

مدل سود-هزینه در بهسازی لرزه‌ای ساختمانها

بهنام آزموده- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه علوم و فنون مازندران
B_Azmoodeh6360@yahoo.com

چکیده:

اقتصاد زلزله را می‌توان یکی از مباحث علم اقتصاد بشمار آورد که درصدد شناسائی و تبیین رفتارهای سازمانها و انسانهایی است که در فرآیند فعالیتهای اقتصادی دچار آسیب و صدمه می‌شوند که این نوع آسیبهها و صدمات بر فرآیند توسعه اقتصادی جامعه اثر می‌گذارد و گاهی باعث توقف فعالیتهای توسعه اقتصادی می‌شود.

فنون تحلیل سود- هزینه را می‌توان به صورت منظم برای سنجش و ارزیابی تاثیرات اقتصادی آثار زلزله و دیگر سرمایه‌گذاری‌های اجتماعی- اقتصادی و فرهنگی مورد استفاده قرار داد. اصولاً از آنجائی که وقوع زلزله و یا هر نوع بلایای طبیعی قابل پیش‌بینی نیست، انجام هر نوع سرمایه‌گذاری و استفاده از تحلیل‌های سود- هزینه چه برای آنها قبل از وقوع زلزله و چه برای کاهش اثرات سانحه پس از وقوع زلزله، همراه با ریسک است و در این تحلیل‌ها باید عناصر ریسک را هم در نظر گرفت. مساله‌ای که جدا از بحث فنی در بررسی گزینه‌های متفاوت برای ارائه طرح بهسازی وجود دارد، موضوع اقتصادی بودن طرح و توجیه‌پذیری آن در مدت زمان مشخص است و اینکه طرح مورد نظر می‌تواند سود معینی را در پی داشته باشد که این میزان سود با توجه به کاهش خساراتی که ساختمان بعد از عملیات بهسازی در آن بوجود می‌آید، تعریف می‌شود و به نوعی هزینه‌های پرداخت شده بابت عملیات بهسازی سازه مشخص را کاهش می‌دهد.

در این مقاله هدف معرفی و بررسی مدل سود- هزینه، ساختار کلی و پارامترهای آن است.

کلیدواژه‌ها: سود- هزینه- بهسازی- مقدار خالص کنونی- خسارات اقتصادی

مقدمه:

از آنجا که زلزله می تواند ظرف چند ثانیه تمامی تلاشها و سرمایه گذاری های چندین و چند ساله را نابود سازد، چاره اندیشی برای کاهش میزان خسارات و کاهش صدمات و کسب آمادگیهای لازم، باید مورد توجه سیاستگذاران، برنامه ریزان و مدیران مملکت باشد. عموماً بخش عمده ای از خسارات ناشی از زلزله قابل جبران نیستند و این معضل در کشور ایران نیز از آنجا که در منطقه لرزه خیزی واقع است و خاستگاه بیشتر زمین لرزه های این سرزمین از جنبش گسلها می باشد، حایز توجه خاص است. اصلی ترین مساله اقتصادی در رابطه با بهسازی ساختمانهای آسیب پذیر این است که آیا سود حاصله پس از انجام عملیات بهسازی مقداری مناسب و کافی در مقابل با هزینه های طرح بهسازی می باشد یا خیر. تحلیل سود- هزینه به عنوان یک ابزار اقتصادی کاربرد وسیعی در تصمیم گیری ها مخصوصاً در بخشهای خصوصی دارد و این تحلیل به صورت برآورد یا ارزیابی سود خالص گزینه های مورد نظر بهسازی برای رسیدن به هدف نهائی مشخص تعریف می شود.

سود بدست آمده از اجرای عملیات بهسازی شامل مقدار ریالی (پولی) خساراتی است که با توجه به اجرای این طرح به سازه وارد نمی شود که این خسارات از خرابی های زلزله در یک ساختمان مقاوم نشده ناشی می شود. مقدار ریالی جان افراد نیز می تواند در این مدل لحاظ شود. هزینه ها شامل مشاوره و طراحی مهندسی، اجرا و سایر هزینه هائی که ساختمان مورد نظر برای بهسازی به آن نیاز دارد. بهسازی ساختمانهای موجود زمانی از دیدگاه اقتصادی توجیه پذیرند که سود حاصله طرح از هزینه های صورت گرفته بیشتر شود و بر عکس، اگر سود حاصله از هزینه ها کمتر شود طرح مورد نظر توجیه اقتصادی نخواهد داشت. بطور کلی توجیه اقتصادی بودن طرح های بهسازی لرزه ای ساختمانها را می توان از طریق محاسبه مقدار خالص کنونی $(NPV)^{(1)}$ بدست آورد.

تحلیل دقیق پروژه یکی از عوامل مهم تعیین کننده موفقیت آمیز بودن نتایج پروژه است. بسیاری از تحلیل های اقتصادی پروژه ها توجهی به در نظر گرفتن عواملی مانند زلزله ندارند که این بی توجهی نیز شامل تحلیل سود- هزینه می شود.

این مقاله در رابطه با فرضیات و روابط اقتصادی که به طور خاص مدل سود- هزینه را تشریح می کند، می پردازد و متغیرهائی که در این مدل استفاده می شود نیز در ادامه به آن می پردازیم.

(1) Net Present Value

۱- مقدار خالص کنونی مورد انتظار بدون در نظر گرفتن ارزش جان انسانها:

مقدار خالص کنونی محتمل بهسازی لرزه ای برابر است با مجموع پارامترهای کنونی سود در هر سال از مدت زمان طرح به علاوه میزان کنونی مقدار سرمایه گذاری شده بهسازی در پایان دوره طرح منهای مقدار اولیه آن. مقدار خالص کنونی در این مدل از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$NPV = -INV + \frac{B_1}{(1+i)} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_T}{(1+i)^T} + \frac{V_T}{(1+i)^T} \quad (1)$$

که در این رابطه:

INV: هزینه بهسازی

B_T : سود سالیانه مورد انتظار متناسب با بهسازی در سال T

هر گونه تغییری که بهسازی در مقدار بازیافت (۲) ارزش ساختمان داشته باشد: V_T

مدت زمان طرح که تاثیر بهسازی ساختمان را نشان می دهد: T

نرخ کاهش: i

در این مدل، سود مورد نیاز در هر سال از مقدار کنونی آن کاسته می شود و سپس با هم جمع می شوند تا مقدار خالص کلی بدست آید. هزینه بهسازی (INV) شامل هزینه های مهندسی/اجرا می شود. مدت زمان طرح (T) زمانی است در حدود ۲۰ تا ۴۰ سال که در آن مدت زمان و تاثیر آن بر مقدار خالص کنونی برآورد می شود. (i) نرخ کاهش، نرخ درصد سالیانه است که میزان سود آینده از میزان خالص کنونی کم می شود. اگر سود مورد انتظار در هر سال و مدت زمان طرح ثابت باشد، میزان خالص کنونی مورد انتظار به صورت رابطه ای که در ادامه تعریف می شود بیان می گردد که شامل سودی است که در کل مدت طرح وجود دارد و آنرا جایگزین رابطه ای که در قبل نقل شد، می کنیم.

$$NPV = -INV + B_T \left[\frac{1 - (1+i)^{-T}}{i} \right] + \frac{V_T}{(1+i)^T} \quad (2)$$

مقدار سود سالیانه که از بهسازی ناشی می گردد، جمع خساراتی است که برای احتمال سالیانه رخداد یک زلزله مخرب محاسبه می شود. سود سالیانه فرض می شود که مجموع خساراتی در ساختمان است که سعی می کنیم از آنها اجتناب کنیم. مانند خسارات مربوط به اجاره بها، هزینه جایگزینی افراد، درآمد افراد، خسارات وارده به سیستم های تجاری، خسارات وارده به اموال و دارائی افراد و متعاقباً سود

(۲): مقدار بازیافت بهسازی نمایانگر این موضع است که هزینه مقاوم کردن ساختمان در پایان طرح بر روی قیمت ساختمان افزوده می گردد. (salvage value)

سالیانه بهسازی گروهی از ساختمانها که در معرض زلزله با حد ایمنی جانی قرار می گیرند به صورت زیر تعریف می شود:

$$B_T = \sum_{VI}^{XII} EAE \left[\sum_{S=1}^S \sum_{F=1}^F BD_{SF}^m + RT_{SF}^m + REL_{SF}^m + Y_{SF}^m + INV_{SF}^m + PP_{SF}^m \right] \quad (3)$$

که در این رابطه:

EAE:VI-XII تعداد زلزله سالانه مورد انتظار بر اساس شدتهای مرکالی بین

BD:مقدار خرابی ساختمان

REL:هزینه جایگزینی افراد

INV:خسارت وارده به سیستمهای تجاری

RT:خسارات ناشی از اجاره بها

Y:خسارات مربوط به درآمد افراد

PP:خسارات وارده به اموال و دارائی افراد

در این رابطه قسمت اول نشان دهنده این است که سود سالیانه بایستی در هر یک از شدتهای زلزله بین VI تا XII جمع گردد و قسمت دوم و سوم نشان دهنده این است که میزان خسارات و خرابی های مورد انتظار باید به طور جداگانه ای برای هر یک از ترکیبات طبقه بندی بر اساس سطوح کاربری (S) و نوع سیستم سازه ای (F) بررسی شود و سپس جمع بسته شود. طبقه بندی ساختمانها بر اساس سطوح کاربری به صورت مسکونی، تجاری، صنعتی و و بر اساس نوع سیستم سازه ای به صورت بنائی غیر مسلح، قاب بتنی و فولادی و دسته بندی می باشد. (ATC-13)

اجتناب از خسارات و خرابی ها به معنی کاهش در میزان خسارات مورد انتظار در ساختمان بهسازی شده در مقابل آن دسته از ساختمانهایی که بهسازی نشده اند و با یک نوع سیستم سازه ای و کاربری مشابه قرار دارند.

فرض می شود که خرابی های ساختمان بر اساس سطح زیر بنای ساختمان، هزینه بهسازی، میانگین خسارات (MDF) و میزان تاثیرات بهسازی برای کاهش خسارات ساختمان بدست می آید.

$$BD_{SF}^m = FA_{SF} . RV_{SF} . MDF_F^m . ERE_F^m \quad (4)$$

که:

FA_{SF} : سطح زیر بنای ساختمان بر اساس متر مربع

RV_{SF} : هزینه بازسازی ساختمان

MDF_F^m : میانگین خسارات (۳)

ERE_F^m : میزان تأثیرات بهسازی مورد انتظار (۴)

خسارات مربوط به اجاره بها بر اساس سطح زیر بنای ساختمان (متر مربع)، نرخ اجاره بها به ازاء هر متر مربع در هر روز، هزینه از کار افتادن فعالیت یک سیستم تجاری و میزان تأثیرات در بهسازی برای کاهش خسارات بدست می آید و به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$RT_{SF}^m = FA_{SF} \cdot RR_{SF} \cdot LOF_S^m \cdot ERE_F^m \quad (5)$$

که:

RR_{SF} : نرخ اجاره بها به ازاء هر فوت مربع

LOF_{SF} : هزینه از کار افتادن بخشی یا کل یک سیستم مهم تولیدی در کشور

خرابی های ساختمان ممکن است سرویس رسانی قسمتهائی از ساختمان را مختل سازد. این خسارات در بناهای آسیب دیده در کل روزهایی که در آن فعالیت انجام می شود موثر است و این خسارات وابسته به مشخصه های خرابی ساختمان (میانگین خرابی ها) از جمله شدت زلزله (MMI) و کاربری آنهاست.

هزینه جایگزینی افراد بر اساس سطح زیر بنای ساختمان، هزینه جایگزینی در سطح و در هر روز، مقدار خسارات وارده به سیستمهای تجاری (تولیدی) و میزان تأثیرات بهسازی در کاهش خسارات بدست می آید و به صورت زیر تعریف می شود:

$$REL_{SF}^m = FA_{SF} \cdot RC_S \cdot LOF_S^m \cdot ERE_S^m \quad (6)$$

که:

RC_S : نرخ جایگزینی در هر فوت مربع در هر روز بر اساس کاربری آنها

(۳): میانگین خسارات (ATC-13) معیاری است برای تعیین درصد خرابی ساختمان تحت یک شدت زلزله خاص

(۴): میزان تأثیرات بهسازی نشان دهنده درصد کاهش در میانگین خسارات است که از بهسازی برآورد می شود

خسارت ناشی از نداشتن درآمد ماهیانه برای افراد بر اساس سطح زیر بنا، میزان درآمد کسب شده از هر متر مربع، خسارت وارده به سیستمهای تجاری و میزان تاثیرات بهسازی در کاهش خسارات بدست می آید و به صورت زیر تعریف می گردد:

$$Y_{SF}^m = FA_{SF} \cdot INC_S \cdot LOF_S^m \cdot ERE_F^m \quad (7)$$

که:

INC_S : درآمد صاحبان و مالکان ساختمان در هر متر مربع:

خسارات وارده به بخشهای تجاری بر اساس سطح زیر بنا، تولید و فروش ناخالص سالیانه، درصدی از کل تولید و فروش مبتنی بر فهرست اموال و کالاهای موجود، میانگین خسارات و تاثیر بهسازی در کاهش خسارات ساختمان بیان می شود و به صورت زیر تعریف می گردد:

$$INV_{SF}^m = FA_{SF} \cdot SALES_S \cdot BI_S \cdot MDF_F^m \cdot ERE_F^m \quad (8)$$

که:

$SALES_S$: کل تولید و فروش سالانه:

BI_S : فهرستی از اموال و کالاها که درصدی از کل تولید و فروش را شامل می شود:

خسارت وارده به اموال و دارائی های افراد نیز بر اساس سطح زیر بنای ساختمان (متر مربع)، هزینه بازسازی ساختمان، ارزش متعلقات (اموالی که در ساختمان وجود دارد) ساختمان که به صورت درصدی از ارزش کلی ساختمان بیان می شود، میانگین خسارات و تاثیرات بهسازی در کاهش خسارات برآورد می شود و به صورت زیر تعریف می شود:

$$PP_{SS}^m = FA_{SF} \cdot RV_{SF} \cdot PPROP_S \cdot MDF_F^m \cdot ERE_F^m \quad (9)$$

که:

$PPROP_S$: ارزش متعلقات ساختمان (مربوط به افراد ساکن):

۲- مقدار خالص کنونی مورد انتظار با در نظر گرفتن ارزش جان انسانها:

مقدار خالص کنونی که در بخش قبلی به آن پرداخته شد، ارزش جان انسانها را در تحلیل در نظر نمی گیرد. با توجه به اینکه کاهش تعداد افراد کشته و مصدوم شده غالباً عامل و محرک اصلی برای انجام پروژه مقاوم سازی است، مدل بیان شده می تواند اصلاح شود تا متاثر از استانداردهای ایمنی جانی، ارزش و بهای جان افراد را در تحلیل لحاظ کند. مقدار خالص کنونی که شامل ارزش جان انسانها می شود، مدلی است بدون این مقدار بعلاوه مقداری که با انجام عملیات بهسازی از مرگ افراد ساکن جلوگیری می کند و بدین صورت تعریف می شود:

$$NPV^{VOL} = NPV + VDA_T \left[\frac{1 - (1+i)^{-T}}{i} \right] \quad (10)$$

که:

NPV : مقدار خالص کنونی بدون در نظر گرفتن ارزش جان افراد

VDA_T : مقدار سالانه کاهش مرگ افراد با توجه انجام پذیری بهسازی ساختمانها با هدف ایمنی جانی

فرض می شود که مقدار سالانه خسارات جانی ناشی از وقوع زلزله وابسته به سطح زیر بنای ساختمان (متر مربع)، متوسط افراد ساکن در هر متر مربع آن، تفاوت بین نرخ مرگ افراد قبل و بعد از بهسازی و ارزش ریالی جان افراد است.

مقدار سالانه کاهش خطر مرگ ساکنین در اثر زلزله نیز به صورت زیر محاسبه می شود:

$$VDA_T = \sum_{VI}^{XII} EAE^m \left[\sum_{S=1}^S \sum_{F=1}^F RA_{SF} \cdot OCP_S (DR_F^m - DRR_F^m) \right] VOL \quad (11)$$

که:

OCP_S : متوسط تعداد افراد ساکن در هر متر مربع

DR_F^m : نرخ مرگ افراد با استفاده از ضریب خرابی متوسط

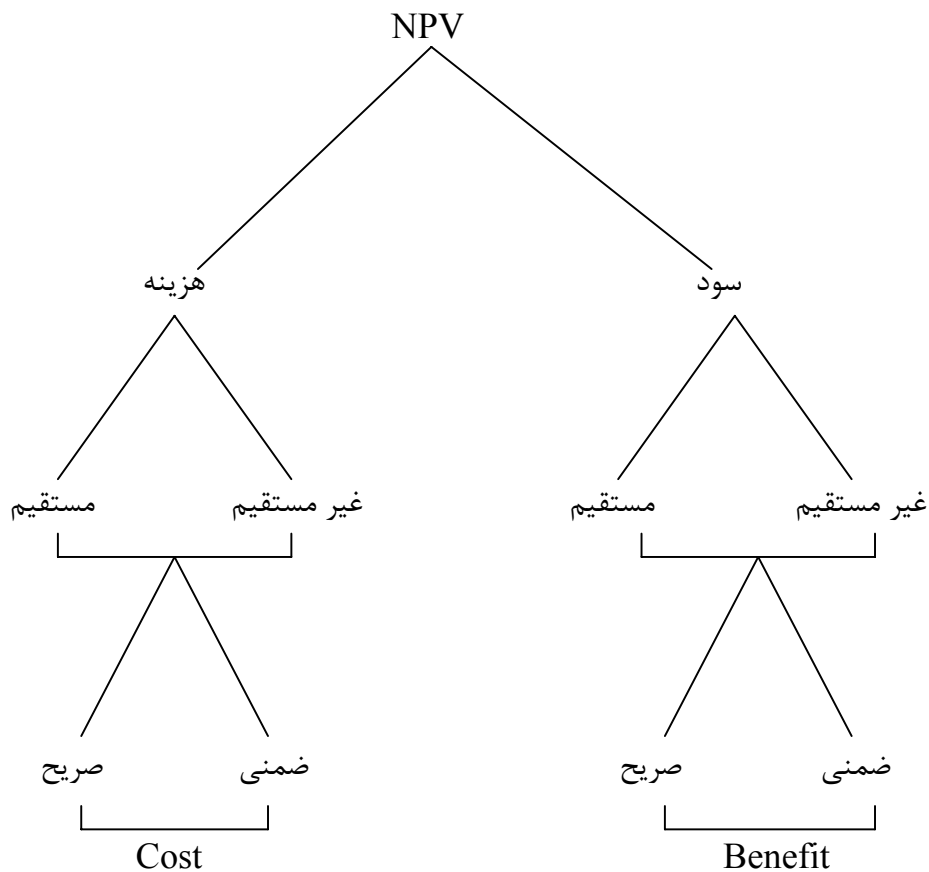
DRR_F^m : نرخ مرگ افراد برای ساختمان بهسازی شده با استفاده از ضریب خرابی متوسط

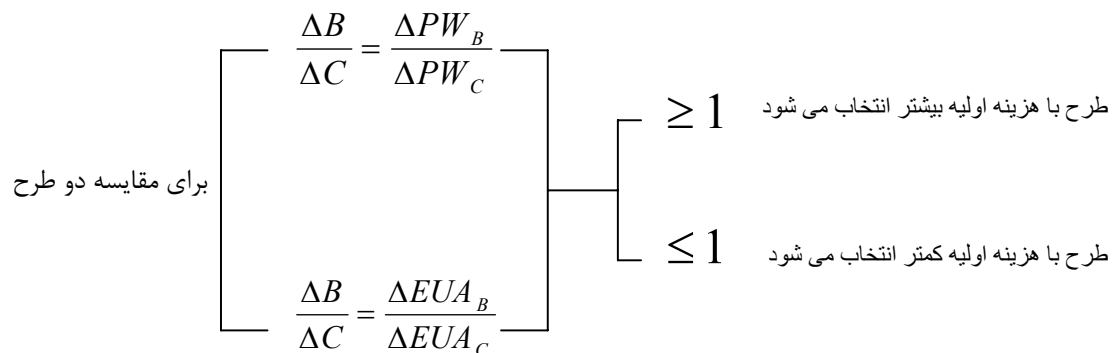
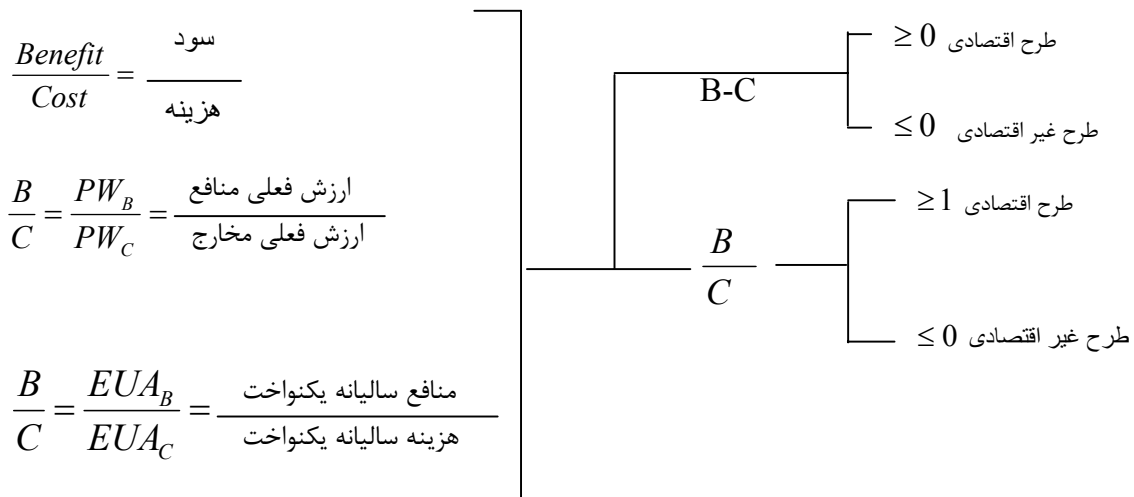
VOL : ارزش پولی (ریالی) جان انسانها

۳- نسبت سود به هزینه:

مقدار خالص کنونی (NPV) که در بخشهای قبل به آن پرداخته شد، مقدار پولی است که بر اساس روابط ارائه شده ممکن است مثبت یا منفی بدست آید. اگر سودی در آینده وجود نداشته باشد و یا اگر این مقدار کمتر از هزینه ها باشد، آنگاه این مقدار منفی خواهد بود و زمانی که مقدار سود در آینده از میزان هزینه ها بیشتر شود این مقدار مثبت خواهد شد.

نسبت سود به هزینه یک روشی است برای بدست آوردن مقدار خالص موجود که باعث ساده شدن مقایسه و تعیین حق تقدم برای پروژه هایی که در دست اقدام هستند، می شود. نسبت سود به هزینه به صورت ساده ای با تقسیم مقدار سود در آینده به هزینه بهسازی بدست می آید که اگر نسبت بزرگتر از یک باشد مقدار خالص کنونی مثبت و اگر این نسبت کمتر از یک باشد این مقدار منفی خواهد شد. (پروژه توجیه اقتصادی ندارد)





۴- متغیرها و نتایج در مدل سود- هزینه:

در این قسمت اشاره ای به متغیرها و پارامترها و اطلاعات مختلفی که کاربر بایستی در این تحلیل در نظر بگیرد می کنیم که به طور کلی دارای ۵ متغیر اصلی و ۳۰ زیر متغیر می باشد.

۱- اطلاعات زمین شناسی و جغرافیائی:

- ۱-۱- تیپ بندی ساختمانها
- ۲-۱- شهری که ساختمان مورد نظر در آن قرار دارد
- ۳-۱- احتمال وقوع زلزله در منطقه مشخص شده
- ۴-۱- مشخصات و نوع خاک منطقه

۲- اطلاعات مربوط به سازه:

- ۱-۲- سیستم های سازه ای (ATC-13)
- ۲-۲- ابعاد پلان ساختمان (سطح زیر بنا)
- ۳-۲- سطح زیر بنای مفید
- ۴-۲- ماتریس احتمال خرابی (جدول ۱-۲، ATC-13)
- ۵-۲- مقدار متوسط تاثیرات بهسازی
- ۶-۲- هزینه ترمیم
- ۷-۲- بازیافت هزینه های بهسازی

۳- نوع استفاده از آن (کاربری):

- ۱-۳- طبقه بندی ساختمانها بر اساس کاربری (ATC-13)
- ۲-۳- تعداد افراد ساکن در ساختمان (روز و شب)
- ۳-۳- نرخ تعداد افراد مصدوم و کشته شده

۴- اطلاعات مربوط به پارامتر های اقتصادی:

- ۱-۴- هزینه بازسازی ساختمان
- ۲-۴- هزینه کلی بازسازی ساختمان (هزینه بازسازی × سطح زیر بنا (متر مربع))
- ۳-۴- درآمد ناشی از اجاره بها (متر مربع در ماه)
- ۴-۴- هزینه جایگزینی افراد
- ۵-۴- درآمد های تجاری (متناسب با مدت زمان از کار افتادن فعالیت واحد مذکور)
- ۶-۴- لیست اموال و موجودی ها (بر اساس خرید و فروش سالیانه و متناسب با نوع فعالیت آن)
- ۷-۴- اموال شخصی افراد در داخل ساختمان (به صورت درصدی از قیمت ساختمان)

۵- اطلاعات کلی اقتصادی:

- ۱-۵- نرخ کاهش (۵)
- ۲-۵- مدت زمان دوره طرح
- ۳-۵- انتخاب ضریب مقدار خالص کنونی
- ۴-۵- ارزش جان انسانها
- ۵-۵- مقدار خالص کنونی*

(۵) : r_t : نرخ سود اسمی بدست آمده یا پیش بینی شده
 d_p : درصد تغییرات در نرخ تورم بدست آمده یا پیش بینی شده

$$i = \frac{\sum_{t=1}^{20} r_t}{20} - \frac{\sum_{t=1}^{20} d_p}{20}$$

و نتایج تحلیل در ۵ بخش ارائه می شود:

۱- خرابی های سناریو و خسارات اقتصادی آن:

منظور از خرابی های سناریو همان خرابی و خسارتهائی است که در بخش قبل معرفی شده اند که این اطلاعات به کاربر این اجازه را می دهد تا سهم هر یک از این خسارات اقتصادی و میزان تاثیر آنها با توجه به شدتهای مختلف زلزله مشاهده کند.

۲- خرابی های سالیانه قابل انتظار و خسارات اقتصادی آن:

گرد آوری این اطلاعات در مورد خرابی ها و خسارات نشان دهنده بهترین تخمین از اثرات اقتصادی زلزله آینده در ساختمان بهسازی نشده مورد بررسی است.

۳- خرابی های سالیانه قابل انتظار و خسارات اقتصادی اجتناب پذیر:

خرابی و خسارات قابل اجتناب به خرابی و خسارات بدون در نظر گرفتن برنامه مقاومسازی برای ساختمان و همچنین تخمین تاثیرات آن بر روی ساختمان بستگی دارد که مجموع خسارات قابل اجتناب نشان دهنده سود اقتصادی سالانه ناشی از اجرای برنامه مقاومسازی است.

۴- سود و هزینه احتمالی کل:

مقادیر سود و هزینه کل همانند سود منهای هزینه (مقدار خالص محتمل) و نسبت سود به هزینه بیان شده است که هر دوی آنها با در نظر گرفتن و بدون در نظر گرفتن ارزش جان انسانها می باشد. با مقایسه نسبت سود به هزینه با و بدون در نظر گرفتن ارزش جان انسانها مشخص کننده اهمیت نسبی در نظر گیری این پارامتر در تحلیل های اقتصادی برای ساختمانهای خاص و افراد ساکن در آن است زیرا ایمنی جانی افراد اغلب عامل اصلی برای پروژه بهسازی لرزه ای ساختمانها است.

۵- خسارات جانی:

در این قسمت هم تعداد افرادی که در اثر وقوع زلزله از بین رفته اند بدست می آید، هم چنین میانگین تعداد افراد فوت شده (در سال) به طوری که اگر ساختمان بهسازی نشود و میانگین تعداد افرادی که سالم باقی می مانند با توجه به انجام عملیات بهسازی محاسبه می شود.

نتیجه گیری:

با توجه به شرایط لرزه خیزی و وجود بناهای آسیب پذیر در کشورمان، هم چنین حجم سرمایه گذاری های صورت گرفته در بخش های دولتی و غیر دولتی (اعم از تجاری، صنعتی و ...)، استفاده از تحلیل سود- هزینه می تواند راهکار مناسبی برای طرح های موجود بهسازی لرزه ای کشور از دیدگاه اقتصادی و توجیه پذیری آنها در یک مدت زمان مشخص باشد. برای تکمیل این بحث پیشنهاد می شود تحقیق در رابطه با این موضوع در تعدادی از مناطق انجام پذیرد که این پژوهش و توسعه یابی تکمیلی در راستای بررسی هر چه بهتر این تحلیل می تواند کمک های مفید و شایان ذکری را به همراه داشته باشد.

- ۱- محدود سازی مقادیر نامعلوم داده های لازم و ضروری (ورودی تحلیل)؛ که نتایج طرح، عملکرد لرزه ای سازه، خرابی ها و سایر خسارات در ساختمان موجود را به صورت مشخصی با استفاده از داده های جامع تر تکنیک های بهسازی و هزینه ها، بهبود می بخشد.
- ۲- این مدل می تواند با استفاده از بررسی های بیشتر و دقیقتر احتمال وقوع زلزله و مشخصه های شرایط خاک محل که باعث افزایش شدت خرابی های ساختمان می شود، به نتایج بهتری دست پیدا کند.
- ۳- مدل های اولیه برای ساختمان های بخش خصوصی بررسی می شدند که تعمیم آن به بخش های عمومی از جمله کارهای مهمی است که بایستی در نظر گرفته شود.
- ۴- مدل های اولیه برای ساختمان های معمولی طرح شده اند که این مدل ها پارامترهای لازم را برای سازه های مهم با ساختارهای خاص و حیاتی در نظر نمی گیرد که با بسط این پارامترهای مهم در تحلیل مدل مذکور می توان قابلیت آن را گسترش داد.

و در پایان بایستی ذکر کنم که مدل سود- هزینه ارائه شده در این مقاله اولین مدل طرح شده در این زمینه است.

منابع و مراجع:

1. Federal Emergency Management Agency; A User's Manual "A Benefit-Cost Model For The Seismic Rehabilitation Of Buildings", FEMA 227, April 1992
2. Applied Technology Council, ATC-13 " Earthquake Damage Evaluation Data For California, 1985
- ۳- حمیدی زاده، محمد رضا، «اقتصاد در زلزله، نظام و روشهای ارزیابی خسارات و آثار اقتصادی زلزله»؛ انتشارات موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله