
- طبقه نرم
- ستون کوتاه

Hamidreza Irani

HR_Irani@yahoo.com



۴- افزایش مقاومت و سختی جانبی سازه

- اضافه نمودن مهاربندها
- اضافه کردن دیوار برشی
- اضافه کردن قاب خمشی

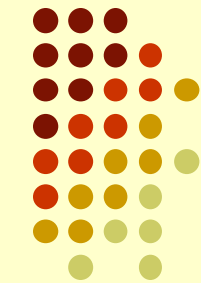
۵- جداسازی لرزه ای

- انواع سیستمهای جداسازی
- مراحل نصب جداگر لرزه ای

۶- میراگرها در بهسازی سازه

- انواع میراگرها (اصطکاکی- تسلیم شونده - ویسکوز - ویسکوالاستیک)
- اشکال مختلف نصب میراگر

Hamidreza Irani

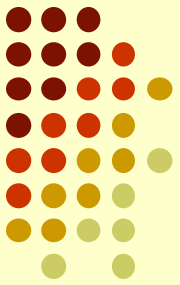


فصل اول

n

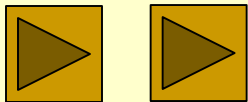
کلیات

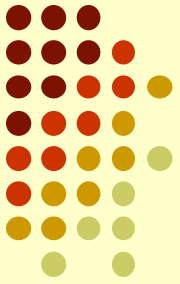
Hamidreza



- 1- تنشهای اضافی:
تغییر کاربری ، بار اضافی وارده ،
- 2- خطاهای طراحی:
اشتباه در آنالیز سازه، اشتباه در طراحی مقاطع، ارتقاء آیین نامه ها ، ...
- 3- خطاهای اجرایی:
عدم رعایت جزئیات، بتن نامرغوب، بتن ریزی نامناسب، جوشکاری ضعیف، ...
- 4- عوامل محیطی:
خوردگی فولاد، حمله سولفاتی، فرسایش، کربناسیون، ...
- 5- لزوم مرمت و حفظ ابنیه ی ارزشمند تاریخی
- 6- پس از وقوع زلزله شدید و آسیب دیدن سازه ها

فیلم زلزله (2-1)

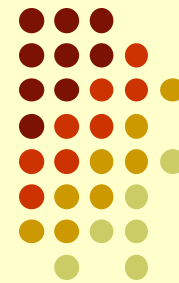




خطای طراحی و اجرا

(نشست ناهمگون)

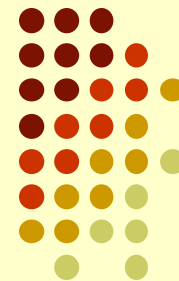
خطای طراحی



(عدم رعایت ضوابط لرزه ای و کمانش موضعی جان تیر پیوند)



عوامل محیطی (تخریب بتن ، خوردگی آرماتور)

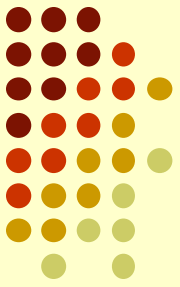


سولفاته شدن: مربوط به خود بتن است.

کربناتاسیون CO_2 : PH بتن را پایین می آورد و باعث زنگ زدن فولاد می شود.

کلرآسیون Cl : کاتالیزور است یعنی سرعت تبدیل شدن به اکسید آهن را افزایش می دهد.





خطای اجرا

(عدم اتصال درست سقف
به دیوارها و ریزش سقف)





اجرای نادرست



علل تخریب: رعایت نکردن طول مهاری در آرماتور ها - عدم کلاف بندی



در اتصال تیر به ستون به جای این که این اتصال با بتن پر شود با نایلون پر شده

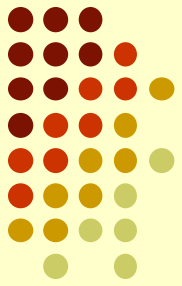


ویبره ی نامناسب موجب کرموشدن بتن شده

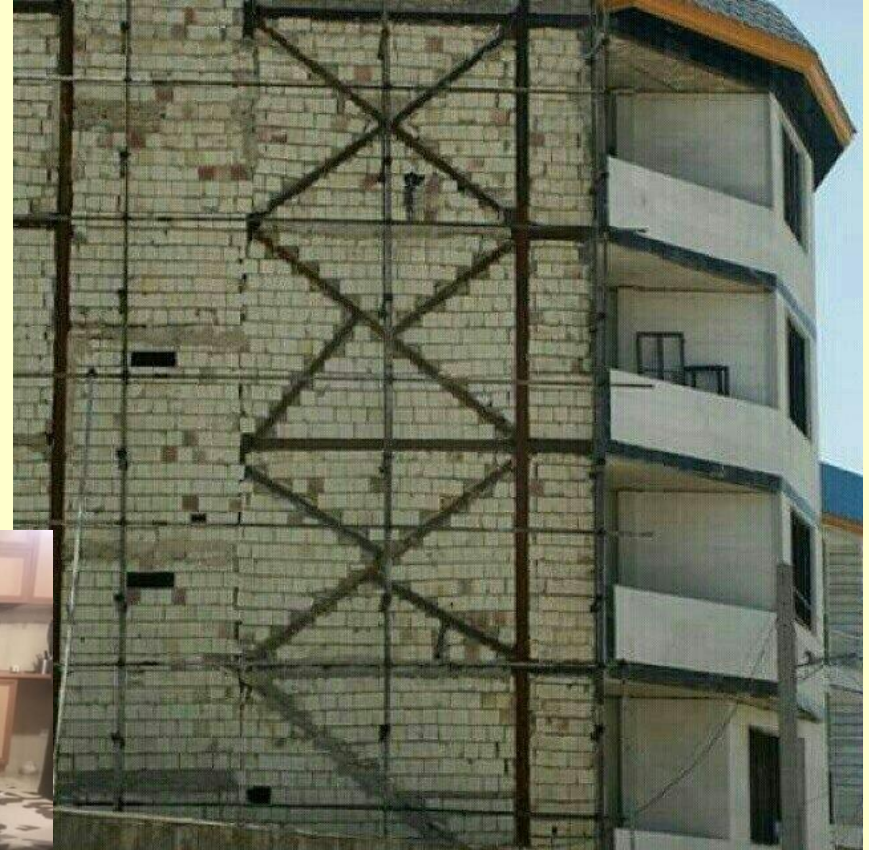
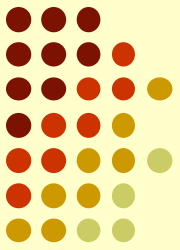


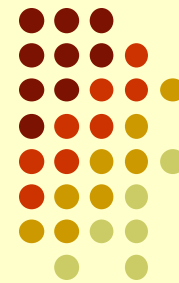
ویبره ودانه بندی نامناسب

خطای اجرا و طراحی



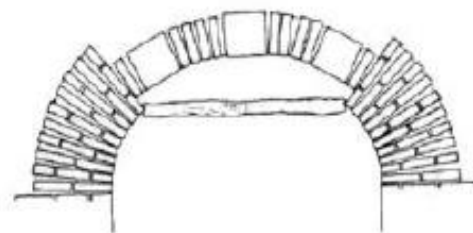
خطای اجرا و طراحی



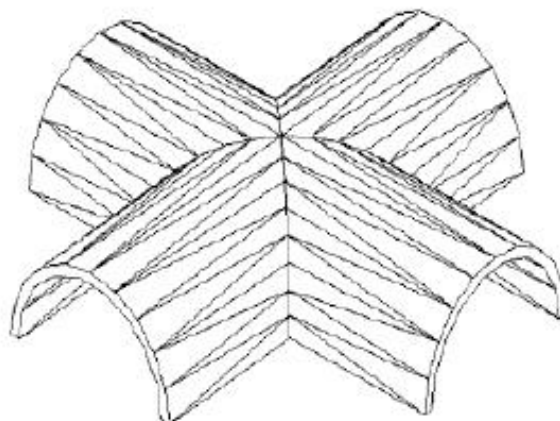
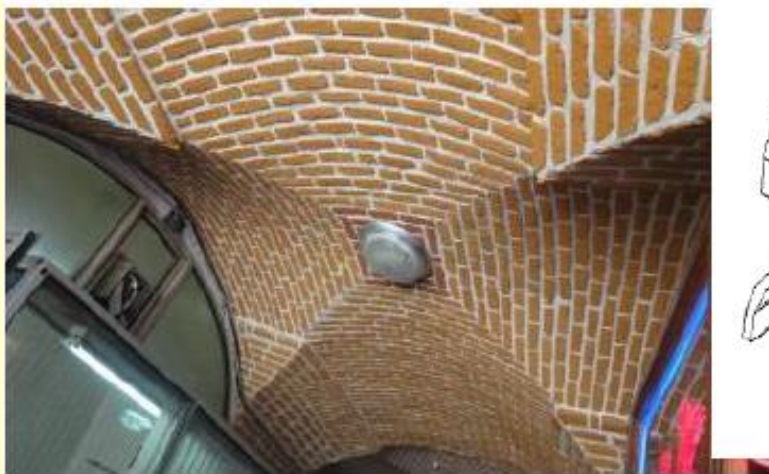


لزوم مرمت و حفظ ابنیه ی ارزشمند تاریخی

(مجموعه بازار تبریز)



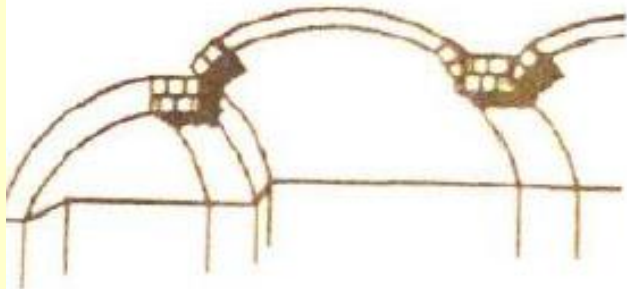
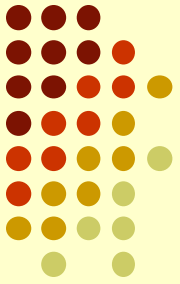
طاق اکیل



طاق چهار بخش

لزوم مرمت و حفظ ابنیه ی ارزشمند تاریخی

(مجموعه بازار تبریز)

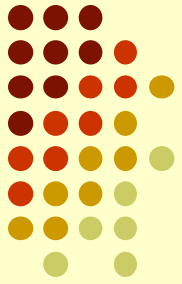


تیمچه امیر شمالی



گنبد تیمچه امیر جنوبی

تخریب های بعد از وقوع زلزله



شکست خمشی - برشی پایه
زلزله ۱۹۹۵ کوبه

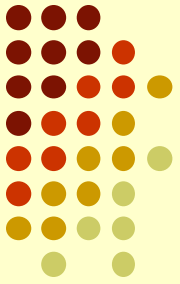
ani78@yahoo.com

شکست ستون در اثر کمبود محصور شدگی
زلزله ۱۹۹۴ نورث ریج

Hamidreza Irani

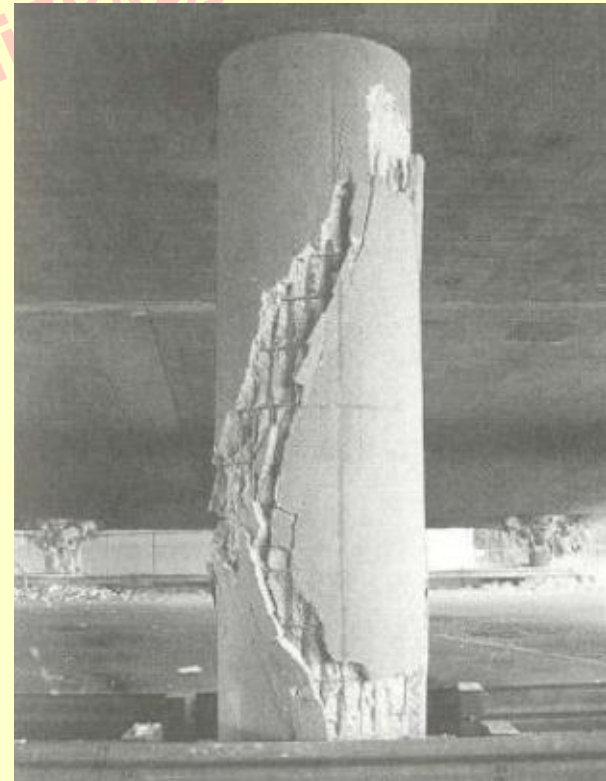


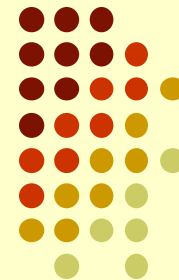
تخریب های بعد از وقوع زلزله



شکست برشی ستونها
زلزله ۱۹۹۴ نورث ریج

شکست خمشی ستونهای پل بزرگراه هانشین
زلزله ۱۹۹۵ کوبه



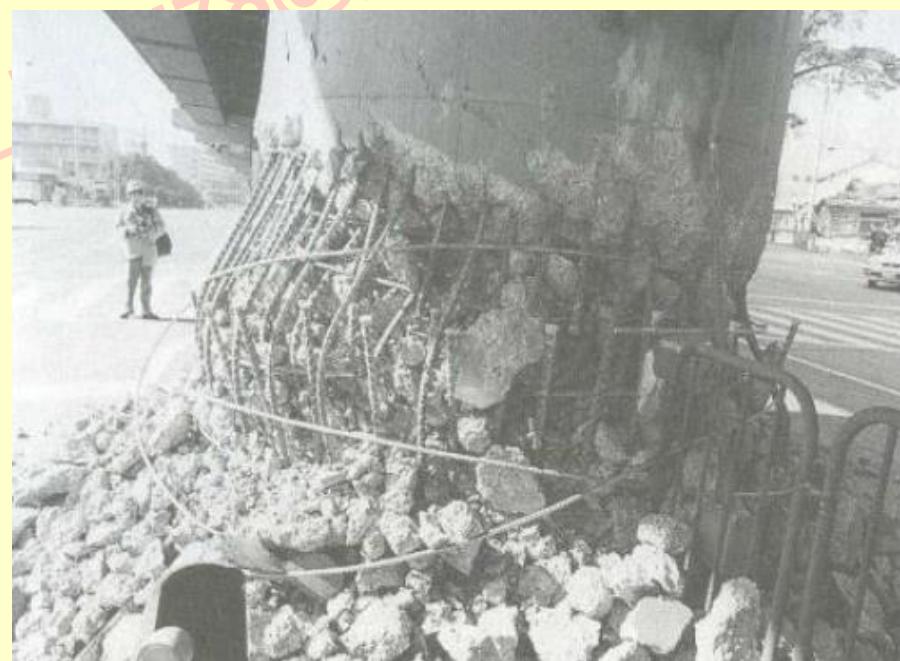


تخریب های بعد از وقوع زلزله

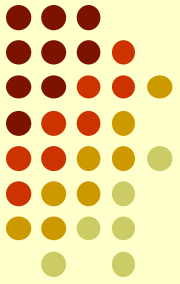


کمانش آرماتورهای طولی
زلزله ۱۹۹۴ نورث ریج

شکست وصله های جوشی (مفصل خمشی)
پای ستون - زلزله ۱۹۹۵ کوبه



تخریب های بعد از وقوع زلزله

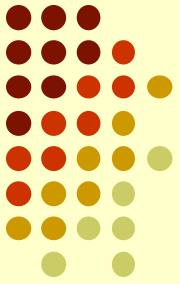


Parking structure that collapsed during the 1994 Northridge earthquake, California

Reinforced-concrete columns severely damaged in the Northridge earthquake, Champagne Towers, Santa Monica, CA.



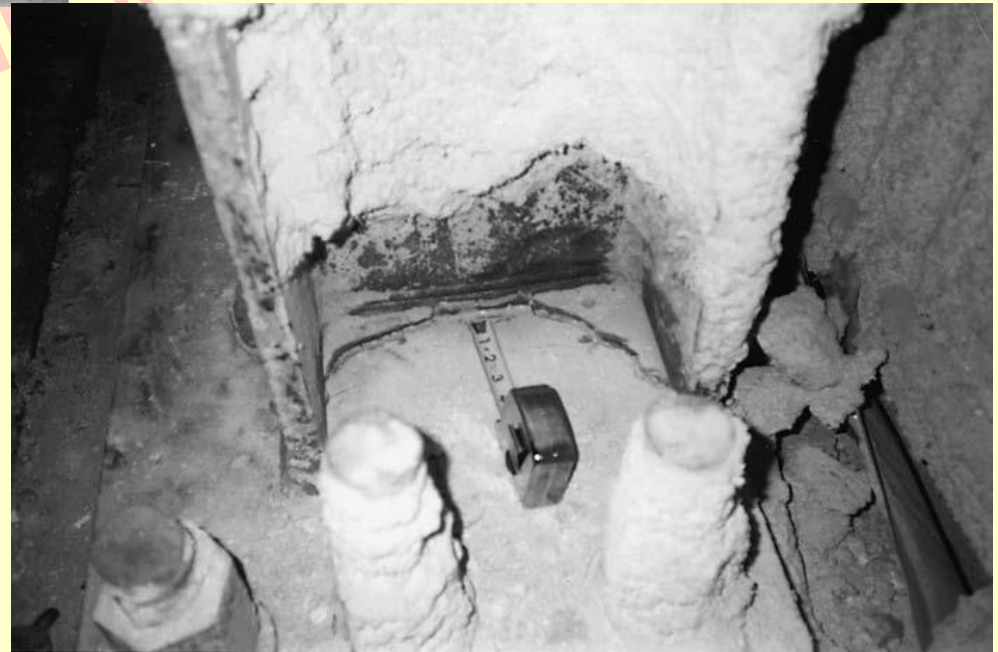
تخریب های بعد از وقوع زلزله

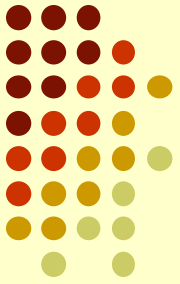


Shear failure at perimeter of frame leg-base plate solidly welded connection, Oviatt Library Annex Building

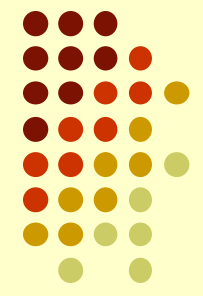
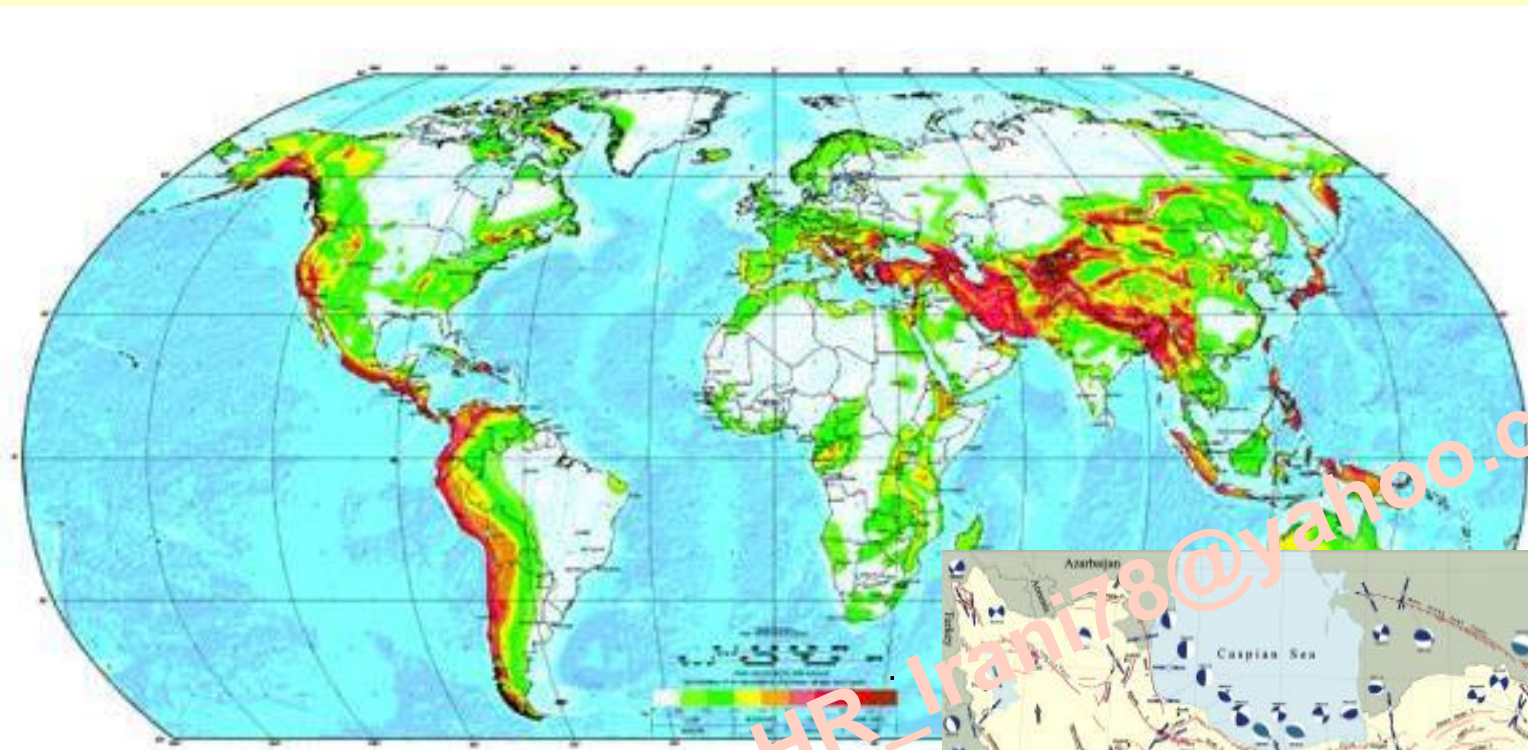
Cracks in 4-in.-thick base plates during the Northridge earthquake, Oviatt Library Annex Building

Hamidreza Irani





It is estimated that 80% of hospital structures in California are of the moment frame–shear wall type of construction
, a bad design arrangement to resist a strong earthquake.



موقعیت ایران در نقشه جهانی لرزه خیزی

Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

نقشه گسل‌های فعال ایران

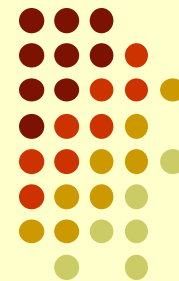


بزرگترین زلزله های صد سال اخیر ایران

۱۲۸۸	منطقه سیلاخور لرستان ۷/۴ ریشتر (۴) ۸۰۰۰ نفر کشته و ۶۴ تخریب روستا
۱۳۰۹	سلماس در آذربایجان غربی ۷/۴ ریشتر (۴) ۲۵۱۴ نفر کشته و ۶۰ تخریب روستا
۱۳۳۹	شهر لارستان فارس ۶/۷ ریشتر (۴) ۴۰۰ نفر کشته و تخریب ۷۵ درصدی منطقه
۱۳۴۱	بونین زهرا در قزوین ۷/۲ ریشتر (۴) ۱۰۰۰۰ نفر کشته
۱۳۴۷	دشت بیاض در استان خراسان ۷/۴ ریشتر (۴) ۱۰۵۰۰ نفر کشته و تخریب ۶۱ روستا
۱۳۵۱	منطقه قیر در استان فارس ۶/۹ ریشتر (۴) ۴۰۰۰ نفر کشته
۱۳۵۶	خورگو در استان هرمزگان ۷ ریشتر (۴) ۱۲۸ نفر کشته
۱۳۵۷	طیس در استان خراسان جنوبی ۷/۷ ریشتر (۴) ۱۹۶۰۰ نفر کشته و تخریب ۱۶ روستا
۱۳۵۸	قائن در استان خراسان جنوبی ۷/۱ ریشتر (۴) ۱۳۰ نفر
۱۳۶۰	منطقه سیرج استان کرمان ۷/۴ ریشتر (۴) ۱۳۰۰ نفر کشته و ۸۵ درصد شهر تخریب

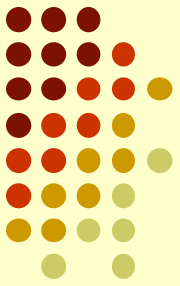
۱۳۶۹	رودبار و منجیل در استان های گیلان و زنجان ۷/۴ ریشتر (۴) ۳۵۰۰۰ نفر کشته
۱۳۷۶	بیرجند در استان خراسان جنوبی ۷/۳ ریشتر (۴) ۱۵۰۰ نفر کشته
۱۳۸۱	آوج در استان همدان ۶/۶ ریشتر (۴) ۲۶۱ کشته
۱۳۸۲	بم در استان کرمان ۶/۵ ریشتر (۴) ۴۱ هزار نفر
۱۳۸۳	زرنند در استان کرمان ۶/۴ ریشتر (۴) ۶۱۲ نفر کشته و ۱۰ روستا تخریب
۱۳۸۵	درود در استان لرستان ۶/۳ ریشتر (۴) ۸۴ نفر کشته و ۳۳۰ روستا تخریب
۱۳۹۱	اهر، ورزقان و هریس در استان آذربایجان شرقی ۶/۲ ریشتر (۴) ۳۰۰ نفر کشته
۱۳۹۲	سراوان در استان سیستان و بلوچستان ۷/۸ ریشتر (۴) ۱۰۰ نفر کشته و زخمی
۱۳۹۶	حوالی ازگله استان کرمانشاه ۷/۲ ریشتر (۴) ۳۸۷ نفر کشته و بیش از ۶۰۰۰ زخمی (تاکنون)





دیدگاه مردم و مسئولین نسبت به پدیده زلزله و مقاوم سازی

عکس العمل		واقعه	زمان	ردیف
منفی	مثبت			
وحشت شدید سراسری		زمین لرزه اصلی	از 0 تا 1 دقیقه	1
وحشت	- امداد و نجات - همدردی و جمع آوری کمک های مردمی	پس لرزه ها	از 1 دقیقه تا 1 هفته	2
مقصر دانستن سازندگان ، مهندسین ومسئولین	-تعمیرات جزئی -اسکان موقت آوارگان	کم شدن پس لرزه ها	از 1 هفته تا یکماه	3
	- نوسازی ویرانی ها - تعمیرات کلی - برنامه ریزی برای اصلاح استانداردها		از یکماه تا 1 سال	4
-کم شدن علاقه نسبت به موضوع - فراموش کردن واقعه			از 1 سال تا 10 سال	5
-بی میلی نسبت به تحقیقات زلزله - توقف مقاوم سازی و بهسازی - عدم رعایت مقررات ملی در ساختمانهای جدید			از 10 سال تا واقعه بعدی	6
تکرار ردیف های 1 تا 6		زمین لرزه بعدی	واقعه بعدی	7



FEMA = Federal Emergency Management Agency

آژانس مدیریت بحران آمریکا

NEHRP = National Earthquake Hazard Reduction Program

(زیر نظر FEMA) برنامه کاهش خطرپذیری زلزله

ATC = Applied Technology Council

انجمن فن آوریهای کاربردی

این سه تا انجمن تحقیقات وسیعی انجام داده اند که مورد تایید استانداردهای زیر است:

ASCE = American Society Civil Engineer

انجمن مهندسان عمران آمریکا

SEI = Structure Engineer Institute

موسسه مهندسی سازه آمریکا

FEMA 273

NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

FEMA 274

NEHRP COMMENTARY ON THE GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

FEMA 310

Seismic Evaluation Handbook

FEMA 356

PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

FEMA 440

Improvement of Nonlinear Static Seismic Analyses Procedures.

FEMA 451

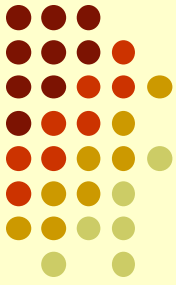
Instructional Materials Complementing FEMA 451, Design Examples

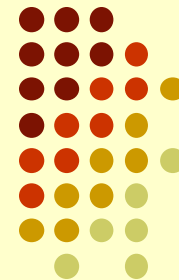
ATC-40

Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings

ATC-58

Development of Performance-based Earthquake Design Guidelines, 2002.





جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی غیر مسلح موجود

نشریه شماره ۳۷۶

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها
و کاهش خطرپذیری تاسیسات از زلزله
۱۳۸۶

جمهوری اسلامی ایران

تفسیر دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (ویرایش اول) نشریه شماره ۳۶۱

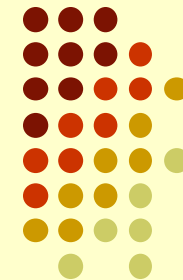
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir>

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

نشریه شماره ۳۶۰

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها
و کاهش خطرپذیری تاسیسات از زلزله
۱۳۸۵



جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای سریع ساختمان‌های موجود

نشریه شماره ۳۶۴

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir>
۱۳۸۷

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

راهنمای طراحی و ضوابط اجرایی بهسازی ساختمان‌های بتنی موجود با استفاده از مصالح تقویتی FRP

نشریه شماره ۳۴۵

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و
کاهش خطریذیوق ناشی از زلزله

۱۳۸۵

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

راهنمای طراحی و اجرای سیستم‌های جداساز لرزه‌ای در ساختمان‌ها

نشریه شماره ۵۲۳

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

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های بتنی

نشریه شماره ۳۶۳-۲

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

۱۳۸۷

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های فولادی

نشریه شماره ۳۶۳-۱

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

۱۳۸۷

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

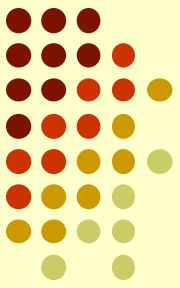
راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های بتنی

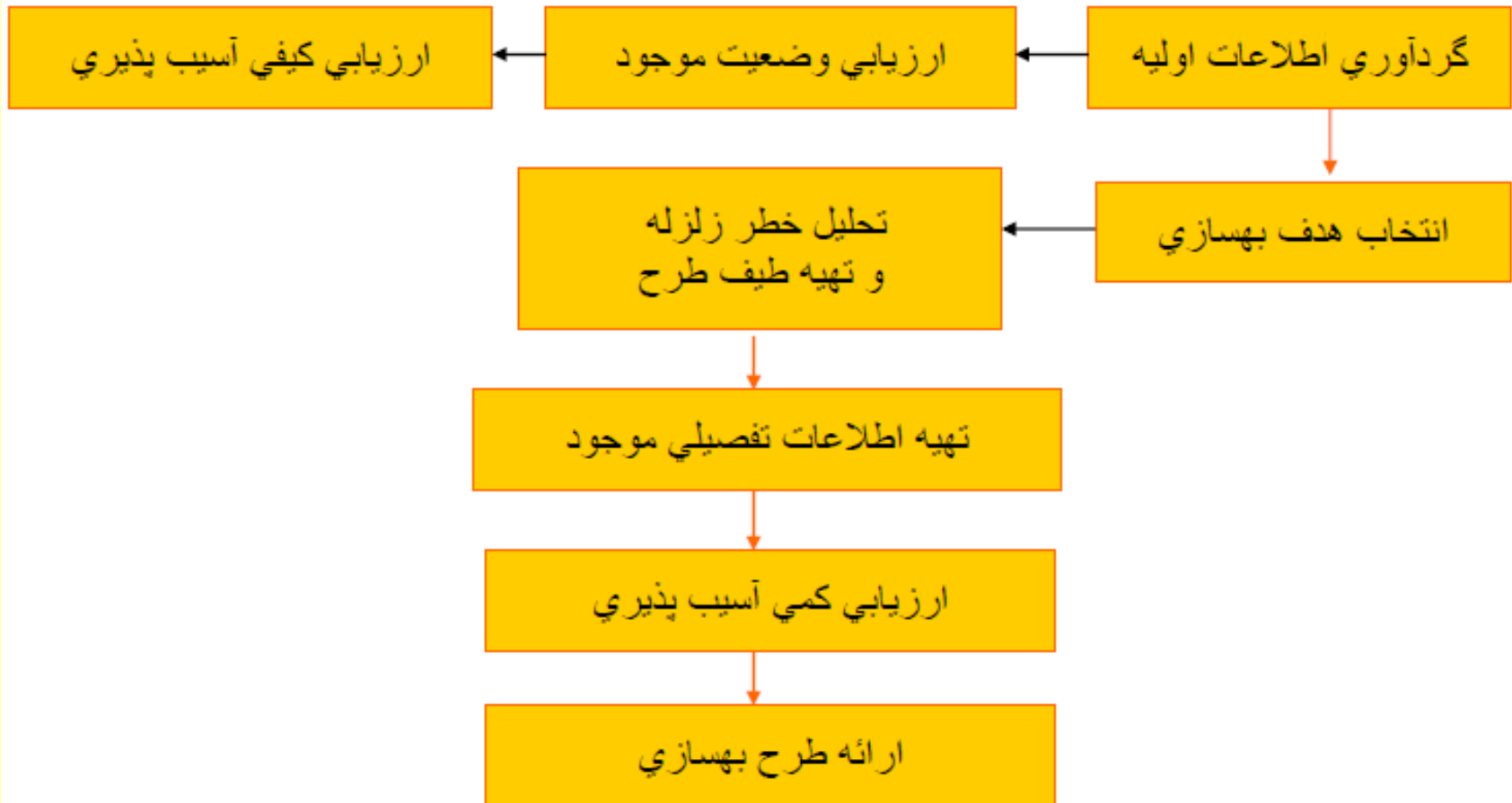
نشریه شماره ۳۶۳-۳

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

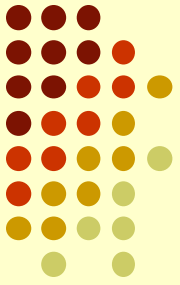
۱۳۸۷



* کلیات بهسازی لرزه ای



-گردآوری اطلاعات اولیه



شامل شناسایی، تهیه عکس، گزارش، مصاحبه با افراد، تهیه اطلاعات، مشخصات فنی ساختمان، تهیه کروکی و نقشه های ازبیلت و تکمیل فرم های ارزیابی اولیه

فرم های ارزیابی نمونه برای ساختمانهای فولادی ← نشریه 1-363

فرم های ارزیابی نمونه برای ساختمانهای بتنی ← نشریه 2-363

فرم های ارزیابی نمونه برای ساختمانهای بنایی ← نشریه 3-363



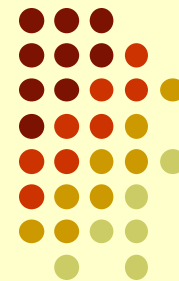
تهیه عکس: خرابی و فرسودگی



تهیه عکس: ترک در دیوار



تهیه عکس: اتصالات



تعیین مشخصات ساختگاه



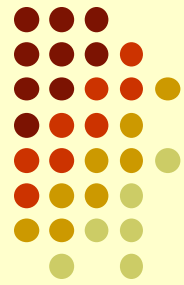
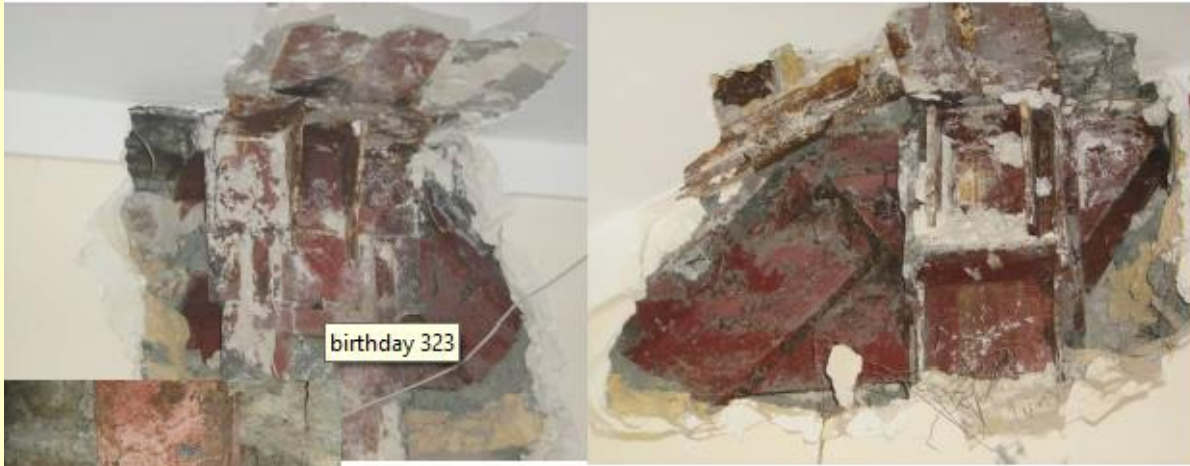
عملیات میدانی و لایه‌های زیرسطحی در چال شناسایی

تعیین پیکربندی ساختمان



نمونه ای از مشاهدات فونداسیون

تعیین پیکربندی ساختمان



عملیات سونداژ ساختمان



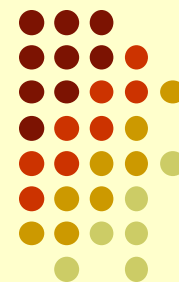
HR_Irani78@yahoo.com

Hamidreza Irani

تعیین پیکربندی ساختمان



عملیات سونداژ سقف ساختمان



روش های بررسی وضعیت داخلی بتن تیر ها و ستون ها

- 1) روش غیر مخرب (چکش اشमितس و...):
بر حسب میزان برگشت چکش (میله) مقاومت اعضا تعیین میگردد.
مشکلات استفاده از چکش اشमितس:
- نشان دادن مقاومت کم بهنگام برخورد با ریزدانه
- نشان دادن مقاومت زیاد بهنگام برخورد با درشت دانه
- نشان دادن مقاومت میلگرد هنگام برخورد به میلگرد در اثر کم بودن پوشش بتن

- 2) روش ارسال امواج (آلتراسونیک)
مقاومت بتن بر حسب سرعت عبور امواج تعیین میگردد.
- هرچه در بتن مسلح تراکم میلگرد در منطقه مورد آزمایش زیاد باشد باعث میشود مقاومت کاذب نشان دهد.
- اشباع بودن یا غیر اشباع بودن بتن در محاسبه تاثیر میگذارد.
- وجود حباب هوا (تخلخل بتن) تاثیر دارد.
آلتراسونیک باید در قسمتی که پوشش میلگرد کمتر است نصب شود (در تیر ها قسمت میانی)



مقاومت فشاری بتن با مغزه‌گیری از اعضاء سازه

روش مغزه‌گیری بتن :

برای داشتن نمونه‌های استاندارد باید ارتفاع نمونه‌ها از دو برابر قطر آن بزرگتر باشد.

در این روش هرچه نمونه از عمق بتن با مته دریافت شود مقاومت بیشتری نشان خواهد داد.

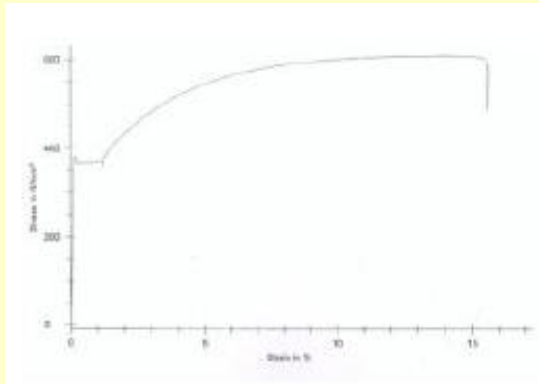
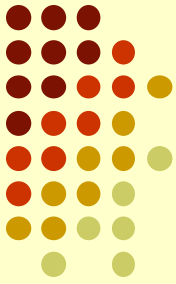
نمونه‌ها از جایی میبایست برداشت شود تا نقاط ضعف در سازه ایجاد نشود

در تیرها بهترین مقطع برای نمونه برداری در یک چهارم طول دهانه نزدیک تکیه‌گاه میباشد.

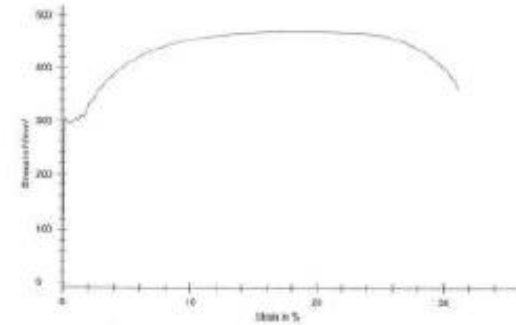
در مقطع عرضی بهترین جا برای نمونه‌گیری نزدیک تار خنثی میباشد زیرا در تار خنثی تنش به بتن وارد نمی‌آید.

همچنین مغزه‌گیری از بتن را میتوان از بتن روی تیرچه‌ها انجام داد تا به باربری تیر یا ستون سازه هم لطمه وارد نیاید

تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی مصالح بر اساس آزمایش



نتایج آزمایش کشش آرماتور

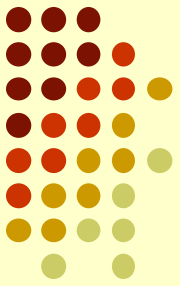


نتایج آزمایش کشش ورق

نمونه‌ها میبایست از انواع فولاد های موجود در محل های مختلف و از جایی برداشت شود تا کمترین تاثیر در مقاومت مقطع داشته باشد.

فولاد های طولی :

میبایست از منتهی الیه قسمت تقویتی، نه از میلگرد های سراسری در مقاطع بزرگ (ترجیحا از $\frac{1}{4}$ طول دهانه) یا از وسط دهانه در بالای تیر



انواع روشهای تحلیل

استاتیکی خطی	←	تحلیل استاتیکی معادل $C=ABI/R$
استاتیکی غیر خطی	←	تحلیل پوش اور
دینامیکی خطی	←	تحلیل طیفی خطی ، تاریخچه زمانی خطی
دینامیکی غیر خطی	←	تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی NTHA تحلیل دینامیکی افزایشی IDA

واژه سختی اصلی ترین تفاوت بین خطی و غیر خطی میباشد. سختی یکی از مشخصه های عضو یا سازه میباشد که رفتار آن عضو یا سازه را نسبت به بارهای وارده مشخص میکند.

مواردی که بر سختی اثر میگذارند عبارتند از:

شکل مقطع (I یا A)، جنس مصالح (E) ، طول عضو (L) ، شرایط تکیه گاهی

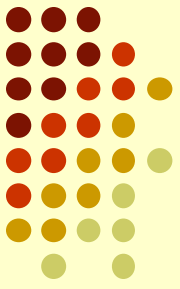
معادله زیر که اساس تحلیل بروش های المان محدود است را مشاهده کنید. $[F] = [K][\Delta]$

ماتریس سختی به شکل هندسی، خواص مکانیکی مواد تشکیل دهنده مدل و شرایط تکیه گاهی بستگی دارد. برای **تحلیل خطی** فرض می‌گردد که سختی مدل در طول زمان تحلیل تغییر نمی‌کند و این معادله برای مدل با فرض ثابت بودن ماتریس سختی تشکیل می‌شود، در حالی که مدل تغییر شکل می‌دهد بدون نیاز به، بروزرسانی و تغییر هیچ پارامتری تنها یکبار حل و پاسخ ها ارائه می‌گردد و با فرضیات مذکور حل معادلات بسیار سریع و راحت می‌گردد.

به محض ورود به دنیای **غیرخطی** همه چیز تغییر میکند. زیرا در تحلیل های غیرخطی اجازه اینکه سختی را ثابت فرض کنیم را نداریم (در واقعیت نیز همینطور است). اما سختی در هر لحظه و در طی مراحل تغییر شکل، تغییر میکند و ماتریس سختی $[K]$ در طی حل مسئله اصلاح یا به اصطلاح update میشود. همواره سختی نسبت به گام قبل کمتر است!!

منشأ رفتار غیرخطی :

- 1- **غیرخطی هندسی** : اگر تغییر در سختی بعلت تغییر در شکل مدل باشد، رفتار غیرخطی هندسی رخ داده است. نرم افزارهایی مثل Etabs و Sap برای تحلیل غیرخطی هندسی از اثر P-delta استفاده میکنند.
- 2- **غیرخطی مواد**: اگر تغییر در سختی بعلت تغییر در خواص مواد تحت شرایط بارگذاری خارجی باشد، تحلیل غیرخطی مواد مطرح می‌گردد. در تحلیل خطی فرض بر این است که رابطه تنش و کرنش مواد خطی است و تنش متناسب با کرنش تغییر میکند.



تحلیل پوش اور یا تحلیل فزاینده غیر خطی:

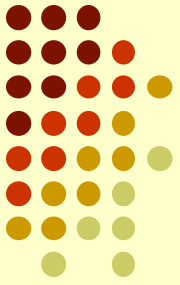
یک روش آنالیز ساده شده برای ارزیابی عملکرد سازه هنگام زلزله است. در این روش سازه طرح شده تحت الگوی بارگذاری مشخص قرار میگیرد و این بارهای جانبی تا رسیدن سازه به تغییرشکل مورد انتظار در زلزله با سطح خطر معین تدریجا افزایش می یابد. بار گام به گام افزایش یافته و در هر گام اثر کاهش سختی اعضا در اثر ترک خوردگی یا جاری شدن و یا زوال در ماتریس سختی سازه اعمال میشود و برای گام بعد مورد استفاده قرار میگیرد.

این تحلیل مانند این است که یک سازه یک درجه آزادی را کم کم هل دهیم , تا زمانی که تغییرمکان نوک سیستم یکدرجه آزاد به حد معینی برسد. در سازه های چند درجه آزاد نیز باید نقطه ای را در نظر بگیریم که معرف رفتار کل سازه باشد یا به نوعی تغییرمکان آن نقطه بیشتر از سایر نقاط باشد که اغلب مرکز جرم بام به عنوان نقطه مبنا لحاظ میشود.

به نقطه مبنا, نقطه کنترل و به تغییرمکان مورد انتظار نقطه کنترل , تغییرمکان هدف میگوییم. یعنی میخواهیم سازه در اثر زلزله با سطح خطر معین به آن تغییرمکان برسد و نه کمتر!!!!

فرض اساسی تحلیل پوش اور این است که هم توزیع نیرو و هم جابجایی هدف با فرض اینکه پاسخ سازه با مد اول کنترل میشود و شکل مدی سازه تا پایان تحلیل و حتی پس از تسلیم ثابت است.

ظرفیت سازه



مشخصات اصلی هر ساختمان عبارت است از سختی، مقاومت و شکل پذیری. سختی عامل محدود کننده تغییرمکان جانبی است. مقاومت میزان آسیب را در سازه کنترل میکند و شکل پذیری برای جلوگیری از انهدام سازه می باشد. حداکثر مقدار این سه عامل در سازه با عنوان **ظرفیت** شناخته میشود.

ظرفیت سختی، ظرفیت مقاومت و ظرفیت شکل پذیری به مشخصات مصالح، ابعاد و شکل مقاطع اعضا و نوع سازه بستگی دارد. با افزایش ابعاد مقطع و یا افزایش مقاومت مصالح، میتوان **ظرفیت سختی** و **ظرفیت مقاومت** سازه را افزایش داد. **ظرفیت شکل پذیری** عمدتاً توسط جزئیات اجرایی در اعضا امکان پذیر خواهد بود.

برای مقابله با زلزله، سطوح خاصی از مشخصه های فوق مورد نیاز است که به نیاز سختی، نیاز مقاومت و نیاز شکل پذیری معروف هستند.

نیاز مقاومت و نیاز شکل پذیری ارتباط معکوس دارند. افزایش ظرفیت مقاومت در یک سازه، نیاز به شکل پذیری را کاهش میدهد. همچنین برعکس، وجود ظرفیت شکل پذیری بالا، نیاز به مقاومت را کاهش می دهد.

همواره باید ظرفیت شکل پذیری بزرگتر از ظرفیت شکل پذیری نیاز باشد.

قابلیت استهلاک انرژی بیشتر، قابلیت تحمل تغییر مکانهای بزرگتر، حفظ پایداری کلی سازه در زلزله های شدید، نوع شکست نرم در المانها، عدم کمانش المانهائی که بار محوری حمل میکنند، عدم تسلیم برشی المانهای سازه، همه این ها مواردی هستند که با رعایت ضوابط شکل پذیری عملی میشوند.

فلسفه ی طراحی لرزه ای:

- ۱- تحت زلزله های خفیف اما مکرر ، بخش های مختلف ساختمان که نیروهای عمودی و افقی را منتقل میکنند آسیب نمی بینند اما بخش هایی از ساختمان که باری منتقل نمیکنند دچار صدمات قابل جبران میشوند.
- ۲ - تحت زلزله متوسط ، اما گاه به گاه اعضای اصلی دچار آسیب جبران پذیر میشوند در حالی که بخش های دیگر ساختمان ممکن است به گونه ای آسیب ببینند که لازم باشد پس از زلزله تعویض شوند.
- ۳ - تحت زلزله شدید اما نادر ، بخش های مختلف دچار خسارت شدید(حتی غیرقابل تعمیر) میشوند اما ساختمان فرو نمی ریزد.

طراحی براساس عملکرد:

مفهوم طراحی براساس عملکرد مستلزم تعریف سطوح چندگانه عملکرد هدف (خسارت) می باشد که انتظار می رود سازه ، تحت اثر زلزله با شدت مشخص به این سطوح برسد یا حداقل از آن تجاوز نکند. یعنی از همان ابتدای طراحی میزان و سطح آسیب مشخص شده و سازه را طوری طرح میکنند که در زلزله با سطح خطر معین چنین عملکردی داشته باشد.

سطح خطر زلزله در آیین نامه ۲۸۰۰:

در آیین نامه ۲۸۰۰ یک سطح خطر تعریف شده و طیف متناظر با آن ارائه شده که سطح خطر ۱ نامیده میشود. دوره بازگشت آن ۴۷۵ سال و احتمال رخداد ۱۰ درصد در ۵۰ سال عمر مفید سازه می باشد.

سطح خطر زلزله در نشریه ۳۶۰ و FEMA356:

سطح خطر ۱ که همان تعریف ۲۸۰۰ است.

سطح خطر ۲ سطحی از زلزله هست که احتمال رخداد آن و بزرگتر از آن، در ۵۰ سال عمر مفید سازه ۲ درصد است و دروه بازگشت آن ۲۴۷۵ سال است. برای بدست آوردن طیف این سطح خطر از زلزله باید تحلیل خطر انجام داد.

سطح خطر ۳ یا انتخابی، معادل سطحی از زلزله با احتمال رخداد انتخابی میباشد که برای موارد خیلی خاص انجام میشود.

چند تفاوت آیین نامه ۲۸۰۰ و نشریه ۳۶۰:

- آیین نامه ۲۸۰۰ برای طرح از ابتدا و نشریه ۳۶۰ برای ارزیابی سازه ی موجود است که البته میشود برای ارزیابی سازه طرح از ابتدا نیز بکار رود.
- در آیین نامه ۲۸۰۰ در تحلیل های خطی از ضریب رفتار بعلت وجود قابلیت استهلاک انرژی درمقیاس سازه استفاده میشود، در صورتی در نشریه ۳۶۰ از ضرایب شکل پذیری در مقیاس عضو استفاده میگردد.
- سطوح خطر از دیگر تفاوت ها هست که در قسمت قبلی بیان شد.
- سطوح عملکرد به طور دقیق در نشریه ۳۶۰ تعریف شده ولی در ۲۸۰۰ اینطور نیست و این موضوع بیشتر با ضریب اهمیت ساختمان نمایش داده میشود.

طراحی بر اساس نیرو و طراحی بر اساس تغییرمکان

طراحی بر اساس نیرو همان روش رایجی است که در حال حاضر در کشور استفاده میکنیم و تغییرمکان ها در پایان طراحی کنترل میشود. در صورتی که تغییرمکان ها رابطه مستقیم با خرابی و میزان خرابی رابطه مستقیم با سطح عملکرد سازه دارد. لذا تحلیل و طراحی سازه برای رسیدن به سطح عملکرد مناسب و پذیرش سطح خسارت قابل قبول همان روش طراحی بر اساس تغییرمکان است. در روش طراحی بر اساس سطح عملکرد، کاهش نیرو با استفاده از R وجود ندارد و رفتار غیرخطی سازه به طور مناسبی مدل میشود.

سطح عملکرد اجزای سازه ای

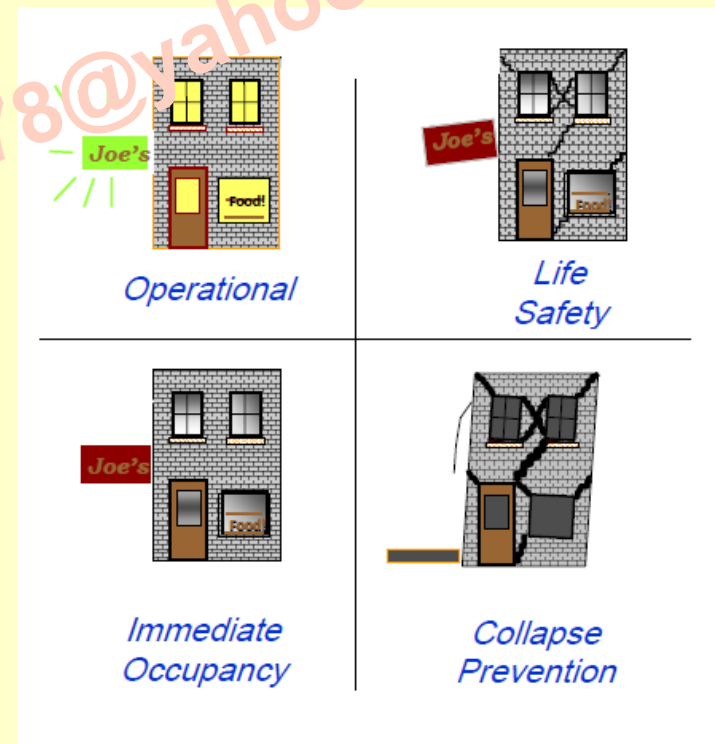
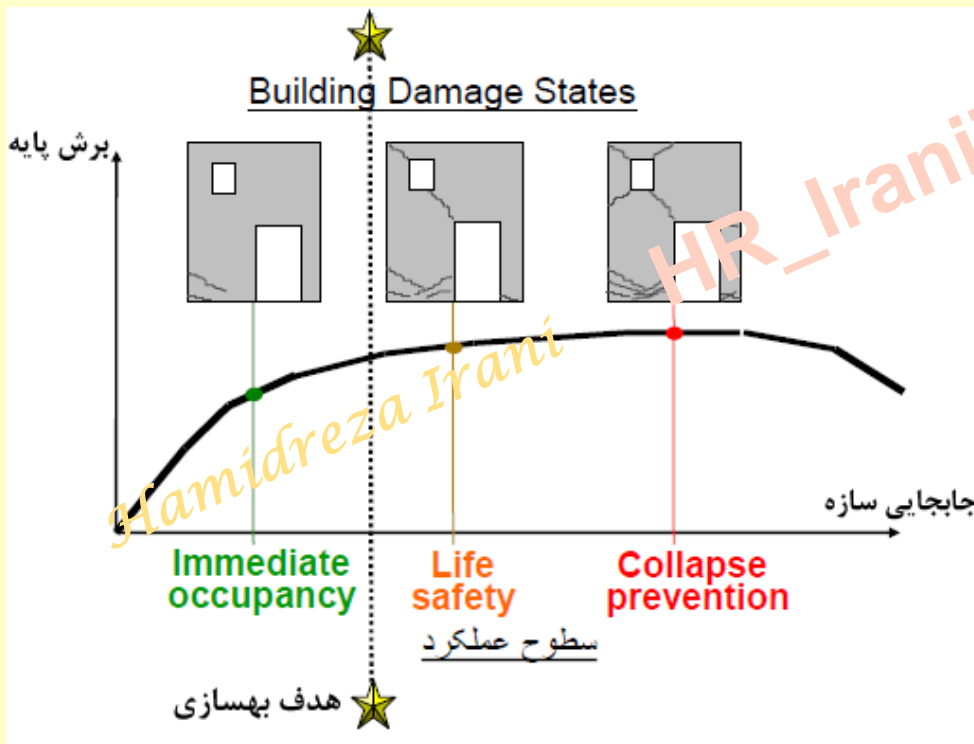
- الف) قابلیت استفاده بی وقفه : در اثر وقوع زلزله، مقاومت و سختی اجزای سازه تغییر قابل توجهی پیدا نکنند و استفاده بی وقفه از آن ممکن باشد.
- ب) خرابی محدود : در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه به میزان محدود و به گونه ای باشد که پس از زلزله با مرمت بخش های آسیب دیده ادامه بهره برداری از ساختمان میسر باشد.
- پ) ایمنی جانی: در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه ایجاد شود اما میزان خرابی ها به اندازه ای نباشد که منجر به خسارت جانی شود.
- ت) ایمنی جانی محدود: در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه ایجاد شود اما میزان خرابی ها به اندازه ای باشد که منجر به خسارت جانی حداقل شود.
- ث) آستانه فروریزش: در اثر وقوع زلزله خرابی گسترده در سازه ایجاد شود اما ساختمان فرو نریزد و تلفات جانی به حداقل برسد.
- ج) لحاظ نشده: چنانچه برای اجزای سازه ای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد سطح عملکرد اجزای سازه ای لحاظ نشده نامیده میشود.

سطح عملکرد اجزای غیرسازه ای

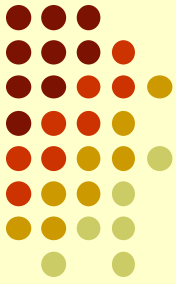
- الف) خدمت رسانی بی وقفه: اجزای غیرسازه ای در اثر زلزله دچار خرابی بسیار جزئی شوند؛ به گونه ای که خدمت رسانی ساختمان به طور پیوسته انجام شود.
- ب) قابلیت استفاده بی وقفه: اجزای غیرسازه ای در اثر زلزله دچار خرابی جزعی شوند؛ به گونه ای که پس از زلزله راه های دسترسی و فرار مانند درها، راهروها، پله ها، آسانسورها و روشنایی آن ها مختل نشده و استفاده از ساختمان بی وقفه میسر باشد.
- پ) ایمنی جانی: اجزای غیرسازه ای در اثر زلزله، خطری برای ساکنین به وجود نیاورد.
- ت) ایمنی جانی محدود: خسارت اجزای غیرسازه ای در اثر زلزله به اندازه ای باشد که خسارت جانی حداقل شود.
- ث) لحاظ نشده: چنانچه برای عملکرد اجزای غیرسازه ای، سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد، سطح عملکرد اجزای غیرسازه ای لحاظ نشده نامیده میشود.

سطح عملکرد کل ساختمان

- الف) خدمت رسانی بی وقفه : اجزای سازه ای قابلیت استفاده بی وقفه و اجزای غیرسازه ای خدمت رسانی بی وقفه
 ب) قابلیت استفاده بی وقفه : اجزای سازه ای قابلیت استفاده بی وقفه و اجزای غیرسازه ای قابلیت استفاده بی وقفه
 پ) ایمنی جانی : اجزای سازه ای ایمنی جانی و اجزای غیرسازه ای ایمنی جانی
 ت) آستانه فروریزش: اجزای سازه ای آستانه فروریزش و اجزای غیرسازه ای سطح عملکرد لحاظ نشده



اهداف بهسازی:



هدف بهسازی بر اساس میزان اهمیت و سطح عملکرد ساختمان مورد نظر انتخاب می شود و شامل یک یا چند هدف عملکردی است.

۱ - بهسازی مبنا: در بهسازی مبنا انتظار می رود که تحت زلزله سطح خطر ۱ ایمنی جانی ساکنین ساختمان تامین شود

۲ - بهسازی مطلوب: در بهسازی مطلوب انتظار می رود که هدف بهسازی مبنا تامین شود و علاوه بر آن تحت زلزله سطح خطر ۲ ساختمان فرو نریزد.

۳ - بهسازی ویژه: در بهسازی ویژه نسبت به بهسازی مطلوب، سطح عملکرد بالاتری برای ساختمان مدنظر قرار میگیرد. بدین منظور سطح عملکرد بالاتری برای ساختمان تحت همان سطح خطر زلزله ی مورد استفاده در بهسازی مطلوب در نظر گرفته شده یا با حفظ سطح عملکرد مشابه با بهسازی مطلوب سطح خطر زلزله بالاتری در نظر گرفته میشود.

۴ - بهسازی محدود: در بهسازی محدود عملکرد پایین تری از بهسازی مبنا در نظر گرفته میشود.

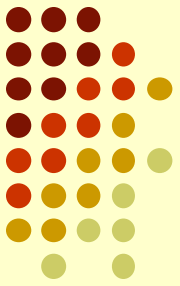
۵ - بهسازی موضعی: بخشی از یک طرح بهسازی کلی است که هدف آن مطابق اهداف ۱ تا ۴ می باشد اما بنا به دلایلی در شرایط فعلی امکان اجرای کامل آن وجود ندارد و فقط بخشی از آن اجرا میشود. در این حالت باید به موارد زیر توجه شود:

۱- بهسازی موضعی ساختمان نباید منجر به پایین آمدن سطح عملکرد قبلی ساختمان موجود شود.

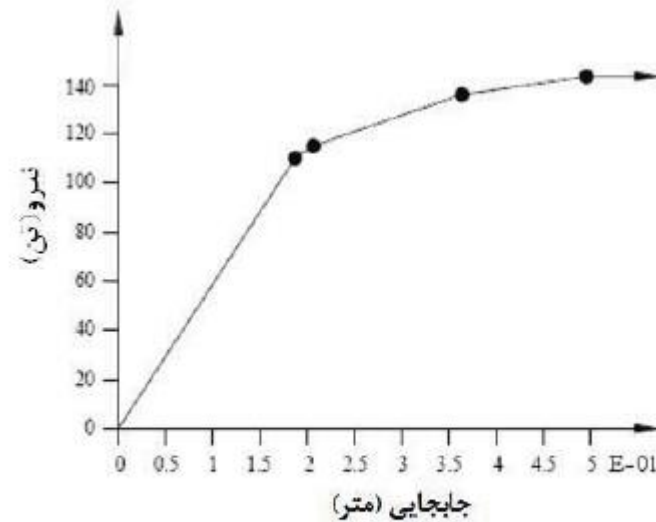
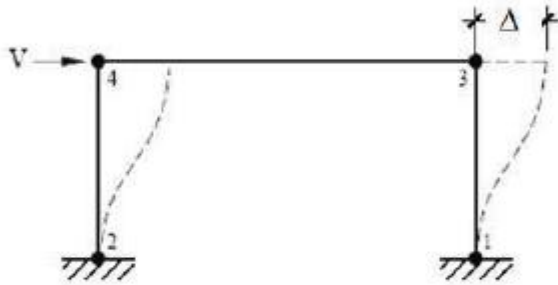
۲- بهسازی موضعی نباید سبب افزایش نیروهای ناشی از زلزله در اعضایی که وضعیت بحرانی دارند شود.

۳- بهسازی موضعی نباید منجر به نامنظم شدن یا افزایش نامنظمی ساختمان شود.

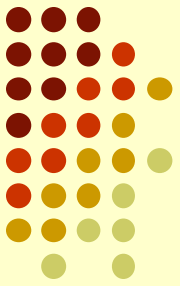
* منحنی ظرفیت و طیف ظرفیت



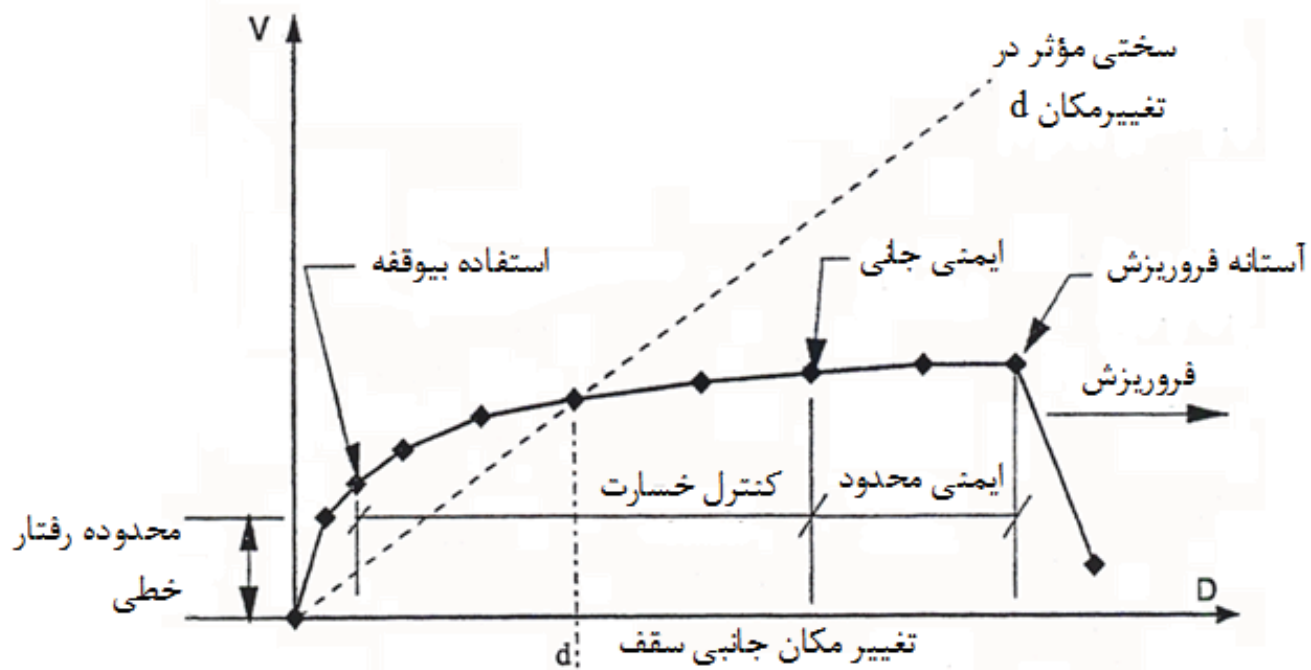
منحنی ظرفیت، نشان دهندهٔ برش پایه قابل تحمل توسط سازه، تحت بارگذاری تدریجی، به ازاء تغییر شکل جانبی تراز معین شده سازه (بام) در برابر بارهای وارد بر آن می‌باشد. در صورتی که ظرفیت خطی (الاستیک) سازه نامحدود باشد، این منحنی بصورت یک خط ثابت بوده که شیب آن برابر با سختی سازه می‌باشد. اما از آنجایی که ظرفیت خطی سازه محدود می‌باشد، منحنی ظرفیت سازه‌ها بطور عمومی شامل مجموعه‌ای از خطوط مستقیم بوده که با کاهش شیب مواجه هستند. این کاهش شیب نشان دهنده کاهش سختی سازه می‌باشد



منحنی ظرفیت (برش پایه در برابر جابجایی بام)

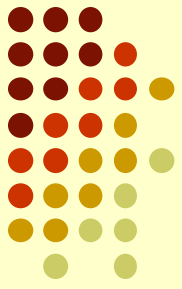


به منظور تعیین منحنی ظرفیت یا طیف ظرفیت سازه، استفاده از روش‌های تحلیل غیر خطی (استاتیکی، دینامیکی) ضروری می‌باشد.

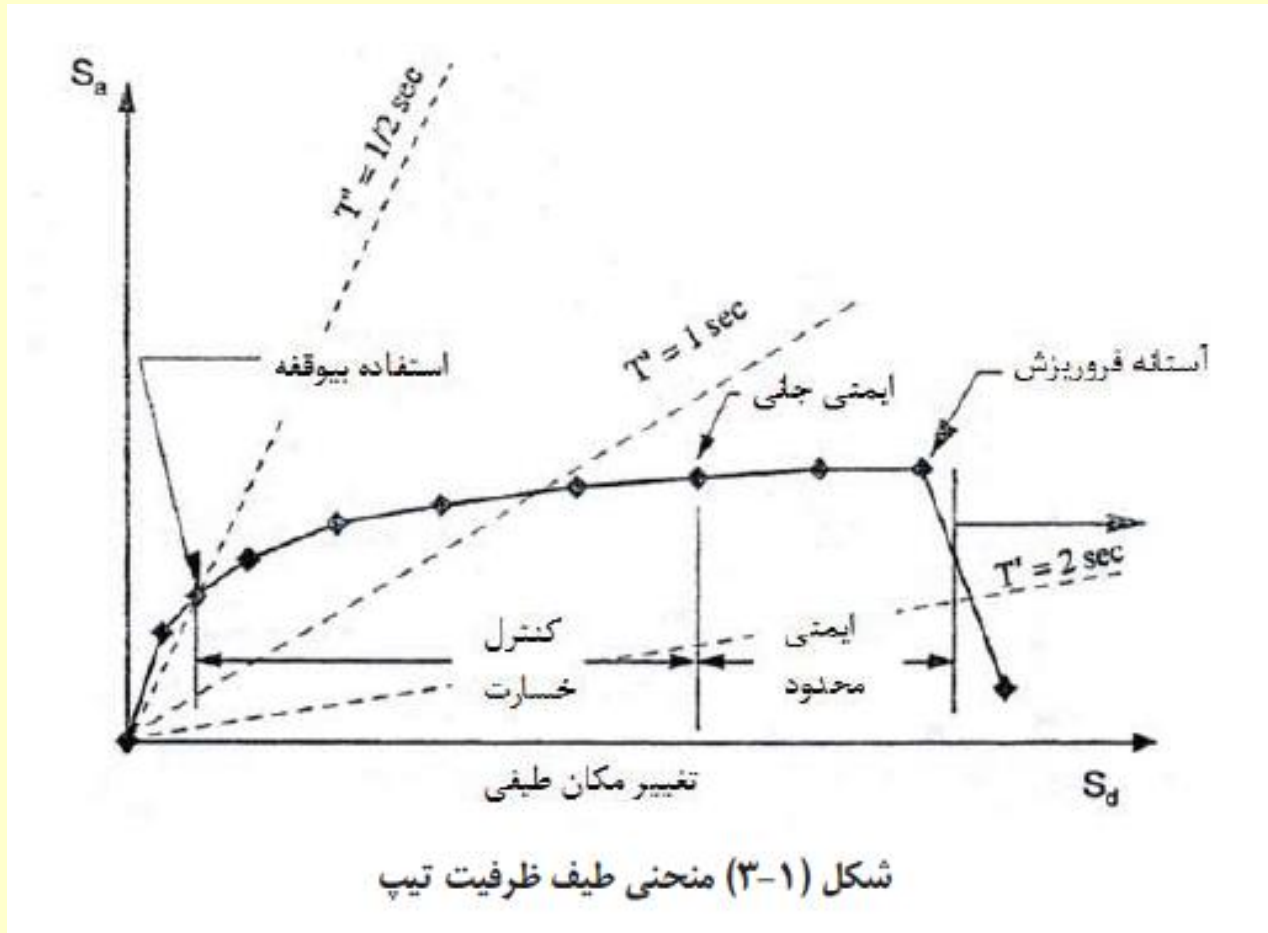


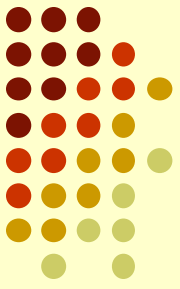
منحنی ظرفیت تیپ

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| IO= Immediate Occupancy | استفاده بی وقفه |
| LS= Life Safety | ایمنی جانی |
| CP= Collapse Prevention | آستانه فروریزش |



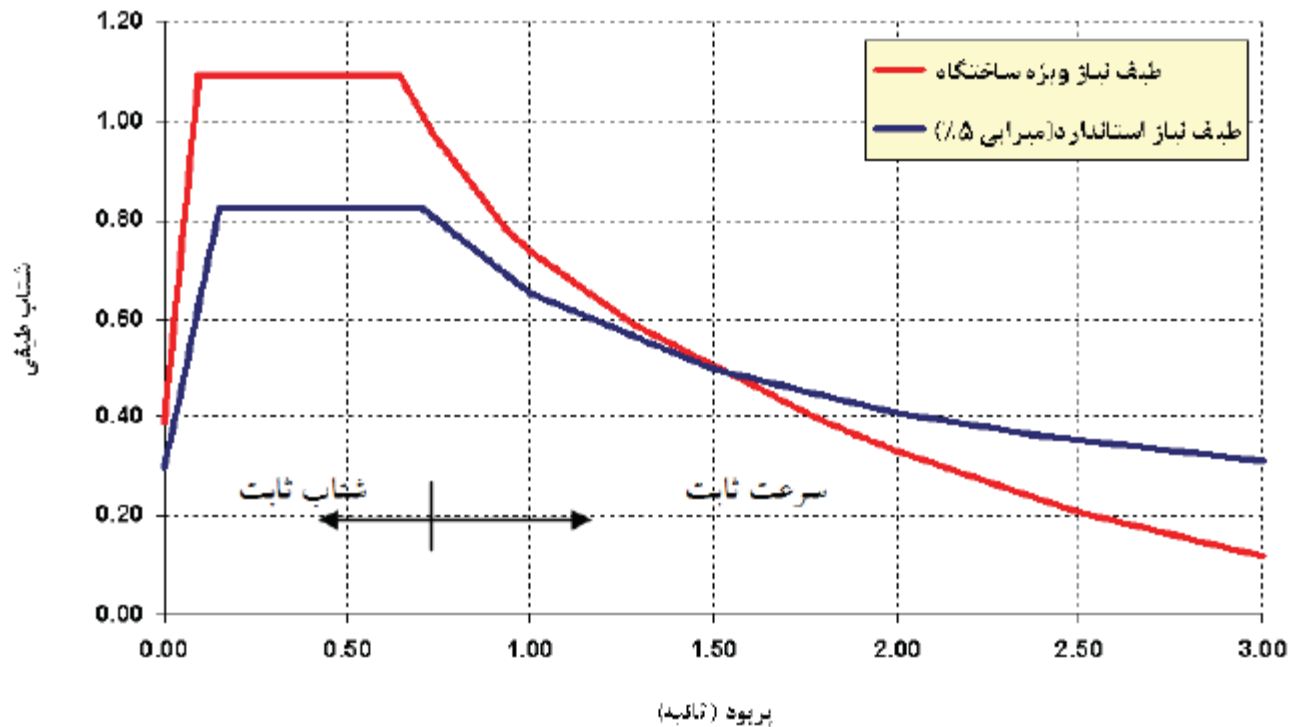
منحنی طیف ظرفیت سازه، منحنی شتاب طیفی قابل تحمل توسط سازه نسبت به تغییر مکان طیفی بام می باشد.





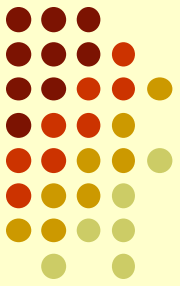
طیف نیاز

زلزله اعمالی به سازه به صورت شتاب وارد بر سازه تعریف می‌گردد که به آن طیف نیاز سازه می‌گویند. منحنی‌های طیف نیاز به دو دسته طیف نیاز استاندارد و طیف نیاز ویژه ساختگاه طبقه‌بندی می‌شوند، این منحنی‌ها 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

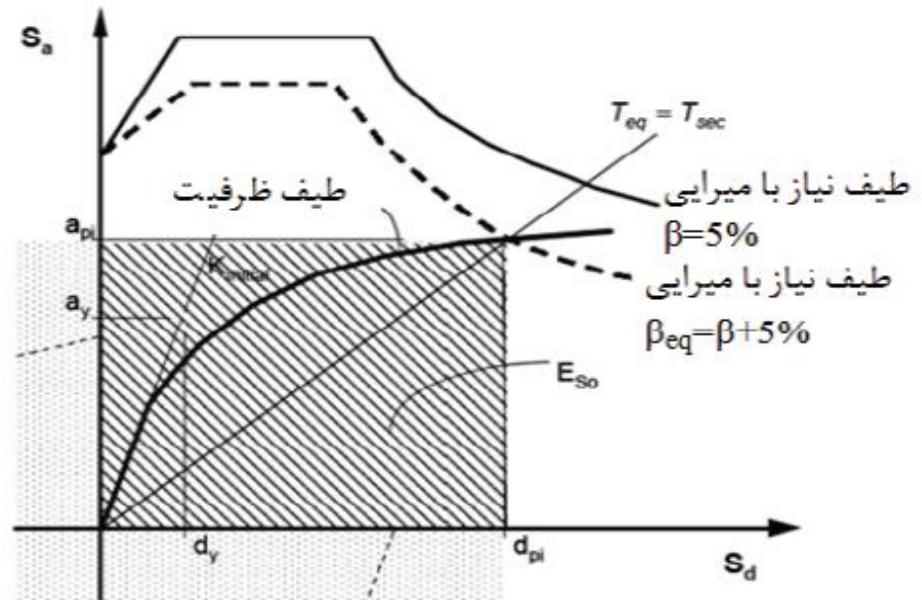
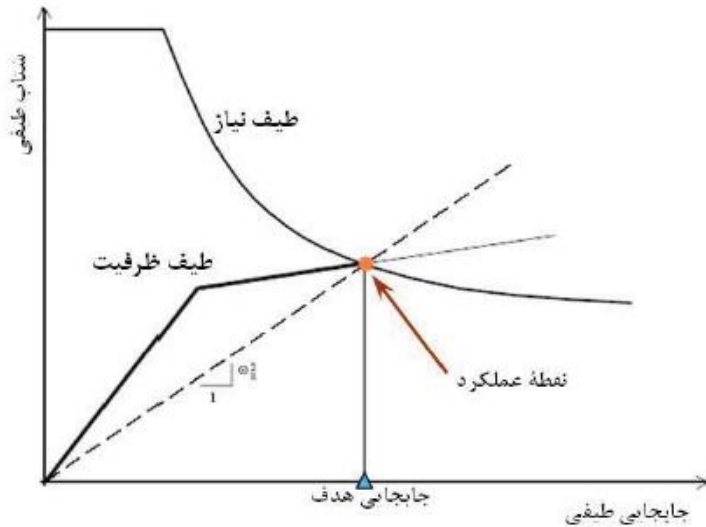


منحنی طیف نیاز استاندارد و ویژه ساختگاه

نقطه عملکرد و جابجایی هدف سازه

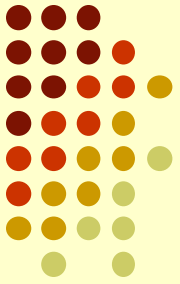


به محل تقاطع منحنی‌های ظرفیت و نیاز سازه که در سیستم مختصات صحیح رسم شده باشند نقطه عملکردی سازه گویند، که در آن نیاز سازه با ظرفیت موجود در آن مساوی است. در واقع نقطه عملکرد، نقطه توقف سازه در طول منحنی ظرفیت سازه است.



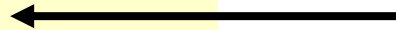
لازم به ذکر است در صورتی که تقاطع دو منحنی در قسمت خطی اولیه قرار نگیرد باید منحنی نیاز با میرایی متناسب ترسیم گردد. از این رو تعیین دقیق نقطه عملکرد، مستلزم روش سعی و خطایی خواهد بود. همچنین جابجایی نیاز یا هدف، حداکثر جابجایی بام را تحت اثر زلزله طرح یا هر زلزله بکار رفته در تحلیل غیرخطی نشان می‌دهد. در واقع هدف از تحلیل غیرخطی، تعیین پاسخ سازه در نقطه عملکرد و جابجایی هدف می‌باشد

۱- راهبرد فنی



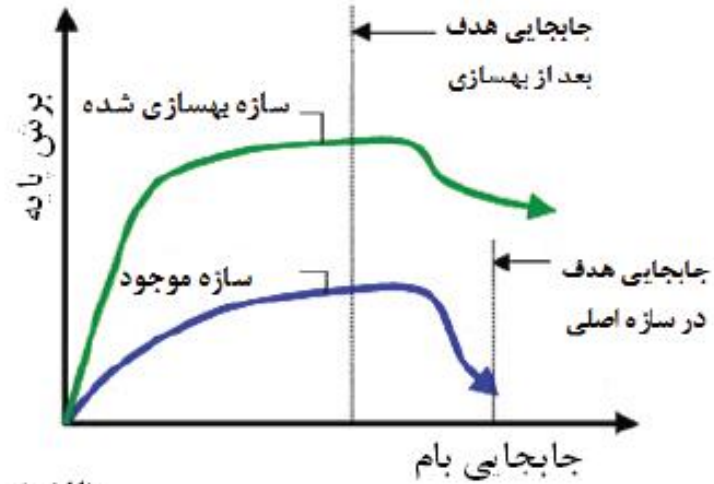
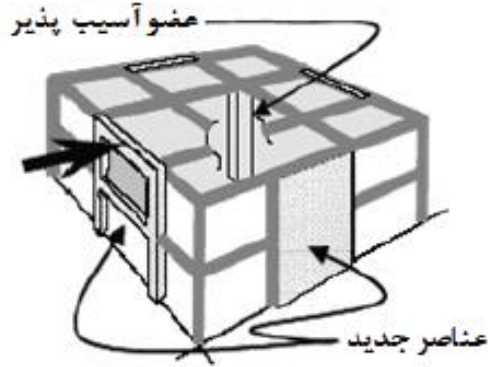
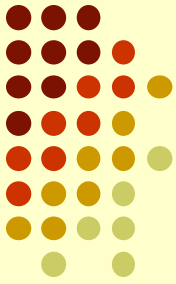
- الف- اصلاح موضعی اجزا
- ب- حذف یا کاهش نامنظمی در سازه
- پ- افزایش مقاومت سازه
- ت- افزایش سختی جانبی سازه
- ث- افزایش شکل پذیری سازه
- ج- کاهش نیاز سازه

کاهش جرم
جداسازی پایه
اتلاف انرژی (میراگرها)

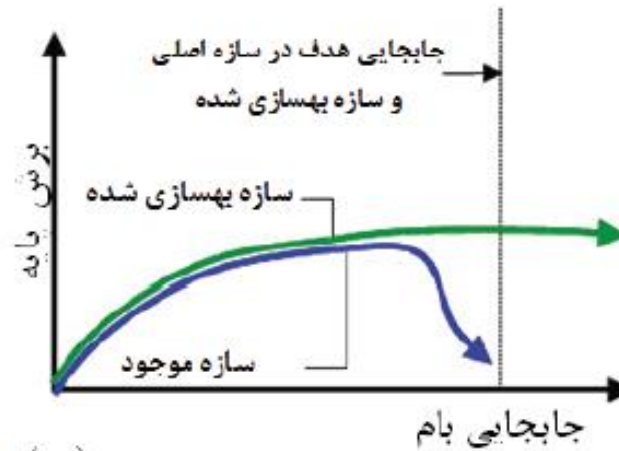


۲- راهبرد مدیریتی

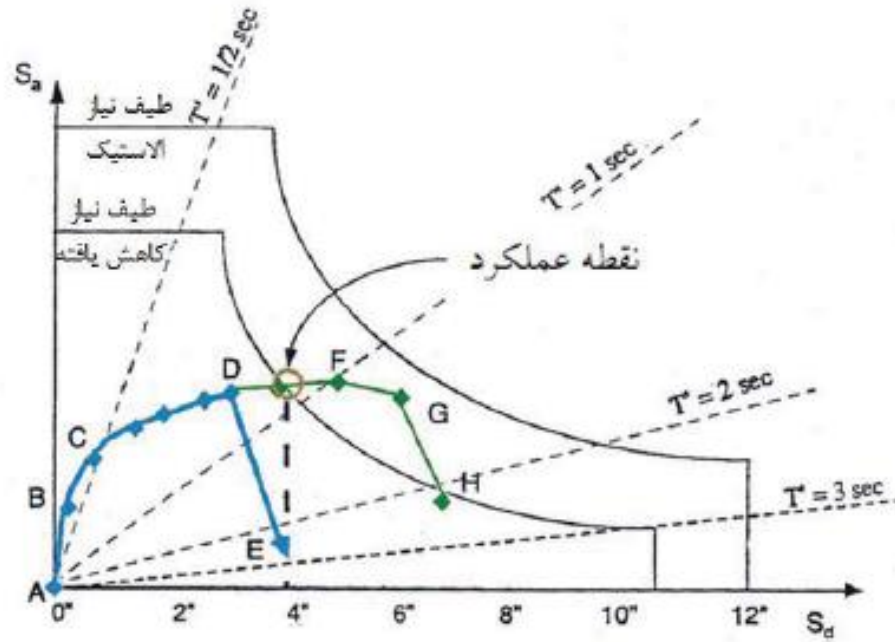
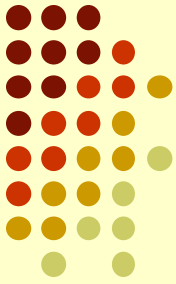
- الف : استفاده کردن از ساختمان در هنگام مقاوم سازی،
- ب : تخلیه ساختمان تا زمان اتمام مقاوم سازی،
- پ : پذیرش خطر موجود و عدم مقاوم سازی،
- ت : تغییر کاربری ساختمان به منظور کاهش میزان خطر،
- ث : تخریب ساختمان موجود و احداث ساختمان جدید،
- ج : مقاوم سازی تدریجی در طی چندین سال،
- چ : تمرکز مقاوم سازی ها فقط در خارج ساختمان یا فقط در داخل ساختمان و ... باشد.



(الف) تاثیر اصلاح سیستم سازه بر منحنی ظرفیت



(ب) تاثیر اصلاح موضعی اجزا سازه بر منحنی ظرفیت



تأثیر اصلاح موضعی اجزا بر عملکرد لرزه ای سازه

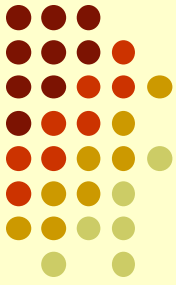
8@yahoo.com

هدف از این روش، افزایش قابلیت تغییر شکل و مقاومت اعضاء ناکارآمد می باشد، چرا که این اعضاء در شرایط فعلی به وضعیت

حدی مورد نیاز سازه نخواهند رسید.

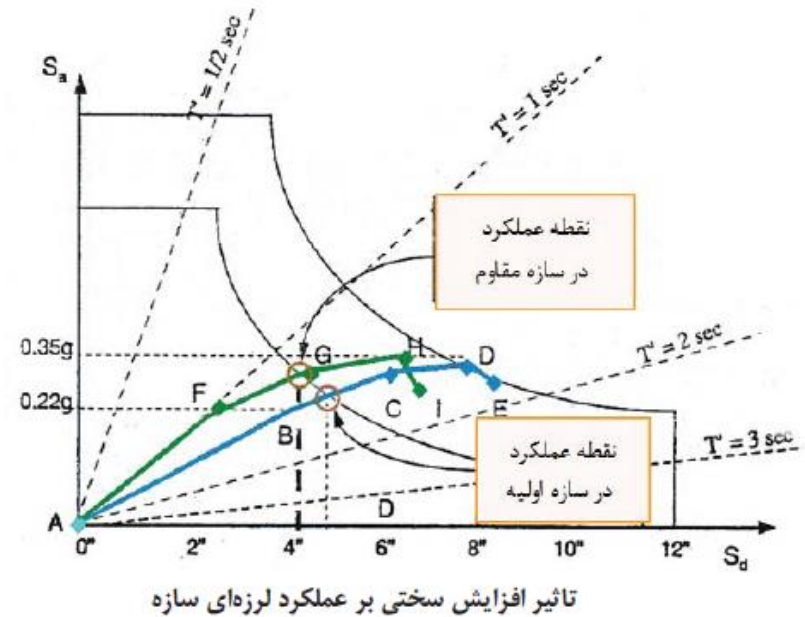
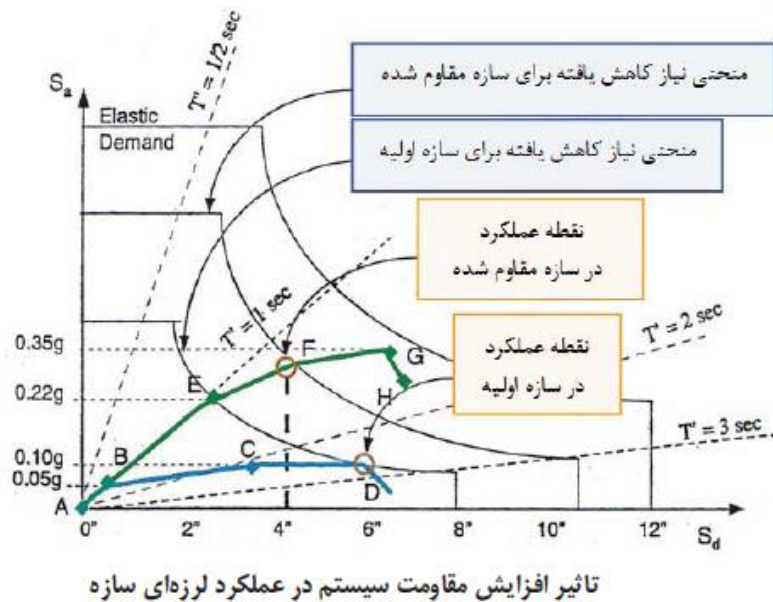
جایگزینی قطعات جدا شدنی، اضافه کردن ورقهای فولادی روی سطوح، استفاده از ژاکتهای بتن آرمه و یا فلزی، تزریق رزین، بتن پاشی، بکارگیری سیستم های کامپوزیت FRP، استفاده از پیش تنیدگی خارجی

اصلاح سیستم سازه ای



مقاومت جانبی و شکل پذیری، ضروری ترین اهداف تاثیر گذار بر رفتار لرزه ای سازه ها می باشد. افزایش مقاومت جانبی و افزایش

سختی سازه مفاهیمی بسیار نزدیک به یکدیگر دارند ولی در عین حال از جهاتی نیز دارای اختلاف می باشد.

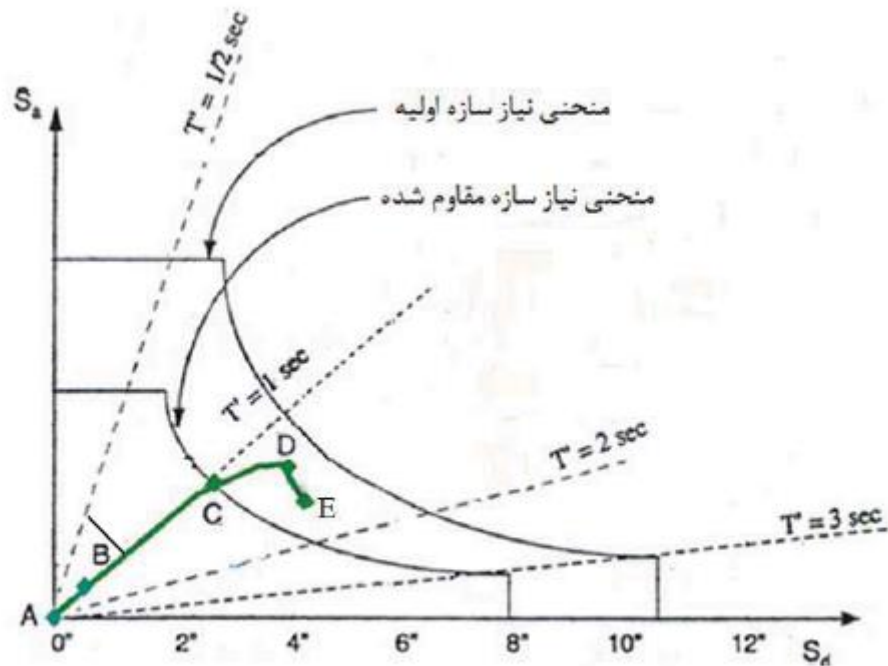


در واقعیت اکثر راهکارهای اجرا شده برای افزایش مقاومت سازه (مانند اضافه کردن دیوار و میا نقاب)، به افزایش سختی نیز منجر خواهد شد.

کاهش نیاز سازه

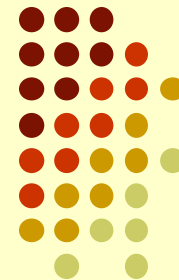
- کاهش جرم

اگر چه کاهش وزن ساختمان روش بهبود عملکرد لرزه‌ای می‌باشد و این راهبرد، برخورد نسبتاً ریشه‌ای با مسئله آسیب‌پذیری سازه می‌باشد ولی در عمل بدلیل وزن ناچیز اعضای قابل حذف در ساختمان و مشکلاتی که در برابر حذف یک طبقه وجود دارد، استفاده از این راهبرد مشکل می‌باشد.



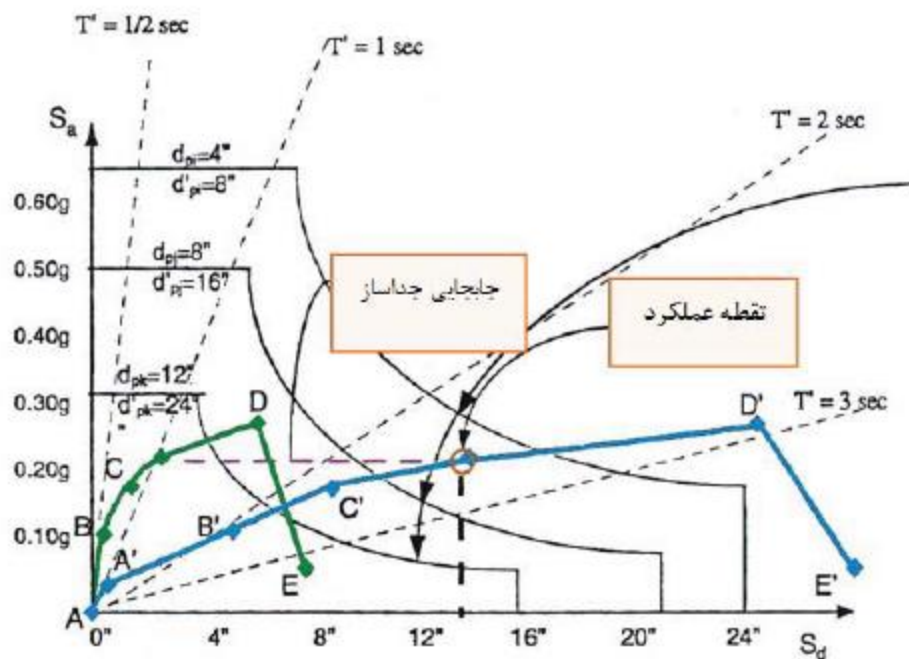
تاثیر کاهش جرم ساختمان بر منحنی نیاز سازه

جداسازی پایه



استفاده از سیستم‌های جداسازی لرزه‌ای، راهکار مناسبی برای کاهش اثرات زلزله روی سازه موجود می‌باشد. هنگامی که حفاظت از اعضاء مد نظر باشد و یا تجهیزات مهمی در ساختمان موجود باشد، با بکارگیری جداسازهای لرزه‌ای می‌توان انتقال انرژی موجود در حرکات ارتعاشی زمین را به ساختمان محدود نمود.

روش جداسازی برای ساختمان‌های کوتاه و نسبتاً صلب موثر بوده و برای ساختمان‌های بلند و نرم کارایی کمتری دارد.

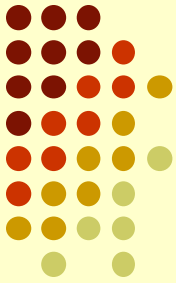


تأثیرات استفاده از جداسازهای لرزه‌ای بر طیف نیاز و ظرفیت سازه

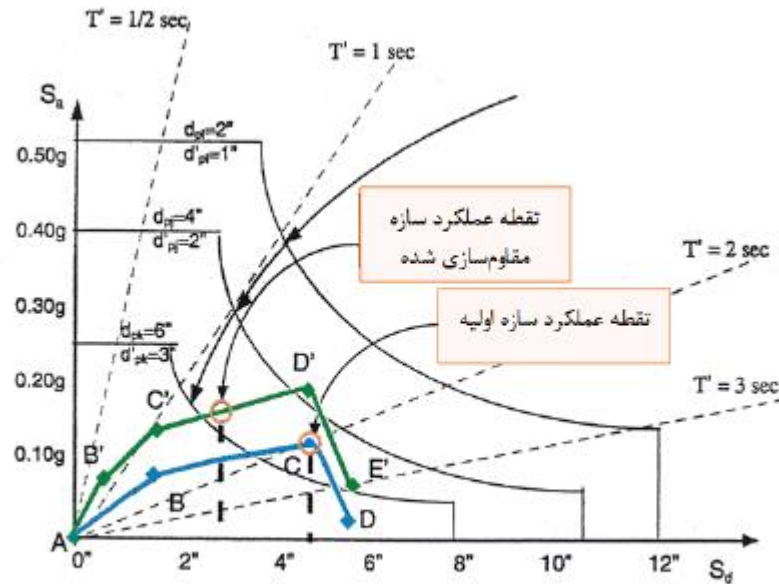
منحنی نشان‌دهنده منحنی ظرفیت سازه بعد از نصب سیستم جداساز لرزه‌ای می‌باشد. اگر چه تغییر مکان در هر کدام از این مقاومت‌ها به دلیل جابجایی در سیستم جداساز، افزایش چشم‌گیری داشته ولی همانطور که ملاحظه می‌شود مقاومت جاری شدن و نهایی سازه بدون تغییر باقی مانده است.

وقتی که در سازه از سیستم جداساز لرزه‌ای استفاده شود، متناسب با تغییراتی که شرح داده شد باید میرایی موثر محاسبه و منحنی نیاز مجدداً ترسیم شود.

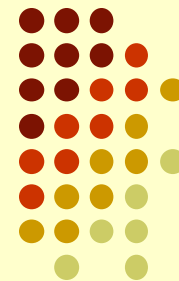
سیستم اتلاف انرژی (میراگرها)



در ساختمانهایی که دارای سختی جانبی کافی نیستند با تعبیه اجزاء جاذب انرژی در سازه می‌توان تغییر شکل‌های ساختمان را محدود ساخت. برای این منظور اجزاء خاصی طراحی و ساخته شده‌اند که با ایجاد اصطکاک یا تغییر شکل‌های خمیری و یا استفاده از خاصیت ویسکوزیته در سیالات، بخشی از انرژی سازه را جذب و مستهلک می‌کنند و به این ترتیب تغییر شکل‌های سازه محدود می‌شود. البته در بکارگیری این سیستم‌ها در بعضی موارد به دلیل افزایش سختی سازه، نیروهای جانبی نیز افزایش می‌یابند.



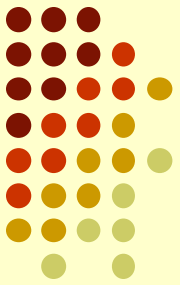
تأثیر استفاده از سیستم‌های مستهلک کننده انرژی روی منحنی های نیاز و طیف ظرفیت



فصل دوم

راه کارهای اصلاح موضعی اجزاء سازه ای

* راهکارهای بهسازی فونداسیون



بارهای ساختمان از طریق فونداسیون به خاک منتقل می‌گردد. از این رو ایمنی ساختمان کاملاً به وضعیت فونداسیون آن بستگی دارد

با توجه به هزینه بالای بهسازی فونداسیون‌ها، همواره سعی می‌شود از روش‌هایی استفاده گردد که در آنها به بهسازی فونداسیون نیاز نباشد، ولی این امر همیشه امکان پذیر نبوده و نیاز به بهسازی فونداسیون در برخی موارد امری ضروری و اجتناب ناپذیر خواهد بود

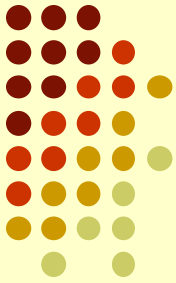
معمول‌ترین آسیب وارد بر فونداسیون‌ها، شکست آن قبل از تخریب یا توسعه کامل ظرفیت پلاستیک ستون‌ها بوده که اغلب به سبب فقدان سفره آرماتور در قسمت بالای پی‌ها و عدم کفایت مقاومت کلاف‌های افقی در شالوده‌ها قادر به مقاومت در برابر نیروهای بلند کننده نمی‌باشند.

سایر آسیب‌های لرزه‌ای فونداسیون سازه‌ها عبارتند از:

- وجود تنش فشاری بیش از ظرفیت باربری خاک در زیر فونداسیون
- وجود نیروی کششی بلند کننده
- عدم کفایت ظرفیت خمشی یا برشی (برشی خمشی یا برش سوراخ‌کننده) مقطع فونداسیون
- وجود نشست‌های زیاد و غیرقابل قبول در خاک
- وجود نیروی فشاری یا کششی بیش از ظرفیت در شمع‌ها
- وجود پتانسیل روانگرایی در خاک زیر فونداسیون
- خرابی فونداسیون‌ها بر اثر آب زیرزمینی و خاک‌های حاوی مواد شیمیایی



[تست روانگرایی \(۳\)](#)



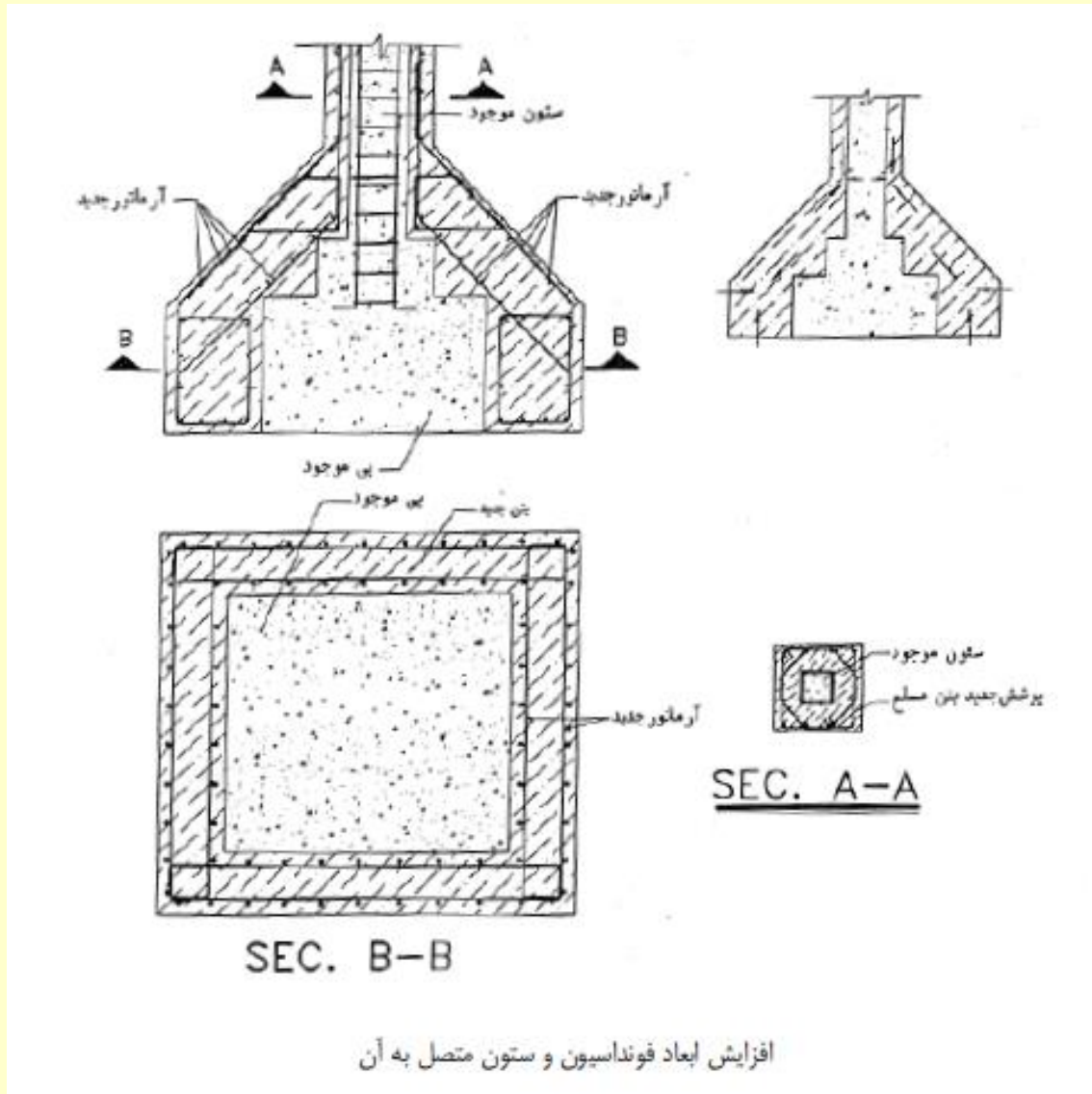
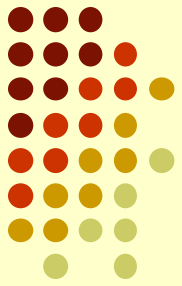
- ۱- تخلیه کلیه و یا قسمتی از فضاهای طبقه همکف یا زیرزمینی.
- ۲- شکست دال کف زمین در داخل ساختمان و سنگ فرش بیرون از آن.
- ۳- فضای بسیار محدود در طول عملیات مقاوم سازی به علت وجود پایه ها و تکیه گاه های موقتی.
- ۴- ارتفاع محدود برای تجهیز ساختمان.
- ۵- صدا و لرزش های ساختمان.

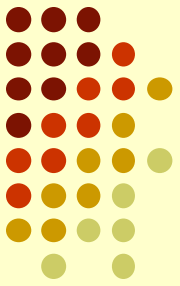
انواع راهکارهای رفع عیوب فونداسیون

- ۱- تقویت فونداسیون موجود،
 - ۲- بهبود شرایط خاک زیر فونداسیون،
 - ۳- احداث فونداسیون جدید
- افزایش ابعاد فونداسیون
اضافه کردن شناژ به فونداسیون
- اجرای ریزشمع
احداث شمع و سرشمع جدید

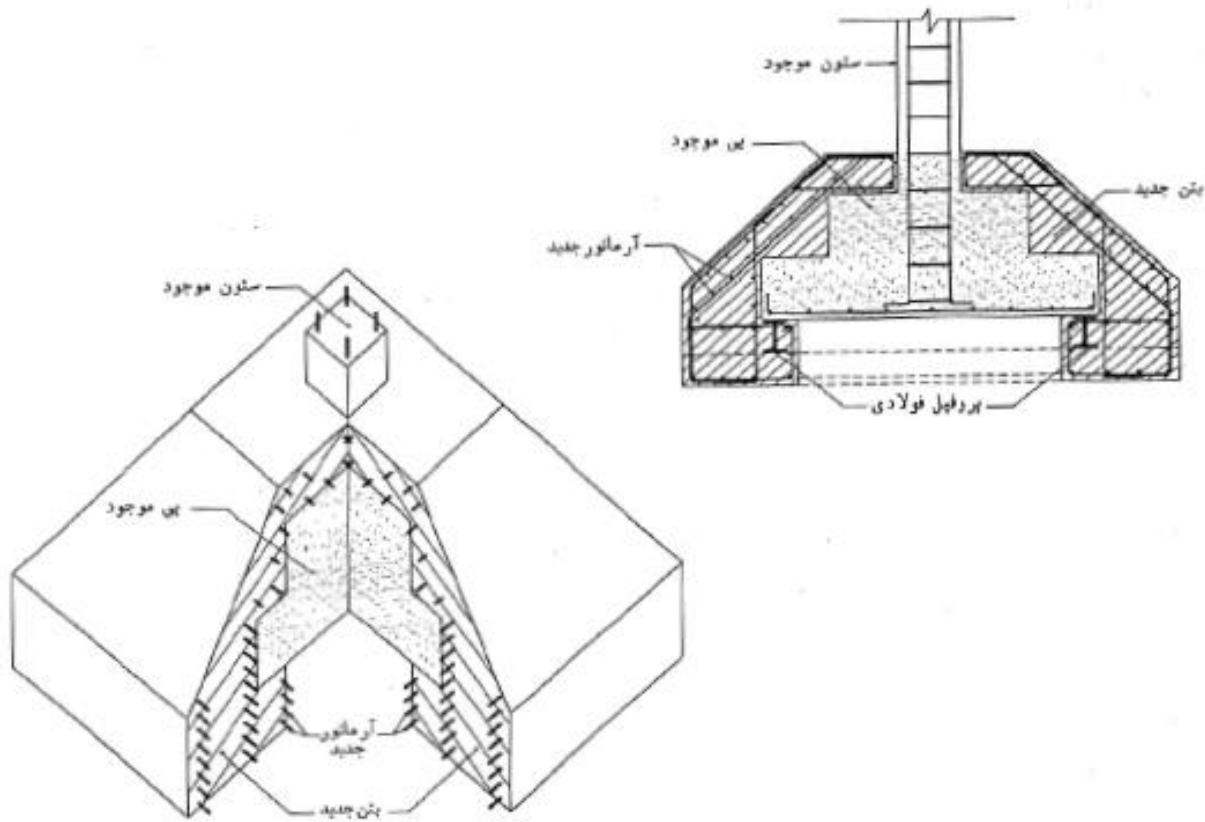
راهکارهای تقویت فونداسیون موجود

۱- افزایش ابعاد شالوده

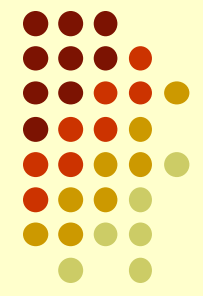




در حالتی که تنها ابعاد فونداسیون افزایش پیدا کرده و ستون مقاومسازی نشده باشد، بار اعمالی به قسمت‌های تقویت شده فونداسیون باید مستقیماً به فونداسیون موجود منتقل گردد. این امر با استفاده از پروفیل فولادی یکپارچه‌ای که در زیر فونداسیون موجود قرار گرفته محقق می‌گردد. از آرماتورگذاری مناسبی باید در قسمت‌های زیرین فونداسیون استفاده نمود.



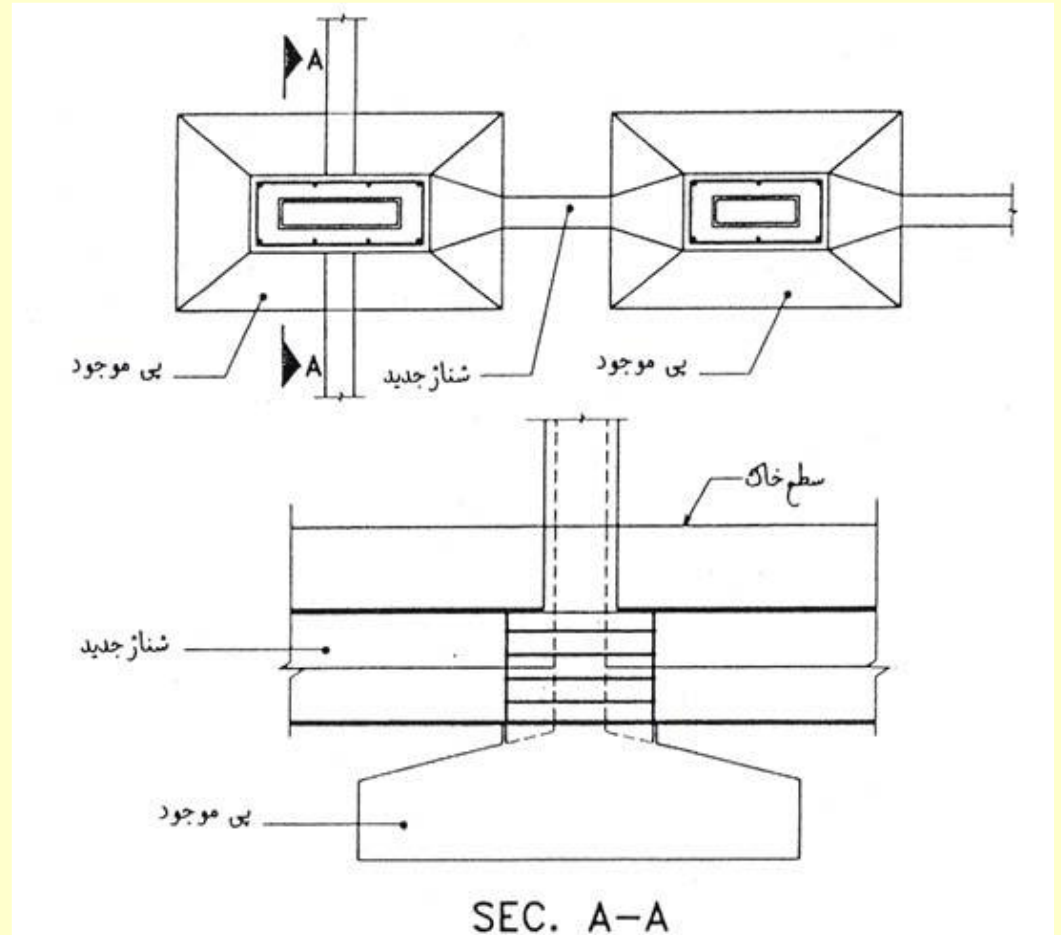
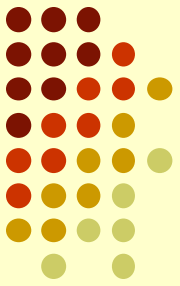
بهسازی فونداسیون بوسیله افزایش ابعاد



HR_Irani78@

.com

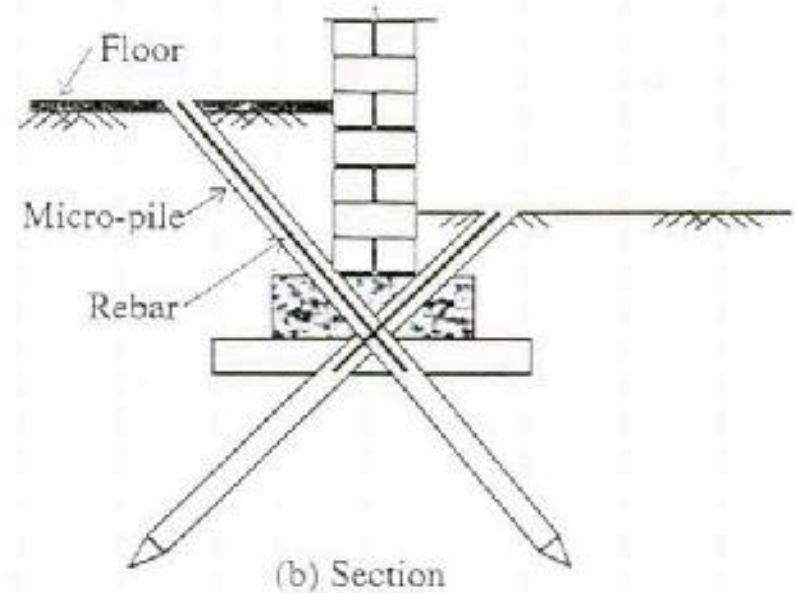
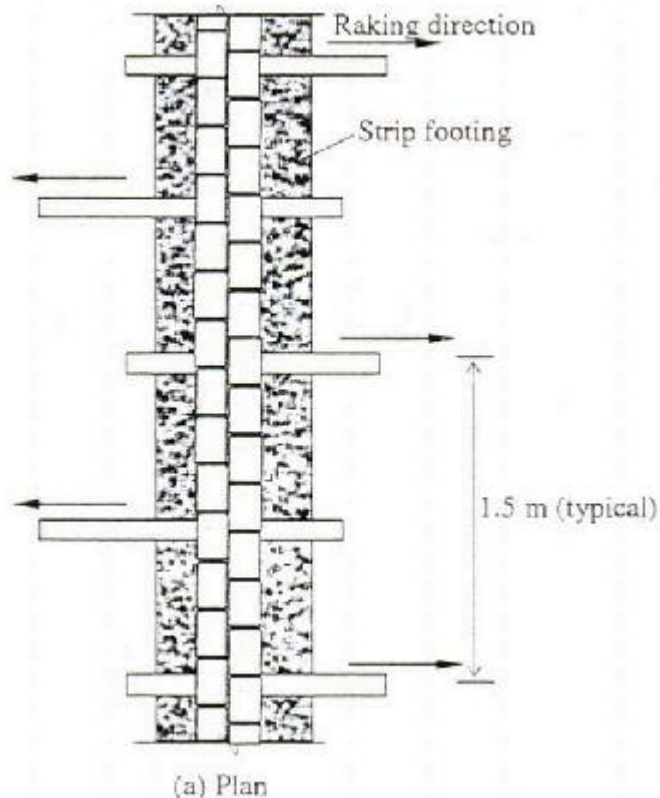
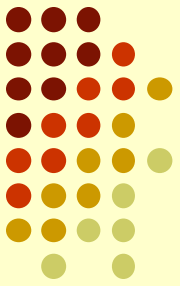
۲- اضافه کردن شناژ به فونداسیون



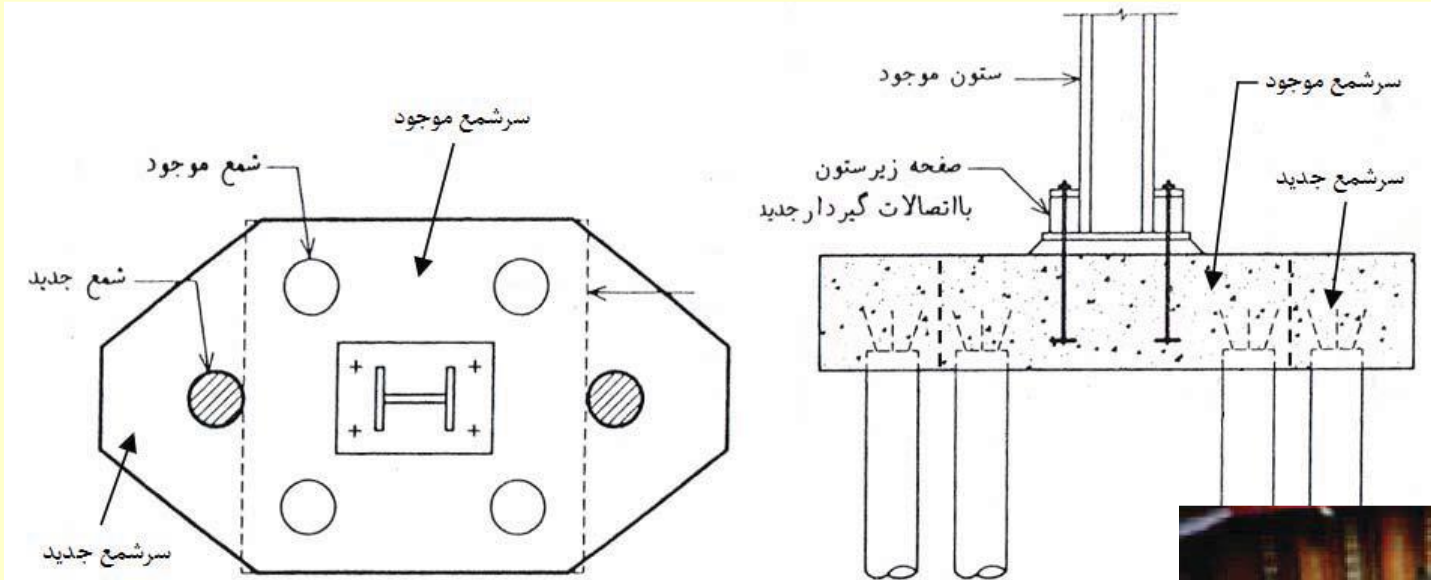
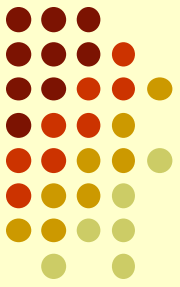
راهکارهای بهبود شرایط خاک زیر فونداسیون

۱- اجرای ریز شمع

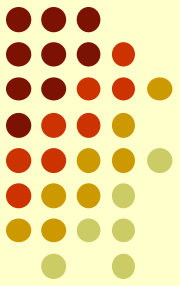
ریز شمع‌ها، شمع‌هایی با قطر ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر هستند که می‌توانند به صورت عمودی یا مایل در فونداسیون موجود تعبیه شوند. نحوه اجرا بدین گونه است که پس از ایجاد سوراخ در خاک زیر پی، میلگرد مسلح‌کننده در آن قرار گرفته و داخل آن توسط دوغاب سیمان تزریق می‌گردد.



۲- احداث شمع و سرشمع جدید



* راهکارهای بهسازی دال

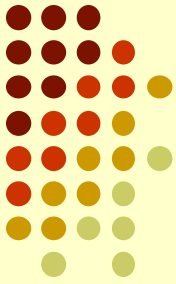


آسیب‌های دال معمولاً در قسمت‌های نامنظم آن مانند محل برخورد با راه پله، دیوار برشی و یا در نزدیکی بازشوهای کف مشاهده می‌شوند.

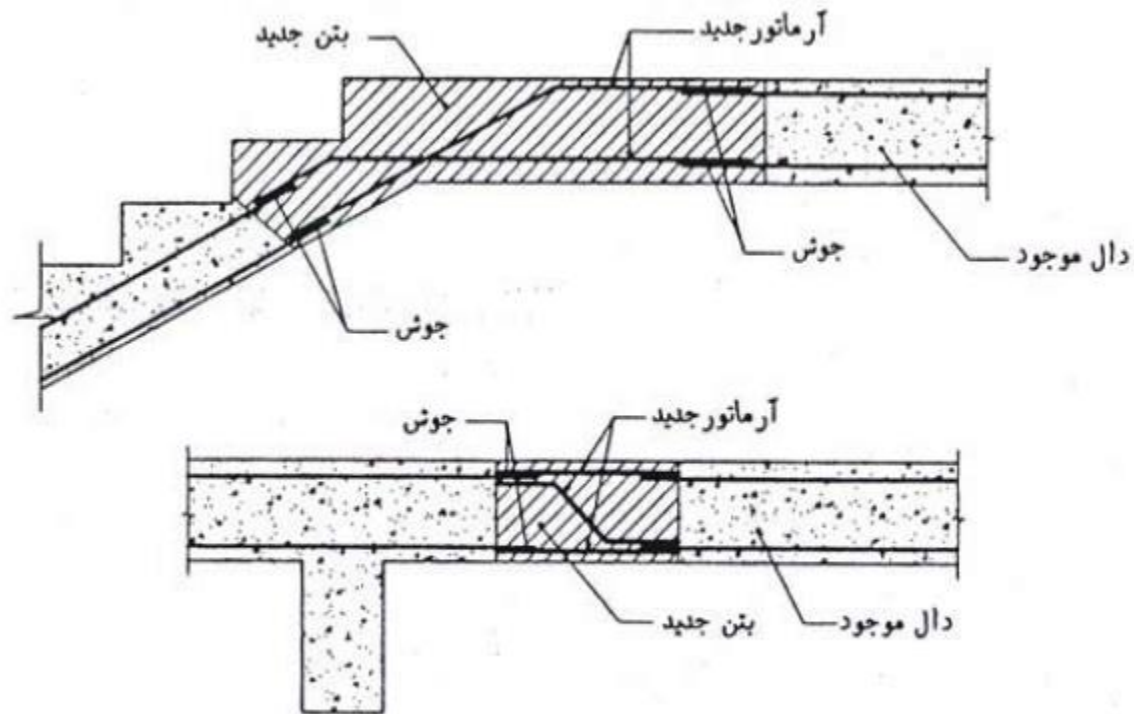
- راهکارهای تقویت دال

- ۱- تعمیر موضعی،
- ۲- افزایش ضخامت دال (از بالا یا پایین)،
- ۳- اضافه کردن تیرک فولادی،
- ۴- اضافه نمودن نوارهای فولادی در وجوه دال،
- ۵- استفاده از مصالح FRP در وجوه دال،
- ۶- بهبود عملکرد دیافراگمی دال.

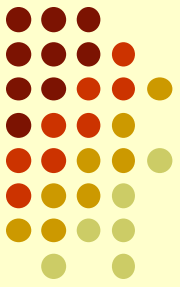
ani78@yahoo.com



برای تعمیر ترک‌های موجود در بتن، مواد پلیمری اپوکسی یا دوغاب سیمان را می‌توان در داخل ترک‌ها تزریق نمود. برای خردشدگی بتن و کمانش و شکست میلگردها باید از راهکارهای تعویض استفاده نمود.



تعمیر موضعی دال‌ها کف و راه‌پله



تزریق رزین

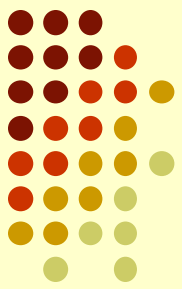
تزریق چسب اپوکسی را می‌توان برای تعمیر ترک‌های با عرض کم بکار برد. با استفاده از این روش هیچ آسیبی به بتن وارد نشده و میلگردها نیز دچار خمش و شکست نمی‌گردند. البته این روش برای بتن آسیب دیده کاربرد ندارد. در این روش باید ترک به وجود آمده در بتن را کاملاً با روش‌هایی مانند دمیدن هوا در ترک پاک نمود و سپس با تزریق چسب ترک را پر نمود.



porting adapters

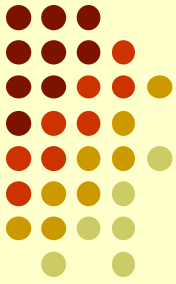


تزریق رزین



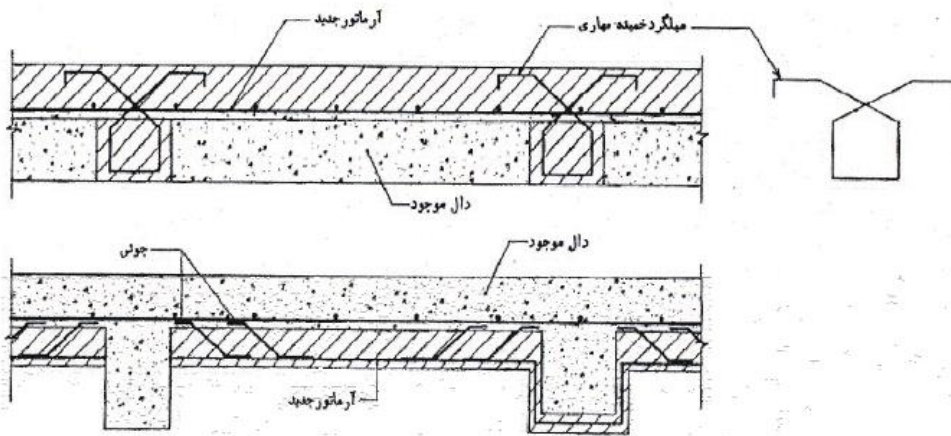
HR_Irani78@yahoo.com

افزایش ضخامت دال



در مواردی که مقاومت و سختی دال کم باشد، با افزایش ضخامت آن می‌توان این عیب را رفع نمود. بتن و میلگردهای جدید بر روی سطح و یا زیر دال موجود می‌تواند اجرا گردد

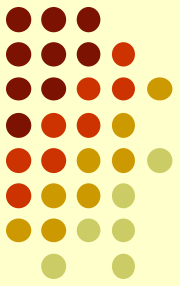
با بتن‌ریزی معمولی می‌توان ضخامت دال را از قسمت فوقانی افزایش داد، ولی برای افزایش ضخامت دال از قسمت تحتانی آن بهتر است از روش بتن پاشی استفاده نمود.



افزایش ضخامت دال

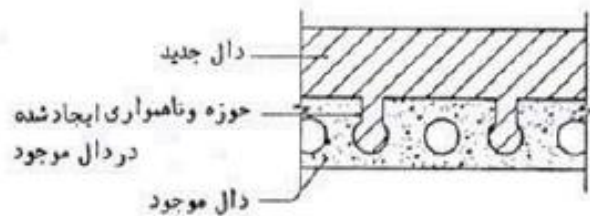


بهبودی دال با استفاده از افزایش ضخامت از بالای آن

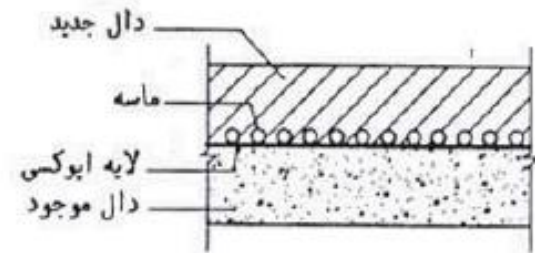


برای یکپارچه نمودن دال موجود با بتن مسلح جدید، بکارگیری وصله برشی لازم است. برای اجرای وصله برشی مناسب

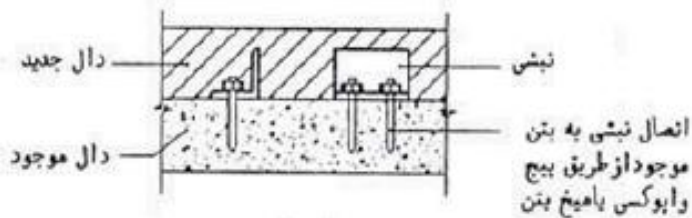
می‌توان روش‌های زیر را بکار برد:



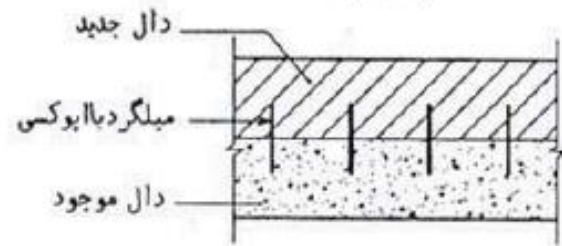
(پ)



(الف)



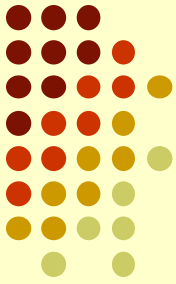
(ت)



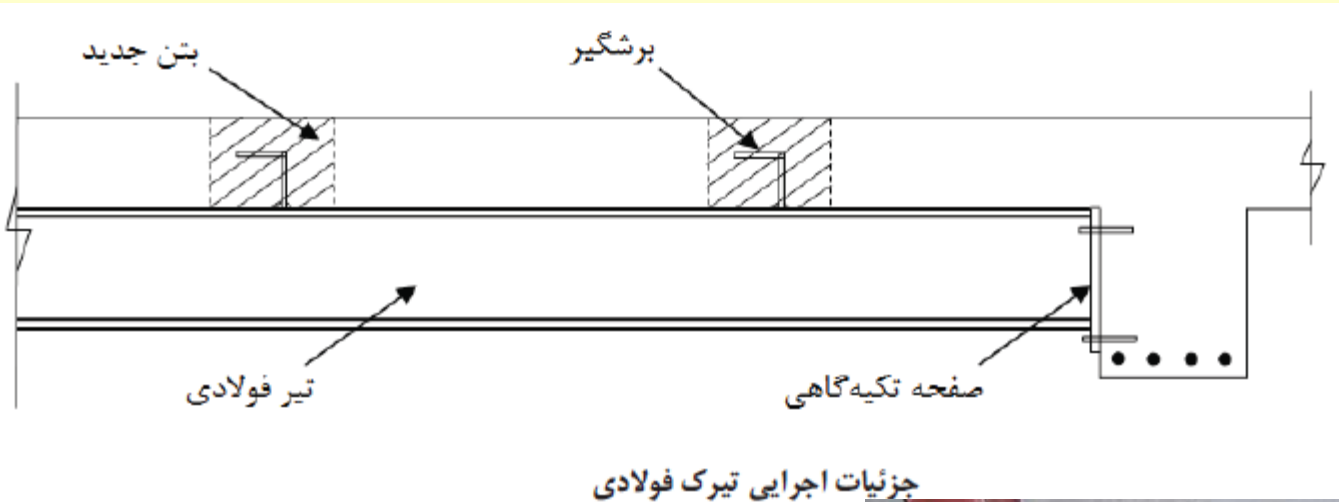
(ب)

روش‌های متداول درگیر نمودن بتن جدید و قدیم در راهکار افزایش ضخامت دال

– اضافه کردن تیرک فولادی



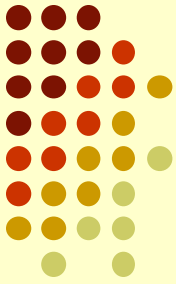
از مزایای آن می‌توان به سادگی اجرا، عدم افزایش وزن دال، افزایش ارتفاع موثر دال، کاهش ارتعاش کف، ایجاد خیز معکوس برای رفع افتادگی و افزایش سختی دیافراگم کف اشاره نمود. اضافه کردن تیرک فولادی باید به گونه‌ای انجام شود که با رفتار طبیعی دال هماهنگ باشد.



Hamidreza Irani

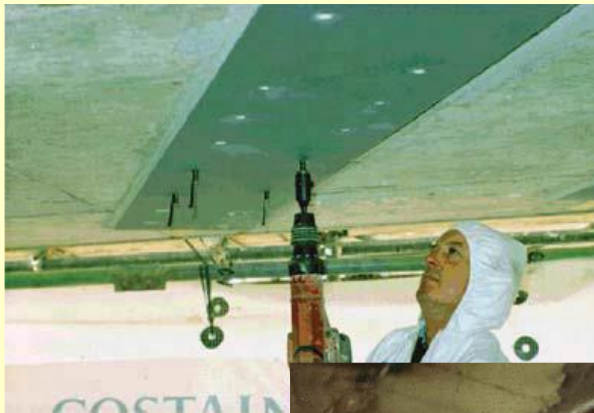


– اضافه نمودن پلیت های فولادی



یکی دیگر از روش های افزایش مقاومت دال، اضافه نمودن ورق های فولادی از طریق چسباندن و یا بولت کردن آنها در وجوه افقی دال می باشد. در این روش مقاومت خارج از صفحه دال به شکل کاملاً محسوسی افزایش می یابد.

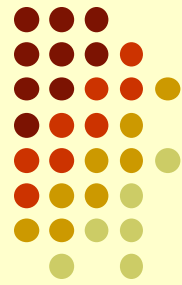
بر خلاف روش افزایش ضخامت دال، این روش منجر به افزایش وزن سازه نمی گردد و همچنین مشکلاتی را که روش مقاوم سازی با تیر فولادی برای معماری ساختمان ایجاد می نماید، ندارد. زیرا ضخامت ورق فولادی نسبت به ارتفاع تیرک فولادی بسیار کم می باشد.



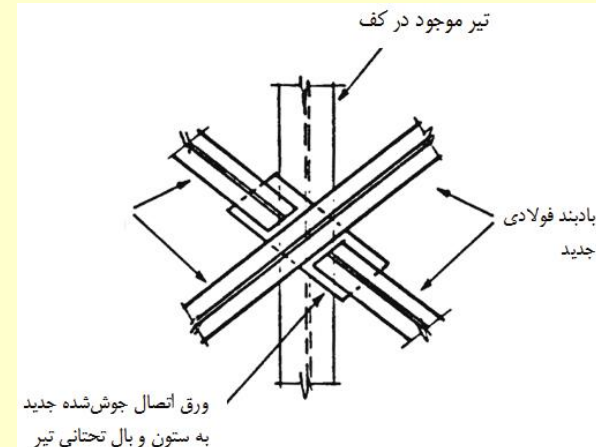
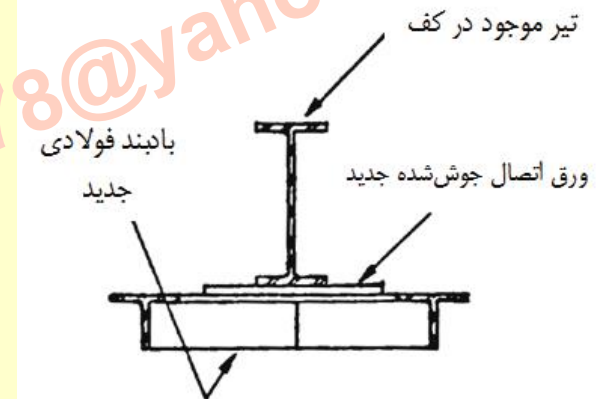
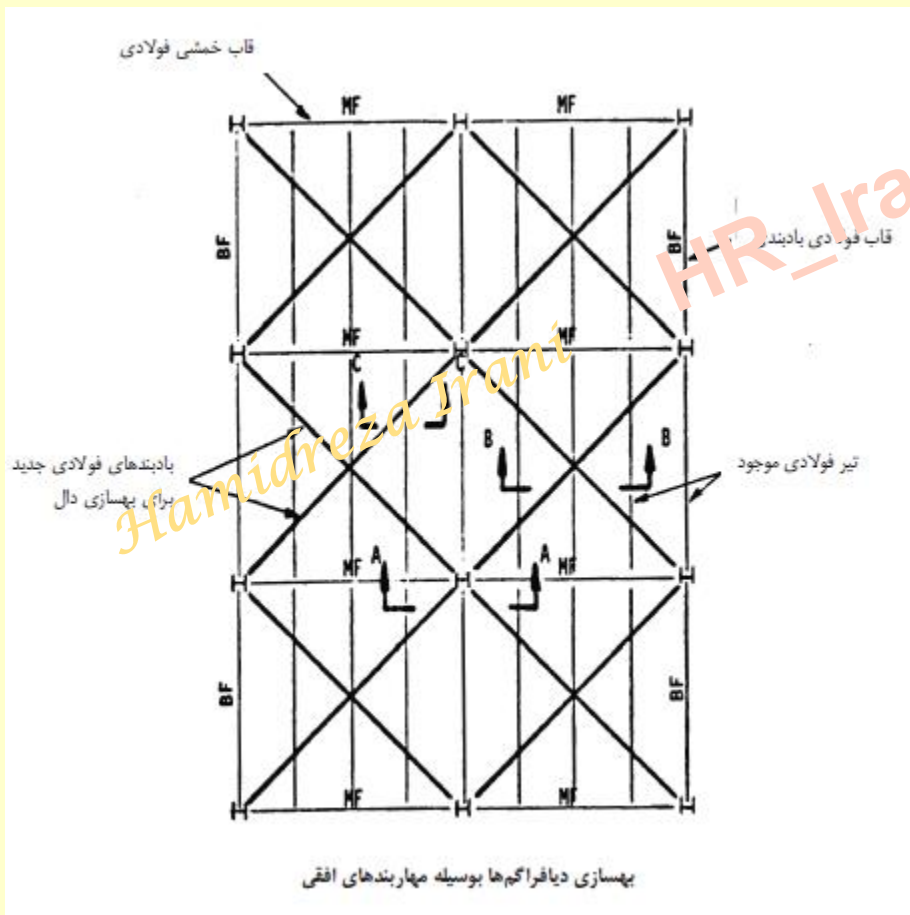
Hamidreza Irani

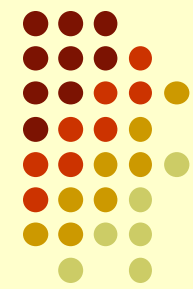
HR_Irani78@yahoo.com

- بهبود عملکرد دیافراگمی دال



از مواردی دیگری که می‌توان در بهسازی دال‌ها به آن اشاره کرد تقویت دال برای بهبود عملکرد دیافراگمی آن می‌باشد. دال‌ها علاوه بر تحمل بار قائم، وظیفه انتقال بارهای جانبی را نیز بر عهده دارند. بدین منظور می‌توان راهکارهایی مانند اضافه نمودن مهاربند افقی برای اصلاح سختی دیافراگم و یا بهسازی بازسوهای موجود در دال را بکار گرفت.





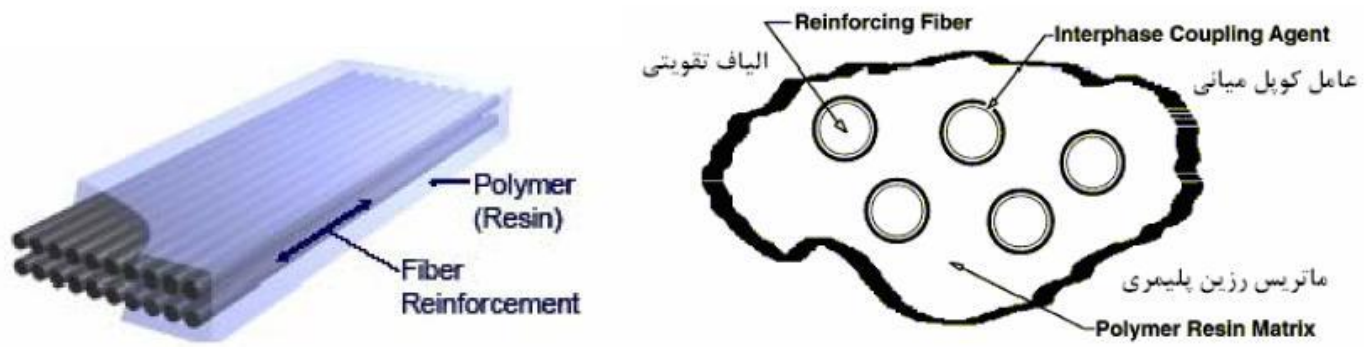
استفاده از مصالح FRP -



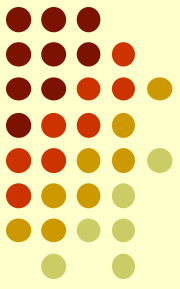
FRP چیست؟

نوعی ماده کامپوزیت متشکل از ۲ بخش فیبر یا الیاف تقویتی است که به وسیله یک ماتریس رزین از جنس پلیمر احاطه شده اند.

IR_Irani78@yahoo.com



شکل ۱- اجزای تشکیل دهنده FRP [۲]

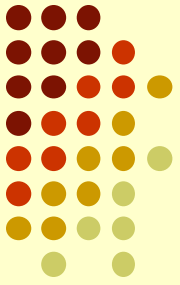


• FRP sheets Properties

- + high tensile strength, +مقاومت کشش بالا
- + high strength-to-weight ratio, +نسبت مقاومت به وزن زیاد
- + immunity to corrosion, +ایمن در برابر خوردگی
- + ease and speed of installation +آسانی و سرعت نصب
- + available in various dimensions +در ابعاد مختلف در دسترس

- lose strength under high temperatures, -افت مقاومت تحت دمای بالا
- behave linear elastic until failure, -رفتار الاستیک خطی تا گسیختگی
- high initial cost -قیمت اولیه زیاد

معرفي الياف FRP

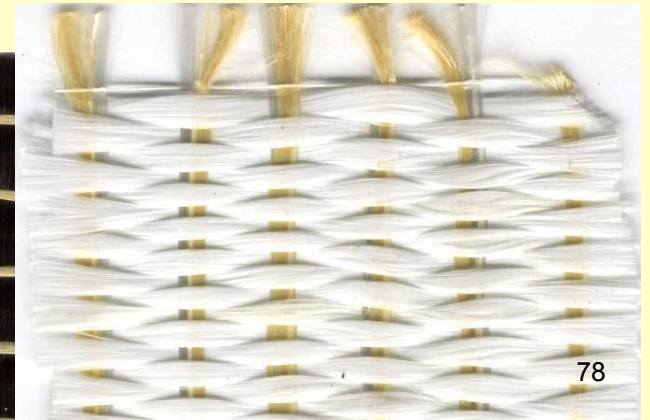
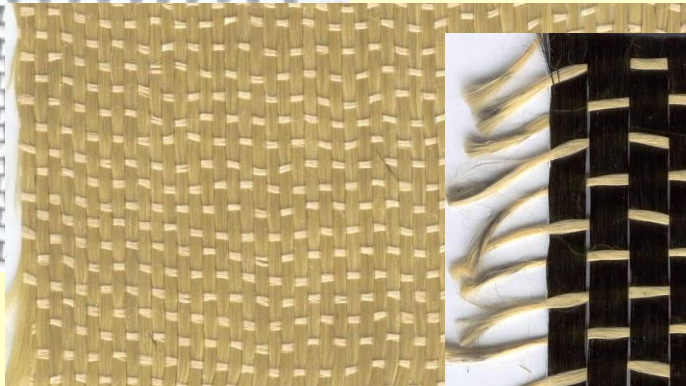


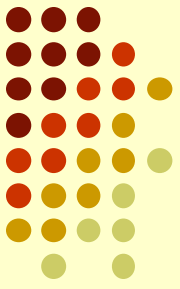
Different FRP products

الياف كرين
الياف شيشه
الياف آراميد
الياف كرين و آراميد
الياف شيشه و آراميد

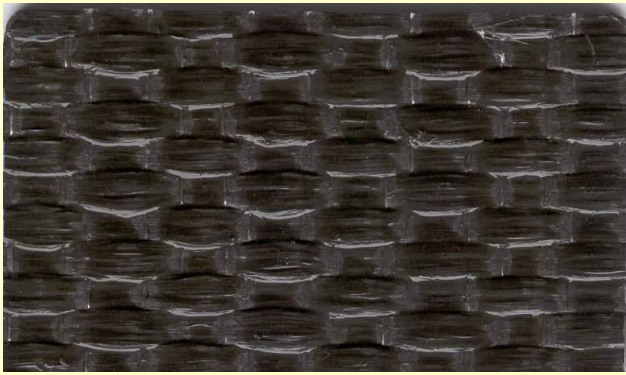


ni

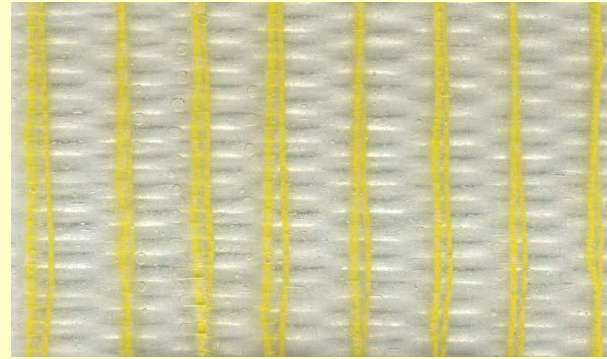




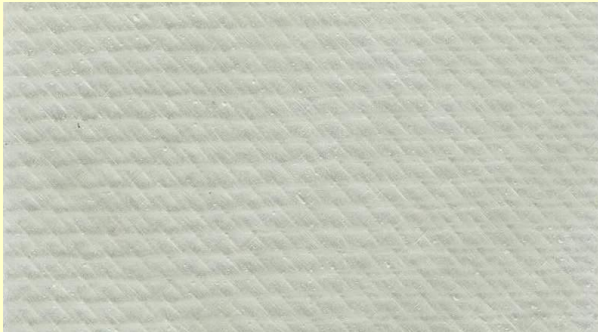
کامپوزیت الیاف با رزین اپوکسی



الیاف کربن و رزین اپوکسی



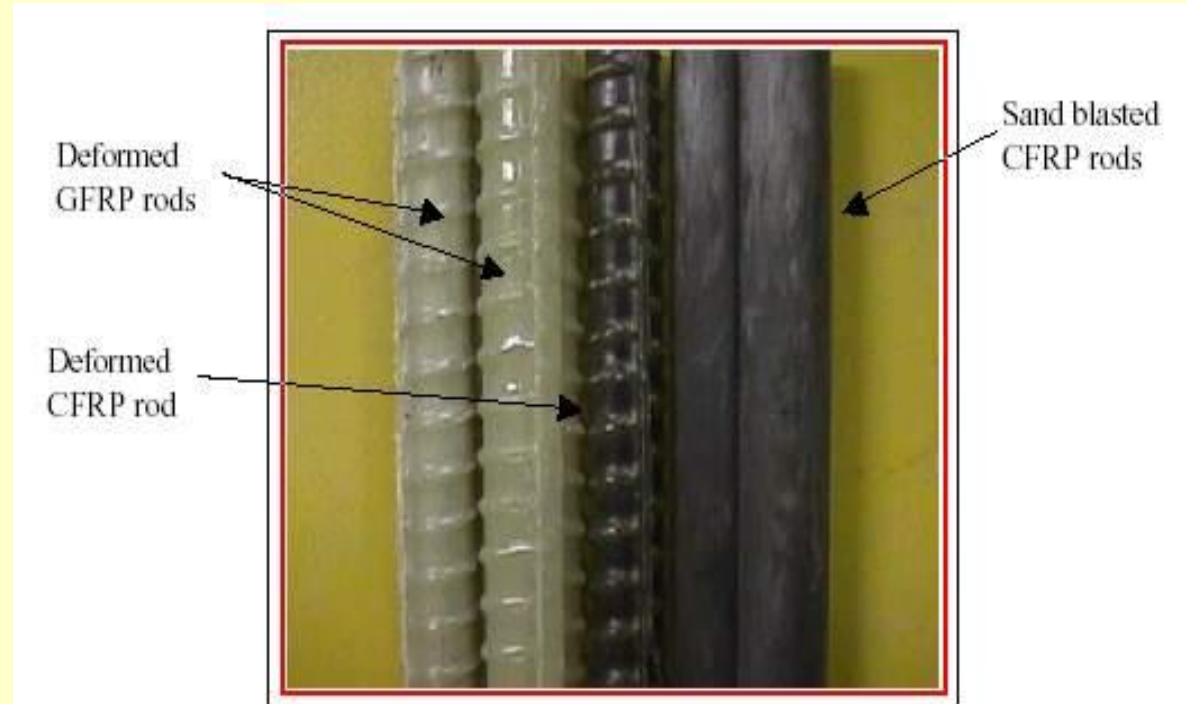
الیاف شیشه-آرامید و رزین اپوکسی



الیاف شیشه و رزین اپوکسی

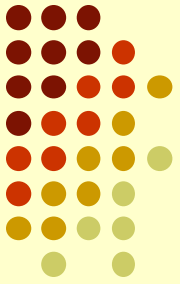


الیاف کربن-آرامید و رزین اپوکسی



Different superficial manufacturing of FRP bars.

اجرای تقویت با استفاده از ورقهای FRP



اجرای لایه های FRP کار حساسی بوده و نیازمند دقت و مهارت خاصی است تا ورقه های تقویتی بتوانند عملکرد مورد نظر را از خود نشان دهند.

برای اینکار باید ابتدا سطح بتن زیر کار آماده شود. این کار با جدا کردن قسمتهای ضعیف از سطح تا رسیدن به جسم بتنی یکپارچه ادامه می یابد. سپس برای صاف کردن سطح، از ملاتهای ترمیمی با مقاومت بالا استفاده می شود.

در مرحله بعد سطح بتن سند بلاست شده و شسته می شود. بعد از این مرحله نوبت به اجرای پرایمر می رسد. این پرایمر باید در جسم بتن نفوذ کند. سپس با استفاده از بتونه اپوکسی سطح مجددا صاف شده و لایه ی اول رزین اجرا می شود و ورقه ی الیاف روی رزین خوابانده می شود. رزین بتدریج در الیاف نفوذ میکند. برای تکمیل لایه ی کامپوزیت یک لایه ی دیگر از رزین بر روی الیاف اجرا میشود. در صورت نیاز به چندین لایه، مراحل اجرای رزین و چسباندن الیاف به ترتیب فوق به نوبت اجرا میشود.

درنهایت برای حفظ کامپوزیت اجرا شده از اثرات طبیعی، معمولا روی آن یک لایه محافظ نیز اجرا میشود. در پایان مراحل فوق، کنترل کیفی باید بدقت انجام شود. این کار معمولا با تست صدا انجام میشود تا در صورتیکه هوا بین لایه ها مانده باشد با تزریق رزین، جسم کامپوزیت یکپارچه گردد.

Protective Coating

2nd Resin Coating

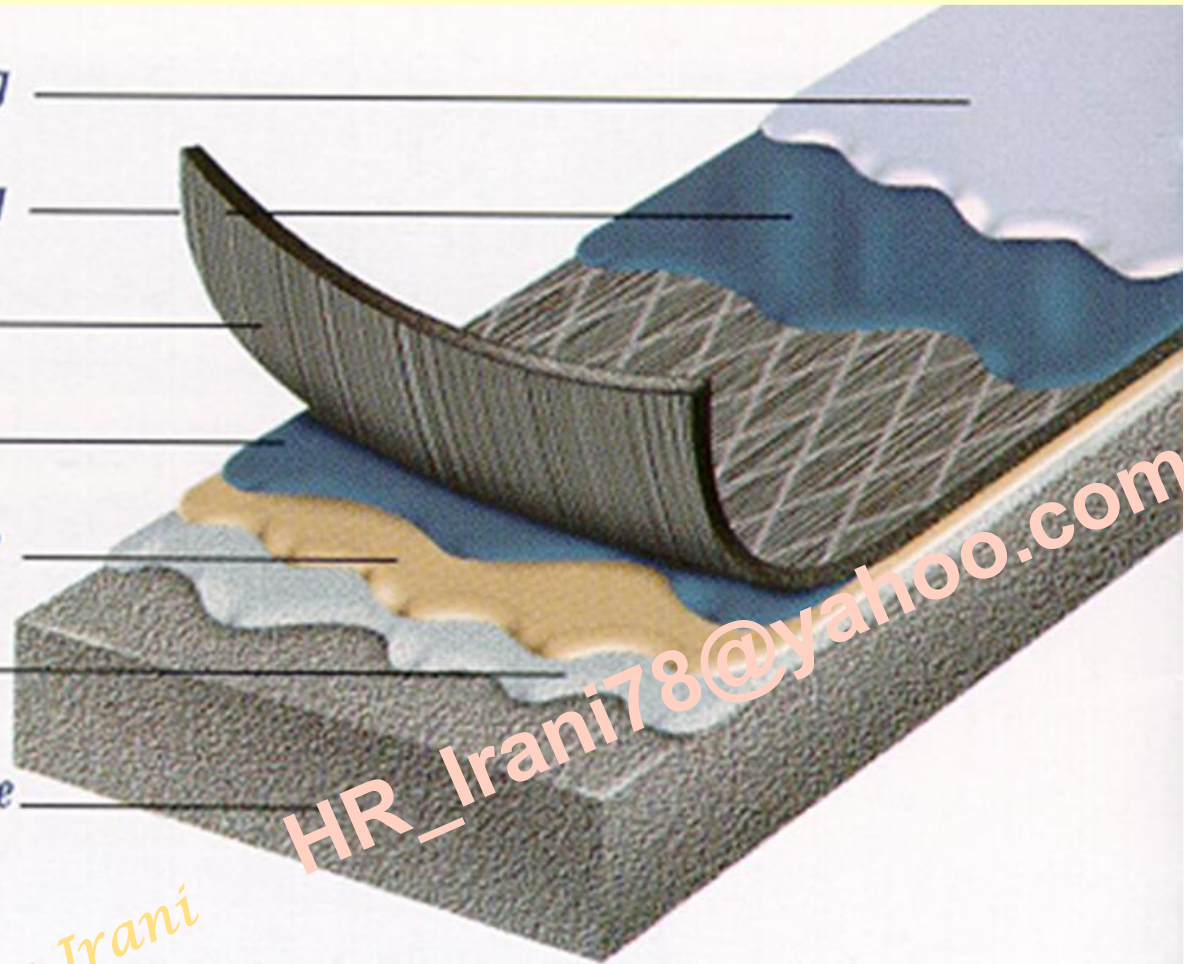
Carbon Fiber

1st Resin Coat

Epoxy Putty Filler

Primer

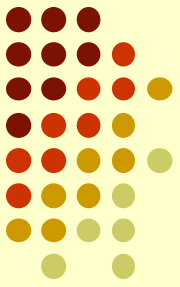
Concrete Substrate



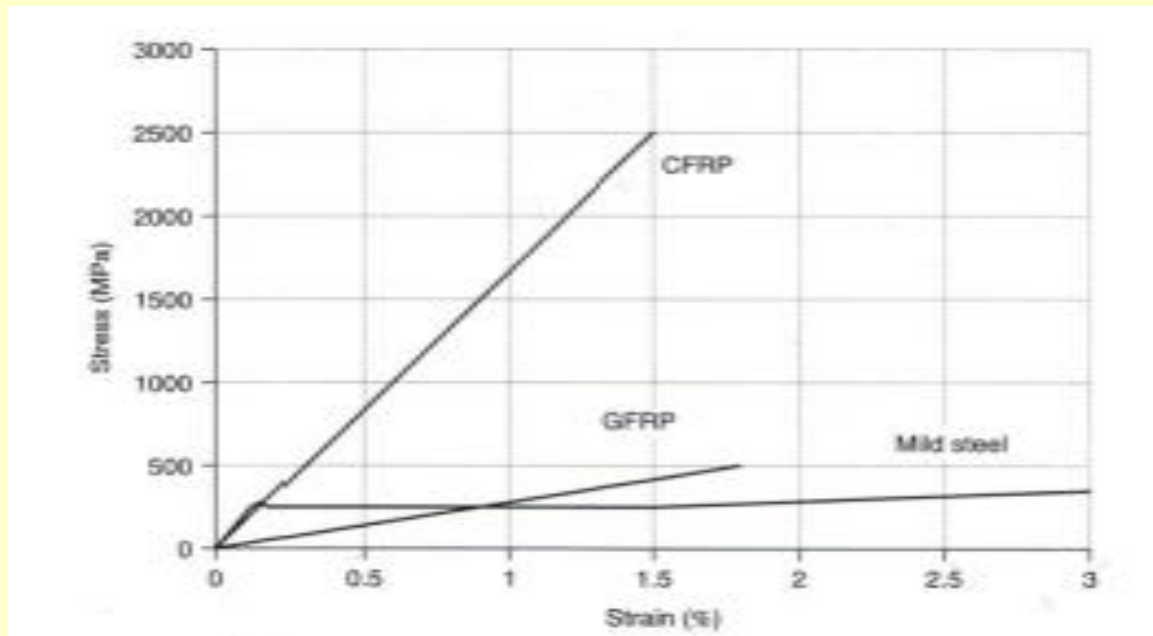
Hamidreza Irani

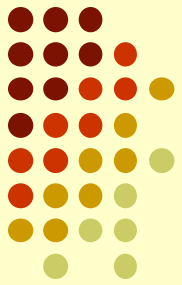
HR_Irani78@yahoo.com

جدول مقایسه خصوصیات کامپوزیت FRP و فولاد



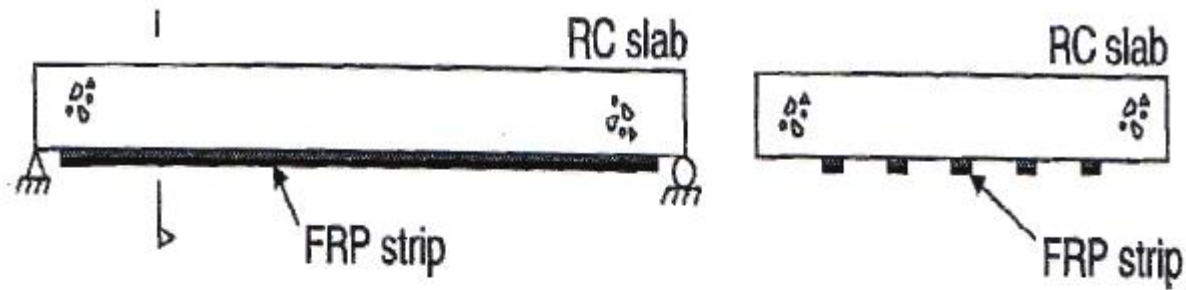
Material	Elastic Modulus (GPa)	Tensile Strength	Failure Deformation	Loss of Strength under Permanent Loads
Glass FRP	50	1700 - 2100	3 %	60 %
Aramid FRP	65 - 120	1700 - 2100	2 – 3 %	50 %
Carbon FRP	135 - 190	1700 - 2100	1 – 1.5%	15 %
Steel	200	220 - 400	0.2 % (yield deformation)	-





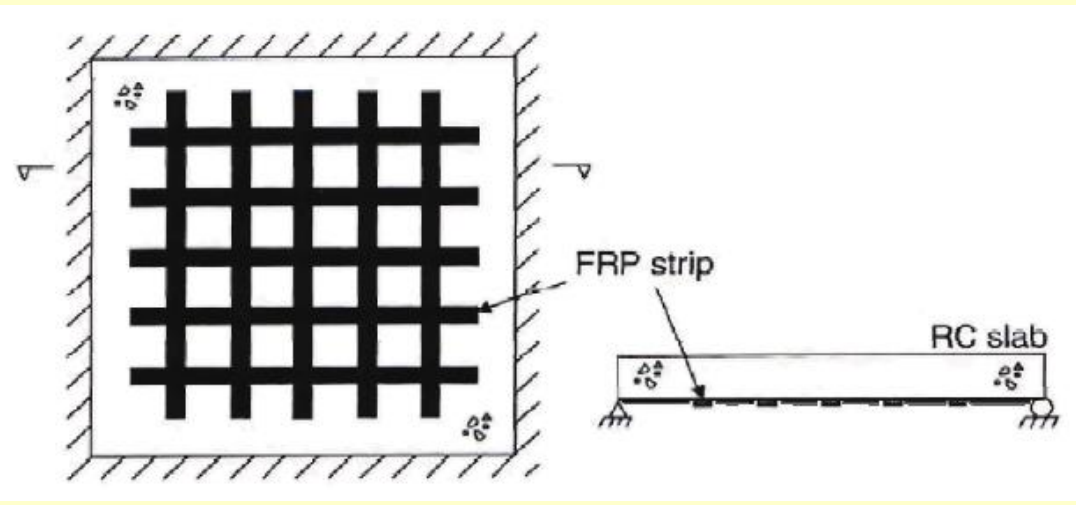
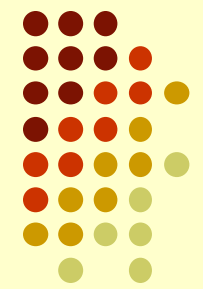
برای مقاومسازی دال‌ها، مصالح مرکب FRP را می‌توان بصورت نوارها و یا صفحاتی بر روی سطوح تحت کشش اجرا نمود.

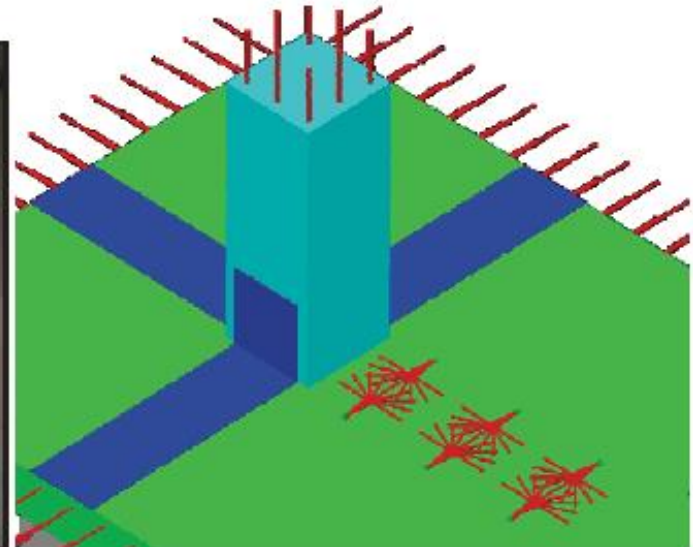
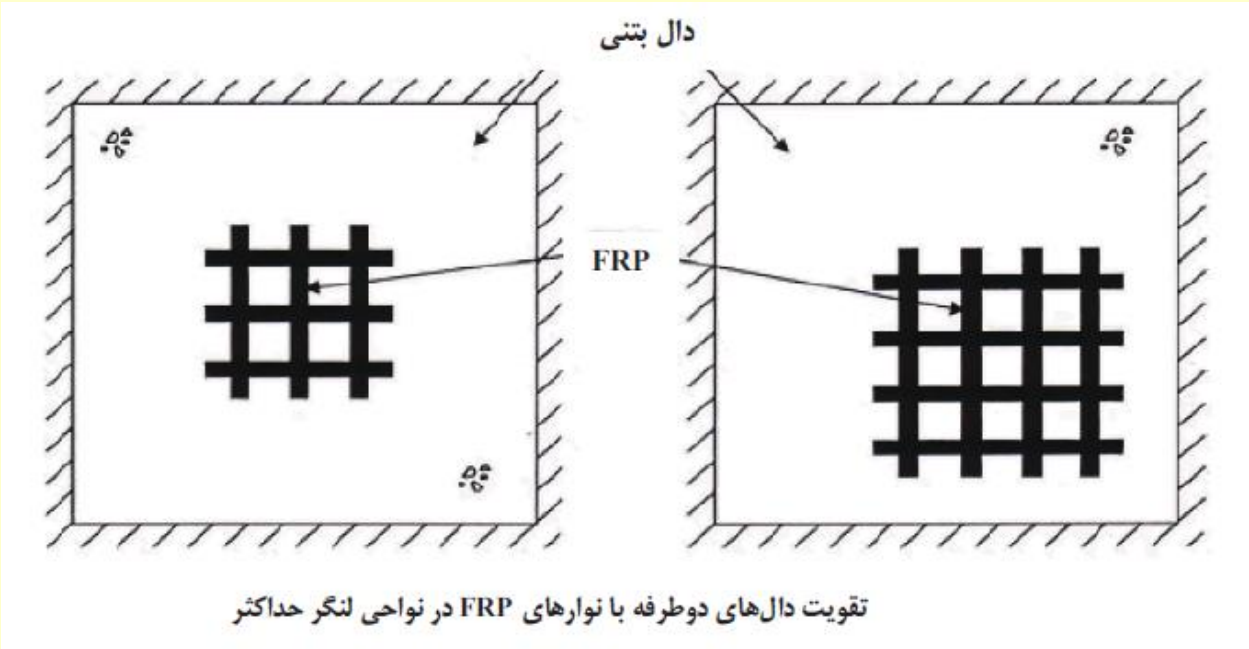
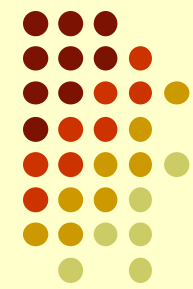
دال‌های یک طرفه با تکیه‌گاه ساده را می‌توان با چسباندن نوارها یا صفحات FRP در سطوح تحتانی آنها و در راستای طولی، مقاومسازی نمود.



تقویت دال با نوارهای FRP در جهت اصلی

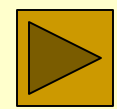
در دال‌های دو طرفه مقاوم‌سازی با نوارهای FRP در هر دو جهت صورت گیرد.
البته اگر دال دارای تکیه‌گاه گیردار باشد، نوارهای FRP را باید در قسمت فوقانی دال نیز اجرا نمود.



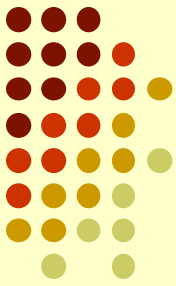


تقویت دال با استفاده از نوارهای FRP در نواحی لنگر منفی

فیلم اجرا (4)



* راهکارهای بهسازی ستون



وظیفه ستون‌ها حمل نیروهای محوری فشار و انتقال آنها به فونداسیون می‌باشد. اما ستونی که تحت تاثیر نیروی محوری فشاری خالص قرار داشته باشد، بندرت وجود دارد. تقریباً تمام ستون‌ها علاوه بر نیروی محوری، تحت تاثیر لنگر خمشی نیز می‌باشند.

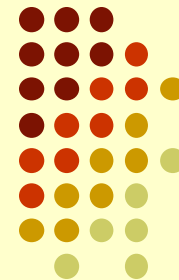
معایب ستون‌ها بر اثر طراحی نادرست، جزئیات ناقص، ساخت نامناسب و کیفیت پایین مصالح می‌باشد.

ترمیم موضعی
جاکت بتن مسلح
جاکت فولادی
قفسه فولادی
ورقهای FRP

ستون بتنی

مقاوم‌سازی ستون‌های بتنی به منظور افزایش مقاومت خمشی و برشی صورت می‌پذیرد. این امر همچنین برای افزایش ظرفیت تغییرشکل ستون در نزدیکی محل اتصال به تیر و مقاوم نمودن محل وصله‌های ضعیف نیز صورت می‌پذیرد.

در ستون‌های بتن‌آرمه خرابی‌های ناشی از زلزله مربوط به شکست‌های ناشی از طول وصله ناکافی، شکست‌های ناشی از برش، شکست‌های خمشی به علت عدم شکل‌پذیری کافی و گسیختگی‌های ناشی از کمانش میلگردهای طولی می‌باشد.



شکست تُرد و برشی ستون‌های بتنی به دلیل ماهیت ناگهانی آن بدترین نوع شکست می‌باشد. به همین دلیل همواره سعی بر آن است که مکانیسم کنترل کننده خرابی ستون بصورت خمشی باشد و ستون نباید به عنوان عضوی ضعیف در قاب سازهای عمل نماید

78@yahoo.com

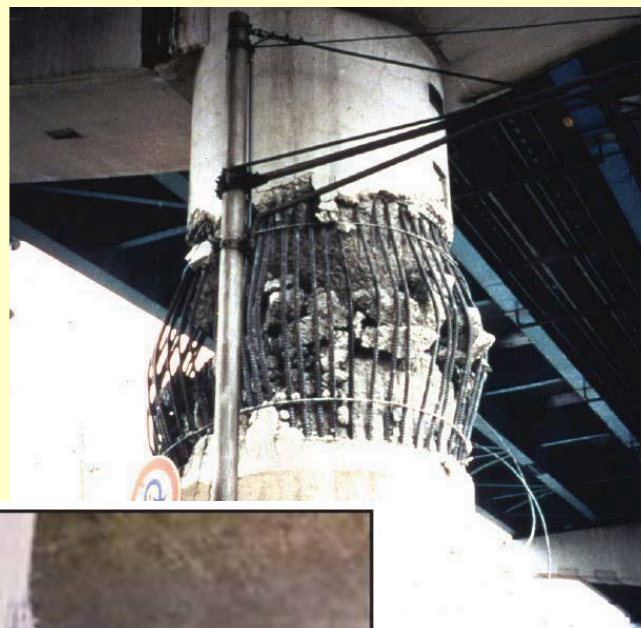
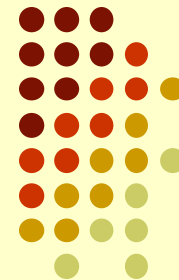


نمونه‌ای از شکست برشی ستون



مکانیسم خرابی در عملکرد تیر قوی - ستون ضعیف

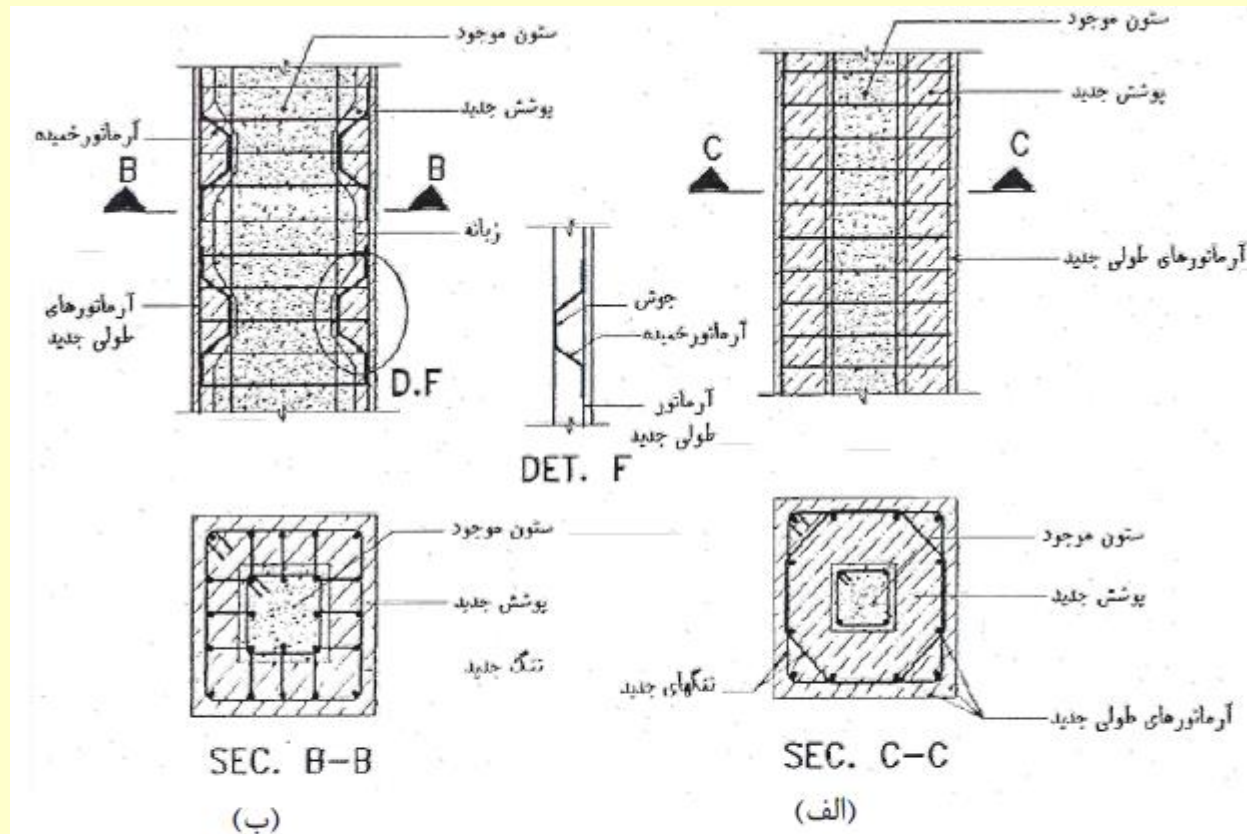
خاموت‌هایی که دارای اعوجاج بوده و یا تحت زاویه ۱۳۵ درجه و با طول مناسب خم نمی‌گردند، نمی‌توانند از کماتش میلگردهای طولی جلوگیری کرده و یا دورگیری مناسبی برای بتن ایجاد نمایند. این امر منجر به شکست ستون قبل از تشکیل مفصل پلاستیک در تیر می‌گردد.



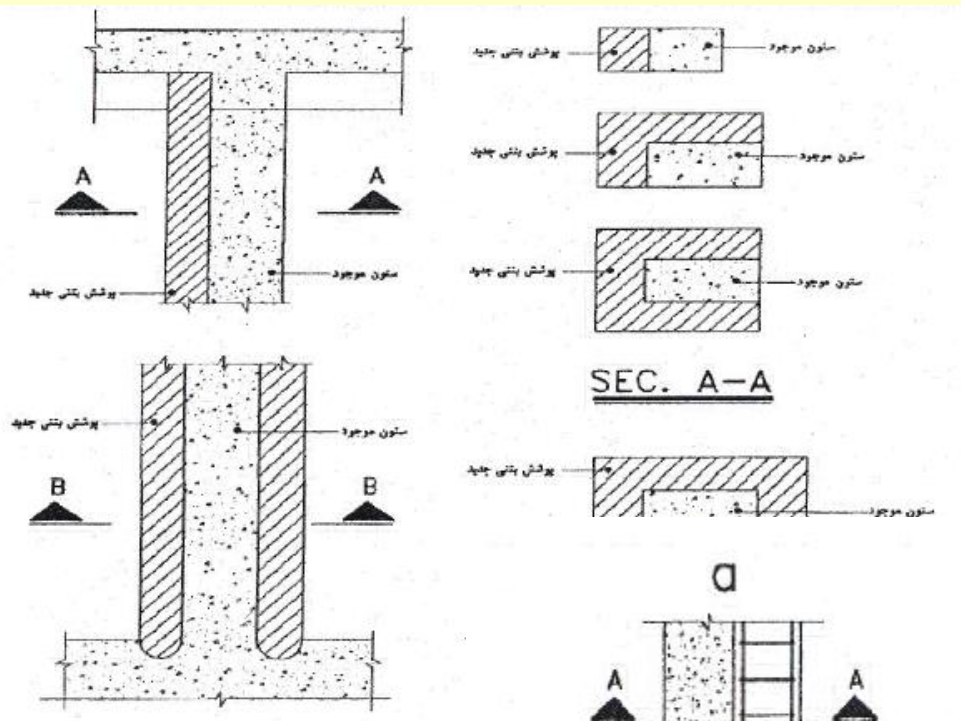
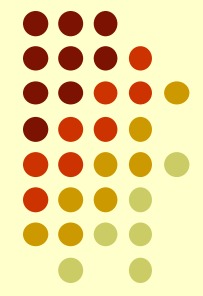
کوماتش آرماتورهای طولی به علت عدم دورگیری مناسب آنها

– استفاده از جاکت بتنی

ژاکت بتنی شامل لایه‌ای از بتن، میلگردهای طولی و خاموت‌های بسته می‌باشد. ژاکت بتنی مقاومت خمشی و برشی ستون را افزایش می‌دهد و افزایش شکل پذیری ستون در این حالت کاملاً مشهود است. مناسب بودن طرح ژاکت بتنی به پیوستگی آن با عضو بستگی دارد. ژاکت بتنی باعث افزایش ابعاد ستون می‌گردد که علاوه بر مسائل معماری وزن ساختمان را نیز افزایش می‌دهد.



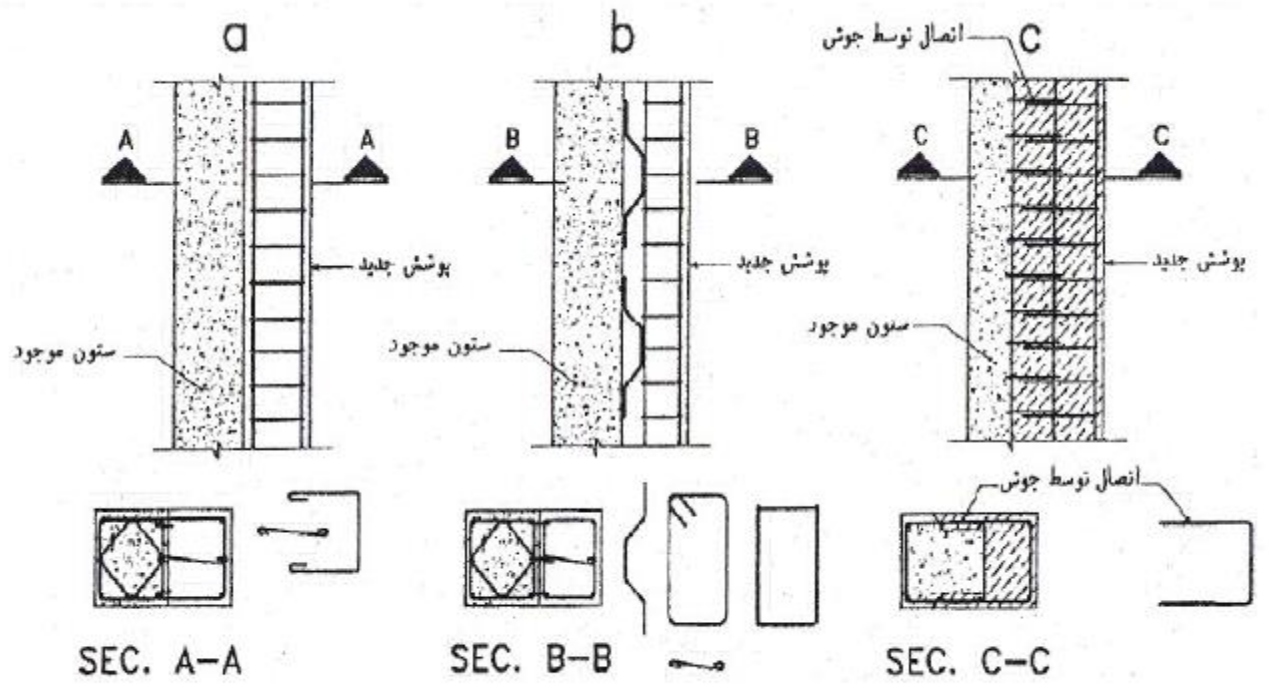
نحوه ایجاد اتصال مناسب بین بتن جدید و قدیم
الف) بدون استفاده از تنگ‌های متصل کننده
ب) با استفاده از تنگ‌های متصل کننده



SEC. A-A

ستون با پوشش بتنی

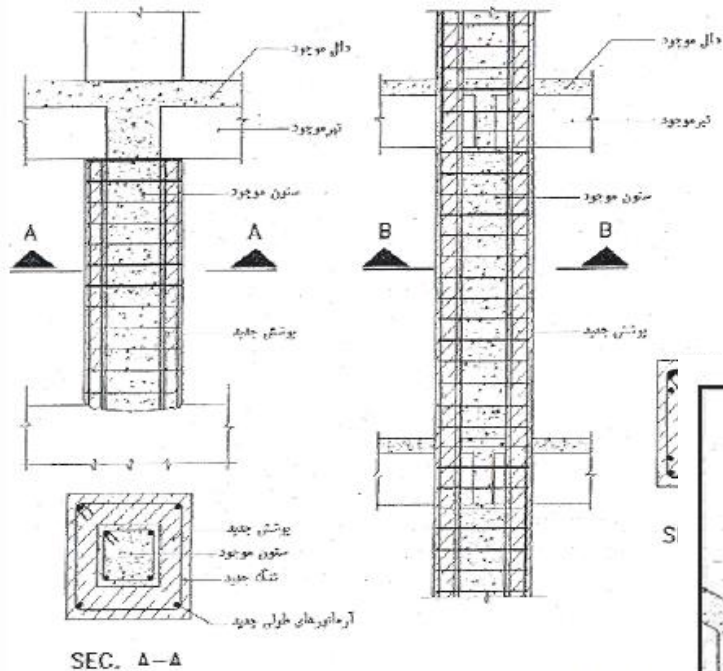
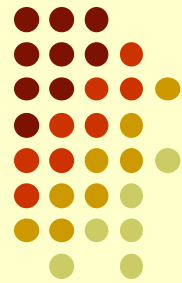
Hamidrez



نحوه ایجاد اتصال مناسب بین بتن جدید و قدیم از یک وجه ستون

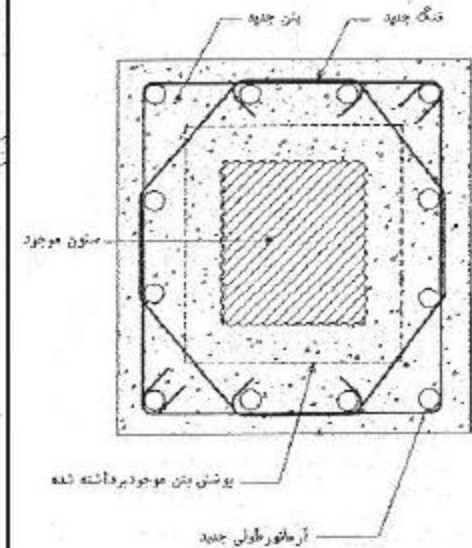
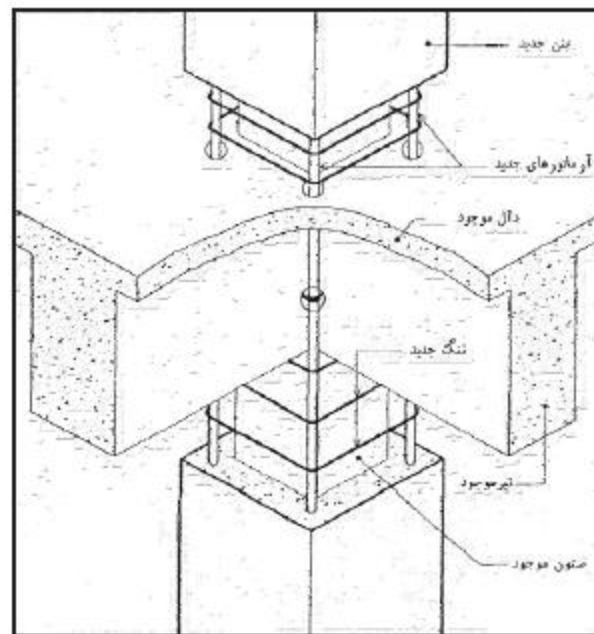
به هنگام استفاده از راهکار بهسازی ستون با ژاکت بتنی، اگر افزایش ظرفیت خمشی ستون مد نظر باشد، آرماتورهای اضافه

شده طولی باید در فونداسیون مهار شده و به صورت پیوسته از داخل سقف ها نیز عبور نمایند.



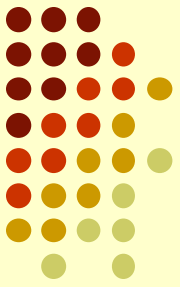
ب-بهسازی مقاومت برشی ستون

ی مقاومت خمشی ستون



جزئیات بهسازی ستونها بوسیله ژاکت بتنی به هنگام عبور از سقف

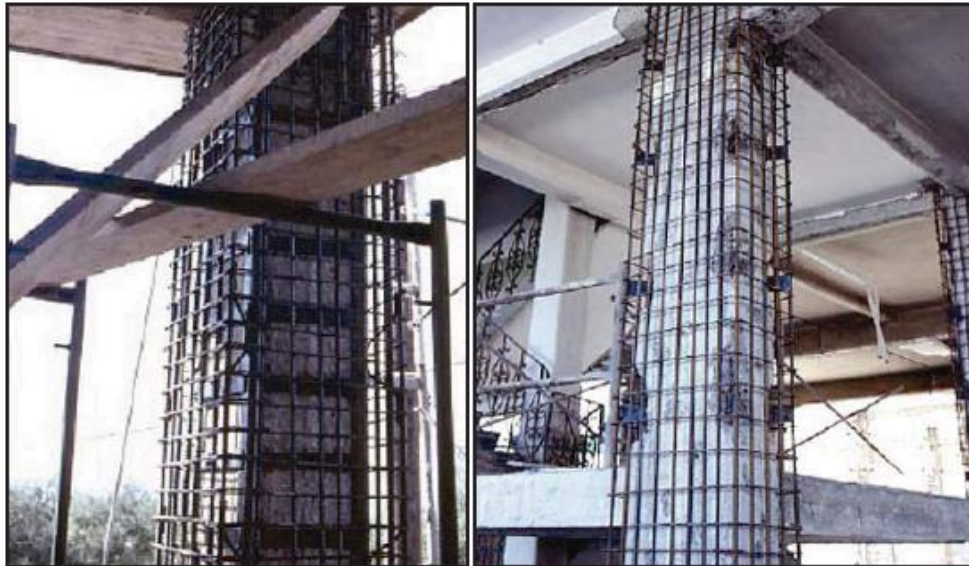
Hamidreza



ژاکت بتنی با استفاده از بتن پاشی

توصیه ها:

- مقاومت بتن جدید 5 MPa بیشتر از بتن قدیم باشد.
- حداقل چهار آرماتور طولی 12mm
- حداقل ضخامت جاکت بتنی 100mm
- خاموت بین 8mm و 14mm با خم 135 درجه
- فاصله محور به محور خاموتها حداکثر 200mm
- 1/4 انتهای ستونها فاصله خاموت 100mm



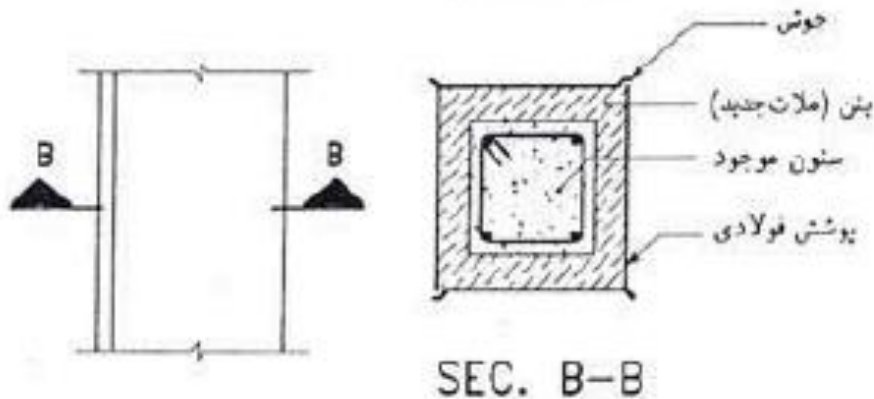
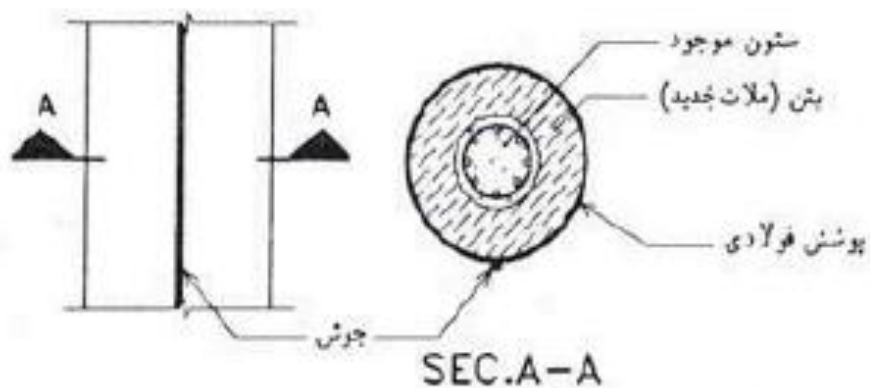
استفاده از ژاکت بتنی جهت بهسازی ستون ها

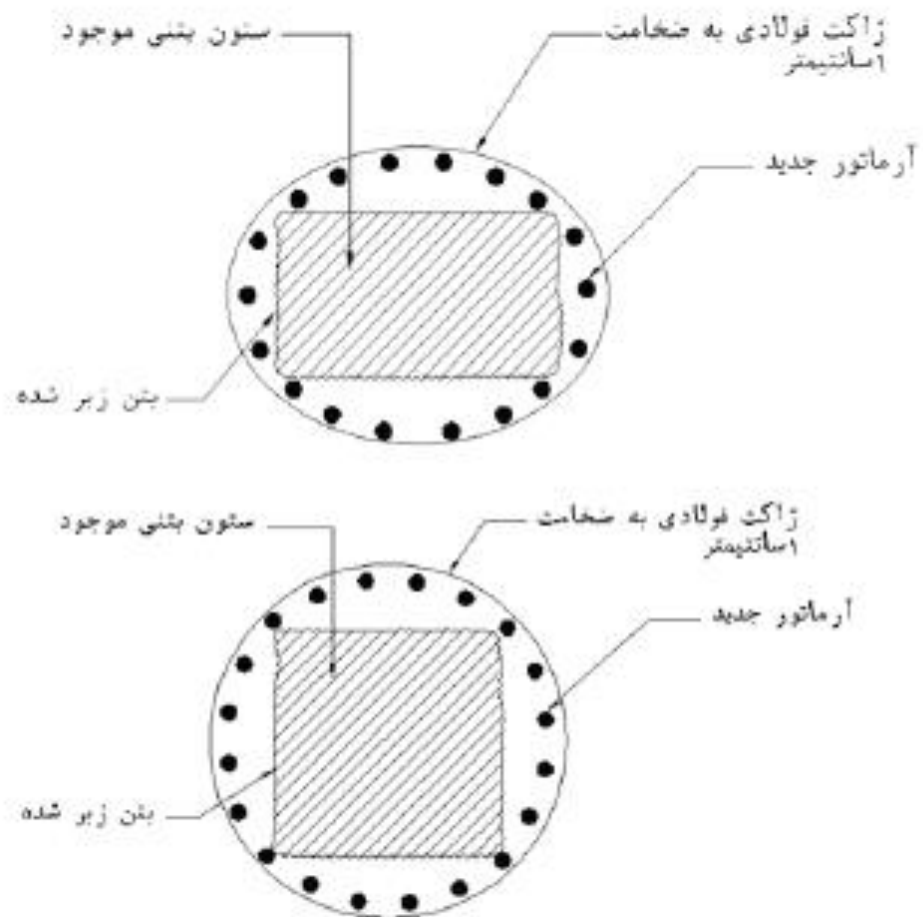
- استفاده از جاکت فولادی

در این روش، افزایش ناچیزی در ابعاد ستون بوجود می‌آید.

ورق‌های فولادی ژاکت در تمامی طول خود به هم جوش می‌شوند و فضای اندک بین ژاکت و ستون توسط ملات منبسط

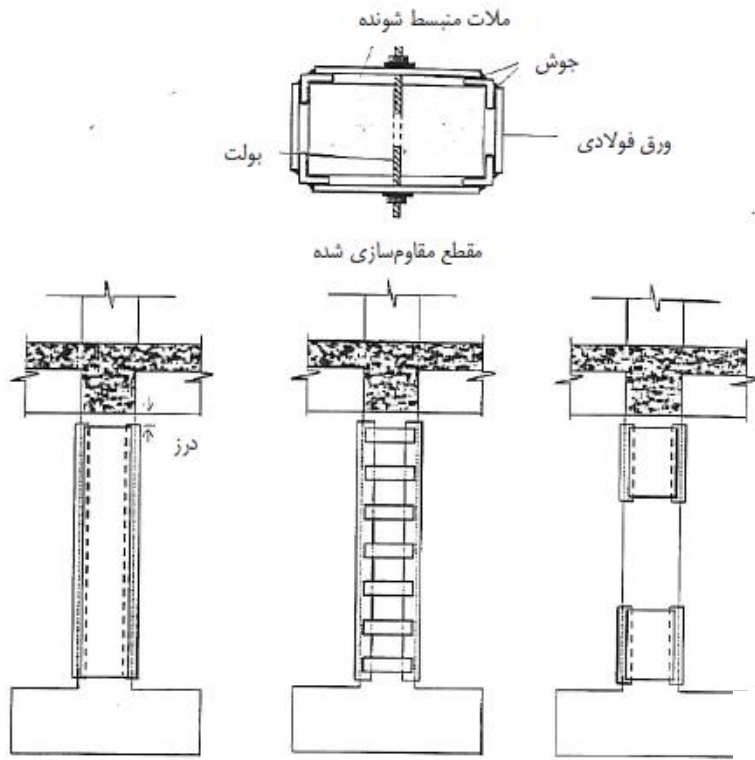
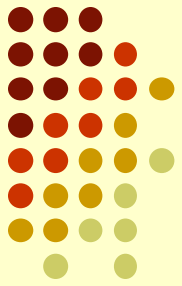
شونده پر می‌گردد. برای بهبود عملکرد مجموعه می‌توان از کاشت میلگرد برای انتقال برش بین ورق و بتن استفاده نمود.



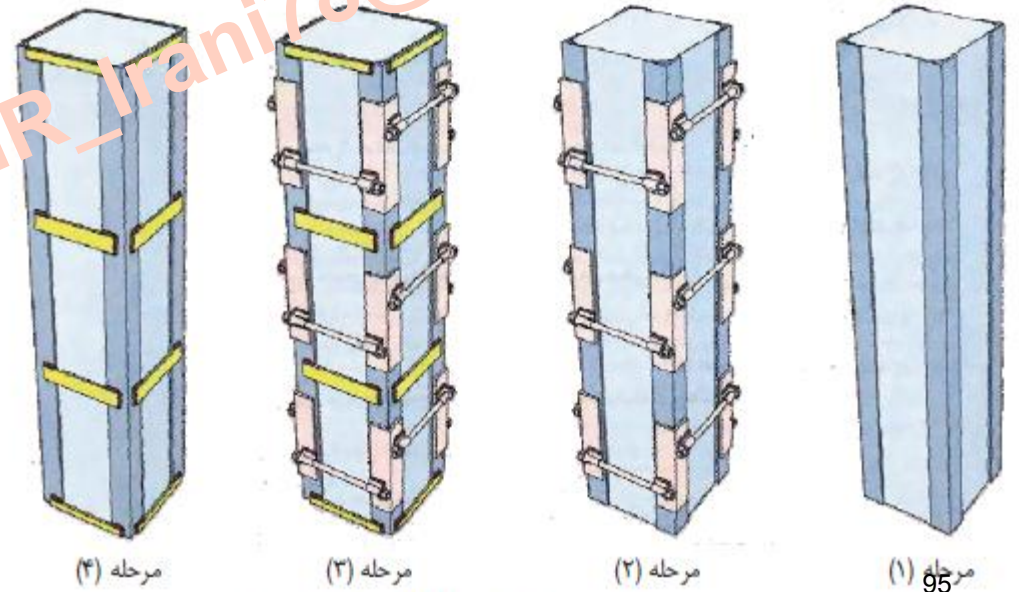


استفاده از زاکت فازی مدور در بهسازی ستون های مستطیلی

استفاده از قفسه فولادی



انواع ژاکت فولادی جهت افزایش مقاومت برشی ستون

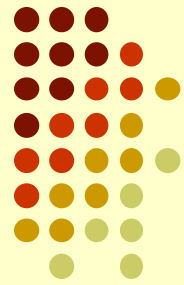


مراحل اجرای ژاکت قفسه ای به روش بیش فشردن

Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

نمونه ای از قفسه فولادی جهت افزایش مقاومت خمشی ستون





بهسازی ستونهای بتنی بوسیله ژاکت فولادی قفسه‌ای

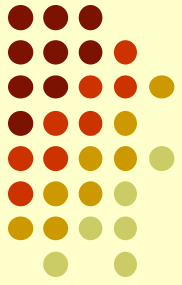
– استفاده از الیاف FRP

در ستونهای بتنی استفاده از FRP ضمن افزایش ظرفیت برشی ستون، مُد گسیختگی آن را از حالت برشی به خمشی تغییر داده و شکل‌پذیری را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.

دورپیچی اعضای فشاری با الیاف FRP، باعث افزایش مقاومت فشاری آنها می‌گردد. این امر همچنین باعث افزایش شکل‌پذیری اعضا تحت ترکیب نیروهای محوری و خمشی می‌شود.

برای محصور کردن عضو بتنی، لازم است راستای الیاف تا حد امکان عمود بر محور طولی عضو باشد. در این وضعیت، الیاف حلقوی مشابه تنگ‌های بسته یا خاموت‌های مارپیچی فولادی عمل می‌کنند. در محاسبه مقاومت فشاری محوری عضو باید از سهم الیاف موازی با راستای طولی آن صرف‌نظر گردد.

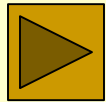


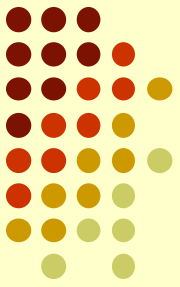


HR_Irani78@yahoo.com

فیلم اجرا (5)

Hamidreza Irani





ستون فولادی

- اضافه نمودن ورقهای پوششی به بال ستون
- اضافه نمودن ورقهای موازی با جان ستون
- استفاده از جاکت بتنی
- پرنمودن ستون فلزی با بتن

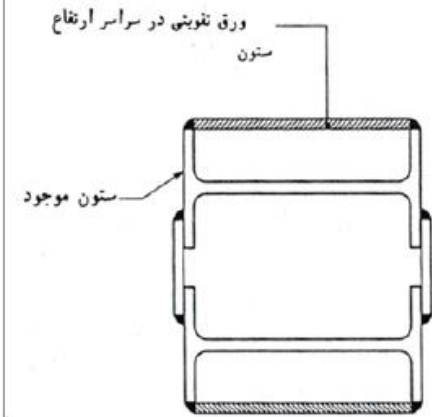
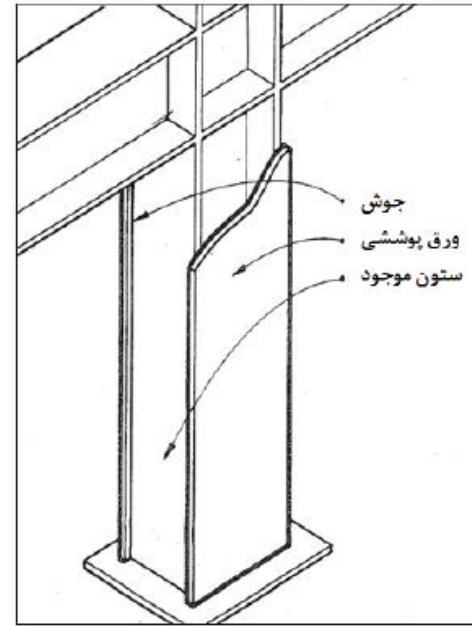
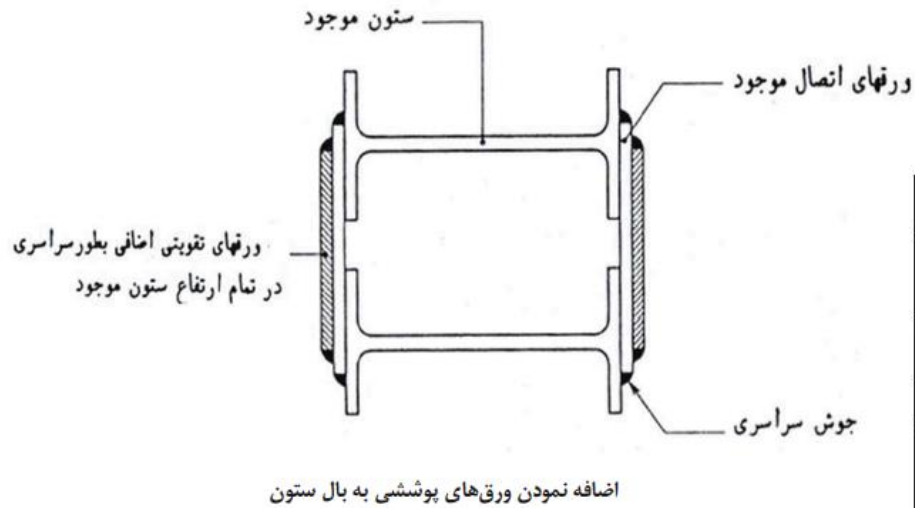
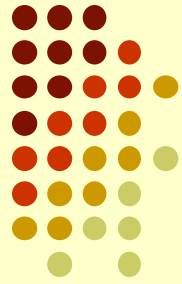
عمده خرابی موجود در ستون‌های فلزی شامل کم‌انحرف موضعی و کلی و گسیختگی در محل درزها و وصله‌ها می‌باشد.

دلایل اصلی این خرابی‌ها عبارتند از:

- ۱- سطح مقطع کم ستون،
- ۲- لاغری بیشتر از حدود مجاز،
- ۳- عدم فشردگی مقطع،
- ۴- ضعف درجوش‌ها،
- ۵- عدم رعایت اصل تیر ضعیف و ستون قوی،
- ۶- زنگ زدگی و خوردگی ستون،
- ۷- ایجاد ناحیه متأثر از حرارت بر اثر جوشکاری زیاد،
- ۸- خستگی.

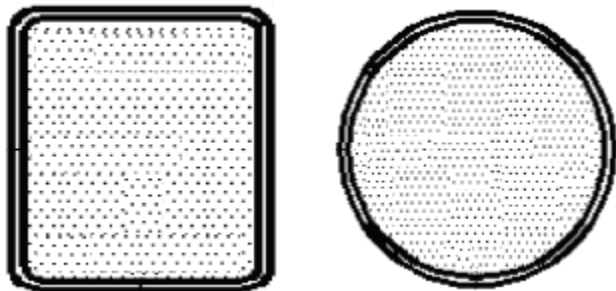
Hamidreza Irani

- استفاده از ورقهای پوششی

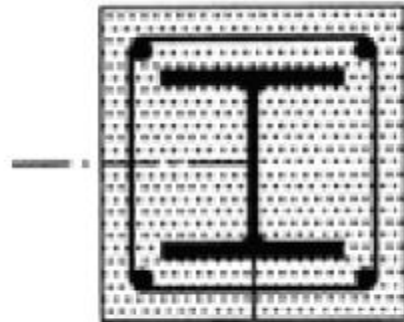
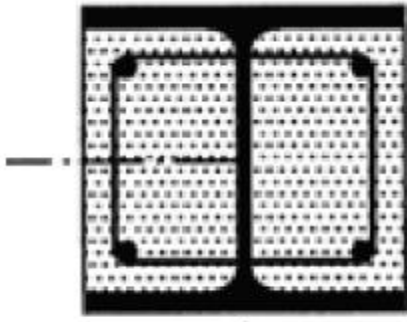
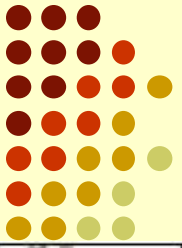


اضافه نمودن ورقهای پوششی موازی با جان ستون

- پر کردن ستون فلزی با مقطع بسته



- استفاده از جاکت بتنی



استفاده از ژاکت بتنی برای مقاوم‌سازی ستون فلزی



ستون با خوردگی شدید



اسکله بندر
امام خمینی





* راهکارهای بهسازی تیرها

در زلزله‌های شدید ستون‌ها نباید آسیبی ببینند و خرابی باید به تیرها و یا بادبندها منتقل شود بدین منظور به هنگام

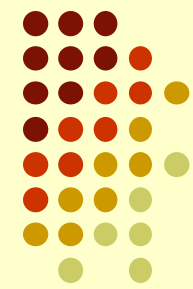
مقاوم‌سازی همواره تیر مقاوم‌سازی شده نباید قویتر از ستون متصل به آن باشد

- ترمیم موضعی
- جاکت بتن مسلح
- ورقهای فولادی
- صفحات FRP

تیر بتنی

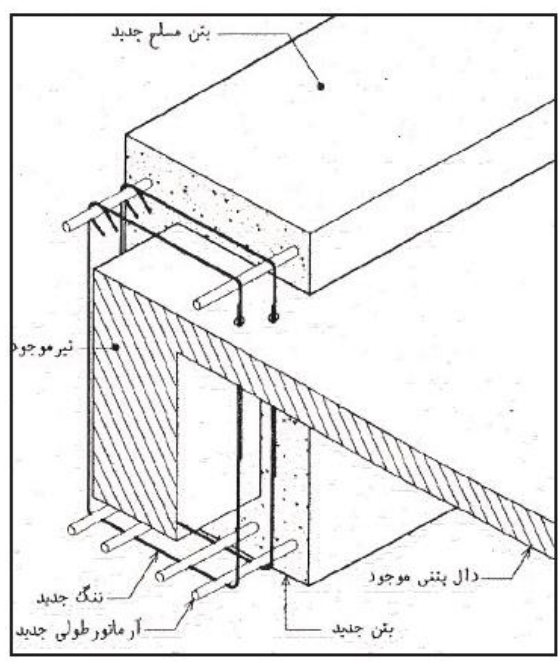
شکست‌های برشی و خمشی، دو حالت عمده شکست در تیرهای بتن مسلح می‌باشند. شکست خمشی عموماً نسبت به شکست برشی، ارجحیت دارد زیرا رفتار شکل‌پذیرتری از خود نشان می‌دهد. شکست نرم امکان پخش مجدد تنش را فراهم می‌آورد و به کاربران و حاضران در محل نیز فرصت بیشتری برای پی‌بردن به وضعیت بحرانی تیر می‌دهد



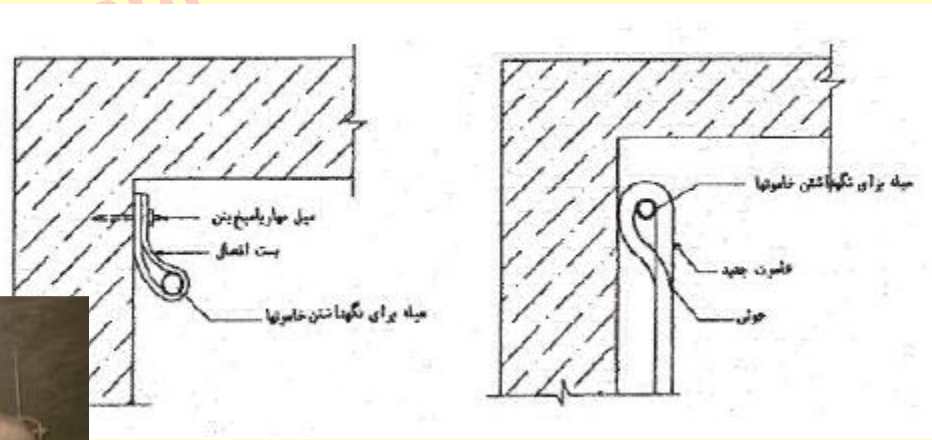
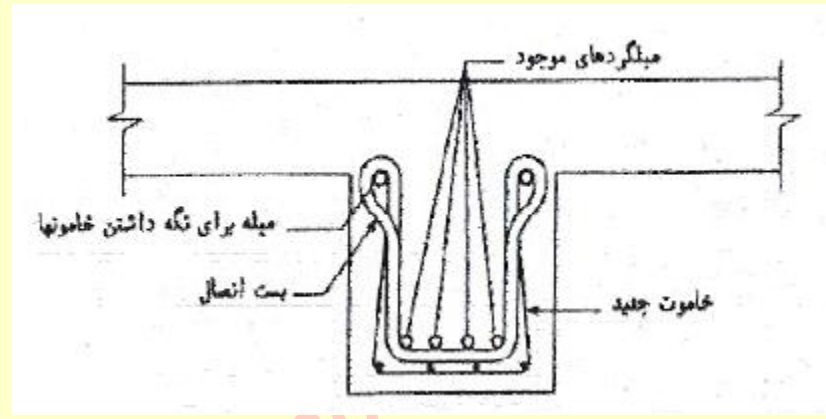


- استفاده از جاکت بتنی در چهار وجه تیر

- استفاده از جاکت بتنی در سه وجه تیر



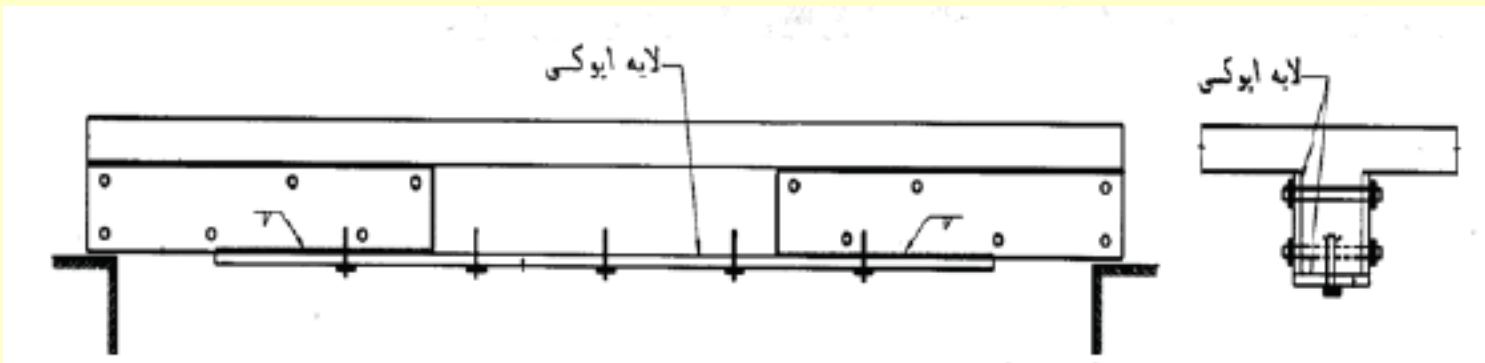
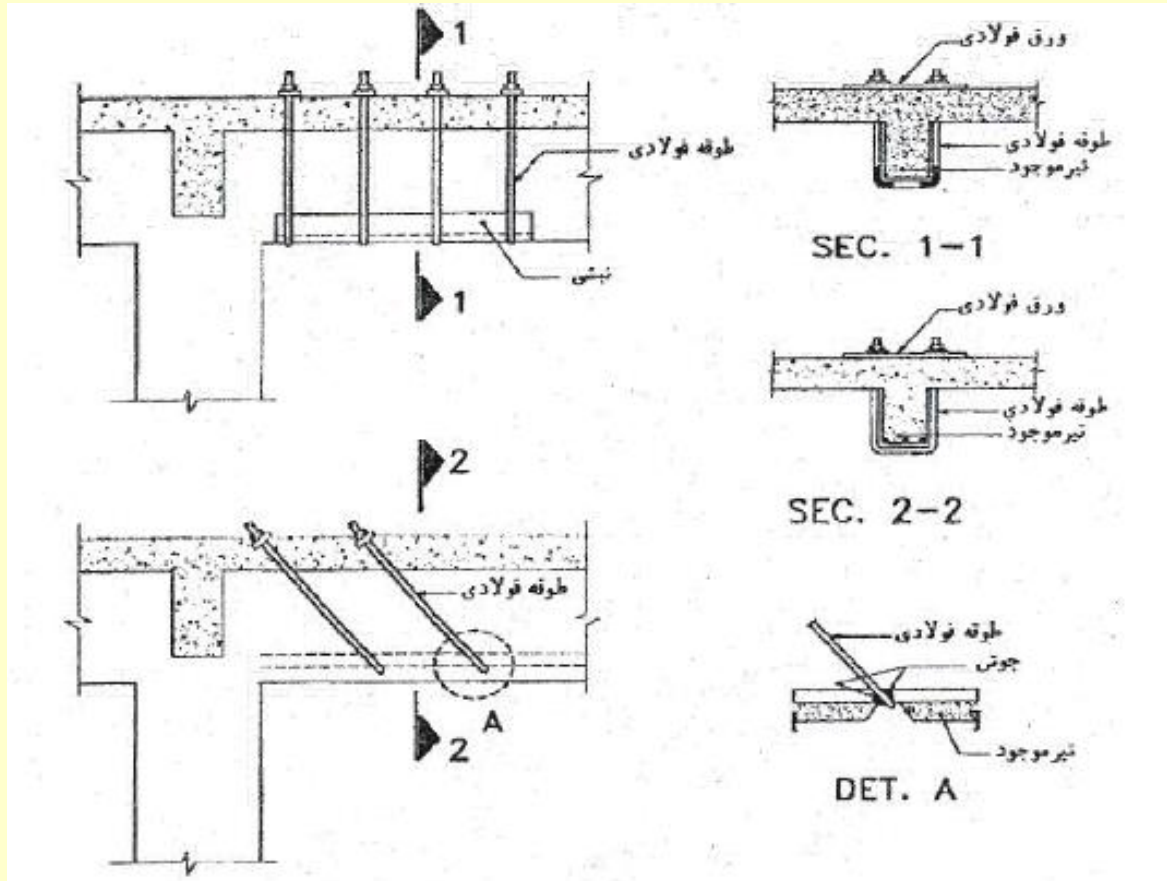
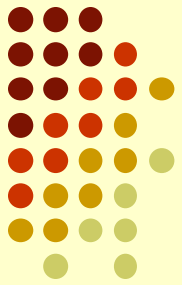
اجرای ژاکت بتنی برای افزایش مقاومت تیرهای بتنی



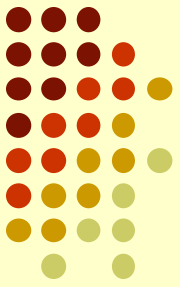
Irani

HR

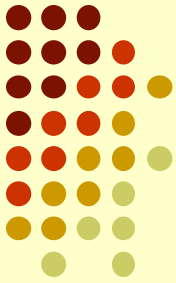
- تقویت خمشی و برشی تیربتنی با ورق فولادی



- تقویت برشی تیربتنی با ورق فولادی



– استفاده از صفحات FRP



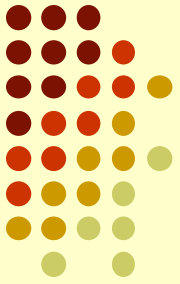
مصالح FRP را می‌توان برای افزایش مقاومت خمشی، مقاومت برشی و مقاومت پیچشی تیر بکار برد

آماده کردن سطح بتن:

برای جلوگیری از کنده شدن صفحه FRP و چسب از روی سطح بتن، این سطح باید به نحو مناسبی قبل از چسب زدن آماده‌سازی گردد. در این راستا تمام موارد ناصافی و ناهمواری باید صاف و هموار گردد. وقتی یک لایه نازک FRP بر روی سطح ناهموار بتنی چسبانده شود، قسمت‌های FRP که روی ناهمواری‌ها قرار گرفته دچار کشش می‌گردد و تمایل به صاف شدن دارند و این سبب ایجاد تنش‌های جداکننده می‌گردد که ممکن است پس از رسیدن به حد معینی به از بین رفتن چسبندگی در این نقاط منتهی شود.

چسب:

در حال حاضر چسب‌های بسیار قدرتمندی در دسترس می‌باشد که می‌توانند در چسباندن و استفاده از نوارها و الیاف FRP مورد استفاده قرار گیرند به گونه‌ای که مقاومت آنها از مقاومت بتن بیشتر است و به همین دلیل در اغلب حالات شکست در بتن رخ می‌دهد و شکست در لایه چسب بندرت رخ می‌دهد. تنها در صورت استفاده از چسب نامناسب و یا اجرای غلط و نامطلوب، امکان بروز مشکل در لایه چسب وجود دارد.



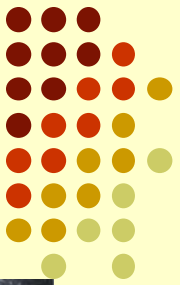
اتصال مصالح FRP به ناحیه کششی بتن به طوری که راستای الیاف آن در جهت طولی یک عضو خمشی باشد، باعث افزایش مقاومت خمشی آن عضو می‌گردد.



استفاده از مصالح FRP به عنوان رکابی‌های خارجی، به منظور افزایش مقاومت برشی مقاطع بتن‌آرمه می‌باشد. در این روش صفحات FRP به وجوه جانبی تیر چسبانده می‌شود بطوری که راستای الیاف عمود بر محور طولی تیر یا مایل باشد.



یکی دیگر از کاربردهای FRP افزایش مقاومت موضعی تیرهای دارای سوراخ (معمولا تأسیساتی) می باشد در این روش می توان اطراف سوراخ ها را بطور موضعی با FRP تقویت کرد.

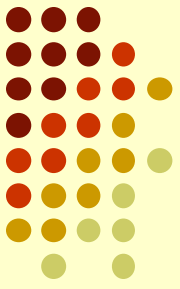


Test⁽⁶⁾



Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com



تیر فولادی

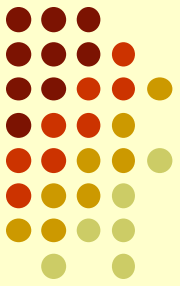
- تقویت با زره فولادی
- اضافه نمودن ورق موازی با جان
- اضافه نمودن سخت کننده جان
- استفاده از پیش تنیدگی خارجی
- جاکت بتن مسلح

عمده خرابی موجود در تیرهای فلزی شامل کماتش کلی و موضعی بال و جان و گسیختگی در محل درزها و وصله‌ها می‌باشد. از آنجایی که قسمتی از مقطع تحت فشار است، خطر کماتش در این ناحیه وجود دارد.

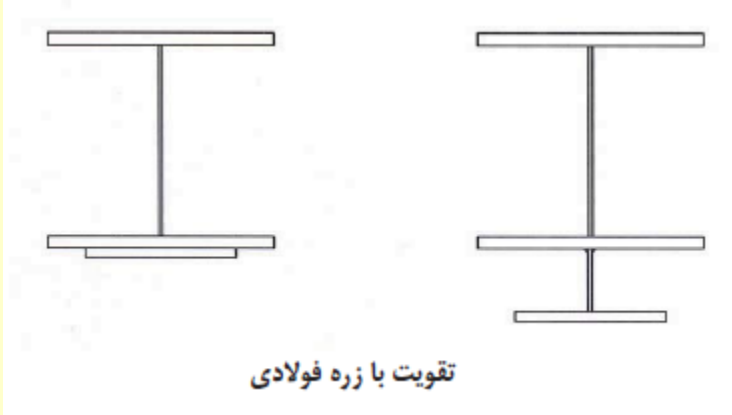
دلایل اصلی این خرابی‌ها عبارتند از:

- ۱- سطح مقطع کم تیر،
- ۲- لاغری بیشتر از حدود مجاز،
- ۳- عدم فشردگی مقطع،
- ۴- ضعف درجوش‌ها،
- ۵- زنگ زدگی و خوردگی تیر،
- ۶- ایجاد ناحیه متأثر از حرارت بر اثر جوشکاری زیاد،
- ۷- خستگی.

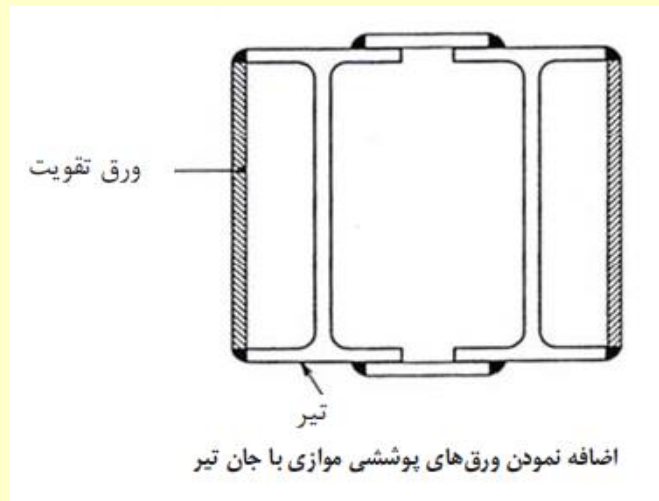
Hamidreza Irani

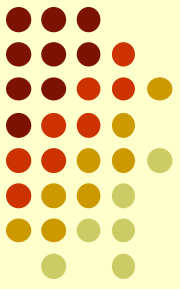


از جمله راه‌های افزایش ظرفیت خمشی و محوری تیرهای فولادی، تقویت با زره فولادی می‌باشد.
با افزایش ضخامت بال از کماتش موضعی بال تیر نیز جلوگیری شده است.



اضافه نمودن ورق‌های موازی با جان تیر منجر به افزایش مقاومت برشی می‌شود.



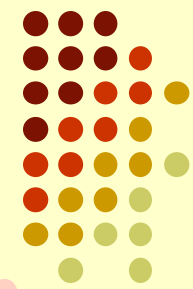


استفاده از سخت‌کننده‌های جان یکی از مؤثرین روش‌های افزایش مقاومت برشی تیر می‌باشد. سخت‌کننده‌های عرضی ورق‌هایی هستند که به صورت تیغه‌های قائم و در فواصل معینی از یکدیگر قرار داده می‌شوند و به جان و بال فشاری جوش می‌شوند. اگر نسبت ارتفاع آزاد جان به ضخامت جان از ۲۶۰ تجاوز نماید و یا تنش برشی جان از مقدار تنش مجاز برشی بزرگتر باشد، باید از سخت‌کننده جان استفاده نمود. فواصل سخت‌کننده‌ها باید به گونه‌ای باشد که تنش برشی در جان تیر از مقادیر مجاز تنش برشی (مطابق مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان) تجاوز ننماید و در رابطه زیر نیز صدق نماید.

$$\frac{a}{h} \leq \left[\frac{260}{\left(\frac{h}{t_w} \right)} \right]^2$$

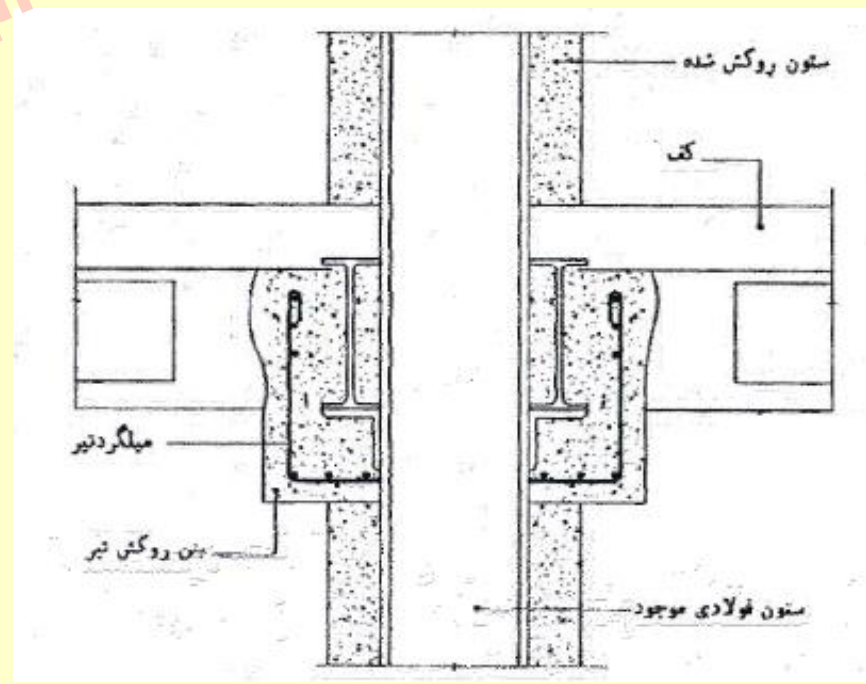
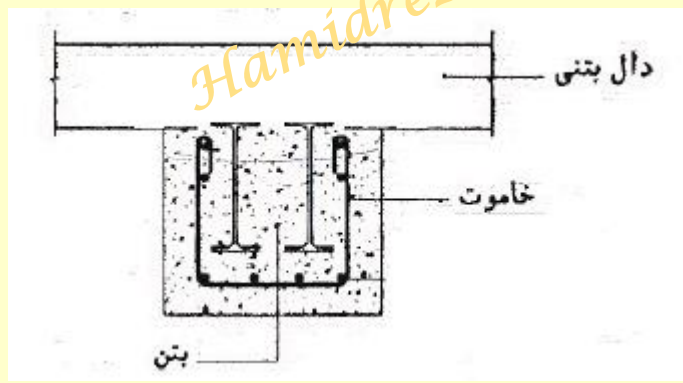
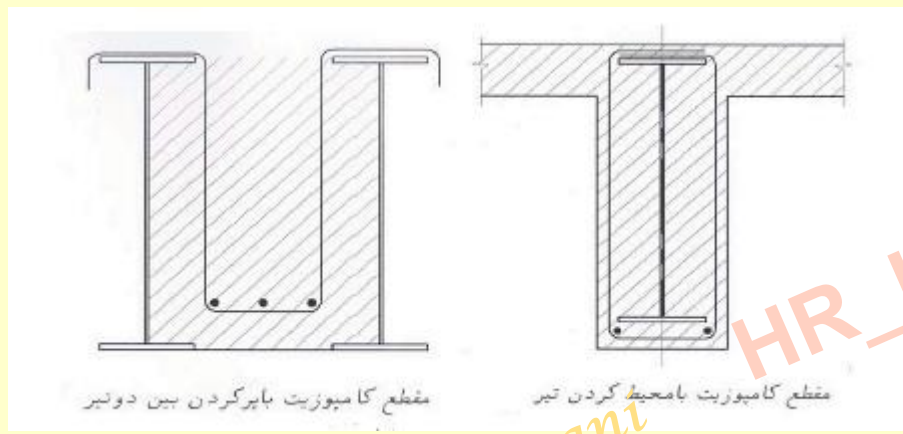
پیش‌تنیدگی خارجی جز روش‌های نوین مقاوم‌سازی می‌باشد. کابل‌های پیش‌تنیدگی بکار گرفته شده برای این کار از همان نوع کابل‌ها و مفتول‌های متداول در کارهای پیش‌تنیدگی هستند. در حالت کلی نیروهای پیش‌تنیدگی که به سازه مقاوم شده القا می‌گردند، منجر به باز توزیع نیروهای داخلی گشته و باعث کاهش تنش‌ها در اعضا نسبت به حالت اولیه آنها می‌شوند. با این حال ممکن است در برخی دیگر از اعضای سازه، پیش‌تنیدگی موجب افزایش تنش گردد. به همین دلیل در استفاده از پیش‌تنیدگی خارجی باید آنالیز تنش در سازه مقاوم‌سازی شده به دقت مورد بررسی قرار گیرد.





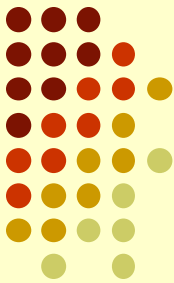
با محصور نمودن تیر فلزی، سختی آن افزایش یافته که این امر موجب بالا رفتن سختی برشی و خمشی می‌گردد. در صورتی که تیر فلزی دچار خوردگی شدید شده باشد، استفاده از ژاکت بتنی به عنوان راه حلی موثر توصیه می‌گردد. تیرهای فلزی پس از مقاومسازی با ژاکت بتنی در برابر آتش‌سوزی نیز مقاومت خوبی دارند.

HR_Irani78@yahoo.com





* راهکارهای بهسازی اتصالات



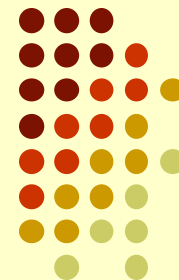
اتصالات و رفتار آنها نقش بسیار مهمی در رفتار کلی سازه‌های با قاب خمشی ایفا می‌کنند. به عبارت دیگر بحرانی‌ترین ناحیه در قاب‌های خمشی برای مقاومت در برابر بارهای لرزه‌ای، محل اتصال تیر به ستون می‌باشد. بطور کلی بدلیل عدم شناخت کافی از رفتار اتصالات خمشی، آسیب‌های ایجاد شده در سازه‌های خمشی از ضعف در طراحی یا اجرای اتصالات آنها ناشی می‌شود

در سیستم‌های باربر جانبی، اتصالات و اجزای آن باید به گونه‌ای مقاوم‌سازی شوند که پس از مقاوم‌سازی دارای سختی، مقاومت و هندسه متناسبی باشند و با عملکرد ارتجاعی اجزای خود، شرایط لازم برای رفتار غیر ارتجاعی چرخه‌ای سایر اعضا را فراهم و پیوستگی مسیر انتقال بار را نیز تأمین نمایند به گونه‌ای که ناحیه شکل‌پذیر (مفصل پلاستیک) در دو سر تیر و خارج از محدوده اتصال تیر به ستون واقع شود. حداقل فاصله محل تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون $0.5d_b$ و حداکثر $1.5d_b$ می‌باشد

با توجه به توضیحات عنوان شده اتصالات باید کنترل شونده توسط نیرو باشند و آیین‌نامه‌ها تغییر شکل‌ها و دوران‌های زیاد را برای اتصالات ممنوع می‌دانند

بدون شک مقاوم‌سازی اتصالات یکی از سخت‌ترین روش‌های مقاوم‌سازی می‌باشد، چرا که محل تلاقی تعدادی از عناصر سازه‌ای است و در زلزله دارای تنش بالا می‌باشد. از این رو بهتر است بجای تقویت اتصال در برابر بارهای جانبی از راهکارهای تقویت سیستم باربر جانبی ساختمان مانند اضافه نمودن بادبند، دیوار برشی و ... استفاده نمود. این راهکارها منجر به کاهش لنگرهای موجود در اتصال می‌گردد

اتصال بتنی



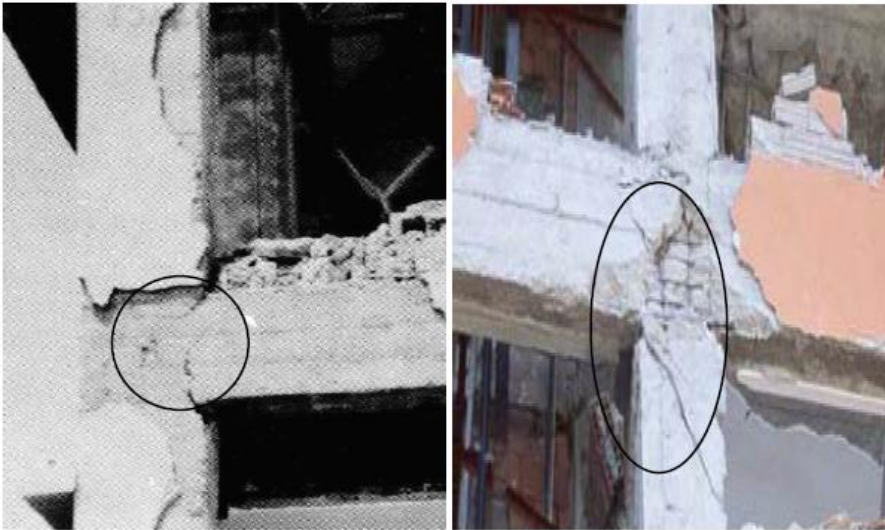
در گذشته تحقیقات و در نتیجه دستورالعمل‌های آیین‌نامه‌ای در اتصالات بتنی بسیار محدود بود و در نتیجه مهندسین کمتر به جزئیات این ناحیه توجه می‌کردند و تنها خود را ملزم به رعایت تأمین طول مهارگی کششی برای میلگردهای منفی تیر می‌دانستند . همچنین جزئیات سخت در آرماتوربندی ناحیه اتصال و اجرای ضعیف آن منجر به نامناسبی رفتار این جزء سازه‌ای شده است.

- آسیب‌های اتصالات بتنی

- ۱- گسیختگی برشی
- ۲- کمأنش آرماتور طولی ستون
- ۳- کمأنش آرماتور طولی تیر
- ۴- برون محوری اتصال تیر و ستون
- ۵- کمبود آرماتورهای مثبت و منفی

Hamidr

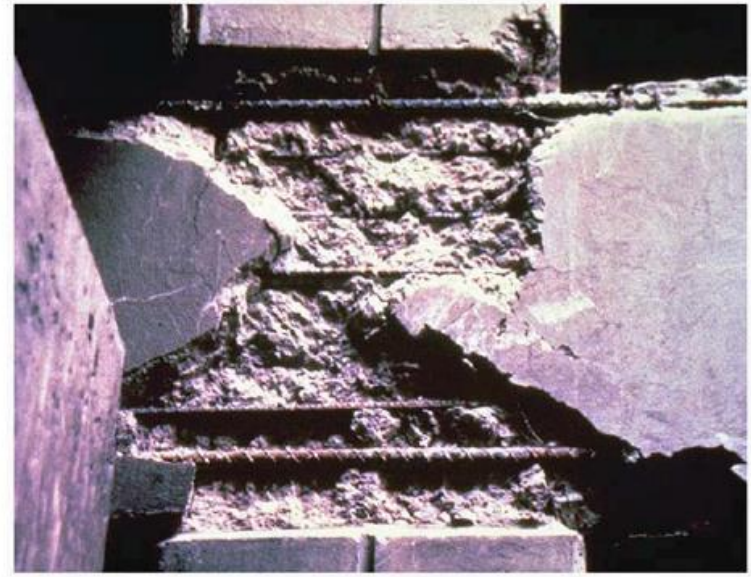
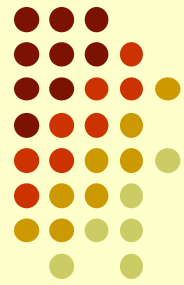
گسیختگی برشی در ناحیه اتصال



گسیختگی برشی در ناحیه تیر در بر اتصال

گسیختگی برشی در ناحیه ستون در بر اتصال

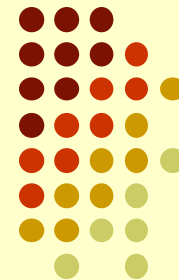
178@yahoo.com



کمانش میلگردهای طولی تیر در ناحیه اتصال



کمانش میلگردهای طولی ستون در ناحیه اتصال



برون محوری امتداد تیر نسبت به امتداد ستون

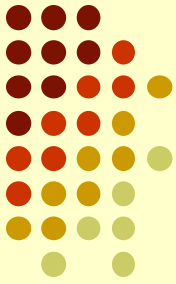


تخریب اتصال در اثر کمبود آرماتور طولی که منجر به تخریب کلی سازه شده

Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

- روش های مقاوم سازی اتصالات بتنی



- تعمیرات جزئی،
- روکش بتنی،
- روکش فولادی (ورق فولادی مسلح کننده)،
- پوشش FRP.
- استفاده از تنگ خارجی برای افزایش ظرفیت برشی اتصالات.

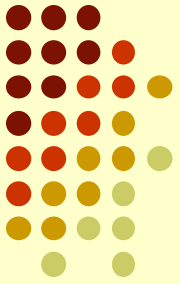
تزریق رزین

تزریق چسب اپوکسی را می توان برای تعمیر ترک های با عرض کم بکار برد. با استفاده از این روش هیچ آسیبی به بتن وارد نشده و میلگردها نیز دچار خمش و شکست نمی گردند. البته این روش برای بتن آسیب دیده کاربرد ندارد. در این روش باید ترک به وجود آمده در بتن را کاملاً با روش هایی مانند دمیدن هوا در ترک پاک نمود و سپس با تزریق چسب ترک را پر نمود.



فیلم اجرا (۷)

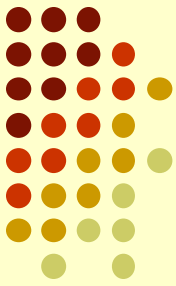
* روکش بتنی



روکش بتنی باید به گونه‌ای اجرا گردد که کلیه اعضای اتصال به صورت یکپارچه عمل نماید. عموماً این روش زمانی بکار می‌رود که هم تیر و هم ستون اتصال مستعد ترک خوردگی باشند. برای اتصال مناسب بین بتن قدیم و جدید و همچنین برای جوش نمودن آرماتورهای جدید و موجود باید قسمت پوشش بتنی آرماتورها را تخریب نمود. ضخامت مناسبی برای روکش بتنی در نظر گرفته شود تا کلیه آرماتورهای طولی تیر و ستون و همچنین تنگ‌ها را در بر گیرد. در استفاده از این روش بکارگیری خاموت‌ها با فاصله مناسب بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

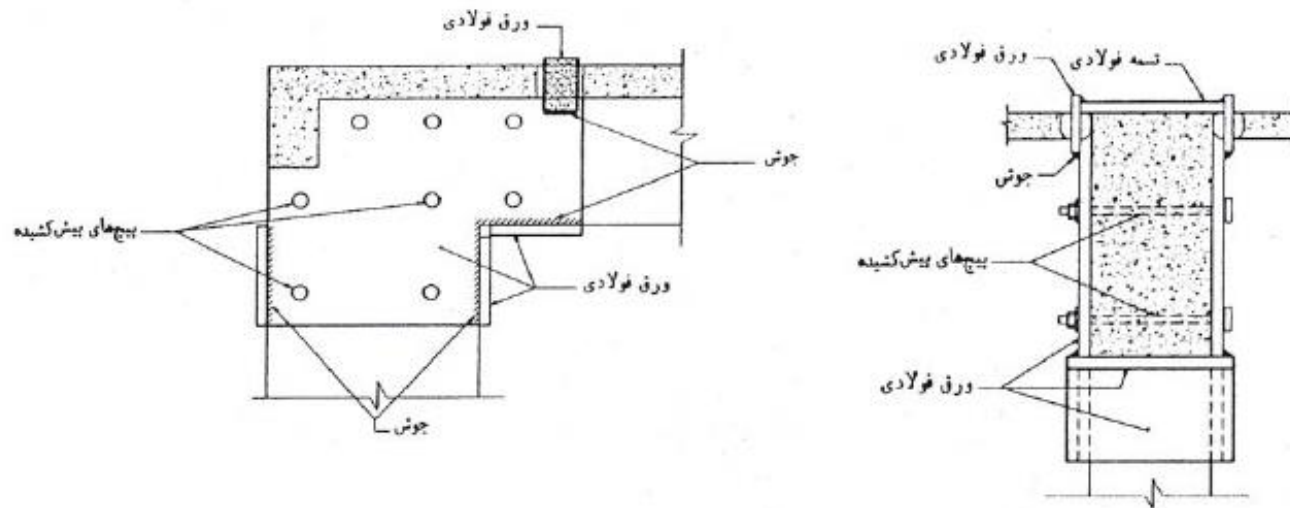


اجرای روکش بتنی در اطراف اتصال خارجی

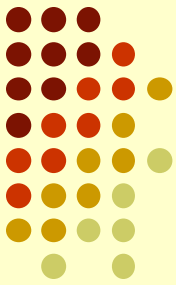


استفاده از ورق فولادی مسلح کننده روشی است که با استفاده از آن می‌توان بدون افزایش ابعاد اتصال، مقاومت آن را افزایش داد. در روش استفاده از ورق فولادی مسلح کننده موقعیت اتصال تأثیر بسزایی بر میزان افزایش مقاومت اتصال دارد.

در اتصالات گوشه ورق فولادی مسلح کننده باید به شکل اتصال بوده و با چسب اپوکسی به اتصال چسبانده می‌شود. ورق فولادی را باید با بولت‌های پیش‌تنیده به اتصال وصل نمود. سطوح ناهموار اتصال را می‌توان با ملات منبسط شونده نازکی اصلاح نمود. حداقل ضخامت ورق تقویت ۴ میلیمتر می‌باشد. قبل از انجام عملیات فوق ضروریست که اتصال به طور موضعی مرمت شود.



روش‌های بهسازی اتصالات کناری

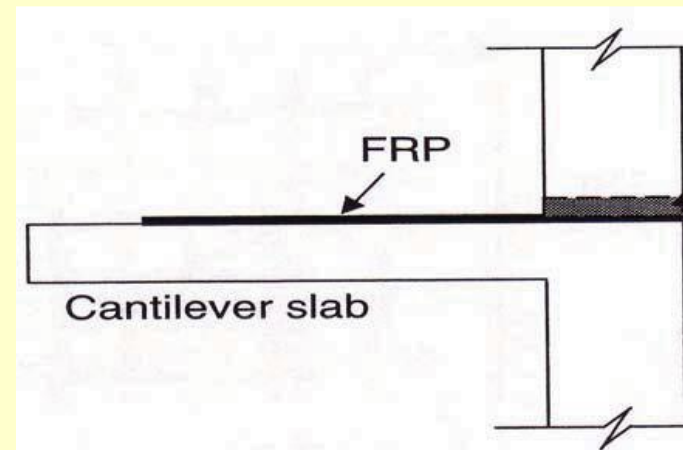
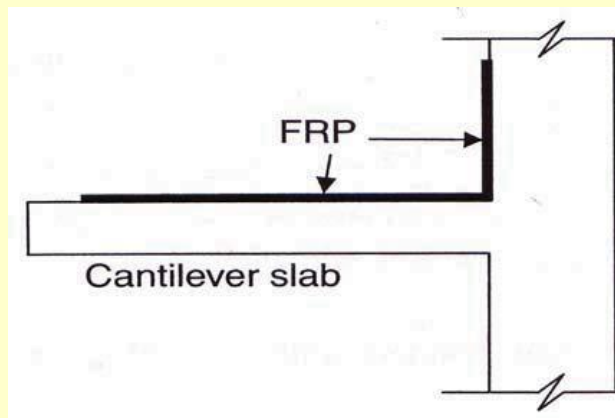


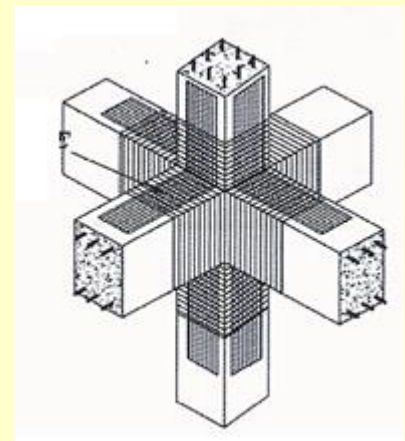
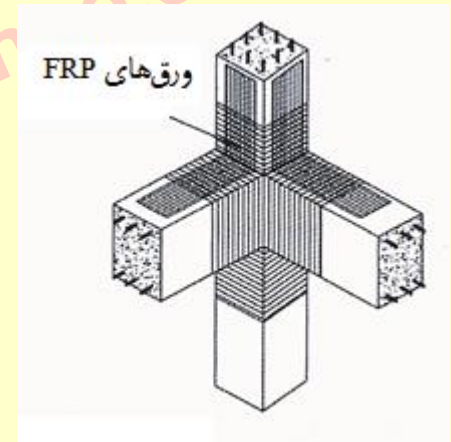
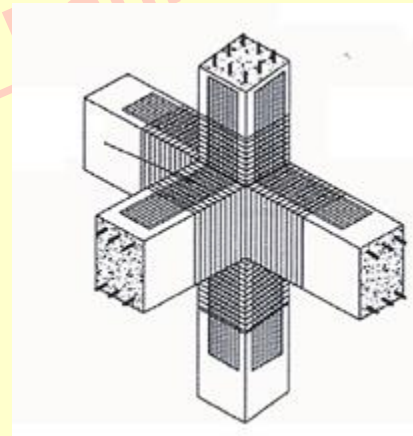
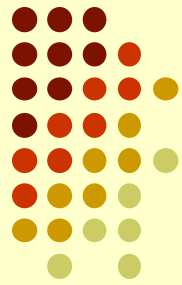
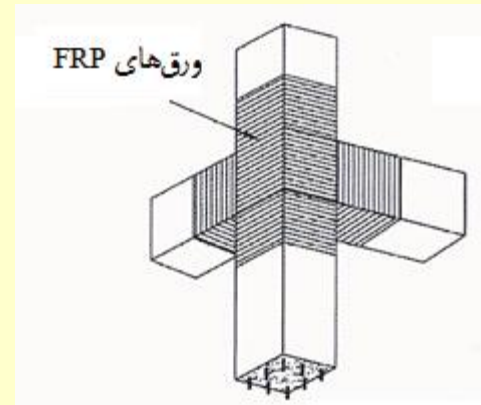
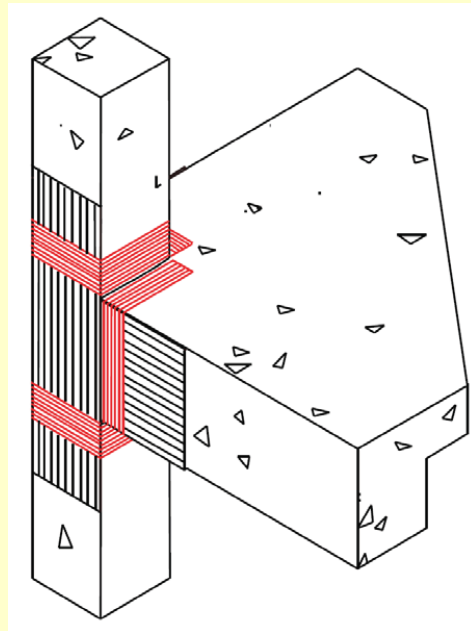
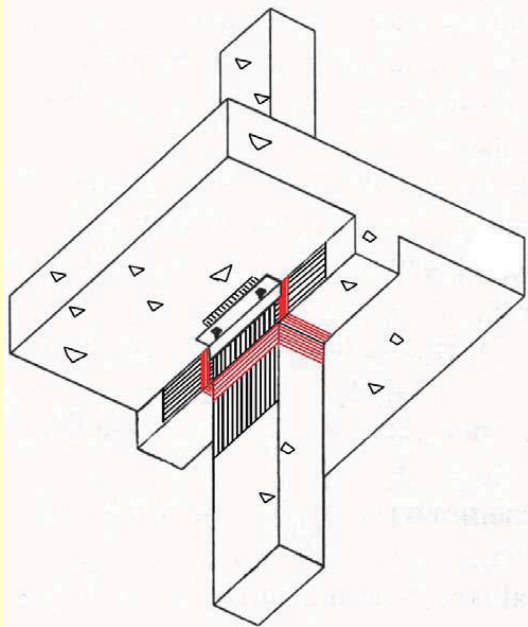
با محصور نمودن اعضای اتصال با پوشش FRP می‌توان ظرفیت خمشی و همچنین ظرفیت برشی اتصال را افزایش داد. بکارگیری این روش میزان شکل‌پذیری اتصال را نیز افزایش می‌دهد. با استفاده از این روش مانند روش روکش فولادی بدون افزایش ابعاد اتصال، می‌توان مقاومت آن را افزایش داد.

البته استفاده از FRP نسبت به روکش فولادی بهتر است، زیرا FRP بر

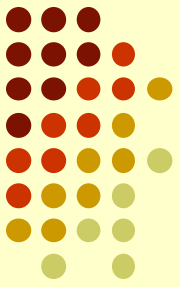
خلاف فولاد دچار خوردگی نمی‌شود و می‌تواند در مقابل خوردگی اسیدها، بازها و مواد مهاجم مشابه در دامنه وسیعی از دما مقاومت کنند. در نتیجه نیاز به سیستم‌های حفاظت از خوردگی نمی‌باشد و آماده کردن سطوح اعضا قبل از چسباندن صفحات FRP و نگهداری از آنها بعد از نصب، آسان‌تر از صفحات فولادی است.

با توجه به این مطلب که لنگر در ناحیه اتصال منفی است و بزرگترین مقدار لنگر در محل اتصال رخ می‌دهد بنابراین نمی‌توان نوارها یا صفحات FRP را در محل اتصال و یا قبل از آن قطع کرد بلکه باید نوارهای FRP را به نحو مناسبی در انتهای اتصال مهاربندی کرد.



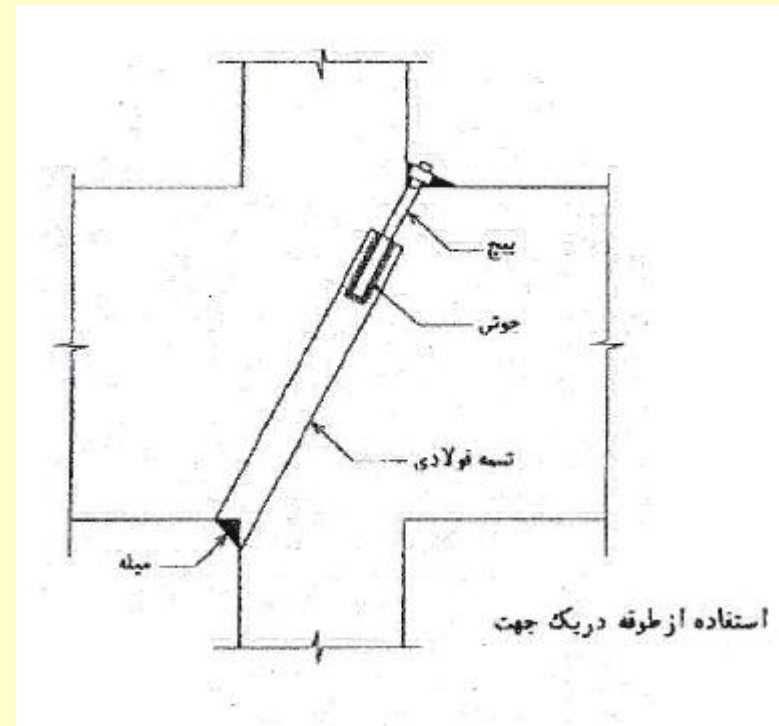
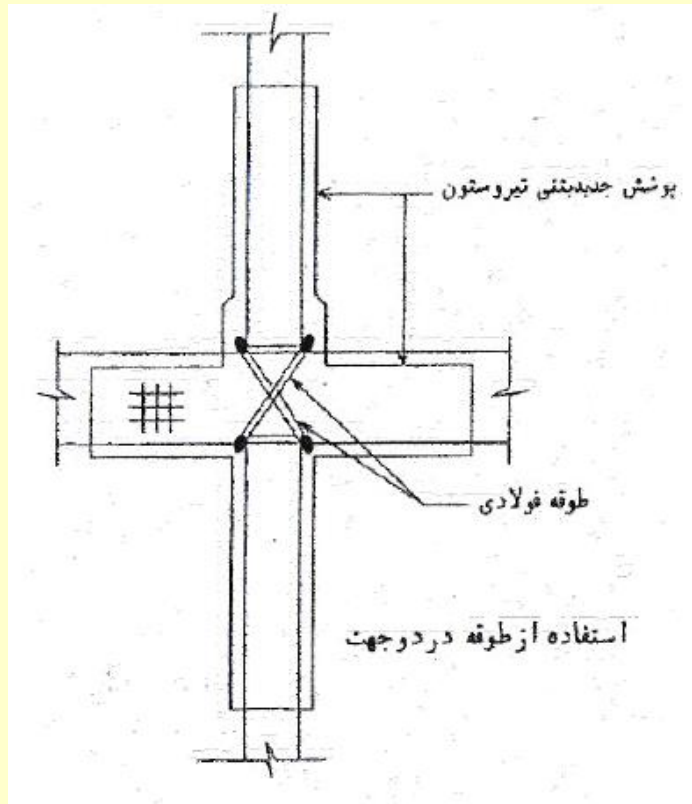


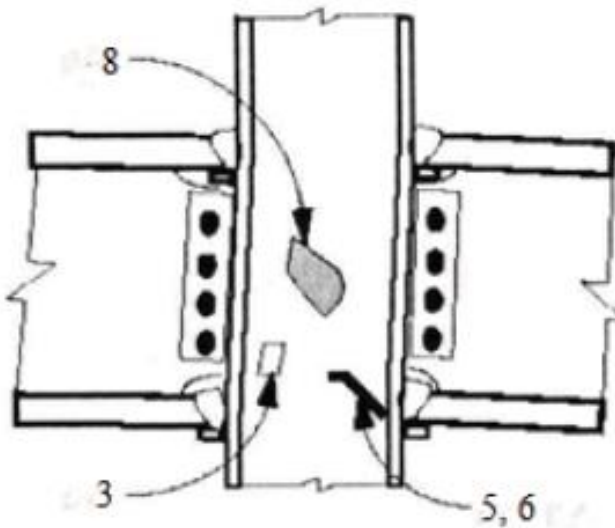
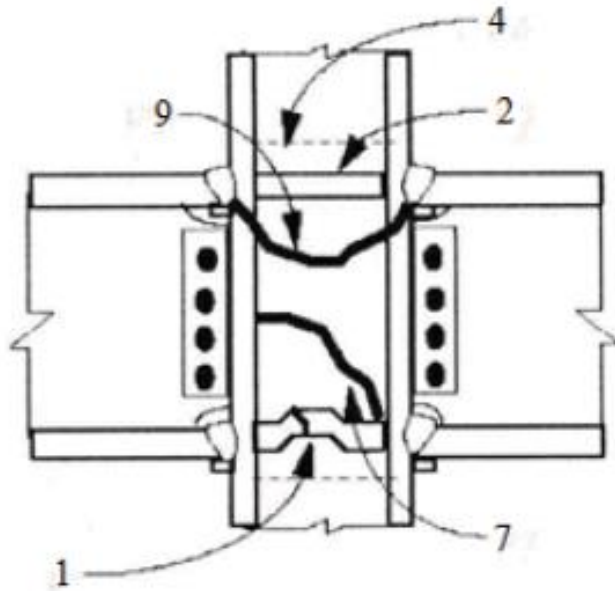
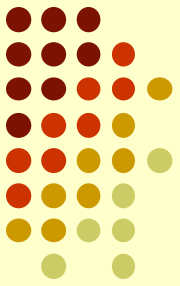
* استفاده از تنگ خارجی



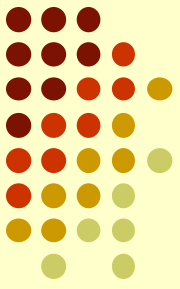
پس از آنکه ایرادات ترک‌های سطحی با تزریق چسب اپوکسی بر طرف شدند و سطح بتن کاملاً تمیز شد، اتصال با استفاده از تنگ‌های خارجی که پیش‌تنیده شده‌اند، تقویت می‌شود. پس از این مرحله اتصال با شبکه‌ای از مفتول‌های به هم جوش شده پوشانده شده و بتن‌پاشی می‌شود. وقتی که چهار تیر به اتصال وارد می‌شود استفاده از تنگ در دو طرف ممکن نیست زیرا قادر به عبور از اتصال نیستند.

استفاده از تنگ خارجی در یک جهت به هیچ عنوان برای بارهای لرزه‌ای مناسب نمی‌باشد زیرا این تنگ‌ها کششی کار کرده و به هیچ عنوان ظرفیت تحمل نیروی فشاری را ندارند.

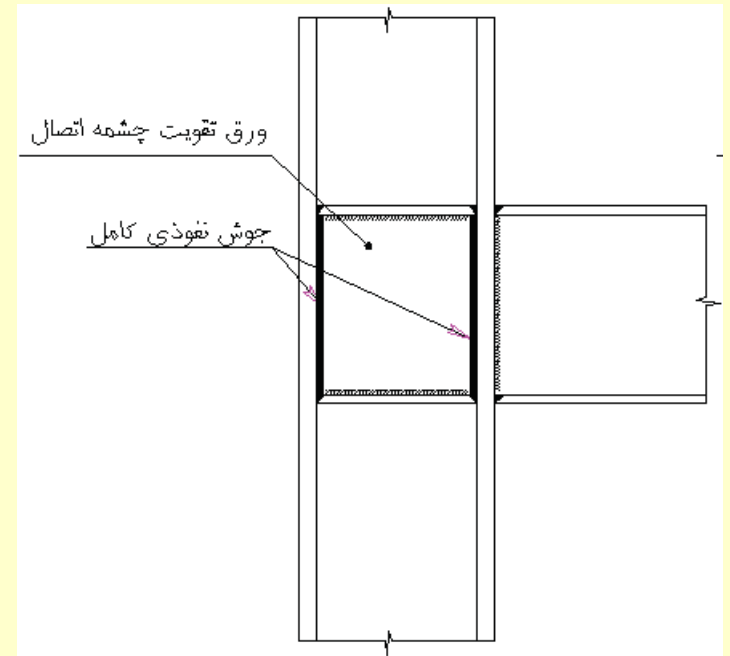
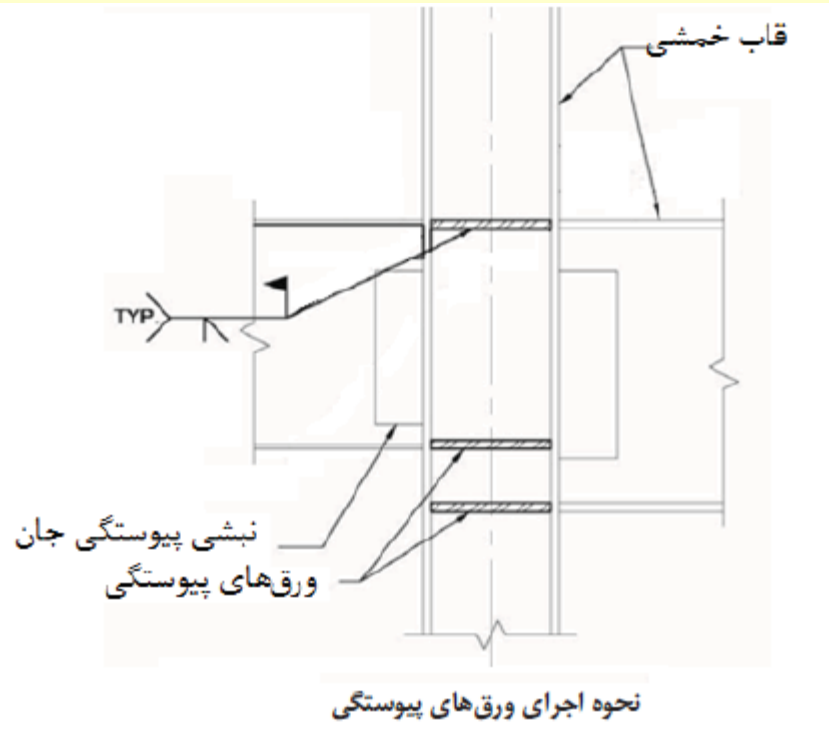




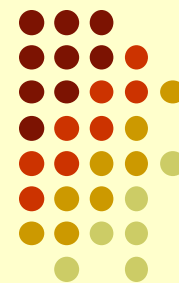
- 1: شکست، کمانش، یا تسلیم ورق پیوستگی
- 2: شکست جوش ورق پیوستگی
- 3: تسلیم یا تغییر شکل جان
- 4: شکست جوشهای ورق مضاعف
- 5: شکست جزئی در ورق مضاعف
- 6: شکست جزئی جان
- 7: شکست کامل یا نزدیک به کامل جان یا ورق مضاعف
- 8: کمانش جان
- 9: شکست ستون



ورق‌های پیوستگی باید در مقابل بال‌های تیر یا ورق‌های پوششی اتصال بال بالایی و پایینی تیرهای متصل شونده به ستون و به صورت متقارن نسبت به محور ستون، قرار داده شوند. این ورق‌ها برای انتقال نیروهای درون صفحه‌ای حاصل از لنگر تیر به چشمه اتصال در ستون به کار برده می‌شوند.



ناحیه چشمه اتصال باید برش ناشی از نیروهای کششی و فشاری موجود در بال‌های تیرهای سمت چپ و راست ستون را تحمل نماید.



روشهای مقاوم سازی اتصال صلب

۱- ورق روسری و زیرسری مضاعف

۲- ورق اتصال بال

۳- استفاده از ماهیچه

۴- لچکی های قائم در بال فوقانی و تحتانی

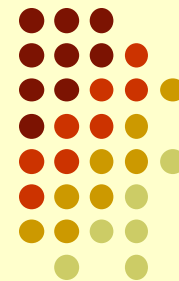
۵- پیش تنیدگی خارجی با کابل کششی

۶- استفاده از ورق کناری (side plate)

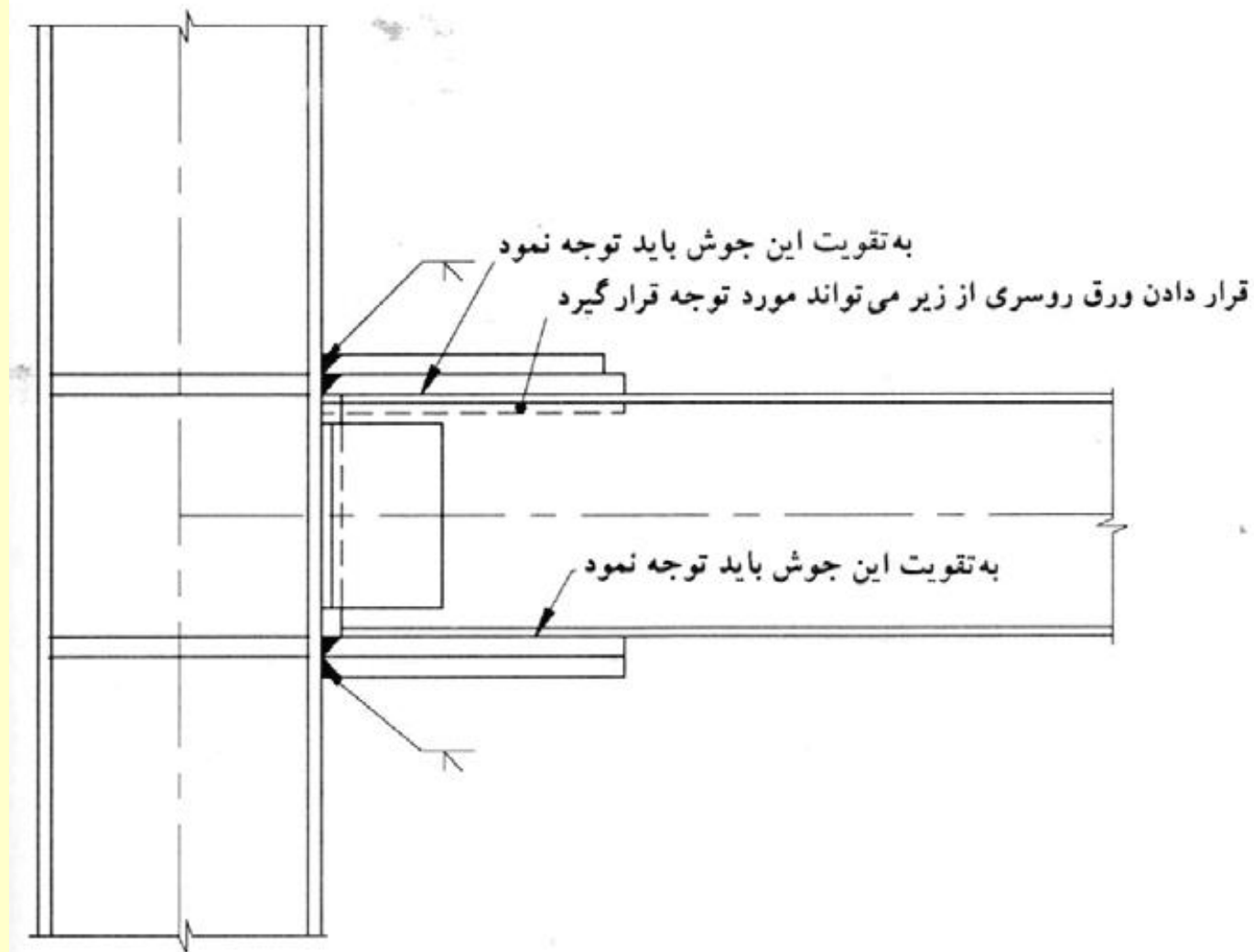
۷- استفاده از مقطع T شکل

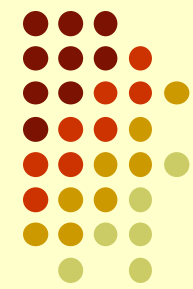
Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

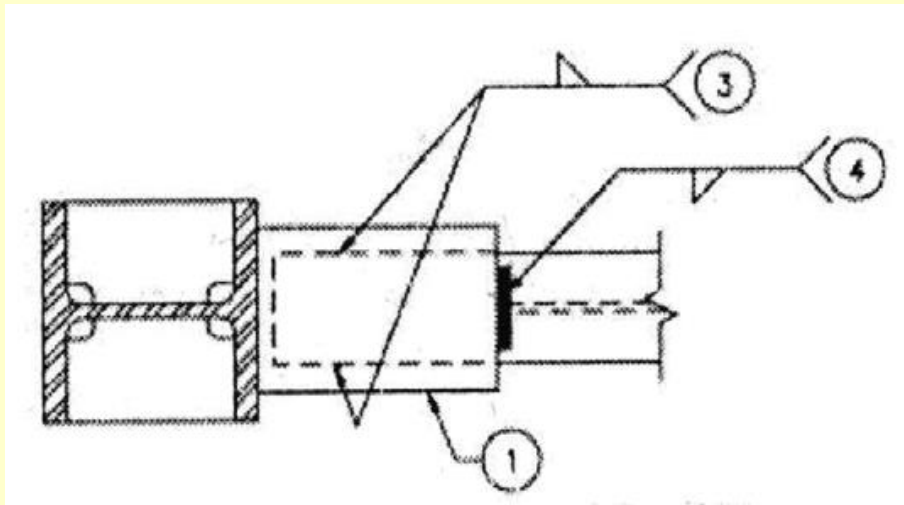


۱- ورق روسری و زیرسری مضاعف



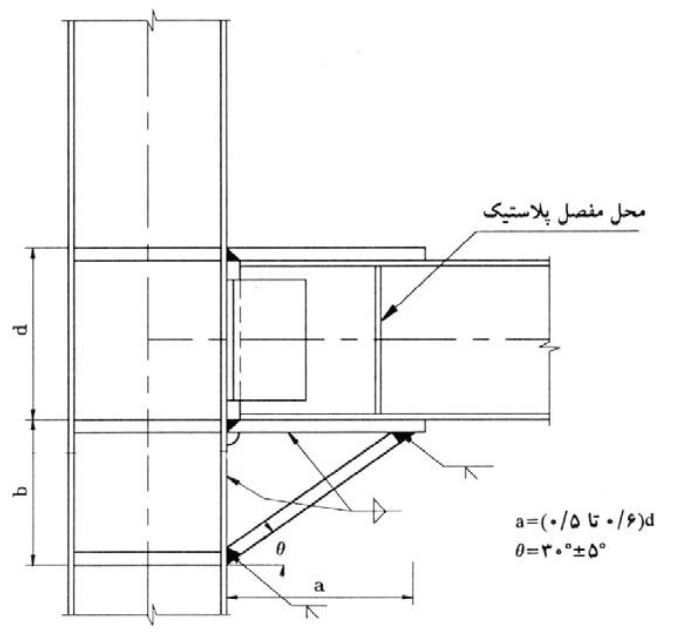
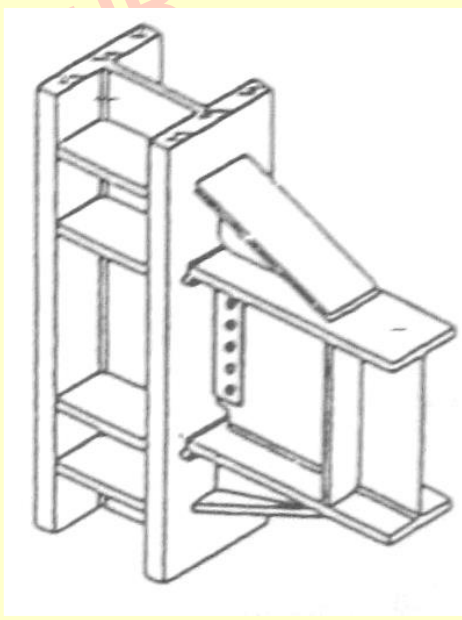


۲- ورق اتصال بال

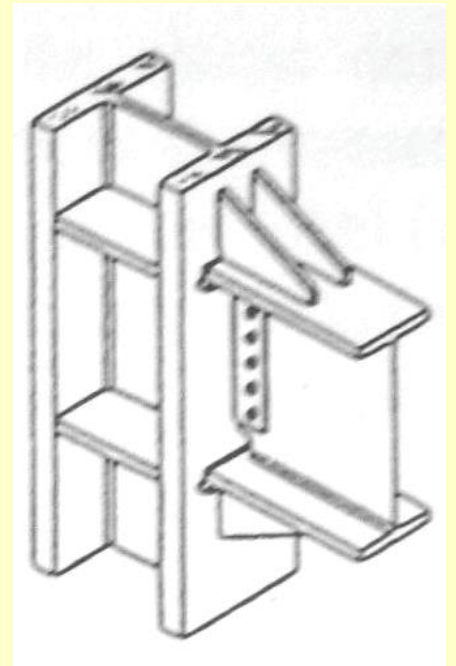
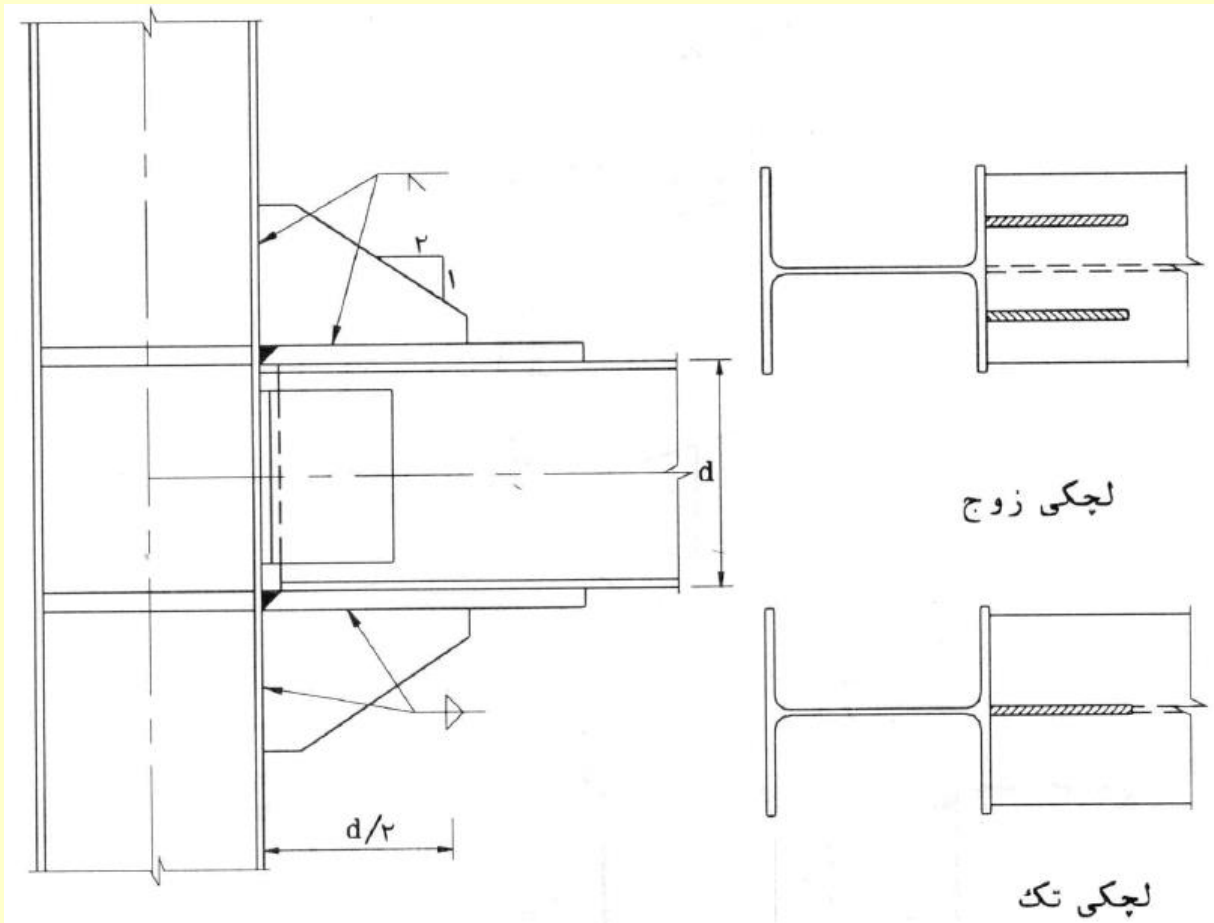
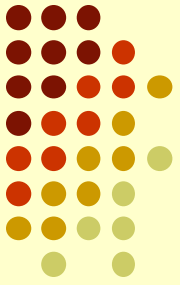


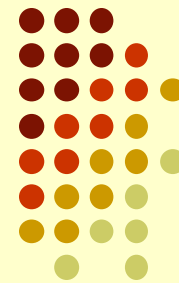
Iranian78@yahoo.com

۳- استفاده از ماهیچه



۴- لچکی های قائم در بال فوقانی و تحتانی

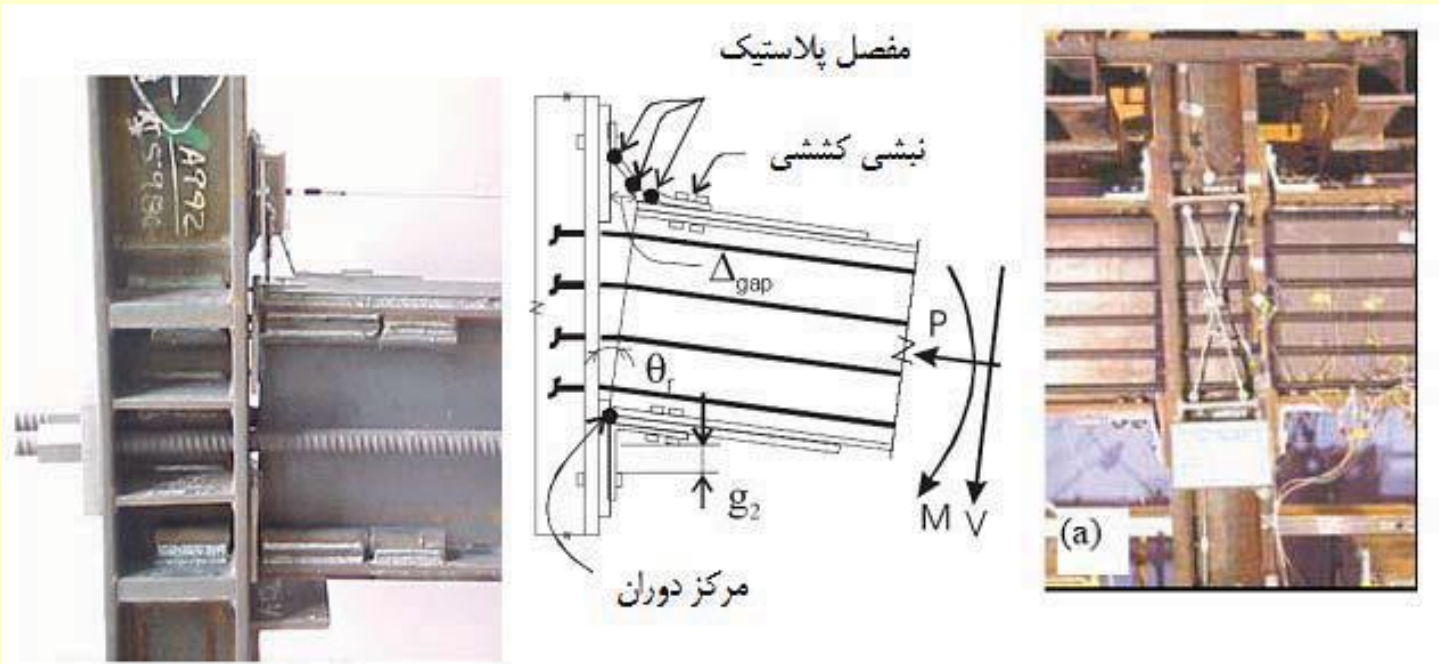
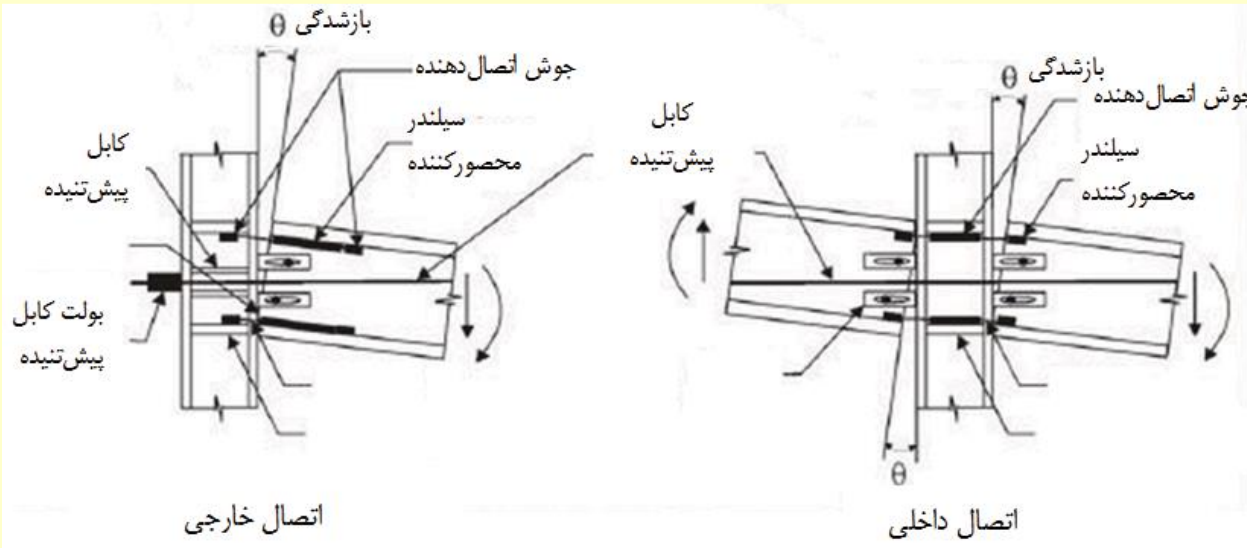
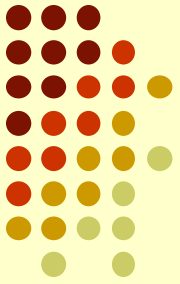




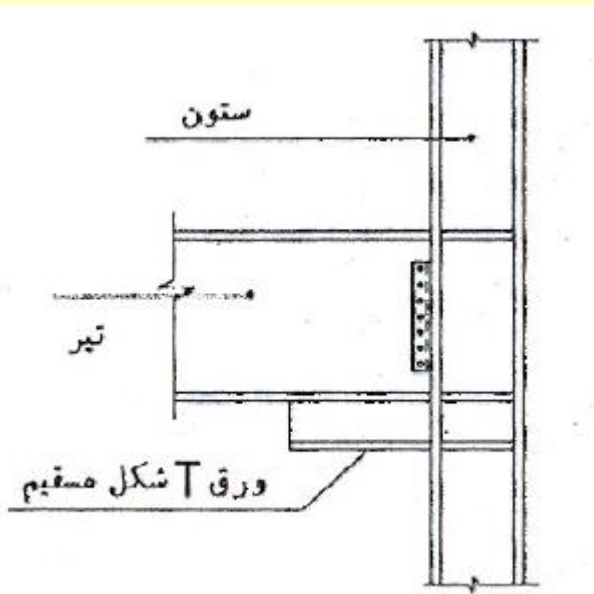
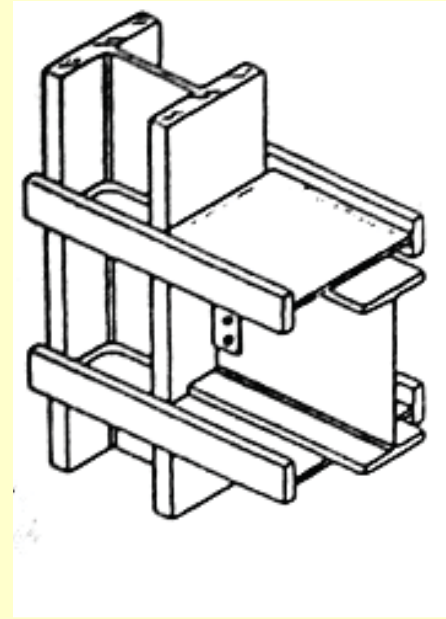
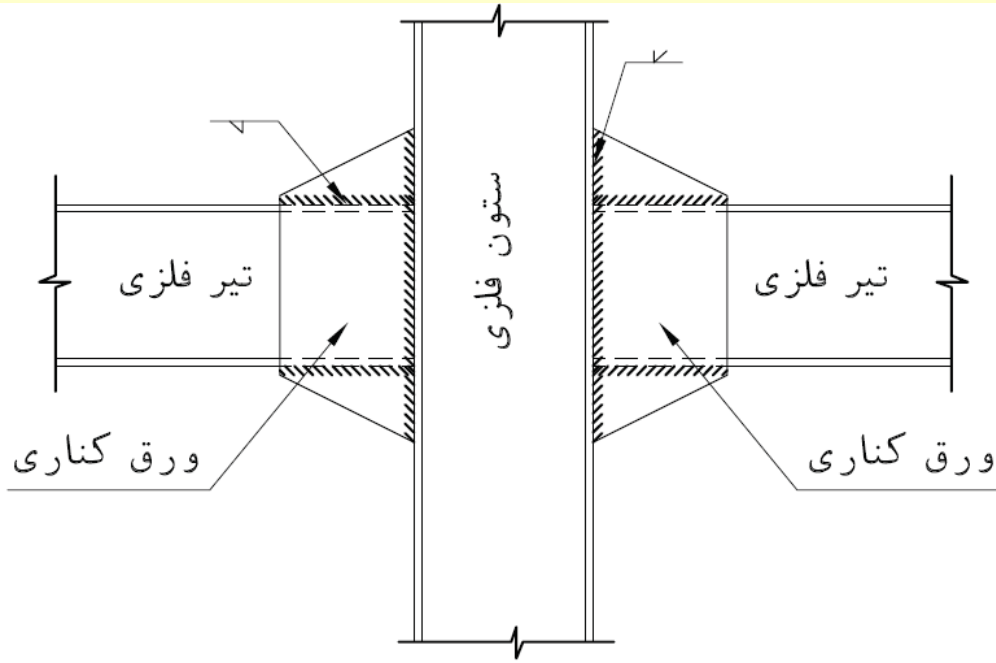
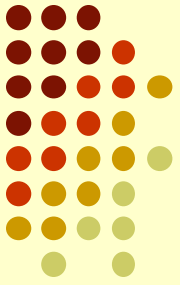
وضعیت جوش اتصالات بعد از اجرای طرح تقویت و بهسازی

بازرس جوش در حال اندازه گیری ابعاد جوش

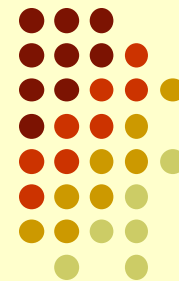
۵- پیش تنیدگی خارجی با کابل کششی



۶- استفاده از ورق کناری (side plate)

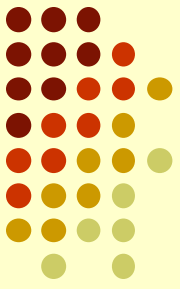


۷- استفاده از مقطع T شکل



فصل سوم


کاهش نامنظمی در سازه

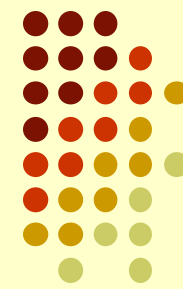


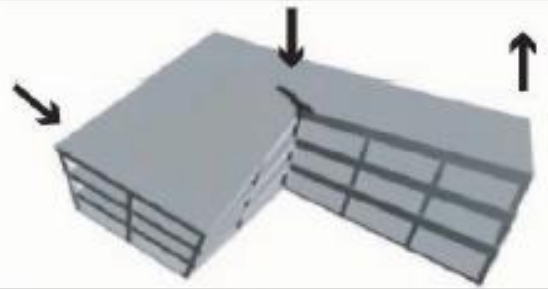





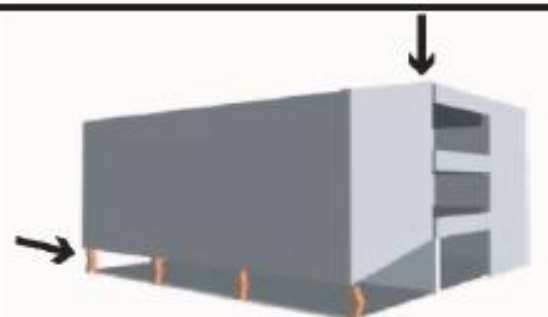

راهکارهای زیر به عنوان نمونه می‌تواند برای حذف یا کاهش نامنظمی در سازه مورد استفاده قرار گیرد.

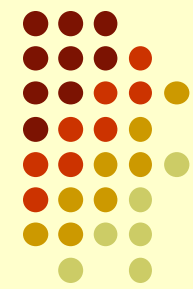
- ۱- حذف یا کاهش نامنظمی در پلان
- ۲- حذف یا کاهش نامنظمی در ارتفاع
- ۳- حذف طبقه نرم
- ۴- حذف یا کاهش نامنظمی پیچشی
- ۵- حذف مکانیسم ستون کوتاه از سازه
- ۶- حذف یا اصلاح کنج‌های فرورفته

انواع نامنظمی‌ها و مکانیسم خرابی در آنها

مکانیسم خرابی	شکل و موقعیت ساختمان در پلان	نوع نامنظمی
		نامنظمی پیچشی

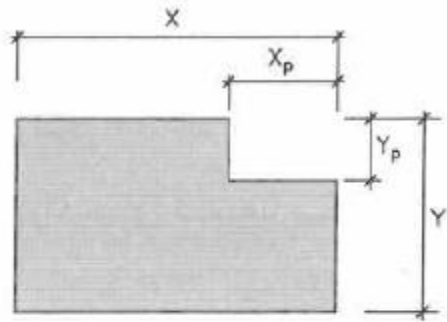
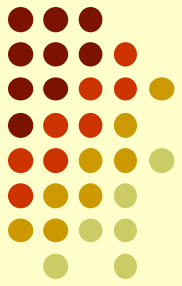


مکانیسم خرابی	شکل و موقعیت ساختمان در پلان	نوع نامنظمی
		وجود کنج‌های فرو رفته (شکل L)
		وجود بازشوهای بزرگ در دیافراگم‌ها
		موازی و متعامد نبودن سیستم‌های باربر جانبی
		قطع دیوارهای برشی (سیستم باربر جانبی) در ارتفاع



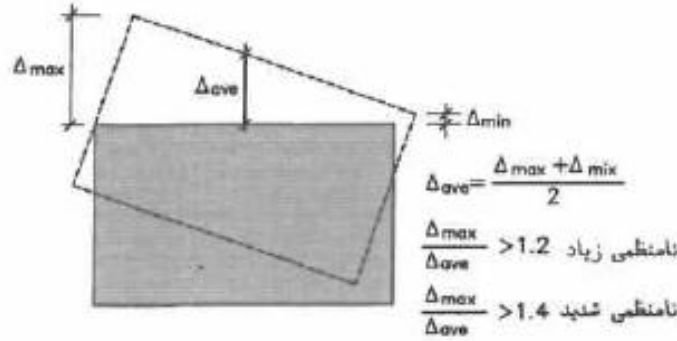
مکانیسم خرابی	شکل و موقعیت ساختمان در پلان	نوع نامنظمی
		وجود طبقه نرم
		توزیع نامنظم جرم در ارتفاع
		بکارگیری از سیستمهای متفاوت در ارتفاع
		نامنظمی در مسیر انتقال بار
		وجود طبقه ضعیف

نامنظمی در پلان

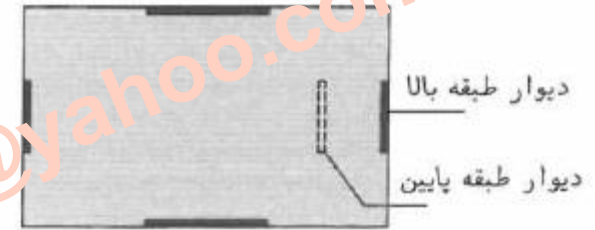


$$\frac{X_p}{X} > 0.2 \quad \& \quad \frac{Y_p}{Y} > 0.2$$

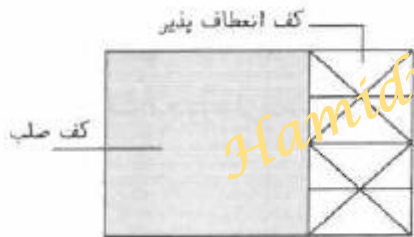
الف - نامنظمی هندسی



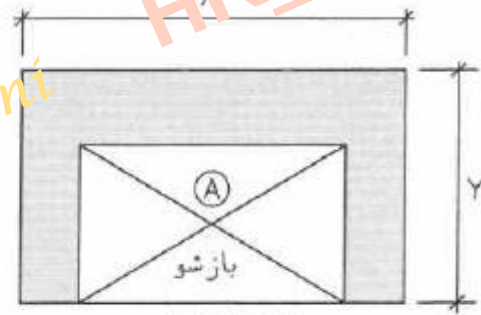
ب - نامنظمی پیچشی



ت - نامنظمی خارج از صفحه

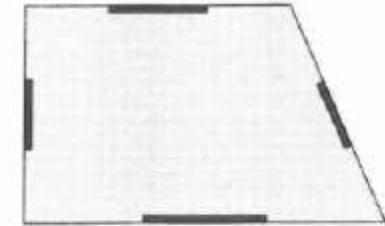


پ-۲ نامنظمی دیافراگم (در سختی)



$$A > 0.5 XY$$

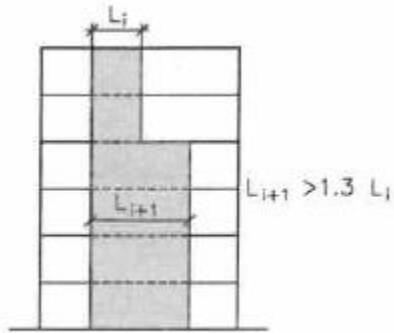
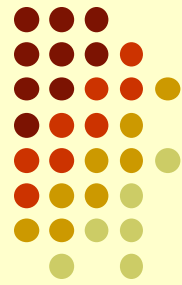
پ-۱ نامنظمی دیافراگم (در مساحت)



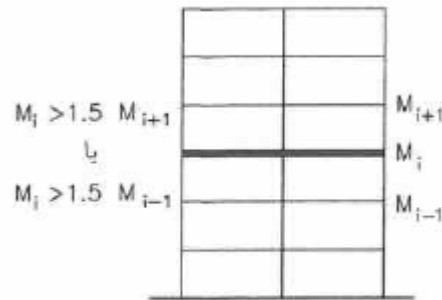
دیوار

ث - نامنظمی سیستم‌های غیرموازی

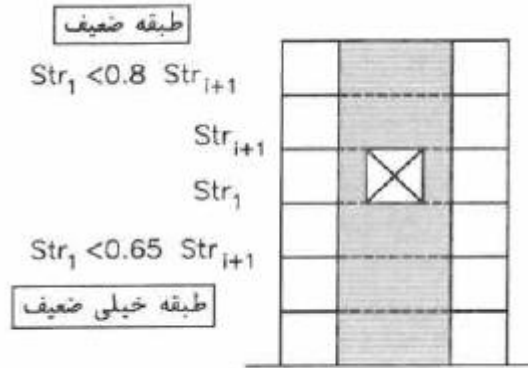
نامنظمی در ارتفاع



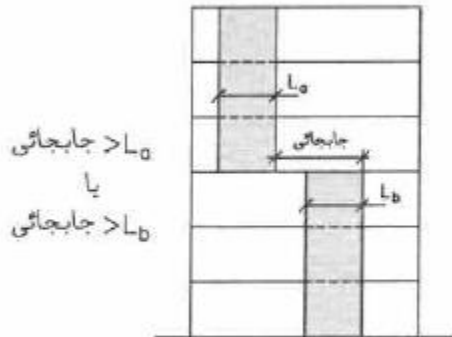
الف - نامنظمی هندسی



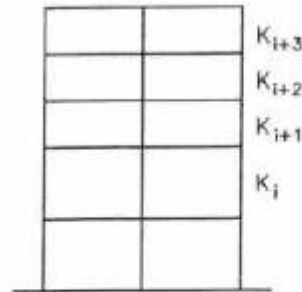
ب - نامنظمی جرمی



ت - نامنظمی مقاومت جانبی



پ - نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی

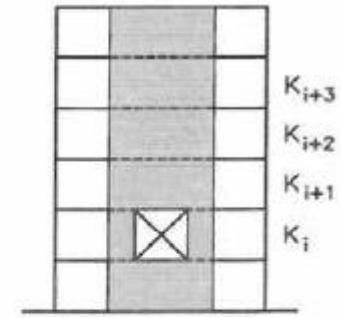
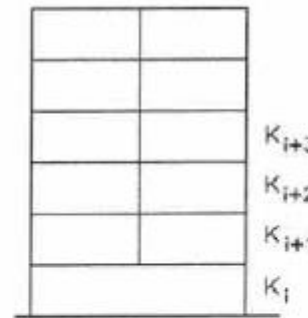


$$K_i < 0.7 K_{i+1}$$

یا

$$K_i < 0.8/3(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

طبقه نرم



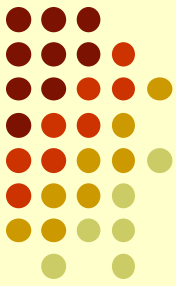
$$K_i < 0.6 K_{i+1}$$

یا

$$K_i < 0.7/3(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

طبقه خیلی نرم

ث - نامنظمی سختی جانبی

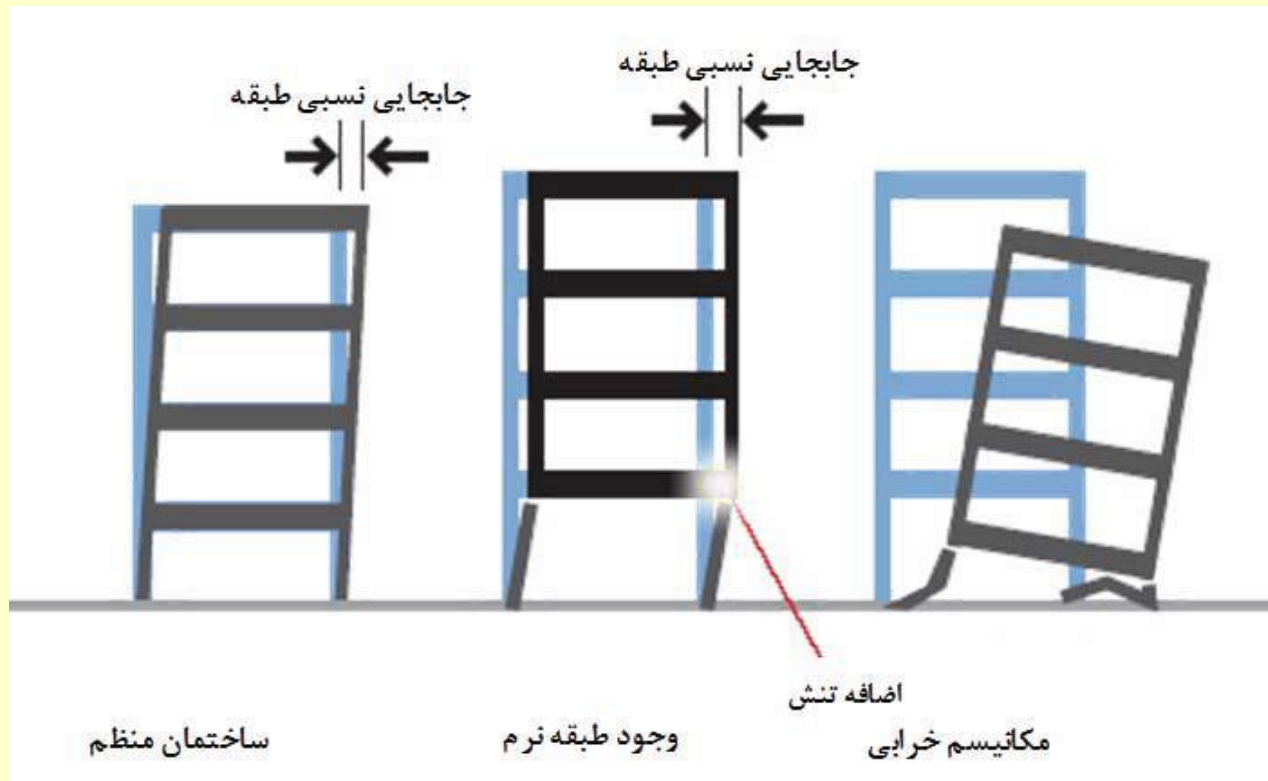


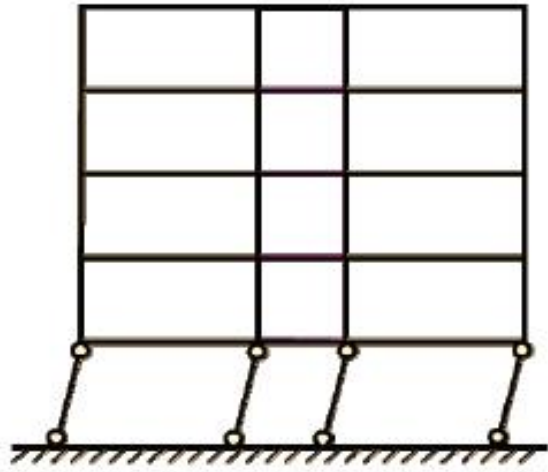
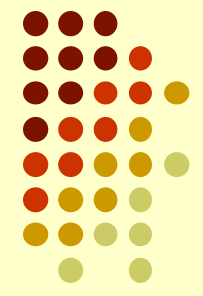
طبقه نرم: Soft Story

طبقه‌ای است که سختی جانبی آن کمتر از ۷۰٪ سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۸۰٪ متوسط سختی‌های سه طبقه روی خود باشد.

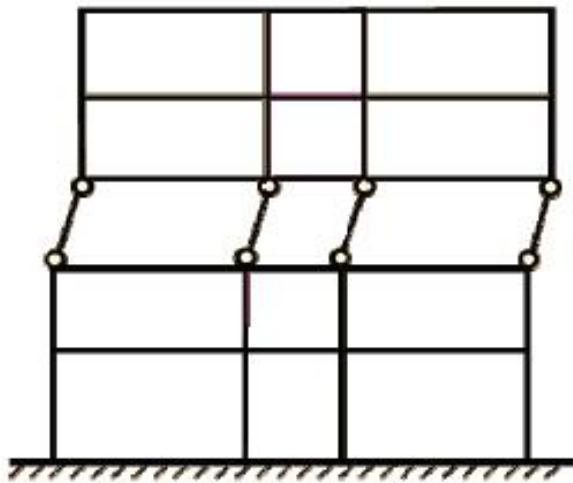
طبقه خیلی نرم: Extreme Soft Story

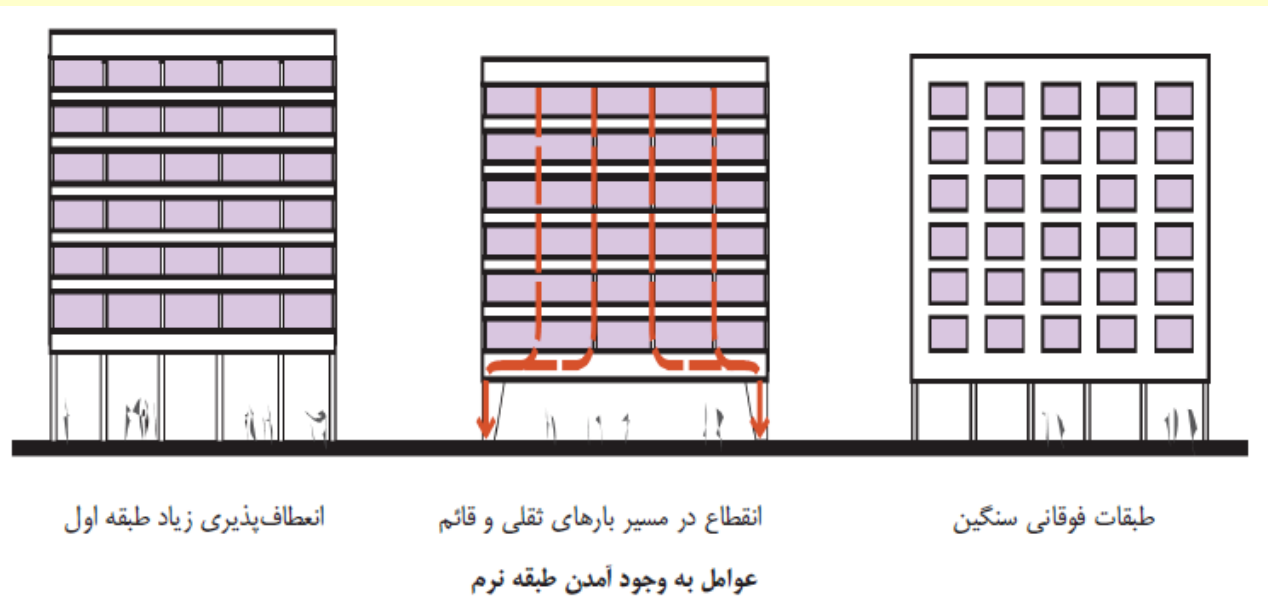
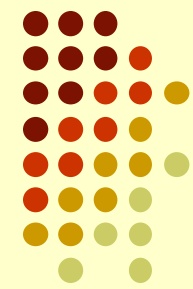
طبقه‌ای است که سختی جانبی آن کمتر از ۶۰٪ سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۷۰٪ متوسط سختی‌های سه طبقه روی خود باشد.



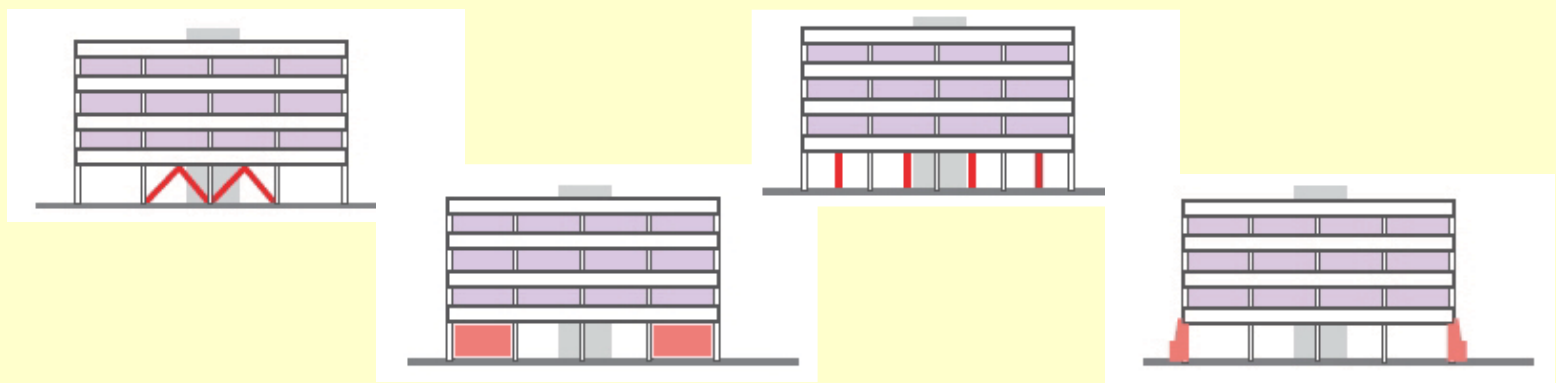


78@yahoo.com

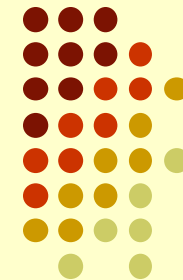


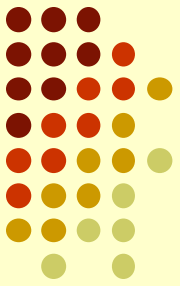


به منظور اصلاح طبقه نرم، می‌توان از راهکارهایی نظیر اضافه کردن بادبندهای فلزی، اضافه کردن دیوارهای برشی بتنی و یا فلزی، اضافه نمودن قابهای خمشی، ایجاد دیوارهای حائل و ... استفاده نمود. در این حالت با حذف نامنظمی فوق سختی طبقه و در نتیجه آن توزیع نیروی زلزله اصلاح می‌گردد



مراحل اضافه نمودن قاب خمشی برای اصلاح طبقه نرم

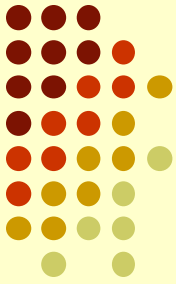




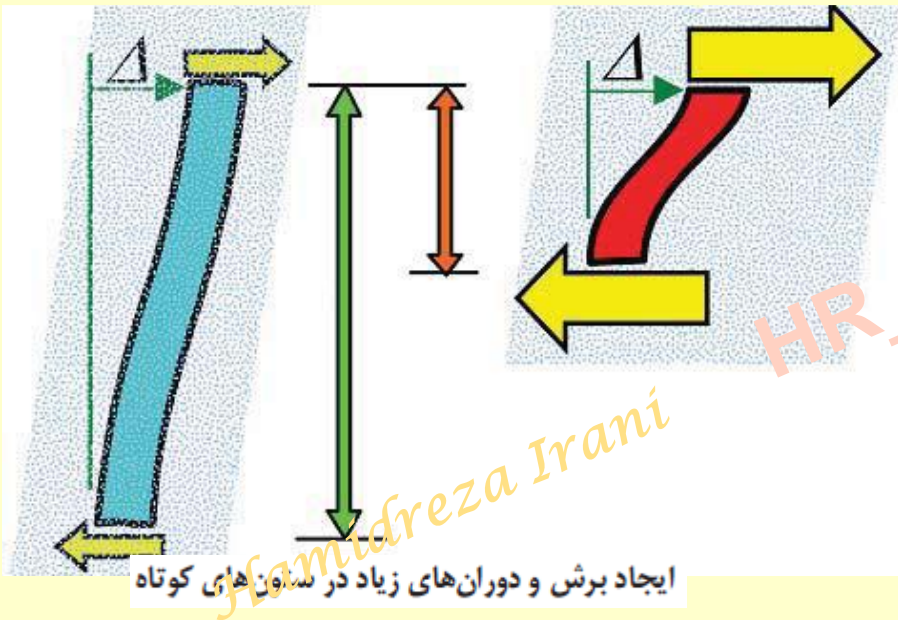
یکی از دلایل عمده خرابی‌های شدید تحت زلزله ، ایجاد پیچش در ساختمان می‌باشد. در صورتی که فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی در هر کدام از امتدادهای اصلی ساختمان زیاد باشد، ساختمان دچار پیچش گردیده و نیروی پیچشی ایجاد شده می‌تواند باعث خرابی در سازه شود



فاصله زیاد بین مرکز جرم و مرکز سختی و خرابی ناشی از ایجاد پیچش

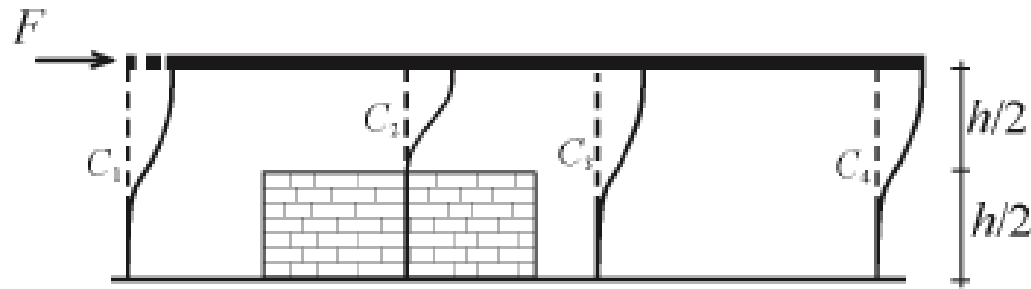
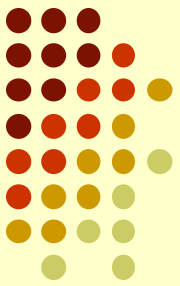


شکست تُرد و برشی ستون‌ها به دلیل ماهیت ناگهانی آن بدترین نوع شکست می‌باشد. به همین دلیل همواره سعی بر آن است که مکانیسم کنترل کننده خرابی ستون بصورت خمشی باشد و ستون نباید به عنوان عضوی ضعیف در قاب سازه‌ای عمل نماید. شکست برشی ستون را اصطلاحاً ستون‌های کوتاه می‌گویند و باید همواره سازه به گونه‌ای طراحی و یا مقاوم‌سازی گردد که از وقوع چنین امری دوری شود.



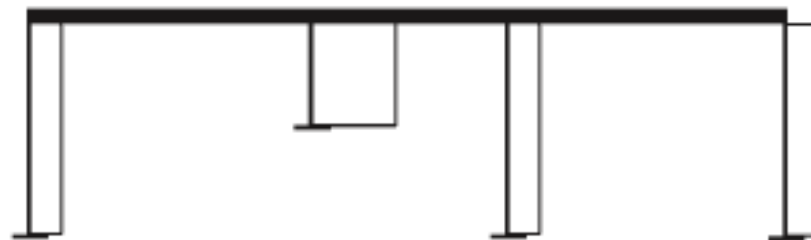
تست ستون کوتاه (۸)

مسأله: در قاب زیر، دیاگرام برش و ممان را برای ستون‌ها رسم کنید. نیروی جانبی برابر ۱۲ تن است. ممان اینرسی تمام ستون‌ها برابر 750 cm^4 است.

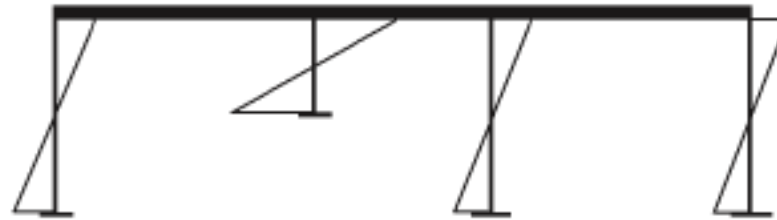
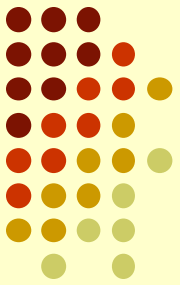


حل:

اگر سختی ستون‌های C_1 ، C_3 و C_4 مساوی k باشد، سختی ستون C_2 معادل $8k$ خواهد بود. در نتیجه، برش ستون‌های C_1 ، C_3 و C_4 مساوی $\frac{12}{11} \text{ ton}$ است و برش ستون C_2 معادل $\frac{8 \times 12}{11} \text{ ton}$ خواهد بود.



دیاگرام برش ستون‌ها



دیاگرام ممان ستون‌ها

ممان بیشینه در ستونهای C_1 ، C_3 و C_4 معادل $\frac{12}{11} \times \frac{h}{2} \text{ ton}\cdot\text{m}$ و همچنین ممان بیشینه در ستون C_2 مساوی $\frac{8 \times 12}{11} \times \frac{h}{4} \text{ ton}\cdot\text{m}$ است.

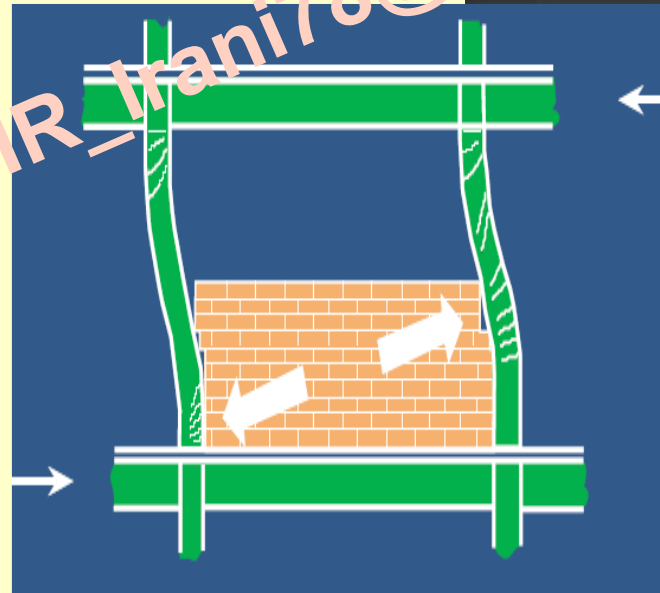
اگر ستون C_2 از دیوار جدا بود مقدار برش در آن به اندازه‌ی ۳ تن و ممان آن $1/5 h$ می‌بود. چنان که ملاحظه می‌شود با کوتاه شدن ستون، مقدار برش از ۳ تن به ۸۷ تن (یعنی حدود ۳ برابر) افزایش یافته است. همچنین مقدار ممان از $1/5 h$ به $2/2 h$ افزایش یافته است (یعنی حدود $1/5$ برابر).

فرض کنید ستون‌ها برای برش ۵ تن و ممان $2/5 h$ طراحی شده باشند، واضح است که به علت وجود دیوار و کوتاه شدن ستون و تغییرات توزیع برش و ممان در ستون‌ها، ستون کوتاه در مود برشی شکسته می‌شود. این گونه شکست در سازه‌های بتنی، بسیار نامطلوب است.



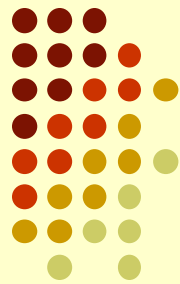
Hamidreza Irani

شکست برشی ستون کوتاه با
وجود دیوارهای کنار بازشوها



مکانیسم ستون کوتاه و در نتیجه خرابی سازه

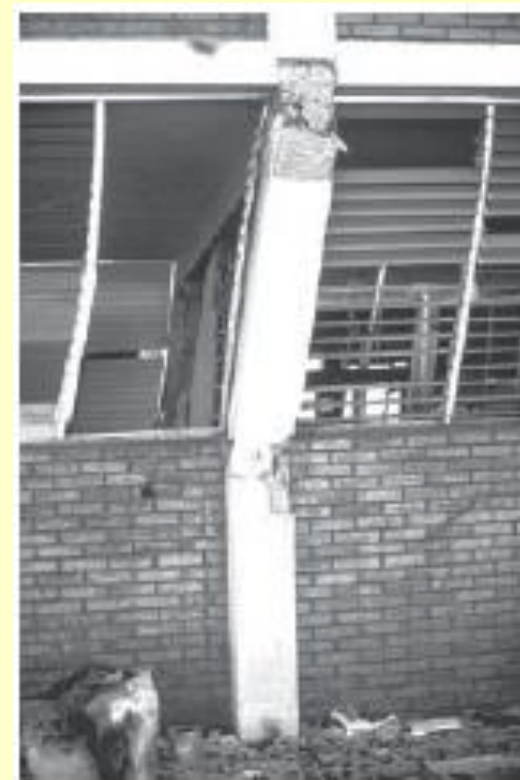
با توجه به ابعاد سطح مقطع ستون و بر حسب ارتفاع بخش ستون کوتاه، مکانیزم‌های گوناگونی برای شکست آن، ممکن است. اگر ارتفاع ستون کوتاه، بسیار کم باشد (قابل مقایسه با ابعاد مقطع ستون)، شکست برشی که منجر به ترک‌های قطری و یا خردشدگی شدید بتن می‌شود مانند شکل رخ خواهد داد.



شکست برشی (قطری) ستون کوتاه



خردشدگی بتن و ترک‌های قطری



شکست خمشی ستون کوتاه

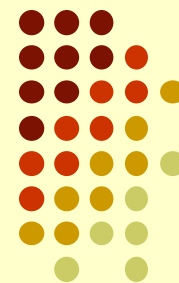
اگر ستون، باریک باشد و یا ارتفاع دیوار زیاد نباشد، شکست ایجاد شده در ستون به صورت خمشی خواهد بود،

راهکارهای حذف ستون کوتاه شامل دو دسته کلی می باشد:

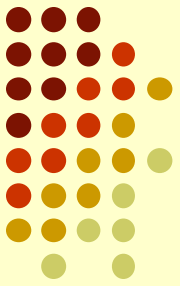
الف- جداسازی دیوار و ستون:



ب- اجرای جزئیات مناسب و شکل پذیر در ستون ها:

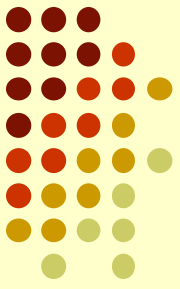


Hamidreza Irani

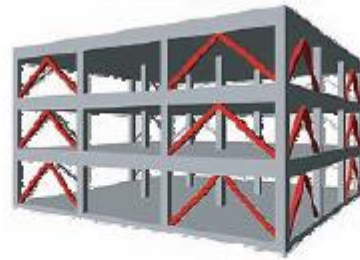
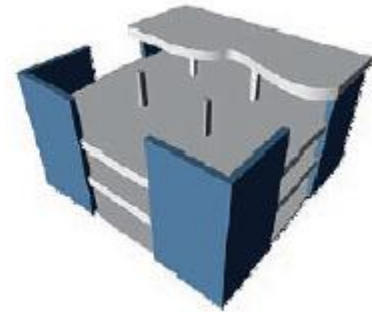
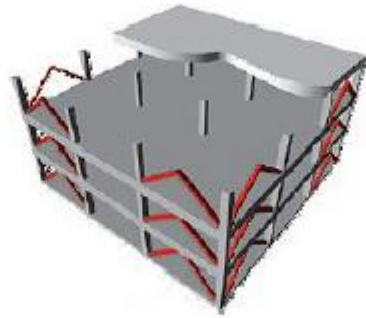
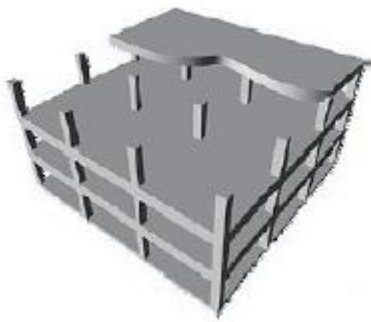


فصل چهارم

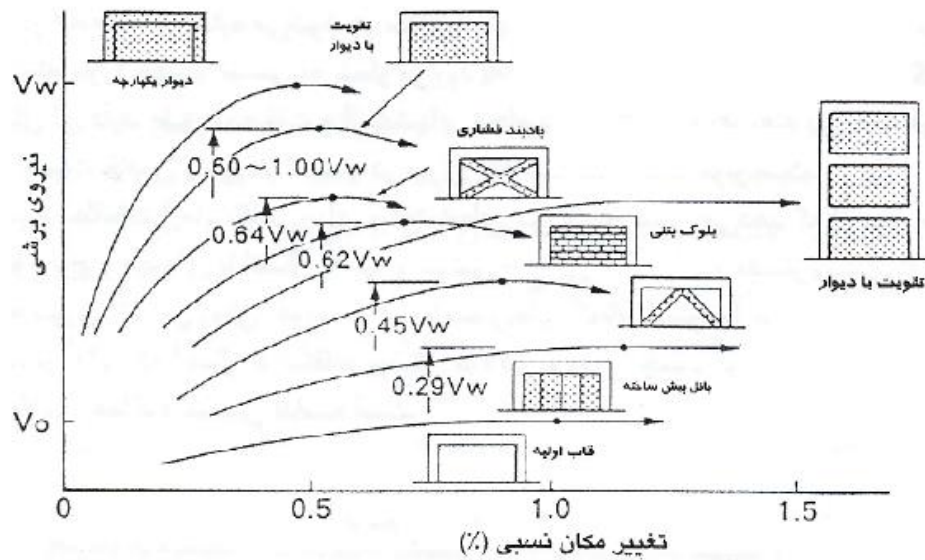
افزایش مقاومت و سختی سازه



هنگامی که سازه‌های دچار ضعف‌های کلی در تحمل بارهای وارده باشد، بطوری که در اغلب اعضای آن نسبت نیاز سازه‌ای به ظرفیت موجود و یا تغییرشکل‌های غیرخطی بزرگ باشد، لازم است برای کل سازه، سیستم باربری جانبی به منظور تأمین ظرفیت و مقاومت لازم، اصلاح و یا ایجاد گردد.



افزایش مقاومت و سختی سازه بوسیله اضافه نمودن قاب خمشی، مهاربند و دیوار برشی



منحنی‌های ظرفیت قاب در شیوه‌های مختلف مقاوم‌سازی

مقایسه رفتار کیفی سیستم‌های مختلف سازه‌ای

شکل پذیری	مقاومت	سیستم‌های سازه‌ای
متوسط	خوب	مهاربند CBF
خوب	بسیار خوب	دیوار برشی بتنی معمولی
بسیار خوب	بسیار خوب	دیوار برشی بتنی معمولی
عالی	عالی	دیوار برشی بتنی ویژه
کم	کم	میانقاب‌های بنایی
متوسط	متوسط	میانقاب‌های مسلح
عالی	عالی	مهاربند BRBF
بسیار خوب	بسیار خوب	مهاربند EBF
عالی	بسیار خوب	مهاربند ADAS
متوسط	متوسط	قاب خمشی معمولی فولادی یا بتنی
خوب	متوسط	قاب خمشی متوسط فولادی یا بتنی
عالی	متوسط	قاب خمشی ویژه فولادی یا بتنی

Hamidreza Irani

ani78@yahoo.com

* افزودن مهاربندها

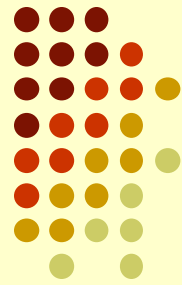
از جمله مزایای این روش عبارتند از:

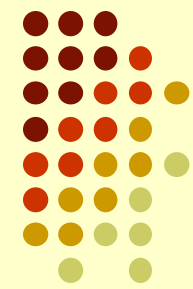
- افزایش مقاومت و شکل پذیری سازه
- اعمال وزن کمتر نسبت به سایر سیستمها
- امکان استفاده از بازشو و پنجره در قاب مهاربندی شده
- امکان استفاده موثر در طراحی معماری در صورت اضافه شدن مهاربند در نما
- اجرای نسبتاً آسان



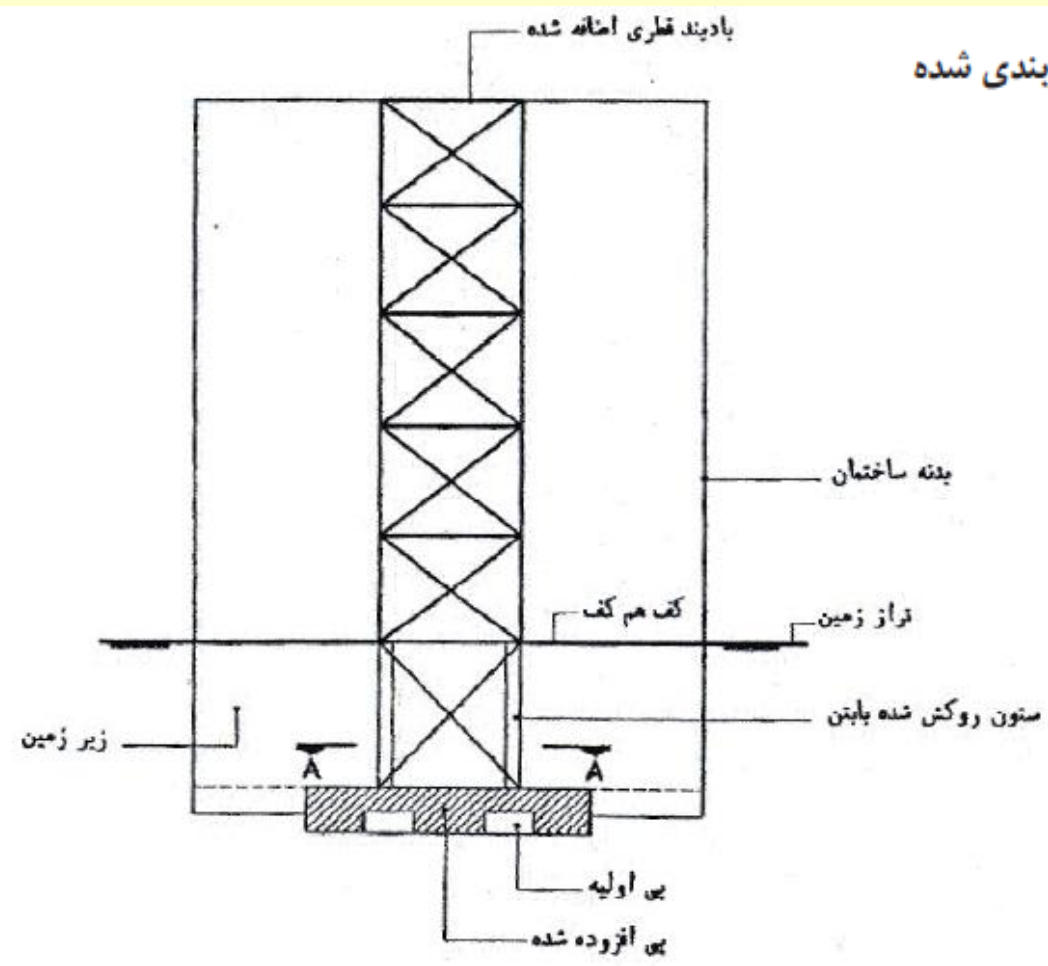
HR_Irani78@yahoo.com

مهاربند فولادی همگرا

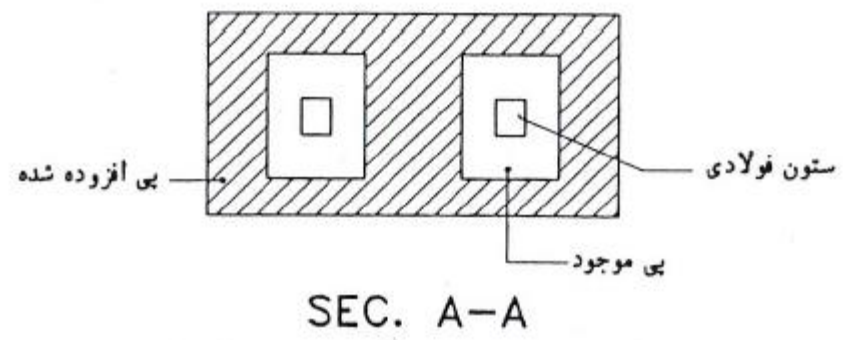




تقویت موضعی فونداسیون در قاب مهاربندی شده

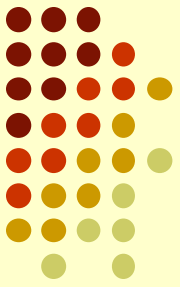


mi78@yahoo.com



Hamidreza Irani

اضافه نمودن مهاربند واگرا به منظور تقویت سیستم باربر جانبی سازه





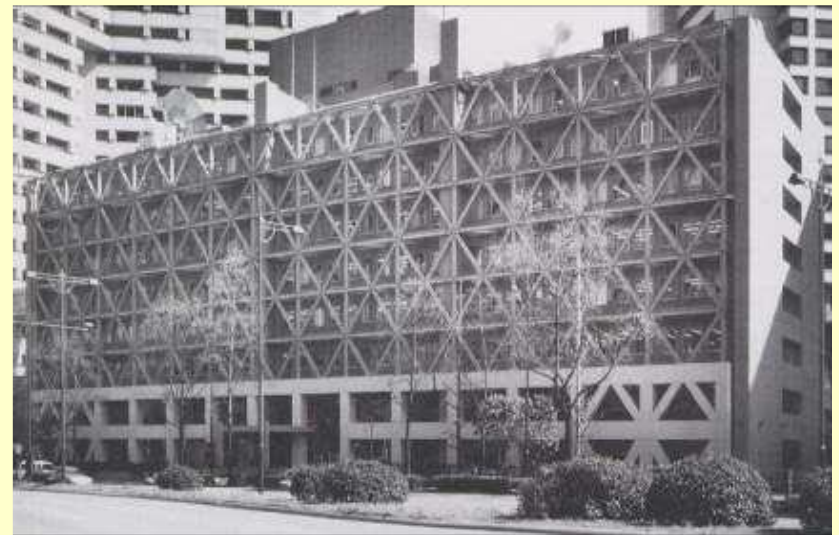
* ساختمان دانشگاه برکلی



* ساختمان ۱۰ طبقه در مکزیک

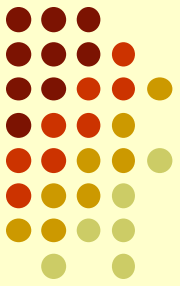


* خوابگاه دانشجویان دانشگاه برکلی

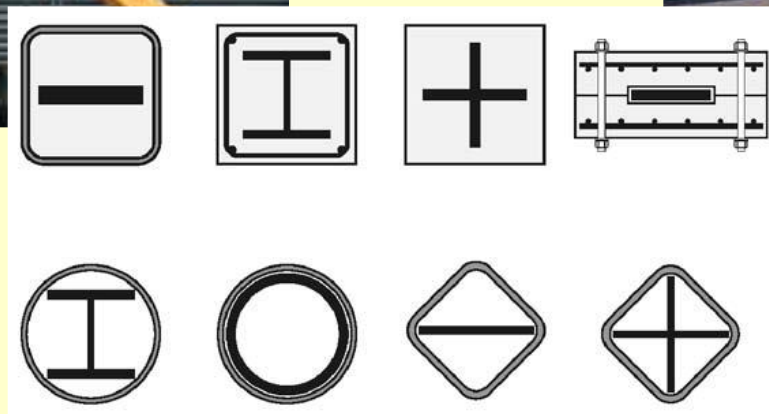


* ساختمان ۸ طبقه در ژاپن

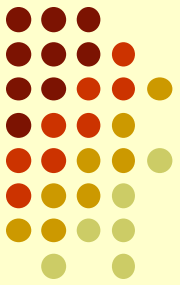
مهاربند های ضد کمانش BRBF



سیستم مهاربندهای ضد کمانش (BRBF) نوع جدیدی از سیستم‌های مهاربندی همراه با اتلاف انرژی می‌باشد که با استفاده از جزئیاتی سعی در بهبود رفتار مهاربندهای همگرا (CBF) دارد. در این سیستم عضو مهاربندی در غلافی قرار می‌گیرد که از کمانش این عضو جلوگیری می‌نماید. با این تجهیزات، رفتار مهاربند در فشار همانند رفتار آن در کشش با تسلیم (و نه کمانش) همراه است و در نتیجه شکل‌پذیری و اتلاف انرژی بسیار بهتری را نسبت به مهاربندهای معمولی از خود نشان می‌دهد.

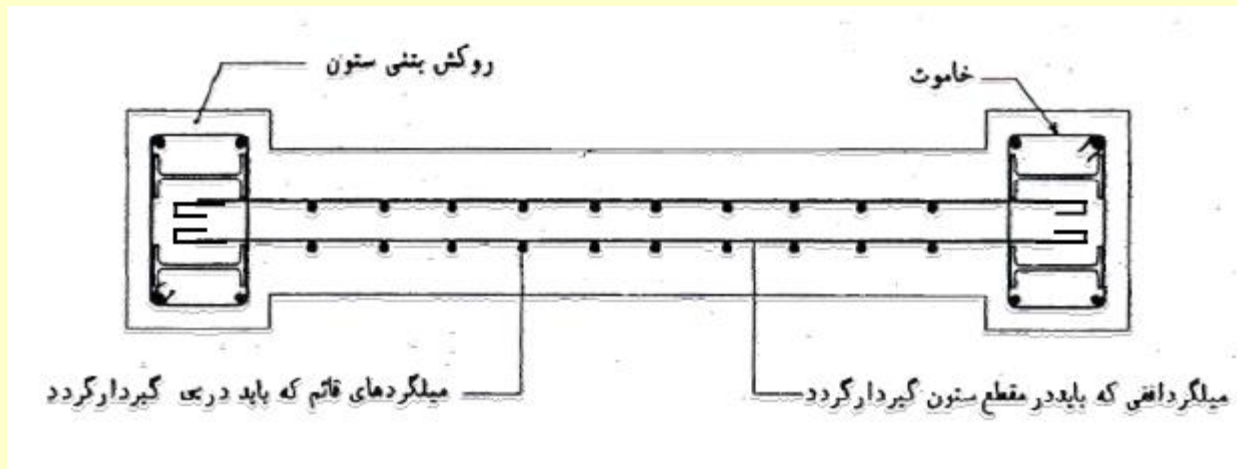


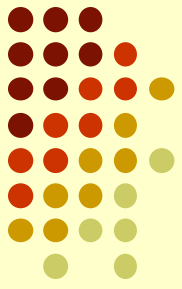
* اضافه کردن دیوار برشی



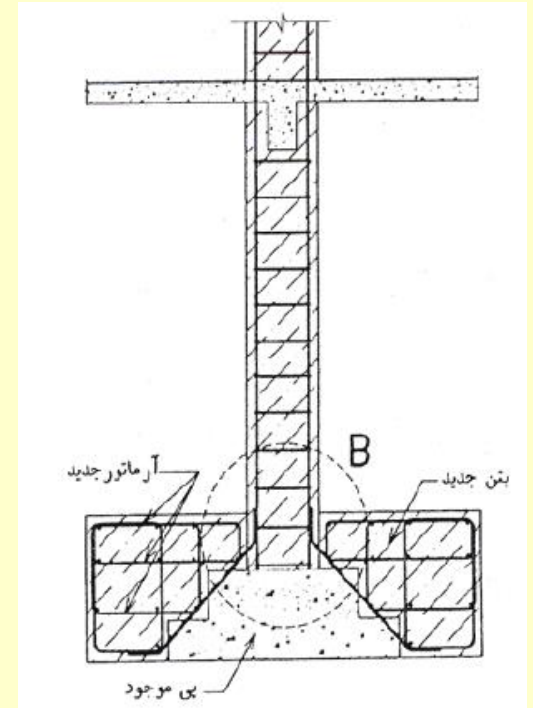
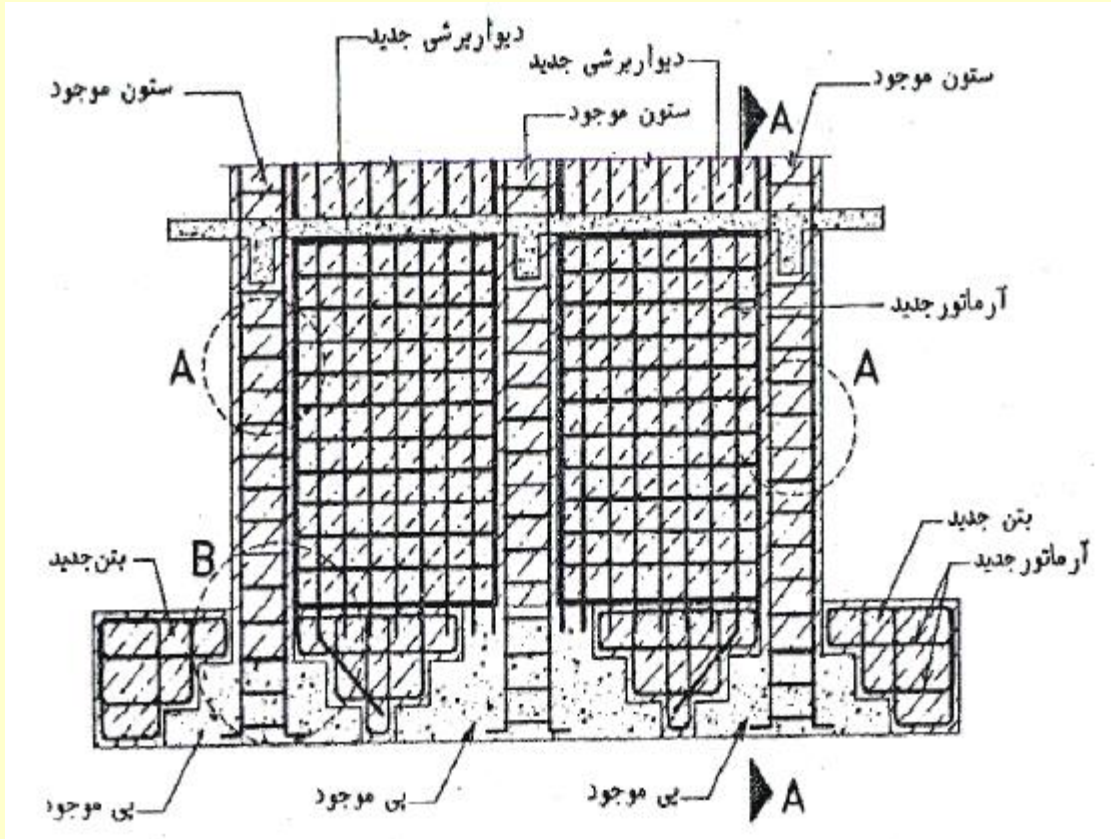
استفاده از انواع دیوارها در افزایش ظرفیت لرزه‌ای ساختمان و کاهش تغییر مکان جانبی موثر است. با استفاده از این روش مقاومت ساختمان و همچنین شکل‌پذیری آن افزایش می‌یابد. در این روش نیز همانند سایر روش‌ها، اتصال بین قاب اولیه و دیوار جدید اهمیت زیادی دارد.

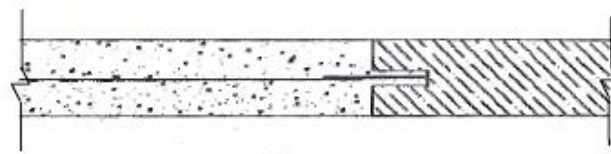
با توجه به مقاومت بالای این دیوارها، استفاده از آنها در ساختمان‌های بلند مرتبه بسیار اقتصادی بوده ولی در مورد ساختمان‌های با ارتفاع کم و متوسط، مسائل جانبی از قبیل تقویت اجزای سازه‌ای مجاور به آن، تاثیر زیادی بر جنبه‌های اجرایی و اقتصادی آن می‌گذارند.



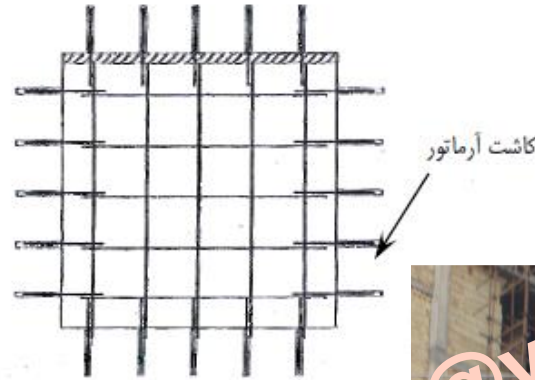


از نکات مهمی که در مورد اجرای دیوارهای برشی باید مد نظر قرار گیرد، افزایش وزن سازه، تقارن در سیستم باربر جانبی جدید و همچنین تقویت فونداسیون به خاطر افزایش نیروهای واژگونی می باشد.



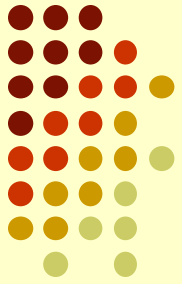


مقطع



کاشت آرماتور

نما

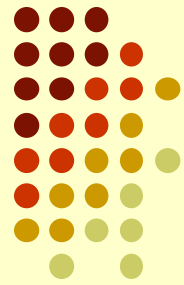
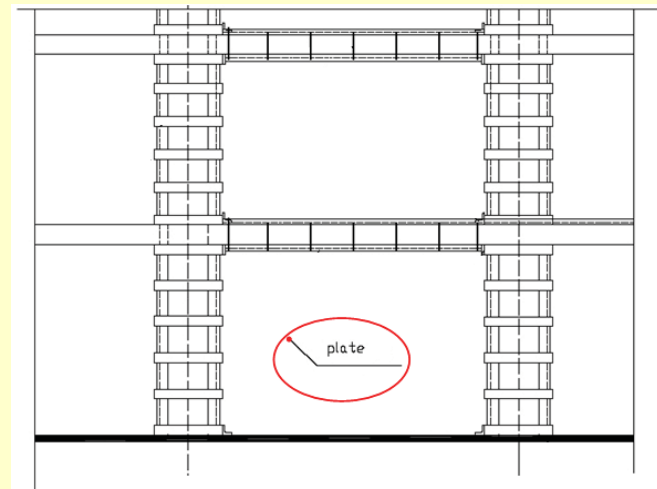


Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

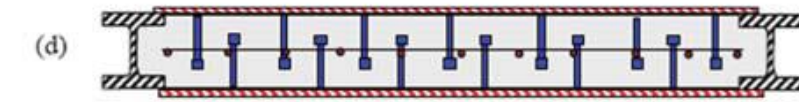
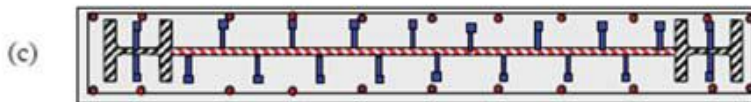
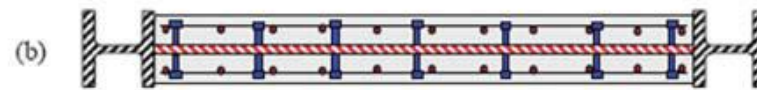
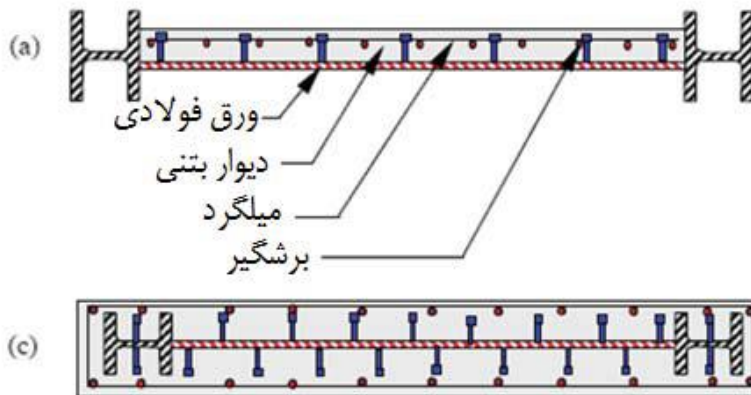
اضافه کردن دیوار برشی جدید در یک قاب بتنی



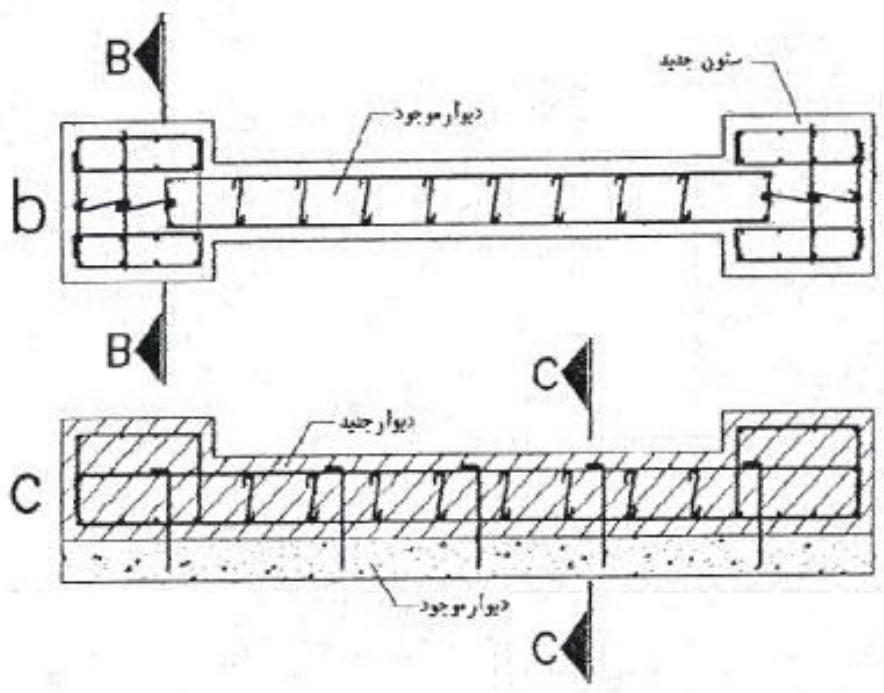
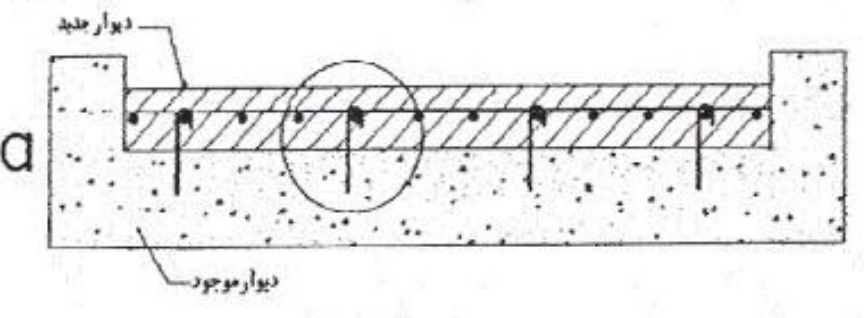
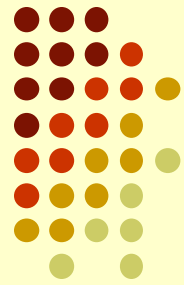


استفاده از دیوار برشی فولادی در بهسازی سازه‌ها

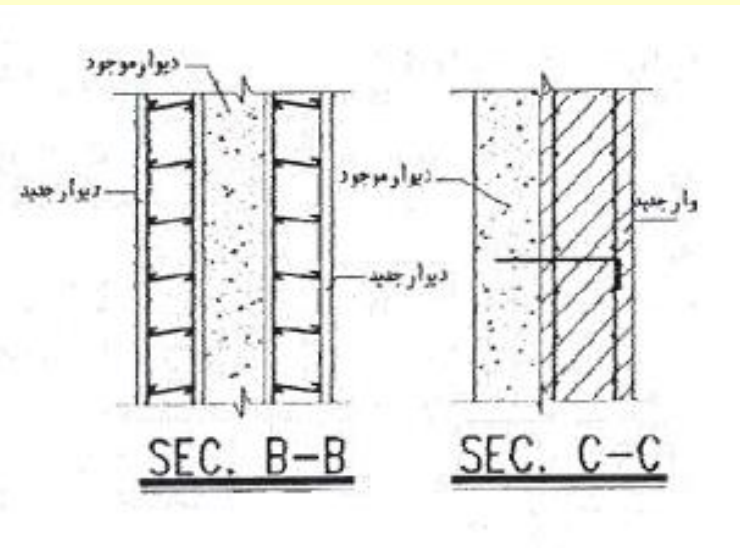
اشکال متداول در اجرای دیوارهای برشی کامپوزیت



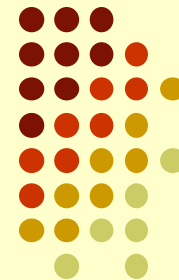
بهسازی دیوارهای برشی و ستون‌های اطراف آن از یک و یا دو طرف



ani78@yahoo.com

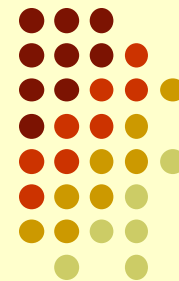


تقویت دیوار برشی با سیستم FRP



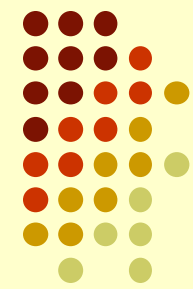
HR_Irani78@yahoo.com





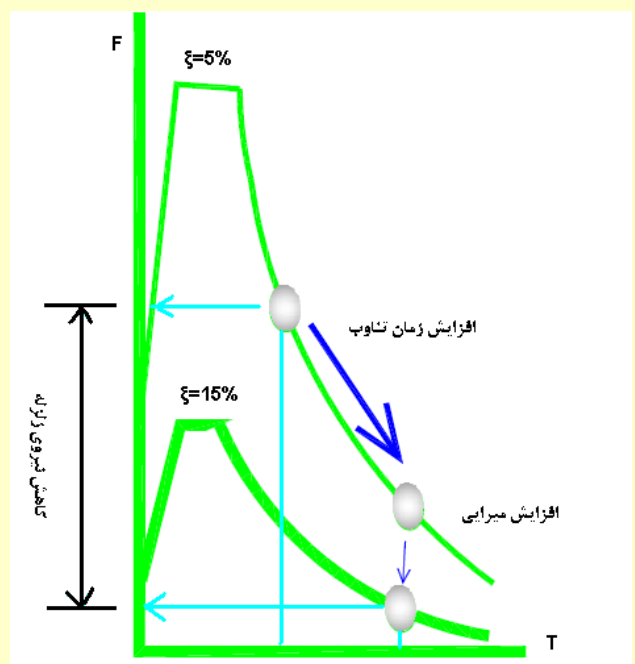
فصل پنجم

جداسازی لرزه ای

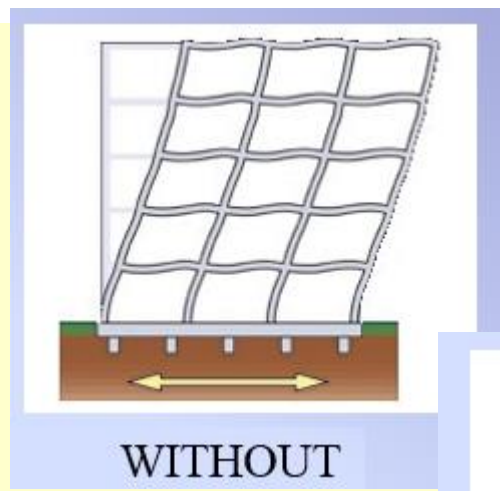


در بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها، به جای افزایش ظرفیت باربری سازه تحت نیروهای جانبی می‌توان نیروهای وارد بر آنها را کاهش داد. در این روش سازه از تکیه گاههای خود جدا گردیده و بر روی تکیه گاههایی که قابلیت تغییرشکل جانبی زیادی دارند قرار می‌گیرد. در این وضعیت در صورت وقوع زلزله، عمده تغییرشکلها در تکیه گاه رخ داده و سازه مانند جسم صلب با تغییرشکل‌های کوچکی ارتعاش می‌کند.

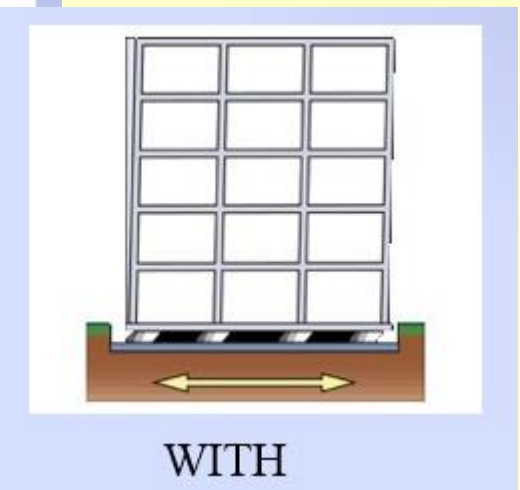
نصب سیستم‌های جداساز لرزه‌ای منجر به افزایش زمان تناوب اصلی سازه و باعث کاهش نیروهای وارد بر سازه می‌گردد. این روش برای ساختمانهای کوتاه و متوسط بدلیل پائین بودن زمان تناوب آنها، موثرتر از ساختمانهای بلند می‌باشد.



تأثیرات استفاده از جداسازهای لرزه‌ای بر طیف پاسخ سازه‌ها



(۹)



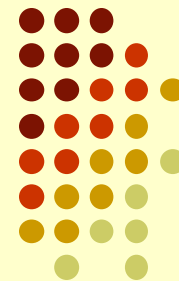
WITH

▶ تست (۱۱)

▶ (۱۰)

بیمارستان در ژاپن در برابر زلزله ۹ ریشتر (۱۲)





در استفاده از جداسازهای لرزه‌ای موارد زیر توجه قرار گیرد

الف- جداسازی از پایه برای ساختمان‌های سخت‌تر نتایج بهتری بدست می‌دهد. در ساختمان‌هایی با زمان تناوب کمتر از

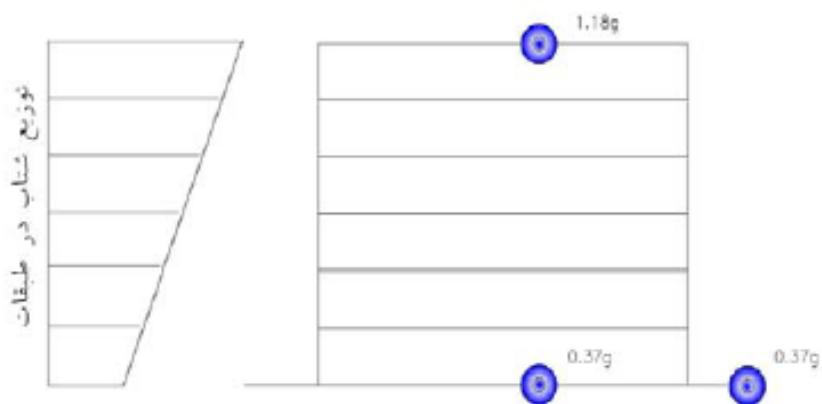
۱ ثانیه، با نصب جداگر لرزه‌ای زمان تناوب اصلی سازه به بیش از ۲ ثانیه افزایش می‌یابد.

ب- امواج زلزله در حین عبور از لایه‌های خاک فیلتر می‌شوند. شتاب حرکت زمین در خاک‌های سخت از مولفه‌های

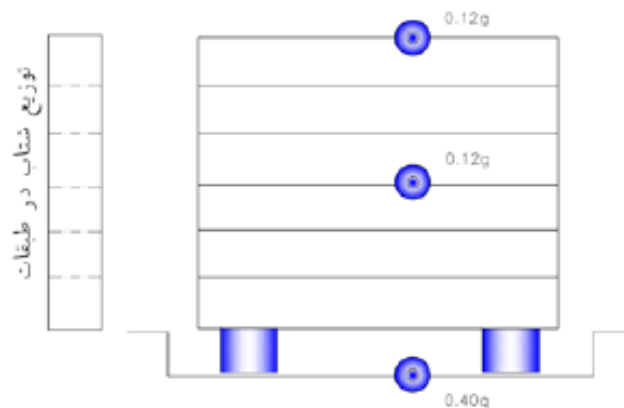
فرکانس بالا و در خاک‌های نرم از مولفه‌های فرکانس پایین تشکیل می‌شود. از این رو در خاک‌های سخت جداگر لرزه‌ای بسیار

کاربردی بوده و در خاک‌های نرم از کارایی آن کاسته می‌شود. در خاک‌های خیلی نرم بعلاوه نزدیکی زمان تناوب سازه جدا شده به

زمان تناوب حداکثر پاسخ سازه، جداسازی نتیجه معکوس در پی خواهد داشت و باعث افزایش نیروهای وارد بر سازه می‌گردد.



ساختمان سنتی (جدانشده)، زلزله کوبه ۱۹۹۵



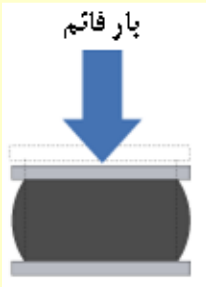
ساختمان مرکز کامپیوتر غرب ژاپن (جداشده)

از پایه)، زلزله کوبه ۱۹۹۵

* انواع سیستمهای جداسازی

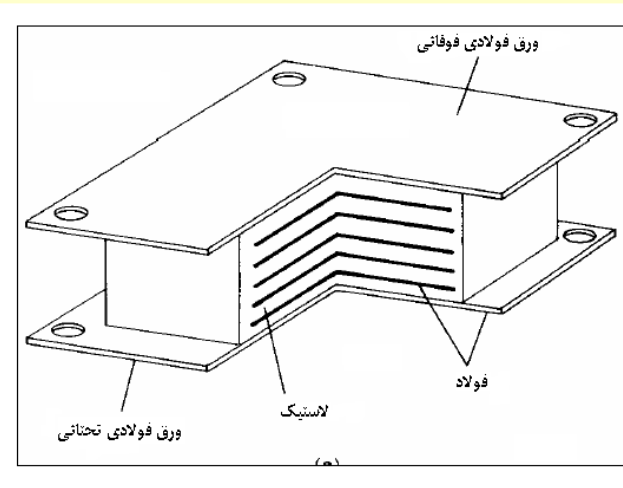
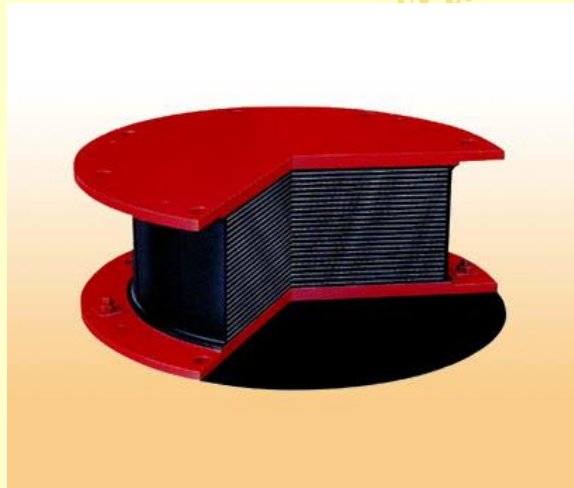
- سیستم الاستومر (لاستیک طبیعی)

نشیمین لاستیک طبیعی، نخستین بار در سال ۱۹۶۹ برای حفاظت لرزه‌ای ساختمان مدرسه پستالوزی شهر اسکوییه مقدونیه به کار رفت. این نشیمنها، بلوکهای لاستیکی بزرگی می باشند که برخلاف نمونه‌های امروزی، فاقد صفحات فولادی تقویت کننده بوده و در اثر وزن ساختمان، حدود ۲۵٪ فشرده می‌شوند. لاستیک مورد استفاده تقریباً فاقد میرایی است.



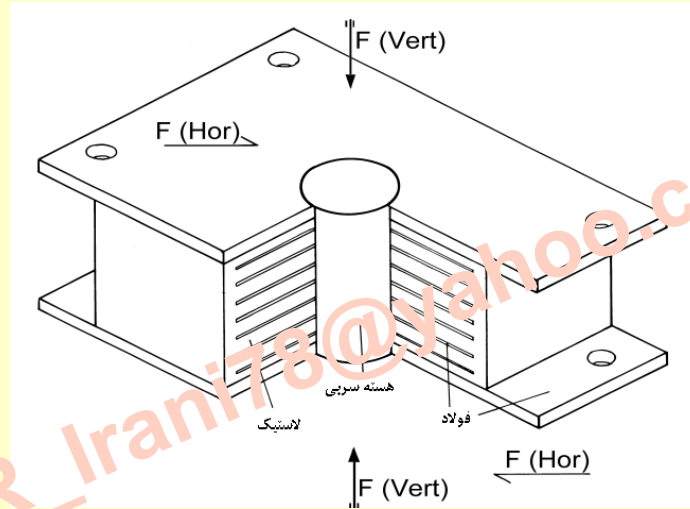
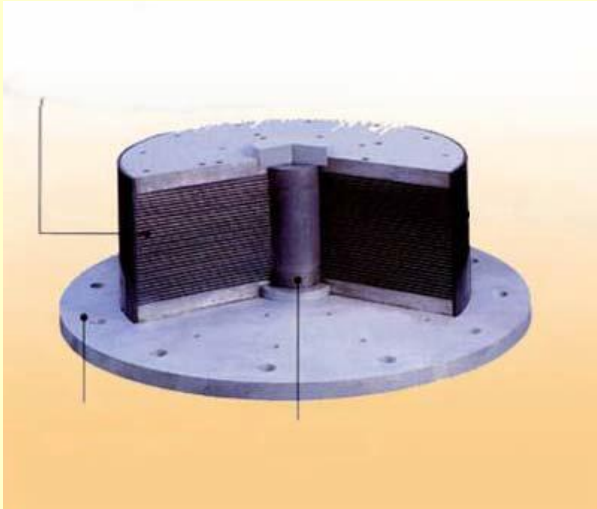
- سیستم های لاستیکی طبیعی و مصنوعی با میرایی کم به همراه صفحات فولادی

این نشیمنها معمولاً به یک سیستم میراگر مکمل نیاز دارند که دارای اتصالات دقیق و پیچیده‌ای بوده و نوع فلزی آنها در سیکلهای پایین دستخوش پدیده خستگی می‌گردد.

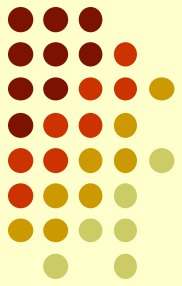


- سیستم جداگر لاستیکی با هسته سربی (LRB)

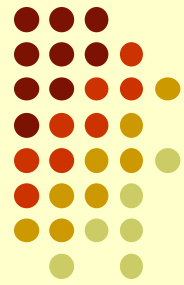
ساختمانهایی که به وسیله این نشیمنها تقویت شده‌اند، در زلزله های ۱۹۹۴ نورث ریج و ۱۹۹۵ کوبه، عملکرد خوبی داشته‌اند.



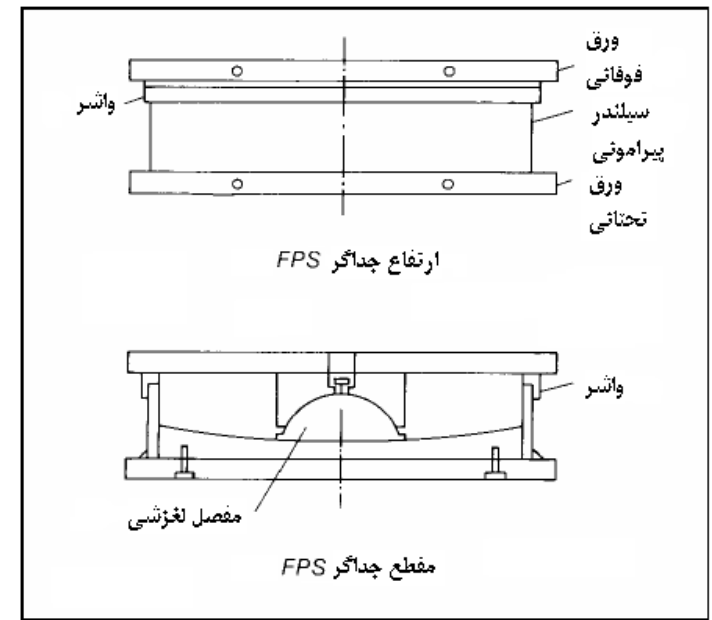
Hamidreza Irani

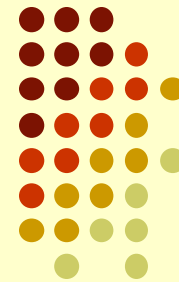


- سیستم آونگ اصطکاکی (FPS)



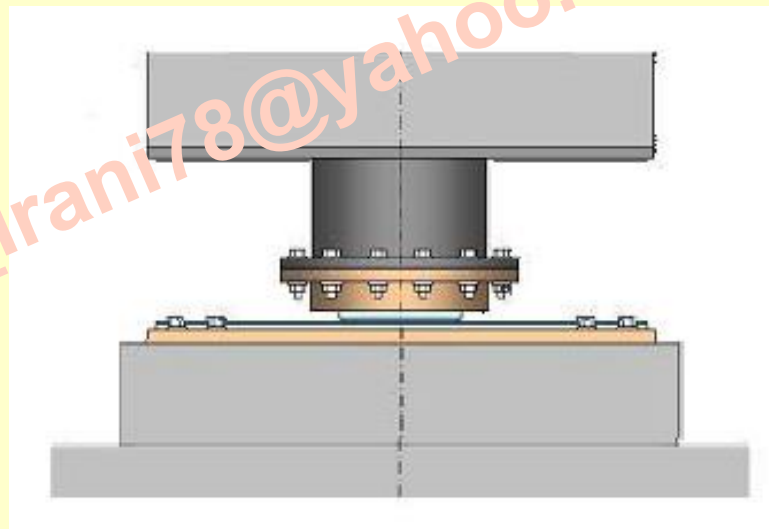
این سیستم بوسیله هندسه خاص خود، عمل لغزش و نیروی بازگرداننده را فراهم می‌کند. جداساز FPS دارای یک قسمت لغزنده مفصلی است که بر روی یک سطح کرووی از جنس فولاد ضدزنگ می‌لغزد. سطح دیگر این لغزنده نیز کرووی بوده و با لایه‌ای از فولاد ضد زنگ پوشیده شده است. حرکت قسمت لغزنده مفصلی و سطح کرووی باعث ایجاد میرایی در جداساز می‌شود. سختی موثر جداساز و میرایی آن به وسیله شعاع انحناى سطح محدب کنترل می‌شود.





سیستم های Flat Seismic Isolator -

مناسب برای ساختمانهای کوتاه مرتبه



Hamidreza Irani

تست لرزه ای

Flat Seismic Isolator

همراه با مولفه قائم زلزله (۱۴)



جداسازهای لرزه ای

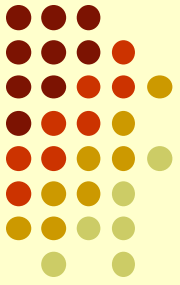
flat seismic isolator

توسعه داده شده توسط

دانشگاه استنفورد (۱۳)



- سیستمهای فنری



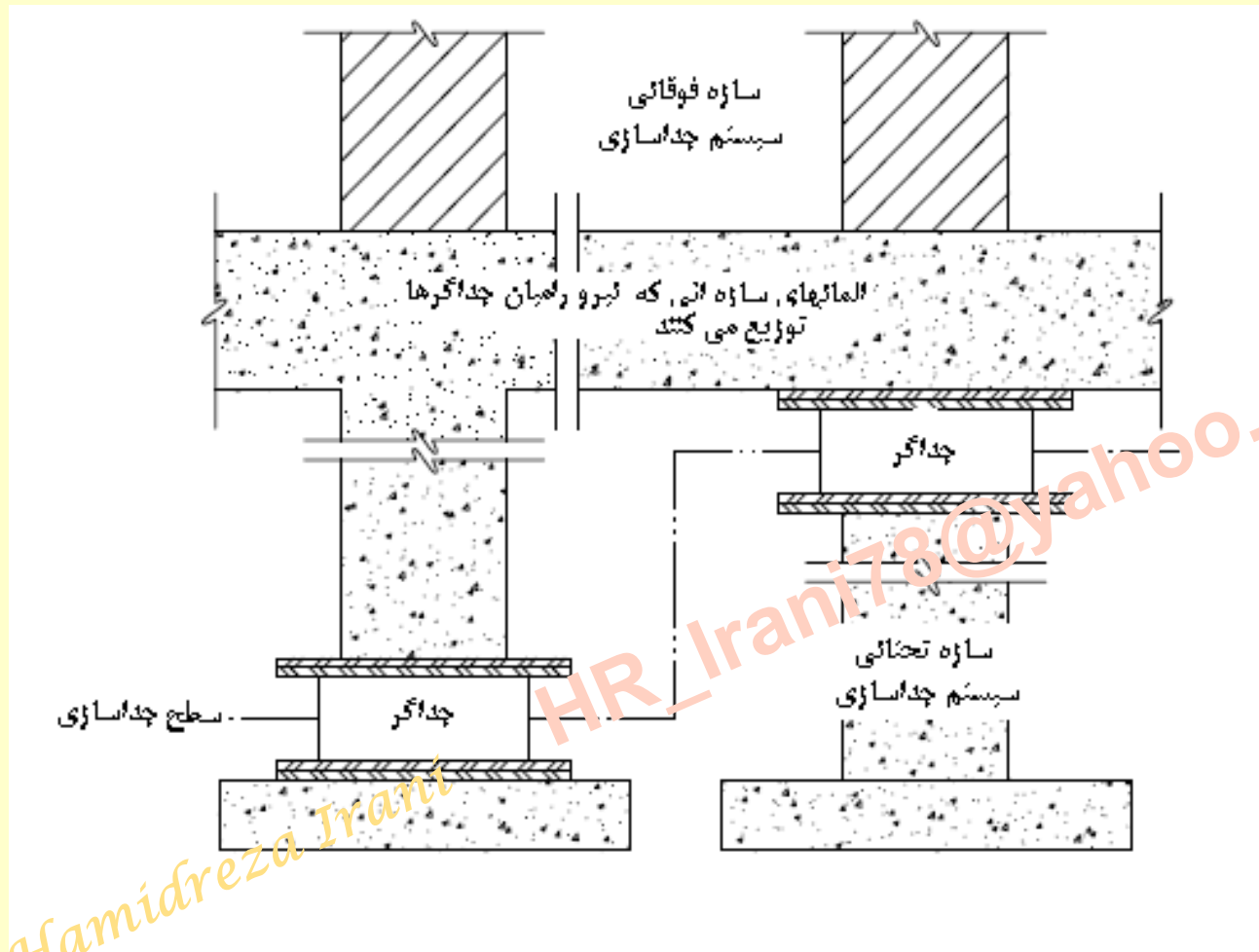
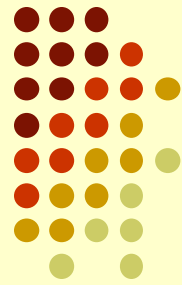
سیستمهای جداسازی الاستومری و لغزنده برای فراهم کردن جداسازی افقی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هنگامی که جداسازی کامل (سه بعدی) مد نظر باشد می‌توان از نشیمنهای الاستومری استفاده کرد هر چند که این عمل چندان متداول نمی‌باشد. در این موارد بهتر است از سیستمهای فنری استفاده شود.



Base Isolator

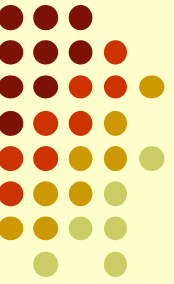


* تعریف المانهای یک سازه جدا شده



Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com



HR_Irani78@yahoo.com

Hamidreza Irani



Rebar cage around basement column



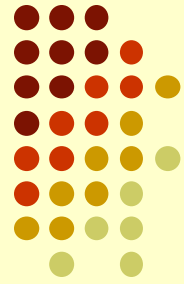
Cutting column prior to isolator installation



Cutting column



View of isolator before column below cast



یک نمونه از
مراحل اجرا



Column jacking and stressing hardware



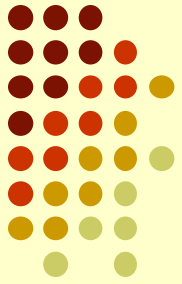
Grouting to underside of isolator



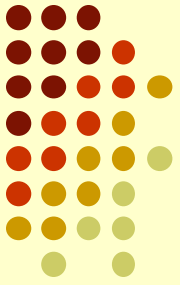
Completed isolator installation atop interior column

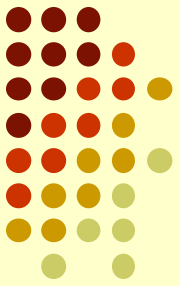


Isolator installed in exterior wall



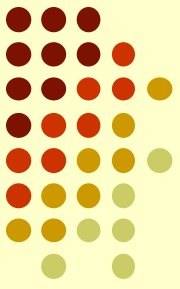
* جداسازی لرزه ای بیمارستان عارفیان ارومیه با جداسازهای
شرکت رابینسون سائز میک – مشاور شرکت هلمز نیوزلندی





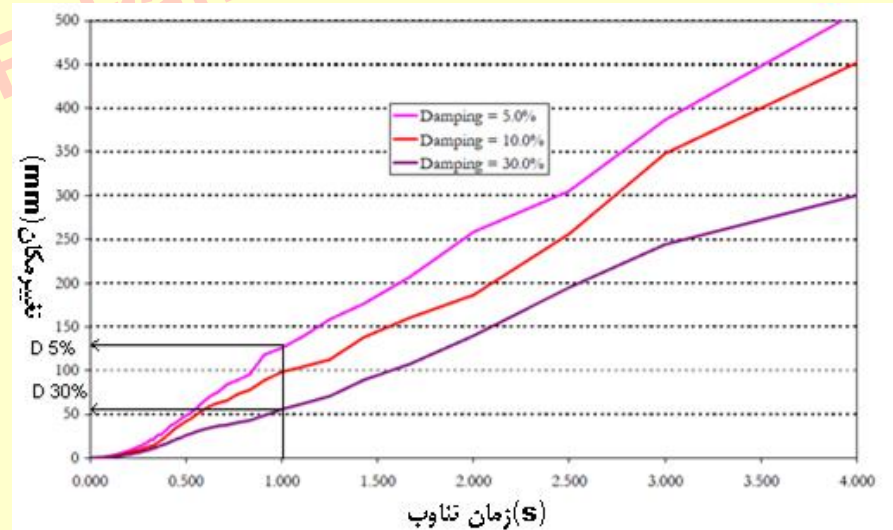
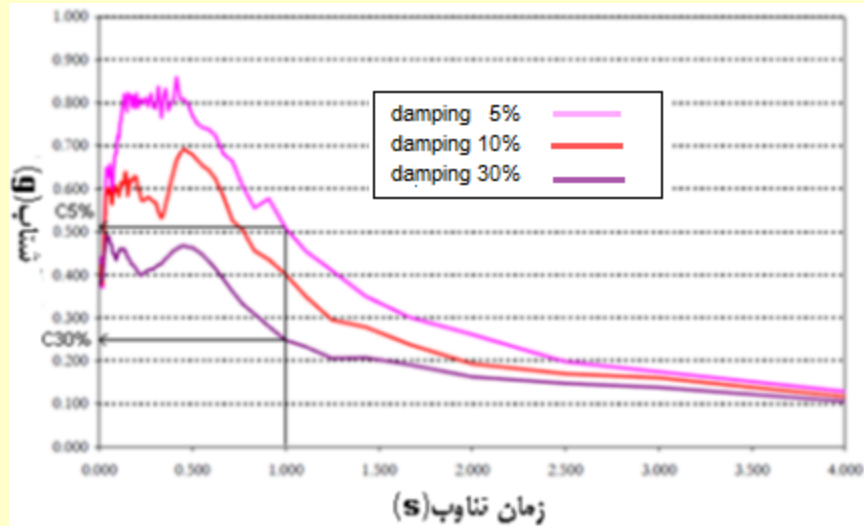
فصل ششم

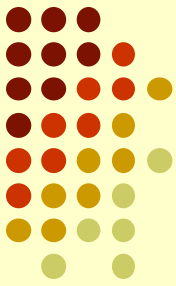
میراگرها در بهسازی سازه



در طی زلزله، انرژی زیادی به سازه اعمال می‌گردد. این انرژی به دو صورت جنبشی و پتانسیل (کرنشی) بر سازه اعمال می‌گردد که به طریقی جذب یا مستهلک می‌گردد. اگر سازه فاقد میرایی باشد ارتعاش آن پیوسته خواهد بود اما بدلیل وجود میرایی در مصالح، ارتعاش کاهش می‌یابد.

افزایش میرایی باعث کاهش پاسخ سازه(شتاب و تغییر مکان) می‌شود. افزایش میرایی در زمان تناوب‌های پائین(نزدیک به صفر) بر روی مقدار طیف اثری ندارد و در زمان تناوب‌های بالا نیز اثر کمی بر روی شتاب پاسخ دارد.



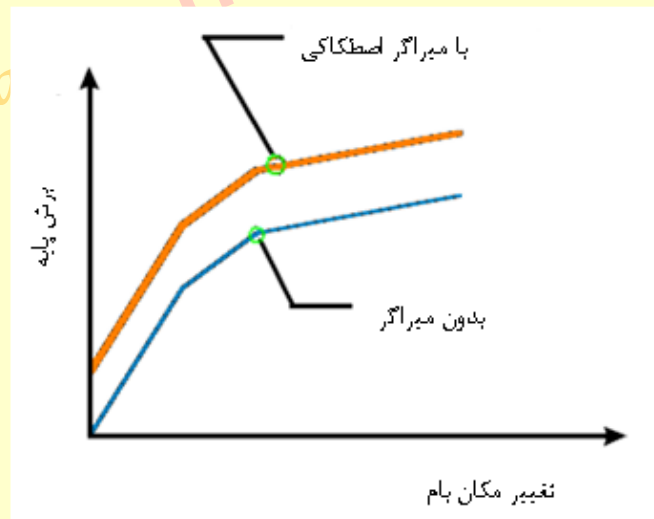


میراگرها را بر اساس عملکرد آنها به انواع اصطکاکی، فلزی (جاری شونده)، ویسکوز، ویسکوالاستیک، آلیاژهای حافظه‌دار شکلی (SMA) و میراگرهای جرمی دسته‌بندی می‌گردند.

از مزایای استفاده از میراگرها می‌توان به جذب انرژی بالا، سادگی در نصب و تعویض آنها و همچنین هماهنگی با سایر اعضای سازه اشاره نمود.

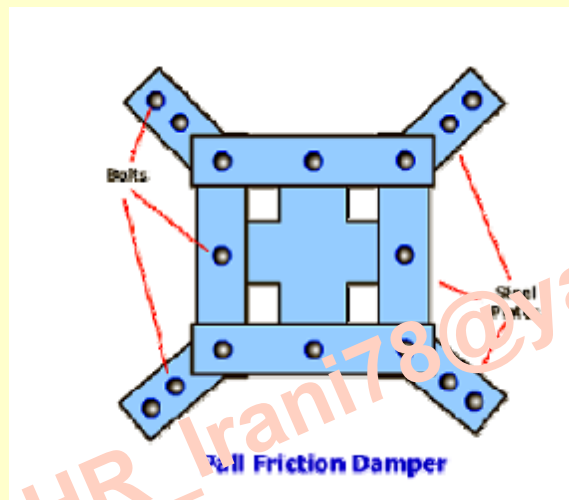
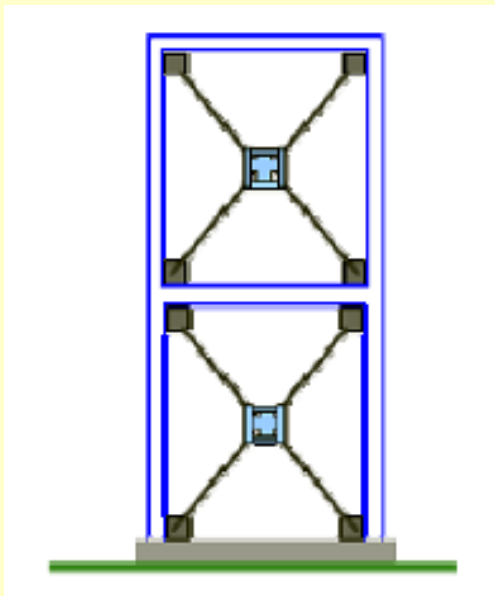
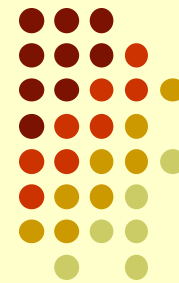
میراگر اصطکاکی

در این نوع میراگر، انرژی زلزله صرف غلبه بر اصطکاک موجود در سطح تماس قطعات می‌شود. از ویژگی‌های دیگر این میراگرها می‌توان به عدم ایجاد خستگی در بارهای خدمت (به دلیل فعال نشدن میراگرها تحت این بارها) و وابسته نبودن عملکرد آنها به سرعت بارگذاری و دمای محیط می‌توان اشاره نمود. این میراگرها به موازات مهاربندها نصب می‌شوند.



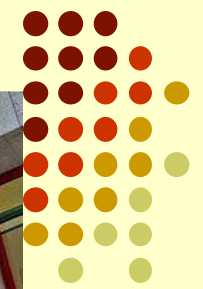
Hamidreza Iro

یکی از انواع میراگرهای اصطکاکی، میراگر اصطکاکی پال (Pall) می باشد. این میراگر شامل یک بادبند و چند سری ورق فولادی به همراه پیچ های پُر مقاومت اصطکاکی می باشد که در بخش میانی بادبند نصب می شوند.



Hamidreza Irani



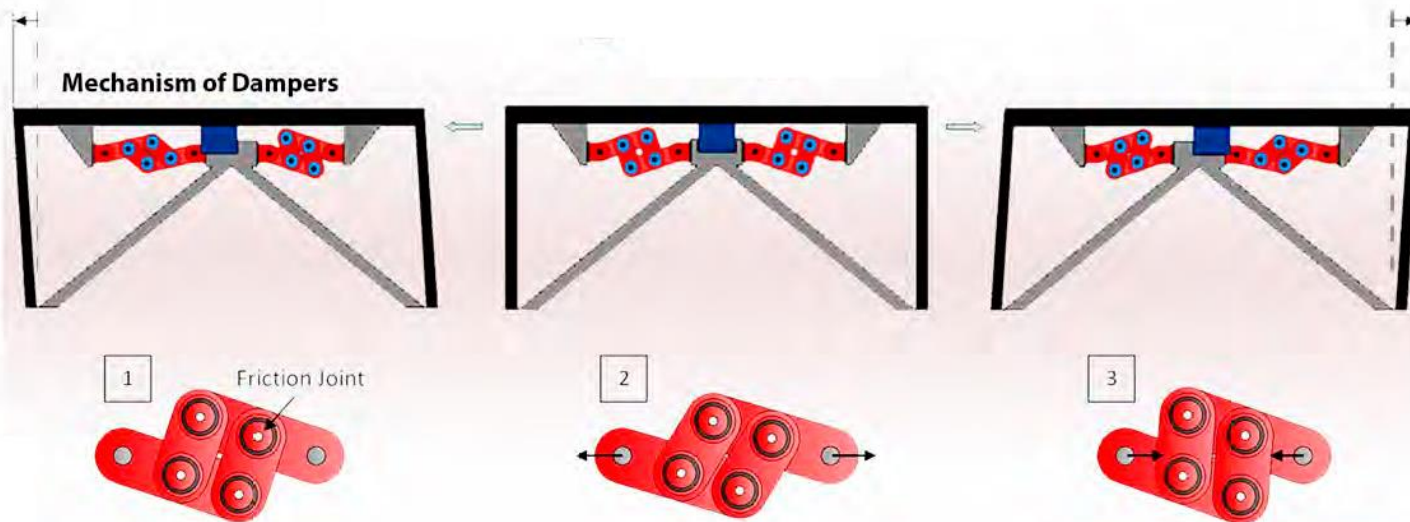
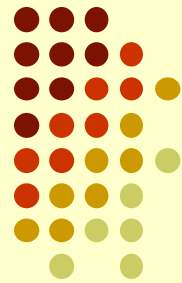


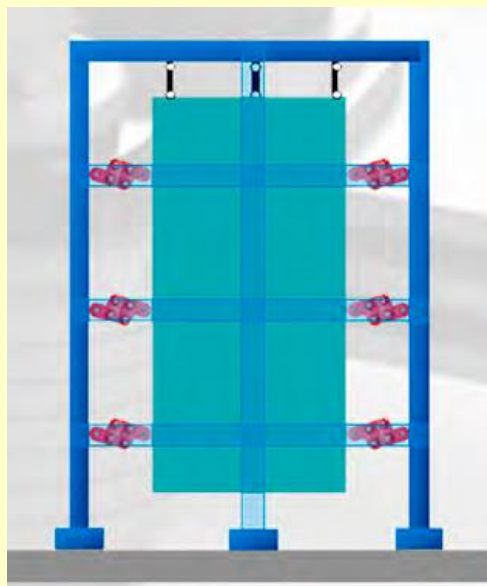
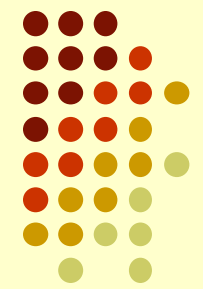
Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

به علت رفتار بسیار ساده و سهولت در نصب و ساخت،
میراگرهای اصطکاکی چرخشی به یکی از انواع متداول در میراگرهای اصطکاکی تبدیل شده است.

● کاهش همزمان جابجایی و نیروی وارده به سازه با کاهش انرژی زلزله با استفاده از مکانیزم تبدیل انرژی زلزله به گرما بواسطه استفاده از پدهای اصطکاکی پیشرفته.





بکارگیری در مهار لرزه‌ای تجهیزات صنعتی



بهبود قابل توجه عملکرد Base Isolation با بکارگیری همزمان با میراگرها



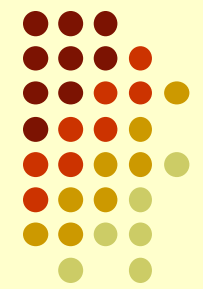
Hamidreza Irani

سیستم مهاربندی میراگر





- پروژه‌های خارجی
- بلندترین آسمان خراش کشور ژاپن به ارتفاع ۳۳۰ متر
 - برج‌های ۴۶-۴۰ طبقه با حداکثر ارتفاع ۱۴۴ متر - ازاکا، ژاپن
 - ساختمان ۱۲ طبقه - توکیو، ژاپن
 - ساختمان اداری ۲۰ طبقه - شیلی
 - و ده‌ها پروژه دیگر در کشورهای ژاپن - شیلی - ترکیه - هند - چین - دانمارک و یونان



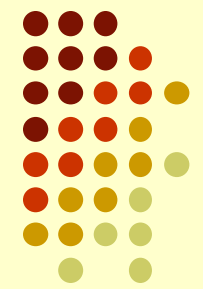
برج آبنوباشی - ژاپن



میراگر بکارفته در مهاربند قطری - شیلی

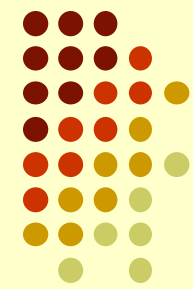
Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com



Hamidreza Irani

۱۱ پروژه در ژاپن شامل بلندترین برج اداری و معابد ژاپن



پروژه‌های داخلی اجرا شده

- ساختمان مرکزی بانک گردشگری (۲۰ طبقه)
 - ساختمان اداری ستول (۱۸ طبقه)
 - بیمارستان ۸۰۰ تختخوابی مهدی کلینیک (۱۹ طبقه)
 - ساختمان مسکونی گلدن پالاس ولنجک (۱۸ طبقه)
- و چندین پروژه شاخص طراحی شده دیگر.

- ساختمان مرکزی بانک پاسارگاد (۲۸ طبقه)
- ساختمان اداری - تجاری فرهنگ (۱۵ طبقه)
- ساختمان اداری میرداماد (۸ طبقه)
- ساختمان آریاشهر (۸ طبقه)



ساختمان مرکزی بانک گردشگری





بیمارستان ۸۰۰ تختخوابی مهدی کلینیک



بیمارستان ۸۰۰ تختخوابی مهدی کلینیک



ساختمان اداری سنول



میراگرهای اصطکاکی - دورانی پانلی

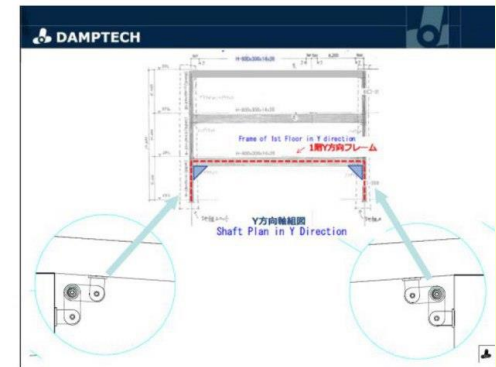
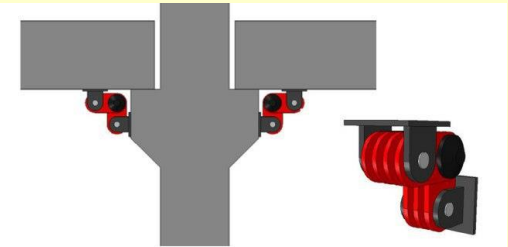


ساختمان مرکزی بانک پاسارگاد مجهز به سیستم پیشرفته لرزه ای میراگرهای اصطکاکی دورانی دمپتک . سازه برتر تقدیر شده سال ۹۶ کشور انتخاب گردید

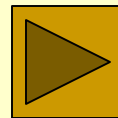
V-dampers for retrofitting of precast concrete building

- Country: Japan
- Building: Precast concrete structure
- Client: Private Industry
- Consultant: Takenaka, Osaka
- 2017

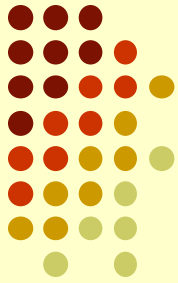
- *Performance of beam column joints needs improvement when subjected to earthquakes. Dampers were specially designed to fit into a narrow place.*



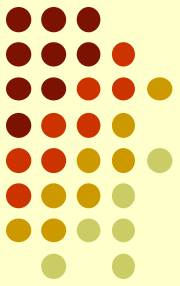
پروژه جدید DAMPTECH در ژاپن - ایده ای عالی برای مقاوم سازی سازه های صنعتی موجود



انیمیشن نصب
Damptech
 (۱۵)



- میراگر تسلیم شونده

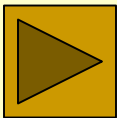


در این میراگر، انرژی منتقل شده به سازه صرف تسلیم و رفتار غیر خطی در قطعات بکار رفته در میراگر می شود. در این میراگرها از تغییر شکل غیرالاستیک فلزات شکل پذیری مانند فولاد و سرب جهت اتلاف انرژی استفاده می شود.

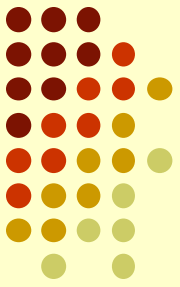
در تمام سازه های معمولی اتلاف انرژی بر شکل پذیری اعضای فولادی پس از تسلیم متکی است.



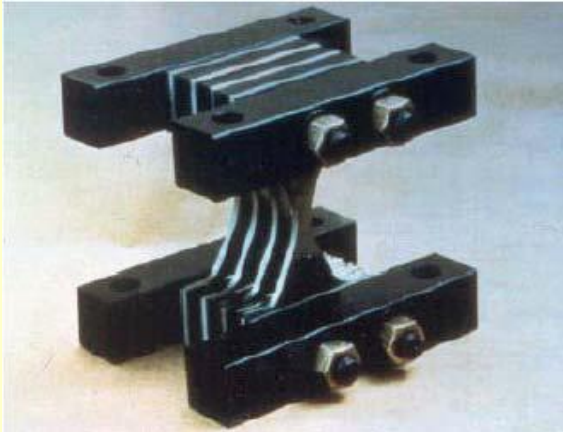
تست (۱۶)



نمونه هایی از انواع میراگرهای فلزی جاری شونده (تسلیمی)



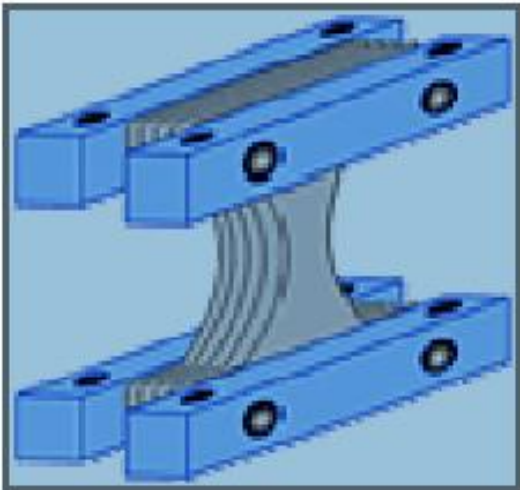
میراگرهای فلزی X شکل، از کارائی قابل توجهی برخوردار می باشند. تسلیم گسترده در تمام حجم فولاد، تأمین میرایی هیسترتیک و اتلاف انرژی فوق العاده از خصوصیات منحصر به فرد این نوع میراگر می باشد.
این میراگرها ضمن تأمین میرایی از سختی جانبی بالایی برخوردار بوده و به همین جهت با عنوان میرایی و سختی افزوده (ADAS=Added Damping And Stiffness)، نامگذاری شده است.



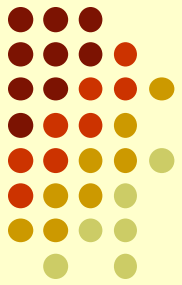
میراگر X-ADAS



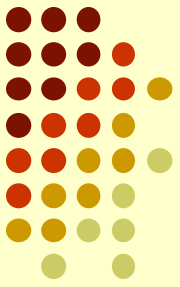
میراگر T-ADAS



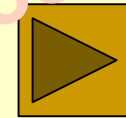
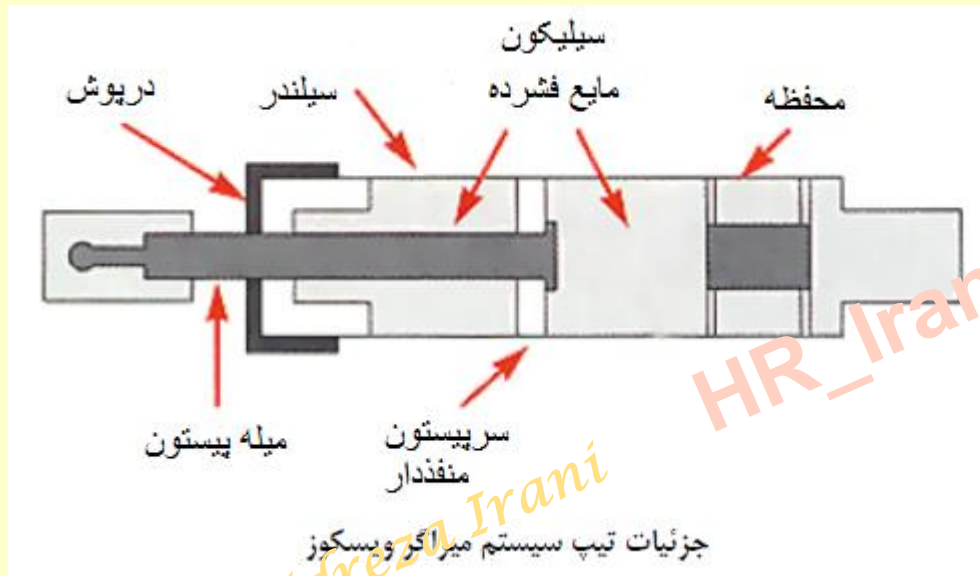
این میراگرها معمولاً بین راس مهار بندهای جناقی و تیر طبقه نصب می‌شوند. با پیش بینی اتصالات مناسب، این میراگرها در قابهای بتنی نیز قابل نصب می‌باشند.



- میراگر ویسکوز



در این میراگرها با استفاده از حرکت مایع لزج درون یک سیلندر، انرژی مستهلک می‌شود. میراگرهای ویسکوز به دلیل سادگی در نصب، قابلیت انطباق و هماهنگی با سایر اعضا و همچنین تنوع در ابعاد و اندازه‌های آنها، کاربرد بسیاری در طراحی و مقاوم سازی پیدا کرده‌اند.



عملکرد

این نوع میراگرها به سه روش زیر به سازه متصل می‌گردند:

- نصب میراگرها به کف و یا فونداسیونها (در روش جداسازی لرزه‌ای).
- اتصال میراگرها در بادبندهای جناغی.
- نصب میراگرها در بادبندهای قطری.

1- میراگر ویسکوز بواسطه جذب و اتلاف انرژی زیاد در هنگام زلزله منجر به اصلاح پاسخ رفتار سازه می گردد. این انرژی در مایع ویسکوز داخل سیلندر به گرما تبدیل میگردد. با کاهش دریافت در سازه ها، میراگر ویسکوز بسیار در بهبود رفتار سازه ها نقش دارد.

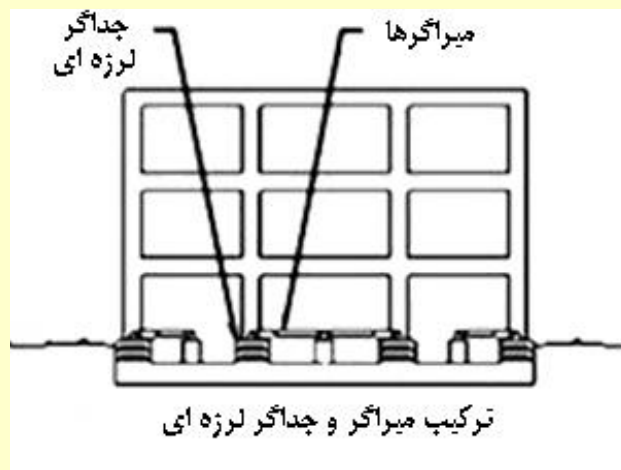
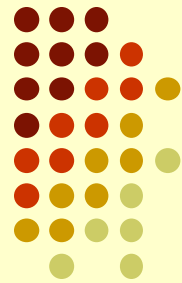
2- طبیعت خارج از فاز بودن میراگر ویسکوز منجر به تاثیر فوق العاده کنترل بر دریافت و شتاب می گردد، این امر بدون افزایش آنچنانی در نیروهای سیستم لرزه بر جانبی می باشد. این امر منجر به محدود نمودن نیروهای منتقله به پی می انجامد و گزینه بسیار مناسبی برای بهسازی لرزه ای سازه ها می باشد.

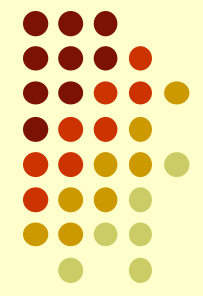
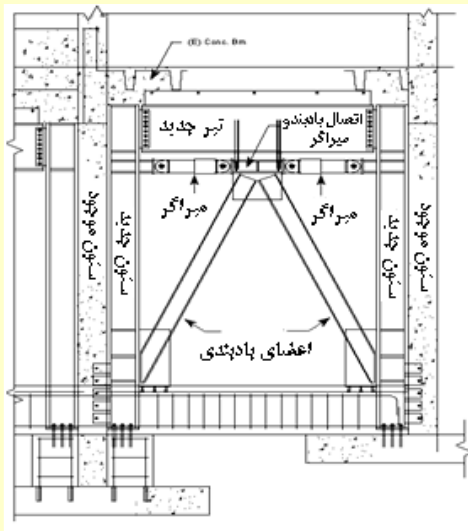
3- کاهش توام شتاب و تغییر مکان در سازه منجر به حداقل نمودن خسارات وارده به تجهیزات، اجزاء غیر سازه ای، هزینه های تعمیر پس از زلزله میگردد. با طراحی صحیح، این میراگر هم در باد و هم در هنگام زلزله فعال میگردد.

4- این میراگر یکبار مصرف نیست (برعکس میراگر های تسلیمی متداول)، چه هنگام زلزله و چه در پس لرزه ها همراه با سازه می ماند و از آن محافظت می نماید.

5- میراگر ویسکوز همزمان شتاب وارده به سازه و دریافت را کاهش میدهد و گزینه فوق العاده مناسبی جهت بهسازی لرزه ای و مقاوم سازی پروژه هایی با تجهیزات حساس، المان های غیر سازه ای حساس می باشد، مانند بیمارستان ها، البته این در موقعی است که ارتفاع سازه زیاد باشد یا دور تا دور ساختمان آزاد نباشد و نتوان آنرا جداسازی لرزه ای نمود. در مواردی نیز این میراگر و جداساز لرزه ای به صورت ترکیبی نیز استفاده میگردند که به آنها سیستم هایبرید اطلاق می گردد.

اتصال میراگرهای ویسکوز در کف و فونداسیون سازه ها





استفاده از میراگرهای ویسکوز در بادبندهای جناغی

ani78@yahoo.com



استفاده از میراگرهای ویسکوز در بادبندهای قطری

تولید انبوه میراگر ویسکوز شرکت ROAD

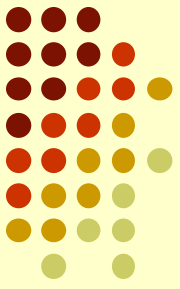


دستگاه تست میراگر ویسکوز شرکت ROAD



میراگر ویسکوزهای شرکت Jarret Structures



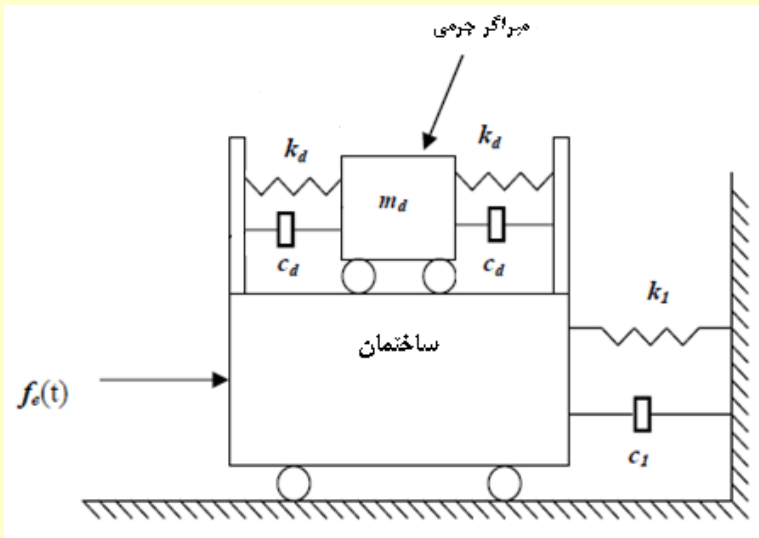


- میراگر جرمی تنظیم شونده (TMD)

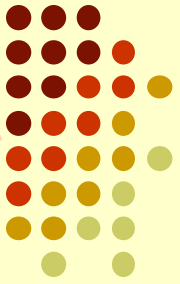
• میراگر جرمی تنظیم شده، ابزاری است که به سازه متصل می شود و تحت اثر حرکات جانبی سازه شروع به ارتعاش مینماید.

• فرکانس میراگر بگونه ای تنظیم میشود که در فاز مخالف با فرکانس ارتعاشی سازه باشد

• نیروی اینرسی میراگر باعث از بین رفتن انرژی ارتعاشی سازه می شود



John Hancock Tower (Boston)



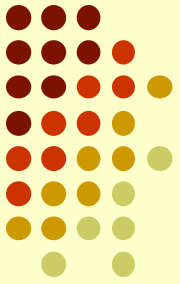
Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

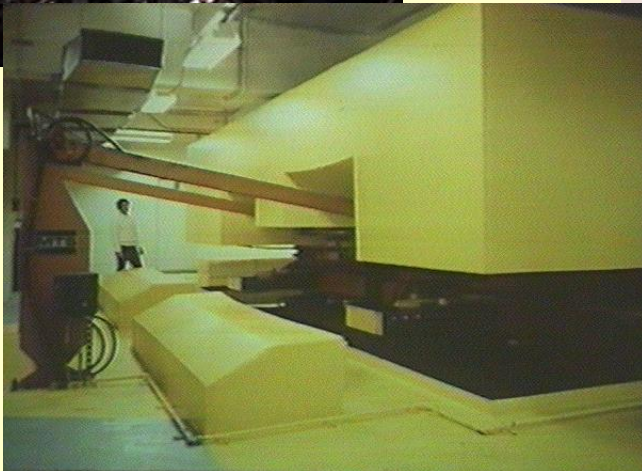
- طبقات برج : 62 طبقه
- دو میراگر هر کدام به وزن 300 تن
- ابعاد میراگرها : $5.2m * 5.2m * 1m$ از سرب
- عملکرد اتوماتیک در صورتی که شتاب جانبی در دو سیکل متوالی به $0.003g$ برسد
- هزینه : ۳ میلیون دلار
- اثر: کاهش جابجایی جانبی بین 40 تا 50 درصد



Citicorp Center (new York)

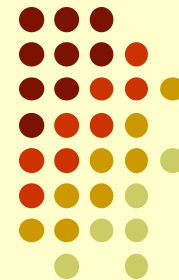


Hamidreza Irani

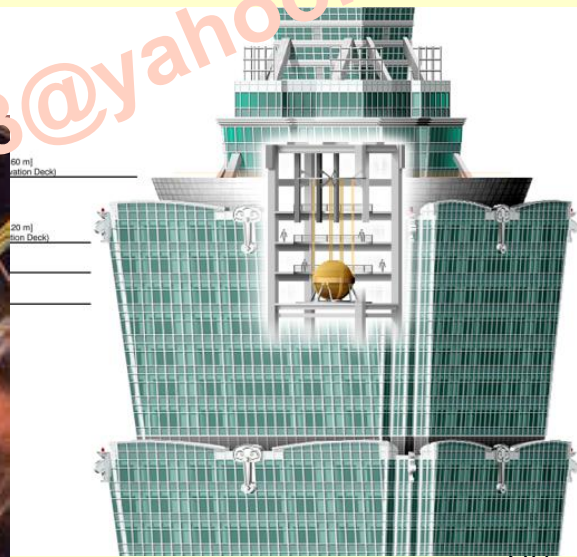


- ارتفاع برج : **279** متر 59 طبقه با پیوند غالب **6.5** ثانیه و میرایی یک درصد در هر جهت
- میراگردر بالاترین طبقه و به وزن **400 tonf**
- جرم بلوک بتنی به ابعاد **9.1m * 9.1m * 2.6m**
- این میراگر به هنگام نصب 250 برابر بزرگتر از سایر نمونه ها بود
- عملکرد اتوماتیک در صورتی که شتاب جانبی در دوسیکل متوالی به **0.003g** برسد
- هزینه : **1.5** میلیون دلار که نسبت به تقویت سازه ای حدود **3.5** الی **4** میلیون دلار صرفه جوئی شده است
- اثر: کاهش جابجائی جانبی تا **50** درصد که برابر است با افزایش میرایی ذاتی سیستم به **4%**

Taipei 101 Building (Taiwan)



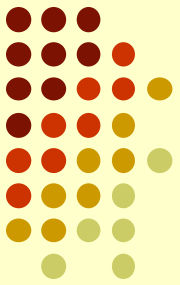
- ارتفاع برج : 508 متر در 101 طبقه
- وزن میراگر: 660 تن - پاندولی
- قطر میراگر 18 فوت (540 سانتی متر)
- قابل مشاهده در طبقات 88 تا 92
- کاهش جابجایی تا 40 درصد
- هزینه میراگر 4 میلیون دلار



Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

New Translation TMD

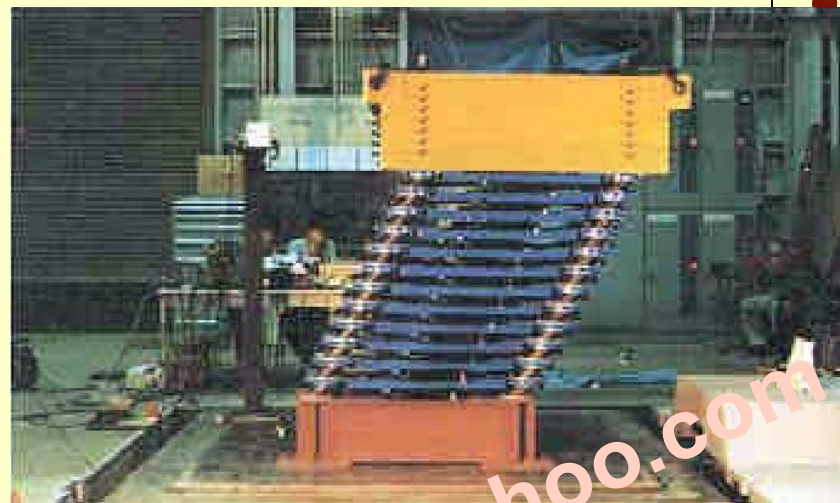
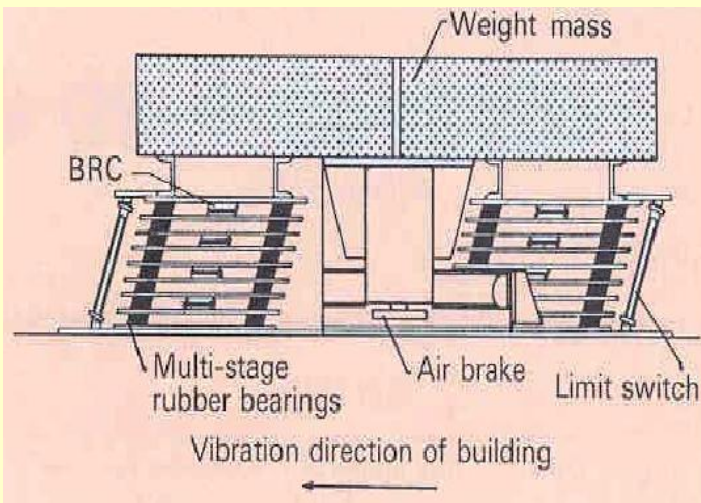


میراگرهای جرمی اولیه دارای معایبی هستند :

- مکانیسم های پیچیده ای برای غلتک و اجزای میراگر داشتند
- دارای جرمهای زیادی بودند
- فضاهای زیادی اشغال میکردند
- کاملاً گران بودند

تغییرات در میراگرهای جدید :

- بجای غلتک مکانیکی از غلتکهای لاستیکی استفاده میشود که امکان عملکرد در جهتهای مختلف را دارا میباشند و همانند فنرهای برشی عمل میکنند
- از لاستیکهای قیری (**BRC**) که توانایی میراگرهای ویسکوالاستیک را دارا هستند ، بجای میراگر استفاده میشود.



Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com

نمونه ای از TMD های جدید در برج Ten Bosch ناگاساکی

با تشکر از توجه شما

Hamidreza Irani

HR_Irani78@yahoo.com