



۱. هدف و چارچوب

هدف:

تعیین اهمیت نسبی معیارهای اصلی ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های تحت مالکیت شهرداری تهران از طریق **نسبت‌دهی** مقایسه زوجی.

معرفی:

با توجه به چندبُعدی بودن مسأله اولویت‌بندی اقدامات مقاوم‌سازی، نمی‌توان تنها بر یک جنبه متمرکز شد؛ بنابراین مجموعه‌ای از معیارهای کلیدی انتخاب شده است تا وزن هر بُعد محاسبه و میزان تأثیر واقعی آن بر تصمیم‌گیری نهایی مشخص گردد. بر اساس نتایج جلسات خبرگی و پس از بازبینی و تلفیق شاخص‌های اولیه، شش معیار اصلی تعیین شده‌اند که سه لایه مهم خطر را پوشش می‌دهند:

- ویژگی‌های ساختمان (سازه‌ای و غیرسازه‌ای)
- شرایط محیطی و کاربری (سایت، جمعیت و ...)
- پیامدها و ریسک‌ها (وضعیت اقتصادی، اهمیت بهره‌برداری و ...)

فرآیند نسبت‌دهی مقایسه زوجی، برای سنجش **وزن نسبی این معیارها** در چارچوب ارزیابی و اولویت‌بندی آسیب‌پذیری ساختمان‌های تحت مالکیت شهرداری تهران طراحی شده است. مبنای انتخاب معیارها و شیوه ارزیابی، نشریه‌های ۳۶۴ و ۹۳۶، استاندارد ۲۸۰۰ و دستورالعمل‌های FEMA می‌باشد.

خروجی این فرآیند، ورودی اصلی مدل **تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)** خواهد بود و به همراه سایر داده‌ها برای رسیدن به اولویت‌بندی ساختمان‌ها، اقدامات طرح مقاوم‌سازی و تخصیص بهینه منابع به کار گرفته می‌شود. دقت، صداقت و تخصص شما به **طور مستقیم** در اعتبار نتایج و کیفیت تصمیم‌گیری‌های نهایی اثرگذار است.



۲. معرفی معیارها

زیرمعیارها برای هر معیار اصلی معرفی شده‌اند تا خبرگان بتوانند در مقایسه زوجی، اهمیت نسبی هر معیار را با دقت بیشتری ارزیابی کنند.

C1 – آسیب‌پذیری سازه‌ای ثقلی

هدف: ارزیابی میزان مقاومت و پایداری سیستم باربر قائم ساختمان در برابر بارهای ثقلی و بررسی مسیر انتقال بار. **زیرمعیارها:**

- C1-S1 – مسیر بار ثقلی و یکپارچگی سیستم باربر قائم
- C1-S2 – وضعیت کیفیت اعضای باربر قائم
- C1-S3 – وجود بارهای متمرکز یا بحرانی

C2 – آسیب‌پذیری سازه‌ای لرزه‌ای

هدف: ارزیابی مقاومت و پایداری سیستم باربر جانبی یا لرزه‌ای ساختمان تحت اثر زلزله. **زیرمعیارها:**

- C2-S1 – نوع سیستم باربر جانبی (قاب خمشی، دیوار برشی، قاب مهاربندی‌شده و ترکیبی)
- C2-S2 – تعداد طبقات (شامل طبقات زیرزمین)
- C2-S3 – نامنظمی‌های ارتفاعی (طبقه نرم، ستون کوتاه و ناهمگونی ارتفاع)
- C2-S4 – نامنظمی‌های پلان (پیچش، پس‌رفتگی، برآمدگی و تغییرات ناگهانی در پلان)
- C2-S5 – نوع و رفتار لرزه‌ای سیستم سقف
- C2-S6 – مشخصات دیوار باربر در سازه‌های بنایی (ویژه ساختمان‌های بنایی)



C3 - آسیب‌پذیری اجزای غیرسازه‌ای

هدف: شناسایی و ارزیابی خطرات ناشی از اجزای غیر سازه‌ای که می‌توانند منجر به خسارت یا تلفات شوند.

زیرمعیارها:

- C3-S1 - اجزای معماری نمای خارجی و مصالح نما (سنگ، شیشه، آجر و احتمال سقوط)
- C3-S2 - دیوارهای داخلی، سقف کاذب و اتصالات غیرسازه‌ای (حوزه‌بندی افقی و عمودی در طبقات)
- C3-S3 - تجهیزات و تأسیسات مکانیکی و الکتریکی نصب‌شده
- C3-S4 - تجهیزات مستقر بر بام یا محوطه ساختمان

C4 - خطر لرزه‌ای و محیطی سایت

هدف: بررسی شرایط زمین‌شناسی، موقعیت لرزه‌خیزی و خطرات محیطی محل استقرار ساختمان.

زیرمعیارها:

- C4-S1 - نوع خاک بر اساس طبقه‌بندی آیین‌نامه‌ای (مطابق استاندارد ۲۸۰۰)
- C4-S2 - پایداری شیب زمین
- C4-S3 - میزان لرزه‌خیزی منطقه جغرافیایی
- C4-S4 - حریم گسل‌های فعال
- C4-S5 - خطرات همجواری (پدیده کوبش، ساختمان‌های مجاور)

C5 - اهمیت و مواجهه جمعیتی ساختمان

هدف: ارزیابی نقش عملکردی و میزان اهمیت بهره‌برداری از ساختمان پس از وقوع زلزله، همراه با تحلیل خطر برای کاربران.

زیرمعیارها:

- C5-S1 - نوع و اهمیت کاربری



- C5-S2 – ضرورت تداوم بهره‌برداری پس از زلزله
- C5-S3 – تراکم جمعیتی اوج (نفر به ازای مترمربع)

C6 – پیامدهای اقتصادی

هدف: برآورد هزینه‌های مقاوم‌سازی و ارزش سرمایه در معرض خطر.

زیرمعیارها:

- C6-S1 – ارزش تقریبی ساختمان (بر اساس قیمت زیربنا)
- C6-S2 – برآورد هزینه احتمالی مقاوم‌سازی
- C6-S3 – هزینه جایگزینی یا بازسازی کامل



۳. روش AHP و نحوه پرکردن ماتریس

۱.۳. منطق روش AHP

روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) توسط توماس ساعتی (Saaty Scale) ارائه شده و هدفش این است که درباره اهمیت نسبی چند معیار تصمیم بگیریم، اما به جای اینکه همه را یکجا رتبه‌بندی کنیم، آن‌ها را **دو به دو مقایسه** می‌کنیم. تصور کنید که مثل داوری یک مسابقه هستید و هر بار دو بازیکن را روبه‌روی هم قرار می‌دهید و می‌پرسید: “کدام یک قوی‌تر است و چقدر؟”

۲.۳. شکل ماتریس مقایسه زوجی

برای ۶ معیار اصلی (C1 تا C6)، ماتریس به این شکل خواهد بود:

	C6	C5	C4	C3	C2	C1
C1	۱	؟	؟	؟	؟	؟
C2	۱/؟	۱	؟	؟	؟	؟
C3	۱/؟	۱/؟	۱	؟	؟	؟
C4	۱/؟	۱/؟	۱	؟	؟	؟
C5	۱/؟	۱	۱/؟	۱/؟	۱/؟	؟
C6	۱/؟	۱/؟	۱/؟	۱/؟	۱/؟	۱

- خانه‌های قطر اصلی ۱ است زیرا هر معیار نسبت به خودش اهمیت برابر دارد.
- خانه‌های **بالای قطر** (؟) را کارشناس باید با مقادیر مقیاس AHP پر کند.
- خانه‌های **زیر قطر** = معکوس عدد متناظر بالای قطر است. (خود سامانه وارد می‌کنید)



۳.۳. مقیاس ساعتی (Saaty Scale)

این مقیاس معیار اصلی AHP برای اعداددهی است:

عدد	معنای کیفی	توضیح
۱	اهمیت برابر	دو معیار کاملاً هم‌ارزش‌اند.
۳	کمی مهم‌تر	معیار ردیف نسبت به ستون کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	معیار ردیف به‌طور واضح مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	معیار ردیف خیلی برتری دارد.
۹	بسیار مهم‌تر	معیار ردیف کاملاً برتر است.
۲، ۴، ۶ و ۸	ارزش‌های میانی	برای وقتی اهمیت دقیق بین اعداد اصلی نیاز است.
۱/۳، ۱/۵، ۱/۷ و ...	معکوس اعداد	در صورتی که معیار در ستون نسبت به معیار در ردیف مهم‌تر باشد.

۴.۳. مثال یک مقایسه

فرض کنید کارشناس برای مقایسه $C1$ با $C2$ معتقد است که $C1$ مهم‌تر است و این اهمیت در سطح “۵” است:

• خانه $(C1, C2) = 5$ (کارشناس پر می‌کند)

• خانه $(C2, C1) = 1/5$ (پر خواهد شد)

۵.۳. ناسازگاری (Inconsistency)

• یکی از تفاوت‌های AHP با روش‌های ساده این است که بررسی سازگاری قضاوت‌ها را انجام می‌دهد.

• شاخص سازگاری CR باید کمتر یا مساوی ۰.۱ باشد (یعنی ۱۰٪).

• اگر $CR < 0.1$ باشد:

○ برای اصلاح به مقایسه‌های خود برگردید.



- ببینید آیا به طور ناخواسته نظر متناقض داده‌اید (مثلاً $C2 < C1$, $C2 < C3$ اما $C1 < C3$).
- یکی یا دو تا از اعداد را با دقت بیشتر و بر اساس شواهد یا بررسی نتایج سایر کاربران اصلاح کنید.

۶.۳. نکات مهم برای پرکردن

۱. فقط خانه‌های بالای قطر اصلی را پر کنید، بقیه خودکار تکمیل می‌شوند.
۲. در هر مقایسه، از خود پرسید: “در راستای هدف نسبت‌دهی، کدام معیار مهم‌تر است و چقدر؟”
۳. بهتر است این مقایسه‌ها بر اساس تجربه، شواهد، یا نتایج مطالعات باشد.
۴. می‌توانید پس از تکمیل ماتریس، نتایج خبرگان دیگر هم بررسی کنید و مجدد نسبت‌دهی را اصلاح کنید.

۷.۳. نمونه ماتریس تکمیل‌شده

نمونه پرشده (فرضی) برای ۶ معیار:

	C6	C5	C4	C3	C2	C1
C1	۶	۴	۷	۳	۵	۱
C2	۴	۲	۵	۱/۳	۱	۱/۵
C3	۵	۳	۴	۱	۳	۱/۳
C4	۲	۱/۳	۱	۱/۴	۱/۵	۱/۷
C5	۳	۱	۳	۱/۳	۱/۲	۱/۴
C6	۱	۱/۶	۱/۴	۱/۵	۱/۴	۱/۶

۳.۷. ماتریس آماده معیارها جهت نسبت‌دهی



جدول ماتریس شاخص های اصلی

پایامدهای اقتصادی	اهمیت و مواجهه جمعیتی ساختمان	خطرات لرزه ای و محیطی سایت	آسیب پذیری اجزای غیرسازه ای	آسیب پذیری سازه ای لرزه ای	آسیب پذیری سازه ای ثقیلی	معیارها ↓ در برابر ← معیارها
؟	؟	؟	؟	؟	۱	آسیب پذیری سازه ای ثقیلی
؟	؟	؟	؟	۱	۱/؟	آسیب پذیری سازه ای لرزه ای
؟	؟	؟	۱	۱/؟	۱/؟	آسیب پذیری اجزای غیرسازه ای
؟	؟	۱	۱/؟	۱/؟	۱/؟	خطرات لرزه ای و محیطی سایت
؟	۱	۱/؟	۱/؟	۱/؟	۱/؟	اهمیت و مواجهه جمعیتی ساختمان
۱	۱/؟	۱/؟	۱/؟	۱/؟	۱/؟	پیامدهای اقتصادی

نام و نام خانوادگی خبره:

جایگاه سازمانی:

شماره همراه:

امضاء