mranDL.ir
مرکز تخصصی دانلود مهندسی عمران

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

بخش اول

مقدمه

3

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

خطاهای طراحی
- اشتباه در آنالیز سازه .
- اشتباه در طراحی مقاطع .
- ارتقاء آیین نامه ها .
- ....

عوامل محیطی
- خوردگی فولاد .
- حمله سولفاتی .
- فرسایش .
- کربناسیون .
- ....

خطاهای اجرایی
- عدم رعایت جزییات .
- بتن نامرغوب .
- بتن ریزی نامناسب .
- جوشکاری ضعیف .
- ....

تنشهای اضافی
- بار اضافی وارده .
- تغییر کاربری .
- ....

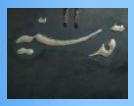
4

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

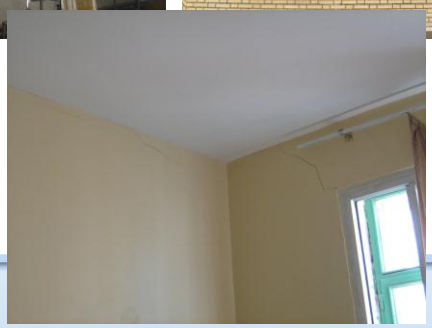
بسم الله الرحمن الرحیم
این مدرسه اولین مدرسه دخترانه در
آذربایجان شرقی و غربی بوده که در سال
۱۳۰۲ توسط خانم منیره حراف
بنام بنات اسلامی و به مدیریت ایشان
تاسیس شده و در سال ۱۳۱۴ بنام
قدسیه تغییر نام نموده است

بهسازی ساختمانهای مدارس به عنوان یک ضرورت

ارتقا آیین نامه ها



مقدمه | علل نیاز به بهسازی



بهسازی ساختمانهای مدارس

خطاهای طراحی و اجرا-
نشست ناهمگون

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

بهسازی ساختمانهای مدارس

مدرسه تیزهوشان ارومیه

خطاهای اجرایی شرکت سازنده- ناشی از عدم اتصال درست سقف به دیوارها و ریزش سقف

7

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

ارتقا لرزه ای ساختمانهای بسیار مهم به منظور خدمت رسانی بی وقفه پس از بحران

ساختمان مخابراتی SC1 تبریز

ارزش تجهیزات نصب شده در ساختمان بالغ بر 40 میلیون دلار

8

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

ارتقا لرزه ای ساختمانهای بسیار مهم به منظور خدمت رسانی بی وقفه پس از بحران

ساختمان مخابراتی SC2 و شهید رحیمیان تبریز-پل قاری

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

تخریب خرابی شدید ستون، تخریب بتن، خوردگی آرماتور

نمونه ای از حمله کربناتی

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

تخریب

تخریب تابلیه پل بر اثر حرکت خودرو با ارتفاع غیر مجاز

11

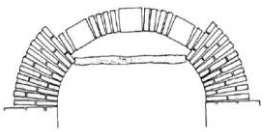
مقدمه | علل نیاز به بهسازی

اجرای نادرست

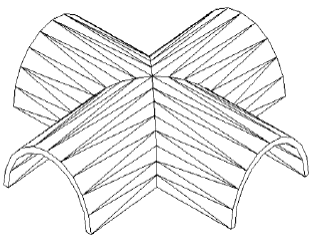
12

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

مقدمه | علل نیاز به بهسازی



طاق اکیل



طاق چهار بخش

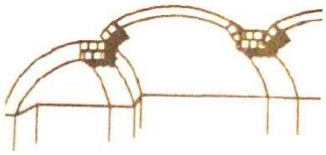
لزوم مرمت و حفظ ابنیه های ارزشمند تاریخی

مجموعه بازار تبریز

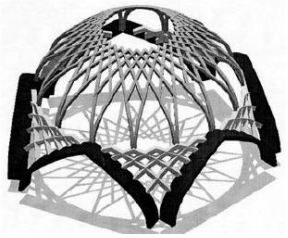
مقدمه | علل نیاز به بهسازی

لزوم مرمت و حفظ ابنیه های ارزشمند تاریخی

مجموعه بازار تبریز



تیمچه امیر شمالی

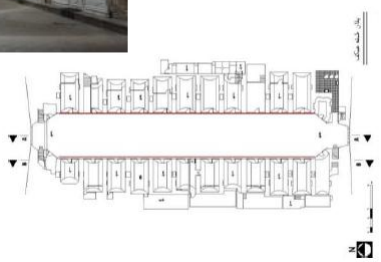


گنبد تیمچه امیر جنوبی

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

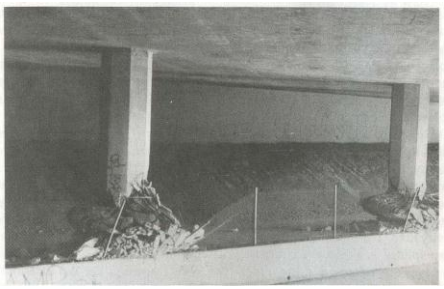
لزوم مرمت و حفظ ابنیه های ارزشمند تاریخی

مجموعه بازار تبریز



تیمچه مظفریه

Introduction|Seismic Design Methods

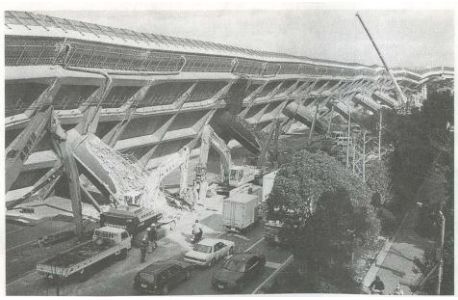


شکست ستون در اثر کمبود محصور شدگی
زلزله ۱۹۹٤ نورتریج

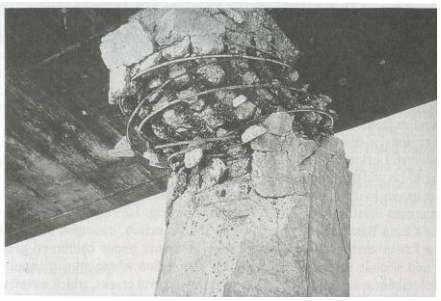
شکست خمشی - برشی پایه
زلزله ۱۹۹۵ کوبه

17

Introduction|Seismic Design Methods



شکست خمشی ستونهای پل بزرگراه هانشین
زلزله ۱۹۹۵ کوبه



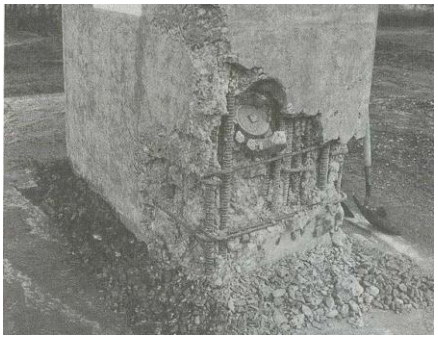
شکست برشی ستون
زلزله ۱۹۷۱ سن فرناندو

18

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

Introduction|Seismic Design Methods

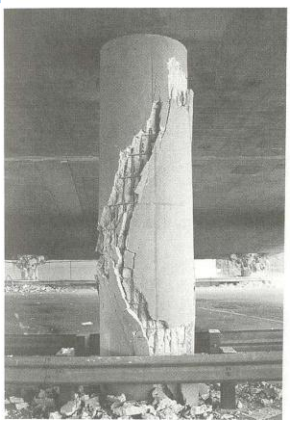
شکست وصله های جوشی (مفصل خمشی) پای ستون
زلزله ۱۹۹۵ کوبه

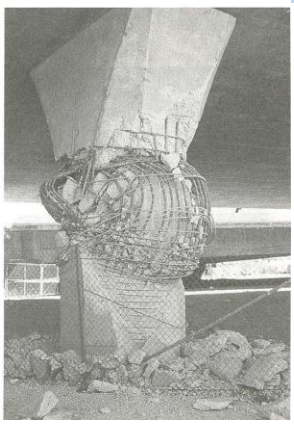


شکست پیوستگی وصله های پوششی پای ستون
زلزله ۱۹۸۹ لوما پریتا

19

Introduction|Seismic Design Methods





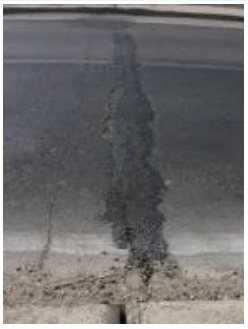
شکست برشی ستونها
زلزله ۱۹۹٤ نورتریج

20

Bridges Failures| Improper Drainage System

21

Bridges Failures| Imperfect Expansion Joints



22

Bridges Failures|Pier Corrosion

23

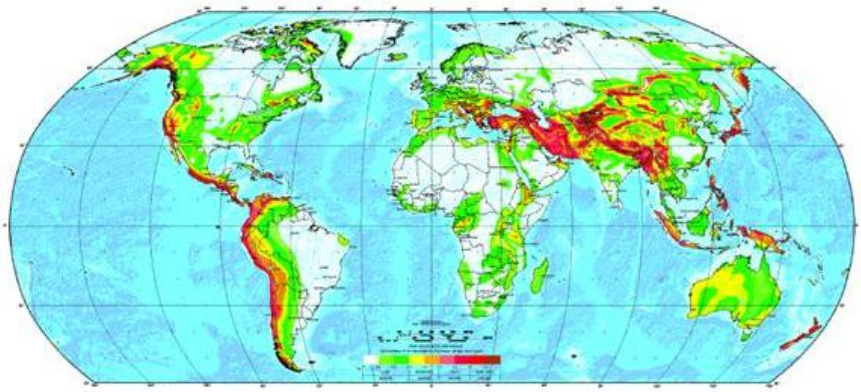
Bridges Failures|Shear Failure

24

Bridges Failures|Lack of confinement

25

مقدمه | علل نیاز به بهسازی



موقعیت ایران در نقشه جهانی خطر زمین لرزه

26

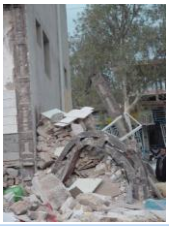
مقدمه | علل نیاز به بهسازی

نقشه گسلهای فعال ایران

27

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

منطقه	سال وقوع	بزرگي (ريشتر)	تلفات جاني (نفر)
بویین زهرا	1341	2/7	10000
دشت بیاض	1347	3/7	11000
طبس	1357	7/7	20000
رودبار	1368	7/6	45000
بم	1382	5/6	25000



28

مقدمه | علل نیاز به بهسازی

جدول دیدگاه مردم و مسئولین نسبت به پدیده زلزله و مقاوم سازی

ردیف	زمان	واقعه	عکس العمل	
			مثبت	منفی
1	از 0 تا 1 دقیقه	زمین لرزه اصلی		وحشت شدید سراسری
2	از 1دقیقه تا 1هفته	پس لرزه ها	- امداد و نجات - همدردی و جمع آوری کمک های مردمی	وحشت
3	از 1هفته تا یکماه	کم شدن پس لرزه ها	-تعمیرات جزئی -اسکان موقت آوارگان	مقصر دانستن سازندگان ، مهندسین ومسئولین
4	از یکماه تا 1سال		- نوسازی وبرانی ها - تعمیرات کلی - برنامه ریزی برای اصلاح استانداردها	
5	از 1سال تا 10 سال			-کم شدن علاقه نسبت به موضوع - فراموش کردن واقعه
6	از 10 سال تا واقعه بعدی			-بی میلی نسبت به تحقیقات زلزله - توقف مقاوم سازی و بهسازی - عدم رعایت مقررات ملی در ساختمانهای جدید
7	واقعه بعدی	زمین لرزه بعدی	تکرار ردیف های 1تا6	

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات

FEMA = Federal Emergency Management Agency
آژانس مدیریت بحران آمریکا

NEHRP = National Earthquake Hazard Reduction Program
برنامه کاهش خطر پذیری زلزله

ATC = Applied Technology Council
انجمن فن آوریهای کاربردی

این سه تا انجمن تحقیقات وسیعی انجام دادند که مورد تایید استاندارد های:

ASCE = American Society Civil Engineer انجمن مهندسان عمران آمریکا

SEI = Structure Engineer Institute موسسه مهندسی سازه آمریکا

30

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات

راهنمای بهسازی لرزه ای ساختمان ها وتفسیر آن	FEMA 273,274
ارزیابی رفتار سازهای بتنی وبنایی آسیب دیده	FEMA 306,307,308
ارزیابی رفتار لرزه ای سازه ها	FEMA 310(ASCE/SEI 31-03)
پیش نویس استاندارد برای بهسازی لرز ه ای ساختمانها	FEMA 356
بهبود روشهای تحلیل استاتیکی غیر خطی	FEMA 440
آیین نامه بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود	ASCE/SEI 41-06

31

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات

FEMA 356
PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

FEMA 310
Seismic Evaluation Handbook
FEMA 273
NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

FEMA 274
NEHRP COMMENTARY ON THE GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

ATC-40
Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings

Code 360
Instruction for Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

Code 376
Instruction for Seismic Rehabilitation of Existing Un-reinforced Masonry Buildings

Instruction for Damage Assessment and Seismic Rehabilitation of Existing Un-reinforced Masonry Buildings

Code 251
Term of Reference for Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

32

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات

FEMA 440
Improvement of Nonlinear Static Seismic Analyses Procedures.

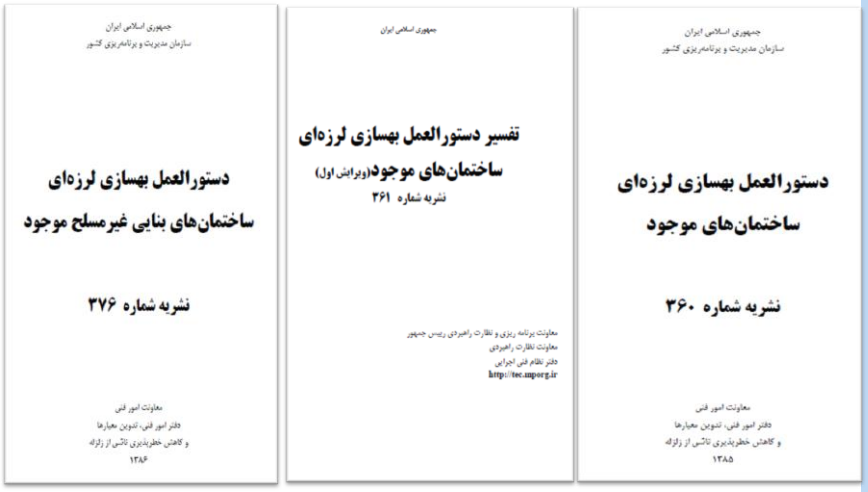
FEMA 451
Instructional Materials Complementing FEMA 451, Design Examples

SEAOC, Vision 2000: Performance Based Seismic Engineering of Buildings, San Francisco, April 1995.

ATC-58
Development of Performance-based Earthquake Design Guidelines, 2002.

33

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات



34

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های فولادی

نشریه شماره ۱-۳۶۳

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 ۲-۳۶۳

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 بنایی

نشریه شماره ۳-۳۶۳

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

35

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات

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
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

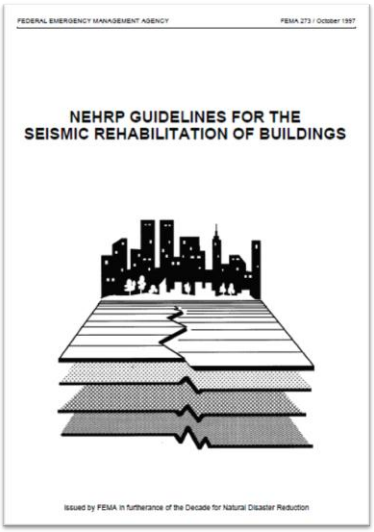
راهنمای انجام مطالعات خدمات جنبی در پروژه‌های بهسازی لرزه‌ای

نشریه شماره ۳۹۰

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها
و کاهش تغییرپذیری ناشی از زلزله
۱۳۸۶

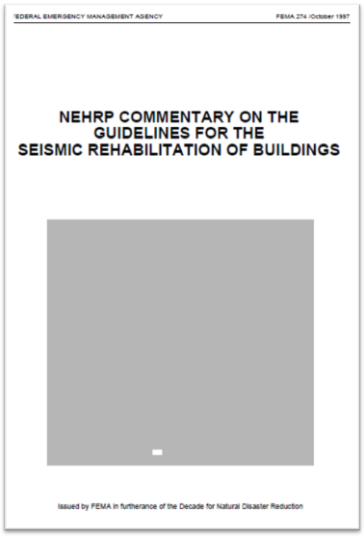
36

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات


FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY FEMA 273 / October 1997

NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

Issued by FEMA in furtherance of the Decade for Natural Disaster Reduction

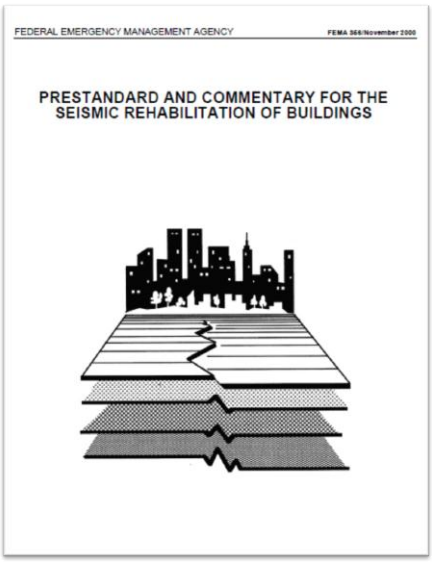

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY FEMA 274 /October 1997

NEHRP COMMENTARY ON THE GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

Issued by FEMA in furtherance of the Decade for Natural Disaster Reduction

37

بهسازی لرزه ای | مدارک و مستندات


FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY FEMA 356/November 2000

PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

FEMA 547/2006 Edition

FEMA

nehrp

38

بخش دوم

کلیات بهسازی لرزه ای ساختمانها

39

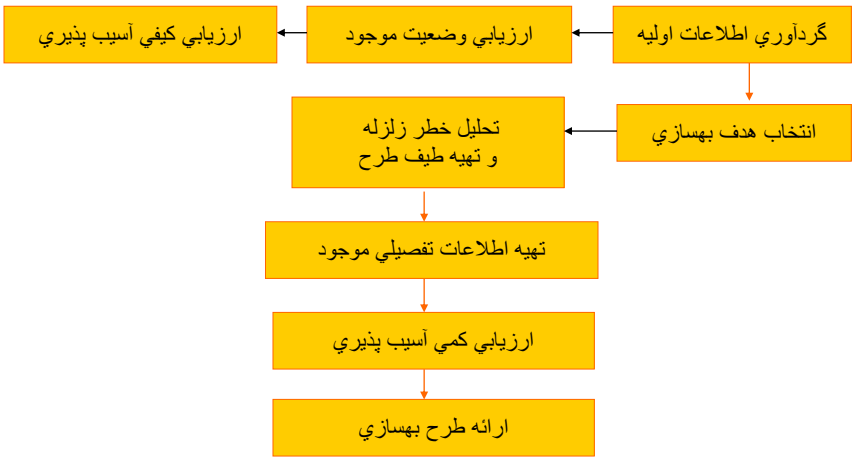
بهسازی لرزه ای | کلیات

گرد آوری اطلاعات اولیه
تعیین هدف بهسازی
تعیین سطح خطر زلزله و تعیین طیف طرح
تهیه اطلاعات تفضیلی وضعیت موجود ساختمان
ارزیابی وضعیت موجود ساختمان
ارزیابی تفضیلی نیاز ساختمان به بهسازی
تهیه گزارش تحلیل آسیب پذیری ساختمان

نشریه 251- فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود

40

بهسازی لرزه ای | ترتیب مراحل بهسازی لرزه ای ساختمانها



41

مراحل بهسازی | 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

42

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

گزارش اولیه مشتمل بر بررسی مواردی بشرح ذیل می‌باشد:

شناخت خواسته‌های کارفرما
مشخصات سازه
مشخصات محل ساختمان از نظر خطر زلزله
ارزیابی اولیه مقاومت لرزه‌ای
تاریخچه ساختمان و نحوه بهره‌برداری آتی
ملاحظات اقتصادی و اجتماعی
بررسی مقررات و قوانین حاکم

43

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

برگه های ارزیابی اولیه ساختمان

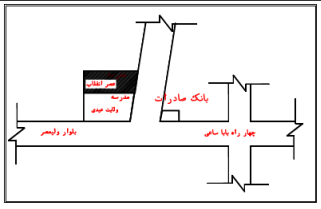
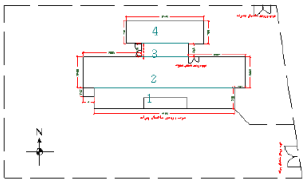
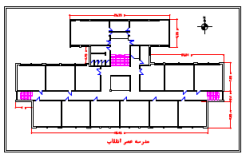
الف - اطلاعات عمومی ساختمان مدرسه ابتدائی عصر انقلاب

ردیف	نوع سوال	توضیح سوال
	مشخصات ثبتی	
۱	آدرس	ارومیه- بلوار ولیعصر- نرسیده به چهارراه باباسامی-کوی نهم
۲	پلاک ثبتی	-
۳	منطقه شهرداری/بخشداری/معماری	شهرداری منطقه ۲
۴	شهر/روستا	ارومیه
	اطلاعات عمومی	
۵	تاریخ طراحی	
۶	تاریخ ساخت	حدوداً ۱۳۵۹
۷	نام مشاور	مشخص نیست
۸	نام ناظر	اداره نوسازی مدارس استان آذربایجان غربی
۹	نام پیمانکار	بر اساس مدارک اولیه مشخص نیست.
۱۰	نوع اجرا	پیمانی
	اطلاعات کلی	
۱۱	مشخصات هندسی ساختمان	نامنظم (جهت تعیین نامنظمی ساختمان مطابق پلان ارائه شده به ۴ قسمت مستطیلی تفکیک شده است)
۱۲	ابعاد ساختمان	قسمت ۱: ۷۴/۱۰متر در ۸/۱۵متر قسمت ۳: ۱۰۰متر در ۶/۱۵متر قسمت ۲: ۴/۱۶متر در ۱۶/۱۵متر قسمت ۴: ۷/۱۹متر در ۲۷/۱۵متر
۱۳	تعداد طبقات: تعداد طبقه زیرزمین	۱ / ۲
	ارتفاع طبقات(به ترتیب) ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۲...	۳،۶-۳/۵-۳۶
	ارتفاع سازه از تراز پایه	۱۳/۳۵ متر
	سطح طبقات(به ترتیب) ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۲...	۱۲۱۷۰-۱۲۱۷-۱۲۱۷۰
	سطح بازشو در سقفها ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۲...	۶۸۰۲- ۸۹.۹۱- ۸۹.۹۱
	درصد بازشو در سقفها ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۰-۲...	۵.۴ ٪ -۷.۲٪ -۷.۲٪
	کاربری اولیه	اموزشی
	کاربری فعلی	اموزشی
	تاریخ ساخت	حدوداً ۱۳۵۹
۱۴	وضعیت نقشه های معماری	دارد
۱۵	وضعیت نقشه های سازه ای	دارد
۱۶	وضعیت نقشه های تاسیسات برقی	دارد
۱۷	موقعیت ساختمان	بر ازدحام
۱۸	نحوه استقرار ساختمان در زمین	۴ طرف آزاد
۱۹	اهمیت ساختمان (بر اساس استاندارد ۲۸۰۰)	ساختمان با اهمیت زیاد

44

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

	پلان موقعیت و کروکی محل
	نحوه استقرار ساختمان در زمین و شکل هندسی آن
	پلان معماری (بدون مقیاس)

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

ب- محل ساختمان از نظر ساختگاه و پهنه بندی

ردیف	نوع سوال	توضیح سوال
۱	توپوگرافی	زمین مسطح
۲	فاصله از گسل	بالای ۵۰ کیلومتر
۳	سطح آب زیرزمینی	بیش از ۱۰ متر
۴	سابقه زمین لرزه در منطقه	دارد
۵	سابقه زمین لغزش در منطقه	ندارد
۶	سابقه روانگرایی در منطقه	ندارد
۷	نوع خاک (بر اساس استاندارد ۲۸۰۰)	رسی تیپ III
۸	نوع منطقه از نظر لرزه خیزی (بر اساس استاندارد ۲۸۰۰)	منطقه با خطر لرزه خیزی متوسط

ج- ضوابط و مقررات بکار رفته در ساختمان

ردیف	نوع سوال	توضیح سوال
۱	آیین نامه های استفاده شده	احتمالاً آیین نامه ایمنی ساختمانهادر برابر زلزله
۲	مطابقت اجرای ساختمان با نقشه های موجود	تا حدی مطابقت دارد(نقشه موجود با تغییراتی در ابعاد اجرا گردیده است.) مطابقت اجزای سازه ای بعد از سونداژ ساختمان مشخص خواهد شد.

ملاحظات دیگر:

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

د- مشخصات فنی ساختمان

ردیف	نوع سوال		درست	نادرست
	سیستم سازه ای			
۱	نوع سیستم مقاوم ثقلی	قاب ساده فولادی یا دیوارهای بنایی غیر مسلح جانبی		
۲	نوع سیستم مقاوم جانبی در جهت طولی	دیوارهای بنایی غیر مسلح جانبی		
۳	نوع سیستم مقاوم جانبی در جهت عرضی	دیوارهای بنایی غیر مسلح جانبی		
۴	مسیر کامل انتقال بار جانبی از طبقات تا فونداسیون وجود دارد.		√	
۵	در مسیر انتقال بار جانبی ناپیوستگی در دیافراگم بدلیل بازشوهای بزرگ وجود ندارد.		√	
۶	در مسیر انتقال بار جانبی اتصال مناسب با ظرفیت کافی جهت انتقال برش دیافرگم به سیستم باربر جانبی وجود دارد.		؟	
۷	درجه نامعینی (Redundancy) کافی در سیستم سازه ای وجود دارد. یا بعبارتی در صورت گسیختگی یک المان سازه ای، پایداری کلی سازه حفظ می گردد.			√
	پیکربندی سازه			
۸	طبقه نرم وجود ندارد.		√	
۹	طبقه ضعیف وجود ندارد.		√	
۱۰	سیستم بار جانبی در ارتفاع تغییر صفحه ندارد.		√	
۱۱	نامنظمی در پلان وجود ندارد(پیش آمدگی یا تو رفتگی در یک راستای پلان کمتر از ۲۵٪ بعد پلان در آن راستا نمی باشد).			√
۱۲	نامنظمی در سیستم مقاوم جانبی در ارتفاع وجود ندارد (سختی در هر طبقه نسبت به طبقات مجاور خود بیش از ۳۰٪ تغییر ندارد).		√	
۱۳	نامنظمی در جرم طبقات وجود ندارد (جرم موثر هر طبقه نسبت به طبقات مجاور خود کمتر از ۵۰٪ نسبت به طبقات مجاور خود تغییر نمی کند).		√	
۱۴	پیچش زیاد به لحاظ آرایش نادرست اجزای مقاوم جانبی در پلان وجود ندارد.			√
۱۵	طول جلو آمده طره کمتر از حد مجاز می باشد.		√	
۱۶	درز انقطاع کافی به میزان کافی حداقل برابر با ارتفاع سازه در نظر گرفته شده است.		NA	

ملاحظات دیگر:

47

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

د- مشخصات فنی

ردیف	نوع سوال		درست	نادرست
	فونداسیون			
۱	نوع فونداسیون	فونداسیون تکی با شناژهای رابط		
۲	نشست و یا جابجایی قابل ملاحظه در فونداسیون مشاهده نمی گردد.		√	
۳	نشانه ای از خوردگی آرماتور در بتن، حمله سولفاتی، کنده شدن و یا فرسودگی بتن دیده نمی شود.		√	
۴	ابعاد فونداسیون برای تحمل بارها در زلزله کافی می باشد.		؟	
۵	مقاومت برشی فونداسیون در تحمل برش زلزله کافی می باشد.		؟	
۶	شناژهای رابط برای تحمل نیروهای زلزله در پی های تکی و نواری وجود دارند.		√	
۷	آرماتور حداقل در دو سفره بالا و پایین فونداسیون به میزان 0.0018Bh قراردادە شده است.		؟	

ملاحظات دیگر: ؟ = **پس از انجام آزمایشها تعیین خواهد شد.**

48

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

د- مشخصات فنی

ردیف	نوع سوال	درست	نادرست
	دیافراگم ها		
۱	نوع سقف طبقات: تیرچه بلوک		
۲	مصالح بکار رفته در ساخت دیافراگم ها دارای کیفیت و مقاومت خوبی هستند.	؟	
۳	در سقف طاق ضربی فاصله تیرآهن ها کمتر از ۱ متر است.	NA	
۴	در سقف طاق ضربی تیرآهن ها بوسیله میلگرد حداقل به قطر ۱۴ یا تسمه معادل بصورت ضربدری به یکدیگر بسته شده اند(طول مستطیل ضربدری شده کمتر از ۱/۵ برابر عرض آن است و مساحت تحت پوشش هر ضربدری کمتر از ۲۵ متر مربع است).	NA	
۵	در سقف طاق ضربی تیرآهن ها به گونه مناسبی به کلاف افقی اتصال دارند.	NA	
۶	در سقف تیرچه بلوک، تیرچه ها به نحو مناسبی به کلافها یا تیرها اتصال دارند.	؟	
۷	ضخامت بتن پوشش روی بلوکها حداقل ۵ سانتیمتر و میلگرد مورد استفاده در آن حداقل به قطر ۶میلیمتر در فواصل حداکثر ۲۵ سانتیمتر در جهت عمود بر تیرچه ها قرار داده شده است.	√	
۸	از کلاف عرضی (شناژ مخفی) به عرض ۱۰ سانتیمتر دردهانه های بزرگتر از ۴ متر استفاده شده است.	√	
۹	در سقفهای خرپایی با تعبیه مهاربندیهای قائم و افقی مناسب بین خرپاها انسجام سقف تامین شده و انتقال نیروهای سقف به سیستم باربر جانبی وجود دارد.	NA	
۱۰	مقاومت کششی کافی در محلهای پیش آمدگی یا تورفتگی یا سایر نامنظمی های دیافراگم وجود دارد.	√	
۱۱	در اطراف بازشوهای با ابعاد بزرگتر از ۵۰درصد بعد ساختمان تسلیحات کافی صورت گرفته است.	NA	
۱۲	طول بازشوها در مجاورت دیوارهای با مصالح بنایی کمتر از ۲/۴ متر است.		√
۱۳	دیافراگم در مجاورت دیوار برشی یا دهانه مهاربندی دارای بازشوی با ابعاد بزرگتر از ۲۵٪ طول دهانه دیوار برش یا مهاربندی نیست.	NA	
۱۴	اتصال اعضای غیر سازه ای به دیافراگم مناسب است.		√
۱۵	انسجام کف و سقف به خوبی تامین شده است.	√	
۱۶	عملکرد دیافراگمی کفها مناسب است.	√	
۱۷	عملکرد دیافراگمی بام مناسب است.	√	

ملاحظات دیگر:

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

و- اجزای غیر سازه ای

ردیف	نوع سوال	درست	نادرست
	تیغه ها		
۱	در مناطق با لرزه خیزی شدید تیغه های مهار نشده ای از نوع بنایی غیر مسلح یا بلوکهای سفالی توخالی وجود ندارد.	√	
۲	تیغه ها و شیشه های ثابت طوری طراحی شده اند که بتوانند تغییر مکان نسبی طبقه را تحمل کنند.		√
۳	تیغه ها در محل درزهای جدایی سازه ای توسط درزهای جداسازی لرزه ای از هم جدا شده اند.	NA	
۴	تیغه های داخلی ساختمان دارای اتصال کافی به قاب جهت تحمل نیروهای عمود بر صفحه تیغه می باشند.	؟	
۵	تیغه هایی که تا سقف ادامه دارند، در زیر سقف بطور مناسب مهار شده اند.	؟	
۶	لبه آزاد تیغه هایی که فقط تا زیر سقف کاذب ادامه دارند، توسط یک پروفیل فولادی افقی مناسب مهار شده اند.	؟	
۷	لبه آزاد عمودی تیغه هایی که به قاب یا تیغه متعامد متصل نشده اند، توسط یک پروفیل فولادی عمودی مناسب مهار شده اند.	؟	
۸	تیغه های خارجی توسط کلافهایی با فواصل مناسب به قاب متصل شده اند.	؟	
۹	تیغه های خارجی و داخلی در قابهای خمشی امکان تغییرشکلهای جانبی محور قاب را فراهم می آورند و با با تعبیه درزهایی از قاب خمشی جداسازی شده اند.		√
۱۰	تیغه های خارجی ساختمان دارای اتصالات کافی به قاب جهت تحمل نیروهای عمود بر صفحه تیغه می باشند.	؟	
۱۱	کیفیت ملات در بین آجرهای دیوارهای خارجی و داخلی کاملا مناسب است.	؟	
۱۲	در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر از کلافهای افقی استفاده شده است.		√
۱۳	در دیوارهای طویل در فواصل حداکثر ۴۰ برابر ضخامت دیوار یا ۶متر از پشت بندها یا شناژهای قائم استفاده شده است.		√
	سقف کاذب		
۱۴	سقفهای کاذب به خوبی به سازه سقف مهار شده اند.	NA	
۱۵	سقفهای کاذب معلق از جنس تخته های گچی یا پلاستیرهای سیمانی و مواد مشابه نیستند.	NA	
۱۶	در پانلهای سقف کاذب از قطعات کاشی چیده شده استفاده نشده است.	NA	
۱۷	لبه های سیستم سقف کاذب از دیوارهای سازه ای جداسازی شده اند.	NA	
۱۸	سقف کاذب بطور پیوسته از محل درزهای لرزه ای عبور نکرده است.	NA	

ملاحظات دیگر: NA: (Not Applicable)

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

و- اجزای غیر سازه ای

ردیف	نوع سوال		درست	نادرست
	پوشش نما و رو کاریها			
۱۹	پوشش نما و روکاریها بطور مناسبی به دیوارهای قاب بندی شده خارجی ساختمان برای تحمل نیروهای داخل و خارج صفحه مهار شده اند.		√	
۲۰	رو کاریهای از نوع صفحات سنگی یا مصالح بنایی (نظیر لایه نمایی آجر سفال ۳ سانتی) بوسیله بستهای ضد زنگ در فواصل حداکثر ۶۰ سانتیمتری یا حداقل یک بست در هر ۰/۲۵ مترمربع به سیستم نگهدارنده پشتی مهار شده اند		NA	
۲۱	در مواردی که پانلهای چند طبقه نما به دیافراگم های کف و سقف مهار شده اند، اتصالات مهاری آنها تحمل تغییرمکان نسبی طبقات را دارد.			√
۲۲	شیشه های ساختمان بطور مناسبی از فریم ایزوله شده اندکه تحمل تغییرمکان نسبی طبقه بدون خرد شدن را دارد.			√
۲۳	خسارت قابل توجهی در نما سازی دیوارهای پیرامونی ساختمان به دلیل تراوش آب یا تغییر شکلهای ناشی از تغییرات درجه حرارت وجود ندارد.		√	
	دست اندازها، جان پناه ها و دودکشها			
۲۴	دست اندازها و جان پناهها با مصالح بنایی غیر مسلح، ارتفاع آزادی بیش از ۲/۵ برابر ضخامتشان، از تراز بام قرار گرفته روی آن ندارند.		√	
۲۵	کلیه دست اندازهای پشتی با نسبت ارتفاع به ضخامت بیش از ۲/۵ دارای آرماتورهای عمودی هستند.		NA	
۲۶	کلیه جان پناهها و دست اندازها و سایر قسمتهایی که بطور عمودی از بام ساختمان و یا بطور افقی از دیوارهای پیرامونی بصورت طره ای ادامه یافته اند، بخوبی به تکیه گاههایشان مهار شده اند.		√	
۲۷	دودکشهای با مصالح بنایی غیرمسلح که نسبت ارتفاع به کوچکترین بعد مقطع آنها از دو بزرگتر باشد، وجود ندارد.		√	
۲۸	دودکش ها به طور مناسبی به سقف مهار شده اند.		NA	
	تاسیسات مکانیکی و برقی			
۲۹	نوع سیستم گرمایش	شوفاژ		
۳۰	نوع سیستم سرمایش	ندارد		
۳۱	سوخت مصرفی	گاز شهری		
۳۲	کلیه تجهیزات و تابلوهای برق روشنایی اضطراری و غیره برای تحمل نیروهای قائم و افقی زلزله بطور کامل مهار شده اند.		NA	
۳۳	چراغهای آویزان بطور مناسب مهار شده اند.		NA	
۳۴	تجهیزات امدادی و اضطراری طوری تعبیه شده اند که پس از وقوع زلزله قابل بهره برداری هستند.			√
۳۵	لوله های بزرگ موجود در سازه و متصل به آن در برابر نیروهای زلزله وارده مهار شده اند.		NA	
۳۶	دستکهای نگه دارنده لوله ها دارای مهار و مقاومت کافی هستند.		NA	
۳۷	سوراخ عبور لوله ها از دیوارها حداقل دارای قطری بیش از ۵ سانتیمتر نسبت به قطر لوله ها هستند.		√	
۳۸	لوله ها و داکتها از محل درزهای لرزه ای سازه با استفاده از اتصالات انعطاف پذیر عبور نموده اند.		NA	

ملاحظات دیگر:

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

و- اجزای غیر سازه ای

ردیف	نوع سوال		درست	نادرست
	تجهیزات و وسایل داخلی اتاق			
۳۹	قفسه ها، مخازن، قابلها و کتابخانه ها با نسبت ارتفاع به عرض بیش از ۳ به کف و دیوارها و دیوارها مهار شده اند.			√
۴۰	قفسه هایی که در کنار یکدیگر قرار دارند به یکدیگر متصل شده اند.			√
۴۱	کامپیوترها، تلویزیون ها و ... در مقابل واژگونی مهار شده اند.			√

ملاحظات دیگر:

بهسازی لرزه ای | فرم های ارزیابی اولیه

و-سیستم ایمنی ساختمان

ردیف	نوع سوال	درست	نادرست
	راههای دسترسی و ایمنی ساختمان		
۱	تعداد ساکنین حدوداً ۱۰۰۰ نفر		
۲	ساختمان دارای خروجی اضطراری می باشد.		√
۳	در هنگام وقوع بحران، راههای خروجی اضطراری، جوابگوی نیروهای موجود می باشند.		√
۴	در صورت تخریب ساختمان راه دسترسی به آن وجود دارد.	√	
۵	کلیه قطعات نما، سر درب ورودی، و سایر قسمتهایی که در روی راههای خروجی ساختمان قرار دارند، بطور مناسبی به سازه مهار شده اند.		√
۶	سقفهای کاذب از نوع لوح های خشکه چینی و کاشی ها که در خروجیها و یا سرسراها بکار رفته اند با بستهای خاص مهاربندی شده اند.	NA	
۷	در راه پله ها هیچگونه لوله گذاری یا تجهیزات غیر ضروری برای ایمنی جانی وجود ندارد.	√	
۸	سیستم اطفاء حریق وجود دارد.	√	
۹	سیستم اعلام حریق وجود دارد.		√
۱۰	در ساختمان پله خور وجود ندارد.		√
۱۱	محل استقرار برق اضطراری در خارج ساختمان قرار دارد.	NA	

ملاحظات دیگر:

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

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

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

53

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه عکس از ساختمان

نمای شمالی ساختمان

نمای شرقی ساختمان

54

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه عکس از ساختمان

سقف ساختمان

اتصالات و اعضای ساختمان

55

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه عکس از ساختمان

وجود ترک در دیوارها و سقف

وجود رطوبت

56

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه عکس از ساختمان

عدم مهار اثاثیه ساختمان

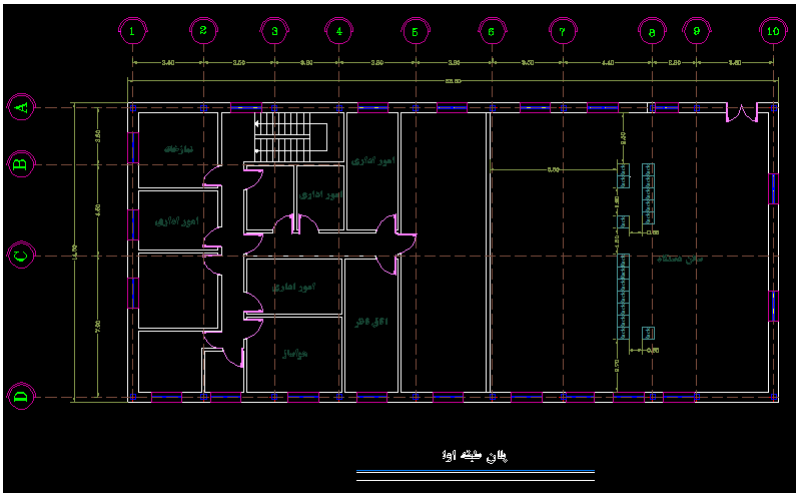
نمونه ای ازخرابیها و آثار فرسودگی در ساختمان

57

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه نقشه چون ساخت ساختمان

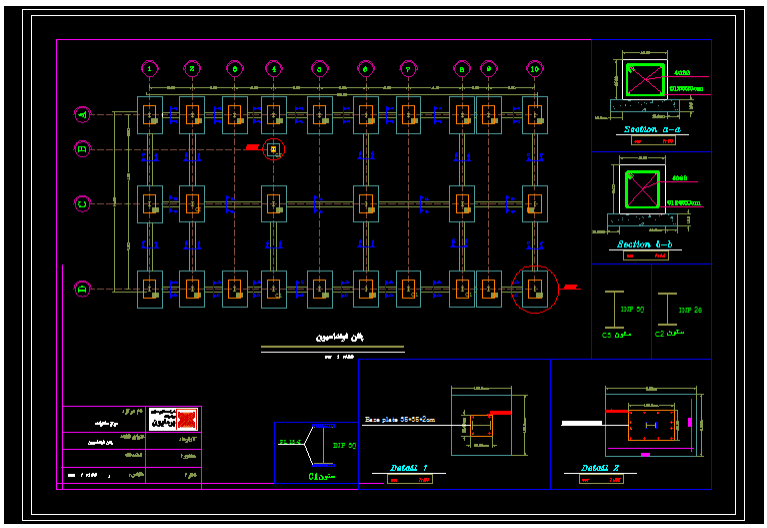
58

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه نقشه چون ساخت ساختمان



59

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه نقشه چون ساخت ساختمان



تهیه نقشه های ازبیلت در این سطح نیاز به عملیات سونداژ از ساختمان دارد.

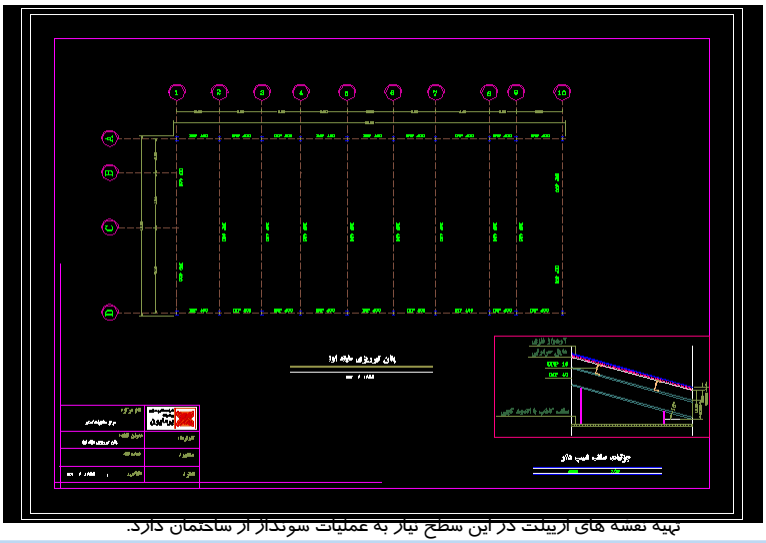
60

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه نقشه چون ساخت ساختمان

تهیه نقشه های ازبیلت در این سطح نیاز به عملیات سونداژ از ساختمان دارد.

61

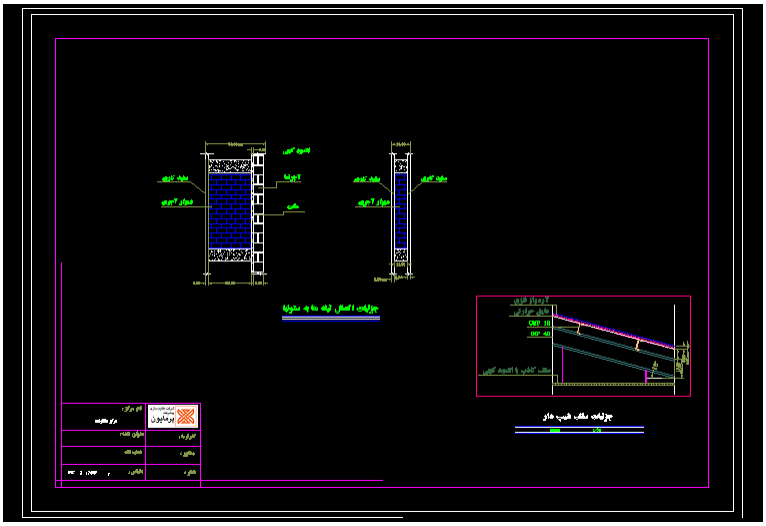
مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه نقشه چون ساخت ساختمان



تهیه نقشه های ازبیلت در این سطح نیاز به عملیات سونداژ از ساختمان دارد.

62

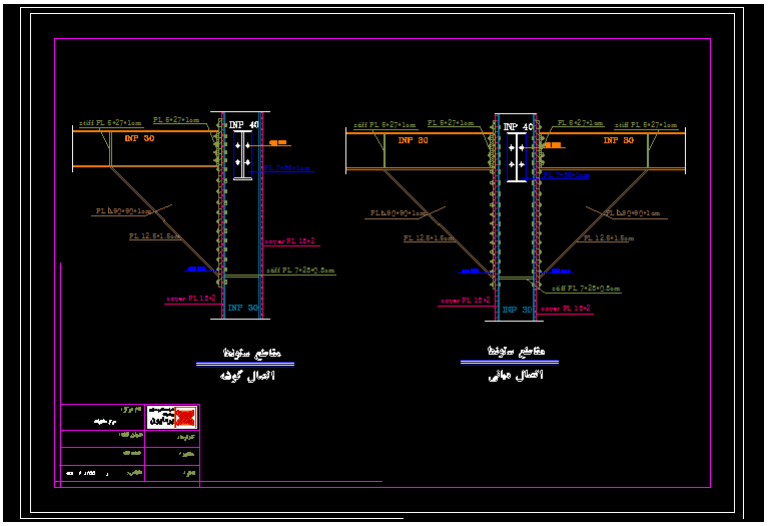
مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه نقشه چون ساخت ساختمان



تهیه نقشه های ازبیلت در این سطح نیاز به عملیات سونداژ از ساختمان دارد.

63

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه نقشه چون ساخت ساختمان



تهیه نقشه های ازبیلت در این سطح نیاز به عملیات سونداژ از ساختمان دارد.

64

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

بازدید مکرر از سازه

آزمایش ژئوتکنیک به منظور بررسی نوع خاک محل و احتمال بروز مخاطرات ژئوتکنیکی

آزمایش تعیین محل و مقاطع تیر و ستون و نوع فونداسیون به کار رفته در ساختمان

مغزه گیری از بتن جهت تعیین مقاومت فشاری بتن مصرفی

آزمایش های کشش میلگرد و کشش ورقهای فولادی تهیه شده از اعضای ساختمان

بررسی کیفیت اجرای تیر ها و ستون ها،دیوار برشی ،سیستم سقف،پوشش بتن روی میلگرد ها،قطع و پیوستگی میلگرد ها

مقاومت برش ملات مصرفی

نتایج آزمایش های فوق طی گزارش خدمات جنبی ساختمان توسط شرکتهای با گرید ژئوتکنیک ارائه می شوند.

65

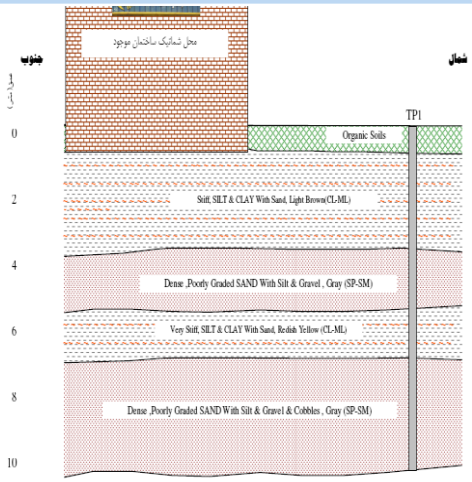
مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین مشخصات ساختگاه

عملیات میدانی و لایه‌های زیرسطحی در چال شناسایی

66

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

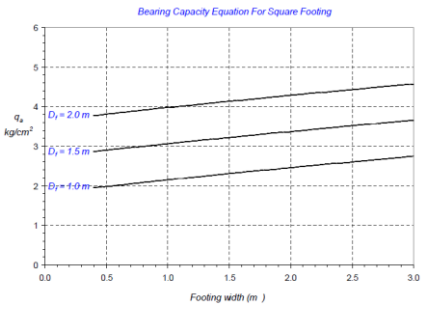


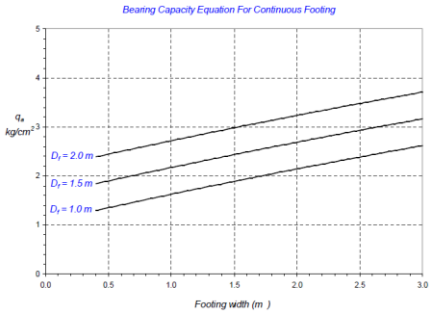
تعیین شرایط زیر سطحی عمومی محل مورد مطالعه

67

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین مقاومت مجاز خاک





68

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین پیکربندی ساختمان

نمونه ای از مشاهدات فونداسیون

69

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین پیکربندی ساختمان

عملیات سونداژ ساختمان

70

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین پیکربندی ساختمان

عملیات سونداژ سقف ساختمان

71

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

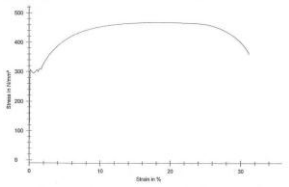
روش های بررسی وضعیت داخلی بتن تیر ها و ستون ها

1) روش غیر مخرب (چکش اشمیتس و...) :
برحسب میزان برگشت چکش(میله)مقاومت اعضا تعیین میگردد.
مشکلات استفاده از چکش اشمیتس:
- 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)

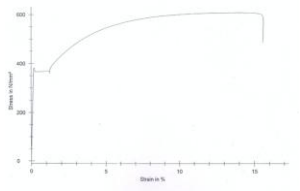
72

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی مصالح بر اساس آزمایش



نتایج آزمایش کشش ورق



نتایج آزمایش کشش آرماتور

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

الف)فولاد های طولی :

انتهای تقویتی

میبایست از منتهی الیه قسمت تقویتی نه از میلگرد های سراسری در مقاطع بزرگ(ترجیحا از ¼ طول دهانه) یا از وسط دهانه در بالای تیر

ب)فولاد عرضی (خاموت یا تنگ): از وسط نمونه برداشت شود. در مقطع عرضی میلگرد ها از قسمت گوشه نمونه برداشت نشود. فولاد عرضی در تیرها باید ازوسط تیرها قسمتی که ممان ماکزیمم(برش حداقل) است برداشت شود(ازنقاطی که پوشش بتن روی آن کم است). نباید از محل گره ها نمونه برداری انجام گیرد و به هیچ وجه نباید از میلگرد های سراسری(حداقل) برداشت شود.

73

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی مصالح بر اساس آزمایش

مقاومت فشاری بتن با مغزه‌گیری از اعضاء سازه

روش مغزه گیری بتن :

برای داشتن نمونه های استاندارد باید ارتفاع نمونه ها از دو برابر قطر آن بزرگتر باشد.

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

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

در تیر ها بهترین مقطع برای نمونه برداری در یک چهارم طول دهانه نزدیک تکیه گاه میباشد.

در مقطع عرضی بهترین جا برای نمونه گیری نزدیک تار خنثی میباشد زیرا در تار خنثی تنش به بتن وارد نمی آید.

همچنین مغزه گیری از بتن را میتوان از بتن روی تیرچه ها انجام داد تا به باربری تیر یا ستون سازه هم لطمه وارد نیاید.

74

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی مصالح بر اساس آزمایش

آزمایش تعیین برش ملات

75

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

اطلاعات جمع آوری شده از وضعیت ساختمان، بسته به دامنه اطلاعات، میزان و نحوهٔ بدست آوردن و سایر موارد دیگر در سه سطح اطلاعات "حداقل"، "متعارف " و"جامع" بشرح ذیل دسته بندی می شوند.

سطح اطلاعات حداقل

سطح اطلاعات متعارف

سطح اطلاعات جامع

76

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

سطح اطلاعات حداقل در ساختمانهای فولادی

در صورتی که مشخصات مصالح در دفترچه ی محاسبات یا نقشه های اجرایی موجود باشد این مقادیر را می توان به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح در سطح اطلاعات حداقل در نظرگرفت. در غیر این صورت جمع آوری مشخصات مصالح باید طبق سطح اطلاعات متعارف یا جامع صورت گیرد.

77

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

سطح اطلاعات حداقل در ساختمانهای بتنی

در صورتی که مشخصات مصالح در دفترچه ی محاسبات یا نقشه های اجرایی موجود باش ند، برای آرماتو ر این مقادیر را می توان به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح در سطح اطلاعات حداقل درنظرگرفت. در مورد بتن در صورتی می توان از مقادیر دفترچه محاسبات یا نقشه های اجرایی برای سطح اطلاعات حداقل استفاده نمود که با استفاده از آزمایشهای غیر مخرب نظیر چکش اشمیت نسبت به یکنواختی مصالح اطمینان حاصل شود و یا مدارک فنی معتبر دال بر انجام آزمایش در زمان ساخت موجود باشد . در غیر این صورت جمع آوری مشخصات مصالح باید طبق سطح اطلاعات متعارف یا جامع صورت گیرد.

78

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

سطح اطلاعات متعارف در ساختمانهای فولادی

حداقل تعداد آزمایش های لازم برای تعیین مقاومت تسلیم و مقاومت کششی مصالح فولادی در یک برنامه جمع آوری اطلاعات درسطح متعارف باید براساس ضوابط زیر باشد:

-1 اگر مد ا رک فنی معتبر حاوی گزارش آزمایش مصالح موجود باشد نیاز به انجام آزمایش اضافی نمی باشد و می توان از مقادیر مقاومت ذکر شده در مدارک به طور مستقیم استفاده نمود.
-2 در صورت نبود گزارش آزمایش مصالح ، انجام حداقل یک آزمایش کشش از هر نوع از اعضای سازه (تیر، ستون، بادبند، اجزای تقویت) و اجزای اتصالات که حتی المقدور از اعضای تکرار شونده انتخاب می شوند، لازم می باشد.
در صورت صلا ح دید مهندس بهساز، تعداد آزمایش های مخرب می تواند با جایگزینی آن ها با آزمایش های غیرمخرب مناسب،براساس ضوابط پیوست 2 دستورالعمل، کاهش داده شود.

79

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

سطح اطلاعات متعارف در ساختمانهای بتنی

حداقل تعداد آزمایش های لازم برای تعیین مشخصات بتن و میلگرد در یک برنامه جمع آوری اطلاعات در سطح متعارف باید براساس ضوابط زیر باشد:

1 برای تعیین مقاومت طراحی بتن، حداقل دو مغزه باید از هر نوع عضو گرفته شود. حداقل تعداد مغزه در کل ساختمان در این حالت 6 نمونه می باشد.
-2 در صورتی که مقاومت مشخصه میلگردهای فولادی طبق مدارک معتبر حاوی گزارش آزمایش مصالح معلوم باشد می توان از مشخصات اسمی یا طراحی مصالح بدون نیاز به انجام آزمایش استفاده کرد. اما در صورتی که مقاومت مشخصه میلگردهای فولادی معلوم نباشد حداقل دو نمونه گیری باید از آرماتورهای به کاررفته در ساختمان جهت آزمایش انجام شوند.
در صورت صلا ح دید مهندس بهساز، تعداد آزمایش های مخرب می تواند با جایگزینی آن ها با آزمایش های غیرمخرب مناسب،براساس ضوابط پیوست 2 دستورالعمل، کاهش داده شود.

80

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

سطح اطلاعات جامع در ساختمانهای فولادی

حداقل تعداد آزمایش های لازم جهت تعیین مقاومت تسلیم و مقاومت کششی مصالح فولادی در یک برنامه ی جمع آوری اطلاعات در سطح جامع باید براساس ضوابط زیر باشد:

1- اگر مدارک فنی معتبر حاوی گزارش آزمایش مصالح موجود باشد انجام حداقل دو آزمایش کشش از هر نوع از اعضای سازه (تیر، ستون، بادبند، اجزای تقویت) و اجزای اتصالات که حتی المقدور از اعضای تکرارشونده انتخاب می شوند، لازم می باشد؛
2- در صورت نبود گزارش آزمایش مصالح و یا این که گزارش آزمایش مغایر با نتایج مندرج در مدارک فنی باشد، انجام حداقل سه آزمایش کشش در هر چهار طبقه از ساختمان از هر نوع از اعضای سازه (تیر، ستون، بادبند، اجزای تقویت) و اجزای اتصالات که حتی المقدور از اعضای تکرارشونده انتخاب می شوند، لازم می باشد.

در صورت صلا ح دید مهندس بهساز، تعداد آزمایش های مخرب می تواند با جایگزینی آن ها با آزمایش های غیرمخرب مناسب، براساس ضوابط پیوست 2 دستورالعمل، کاهش داده شود.

81

مراحل بهسازی لرزه ای | تهیه اطلاعات تفصیلی از ساختمان

سطح اطلاعات جامع در ساختمانهای بتنی

از هر نوع عضو بتنی (ستون، تیر، دیوار برشی، دیافراگم و غیره) باید حداقل سه مغزه گرفته و مورد آزمایش فشاری واقع شوند. حداقل تعداد آزمایش مورد نیاز برای تعیین مقاومت بتن در یک ساختمان، با در نظرگرفتن شرایط ذکرشده دراین بخش 6 نمونه می باشد.

اگر مشخصات مورد نیاز آرماتورها در مدارک فنی ساختمان حاوی گزارش آزمایش مصالح داده شده باشد حداقل سه نمونه به طور تصادفی از هر نوع عضو سازه ای (مثلا ستون ها، دال ها، دیوارها و تیرها) برداشته شود و مورد آزمایش قرار گیرد.

اگر مدارک فنی ساختمان موجود نباشد اما معین شود که جنس و مشخصات آرماتورهای به کاررفته در ساختمان یکسان است، در این صورت از هر نوع عضو ساز ه ای (مثل تیرها یا دیوارها) دست کم 3 نمونه به طور تصادفی به ازای هر سه طبقه از ساختمان گرفته شود. در صورتی که یکسان بودن جنس و مشخصات آرماتورهای به کاررفته در ساختمان مورد تردید باشد، تعداد نمونه گیری به 6 عدد برای هر نوع عضو سازه ای به ازای هر سه طبقه از ساختمان افزایش می یابد.

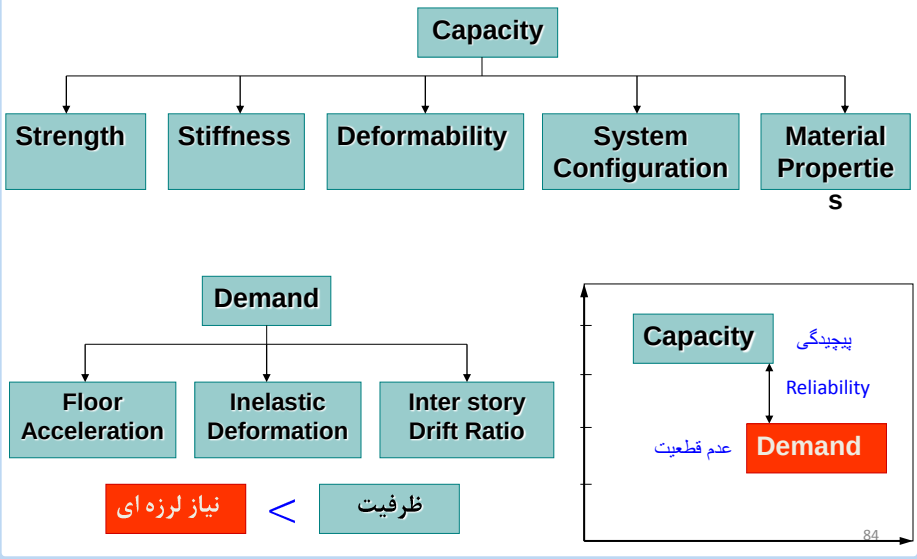
82

بخش سوم

مفاهیم بهسازی لرزه ای

83

مفاهیم | فلسفه طرح لرزه ای



84

مفاهیم | روشهای طراحی لرزه ای

روش طراحی لرزه ای بر اساس نیرو

روش کنونی آیین نامه های زلزله

(V=ABI/R)

روش طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد

روش جدید طراحی در آیین نامه های زلزله آینده

روش بکار گرفته شده در بهسازی لرزه ای سازه ها

85

مفاهیم | تاریخچه طراحی لرزه ای

طراحی لرزه‌ای سازه‌ها در سال‌های اخیر دچار تحولات اساسی شده است. عمده‌ترین تحول در این رابطه تغییر نگاه‌ها از «طراحی بر اساس مقاومت» به «طراحی بر اساس عملکرد» بوده است. در 70 سال اخیر- دوره‌ای که آئین‌نامه‌های ساختمانی رعایت ضوابط لرزه‌ای را در طراحی ساختمان‌ها الزامی نموده‌اند- «مقاومت» و «عملکرد» اساساً مفهوم واحدی تلقی شده اند. با این وصف طی 25 سال اخیر تحولاتی در این زمینه صورت گرفته است. در این مدت، این دیدگاه مطرح شده است که افزایش مقاومت لزوماً سبب افزایش ایمنی در سازه و کاهش خرابی نمی‌شود. برای مثال در دهه 1970 در نیوزیلند مبانی طراحی بر اساس ظرفیت با تشخیص این واقعیت که توزیع مقاومت در یک سازه اهمیت بیشتری نسبت به قدرمطلق مقاومت برش پایه سازه دارد، توسعه یافت. طی مطالعات گذشته و نیز مشاهدات صورت گرفته در زلزله‌های گذشته مشخص شد که چنانچه مفاصل پلاستیک در تیرها و نه در ستون‌ها تشکیل شود (مکانیزم تیر ضعیف-ستون قوی) قاب عملکرد بسیار بهتری تحت بارگذاری لرزه‌ای خواهد داشت. همچنین برای دستیابی به چنین عملکردی لازم است که مقاومت برشی اعضا از برش متناظر با مقاومت خمشی عضو فراتر رود. دو مطلب فوق را می‌توان نقطه آغاز «طراحی لرزه‌ای بر مبنای عملکرد» دانست که بر اساس آنها عملکرد ساختمان تابعی از فرآیند طراحی خواهد بود.

86

مفاهیم | روش طراحی بر اساس نیرو

الف) تخمین ابعاد اعضا و در ادامه سختی ارتجاعی.

ب) تخمین پریود سازه‌ای سیستم.

ج) بدست آوردن شتاب پاسخ ارتجاعی حداکثر از روی پریود سازه‌ای و طیف طراحی شتاب ارتجاعی، طیف انتخابی اساساً تابعی از تاریخچه لرزه‌خیزی منطقه و خصوصیات خاک ساختگاه می‌باشد (B).

د) بکار بردن شتاب حداکثر برای بدست آوردن نیروهای طراحی(A) .

ه) کاهش نیروهای طراحی با استفاده از ضریب کاهش نیرو (R).

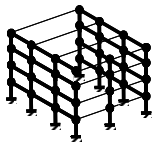
و) کنترل تغییر مکان‌ها (Drift).

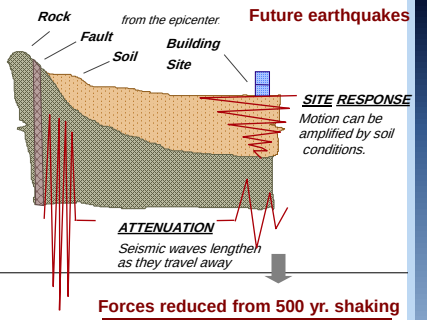
مفاهیم | روشهای طراحی لرزه ای

Traditional code design procedures:

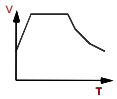
Bridge

Elastic structural model





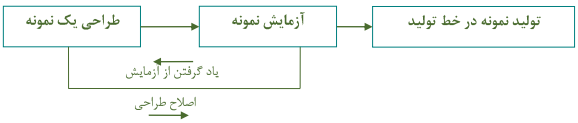
Forces reduced from 500 yr. shaking



Elastic forces < the component capacities

مفاهیم | روش طراحی بر اساس عملکرد

یکی از پیشرفت های مهم در طراحی لرزه ای که در سال های اخیر به طور چشمگیری توسعه یافته است تاکید بر طراحی مبتنی بر حالات حدی بوده است که امروزه طراحی بر اساس عملکرد (Performance Based Design Methods) نامیده می شود. هدف از طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد این است که طراحان را قادر سازد تا سازه هایی را طراحی کنند که عملکرد قابل پیش بینی در برابر زلزله داشته باشد. این روش از دیر باز در روند تولید صنعتی یک محصول بخوبی شناخته شده بود و مورد استفاده قرار می گرفت. به عنوان مثال در تولید اتومبیل، کشتی، هواپیما و موارد مشابه آنها روند طراحی و تولید بر اساس طراحی نمونه یا نمونه هایی و سپس آزمایش آنهاست. با آزمایش نمونه ها و درس گرفتن از آنها، فرایند طراحی کاملتر می گردد و پس از اطمینان از عملکرد نمونه ها، به محصول اجازه وارد شده به خط تولید داده می شود.



روش طراحی بر اساس عملکرد

مفاهیم | روش طراحی بر اساس عملکرد

به نظر می رسد، انجام چنین فرایندی در طراحی ساختمانها کمی پیچیده باشد. چرا که ساخت ساختمانها از یک الگوی ثابت حاکم بر خط تولید یک محصول پیروی نمی کند و عوامل موثر بر عملکرد ساختمان بسیار فراوان و پیچیده هستند. از طرفی انجام آزمایش بر روی ساختمانها نیازمند منتظر ماندن به وقوع زلزله ها در آینده و درس گرفتن ار رفتار آنها در برابر زلزله های غیر قابل پیش بینی می باشد. مهندسی زلزله بر اساس عملکرد یک منطق قابل قبول است که جهت عملی شدن آن راه زیادی باقی مانده است و هدف آن طراحی سازه هایی است که مطابق خواسته های کارفرمایان باشند. به هر حال در زمینه طرح لرزه ای ساختمانها طراحی بر اساس عملکرد یک واقعیت و منطق درست است که علاقمندی به پیگیری آن را در محققان این رشته زیاد کرده و روش طراحی بر اساس عملکرد را به عنوان افقی جدید در زمینه پیشرفتهای علم مهندسی زلزله قرار داده است.

مفاهیم | روش طراحی بر اساس عملکرد

در آیین نامه های کنونی، ضریب اهمیت سازه به عنوان یک ضریب در بر گیرنده اهداف عملکردی مطرح شده است. این ضریب تنها یک معیار کیفی برای اهداف عملکردی است و هیچ گونه برآورد کمی از سطوح عملکرد سازه را نشان نمی دهد. در شیوه طراحی بر اساس عملکرد در حقیقت میزان خسارت کمیت بندی و فرموله می شود. از آنجایی که در خرابی سازه میزان کرنشهای بوجود آمده در اعضا و در نتیجه تغییرشکل سازه نقش اساسی دارد از اینرو کمیت بندی خسارت و خرابی سازه بر حسب نیروهای وارد بر آن امکان پذیر نیست و به جای آن استفاده از تغییرمکان سازه اجتناب ناپذیر است. می توان گفت که جابجایی ها معیار مناسبی برای ارزیابی اعضای سازه ای می باشند و لازم است یک شیوه طراحی لرزه ای مطلوب پیشنهاد شود که محدودیت های ذاتی را که در روشهای طراحی لرزه ای موجود وجود دارند، برطرف نماید و مهندس طراح را به پیش بینی میزان خسارت ها جهت تصمیم گیری آگاهانه قادر سازد.

91

مفاهیم | روش طراحی بر اساس عملکرد

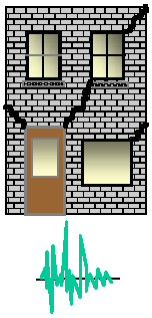
در آیین نامه های زلزله موجود، فلسفه طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس کاهش نیروهای الاستیک وارد بر سازه در طول مدت زمین لرزه بوسیله ضریبی به نام ضریب رفتار یا اصلاح پاسخ سازه می‌باشد. در این آیین نامه ها تغییر مکان سازه مستقیما در طراحی دخالت داده نمی شود و پس از طرح نهایی سازه کنترلی برای تغییرمکان سازه تحت اثر این نیروها صورت می گیرد که از حدود مشخصی تجاوز نکند. بنابراین تغییر مکان به عنوان یک اولویت ثانویه در نظر گرفته می‌شود.

در حالی که تغییر مکان‌های حاصل از نیروهای زلزله به شدت در ارتباط با عملکرد و پاسخ سازه می‌باشند و خرابی سازه مستقیما به این تغییرمکانها وابسته هستند. روشهای کنونی طرح لرزه ای سازه ها که عموما مبتنی بر کاهش نیروهای زلزله در سازه هستند، روشهای طراحی مبتنی بر نیرو (Forced Based Design Methods) نامگذاری می کنند. در مقابل با توجه به مفاهیم جدید و افزایش اطلاعات در زمینه عملکرد سازه ها در برابر زلزله ها روشهای جدید که مبتنی بر در نظر گرفتن تغییرمکانهای سازه به عنوان اولویت اول طراحی می باشند، روشهای طراحی بر اساس جابجایی (Displacement Based Design Methods) می نامند که در آنها جابجایی ها به عنوان یک معیار جهت ارزیابی سازه در روش طراحی بر اساس عملکرد (PBDM) در نظر گرفته می شوند.

92

مفاهیم | تعریف عملکرد

حد قابل قبول محافظت ساختمان از خرابی در برابر بارهای زلزله را عملکرد می گو یند.
به عنوان مثال وقتی می خواهیم ساختمان طوری طراحی شود که در برابر بارهای وارده در طول دوره عمرش خراب نشود، این به عنوان یک عملکرد است.



93

مفاهیم | مقایسه آیین نامه های کنونی با روش طراحی بر اساس عملکرد

آیین نامه های زلزله در آینده

- Multiple performance levels are checked.
- Multiple seismic events are applied.
- May utilize nonlinear analysis.
- Detailed local acceptance criteria
  - For structural elements
  - For nonstructural elements

آیین نامه های زلزله کنونی

- Only a single performance level is checked.
- Only a single seismic event is applied.
- Linear static or dynamic analysis.
- No local acceptance criteria.

94

مفاهیم | هدف بهسازی

هدف بهسازی، انتخاب و در نظر گرفتن سطوح عملکرد مناسب برای اجزای سازه ای و غیر سازه ای ساختمان تحت یک سطح خطر مشخص می باشد.

به زبانی ساده تر یعنی در نظر گرفتن شرایطی که ساختمان بتواند خواسته ها و نیازهای ما را در هنگام بروز بحران (زلزله و...) پاسخگو باشد. (به طور مثال تامین ایمنی جانی افراد مستقر در یک ساختمان تحت زلزله سطح خطر 1)

طراحی در دستورالعمل بهسازی لرزه ای بر مبنای سطوح عملکرد انتخابی برای ساختمان می باشد. برای این منظور لازم است طراح در هماهنگی با صاحب ساختمان سطح عملکرد مورد نظر را انتخاب کند. به همین جهت باید ابتدا سطوح مختلف عملکرد مورد نظر را انتخاب کند. به همین دلیل باید ابتدا سطوح مختلف عملکرد برای صاحب ساختمان تشریح گردد.

95

مفاهیم | سطوح خطر زلزله

سطوح خطر زلزله در تعیین پارامترهای حرکت قوی زمین در سطح زمین به یکی از دو روش استفاده از طیف طرح استاندارد و طیف طرح ویژه ساختگاه صورت می پذیرد.

سطوح خطر به صورت های زیر تقسیم بندی می شوند.

الف) سطح خطر 1:

این سطح خطر بر اساس 10٪ احتمال رویداد در 50 سال که معادل 475 سال است، تعیین می شود. سطح خطر 1 در استاندارد 2800 ایران «زلزله طرح» (DBE) نامیده شده است.

ب) سطح خطر 2:

این سطح خطر بر اساس 2٪ احتمال رویداد در 50 سال که معادل دوره بازگشت 2475 سال است تعیین می شود سطح خطر زلزله–2 به عنوان بیشینه زلزله محتمل (MPE) نامیده می شود.

ج) سطح خطر انتخابی (زلزله با هر احتمال رویداد در 50 سال):

این سطح برای موارد خاص و با ملاحظات ویژه مناسب می باشد.

96

مفاهیم | سطوح عملکرد

دسته بندی سطوح عملکرد در دستورالعمل بهسازی
سطح عملکرد اعضای سازه ای
سطح عملکرد اعضای غیر سازه ای
سطح عملکرد کل ساختمان

مفاهیم | سطوح عملکرد اعضای سازه ای

الف: سطح عملکرد 1- قابلیت استفاده بی وقفه
سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله مقاومت و سختی اجزای سازه تغییر قابل توجهی پیدا نکند و استفاده بی وقفه از آن ممکن باشد.

ب: سطح عملکرد 3- ایمنی جانی
سطح عملکرد ایمنی جانی به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه ایجاد شود، اما میزان خرابیها به اندازه ای نباشد که منجر به خسارت جانی گردد.

پ: سطح عملکرد 5- آستانه فروریزش
سطح عملکرد آستانه فروریزش به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی گسترده در سازه ایجاد گردد، اما ساختمان فرو نریزد وتلفات جانی به حداقل برسد.

ت: سطح عملکرد 6- لحاظ نشده
چنانچه برای عملکرد اجزای سازه ای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد، سطح عملکرد اجزای سازه ای لحاظ نشده نامیده می شود.

سطوح عملکرد میانی عبارتند از:

ث: سطح عملکرد 2- خرابی محدود
سطح عملکرد خرابی محدود به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه به میزان محدود ایجاد گردد، به گونه ایکه پس از زلزله با انجام مرمت بخشهای آسیب دیده ادامه بهره برداری از ساختمان میسر باشد.

ج: سطح عملکرد 4- ایمنی جانبی محدود
سطح عملکرد ایمنی جانبی محدود به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه ایجاد شود، اما میزان خرابیها به اندازه ای باشد که منجر به خسارت جانی حداقل گردد.

مفاهیم | سطوح عملکرد اعضای غیر سازه ای

الف: سطح عملکرد A- خدمت رسانی بی وقفه
سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود اجزای غیرسازه ای در اثر زلزله دچار خرابی بسیار جزیی شوند، به گونه ای که خدمت رسانی ساختمان بطور پیوسته انجام شود.

ب: سطح عملکرد B- قابلیت استفاده بی وقفه
سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود اجزای غیرسازه ای در اثر زلزله دچار خرابی جزیی شوند به گونه ای که پس از زلزله راههای دسترسی و فرار مانند درها، راهروها، پله ها، آسانسورها و روشنایی آنها مختل نشده و استفاده از ساختمان بی وقفه میسر باشد.

پ: سطح عملکرد C- ایمنی جانی
سطح عملکرد ایمنی جانی به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود خرابی اجزای غیر سازه ای در اثر زلزله خطر جدی برای جان ساکنین بوجود نیاورد.

ت: سطح عملکرد D- ایمنی جانی محدود
سطح عملکرد ایمنی جانی محدود به سطح عملکردی اطلاق میگردد که پیش بینی شود خرابی اجزای غیر سازه ای در اثر زلزله به اندازه ای باشد که خسارت جانی حداقل گردد.

ث: سطح عملکرد E- لحاظ نشده
چنانچه برای عملکرد اجزای غیر سازه ای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد، سطح عملکرد اجزای غیر سازه ای لحاظ نشده نامیده می شود.

99

مفاهیم | سطوح عملکرد کل ساختمان

الف: سطح عملکرد ((خدمت رسانی بی وقفه)) (1-A)
ساختمانی دارای سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه است که اجزای سازه ای آن دارای سطح عملکرد 1 (قابلیت استفاده بی وقفه) و اجزای غیر سازه ای آن دارای سطح عملکرد A(خدمت رسانی بی وقفه) باشند.

ب: سطح عملکرد ((قابلیت استفاده بی وقفه)) (1-B)
ساختمانی دارای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه است که اجزای سازه ای آن دارای سطح عملکرد 1 (قابلیت استفاده بی وقفه) و اجزای غیر سازه ای آن دارای سطح عملکرد B(قابلیت استفاده بی وقفه) باشند.

پ: سطح عملکرد ((ایمنی جانی)) (3-C)
ساختمانی دارای سطح عملکرد ایمنی جانی است که اجزای سازه ای آن دارای سطح عملکرد 3 (ایمنی جانی) و اجزای غیر سازه ای آن دارای سطح عملکرد C (ایمنی جانی) باشند.

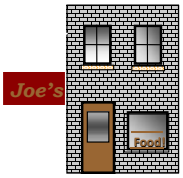
ت: سطح عملکرد((آستانه فرو ریزش))(5-E)
ساختمانی دارای سطح عملکرد آستانه فرو ریزش است که اجزای سازه ای آن دارای سطح عملکرد 5 (آستانه فرو ریزش) باشند. در این حالت محدودیتی برای سطح عملکرد اجزای غیر سازه ای وجود ندارد. (سطح عملکرد لحاظ نشده E).

100

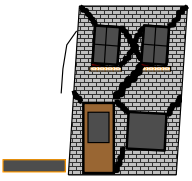
مفاهیم | سطوح عملکرد کل ساختمان

Operational

Life Safety

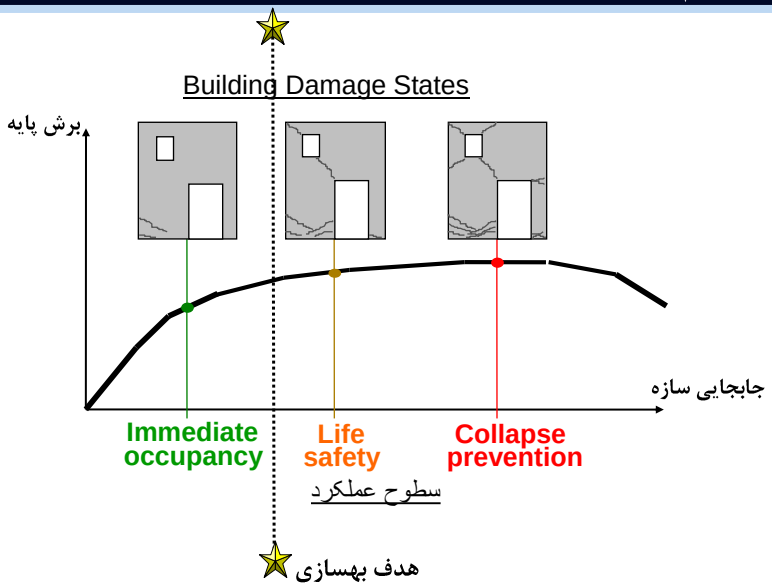


Immediate Occupancy



Collapse Prevention

مفاهیم | سطوح عملکرد کل ساختمان



مفاهیم | سطوح عملکرد کل ساختمان

سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای	سطوح عملکرد ساختمان				
	قابلیت استفاده بی‌وقفه S-1	خرابی محدود S-2	ایمنی جانی S-3	ایمنی جانی محدود S-4	آستانه فروریزش S-5	لحاظ نشده S-6
خدمت رسانی بی‌وقفه N-A	خدمت رسانی بی‌وقفه A-1	A-2	*	*	*	*
قابلیت استفاده بی‌وقفه N-B	قابلیت استفاده بی‌وقفه B-1	B-2	B-3	*	*	*
ایمنی جانی	C-1	C-2	ایمنی جانی C-3	C-4	C-5	C-6
ایمنی جانی محدود N-D	*	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6
لحاظ نشده N-E	*	*	*	E-4	آستانه فروریزش E-5	نیازی به بهسازی

سطوح عملکرد که با علامت * نشان داده شده است دارای اختلاف زیاد بین سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیره سازه‌ای می‌باشند به همین جهت توصیه نمی‌شوند.

مفاهیم | وضعیت خسارت در سطوح عملکرد ساختمان

	سطح عملکرد ساختمان			
	خدمت رسانی بی‌وقفه (A -1)	قابلیت استفاده بی‌وقفه (B -1)	ایمنی جانی (C -3)	آستانه فروریزش (E -5)
خسارت کلی ساختمان	بسیار کم	کم	متوسط	شدید
اعضای سازه‌ای	سختی و مقاومت اعضا تقریباً تغییری نمی‌کند تغییر شکل ماندگار و ترک خوردگی در اعضا ایجاد نمی شود.	سختی و مقاومت اعضا تقریباً تغییری نمی‌کند. تغییر شکل ماندگار و ترک‌خوردگی در اعضا ایجاد نمی شود.	سختی و مقاومت باقیمانده در تمام طبقات وجود دارد. سیستم باربر ثقلی عمل می‌کند. گسیختگی دیوارها خارج از صفحه آنها رخ نمی‌دهد. تغییر شکل ماندگار در سازه وجود دارد.	سختی و مقاومت باقیمانده ناچیز ولی ستونها و دیوارها عمل می‌کنند. تغییر شکلهای ماندگار زیاد است. دیوارها ودست‌اندازهای مهار نشده گسیخته می‌شوند. ساختمان در آستانه فروریزش است.
اعضای غیر سازه‌ای	تمام سیستم‌های لازم برای عملکرد ساختمان فعال باقی می‌مانند دیوارهای داخلی و نما و سقفها ترک نمی‌خورند خرابی‌های ناچیز ایجاد شده و سیستم تاسیسات و برق رسانی فعال باقی می‌مانند.	آسانسورها قابل استفاده مجدد باقی می‌مانند. تجهیزات اتفاء حریق قابل استفاده هستند. تاسیسات ساختمان دچار خرابی ناچیز می‌شوند به گونه‌ای که با تعمیر جزیی قابل استفاده می‌شوند.	از خطرات فروریزش اشیا جلوگیری می شود اما بسیاری از تاسیسات ساختمان و عناصر معماری صدمه می‌بینند.	خرابی گسترده در اعضای غیر سازه‌ای ایجاد می شود.

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

مفاهیم | سطح عملکرد و خرابی پیش بینی شده برای اعضای قائم سازه‌ای

		سطح عملکرد ساختمان		
نوع سازه	نوع عضو و تغییر مکان	قابلیت استفاده بی وقفه (S -1)	ایمنی جانی (S -3)	آستانه فرو ریزش (S -5)
قاب خمشی فولادی	اعضای غیر اصلی	ـ مانند اعضای اصلی	ـ تابیدگی زیاد در تیرها و ستونها ـ گسیختگی متعدد در اتصالات خمشی (اتصالات برشی سالم می‌مانند)	مانند اعضای اصلی
	تغییر مکان جانبی گذرا	0/7 درصد	2/5 درصد	5 درصد
	تغییر مکان جانبی ماندگار	ناچیز	1 درصد	5 درصد
قاب فولادی مهاربندی شده	اعضای اصلی	ـ تسلیم یا کمانش جزئی مهاربندیها	ـ تسلیم یا کمانش بسیاری از مهاربندها در حالیکه هنوز باربری دارند ـ خرابی تعدادی از اتصالات	ـ تسلیم، یا کمانش یا گسیختگی بسیاری از مهاربندها ـ گسیختگی اتصالات مهاربندها
	اعضای غیر اصلی	مانند اعضای اصلی	مانند اعضای اصلی	مانند اعضای اصلی
	تغییر مکان جانبی گذرا	0/5 درصد	1/5 درصد	2 درصد
	تغییر مکان جانبی ماندگار	ناچیز	0/5 درصد	2 درصد

105

مفاهیم | سطح عملکرد و خرابی پیش بینی شده برای اعضای افقی سازه‌ای

	سطح عملکرد اعضای سازه‌ای		
عضو سازه‌ای	قابلیت استفاده بی وقفه (S -1)	ایمنی جانی (S -3)	آستانه فرو ریزش (S -5)
دیافراگم عرشه فولادی	ـ اتصال دیافراگم به قاب بدون خرابی ـ اعوجاج کم در دیافراگم	ـ گسیختگی موضعی جوشهای اتصال دیافراگم به قاب و به یکدیگر ـ کمانش جزیی موضعی دیافراگم	ـ اعوجاج و کمانش گسترده در دیافراگم ـ پاره شده جوشهای اتصال قطعات به یکدیگر
دیافراگم بتنی	ـ ترکهای موئین پراکنده ـ ترکهای موضعی با عرض کوچکتر از 3 میلیمتر	ـ ترکهای گسترده با عرض کمتر از 6 میلیمتر ـ خرد شدن موضعی دیافراگم	ـ ترکهای گسترده همراه با جابجایی قابل ملاحظه در محل ترکها
دیافراگم پیش ساخته	ـ ترکهای جزئی در محل اتصالات	ـ ترکهای گسترده با عرض کمتر از 6 میلیمتر ـ خرد شدن موضعی دیافراگم	ـ گسیختگی اتصال بین قطعات ـ جابجایی قطعات نسبت به یکدیگر ـ خرابی در محل اتصالات

106

مفاهیم | سطح عملکرد و خرابی پیش بینی شده برای اعضای غیر سازه‌ای (اجزاء معماری)

عضو	سطح عملکرد اعضای غیر سازه‌ای			
	خدمت رسانی بی وقفه (N-A)	قابلیت استفاده بی وقفه (N-B)	ایمنی جانی (N-C)	ایمنی جانی محدود (N-D)
دیوارهای داخلی، تیغه‌بندی	ـ ترک به عرض کمتر از 1/5 میلیمتر در بازشوها ـ خرابی موضعی و جزئی در گوشه‌ها	ـ ترک به عرض کمتر از 1/5 میلیمتر در بازشوها ـ خرابی موضعی و جزئی در گوشه‌ها	ـ خرابی گسترده ـ ترکهای بزرگ	ـ خرابی گسترده ـ ترکهای بزرگ
سقفها	ـ خرابی ناچیز ـ جابجایی پانل‌های مجزا از یکدیگر ترک در سقفهای سخت	ـ خرابی جزئی بهم ریختن پانل‌های مجزا از یکدیگر ـ افتادن بعضی پانل‌ها ـ ترک در سقفهای سخت	ـ خرابی گسترده ـ افتادن پانل ـ ترک در سقفهای سخت	ـ خرابی گسترده ـ افتادن پانل ـ ترک در سقفهای سخت
دیوار دست انداز	ـ خرابی جزئی	ـ خرابی جزئی	ـ خرابی گسترده ـ ریزش در محلهای کم ازدحام	ـ خرابی گسترده ـ ریزش در محلهای کم ازدحام
دودکش‌ها	ـ خرابی ناچیز	ـ خرابی جزئی	ـ خرابی گسترده بدون فرو ریختن	ـ خرابی گسترده بدون فرو ریختن
پله ها	ـ خرابی ناچیز	ـ خرابی جزئی	ـ ترک در دال کف ـ قابل استفاده	ـ خرابی گسترده ـ غیر قابل استفاده
درها	ـ خرابی جزئی ـ قابل استفاده	ـ خرابی جزئی ـ قابل استفاده	ـ خرابی گسترده ـ بعضی درها تاب بر می‌دارند	ـ خرابی گسترده ـ تعداد زیادی از درها تاب بر می‌دارند

مفاهیم | سطح عملکرد و خرابی پیش بینی شده در اعضای غیر سازه‌ای (اجزاء تاسیسات مکانیکی و برقی)

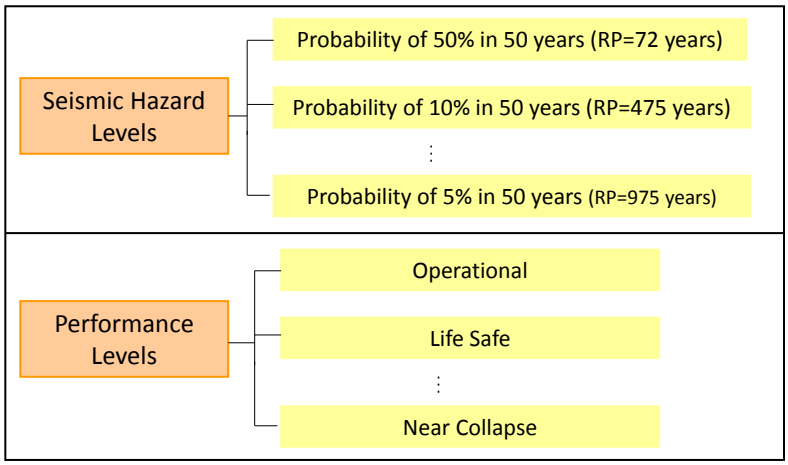
عضو	سطح عملکرد اعضای غیر سازه‌ای			
	خدمت رسانی بی وقفه (N-A)	قابلیت استفاده بی وقفه (N-B)	ایمنی جانی (N-C)	ایمنی جانی محدود (N-D)
تأسیسات HVAC	ـ فعال ـ منبع انرژی در شرایط اضطراری تامین است	ـ اکثراً فعالند اگر منبع انرژی تامین گردد	ـ روی تکیه‌گاهها جابجا می‌شوند ـ کانالها و لوله‌های متصل جدا شده اما فرو نمی‌ریزند	ـ اکثراً غیر فعالند ـ روی تکیه‌گاهها جابجا یا واژگون می‌شوند ـ تجهیزات آویزان می‌افتند
تجهیزات ساخت	ـ فعال ـ منبع انرژی تامین است	ـ اکثراً فعالند اگر منبع انرژی تامین گردد	ـ روی تکیه‌گاهها جابجا می‌شوند ـ تجهیزات واژگون نمی‌شوند ـ برای راه‌اندازی نیاز به تنظیم دارند	ـ روی تکیه‌گاهها جابجا یا واژگون می‌شوند ـ تجهیزات حساس غیر فعال می‌شوند ـ تجهیزات سنگین نیاز به تنظیم موقعیت و اتصالات دارند
کانال‌ها	ـ خرابی ناچیز	ـ خرابی جزیی در اتصالات اما قابل استفاده	ـ از اتصالات جدا می شوند ـ بعضی کانال‌ها می‌افتند	ـ از اتصالات جدا می شوند ـ بعضی کانال‌ها می افتند
لوله‌ها	ـ خرابی ناچیز	ـ تراوش از بعضی اتصالات	ـ خرابی جزیی در اتصالات همراه با تراوش ـ خرابی بعضی تکیه‌گاهها بدون فروریختن لوله‌ها	ـ خرابی بعضی اتصالات ـ خرابی بعضی تکیه‌گاهها ـ فرو ریختن بخشی از لوله‌ها
سیستم تشخیص و اعلام حریق	ـ فعال	ـ فعال	ـ حس کننده‌های متصل به سقف ممکن است خراب شده و غیر فعال شوند	ـ حس کننده‌های متصل به سقف ممکن است خراب شده و غیر فعال شوند

مفاهیم | سطح عملکرد و خرابی پیش بینی شده در اعضای غیر سازه‌ای (اجزاء تاسیسات مکانیکی و برقی)

عضو	سطح عملکرد اعضای غیر سازه‌ای			
	خدمت رسانی بی وقفه (N-A)	قابلیت استفاده بی وقفه (N-B)	ایمنی جانی (N-C)	ایمنی جانی محدود (N-D)
روشنایی	ـ فعال	ـ فعال	ـ بعضی چراغها می‌افتند ـ انرژی ممکن است از طریق ژنراتور اضطراری تامین شود	ـ بعضی چراغها می‌افتند ـ منبع انرژی ممکن است قطع شود
سیستم توزیع برق	ـ فعال ـ در صورت نیاز شامل منبع انرژی اضطراری	ـ اکثراً فعال ـ انرژی ممکن است از طریق ژنراتور اضطراری تامین شود ـ منبع انرژی ممکن است برای تامین بخشی از نیازها باشد	ـ جابجایی روی تکیه‌گاهها ـ بعضی ممکن است فعال نباشند ـ منبع انرژی اضطراری فعال شود	ـ جابجایی یا واژگونی روی تکیه‌گاهها ـ قطع اتصالات ـ ژنراتورهای دیزلی فعال نمی‌شوند

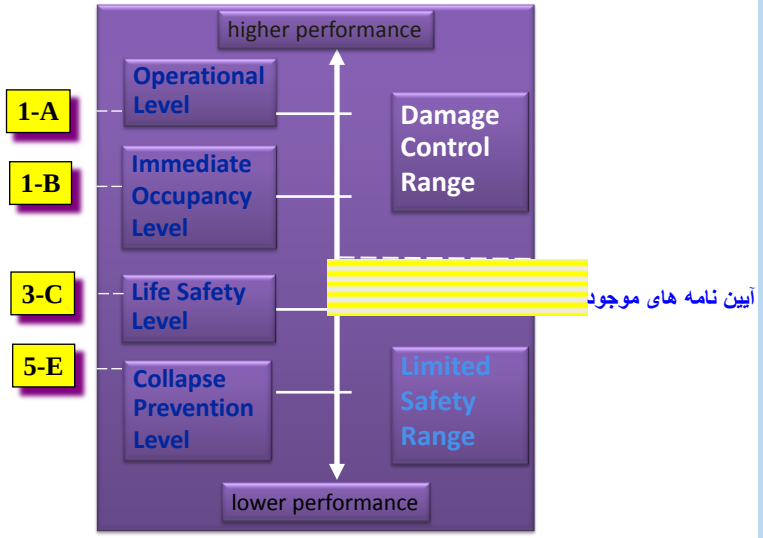
109

مفاهیم | سطوح خطر زلزله و عملکرد



110

مفاهیم | سطوح عملکرد کل ساختمان



مفاهیم | هدف بهسازی

بهسازی مبنا

در بهسازی مبنا انتظار می رود که تحت زلزله «سطح خطر-1» ایمنی جانی ساکنین تامین گردد.

بهسازی مطلوب

در بهسازی مطلوب انتظار می رود که هدف بهسازی مبنا تامین گشته و علاوه بر آن تحت زلزله «سطح خطر -2» ساختمان فرو نریزد (سطح عملکرد E-5)

بهسازی ویژه

در بهسازی ویژه نسبت به بهسازی مطلوب عملکرد بالاتری برای ساختمان مد نظر قرار می گیرد. بدین منظور سطح عملکرد بالاتری برای ساختمان تحت همان سطوح خطر زلزله مورد استفاده در بهسازی مطلوب در نظر گرفته شده یا با حفظ سطح عملکرد مشابه با بهسازی مطلوب، سطوح خطر زلزله بالاتری در نظر گرفته می شود.

بهسازی محدود

در بهسازی محدود عملکرد پایین تری از بهسازی مبنا در نظر گرفته می شود بگونه ای که حداقل یکی از اهداف زیر بر آورده شود:

تحت زلزله خفیف تر از زلزله «سطح خطر-1» ایمنی جانی ساکنین تامین گردد (سطح عملکرد C-3).

تحت زلزله ای برابر یا خفیف تر از «سطح خطر-1» سطوح عملکرد C-4، E-4، C-5، D-5، E-5، ویا D-6 تامین گردد

بهسازی موضعی

در بهسازی موضعی بخشی از یک طرح بهسازی کلی مطابق بندهای فوق می باشد که بدلایلی در شرایط موجود فقط بخشی از آن اجرا می شود در این حالت بهسازی باید به گونه ای پیش بینی و اجرا گردد که هدف بهسازی بخش های دیگر در مراحل بعدی بر آورده گردد.

مفاهیم | هدف بهسازی

طراحی در دستورالعمل بهسازی لرزه ای بر مبنای سطوح عملکرد انتخابی برای ساختمان می باشد. برای این منظور لازم است طراح در هماهنگی با صاحب ساختمان سطح عملکرد مورد نظر را انتخاب کند. به همین دلیل باید ابتدا سطوح مختلف عملکرد برای صاحب ساختمان تشریح گردد.

بطور معمول برای ساختمانهای مدارس بهسازی مبنا و در بعضی موارد بهسازی مطلوب و برای ساختمانهای مهمتر مثل ساختمانهای مخابرات و بیمارستان هدف بهسازی ویژه پیشنهاد می شود.

در انتخاب هدف بهسازی برای یک ساختمان می توان از پیوست دستورالعمل بهسازی کمک گرفت.

مفاهیم | المان ها

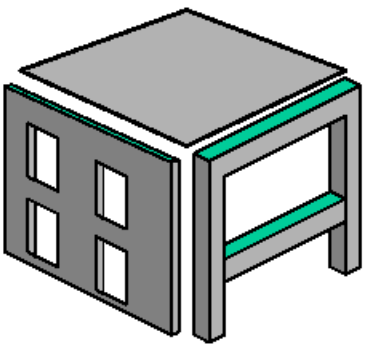
اعضای افقی یا قائم مقاوم در برابر زلزله

قاب مهاربندی شده

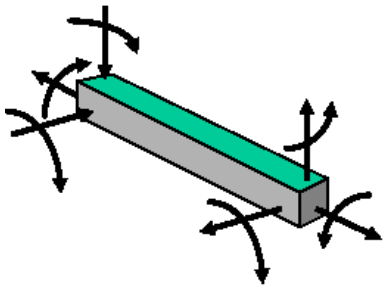
قاب خمشی

دیوار برشی

دیافراگم

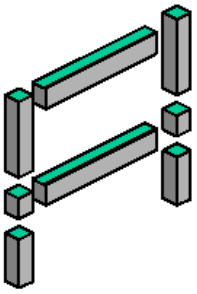


مفاهیم | اعضا و تلاش



تلاش ها:
نیروی محوری-تغییر طول
لنگر خمشی-دوران
لنگر پیچشی-اعوجاج

Beam
Column
Joint
Brace
Pier
Footing
Damper



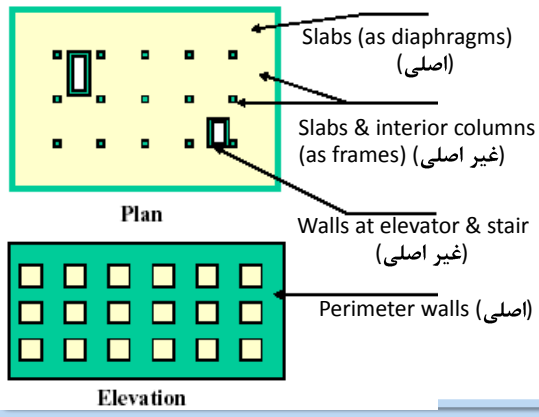
مفاهیم | اعضای اصلی و غیر اصلی

اعضای اصلی اعضای مقاوم در برابر زلزله هستند که باید برای نیروها و تغییرشکل های ناشی از زلزله در ترکیب با بار ثقلی ارزیابی شوند.

اعضای غیر اصلی اعضایی هستند که مقاومت جانبی چندانی در برابر نیروهای زلزله تامین نمی کنند و باید برای تغییرشکل های ناشی از زلزله در ترکیب با بار ثقلی ارزیابی شوند.

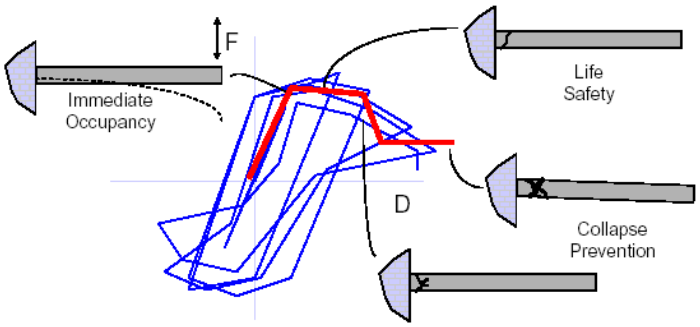
به اعضای اصلی اجازه تحمل خرابی بیشتری نسبت به اعضای اصلی داده می شود.

دسته بندی به علت اقتصادی در آمدن طرح بهسازی صورت گرفته است.



مفاهیم | ظرفیت تیر

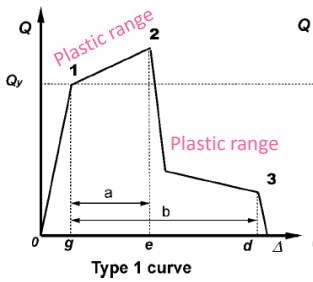
نمودار لنگر دوران تیر بدست آمده از آزمایش



117

مفاهیم | دسته بندی رفتار اجزای ساختمان (تلاش- Action)

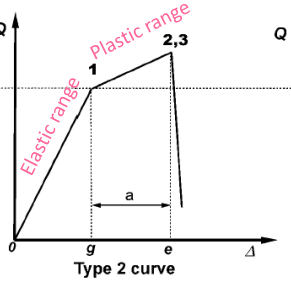
از نظر نوع رفتار، اجزای سازه به دو دسته رفتار کنترل شونده توسط تغییر شکل (شکل‌پذیر و نیمه شکل‌پذیر) و رفتار کنترل شونده توسط نیرو (شکل‌ناپذیر یا شکننده) تقسیم می‌شود.



Type 1 curve

Ductile behavior

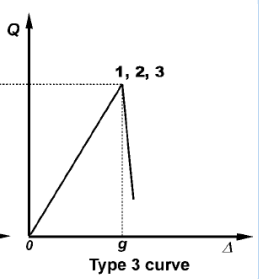
$e/g > 2$



Type 2 curve

Ductile behavior

Loss of strength and loss of ability to Support gravity loads



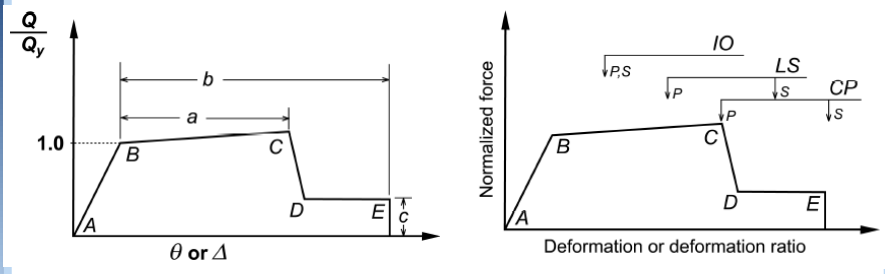
Type 3 curve

Non-ductile behavior

118

مفاهیم | رفتار اجزای کنترل شونده با تغییرشکل

نمودارهای بار جابجایی اعضا در دستورالعمل برای اعضای کنترل شونده با تغییرشکل



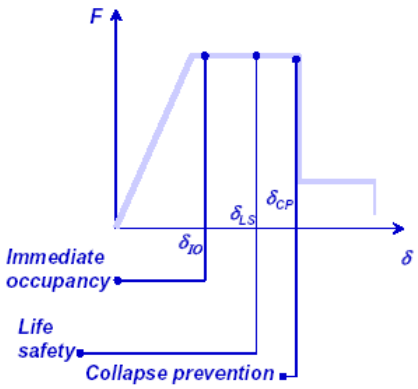
Generalized force versus deformation curves

Element deformation acceptance criteria

مفاهیم | دسته بندی رفتار

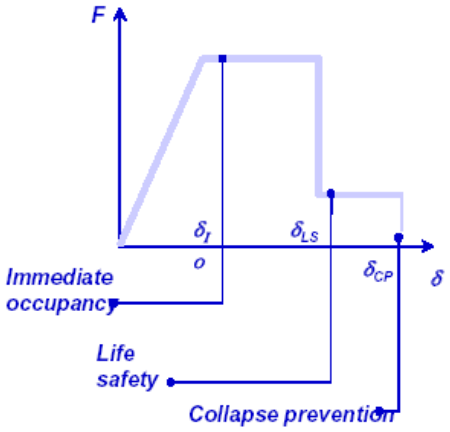
عضو	تلاشهاي كنترل شونده توسط تغيير شكل	تلاشهاي كنترل شونده توسط نيرو
قاب خمشي		
تيرها	لنگر خمشي (M)	برش (V)
ستونها	M	نيروي محوري (P) و V
اتصالات	_	V
ديوارهاي برشي	M و V	P
قابهاي مهار بندي شده		
مهاربندها	P	
تيرها	-	P
ستونها	-	P
تير هاي پيوند	V	M و P
اتصالات	M و P و V	M و P و V
ديافراگم ها	M و V	M و P و V

مفاهیم | ارزیابی اعضا اصلی



δ_{IO} - based on appearance of damage
δ_{CP} - based on loss of lateral load
resisting capacity
δ_{LS} - 75 % δ_{CP}

مفاهیم | ارزیابی اعضا غیراصلی



δ_{IO} - based on appearance of damage
δ_{CP} - based on loss of lateral load
resisting capacity
δ_{LS} - 75 % δ_{CP}

مفاهیم | روشهای تحلیل و انتخاب روش تحلیل سازه

انتخاب روش تحلیل ساختمان

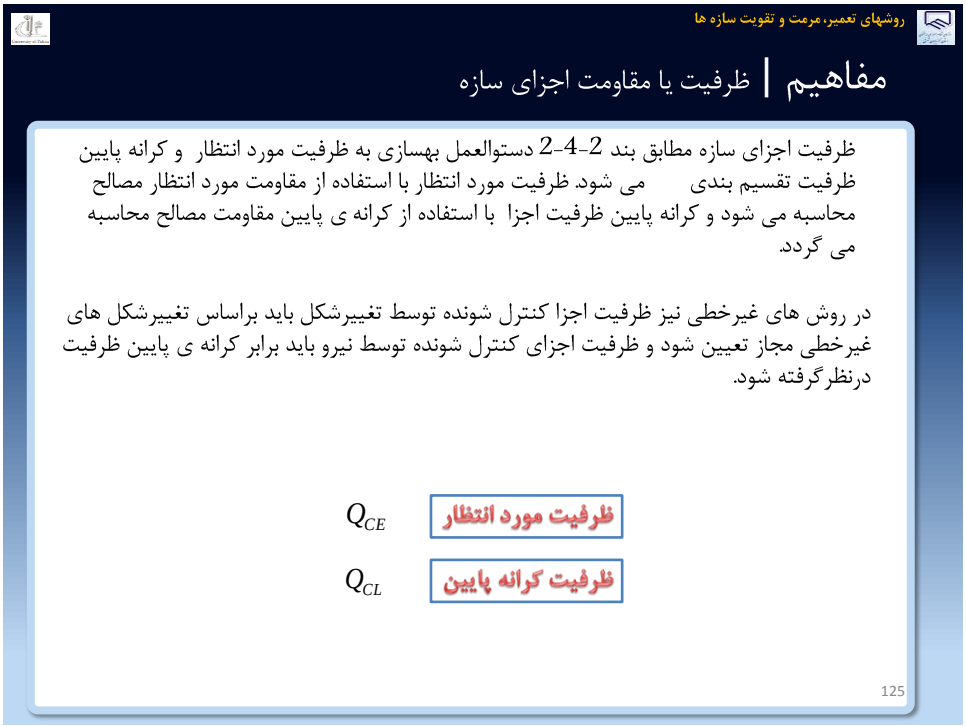
دقت + پیکربندی + سطح عملکرد

تحلیل استاتیکی خطی	تحلیل استاتیکی غیر خطی
تحلیل دینامیکی خطی	تحلیل دینامیکی غیر خطی

مفاهیم | ضریب آگاهی

اعتبار نتایج حاصل از اطلاعات جمع‌آوری شده از ساختمان موجود، توسط ضریب آگاهی k ، در روابط محاسبه‌ی ظرفیت هریک از اجزای سازه اعمال می‌شود. ضریب آگاهی با استفاده از جدول زیر متناسب با هدف انتخاب شده برای بهسازی و سطح اطلاعات مشخص شده، تعیین می‌شود.

هدف بهسازي	مطلوب یا پائین تر		ویژه	
سطح اطلاعات	حداقل	متعارف	متعارف	جامع
نوع تحلیل	تحلیل خطي	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل
ضریب آگاهي	0/75	1	0/75	1



مشخصات کرانه پایین و مورد انتظار مصالح

برای تعیین کرانه پایین مقاومت مصالح، در سطح اطلاعات حداقل مشخصات تعیین شده در دفترچه محاسبات و نقشه های اجرایی را می توان به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح در نظر گرفت. در غیر این صورت کرانه پایین مقاومت برابر متوسط منهای یک انحراف معیار مقادیر مقاومت می باشد.
مقاومت مورد انتظار نیز برابر متوسط مقادیر حاصل از آزمایش تعریف می شود. برای تعیین این مقاومت می توان از ضرب مقادیرکرانه پایین مقاومت مصالح در ضرایب تبدیل بیان شده در فصول 5 و 6 دستورالعمل بهسازی نیز استفاده نمود.

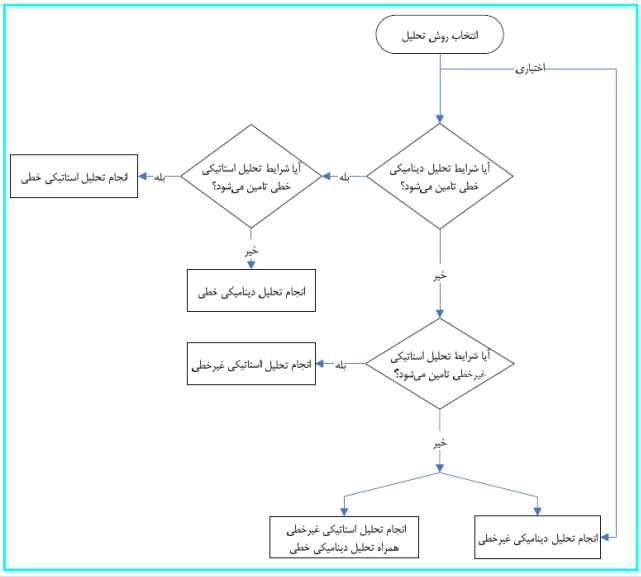
مفاهیم | بارگذاری ثقلی

مطابق دستوالعمل بهسازی لرزه ای، در تحلیلهای سازه ای خطی و غیر خطی برای بارگذاری ثقلی دو کرانه بالا و پایین، بصورت زیر در نظر گرفته می شود.

$$Q_{GU} = 1.1(Q_D + Q_L)$$

$$Q_{GL} = 0.9(Q_D)$$

مفاهیم | انتخاب روش تحلیل سازه



مفاهیم | محدوده کاربرد روش‌های تحلیل خطی

مطابق دستورالعمل بهسازی لرزه ای، استفاده از این روش‌ها هنگامی مجاز است که یکی از شرایط 1 یا 2 و به علاوه آن شرایط 3 تا 7 به شرح زیر برقرار باشد.

1- نسبت نیرو به ظرفیت (DCR)برای هر تلاش (نظیر نیروی محوری، لنگر و برش بدون اثرات اندرکنشی) در اعضای اصلی باربر جانبی کوچکتر از دو باشد. برای محاسبه DCR، نیرو در اعضا از جمع نیروی ناشی از بارهای ثقلی و بار ناشی از زلزله محاسبه می‌شود(Q_{UD})و ظرفیت اعضاء بر اساس مقاومت نهایی آنها تعیین می‌گردد(Q_{CE})

سپس با استفاده از رابطه زیر نسبت نیرو به ظرفیت محاسبه می‌شود.

$$DCR = \frac{Q_{UD}}{Q_{CE}}$$

2- نسبت نیرو به ظرفیت فقط در تعدادی از اعضای اصلی بار جانبی بیش از دو باشد اما ساختمان شرایط زیر را دارا باشد .

مفاهیم | محدوده کاربرد روش‌های تحلیل خطی

در صورتی که علاوه بر شرایط 1 یا 2 تمامی شرایط 3 تا 7 برقرار باشد می توان از روش تحلیل استاتیکی خطی استفاده کرد.

3- زمان تناوب اصلی ساختمان کوچکتر از 3/5 برابر T_s باشد، مشروط بر آن که تعداد طبقات ساختمان کمتر از 20 باشد.

4- تغییر ابعاد پلان در طبقات متوالی به استثناء خرپشته کمتر از 40 درصد باشد.

5- حداکثر تغییر مکان جانبی در هر طبقه کمتر از 1/5 برابر تغییر مکان متوسط آن طبقه باشد.

6- تغییر مکان متوسط جانبی در هر طبقه، به استثناء خرپشته، کمتر از 50 درصد با طبقه قبل یا بعد اختلاف داشته باشد.

7- سازه دارای سیستم باربر جانبی متعامد باشد.

چنانچه شرایط ردیف‌های 1 و 2 برقرار باشد اما یک یا چند شرط از ردیفهای سه تا هفت صادق نباشد آنگاه لازم است از تحلیل دینامیکی خطی استفاده شود.

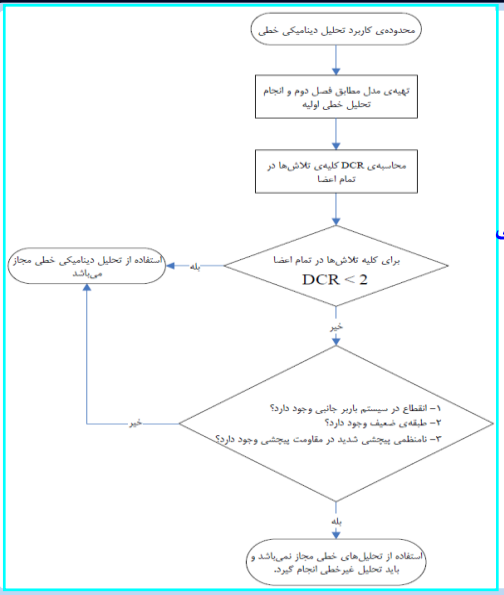
مفاهیم | محدوده کاربرد روش‌های تحلیل خطی

مثال-کنترل شرایط انجام تحلیلهای خطی

شرط	کنترل شرط	نتیجه
زمان تناوب اصلی ساختمان	$T = 0.5 \quad < \quad 3.5T_s = 2.45$	OK
تغییر ابعاد پلان	تغییر ابعاد پلان در طبقات کمتر از 40 درصد باشد.	Ok
حداکثر تغییر مکان جانبی طبقه	حداکثر تغییر مکان جانبی طبقه کمتر از 1/5 برابر تغییر مکان متوسط آن طبقه می باشد.	OK
تغییر مکان نسبی جانبی بین دو طبقه	تغییر مکان متوسط جانبی در هر طبقه، کمتر از 50 درصد با طبقه قبل یا بعد اختلاف دارد.	OK
وجود سیستم باربر جانبی متعامد	سازه دارای سیستم باربر جانبی متعامد باشد.	OK
کنترل شرط نیرویی DCR	پس از احراز شرایط بالا کنترل می شود.	OK

131

مفاهیم | انتخاب روش تحلیل سازه



کنترل محدوده ی کاربرد روش دینامیکی خطی

132

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

مفاهیم | انتخاب روش تحلیل سازه

محدوده ی کاربرد روش های غیرخطی

در صورتی که نتوان از روش های خطی استفاده نمود باید از روش های غیرخطی برای تحلیل سازه استفاده شود. در این روش ها نیروهای داخلی اعضا با درنظرگرفتن رفتار غیرخطی آنها برآورد می شود.
در تحلیل استاتیکی غیرخطی باید توجه نمود، هنگامی که برش حاصل از تحلیل دینامیکی خطی در طبقه ای با درنظر گرفتن 90 ٪ جرم موثر، 30٪ بیشتر از برش حاصل از مود اول باشد، روش تحلیل استاتیکی غیرخطی باید همراه با روش تحلیل دینامیکی خطی به کارگرفته شود

مفاهیم | نیروهای زلزله در روشهای خطی

در روش های خطی نیروی زلزله از رابطه زیر تعیین می شود.

$V = C_1 C_2 C_3 C_m S_a W$ — Pseudo Lateral Load

C_1 ضریب تصحیح براي اعمال تغییرمکان هاي غیرارتجاعي سیستم

C_2 اثرات کاهش سختي و مقاومت اعضاي سازه اي را بر تغییرمکان ها به دلیل رفتار هیسترزیس کاهنده

C_3 با رفتار غیرخطي مصالح، بر تغییرمکان ها $P-\Delta$ جهت اعمال اثرات

C_m جهت اعمال اثر مودهاي بالاتر

مفاهیم | نیروهای زلزله در روشهای خطی

- محاسبه C_1

$$C_1 = 1 + \frac{T_s - T}{2T_s - 0.2}$$

T زمان تناوب اصلی سازه،
T_S زمان تناوب مشترک بین دو ناحیه شتاب ثابت و سرعت ثابت در طیف بازتاب طرح

- محاسبه C_2

در تحلیل های خطی:

$$C_2 = 1$$

- محاسبه C_3

$$C_3 = 1.0 \qquad \theta < 0.1$$

$$C_3 = 1.0 + 5\frac{\theta - 0.1}{T} \qquad \theta > 0.1$$

شاخص پایداري طبقه **i** $\theta_i = \dfrac{P_i \delta_i}{V_i h_i}$

P_i بخشي از وزن سازه شامل بار مرده و بار زنده دائم و **25** درصد بار زنده متحرك در طبقه **i**،

δ_i تغییر مکان نسبي مرکز سختي طبقه **i** ام،

V_i برش کل طبقه **i** ام

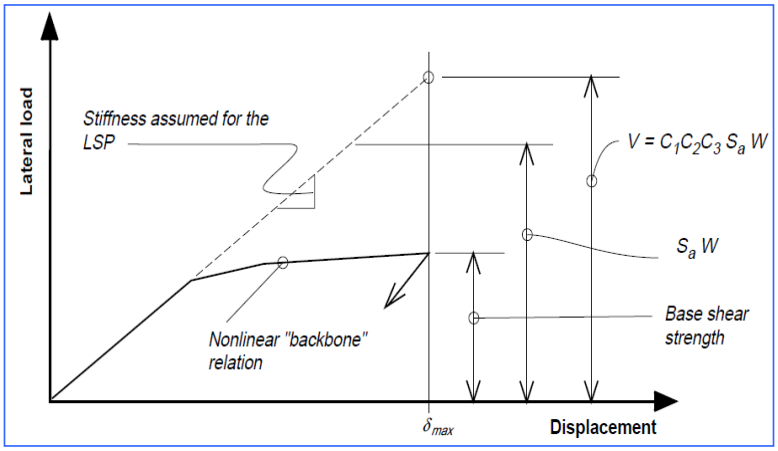
h_i ارتفاع طبقه **i**

تعداد طبقات	قاب خمشي بتني يا فولادي	قاب فولادي مهاربندي شده با محورهاي متقارب يا غير متقارب	سازه هاي با ديوار برشي	ساير سيستمهاي سازه اي
يک و دو	1	1	1	1
سه و بيشتر	9/0	9/0	8/0	1

- محاسبه C_m

براي اعمال اثر مودهاى بالاتر

مفاهیم | نیروهای زلزله در روشهای خطی



مفاهیم | نیروهای زلزله در روشهای خطی

توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان

$$F_i = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^{n} W_j h_j^k} V$$

$$k = 0.5T + 0.75$$

برای زمان تناوب اصلی کوچکتر از 0/5 ثانیه مقدار k برابر یک و برای زمان تناوب اصلی بزرگتر از 5/2 ثانیه مقدار k برابر با 2 انتخاب می شود.

زمان تناوب اصلی نوسان سازه

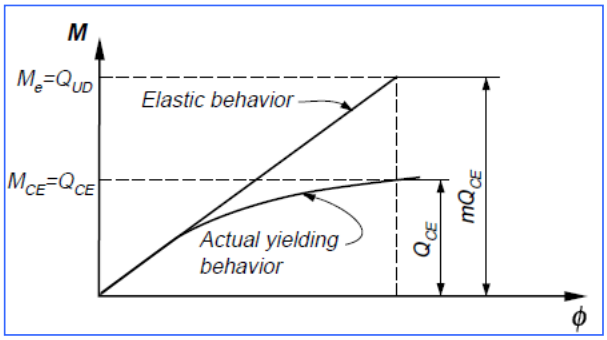
تعیین زمان تناوب بر اساس روش های تحلیلی که مبتنی بر مشخصات دینامیکی سازه باشد یا روش تجربی

$$T = \alpha H^{\frac{3}{4}}$$

قاب خمشی فولادی	α = ۰/۰۸
قاب فولادی مهاربندی‌شده با محورهای غیرمتقارب	α = ۰/۰۷
قاب خمشی بتنی	α = ۰/۰۷
سایر سیستم‌های سازه‌ای (به‌جز ساختمان‌های بنایی)	α = ۰/۰۵

مفاهیم | نیروهای زلزله در روشهای خطی

ضريب m، ضريب اصلاح بر مبناي رفتار غيرخطي عضو



Basis for m Factor

مفاهیم | نیروهای زلزله در روشهای خطی

ضریب اصلاح بر مبنای رفتار غیرخطی عضو مطابق جدول 5-2 برای سازه های فولادی، جداول 6-4 تا 6-7 برای سازه های بتنی، جدول 7-2 برای سازه های بنایی و $m=3$ برای پی ها

جدول معیار پذیرش در رو شهای خطی– اجزای سازه های بتنی

شرایط	ضرایب m				
	سطح عملکرد				
	نوع عضو				
	اصلی		غیراصلی		
	IO	LS	CP	LS	CP
الف- تیرهایی که با خمش کنترل می‌شوند[2]					
$\frac{\rho-\rho'}{\rho_{bal}}$ (برای عرضی[2]) $\frac{V}{b_w d\sqrt{f'_c}}=\frac{2V_e}{V_c}$					
≤ ۰/۰ C ≤ ۳	۲	۶	۷	۶	۱۰
≤ ۰/۰ C ≥ ۶	۲	۳	۴	۳	۵
≥ ۰/۵ C ≤ ۳	۲	۲	۴	۲	۵
≥ ۰/۵ C ≥ ۶	۲	۲	۳	۲	۴
≤ ۰/۰ NC ≤ ۳	۲	۳	۴	۳	۵
≤ ۰/۰ NC ≥ ۶	۱/۲۵	۲	۳	۲	۴
≥ ۰/۵ NC ≤ ۳	۲	۲	۳	۲	۴
≥ ۰/۵ NC ≥ ۶	۱/۲۵	۲	۲	۲	۳
ب- تیرهایی که با برش کنترل می‌شوند[2]					
d/2 ≤ فاصله‌ی خاموتها	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	۲	۴
d/2 > فاصله‌ی خاموتها	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	۲	۳
ج- تیرهایی که توسط طول گیرایی یا وصله کنترل می‌شوند[2]					
d/2 ≤ فاصله‌ی خاموتها	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	۲	۴
d/2 > فاصله‌ی خاموتها	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	۲	۳
د- تیرهایی که طول گیرایی در اتصال تیر- ستون کنترل‌کننده است[2]					
	۲	۲	۳	۳	۴

جدول معیار پذیرش در رو شهای خطی– اجزای سازه های فولادی

جزء / تلاش	ضریب m در روش‌های خطی[1]				
	کلیه‌ی اعضا	اعضای اصلی		اعضای غیراصلی	
	IO	LS	CP	LS	CP
تیرها – در خمش					
الف: $\frac{h}{t_w}\le\frac{3185}{\sqrt{F_{ye}}}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}\le\frac{420}{\sqrt{F_{ye}}}$	۲	۶	۸	۱۰	۱۲
ب: $\frac{h}{t_w}\le\frac{5365}{\sqrt{F_{ye}}}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}\ge\frac{545}{\sqrt{F_{ye}}}$	۱/۲۵	۲	۲	۳	۴
پ: مقادیر دیگر $\frac{h}{t_w}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}$ بین مقادیر داده‌شده در ردیف الف و ب با استفاده از درون‌یابی خطی و کوچک‌ترین مقدار حاصل برای m					
ستون‌ها – در خمش[2,3]					
برای $P_{UF}/P_{CL}\le 0.15$					
الف: $\frac{h}{t_w}\le\frac{2500}{\sqrt{F_{ye}}}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}\le\frac{420}{\sqrt{F_{ye}}}$	۲	۶	۸	۱۰	۱۲
ب: $\frac{h}{t_w}\le\frac{3850}{\sqrt{F_{ye}}}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}\ge\frac{545}{\sqrt{F_{ye}}}$	۱/۲۵	۲	۲	۲	۳
پ: مقادیر دیگر $\frac{h}{t_w}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}$ بین مقادیر داده‌شده در ردیف الف و ب با استفاده از درون‌یابی خطی و کوچک‌ترین مقدار حاصل برای m					

مفاهیم | نیروهای زلزله در روشهای خطی

معیارهای پذیرش - روش های استاتیکی و دینامیکی خطی

کنترل شونده توسط تغییرشکل

تلاش ها در اعضای اصلی و غیراصلی که کنترل شونده توسط تغییرشکل هستند بایستی رابطه زیر را ارضا نمایند.

$$mkQ_{CE} \ge Q_{UD}$$

m ضریب اصلاح بر مبنای رفتار غیرخطی عضو مطابق جدول ارائه شده در این قسمت و k ضریب آگاهی از جزییات و مشخصات سازه می باشد

کنترل شونده توسط نیرو

تلاش ها در اعضای اصلی و غیراصلی که کنترل شونده توسط نیرو هستند، بایستی رابطه زیر را ارضا نمایند.

$$kQ_{CL} \ge Q_{UF}$$

Q_{CE} مقاومت مورد انتظار و Q_{CL} کران پایین مقاومت عضو با درنظرگرفتن کلیه ی تلاش هایی که همزمان به هر عضو وارد می شوند.

در روش استاتیکی غیرخطی، بار جانبی ناشی از زلزله، استاتیکی و به تدریج به صورت فزاینده به سازه اعمال می شود تا آنجا که تغییر مکان در نقطه کنترل (مرکز جرم بام) تحت اثر بار جانبی، به تغییر مکان هدف برسد و یا سازه فرو ریزد.

• نقطه کنترل

بنا به توصیه دستورالعمل بهسازی در روش تحلیل استاتیکی غیرخطی مرکز جرم بام به عنوان نقطه کنترل در نظر می شود.

• توزیع بار جانبی

توزیع بار جانبی بر مدل سازه باید تا حد امکان شبیه به آنچه که هنگام زلزله رخ خواهد داد، باشد و حالتهای بحرانی تغییر شکل و نیروهای داخلی را در اعضا ایجاد نماید. به همین جهت باید حداقل دو نوع توزیع بار جانبی به شرح زیر، بر روی سازه اعمال شود.

بار جانبی باید جداگانه در دو جهت مثبت و منفی به سازه وارد شود و رابطه ی بین برش پایه و تغییرمکان نقطه ی کنترل برای هر گام افزایش نیروهای جانبی تا رسیدن به تغییرمکانی حداقل 1/5 برابر تغییرمکان هدف ثبت شود.

• توزیع نوع اول

به عنوان توزیع نوع اول باید بار جانبی به یکی از سه روش زیر محاسبه و بر مدل سازه اعمال شود. برای سازه هایی که دارای زمان تناوب اصلی بزرگتر از یک ثانیه هستند فقط می توان از روش سوم این نوع توزیع بار استفاده نمود.

الف)- توزیع متناسب با توزیع بار جانبی در روش استاتیکی خطی مطابق رابطه برش پایه. از این نوع توزیع هنگامی می توان استفاده نمود که حداقل 75٪ جرم سازه در مود ارتعاشی اول در جهت مورد نظر مشارکت کند. در صورت انتخاب این توزیع، توزیع نوع دوم باید از نوع یکنواخت انتخاب شود.

ب)- توزیع متناسب باشکل مود اول ارتعاش در جهت موردنظر، از این توزیع زمانی می توان استفاده نمود که حداقل 75٪ جرم سازه در این مود مشارکت کند.

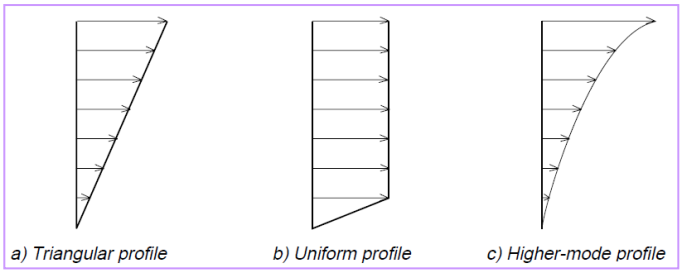
ج)- توزیع متناسب با نیروهای جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی، برای این منظور تعداد مودهای ارتعاشی مورد بررسی باید چنان انتخاب شود که حداقل 90٪ جرم سازه در تحلیل مشارکت کند.

• توزیع نوع دوم

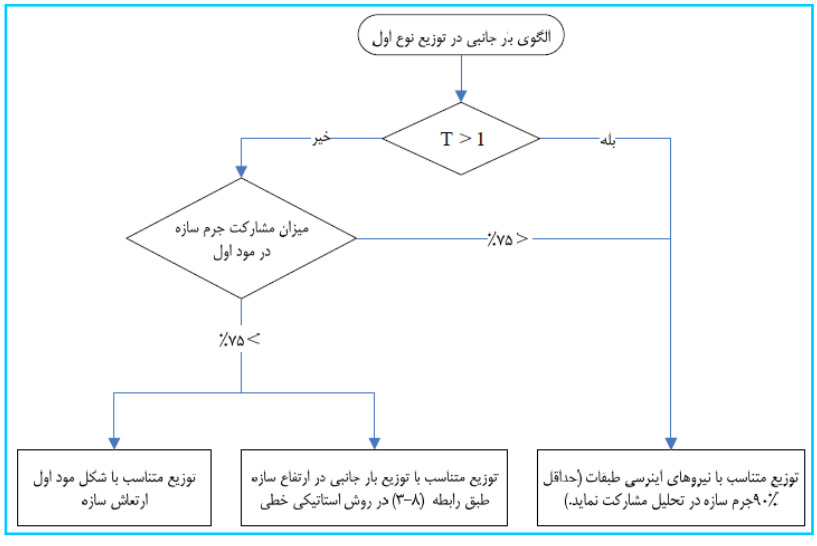
به عنوان توزیع نوع دوم باید بارجانبی به یکی از دو روش زیر محاسبه و بر مدل سازه اعمال شود.

الف)- توزیع یکنواخت که در آن بار جانبی متناسب با وزن هر طبقه محاسبه می شود.

ب)- توزیع متغیرکه درآن توزیع بارجانبی برحسب وضعیت رفتار غیرخطی مدل سازه در هر گام افزایش بار با استفاده از یک روش معتبر تغییر داده می شود.

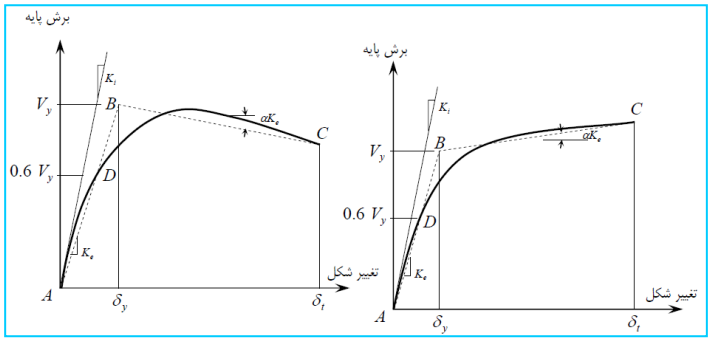


روند انتخاب الگوي بار جانبي در توزيع نوع اول



زمان تناوب اصلي موثر سازه

$$T_e = T_i\sqrt{\frac{K_i}{K_e}}$$



روش ضرايب تغييرمكان

Target Displacement

تغييرمكان هدف سازه با ديافراگم صلب

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{Te^2}{4\pi^2}.g$$

C_0 ضريب اصلاح براي ارتباط تغييرمكان طيفي سيستم يک درجه آزادي به تغييرمكان بام سيستم چند درجه آزادي

C_1 ضريب تصحيح براي اعمال تغييرمكان هاي غيرارتجاعي سيستم

C_2 اثرات كاهش سختي و مقاومت اعضاي سازه اي را بر تغييرمكان ها به دليل رفتار هيسترزيس كاهنده

C_3 با رفتار غيرخطي مصالح، بر تغييرمكان ها Δ – P جهت اعمال اثرات

$S_a = A \times B$

ضرایب

C0ضریب

ضریب مشارکت مود اول-

(ضریب تبدیل جابجایي بام سیستم چند درجه آزادی به جابجایي سیستم یک درجه آزادی)

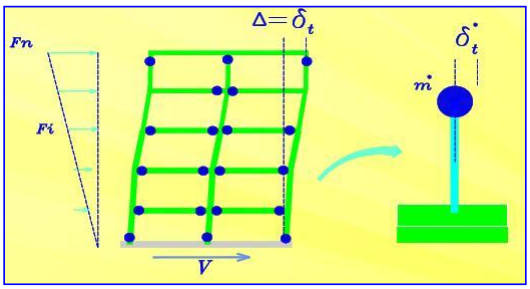
$$C_0 = \Gamma_{1,r} = \phi_{1,r}\frac{\{\phi_1\}^T[M]\{1\}}{\{\phi_1\}^T[M]\{\phi_1\}} = \phi_{1,r}\Gamma_1$$

یا

- مقادیر تقریبي مطابق جدول

تعداد طبقات ساختمان	ساختمانهاي برشي*		سایر ساختمان ها
	توزیع نوع اول مطابق بند (3-1-3- -5)	توزیع بار یکنواخت	هر نوع توزیع بار
1	0/1	0/1	0/1
2	2/1	15/1	2/1
3	2/1	2/1	3/1
5	3/1	2/1	4/1
10 و بیشتر	3/1	2/1	5/1

تبدیل سیستم چند درجه آزادی به سیستم یک درجه آزادی

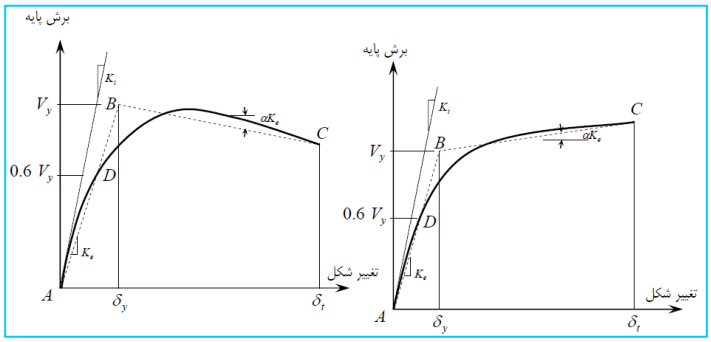


ضریب C1 و C2 از روبط قبل

ضریب C3

$C_3 = 1.0$ برای سازه هایی که پس از تسلیم دارای سختی مثبت هستند $\alpha > 0$

$C_3 = 1.0 + \frac{|\alpha|[R-1]^{1.5}}{T_e}$ برای سازه هایی که پس از تسلیم دارای سختی منفی هستند $\alpha < 0$



تغییرمکان هدف دیافراگم نیمه صلب و نرم

براي سازه هايي كه داراي ديافراگم نيمه صلب هستند، تغييرمكان هدف بايد با درنظرگرفتن سختي ديافراگم محاسبه شود. براي اين منظور بايد تغييرمكان نقاط مختلف بام با استفاده از تحليل ديناميكي مدل سه بعدي سازه كه در آن سختي ديافراگم نيز منظورشده تعيين شو د. سپس تغييرمكان هدف مطابق روش قبل براي سازه با ديافراگم صلب محاسبه شده و در نسبت حداكثر تغييرمكان هر نقطه اي از بام به تغييرمكان مركز جرم بام ضرب شود. تغييرمكان هدف كه به اين ترتيب محاسبه مي شود بايد براي تمام قاب هاي سازه درنظرگرفته شده و به هر حال نبايد از مقدار به دست آمده از رابطه قبل كوچكتر باشد.

معیارهای پذیرش - روش های استاتیکی و دینامیکی غیرخطی

کنترل شونده توسط تغییرشکل

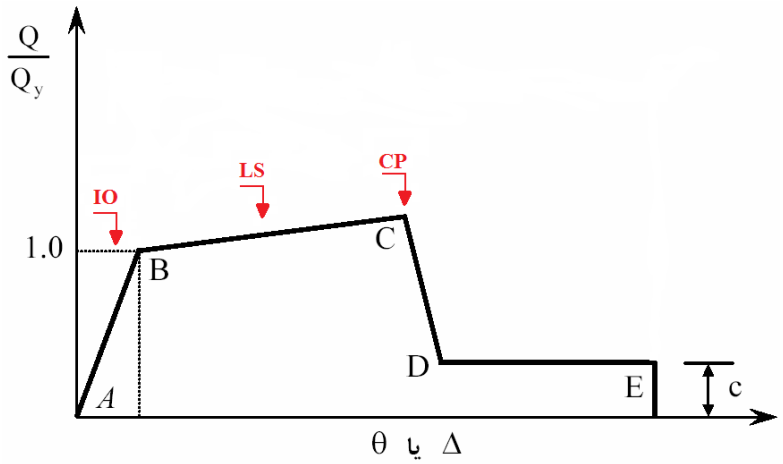
در اعضای اصلی و غیراصلی که کنترل شونده توسط تغییرشکل هستند نباید تغییرشکل های حاصل از تحلیل غیرخطی بیش از ظرفیت آن ها باشد. در این حالت برش پایه نظیر تغییرمکان هدف (V_t)نباید کم تر از ٪80 برش تسلیم موثر سازه (V_y) باشد. تلاش های اعضای اصلی و غیراصلی برحسب سطح عملکرد موردنظر برای ساختمان، باید توسط معیار پذیرش اعضای غیراصلی کنترل شوند.

کنترل شونده توسط نیرو

تلاش ها در اعضای اصلی و غیراصلی که کنترل شونده توسط نیرو هستند، بایستی رابطه زیر را ارضا نمایند.

$$kQ_{CL} \geq Q_{UF}$$

معیار های پذیرش-کنترل شونده توسط تغییرشکل



بخش سوم

ارزیابی لرزه ای

153

ارزیابی | مدلسازی ساختمان

تهیه مدل تحلیلی از سازه و پی

به منظور انجام تحلیل اولیه و نهایی ساختمان، لازم است مدلسازی ساختمان بر اساس اطلاعات بدست آمده از قسمتهای قبلی صورت گیرد. با توجه به اطلاعات بدست آمده از ساختمان در مورد پیکربندی ساختمان، مشخصات ساختگاه و نوع و مشخصات مصالح مورد استفاده در آن، مدلسازی ساختمان با در نظر گرفتن موارد زیر در مدل تحلیلی ساختمان انجام می شود.

- انتخاب مدل تحلیلی
- تعیین مشخصات سیستم، اعضا و اجزا
- مدل سازی پی
- پیکربندی ساختمان با توجه به وضعیت منظم یا نامنظم آن
- اثر پیچش
- نوع دیافراگم ها
- اثر اجزای غیرسازه ای
- بار زلزله با استفاده از یک مدل پیش بینی شده
- اثر همزمان مولفه های زلزله در صورت لزوم
- ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی
- اثر واژگونی
- ارزیابی فرضیات طراحی برای نیل به اطمینان از شبیه بودن مکانیسم رفتار و موقعیت مفصل های خمیری فرض شده برای تحلیل مدل سازه با رفتار سازه ی واقعی تحت زلزله ی طرح
- تطابق مدل با امکانات و فرضیات طراحی و رفتار سازه

154

ملاحظات خاص مدلسازی

•خاک - اندرکنش سازه

همزمانی مدلسازی و تحلیل خاک با سازه معمولاً باعث می شود در نتایج حاصل از تحلیل، سازه رفتار نرم تری از خود نشان دهد و زمان تناوبهای آن بالاتر رود. در این وضعیت عموماً پاسخ سازه تعدیل شده و نیروهای داخلی آن کاهش می یابد. این موضوع برای بخش اعظمی از ساختمان ها به غیر از ساختمان های واقع بر روی خاکهای نرم و یا ساختمانهای احداث شده در نزدیکی گسل، صادق است و در این حالت لزومی به کنترل اندرکنش سازه و خاک نمی باشد. علاوه بر این درنظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه در این ساختمانها نه تنها شاید کمکی به دقت محاسبات ننماید بلکه باعث می شود طراحی ساختمان جدید یا کنترل اعضای سازه موجود دست بالا بنظر برسد.

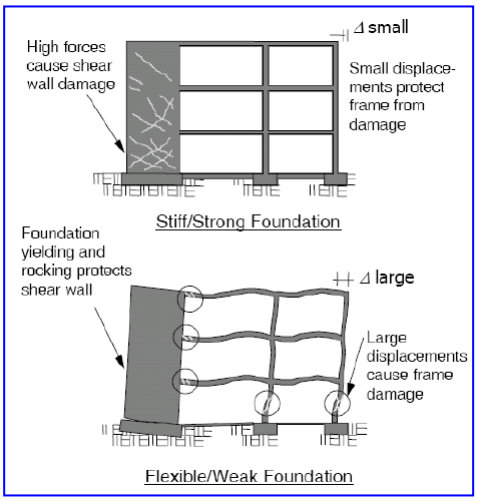
بند 3-2-6 دستورالعمل

در مواردی که افزایش زما ن تناوب ساختمان به دلیل اندرکنش با خاک سبب تغییر شتا بها و تغییرمکان های سازه شود (مثلا سازه های واقع بر روی خاک نرم و یا نزدیک به گسل) اثرات اندرکنش خاک و سازه بایستی مد نظر قرار گیرد.

بند 3-4-4 دستوالعمل

فرض تکیه گاه صلب در مورد ساختمانهایی که برای سطح عملکرد استفاده بی وقفه مورد ارزیابی لرزه ای یا بهسازی قرار می گیرند مجاز نمی باشد.

•حساسیت مدل به فرضیات



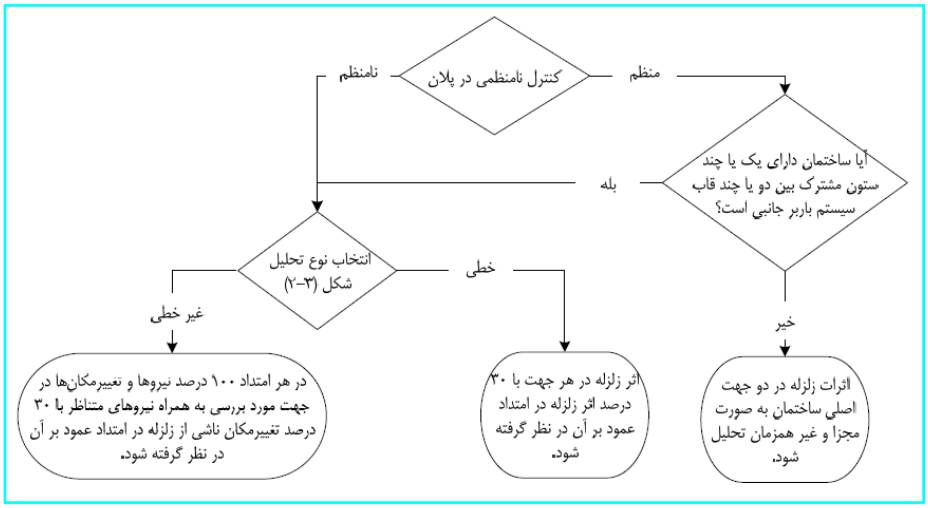
• **اثر همزمان مولفه های زلزله**

مطابق بند 3-2-7 دستورالعمل بهسازی لرزه ای، ساختمان ها بایستی برای اثر همزمان مولفه های زلزله در هر دو امتداد متعامد افقی طراحی شوند. اثرات زلزله را می توان در دو جهت اصلی ساختمان به صورت مجزا و غیرهمزمان تحلیل نمود مگر آنکه یا ساختمان در پلان نامنظم باشد و یا دارای ستون مشترک بین دو یا چند قاب باشد.

در صورت برقراری شرایط فوق، در تحلیل های خطی باید اثر زلزله در هر جهت با 30 ٪ اثر زلزله در امتداد عمود بر آن درنظرگرفته شود. در تحلیل های غیرخطی بایستی در هر امتداد 100 ٪ نیروها و تغییرمکان ها در جهت مورد بررسی به همراه نیروهای متناظر با 30 ٪ تغییرمکان ناشی از زلزله در امتداد عمود برآن درنظرگرفته شود.

• **اثر واژگونی**

کنترل واژگونی ساختمان می تواند مطابق بند 2-3-11 استاندارد 2800 ایران با ضریب اطمینان 1/75 صورت گیرد.



• صلبیت دیافراگمها

دیافراگم ها به صورت صلب، نیمه صلب و یا نرم دسته بندی می شوند. چنانچه حداکثر تغییرشکل افقی دیافراگم بزرگ تر از دو برابر متوسط تغییرمکان جانبی نسبی طبقه ی زیر آن با شد، آن دیافراگم نرم محسوب می شود. در دیافر اگم صلب این نسبت باید کم تر از نیم باشد. دیافراگمی که نه صلب و نه نرم باشد، دیافراگم نیمه صلب نامیده می شود. منظور از تغییرمکان نسبی طبقه، تغییرمکان جانبی سیستم های قایم باربر جانبی آن طبقه نسبت به طبقه ی زیرین می باشد. به علاوه، برای دسته بندی دیافراگم ها، محاسبه ی تغییرشکل ها باید برمبنای بار معادل استاتیکی انجام شود. تغییرشکل دیافراگم باید برمبنای توزیع نیروی افقی متناسب با توزیع جرم در طبقه و هم چنین نیروهای افقی ناشی از جابه جا شدن سیستم قایم باربر جانبی از طبقه ای به طبقه ی دیگر، محاسبه شوند.

تغییرمکان نسبی Δ_{story}

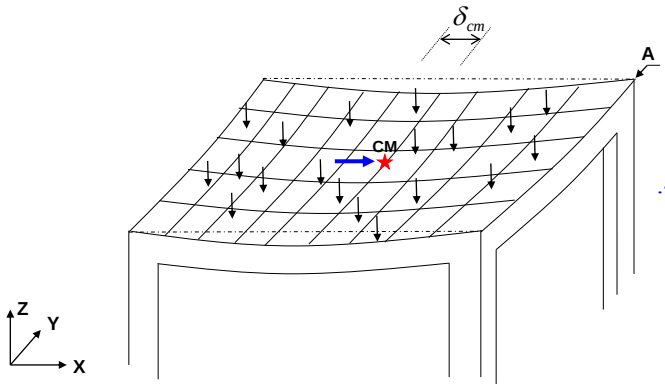
حداکثر تغییر شکل افقی دیافراگم Δ_{diaph}

$$\frac{\Delta_{diaph}}{\Delta_{story}} < 0.5 \Rightarrow rigid\ diaphragm$$

$$0.5 < \frac{\Delta_{diaph}}{\Delta_{story}} < 2.0 \Rightarrow Semi-rigid\ diaphragm$$

$$\frac{\Delta_{diaph}}{\Delta_{story}} > 2.0 \Rightarrow Flexible\ diaphragm$$

• مثال



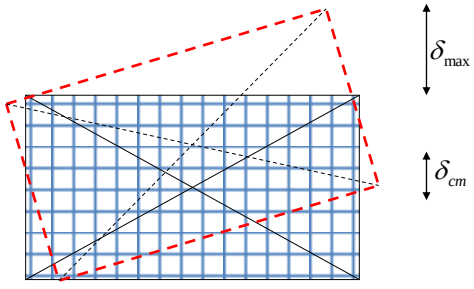
$$\delta_{dia} = X'_A - X_A$$

تغییرمکانها افقی اند.

طبقات	تغییرمکان سقف δ_{dia}	متوسط تغییرمکان δ_{cm}	$\frac{\Delta_{dia}}{\Delta^i_{cm} - \Delta^{i-1}_{cm}}$	$\frac{\Delta_{dia}}{\Delta^i_{cm} - \Delta^{i-1}_{cm}} < 0.5$
طبقه دوم	0.69	24.585	0.042	بلي
طبقه اول	1.02	16.056	0.063	بلي

• اثر پیچش

مطابق بند 3-2-3 دستورالعمل بهسازی لرزه ای، چنانچه دیافراگم های کف ساختمان از نوع نیمه صلب و یا صلب محسوب شوند، مقدار لنگر پیچشی در هر طبقه برابر با مجموع مقادیر پیچش واقعی و پیچش اتفاقی درنظر گرفته می شود، اما در ساختمان های با دیافراگم نرم محاسبه پیچش لازم نیست.



$$\eta = \frac{\delta_{max}}{\delta_{cm}}$$

• ملاحظات خاص پیچش

1- اگر نسبت حداکثر تغییرمکان افقي در يكي از طبقات به تغییرمکان افقي مرکز جرم آن طبقه بزرگ تر از 1/5 شود (h=1/5)،آن سازه بايد با استفاده از مد لسازي سه بعدي مورد بررسي قرار گيرد.

2- اگر تحت كل لنگر پيچشي (جمع لنگر پيچشي واقعي و اتفاقي) در تمام طبقات h كوچک تر از 1/1 باشد، مي توان از اثر پيچش اتفاقي صرفنظر نمود.

3- هرگاه اثر لنگر پيچشي اتفاقي كوچكتر از 25 % اثر لنگر پيچشي واقعي باشد مي توان از اثر پيچش اتفاقي صرف نظر نمود.

4- آثار لنگر پيچشي واقعي و اتفاقي نبايد در جهت كاستن از نيروها و يا تغييرمكان هاي طبقات به كار گرفته شود.

5- اگر در تحليل خطي استاتيكي يا ديناميكي در اثر كل پيچش در يكي از طبقات hبزرگتر تر 1/2 باشد، نيروها و تغيير مكان هاي ناشي از پيچش اتفاقي در تمامي طبقات بايد در ضريب $A = [\frac{\eta}{1.2}]^2 \leq 3$ **ضرب شوند.**

6- در تحليل غيرخطي استاتيكي با استفاده از مدلهاي دو بعدي، تغييرمكان هاي هدف بايد در ضريبh ضرب شوند.

7- در تحليل غير خطي ديناميكي با استفاده از مدل دوبعدي، دامنه ي شتابنگاشت هاي زلزله بايد در ضريب h ضرب شوند.

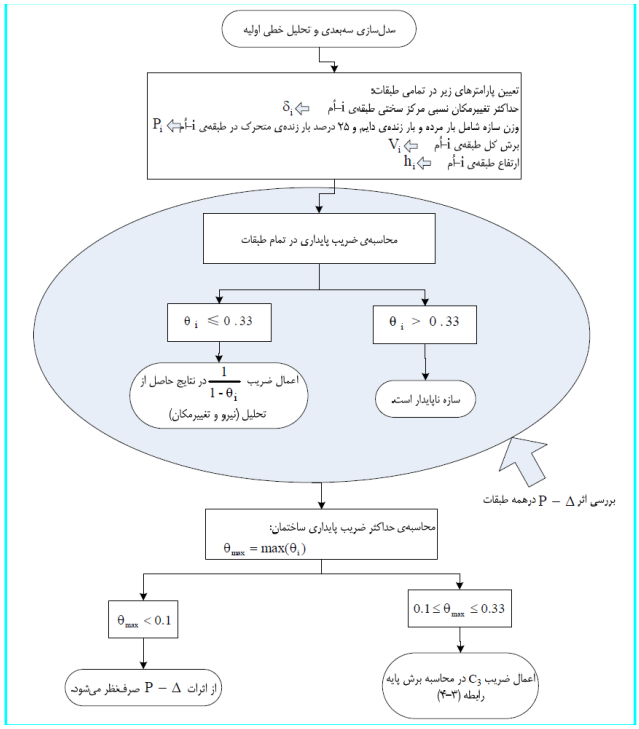
اثر $P-\Delta$

در محدوده رفتار خطي مصالح و در تحليلهاي خطي ضريب پايداري $\theta_i = \frac{P_i \delta_i}{V_i h_i}$ بايد براي هر طبقه و در هر جهت محاسبه شده و تغييرمكانهاي نسبي طبقات و نيروهاي داخلي حاصل از تحليل به نسبت $\frac{1}{1-\theta_i}$ در هر طبقه افزايش داده شوند.

در صورتي كه اين ضريب در تمامي طبقات كمتر از 0/1 باشد از اثر $P-\Delta$ مي توان صرفنظر كرد و اگر و اگر بزرگتر از 0/33 باشد، سازه ناپايدار است.

در تحليل هاي غيرخطي، اثرات $P-\Delta$ در محدوده ي رفتار خطي مصالح بايد با درنظرگرفتن سختي هندسي تمامي اعضايي كه تحت اثر بارهاي محوري قرار دارند، در مدل سازي اعمال شود.

در محدوده رفتار غيرخطي اثر $P-\Delta$ با اعمال ضريب C_3 در تحليلهاي خطي و غير خطي در نظر گرفته مي شود.



بخش چهارم
روشهای بهسازی

165

روشهای بهسازی | مقدمه

عوامل اصلی در تقویت سازه ها اقتصادی و اجرایی بودن و سرعت اجرای طرح می باشد.
هنگامی که به این نتیجه رسیده شد که المان های سازه ضعیف هستند راهکارهای مختلفی وجود دارد. در ارائه طرح بهسازی موارد زیر در نظر گرفته می شوند.

هزینه های اجرای طرح.
دوام اعضای جدید در مقابل عوامل مختلف جوی و شیمیایی.
سازگاری مصالح جدید با اعضای موجود .
تجهیزات ، مواد ، مهارت نیروی انسانی در اجرای طرح .
امکان کنترل کیفیت مطلوب .
امکان اجرای مقاوم سازی در حین بهره برداری از ساختمان .
حداقل مزاحمت در حالت سرویس .
حفظ زیبایی و جلوه های معماری.
انجام عملیات مقاوم سازی در مدت زمان مناسب .
پنهان کردن عوامل، عناصر و المانهای مقاوم سازی و از بین بردن احساس عدم اطمینان افراد به ساختمان بهسازی شده (روانشناسی)

166

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

روشهای بهسازی | مقدمه

راهکارهای بهسازی

الف) اصلاح موضعی اجزای سازه دارای عملکرد نا مناسب در اثر زلزله.

ب) رفع یا کاهش نامنظمی در پلان یا ارتفاع.

ج) تامین مقاومت لازم برای اجزا یا کل سازه.

د) تامین سختی لازم برای سازه.

ه) کاهش جرم ساختمان.

و) کامل نمودن مسیر بار در سازه.

ز) تغییر کاربری به منظور کاهش سطح عملکرد مورد انتظار.

ح) به کارگیری سیستم های جاذب انرژی.

ط) به کارگیری سیستم های جدا ساز لرزه ای.

ی) جایگزینی، تقویت، تعمیر، مهاربندی و کلاف بندی اجزای غیر سازه ای.

167

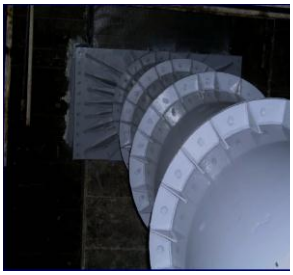
روشهای تعمیر، مرمت و تقویت سازه ها

روشهای بهسازی | مقدمه

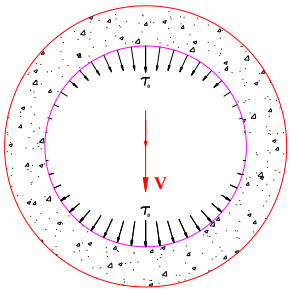
- تعویض اعضای بتنی
- اضافه کردن مقاطع بتنی، افزایش مقطع کاشت میلگرد در نواحی ضعیف و شاتکریت بتن
- اضافه کردن اعضای جدید
- اضافه کردن تکیه گاه
- اضافه کردن اعضای بهسازی شده
  تقویت با ورقهای فولادی
  محصور کنندگی با الیاف های مسلح FRP
  محصورکنندگی با ورقهای فولادی
- استفاده از جداگرها و میراگرها
- پیش تنیدگی

168

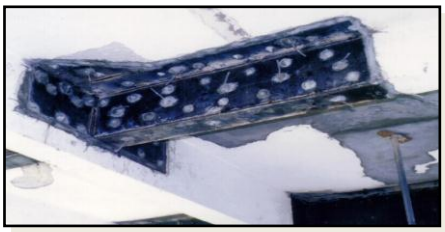
روشهای بهسازی | دوربندی فولادی و بتنی (زره پوش)



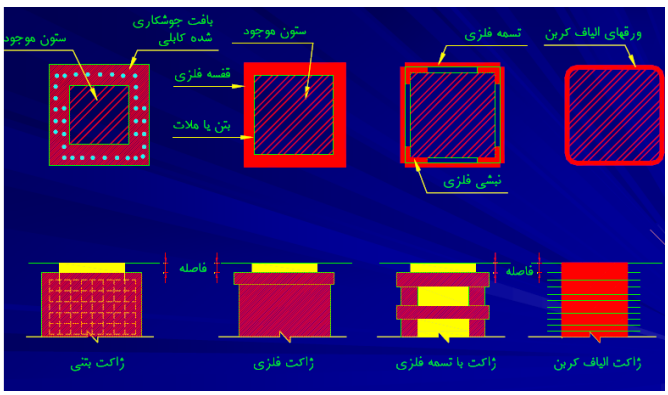
Steel Jacketing

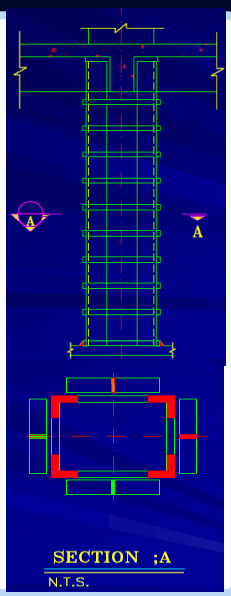


Concrete Coating



روشهای بهسازی | دوربندی فولادی و بتنی (زره پوش)





روشهای بهسازی | تقویت ستون بتنی با افزایش ابعاد

مشکلات ستون های سازه میتواند ناشی از ناکافی بودن آن برای مقابله با برش و لنگر ناشی از نیروهای زلزله و یا خروج مرکزیت بوجود آمده از خطای اجرای ستون ها یا ناشاقولی بودن ستون در طبقه باشد.

برای تقویت ستون ها می توان از تنگ کامل یا دو تنگ Uدر داخل ستون جدید استفاده کرد که در طبقات یکی در میان جهات قرارگیری آن تغییر می نماید. قبل از افزایش مقطع ستون ها باید حتما گوشه های ستون را بشکنند وبا ماسه پاشی و شستشو با فشار آب سطح کاملا زبر و آماده اتصال با سطح بتن جدید شود.

نحوه بتن ریزی در ستون جدید:

اسلامپ بتن جدید باید بین 1 تا 3 باشد و از مواد مضاف منبسط کننده و موادروان کننده میبایست در بتن استفاده شود.

قیف مناسب بتن ریزی در صورت امکان در راس ستون و در ستون های بین طبقات در حدود ارتفاع ¼ ستون باشد و در حین بتن ریزی از شمعک گذاری برای تامین پایداری سقف استفاده شود.

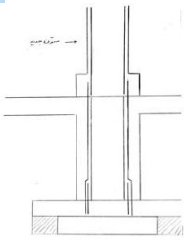
بتن ریزی ستون یکبار از وسط ستون انجام می شود و سپس باقیمانده ستون بوسیله قیف در راس ستون بتن ریزی می شود. برای عبور میلگرد های طولی ستون از کف مطابق شکل از پانچ های با قطر 4 اینچی که با مته مغزه گیری می شود استفاده می گردد.

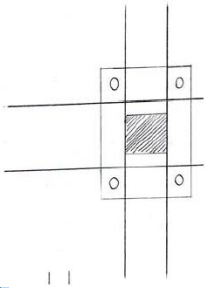
وصله ستون جدید بهتر است بجای قرار گرفتن در گره در ½ گره باشد.

اگر تعداد میلگرد ها زیاد باشد چون باید برای هر میلگرد پانچی با مته در نظر گیریم به مشکل اجرایی بر می خوریم که برای همین بهتر است از تعداد میلگرد کمتر با قطر بیشتر استفاده شود.

روشهای تعمیر، مرمت و تقویت سازه ها

روشهای بهسازی | تقویت ستون بتنی با افزایش ابعاد

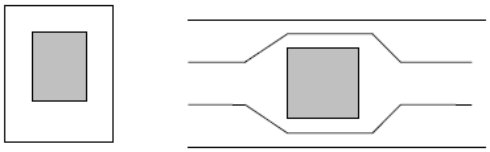




بوسیله پانچ سقف در محل های دیده شده میلگرد های طولی با خم از آن عبور داده میشوند و بخشانتهایی ستون جدید از طریق همین پانچ ها بتن ریزی میشود.

روشهای بهسازی | تقویت تیر بتنی

در تیرها خاموت ها می توانند به صورت دو U برعکس اجرا شوند. برای عبور خاموت ها دال را پانچ کرده بعد از کار گذاشتن میلگردها عملیات قالب بندی و بتن ریزی انجام می شود.
تیرهای جدید می تواند به صورت ماهیچه ای اجرا شود چون با توجه به سیستم قاب خمشی ممان و برش در نزدیکی تکیه گاه بسیار زیاد می باشد.
برای فولاد عرضی تیر ها از میلگرد های با قطر زیاد با حداکثر فواصل آیین نامه استفاده میشود.
در هر چند سوراخ دو سوراخ مقابل بزرگتر پانچ میشوند تا بتن ریزی از این محل ها به درون تیر جدید صورت گیرد.
امکان قلاب کردن میلگرد وجود ندارد بنابر این از دو Uوارونه به عنوان فولاد عرضی استفاده می شود.
برای عبور میلگرد طولی جدید تیر از محلی که ستون قرار دارد از خم استاندارد به شکل زیر استفاده میشود.



روشهای بهسازی | تقویت ستون بتنی با افزایش ابعاد

مواد تزریق در کاشتن میلگرد ها

- ماسه عبوری از الک نمره 4، 50 گرم
- سیمان 50 گرم
- آب + مواد روان کننده 23 لیتر
- چسب کانتکس 227 گرم
- مواد افزودنی(منبسط کننده)

مراحل کاشتن میلگرد

- چال زنی و تمییز کردن محل چاله و سطح بتن اطراف
- قرار دادن میلگرد + محصور کردن فضای تزریق و افزایش فشار تزریق +
- ضربه و ارتعاش
- از سیمان زودگیر اسفاده می شود و دوره مراقبت را افزایش داده می شود.

روشهای بهسازی | تقویت اتصال بتنی

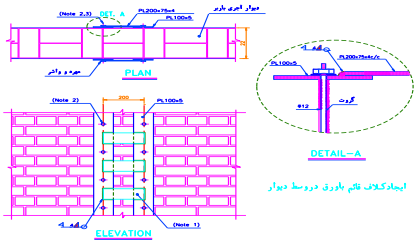
اتصال دستک در زیر تیر و ستون طبقه برای افزایش مقاومت خمشی نزدیک تکیه گاه در تیر

برای اتصال دستک در تیر و ستون ابتدا محل های مورد نظر بتن ستون را با پانچ سوراخ نموده و بولت ها را کار میگذارند و با پیچ به PLate محکم می نمایند و مقطع فولادی را به آن جوش میدهد.

روشهای بهسازی | تقویت اتصال بتنی

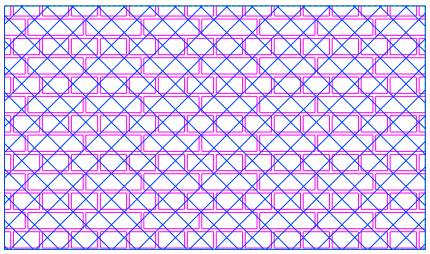
بهسازی ساختمانهای بنایی

کلافهای فولادی قائم در مدرسه شهید بهشتی ارومیه



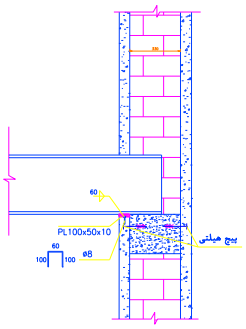
روشهای بهسازی | تقویت اتصال بتنی

بهسازی ساختمانهای بنایی



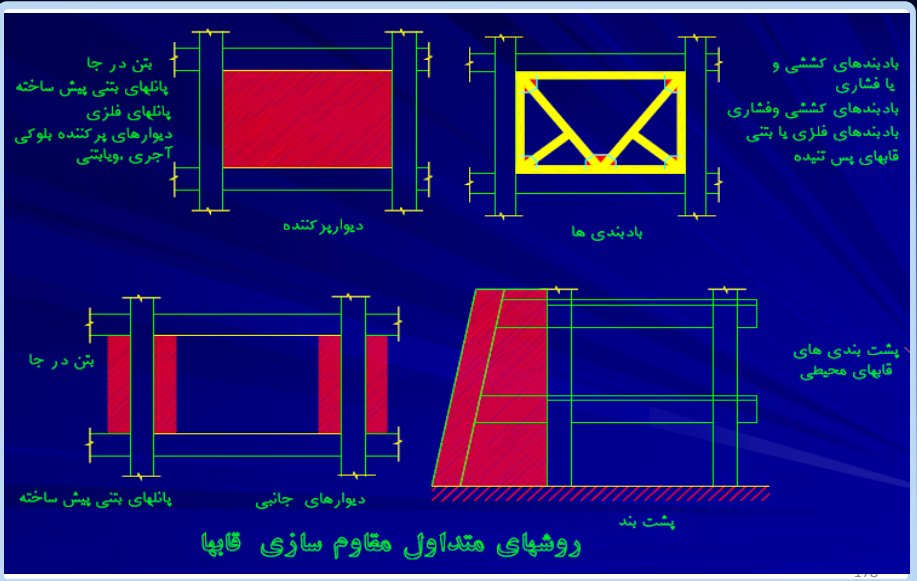
تور سیمی باید در فواصل ۳۰۰ میلیمتری با استفاده از میخ به دیوار متصل گردد.

افزایش مقاومت برشي ديوار با استفاده
از پوشش ملات ماسه سيماني مسلح



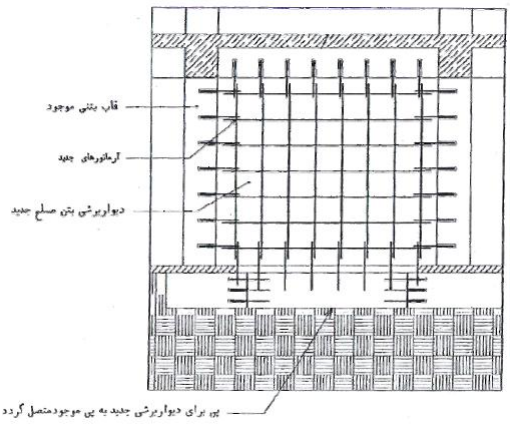
افزایش مقاومت برشي ديوار با تعبيه
شبكه ميلگرد در دو طرف ديوار

روشهای بهسازی | افزایش مقاومت جانبی قابها



روشهای بهسازی | افزودن دیوار برشی به ساختمان بتنی یا فولادی

افزایش مقاومت جانبی با تعبیه دیوار برشی

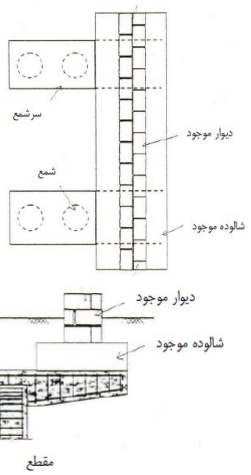


روشهای بهسازی | افزودن مهاربند به ساختمان بتنی یا فولادی

افزایش مقاومت جانبی با تعبیه مهاربند

روشهای بهسازی | تقویت فونداسیون

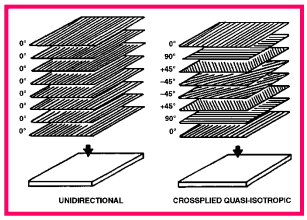
استفاده از شمع



ایجاد پی جدید

افزایش ابعاد

روشهای بهسازی | تقویت با الیاف FRP



کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف کربن CFRP
کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه GFRP
کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف آرامید Kevlar

- وزن کم
- انعطاف پذیری بالا
- راحتی در جابه جایی
- سرعت عمل بالا
- برشکاری در قطعات دلخواه
- سادگی اجرا
- امکان تقویت به صورت خارجی

- آسیب پذیری در مقابل آتش سوزی
- کم تجربگی مشاوران و پیمانکاران
- وجود موارد نامرغوب و جعلی در بازار و عدم آشنایی کافی با آنها
- عدم شناخت کافی از دوام درازمدت

روشهای بهسازی | تقویت با الیاف FRP

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

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

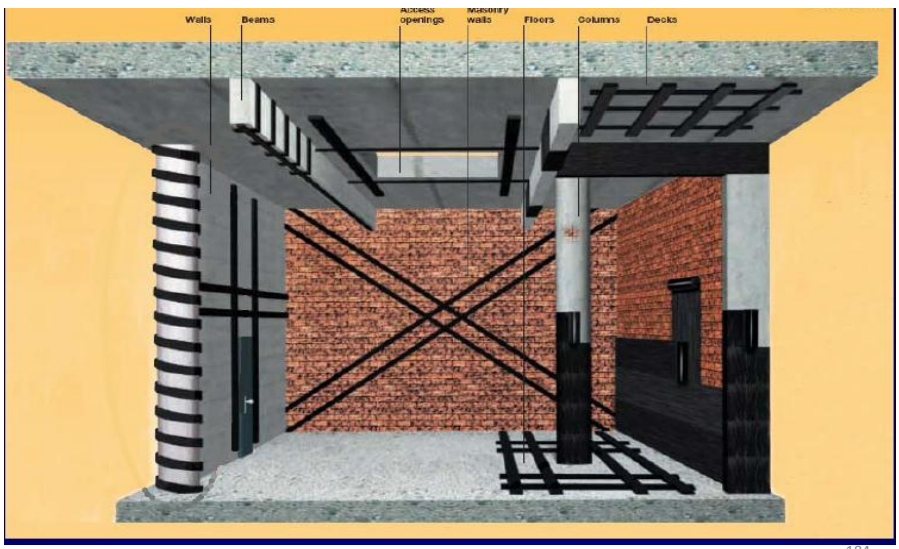
نشریه شماره ۳۴۵

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

۱۳۸۵

183

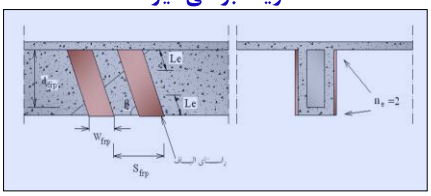
روشهای بهسازی | تقویت با الیاف FRP



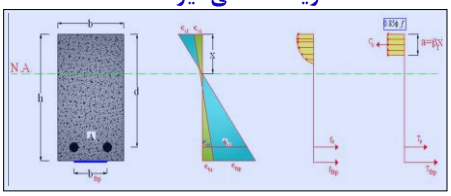
184

روشهای بهسازی | تقویت با الیاف FRP

تقویت برشی تیر



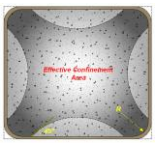
تقویت خمشی تیر

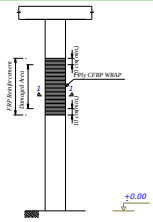


$$M_r = \phi_s f_s A_s (d - \frac{a}{2}) + \phi_{frp} E_{frp} \varepsilon_{frp} A_{frp} (h - \frac{a}{2})$$

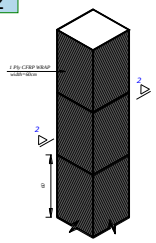
تقویت ستون

محبوس شدگی ستون





Typical Column



Full Wrap of Columns

روشهای بهسازی | مراحل تقویت با الیاف FRP

ساب و
سندبلاست

- ✓سنگدانه سیلیسی خشک با سایز 3 میلی متر به صورت یکنواخت (uniform)
- ✓فشار حداقل 6 bar
- ✓قطر نازل 10 میلی متر
- ✓حداکثر فاصله دستگاه از سطح بتن 50 سانتی متر

روشهای بهسازی | مراحل تقویت با الیاف FRP

وضعیت ستونها
پس از سندبلاست

اعمال ملات تعمیری

ردیف	اجزا	کاربرد
۱	سیمان	عامل چسباننده
۲	سنگدانه	پرکننده
۳	ماده ضد جمع شدگی	انبساط شیمیایی
٤	روان کننده	افزایش مقاومت
٥	لاتکس	بهبود و اصلاح کنندگی
٦	ضد شره	امکان اجرا در سطوح بالای سر یا در ضخامت زیاد
۷	الیاف پلی پروپیلن	کاهش جمع شدگی و ترک خوردگی
۸	پوزولان – میکروسیلیس	افزایش مقاومت و پایایی

187

روشهای بهسازی | مراحل تقویت با الیاف FRP

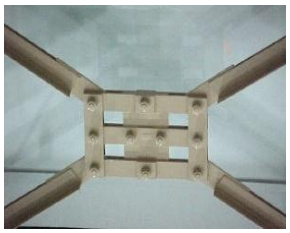
چسباندن الیاف با چسب
اپوکسی

188

روشهای بهسازی | تکنیک های دیگر تقویت

انواع میراگر

ADAS Damper



میراگر اصطکاکی

میراگر ویسکوز

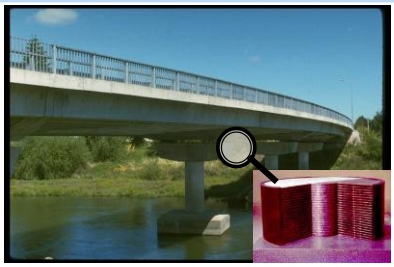
روشهای بهسازی | تکنیک های دیگر تقویت

استفاده از میراگر جهت کاهش ارتعاش پل قطور

روشهای بهسازی | تکنیک های دیگر تقویت

بالشتک الاستومری (نئوپرن)

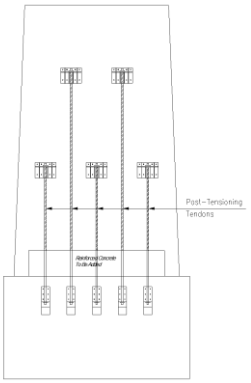
نمونه تکیه گاه مفصلی در پل استرن منطقه قطور

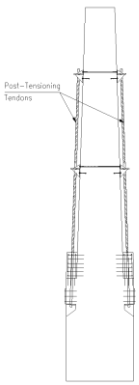


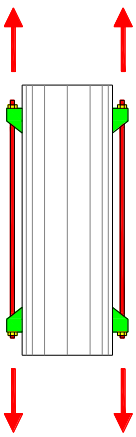
تعویض تکیه گاهها با نئوپرن

روشهای بهسازی | تکنیک های دیگر تقویت

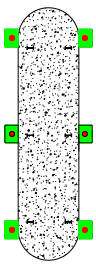
تکنیک پیش کشیدگی با تاندون های فولادی یا FRP در تیرها و ستونهای ساختمان و پل و دیوارهای بنایی







نمای پایه ها

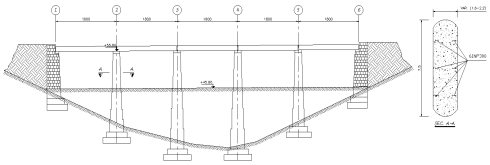


مقطع پایه ها

عمران و ساختمان
@omranvasakhteman

روشهای بهسازی | تکنیک های دیگر تقویت

استفاده از تکنیک پیش کشیدگی با تاندون های فولادی در پل شمس قطور



3

Thanks

194