

ریسک فروریزش ساختمانها در برابر زلزله

دکتر ساسان عشقی

دانشیار پژوهشکده مهندسی سازه
پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

قدردانی و گرامیداشت

- با گرامیداشت یاد استادانی که دیگر در میان ما نیستند:
 - شادروان آقای دکتر خدیوی بنا استاد توانای درس استاتیک من و سپس دوست بسیار عزیزم
 - شادروان آقای دکتر برقی
 - شادروان آقای دکتر اسکروچی
 - شادروان آقای مهندس کامبیز پایوار
- و زنده یادان همکلاسی های خوبم:
 - شادروانان آقایان مهندسان حسین احمدی کمال آباد و فرهاد اشترالنخعی
- ... و زنده یادان آقا فرج عزیز و مهربان و آقای اقبالی ارجمند

و استادان همیشگی من...



آقای دکتر باریس پطروسیان



آقای دکتر سیروس فخر یاسری



آقای دکتر بیژن اعلامی

با قدردانی از همه استادان خوبم آقایان دکتر جواد مجتهدی، دکتر مارکار گریگوریان، دکتر مصطفی طوسی، دکتر محمد امین، دکتر محمد ابراهیم طسوجی، دکتر حسین جلالی، دکتر رحمت الله ربیع زاده،
و کارکنان محترم و خوب آنروزهای دانشکده سازه: آقای سعید حبیبی در دانشکده مهندسی سازه (عمران) و دیگران

آمفی تئاتر شیمی (جابر بن حیان) و خاطره ها

1- اینجا، اولین جایی است که در روز اول شروع تحصیل به دانشگاه یعنی اول مهرماه 1353 در سخنرانی آقای دکتر سید حسین نصررییس وقت دانشگاه صنعتی آریامهر آن زمان و دانشگاه صنعتی شریف امروزی حضور یافتم. سخنرانی که بعلت هیاهوی عمدی چند نفر از دانشجویان سالهای بالاتر بدرستی نشنیدم.

2- اینجا، جایی است که در آن در اواخر نیمسال چهارم تحصیل خود 1355 فیلم آموزشی بسیار جالبی را در مورد رفتار مصالح مختلف به انگلیسی دیدم و در آن با انواع رفتار های غیرخطی آشنا شدم بخصوص با رفتار الاستوپلاستیک و نمودار ساده شده تنش و کرنش برای آن.

3- اینجا، جایی بود که در آن در سال 1356 به سخنان پرفسور نیومارک (1910-1981) از بزرگترین استادان مهندسی زلزله در دنیا در زمینه مهندسی زلزله و سیستم جداساز لرزه ای فقط چند سال قبل از مرگ او گوش فرادادم و از تعریفی که ایشان از دو استاد ما یعنی آقای دکتر محمد امین و دکتر بهروز ضرغامی کردند لذت بردم و بر خود بالیدم.

پروفیسور ناٹان. ام. نیومارک 1920-1981



N. M. Newmark

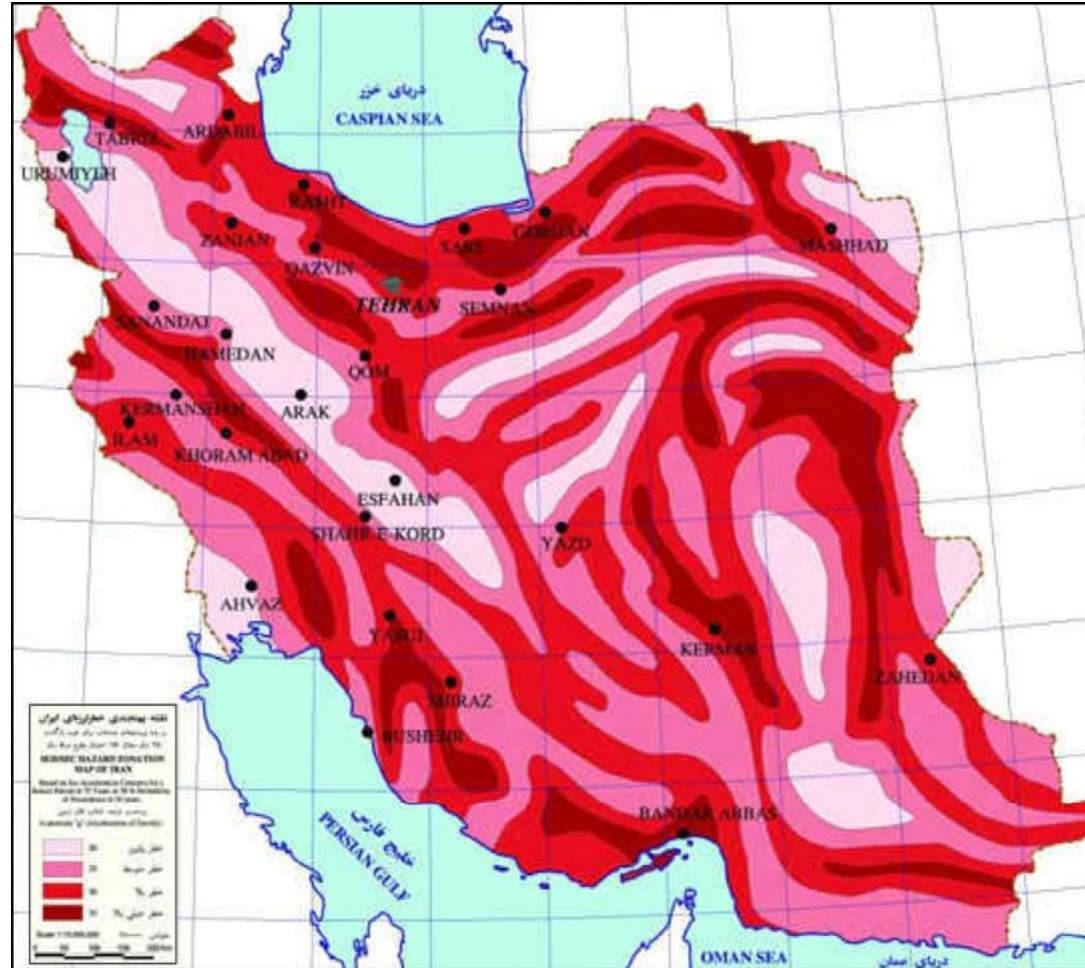
چکیده

مهمترین تاثیر زلزله ها در جوامع انسانی از دست رفتن جان انسانها و پریشان شدن آن جوامع بر اثر این فقدان و بازماندن انسانهایی دلشکسته، بی پناه، بعضا معلول جسمی و روانی می باشد و عامل اصلی در این موضوع فرو ریختن ساختمانها در اثر نیروهای زلزله و تبعات آن می باشد. بنابر این ارزیابی ریسک ساختمانها در برابر زلزله و شناسایی ساختمانهای مرگ آفرین از اولویت بالایی در شهرهای زلزله خیز، که اغلب بطور بی رویه رشد کرده اند، برخوردار است.

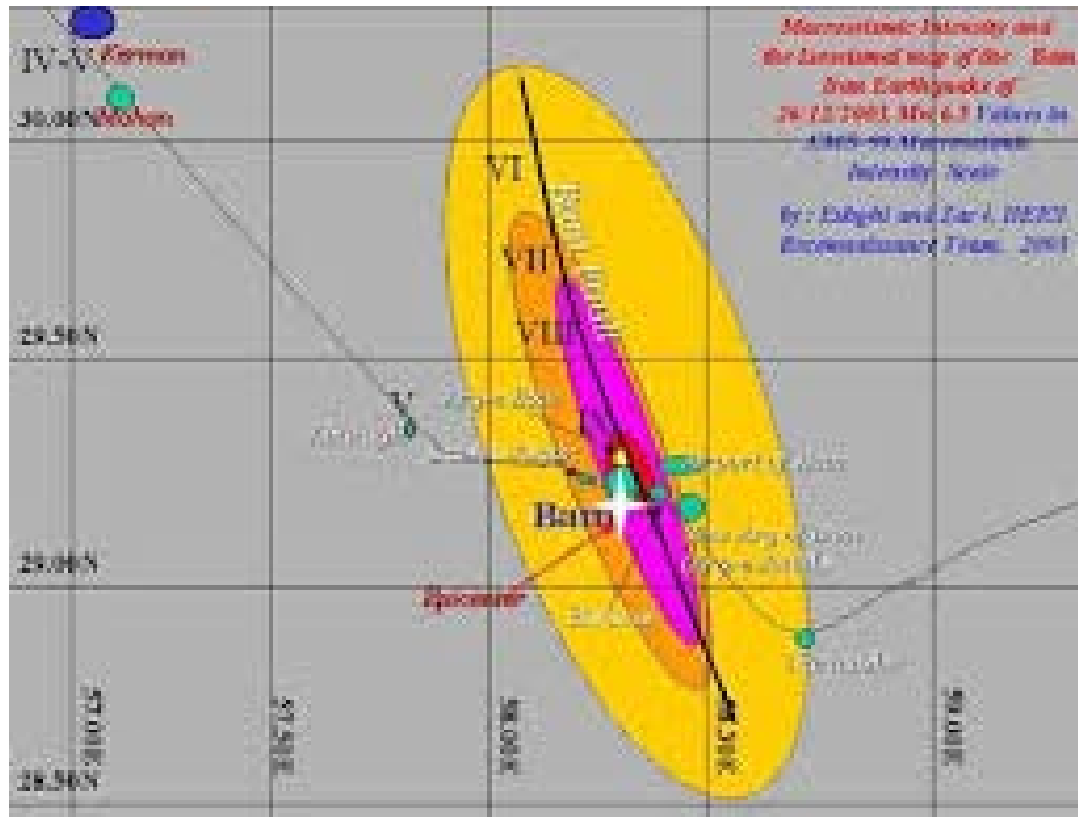
تجربه زلزله های ایران و میزان بالای ضریب مرگ و میر هم بر اهمیت زیاد و حیاتی ای موضوع تاکید می کند. در حال حاضر باید با توجه به تعداد زیاد ساختمانهای شهرهای بزرگ، روشهای سریع و دقیقی برای اینکار باید توسعه داده و بعد از طی دوره آزمایشی و تصحیح آنها با ایجاد مشوقهای مالی لازم این ارزیابیها صورت پذیرد. در مجموع بنظر می رسد که حق هرکسی است که بداند در اثر زلزله ای شدید، خانه هرکسی می تواند بجای مامنی قابل اطمینان برای او و خانواده اش، شوربختانه برای آنها مرگ به ارمغان آورد.



❖ لرزه خیزی بسیار بالایی اغلب کلان شهرهای ایران



توزیع شدت رویداد اصلی زلزله بم 1382





❖ توسعه بی رویه ساخت و ساز در کلانشهرها





زمین لرزه تبریز

- زمین لرزه مهم شهر تبریز که بسیار ویرانگر بود، در 1042 میلادی (434ق) اتفاق افتاد. یا به نوشته ناصر خسرو قبادیانی که خود در 438ق - یعنی چهار سال پس از وقوع زلزله- به تبریز آمده بود قسمت بزرگی از شهر را ویران کرد و بر اثر آن 40 هزار تن هلاک شدند. از آنجا که تبریز تا آن تاریخ شهری آباد شده بود، بنابراین، احتمال آنکه شمار کشته شدگان بسیار، و ویرانی وسیع باشد، وجود دارد. قطران تبریزی که خود زلزله را دیده، قصیده‌یی در این باره سروده است.

شعر قطران تبریزی

بود محال مرا داشتن امید محال / بعالمی که نباشد همیشه بر یک حال / از آن زمان که جهان بود
حال زین سان بود / جهان بگردد لیکن نگردهش احوال / دگر شوی تو ولیکن همان بود شب و
روز / دگر شوی تو ولیکن همان بود مه و سال ...

/ نبود شهر در همه آفاق خوشتر از تبریز / به ایمنی و به مال و به نیکویی و جمال / ز ناز و
نوش همه خلق بود نوشانوش / ز خلق و مال همه شهر بود مالامال ...

/ بسا سرای که بامش همی بسود فلک / بسا درخت که شاخش همی بسود هلال / کز آن درخت
نمانده کنون مگر آثار / وز آن سرای نمانده کنون مگر اطلال / کسی که رسته شد از مویه گشته
بود چو موی / کسی که جسته شد از ناله گشته بود چو نال / یکی نبود که گوید به دیگری که مموی /
یکی نبود که گوید به دیگری که منال

نرخ مرگ و میر در ایران در اثر زلزله

ا توجه به زلزله‌هایی که در کشور ما رخ داده و همچنین با در نظر گرفتن نرخ مرگ و میر در زلزله که طبق تعریف سازمان ملل متحد نسبت تعداد افراد کشته شده به تعداد کل افراد زلزله‌زده است، متوجه می‌شویم این نرخ در ایران بسیار بالاتر از بسیاری از کشورهای زلزله‌خیز و در حال توسعه دنیاست.

به‌طور مثال در زلزله 2010 «پورتو پرنس» در کشور «هائیتی» با بزرگای گشتاوری 7، کل جمعیتی که تحت تاثیر زلزله قرار گرفت حدود سه میلیون نفر بود که حدود 8 درصد آنها یعنی حدود 230 هزار نفر طبق آمار رسمی کشته شدند. در زلزله ونچوان (چین) که در سال 2008 اتفاق افتاد اگر حتی مفقودان را جزو کشته شدگان و طبق آمار رسمی مجموعاً حدود 90 هزار نفر حساب کرده و به 15 میلیون نفر (جمعیت تحت تاثیر زلزله) تقسیم کنیم شاخص مربوطه برابر شش هزارم می‌شود اما در زلزله بم (1382) با بزرگای گشتاوری 6/6 تعداد 26 هزار و 271 نفر از حدود یک صد هزار نفر جمعیت تحت تاثیر زلزله کشته شدند یعنی از هر صد نفر حدود 26 نفر کشته شدند.

بازسازی تخریب ساختمان صادقی در رشت که در اثر
زلزله منجیل (31 خرداد 1369) فروریخت





❖ ساخت و سازی رویه در کلانشهرها



ساختمان 21 طبقه فولادی پینا سوارز بعد از زلزله 1985 مکزیکو سیتی



1971 San Fernando (or Sylmar) Earthquake



Two fallen and one tilted seismically-isolated (structurally separated) stair towers and the collapsed basement at Olive View Hospital.

1971 San Fernando (or Sylmar) Earthquake



طبقه نرم



زلزله 1964 (نیگاتا) - روانگرایی





❖ فروریزش، مهمترین دغدغه مراکز مدیریتی و تصمیم گیری





فرو ریزش ساختمان دررشت در اثر زلزله منجیل 1369





❖ فروریزش، عامل اصلی تلفات جانی و خسارات مالی





❖ فروریزش سازه های فولادی



تشکیل مفصل پلاستیک در ستون



گسیختگی بادبندها و ایجاد طبقه نرم

ضوابط هفتگانه بلندمرتبه‌سازی

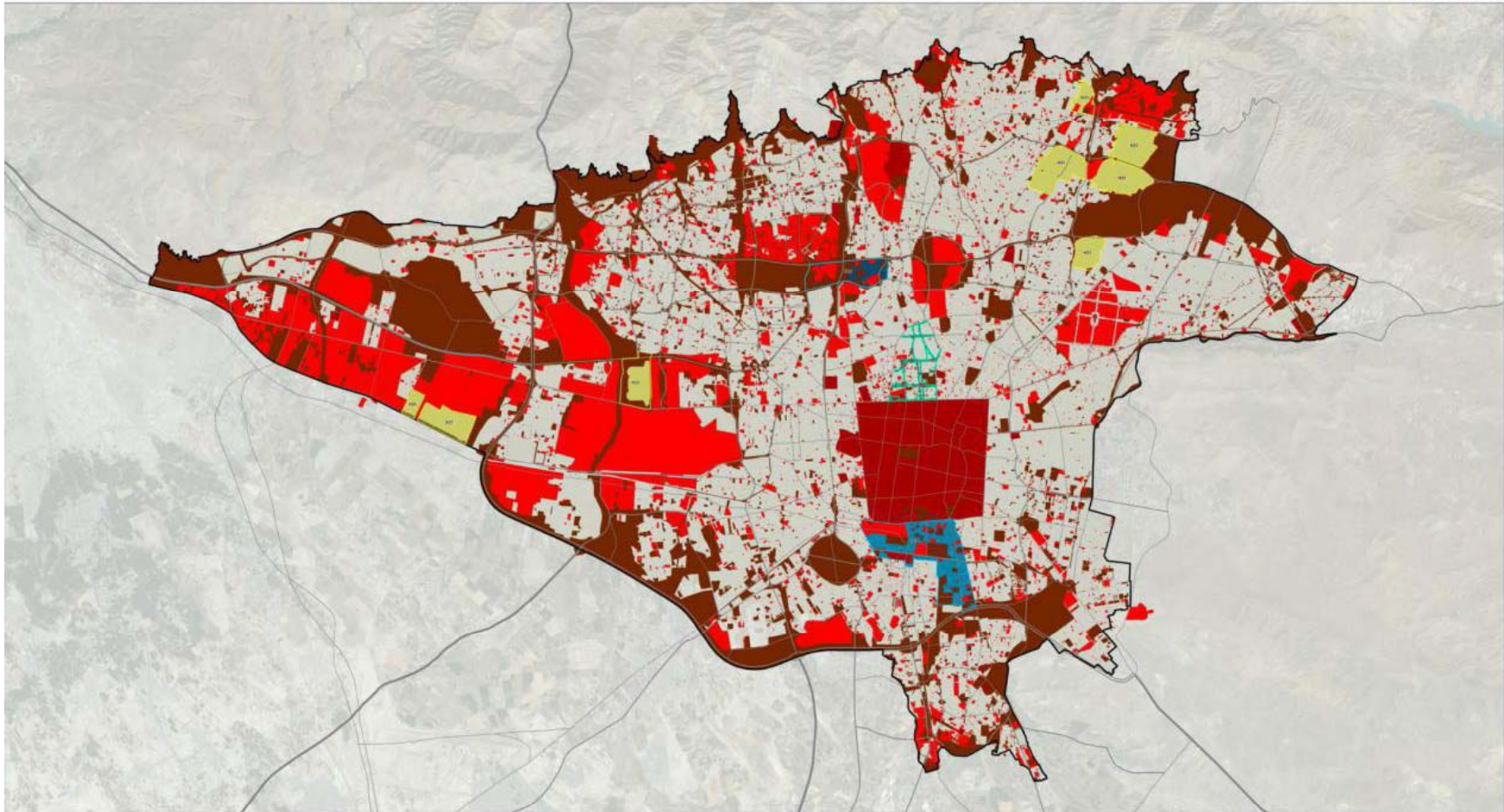
(شورای عالی شهرسازی و معماری - آذرماه 94)

۱. سقف‌گذاری برای جمعیت تهران در روز و شب
۲. بررسی دقیق ساختار اقتصادی اجتماعی پایتخت برای آمادگی در برابر زلزله و افزایش ایمنی ساخت و سازها
۳. تعیین جریان باد و کریدور عبور هوا در تهران
۴. نحوه تأمین منابع آب و خدمات زیربنایی و روبنایی بلندمرتبه‌ها
۵. نقش بناهای بلند در هویت معماری ایرانی - اسلامی
۶. محدود بودن بلندمرتبه‌سازی در تهران به جز مکان‌های خاص
۷. تهیه گزارشی از آخرین وضعیت صدور پروانه‌های ساختمانی بلندمرتبه در تهران

۱. جمعیت: بر اساس شاخصه جمعیت و با لحاظ شدن سقف جمعیتی تهران که ۱۰ میلیون و ۵۷۰ هزار نفر است، فعلا بلندمرتبه‌سازی در تهران موضوعیتی ندارد چرا که با مجوزها و پروانه‌های صادره فعلی ۶۵۰ هزار نفر به جمعیت تهران افزوده شده که از این سقف جمعیتی بالاتر می‌زند.

۲. ایمنی: بر اساس ضابطه افزایش ایمنی سازه‌های بلند، نظر کارشناسی شورا بر این است که تاکنون هیچ پژوهش و اقدام مؤثری از سوی شهرداری تهران در زمینه بودن یا نبودن ایمنی در بلندمرتبه‌ها در برابر آتش و زلزله صورت نگرفته است.

۳. کریدور باد: در این ضابطه سازنده باید در هنگام اخذ پروانه، تأییدیه‌های زیست‌محیطی بنای بلند مبنی بر قرار نداشتن در کریدور هوای تهران را اخذ کند.



عنوان نقشه:
محدود های مجاز، غیر مجاز و مشروط بلندمرتبه سازی



مهندسین مشاوران معماری، مهندسی و شهرسازی
مهندسین مشاوران مهندسی عمران، مکانیک، برق و سازه
Hankar Partnership Consulting Engineers
Architectural Urban Design, Planning, Project Management

مقیاس: ۱:۶۰,۰۰۰

محدوده های مشروط
مشروط به افعال متوسط

محدوده های غیر مجاز
سیرات طبیعی و حفاظت
سیرات تاریخی
سایر

راهنما

محدوده های مجاز
H11
H12
H21
H31

طرح تفصیلی شهر تهران

مکان یابی و ضوابط ساخت و ساز
پناهای بلند مرتبه شهر تهران



معاونت شهرسازی و معماری



❖ محدودیت های متدولوژی های موجود

منحنی های شکندگی

- نیاز به بانک اطلاعاتی قوی
- پیچیدگی مدلسازی

ارزیابی تفصیلی

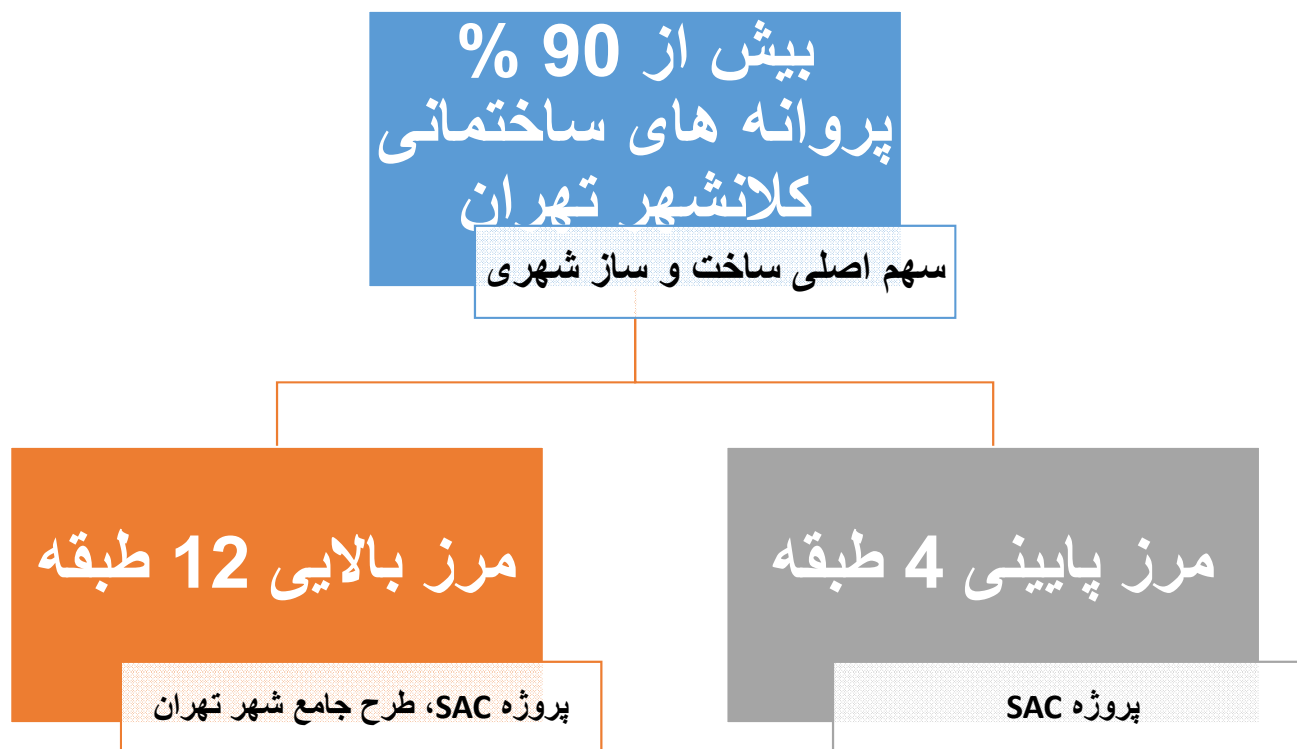
- سرعت کم و هزینه بالا
- پیچیده و زمان بر
- برای یک ساختمان

ارزیابی سریع

- معاینه
- عدم انجام مدلسازی
- بسیار تقریبی

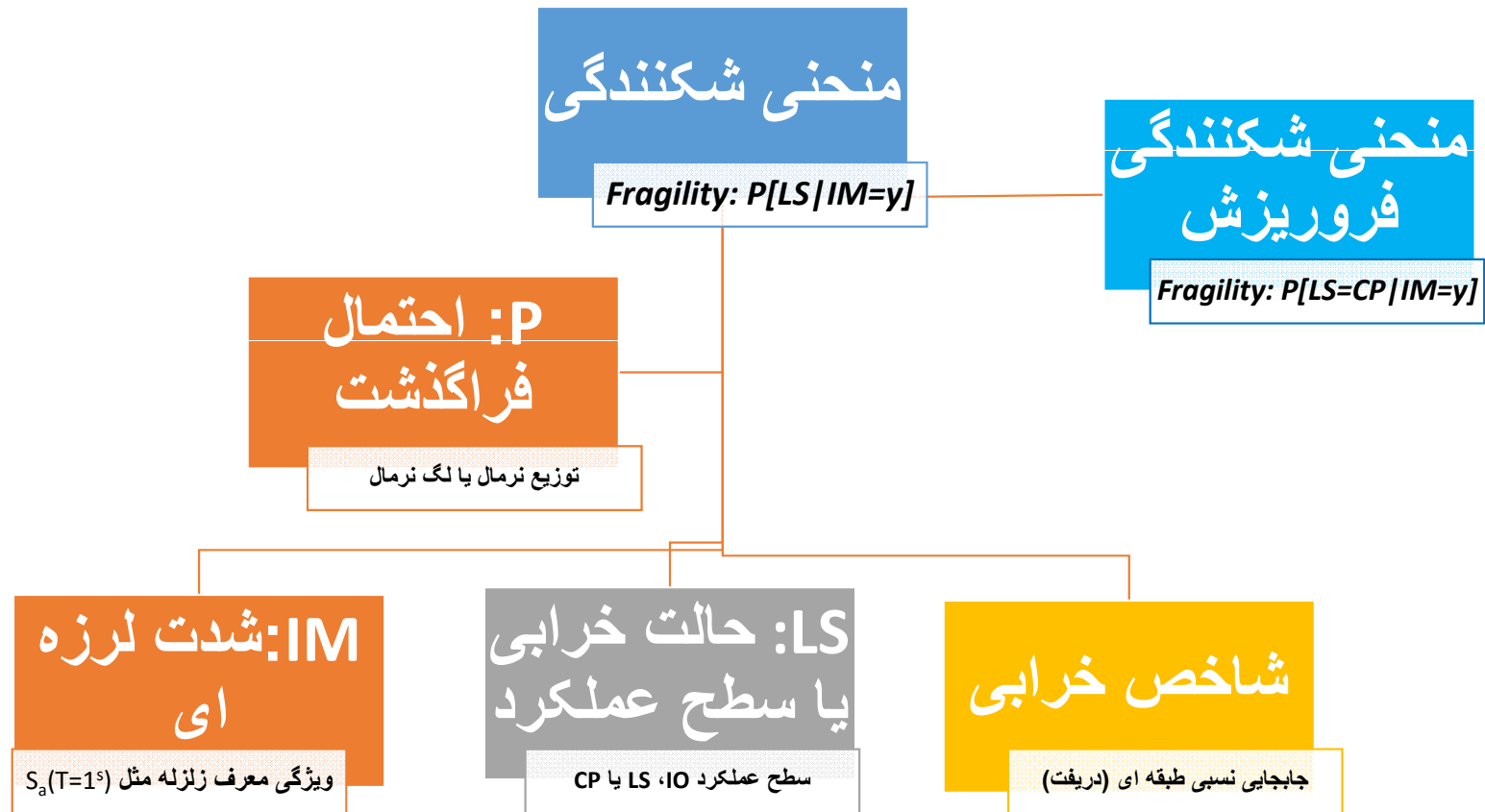


❖ ساختمان میان مرتبه



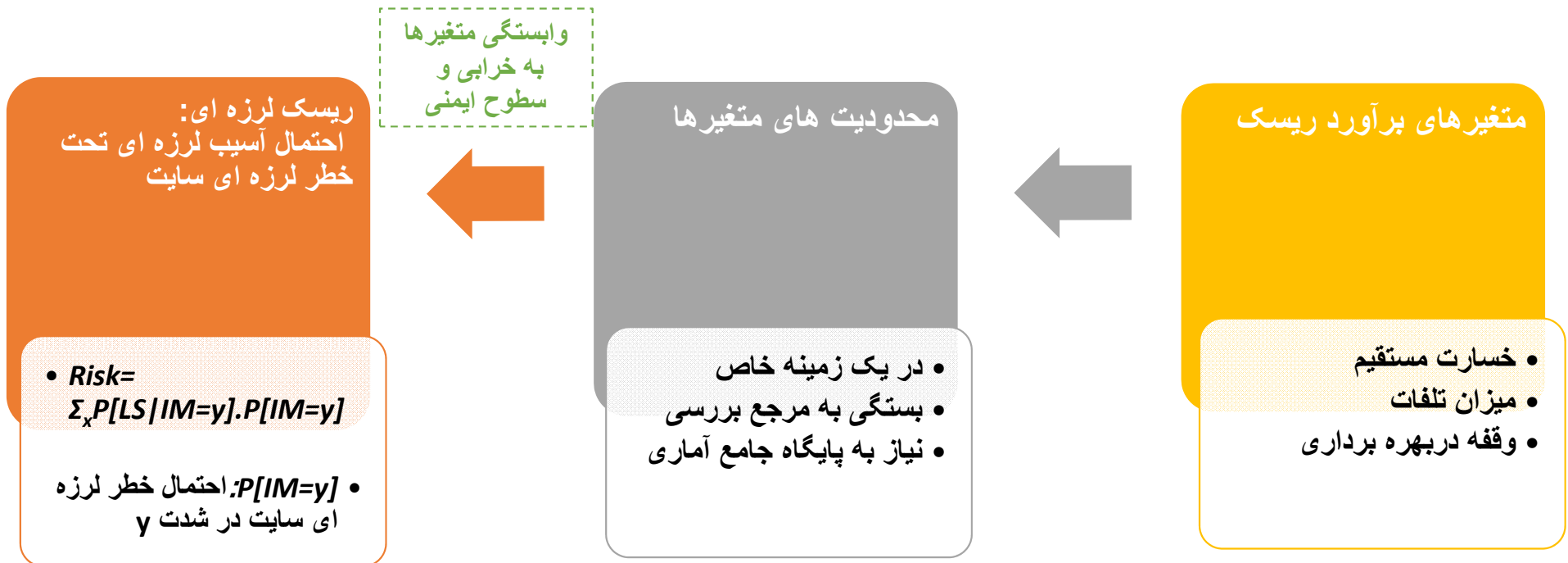


❖ مفهوم احتمال آسیب لرزه ای و احتمال ریسک فروریزش لرزه ای





❖ مفهوم ریسک آسیب لرزه ای





❖ مفهوم ریسک فروریزش لرزه ای

$$\text{Collapse Risk} = \sum_x P[CP | IM] \cdot P[IM]$$



نرخ متوسط تکرار
سالانه فروریزش



$$\lambda_c = \int_0^{\infty} P(C | im) \cdot d\lambda_{IM}(im)$$

$P(C | im)$

احتمال فروریزش در $im=IM$

$d\lambda(im)$

متوسط تکرار سالانه فراگذشت از
شدت لرزه ای



❖ رابطه احتمال و ریسک فروریزش لرزه ای

با فرض توزیع پواسون برای رخداد های زلزله

احتمال رخداد فرورزش لرزه ای در طی t سال:

$$P_e(\text{over } t \text{ years}) = 1 - \exp(-\lambda_e t)$$

احتمال رخداد فروریزش لرزه ای در طول 1 سال:

$$P_e(\text{over 1 year}) \equiv \lambda_e$$



❖ مفهوم سطح عملکرد آستانه فروریزش

نشریه
360

- خرابی گسترده در سازه
- عدم فروریزش کلی ساختمان
- تلفات جانی حداقل

ASCE 41-
13

- مقاومت ستون ها برای بار ثقلی
- احتمال فروریزش بر اثر پس لرزه
- انسداد برخی خروجی های ساختمان
- امکان غیرقابل تعمیر بودن ساختمان





❖ متدولوژی ارزیابی فروریزش لرزه ای دستورالعمل FEMA P695

• ویژگی ها

- ✓ استفاده از ضرایب عملکرد لرزه ای
- ✓ بیان ایمنی در برابر فروریزش توسط نسبت حاشیه فروریزش AMCR
- ✓ در نظر گرفتن صریح انواع عدم قطعیت ها
- ✓ ارائه بر مبنای ساختمان های الگو (Arctype)
- ✓ بیان ایمنی جانی به صورت ایمنی معادل فروریزش تحت خطر لرزه ای زمین لرزه های MCE
- ✓ ارائه دسته رکوردها مورد نیاز و ارائه روش مقیاس کردن
- ✓ شبیه سازی غیرخطی فروریزش به صورت صریح یا به صورت حالات حدی
- ✓ استفاده از تحلیل های غیرخطی استاتیکی و دینامیکی