فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران/ سال بیست‌ویکم/ شماره ۶۸/ پاییز ۱۳۹۵/ صفحات ۱۲۷-۹۹

مدل‌سازی خسارت اقتصادی منطقه‌ای ناشی از فجایع طبیعی: مطالعه موردی زلزله تهران

فاطمه بزازان[۱]

پریسا محمدی[۲]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۴/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

چکیده

ایران به‌علت موقعیت لرزه خیزی و وجود گسل فراوان و همچنین قرارگیری روی یکی از کمربندهای زلزله خیز جهان موسوم به آلپ، در برابر این پدیده بسیار آسیب پذیر است. علاوه‌براین با حدود یک درصد از جمعیت دنیا، بیش از شش درصد تلفات در بلایای طبیعی جهان را دارد. بسیاری از شهرهای مهم کشور از جمله تهران، بر روی گسل‌های فعال قرار گرفته‌اند، که ضعف کلی کالبد شهر، تراکم جمعیت بالا و نحوه نامناسب پراکنش جمعیت در سطح محلات شهری تهران در هنگام وقوع زلزله احتمالی خسارات جانی و مالی فراوانی را میتواند ایجاد کند. اثرات خسارات فوق به‌علت مبادلات بالای تهران با سایر مناطق اقتصاد ملی به تهران ختم نمی‌شود و می‌تواند خسارات جدی به کل اقتصاد ملی نیز وارد نماید. هدف اصلی مقاله برآورد تحلیل اثر بخشی اقتصاد سوانح و سرریزی‌های آن است. برآورد به کمک مدل داده ستانده دو منطقه ای صورت گرفته است که در آن دو منطقه، استان تهران و سایر اقتصاد ملی است. پایه آماری تحقیق، جدول داده ستانده دو منطقه‌ای است که بر اساس جدول داده ستانده ملی سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس، و آمارهای منطقه‌ای مرکز آمار ایران از روش غیرآماری FLQ تهیه شده است. به‌علاوه آمار خسارت‌های فیزیکی ناشی از زلزله در تهران با سناریوهای اختلال شغلی و زمان بازیابی: ناچیز، کم، متوسط، شدید و خیلی شدید از رحیمی (۱۳۹۲) اخذ شده است. نتایج نشان می‌دهند اقتصاد استان تهران در اثر وقوع زلزله در پنج سناریوی فوق از ۸۱٪ در سناریو ناچیز تا ۱۰۳٪ در سناریوی خیلی شدید از تولید کل اش را ازدست می دهد و خسارت اقتصاد ملی از منظر تولید ملی متناظر آن‌ها ۲۴ ٪ تا ۳۰٪ برآورد شده است.

واژگان کلیدی: خسارات بلایای طبیعی، تهران، زلزله، داده- ستانده دو منطقه‌ای.

طبقه‌بندی JEL: *D57، R15.*

۱- دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه الزهرا (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: fbazzazan@alzahra.ac.ir

۲- کارشناس ارشد رشته اقتصاد، دانشگاه الزهرا، پست الکترونیکی: p_mohammadi68@yahoo.com

** مقاله حاضر نسخه اصلاح شده مقاله با همین عنوان است که در چهارمین همایش "کاربرد الگوی داده- ستانده در برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی" در تاریخ ۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۴ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

تا دهه ۱۹۹۰ میلادی اثرات اقتصادی خطرات[1] و فجایع طبیعی[2] توسط محققین کمتر مورد بررسی قرار می‌گرفت. یک سری فجایع طبیعی در اواسط دهه ۹۰ نظیر زلزله‌های شدید نوتریج و کوبه در سال ۱۹۹۴، زلزله‌هایی در ترکیه و تایوان ۱۹۹۹، و هند ۱۹۹۱، علاوه‌بر آنها حملات تروریستی در نواحی شهری در کشورهای مختلف، خسارات قابل توجهی به‌بار آورد. هم‌چنین در دهه اول قرن بیست‌ویکم نیز حوادث مصیبت بار دیگر نظیر طوفان نرگس در میانمار ۲۰۰۸، زلزله سیچوان در چین ۲۰۰۸، زلزله و سونامی در شرق ژاپن ۲۰۱۱، سیل در تایلند، و طوفان هایان در فیلیپین ۲۰۱۳، طیف وسیعی از حوادث ناگوار طبیعی هستند که نشان می‌دهند چگونه وقوع آن‌ها اقتصاد شهرهای بزرگ و مدرن را مختل می‌کند و شناخت اثرات این حوادث را به امری ضروری در سطح جهانی تبدیل کرده است (اوکایاما و سنتوز[3] ۲۰۱۴). آسیب‌ها و خسارات وارده رخدادهای پیش‌بینی نشده، تأثیرات ناگهانی و عمیقی بر روی اقتصاد منطقه‌ی آسیب‌دیده دارند.

خسارات اقتصادی ناشی از بلایای طبیعی از خسارات اقتصادی اولیه فراتر رفته و مرزهای اقتصادی ناحیه آسیب‌دیده را پشت سر گذاشته و از طریق زنجیرهٔ فعالیت‌های اقتصاد به دیگر مناطق تسری می‌یابد. وقایع برنامه‌ریزی نشده‌ای مانند زلزله، تغییرات چشمگیری در زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های اقتصادی منطقهٔ آسیب‌دیده از یک طرف و تأثیرات قابل توجه و شدیدی در اقتصاد ملی با مختل کردن بسیاری از فعالیت‌های تولیدی و واحدهای اقتصادی را ایجاد می‌کند.

امروزه رشد جمعیت، توسعه اقتصادی مدرن، ارتباطات زیاد، و وابستگی متقابل و پیچیده بخش‌های مختلف اقتصادی آن اثرات را بیشتر نموده است. علاوه‌بر این، زلزله آثار بلندمدتی در منطقهٔ آسیب‌دیده از طریق تغییر دائمی فضای کسب‌وکار، مهاجرت، ارزش

[1]- Hazard

[2]- Natural Disaster

[3]- Okayama Y. and Santos J. R.

Archive of SID

www.SID.ir

املاک و مستغلات، و غیره نیز می‌تواند ایجاد کند. بدیهی است، میزان خسارت به‌شدت زمین‌لرزه و موقعیت ژئوفیزیکی منطقه بستگی دارد.

در کنار شرایط ژئوفیزیکی، به هرحال انواع بسترهای اجتماعی- اقتصادی در محل وقوع زلزله نیز مؤثر است. مثلاً میزان تمرکز فعالیت‌های اقتصادی، درجه استحکام زیرساخت‌ها، میزان بزرگی بازار، وجود سیستم مدیریت ریسک لرزه‌ای مناسب و یکپارچه، قدمت ساختمان‌ها، وجود برنامه‌ریزی توسعه با لحاظ نمودن خطر زلزله، و غیره را می‌توان برشمرد.

با وقوع فاجعه زلزله، تخریب سرمایه‌های مولد و زیرساخت ها در کنار کاهش جمعیت فعال ناشی از مرگ و میر جزء اثرات کوتاه مدت است (اوکایاما ۲۰۰۷). این زیان نه تنها شامل هزینه تعمیر و یا جایگزینی ساختمان‌ها و زیرساخت‌های آسیب‌دیده، می‌شود بلکه دربرگیرنده هزینه موجودی انبار آسیب‌دیده، اجاره فضای جایگزین، استقرار در مکان جدید و هزینه ناشی از وقفه کسب و کار نیز می‌گردد. علاوه‌بر این زیان‌های اجتماعی زیادی پدید می‌آید که بر حسب واحد پولی قابل اندازه‌گیری نیست، اما بخشی از آن که قابل اندازه‌گیری است مرگ و میر و نیاز به سرپناه اضطراری است. اثر بلند مدت (مثبت و یا منفی) این رویداد را می‌توان در انتظارات بهره‌وری آینده ناشی از تغییر وضعیت منطقه دانست. با توجه به وقوع حوادث ناگوار زیاد، آگاهی عمومی از خسارت‌های ناشی از وقوع زلزله در جوامع طی دهه‌های اخیر بیشتر شده است (اوکایاما ۲۰۰۷).

اوکایاما و سانتوز (۲۰۱۴) معتقدند که مطالعه اثرات تولیدی فجایع از ابعاد مختلفی با نقد مواجه هستند که عبارتند از: الف)کیفیت اطلاعات اولیه، ب) محدودیت‌های ذاتی مدل‌های مقداری، ج) تفسیر نتایج. در رابطه با کیفیت اطلاعات اولیه دو حالت وجود دارد: حادثه واقع شده باشد و یا هنوز اتفاق نیفتاده باشد. درصورتی‌که حادثه واقع نشده باشد اطلاعات اولیه که اغلب به‌صورت شوک در نظر گرفته می‌شود با توجه به احتمالات وقوع حادثه در قالب سناریوهای مختلف مطرح می‌شود که طبیعتاً از دقت کافی برخوردار نیست. حتی زمانی‌که حادثه نیز اتفاق افتاده باشد، اطلاعات اولیه از منطقه حادثه دیده از منابع

Archive of SID

www.SID.ir

متفاوتی جمع‌آوری می‌شوند که در همین ارتباط تعریف، دقت و سازگاری بین منابع مختلف که آمار جمع‌آوری کرده‌اند یکی نبوده و اغلب با یکدیگر متفاوتند و به‌طور ضمنی یا آشکارا یک سری فروض را برای جمع آوری در نظر می‌گیرند.

روش‌ها و مدل‌های مقداری جهت برآورد اثرات اقتصادی نیز خود تحت فروض مشخصی کار می‌کنند و مشکلات مربوط به فجایع هم به آن‌ها اضافه می‌شود و محدودیت استفاده را بیشتر می‌کند. همچنین تفسیر نتایج حاصل از ورودی اطلاعات ضعیف به مدل‌هایی با فروض متعدد ساده نخواهد بود.

با وجود چالش‌های جدی، نظریه‌های اقتصادی فجایع، در قالب مدل اقتصادی در سال‌های اخیر پیشرفت‌های زیادی داشته است. این پیشرفت‌ها ناشی از اطلاعات بیشتر از خسارت‌های ناشی از فجایع از یک طرف و تحقیقات بین رشته ای در خصوص فجایع به‌ویژه در زمینه‌های علوم اجتماعی، روان شناسی و اقتصاد از طرف دیگر است. منحصر به فرد بودن هر فاجعه و خسارت‌های ناشی از آن، مدل‌سازان اقتصادی را با چالش‌های زیادی مواجه کرده که بسیاری از آن‌ها لاینجل باقی مانده است.

در ادبیات اقتصادی از واژه‌های خطر، سانحه، و حوادث غیرعادی برای بیان حوادث مصیبت بار استفاده می‌شود. هر چند که هر حادثه و خطری به نتایج مصیبت بار ختم نمی‌شود. فرق سانحه و خطر را اوکایاما و چانگ (۲۰۰۴*b*) در این می‌دانند که خطر: وقوع یک رویداد فیزیکی خودبه‌خودی است مثل زلزله، اما سانحه نتیجه آن است. با این توصیف مطالعه بر روی خطر باید شامل مکانیزم، پیش بینی و وقوع حادثه باشد. اما مطالعه سانحه باید بر روی اثرات اجتماعی، نحوهٔ بازسازی، و روش‌های بهبود آثار خطر باشد.

از آنجایی که تحلیل اثرات اقتصادی وقایع ناگوار باید شامل نتایج و عواقب اقتصادی و فعالیت‌های بازسازی آن‌ها باشد، در نتیجه در مطالعاتی از این دست از واژه سانحه یا *disaster* استفاده می‌شود که مدل‌ها برای ارزیابی آن‌ها طراحی می‌شوند. در ادبیات اقتصادی مدل‌های سوانح، سوانح منجر به تخریب فیزیکی ساختمان‌ها، شبکه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

حمل و نقل، شریان‌های حیاتی آب‌رسانی، برق‌رسانی و غیره می‌شود. به این آسیب‌ها خسارات مستقیم می‌گویند.

خسارت‌های مستقیم شامل تخریب فیزیکی شبکه‌های ارتباطی و مرگ انسان‌ها است. سپس خسارات مستقیم به اختلال در فعالیت‌های اقتصادی، تولید و یا مصرف می‌انجامد که زیان‌های ناشی از اختلالات شغلی عمدتاً اثرات غیرمستقیم سانحه یا اثرات مرتبه بالاتر[1] خوانده می‌شوند (رز ۲۰۰۴). در ارزیابی اثرات غیرمستقیم به‌منظور اندازه‌گیری آسیب‌پذیری فردی و جمعی، ارزیابی دستاوردهای حاصل از کنترل و محدودسازی تهدیدات بالقوه، تعیین سطح مناسب و موردنیاز امداد رسانی در زمان وقوع سانحه، توسعه و تقویت استراتژی‌های مدیریت بحران می‌تواند بسیار مفید باشد.

تخمین آسیب‌های وارده بر دارایی‌های ثابت به کمک سناریوهای مختلف صورت می‌گیرد. سناریو ابزاری برای برنامه‌ریزی است که طرح کلی آثار احتمالی را ارائه می‌دهد و واکنش اضطراری صحیح برآن اساس تعیین می‌شود. سناریو به مدیران بحران و اعضای جامعه کمک می‌کند تا آثار زمین لرزه را تجسم و برای کاهش تلفات تصمیمات لازم را اتخاذ نمایند.

به‌طورکلی، یک سناریو به افزایش آگاهی از آنچه که وقوع زمین لرزه ممکن است برای یک جامعه در پی داشته باشد، کمک نموده و مسیر روشنی رابه مدیران مسئول مقابله با بلایای طبیعی نشان می‌دهد تا بتوانند برنامه مدیریت مخاطرات را برای کاهش خسارت تهیه و اجرا نمایند. تهیه و تدوین سناریوی زلزله طی فرآیند ارزیابی خطرپذیری لرزه‌ای صورت می‌پذیرد، که در آن احتمال و میزان تلفات انسانی و خسارت به ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها و همچنین نرخ خسارت اقتصادی- اجتماعی در اثر وقوع یک زلزله‌ی احتمالی بررسی می‌شوند.

1–Higher - rank

Archive of SID

www.SID.ir

در سناریوی زلزله، مناطقی که از نظر لرزه‌ای خطرپذیر هستند تعیین نموده و ضمن مشخص نمودن میزان تلفات (کشته و زخمی) نواحی آسیب پذیر مستعد تخریب (ساختمان‌ها و ...) را نیز مشخص می‌نمایند. ادبیات موجود برآورد میزان هزینه زمین‌لرزه به‌میزان خسارت ساختمان‌ها و محتویات آن‌ها محدود می‌شود. برآورد اثرات اقتصادی خسارت و پیامدهای ناشی از آن‌ها در قالب مدل‌های اقتصادی همواره چالش جدی در مطالعات و پژوهش‌های علمی بوده است.

تهران از گذشته‌ی دور تاکنون به لحاظ اقتصادی و سیاسی دارای اهمیت ویژه‌ای بوده است. کشاورزی، باغداری و پرورش میوه و گله داری مختصر، در گذشته دور و ایجاد واحدهای تولیدی در مقیاس بزرگ در گذشته نزدیک اهمیت صنعتی این شهر و در نتیجه استان را افزایش داده است.

علاوه‌بر این استان تهران به‌لحاظ شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی در بین استان‌های کشور سال‌های متمادی در رتبه نخست قرار داشته و همواره به‌عنوان تأمین کننده کالاها و خدمات نه تنها در استان تهران بلکه برای سایر اقتصاد ملی بوده است. به‌طوری‌که با توجه به آمارهای منطقه‌ای مرکز آمار ایران، سهم استان تهران از تولید ملی در سال ۱۳۹۰ بالغ‌بر ۲۳ درصد است (مرکز آمار ایران ۱۳۹۴) و سهم جمعیت آن ۱۶/۲۱ درصد از جمعیت کل کشور و با ۹۲/۵ درصد جمعیت شهرنشین (درگاه ملی آمار، اطلاعات پایه‌ای استان)، در صورت وقوع زلزله احتمالی خسارت‌های بسیار شدیدی به این شهر وارد و اثر آن فقط در استان تهران نخواهد بود بلکه سایر اقتصاد ملی را نیز به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد.

آمار خسارت‌های فیزیکی بخشی ناشی از زلزله با شدت‌های مختلف در تهران اخیراً توسط رحیمی (۱۳۹۲) برآورد شده، که زمینه را برای به‌کارگیری آن در قالب مدل‌های اقتصادی جهت برآورد آثار مستقیم و غیرمستقیم فراهم نموده است. آمار فوق در قالب یک مدل داده ستانده تک منطقه‌ای توسط رحیمی به‌کار گرفته شده و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن بر روی اقتصاد استان تهران برآورد شده است.

www.SID.ir

در مطالعه فوق اثرات وقوع زلزله تهران به‌عنوان قلب و مرکز اقتصاد ایران بر روی سایر اقتصاد ملی کشور و اقتصاد ایران مغفول مانده، که موضوع مقاله حاضر است. در همین راستا هدف مقاله تحلیل اثربخشی اقتصاد سوانح (زلزله) و سرریزی آن در قالب مدل داده ستانده دو منطقه‌ای است.

جهت دست‌یابی به هدف فوق سازماندهی مقاله به‌قرار زیر است: پس از مقدمه، در بخش دوم به مروری بر ادبیات موضوع تحقیق می‌پردازیم. در بخش سوم، روش‌شناسی تهیه ضرایب داده ستانده دومنطقه‌ای و کاربردهای مدل داده ستانده دو منطقه‌ای بیان می شود. در بخش چهارم، پایهٔ آماری تحقیق و برآورد مدل ارائه می‌شود. نتیجه‌گیری بخش پایانی مقاله است.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

با مروری بر ادبیات اثرات اقتصادی سانحه مشخص می‌شود که از روش‌های مختلفی برای برآورد اثرات اقتصادی آن استفاده شده است. در روش‌های اقتصادسنجی که مدل براساس آمار سری زمانی و یا مقطعی برآورد می‌شود در حالتی که هیچ‌گونه سانحه‌ای در آن وقوع نیافته، قادر به تحلیل اثرات اقتصادی سوانح نیستند. علاوه‌بر آن، مدل‌های اقتصاد سنجی که از آن‌ها به‌منظور پیش‌بینی استفاده می شود قادر نیستند بین اثرات مستقیم و اثرات مرتبه بالاتر به‌سادگی تمایز قایل شوند (رز ۲۰۰۴). بالعکس مدل داده ستانده ایستا که اغلب در موارد تجربی استفاده می‌شود اثرات کوتاه‌مدت را برآورد می کند.

مدل داده ستانده به‌طور گسترده‌ای جهت تجزیه و تحلیل اثربخشی منطقه‌ای استفاده می‌شود و کاربرد آن در مخاطرات طبیعی (زلزله، سونامی، و سیل) و انسانی (جنگ جهانی دوم و حملات تروریستی اخیر) با مطالعه کوچران[1] (۱۹۷۴) آغاز شده است. اصلاحات زیادی بر روی مدل‌های داده ستانده جهت بهبود دقت و صحت آن‌ها در برآورد آثار خطر

1- Cochrane H. C.

Archive of SID

www.SID.ir

و سوانح صورت گرفته است. به‌طورمثال: بویزورت[1] (۱۹۹۲) و کوچران (۱۹۹۷) روشی را جهت برآورد واردات انعطاف پذیر منطقه زلزله‌زده برای جبران نیازهایش، معرفی کردند.

همچنین کول[2] (۱۹۸۸) بازه زمانی اثرات منطقه‌ای و کول (۱۹۹۸) و اوکایاما و سایرین (۱۹۹۹*a*) محدوده‌ی تحت پوشش اثرات سانحه در یک منطقه به مناطق مجاور را گسترش دادند. اصلاحات دیگری نیز در کاربرد مدل داده ستانده در خصوص سطح بهینه بازیابی (رز[3] ۱۹۸۱؛ رز و همکاران، ۱۹۹۷؛ کول، ۱۹۹۸)، اثرات حمل‌ونقل (گوردون و همکاران[4]، ۲۰۰۴ و ۱۹۹۸؛ چو و همکاران، ۲۰۰۱)، اثرات آسیب تأسیسات برق و شاهراه (رز و همکاران، ۱۹۹۷ و یامانو و همکاران[5] ۲۰۰۴)، اثرات کلی (هیووینگز و ماهیدهارا[6] ۱۹۹۶، و کوچران ۱۹۹۷)، ترکیب تاب‌آوری و زمان توقف تدریجی اثرات (اوکایاما و همکاران ۲۰۰۰)، نیز صورت گرفته است.

علاوه‌بر این بر پایه مدل داده ستانده یک سری مدل‌های کلی و کامل ارزیابی سانحه معرفی شده‌اند که به مدل خسارت غیر مستقیم هازوس[7] معروفند. مدل هازوس توسط آژانس فدرال مدیریت شرایط اضطراری ایالات متحده[8] (*FEMA*) در سال ۲۰۰۴ تدوین شده و اثرات هر دو شوک‌های عرضه و تقاضا را برآورد می‌کند (رز ۲۰۰۴). این مدل ارتباط پیچیده‌ای بین انواع مختلف خسارات ناشی از زلزله نظیر چگونگی توزیع آسیب بخش‌هایی که دچار بیشترین اختلال شده‌اند و اهمیت نسبی آن‌ها در اقتصاد، شرایط اقتصادی قبل و بعد از وقوع سانحه و میزان کمک‌های دریافتی خارجی برقرار می‌کند.

مجبوبیت مدل داده ستانده برای مطالعه اثرات سانحه اساساً به این دلیل است که این مدل قادر است وابستگی متقابل فعالیت‌های اقتصادی یک منطقه را با جزئیات بیشتری برای

1- Boisvert R.
2- Cole S.
3- Rose A.
4- Gordon P., Richardson H.W. and Davis B.
5- Yamano N., Kajitani Y., Shumuta Y.
6- Hewings G.L.D, and Mahidhara R.
7- HASUZ
8- Federal Emergency Management Agency

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین اثرات مراتب بالاتر با بیان ریاضی ساده‌ای نشان داده و خسارت وارد بر یک بخش را بر روی بقیه اقتصاد ردگیری نماید.

مدل داده ستانده در عین ساده بودن قادر است نتایج یکپارچه و جامعی را ارائه نماید. خصوصاً زمانی که مدل داده ستانده با مدل‌های مهندسی و آمارهای فنی ترکیب می‌شوند، اثرات مراتب بالاتر که به تخریب فیزیکی حساس‌ترند را به‌خوبی برآورد می‌نماید. نکته مهم در مورد مدل داده ستانده استاندارد این است که اثرات را صرف‌نظر از طول دوره بهبودی نشان می‌دهد (رز ۲۰۰۴).

از مدل‌های داده ستانده جهت برآورد سوانح در دو حالت استفاده می‌شود: حالت اول: حادثه یا سانحه واقع شده و میزان خسارت انسانی و فیزیکی آن مشخص شده و اثرات اقتصادی آن جهت تأمین بودجه مورد نیاز بازسازی، موضوع مطالعه است. مطالعاتی نظیر: کوچران (۱۹۷۴)، مطالعه موردی برآورد ضررهای ناشی از زلزله سانفرانسیسکو، رز و سایرین (۱۹۹۷)، برآورد ضررهای ناشی از فاجعه ممفیز[1]، اوکایاما (۲۰۰۴)، به تحلیل اثرات زلزله هانشین آواجی ژاپن[2] پرداخته‌اند. حالت دوم: قبل از وقوع سانحه به‌منظور آمادگی مواجهه با خطر و میزان آسیب پذیری از یک‌طرف و اعمال سیاست‌هایی جهت کاهش خسارت ناشی از سوانح احتمالی است، در این حالت از آنجایی که سانحه واقع نشده میزان خسارت هم مشخص نیست لذا مطالعه دو مرحله دارد. مرحله اول برآورد میزان خسارت احتمالی و سپس استفاده از مدل برای تعیین آثار اقتصادی مرتبه بالاتر آن است که در مطالعه حاضر از این روش استفاده می‌شود.

در مروری بر ادبیات اقتصاد سوانح در ایران مطالعات اندکی وجود دارد. آشتیانی و همکاران (۱۳۷۳)، در مطالعه‌ای آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی مهم و شریان‌های حیاتی را مورد بررسی قرار داده‌اند و سپس مناطق را براساس میزان مقاومت و آسیب‌پذیری در مقابل خطر احتمالی دسته بندی کردند.

1- Memphis
2- Hanshin-Awaji

Archive of SID

www.SID.ir

گروه همکاری‌های علمی ژاپن (*JICA*۲۰۰۰)، نیز طی موافقتنامه‌ای با شهرداری تهران مطالعات آسیب شهر تهران را براساس روشی مشابه هازوس انجام داده است. در این مطالعه براساس سناریوهایی، میزان خطرپذیری فیزیکی و انسانی شهر تهران و شریان‌های حیاتی براساس اطلاعات جمع‌آوری شده برآورد شده است.

علاوه‌بر این پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲، آسیب‌پذیری پالایشگاه تهران و پتروشیمی شیراز را برآورد کرده است. در این مطالعه آسیب‌پذیری تجهیزات، ساختمان‌ها و لوله‌ها برآورد شده است و میزان خطرپذیری مالی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از زلزله برآورد نشده است.

ناصر اسدی (۱۳۸۵) مدلی برای تعیین خسارات غیرمستقیم زلزله در مراکز صنعتی ارائه داده‌اند و به مدل‌سازی اثر زلزله بر میزان تولید یک پالایشگاه نفت و زمان بازسازی و خسارات ناشی از توقف در تولید، پرداختند. شیعه (۱۳۸۹)، در تحقیقی به بررسی آسیب‌پذیری منطقه ۶ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل معکوس *IHWP* و*GIS* پرداخته و مناطق با تراکم جمعیت بیشتر، تراکم ساختمانی بالاتر و فاصله‌ی زیاد تا مراکز امداد را مشخص نموده است.

جامع‌ترین مطالعه اثرات مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی زلزله تهران توسط رحیمی صورت گرفته است. رحیمی (۱۳۹۲) ابتدا میزان خسارت ناشی از زلزله با سناریوهای اختلال شغلی و زمان بازیابی مختلف (ناچیز، کم، متوسط، زیاد، و خیلی زیاد) محاسبه و سپس اثرات اقتصادی آن را به کمک مدل داده- ستانده تک منطقه‌ای استان تهران به‌صورت شوک ناشی از کاهش تقاضای نهایی در سطح نه بخش مهم اقتصادی همان استان برآورد نموده است.

نتایج مطالعه رحیمی نشان می‌دهند که مجموع کاهش ستانده کل استان تهران ناشی از تمام سناریوها قابل توجه است. همان‌طورکه از ماهیت مدل داده ستانده تک منطقه‌ای بر می‌آید قادر است اثر سوانح را بر روی استان تهران نشان دهد. اما از آنجایی که سهم استان تهران قریب به ۲۳ درصد اقتصاد ایران بوده و مرکز همه فعالیت‌های اقتصادی و سیاسی در

Archive of SID

www.SID.ir

کشور محسوب می‌شود طبیعتاً وقوع سانحه در تهران اثرات زیادی بر سایر اقتصاد ملی به‌صورت اثرات سرریزی خواهد گذاشت که مدل تک منطقه‌ای قادر به سنجش آن نیست. بررسی اثرات سرریزی زلزله در تهران بر روی سایر اقتصاد ملی به کمک مدل داده ستانده دو منطقه‌ای امکان‌پذیر است که در ادامه به‌طور مشروح به آن اشاره می‌شود.

۳- روش‌شناسی داده ستانده دو منطقه‌ای

از تحلیل داده ستانده منطقه‌ای برای سنجش و ارزیابی اثرات اقتصادی سوانح به‌دلیل نشان دادن جزئیات ساختار اقتصادی منطقه بسیار استفاده شده است. از آنجایی که وقوع سانحه در یک منطقه به آن منطقه ختم نمی شود بلکه سایر مناطق هم‌جوار و مرتبط با منطقه حادثه‌دیده را نیز تحت تأثیر قرار می دهد، استفاده از مدل داده ستانده دو منطقه‌ای بهتر می‌تواند اثرات اقتصادی بر کل اقتصاد را مورد سنجش قرار دهد.

برای یک اقتصاد با دو منطقه که یکی از آن‌ها، منطقه‌ای با احتمال وقوع سانحه (منطقه تهران با حرف T) و دیگری سایر مناطق (اقتصاد ملی بدون منطقه با احتمال وقوع سانحه با حرف R) است، رابطه تولیدی در چارچوب مدل داده ستانده دو منطقه ای برای هر یک از مناطق به‌صورت زیر در نظر گرفته می‌شود[۱]:

$$X^T = Z^{TT} + Z^{TR} + Y^{TT} + Y^{TR} + E^T = Z^{TT} + Z^{TR} + Y^T \qquad (۱)$$

$$X^R = Z^{RT} + Z^{RR} + Y^{RT} + Y^{RR} + E^R = Z^{RT} + Z^{RR} + Y^R \qquad (۲)$$

که در آن‌ها Z^{TT} ماتریس مبادلات بین بخشی تهران، Z^{TR} ماتریس مبادلات کالاها و خدمات تهران و سایر مناطق که مبدأ آن‌ها تهران و مقصدشان سایر استان‌ها است، Z^{RT} ماتریس مبادلات کالاها و خدمات سایر استان‌ها و تهران که مبدأ آن‌ها سایر استان‌ها و مقصدشان تهران، Z^{RR} ماتریس مبادلات بین بخشی در سایر استان‌ها، Y^{TT} بردار تقاضای

۱- برای اطلاع از جزئیات بیشتر مدل داده ستانده دو منطقه‌ای و کاربردهای متنوع آن به بزازان و همکاران (۱۳۸۸) و بزازان (۱۳۹۰) مراجعه شود.

Archive of SID

www.SID.ir

نهایی استان تهران از کالاهایی که در استان تهران تولید می‌شود. Y^{TR} بردار تقاضای نهایی سایر اقتصاد ملی (صادرات تهران به سایر اقتصاد ملی) از کالاهای استان تهران. E^T بردار صادرات بین المللی (در مقابل صادرات به سایر استان‌ها) تهران، Y^{RT} بردار تقاضای نهایی تهران (صادرات سایر اقتصاد ملی) از کالاهای سایر اقتصاد ملی، Y^{RR} بردار تقاضای نهایی سایر اقتصاد ملی، E^R بردار صادرات بین المللی سایر اقتصاد ملی، X^T بردار ستانده تهران،و X^R بردار ستانده سایر اقتصاد ملی Y^T، بردار تقاضای نهایی کل استان تهران و Y^R بردار تقاضای نهایی کل سایر اقتصاد ملی هستند. با درنظرگرفتن ماتریس‌های ضرایب فنی (ضرایب مستقیم) در چارچوب داده ستانده روابط (۱) و (۲) را می توان به‌صورت زیر بازنویسی نمود:

$$X^T = A^{TT}X^T + A^{TR}X^R + Y^{TT} + Y^{TR} + E^T \Rightarrow (I - A^{TT})X^T - A^{TR}X^R = Y^T \qquad (۳)$$

$$X^R = A^{RT}X^T + A^{RR}X^R + Y^{RT} + Y^{RR} + E^R \Rightarrow -A^{RT}X^T + (I - A^{RR})X^R = Y^R \qquad (۴)$$

که در آن‌ها ماتریس‌های A^{TT} و A^{RR} به‌ترتیب ضرایب نهاده مستقیم درون منطقه‌ای[1] استان تهران و سایر استان‌ها و ماتریس‌های A^{TR} و A^{RT} ماتریس ضرایب تجاری بین منطقه‌ای[2] اند. رابطه (۳) و (۴) را برحسب ستانده مناطق به‌عنوان متغیرهای درون‌زای مدل بنویسیم خواهیم داشت:

$$\begin{bmatrix} X^T \\ X^R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - A^{TT} & -A^{TR} \\ -A^{RT} & I - A^{RR} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y^T \\ Y^R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B^{TT} & B^{TR} \\ B^{RT} & B^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y^T \\ Y^R \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta X^T \\ \Delta X^R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B^{TT} & B^{TR} \\ B^{RT} & B^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Y^T \\ 0 \end{bmatrix} \qquad (۶)$$

1-Intraregional Direct input Coefficients
2–Inter-regional Direct Input Coefficients

Archive of SID

www.SID.ir

معادله (۵) مدل داده ستانده دو منطقه‌ای ایستا است که در آن، B ماتریس ضریب فزاینده تولید دو منطقه‌ای که بیانگر پیوند پسین است که این پیوند حاوی دو جزء است پسین درون منطقه‌ای و پسین بین منطقه‌ای (سرریزها). ماتریس‌های قطری آن B^{TT} و B^{RR} به‌ترتیب پسین درون منطقه‌ای تهران و سایر اقتصادی ملی است و ماتریس‌های غیر قطری آن پسین های غیرمنطقه‌ای یا اثرات سرریزی یک منطقه بر منطقه دیگر است. در همین راستا به کمک ماتریس B اثرات مستقیم و غیرمستقیم ناشی از خسارت احتمالی زلزله تهران قابل سنجش است. ضریب فزاینده تولید دو منطقه‌ای نه تنها می‌تواند اثر خسارت ناشی از وقوع زلزله در استان تهران براساس پیوند درون منطقه‌ای تهران (به‌صورت کاهش تقاضای نهایی استان تهران (ΔY^T) بر تولید استان تهران $\Delta X^T = B^{TT}\Delta Y^T$ را نشان دهد، بلکه قادر است اثرات سرریزی آن خسارت را بر سایر اقتصاد ملی بر اساس پیوند پسین بین منطقه‌ای به اندازه $(\Delta X^R = B^{RT}\Delta Y^T)$ در معادله (۶) را نیز مورد سنجش قرار دهد. از مجموع خسارت مستقیم و غیرمستقیم بر استان تهران و سایر اقتصاد ملی خسارت کل قابل محاسبه است. یعنی:

$$\Delta X = (\Delta X^T + \Delta X^R) = B^{TT}\Delta Y^T + B^{RT}\Delta Y^T \qquad (۷)$$

از آنجایی که زلزله تهران اتفاق نیفتاده، لذا میزان خسارت ناشی از آن نیز دقیقاً مشخص نیست. در این حالت میزان خسارت احتمالی براساس سناریوهای مختلف به کمک روش‌های فنی و مهندسی محاسبه و در مدل در نظر گرفته می‌شود. در بخش چهارم پایه‌های آماری میزان خسارت‌های ناشی از زلزله احتمالی تهران با سناریوهای مختلف با جزئیات بیشتری توضیح داده می‌شوند.

٤-پایه‌های آماری، برآورد مدل و تحلیل نتایج

٤-١- پایه‌های آماری

در مطالعه حاضر از سه نوع منبع آماری استفاده شده است که عبارتند از :

Archive of SID

www.SID.ir

* جدول داده- ستانده ملی سال ۱۳۹۰ که توسط مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی به هنگام شده است (مرکز پژوهش های مجلس ۱۳۹۴).

* حساب‌های ستانده، مصرف واسطه، و ارزش‌افزوده استان تهران و سایر استان‌ها سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ که از حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران اخذ شده است (مرکز آمار ایران ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) و با تعریف مرکز آمار ایران از منطقه در قالب استان هم‌خوانی دارد.

* خسارت‌های بخشی ناشی از وقوع زلزله احتمالی در تهران بر اساس پنج سناریوی اختلال شغلی و زمان بازیابی (ناچیز، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) در قالب درصد کاهش تقاضای نهایی بخشی (نه بخش اقتصادی) در مطالعه رحیمی (۱۳۹۲) صورت گرفته است.

به‌طورکلی برآورد خسارت ناشی از زمین‌لرزه به‌دلیل عدم برخورداری از اطلاعات فنی کامل، فرآیند پیچیده‌ای داشته و از مدل‌های مختلفی جهت برآورد آن استفاده می‌شود در مطالعه رحیمی از مدل "پیشرفته مهندسی برآورد آسیب پذیری ساختمان‌ها و سازه‌ها" استفاده شده است.

در این مدل میزان خسارت (یا آسیب پذیری) از توابع ظرفیت و شکنندگی با توجه به رفتار ساختمان‌ها در شرایط وقوع زلزله با شدت‌های مختلف استفاده می‌شود. در منحنی ظرفیت، حداکثر جابجایی ساختمان در سطوح مختلف زمین‌لرزه برآورد می‌شود. درحالی‌که در منحنی شکنندگی میزان احتمال رسیدن سازه به‌میزان مشخصی از خرابی و یا بیش از آن در سطوح مختلف زمین‌لرزه مورد سنجش قرار می‌گیرد.

در این روش ساختمان‌ها براساس کاربری و یا مشخصات سازه‌ای دسته‌بندی می‌شوند. هدف از برآورد آسیب ساختمان‌ها محاسبه میزان خسارت مالی و تلفات انسانی ناشی از خرابی ساختمان‌ها در سطوح مختلف زمین لرزه است. میزان خرابی ساختمان‌ها از حالت بدون خرابی تا خرابی کامل به‌صورت یک تابع پیوسته تعریف می‌شود. میزان ظرفیت ساختمان‌ها و حداکثر میزان تغییر مکان آن‌ها، به کمک منحنی تحلیل استاتیکی فزاینده ترسیم می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

از نکات مهم منحنی، تعیین میزان ظرفیت جاری، ظرفیت نهایی، و تغییر مکان نهایی ساختمان است. میزان تغییر مکان طیفی ساختمان در نقطه عملکردی با میزان تغییر مکان ناشی از هریک از حالات خرابی ساختمان مقایسه شده و براساس آن میزان احتمال خرابی ساختمان و در نتیجه خسارت مالی آن برآورد می‌شود.

میزان خسارت فیزیکی ارزیابی شده توسط مدل‌های آسیب‌پذیری به مدل اقتصادی وارد می‌شود. به‌طورکلی خسارات مالی شامل خسارات اولیه مشتمل بر هزینه‌های ساخت مجدد و یا بازسازی ساختمان‌ها و تأسیسات آسیب‌دیده ناشی از زلزله و هزینه‌های ثانویه ناشی از توقف کسب و کار، و از دست دادن بازار و واکنش‌های زنجیره‌ای ناشی از اختلالات شغلی است.

روند برآورد میزان خسارات مستقیم ناشی از زلزله بستگی به نوع مدل آسیب‌پذیری انتخاب شده دارد. مثلاً در روش آسیب‌پذیری ATC (که در مطالعه رحیمی استفاده شده) میزان خسارت بر حسب درصد و از نسبت خسارت وارده به‌میزان هزینه جایگزینی به‌دست می‌آید این روش از مؤثرترین روش در مدلسازی آثار اقتصادی زلزله است.

در مطالعه رحیمی (۱۳۹۲) برای اولین بار روشی یکپارچه براساس داده‌های مهندسی به‌منظور برآورد خسارات کلان اقتصادی ناشی از زلزله در یک منطقه (تهران) در ایران صورت گرفته است. در برآورد فوق، خسارات اقتصادی وارده به هر بخش شناسایی و تحلیل‌های آماری بر روی آن‌ها صورت گرفته است.

در تحلیل آماری خسارت اقتصادی به‌صورت تابعی از خسارت اولیه، زمان توقف تولید، زمان بازیابی، نحوه بازیابی منطقه برای بنگاه‌های اقتصادی فعال در تهران با توجه به وابستگی فعالیت آن‌ها به ساختمان و تاب آوری ساختمان‌ها در قالب پنج سناریو ناچیز (۲۰٪-۰)، کم (۴۰٪-۲۰)، متوسط (۶۰٪-۴۰)، زیاد (۸۰٪-۶۰) و خیلی زیاد (۱۰۰٪-۸۰) صورت گرفته است. میزان خسارات بخشی با توجه به سناریوهای پنج گانه فوق در قالب

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش تقاضای نهایی به مدل اقتصادی وارد شده که در مطالعه حاضر از همان سناریوها و درصد خسارات استفاده شده است.

پایه‌های آماری سه گانه فوق برای دو منظور و در دو مرحله زیر استفاده شده است: مرحله اول: برآورد ضرایب درون منطقه‌ای (استان تهران) و بین منطقه‌ای (استان تهران و سایر اقتصاد ملی) سال ۱۳۹۰.

مرحله دوم: محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم خسارات وارده ناشی از وقوع زلزله‌ی احتمالی در تهران براساس پنج سناریوی اختلال شغلی و زمان بازیابی (ناچیز، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) بر تولید استان تهران، سایر اقتصاد ملی و اقتصاد ملی.

در مرحله اول، جهت برآورد ضرایب درون منطقه‌ای و بین منطقه‌ای، از روش FLQ یا روش شبه لگاریتمی فلگ، ابتدا دو ماتریس ضرایب مستقیم تک‌منطقه‌ای یکی برای استان تهران و دیگری برای سایر اقتصاد ملی (اقتصاد ملی بدون استان تهران) برآورد گردیده است. براساس روش فوق که شرح مبسوط آن در مقاله بزازان و همکاران (۱۳۸۶) و (۱۳۸۸) آمده است، لذا مقدار پارامتر δ براساس حداقل نمودن خطای آماری برآورد ستانده در قالب مدل عرضه محور گش به‌دست می‌آید که در این مطالعه برای استان تهران $\delta = 0/1$ محاسبه شده است[۱].

در مرحله دوم، به‌علت در اختیار بودن درصد کاهش تقاضای نهایی ناشی از وقوع زلزله با سناریوهای اختلال شغلی مختلف در سطح نه بخش اقتصادی در مطالعه رحیمی (۱۳۹۲)، ابتدا، ضرایب داده ستانده دومنطقه‌ای تهیه شده در مرحله اول که با جزئیات ۷۱ بخش برآورد گردید، به نه بخش کاهش داده شد. عناوین بخش‌ها عبارتند از: کشاورزی،

۱- به‌منظور مقایسه نتایج مطالعه حاضر و مطالعه رحیمی (۱۳۹۲) در این مطالعه نیز از جدول متعارف ملی (ونه جدول داخلی) جهت محاسبه ضرایب داده ستانده دو منطقه‌ای استفاده شده است. هرچند نویسندگان به برتری محاسبه ضرایب داده ستانده دو منطقه‌ای بر اساس جدول داخلی اذعان دارند و در سایر مطالعات استفاده از جدول داخلی به لحاظ انطباق بیشتر با مبانی نظری توصیه می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

معدن، صنعت، ساختمان، خدمات، حمل و نقل و ارتباطات، بازرگانی، بیمه و مستغلات، و خدمات دولتی است.

ساختار هزینه، واردات استان تهران و سایر اقتصاد ملی بر اساس جدول نه بخشی در جدول (۱) و ضریب فزاینده تولید و اثرات سرریزی استان تهران بر سایر اقتصاد ملی در جدول (۲) نشان داده شده‌اند. سپس، با استفاده از معادلات (۵) و (۶) بخش سوم مقاله، اثرات مستقیم و غیرمستقیم استان تهران، اثرات سرریزی خسارت بر اقتصاد سایر اقتصاد ملی ناشی از وقوع زلزله احتمالی محاسبه شده است.

٤-۲- تحلیل نتایج

ساختار تولید بخشی دو منطقه استان تهران و سایر اقتصاد ملی در جدول (۱) آمده است. همان‌طورکه ارقام در جدول (۱) نشان می دهند ساختار اقتصادی سایر اقتصاد ملی (با اندازه۷۷٪ اقتصادی ملی) و استان تهران (۲۳٪ اقتصادی ملی) در سطح نه بخش اصلی منتخب متفاوتند. نتایج مقایسه ضرایب نهاده واسطه دو منطقه نشان می‌دهد که بخش‌های سایر اقتصاد ملی (به استثنای بخش معدن) دارای ضرایب بزرگتری هستند.

عکس نتایج مربوط به ضرایب واسطه در ضریب واردات دیده می شود به طوری که ضریب واردات همه بخش ها به استثنای خدمات مسکن و خدماتی دولتی در استان تهران بیش از ضریب واردات در سایر اقتصاد ملی است که منطبق بر پایه نظری اقتصاد منطقه است و نشان می‌دهد که کلیه بخش‌های فوق در سایر اقتصاد ملی خودکفاتر از استان تهران هستند.

مقایسه ضریب ارزش افزوده بخشی دو منطقه نشان می‌دهد که برخی از بخش‌ها در استان تهران بزرگتر و برخی دیگر کوچکتر از بخش‌های متناظرشان در سایر استان ها است. در حالت کلی خدمات بازرگانی و خدمات مسکن در دو منطقه استان تهران و سایر اقتصاد ملی دارای بزرگترین ضریب ارزش افزوده بوده و نشان دهنده کاربری بیشتر آنها است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- ساختار هزینه تولید بخشی استان تهران و سایر اقتصاد ملی در سال ۱۳۹۰

بخش	ضریب نهاده واسطه	ضریب ارزش افزوده	ضریب واردات (بین المللی و از سایر اقتصاد ملی)	ضریب نهاده واسطه	ضریب ارزش افزوده	ضریب واردات (بین المللی و استان تهران)
کشاورزی	۰/۳۰۸	۰/۵۱۷	۰/۱۷٤	۰/۳۳٤	۰/۵٤۵	۰/۱۱۱
معدن	۰/۱۰۹	۰/۵۵۲	۰/۳۳۹	۰/۰۳٤	۰/۹۵۰	۰/۰۱٦
صنعت	۰/۲٤٦	۰/۲٦٤	۰/٤۹۰	۰/٤۰۲	۰/۳۰۸	۰/۲۹۰
ساختمان	۰/۳۳٤	۰/٤۱۳	۰/۲۵٤	۰/۵٤۱	۰/٤۲۰	۰/۰۳۹
حمل و نقل و ارتباطات	۰/۱۳٦	۰/٦٦۵	۰/۱۹۹	۰/۲۸۲	۰/۵۹۰	۰/۱۲۸
بازرگانی	۰/۱٦۷	۰/۷۷۰	۰/۰٦۲	۰/۲۱۱	۰/۷۷٦	۰/۰۱٤
بیمه و مستغلات	۰/۱۵۵	۰/۷۰۵	۰/۱٤۰	۰/۲۰٦	۰/۷۱۷	۰/۰۷۷
خدمات دولتی	۰/۱۳۸	۰/۷٤۸	۰/۱۱٤	۰/۳٤٤	۰/۷٤۸	۰/۱۱٤
سایر خدمات	۰/۱۲۷	۰/۷۵۷	۰/۱۱٦	۰/۱۸۰	۰/۷۰٤	۰/۱۱٦

مأخذ: محاسبات محقق براساس جدول داده-ستانده دو منطقه‌ای

اثر تغییر در تقاضای نهایی بخشی در هر منطقه در قالب مدل داده ستانده دو منطقه‌ای از دو اثر ناشی می‌شود: یکی بر روی خود منطقه که همان ضریب افزایش تولید بخشی منطقه است و دیگری بر روی منطقه دیگر که همان اثر سرریزی است. ضریب افزایش تولید بخشی و اثرات سرریزی ناشی از افزایش تقاضای نهایی بخشی در استان تهران بر اساس ضرایب مستقیم جدول (۱) محاسبه و نتایج آن در جدول شماره (۲) سازماندهی شده است.

همان‌طورکه نتایج جدول (۲) نشان می‌دهند، بزرگترین ضریب فزاینده تولید مربوط به بخش‌های ساختمان، کشاورزی و صنعت با رتبه‌های اول تا سوم را در استان تهران هستند و بخش های خدمات مسکن و معدن کوچکترین ضریب فزاینده را دارند. همان‌طورکه ستون (۲) جدول (۲) اثرات سرریزی نشان می‌دهد بخش معدن در تهران بیشترین نیازمندی را به تولیدات بخش معدن سایر اقتصاد ملی دارد به‌طوری‌که برای افزایش یک واحد تقاضای نهایی بخش معدن استان تهران، به ۰/۵۲۱ واحد از بخش معدن سایر اقتصاد ملی نیاز دارد که در مقایسه با بقیه بخش‌ها بزرگترین است و می‌تواند ناشی از کوچک بودن

Archive of SID

www.SID.ir

بخش معدن در تهران نسبت به سایر اقتصاد ملی و واردات بالای بخش معدن تهران (خصوصاً نفت) جهت جبران نیاز بخش‌های اقتصادی‌اش باشد.

در صورت وقوع زلزله احتمالی در تهران، این بخش در سایر اقتصاد ملی می‌تواند آسیب زیادی ببیند. اثرات سرریزی دو بخش ساختمان و صنعت در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند، که در بخش ساختمان به‌علت تنوع کالاهای مورد استفاده در این بخش که ممکن است همه نوع آن در تهران تولید نشود، اثرات سرریزی بالاتر است و همچنین بخش صنعت نیز به دلیل تنوع فرآورده های صنعتی تحلیل فوق مصداق دارد.

جدول ۲- ضریب افزایش تولید و اثرات سرریزی استان تهران

بخش	ضریب افزایش (۱)	رتبه ضریب افزایش	سرریزی به سایر اقتصاد ملی (۲)	رتبه اثر سرریزی	اثر کل بر اقتصاد ملی (۲+۱)
کشاورزی	۱/٤۱۷	۲	۰/۲۷۸	٤	۱/٦۹٥
معدن	۱/۱۷۱	۸	۰/٥۲۱	۱	۱/٦۹۲
صنعت	۱/۳٤۰	۳	۰/٤٥۲	۳	۱/۷۹۲
ساختمان	۱/٤٤۸	۱	۰/٤٦۹	۲	۱/۹٤٤
حمل و نقل و ارتباطات	۱/۱۸۸	٦	۰/۲٦٦	٥	۱/٤٥٤
بازرگانی	۱/۲۱۹	٤	۰/۱٤۹	۹	۱/۳٦۸
بیمه و مستغلات	۱/۱۹۹	٥	۰/۱۸۰	٦	۱/۳۸۰
خدمات دولتی	۱/۱۸۳	۷	۰/۱۷٥	۷	۱/۳٥۸
سایر خدمات	۱/۱٦۷	۹	۰/۱٥۳	۸	۱/۳۲۰

مأخذ: محاسبات محقق براساس جدول داده-ستانده دو منطقه‌ای

با استفاده از ضرایب فزاینده و اثرات سرریزی در جدول (۲) و در قالب معادلات (۵) و (۶)، میزان خسارت مستقیم و غیرمستقیم ناشی از پنج سناریوی اختلال شغلی و زمان بازیابی متفاوت که در مطالعه رحیمی(۱۳۹۲) برآورد شده، محاسبه گردید. با در اختیار

Archive of SID

www.SID.ir

داشتن درصد کاهش تقاضای نهایی بخشی، میزان کاهش تقاضای نهایی محاسبه و در جدول (۳) نشان داده شده است.

در جدول (۳) دو بخش صنعت و خدمات طی هر پنج سناریو میزان بیشتری کاهش تقاضا خواهند داشت که این امر با توجه به ساختار اقتصادی تهران که بخش‌های صنعتی و خدماتی سهم بزرگی از اقتصاد را به‌خود اختصاص داده و در اثر وقوع زلزله درصد خسارت آنها بالاتر است، مورد انتظار بوده است. میزان کاهش تقاضای نهایی ناشی از وقوع زلزله در تهران در جدول (۳)، در قالب یک شوک $\left(\Delta Y^{T}\right)$ به مدل دو منطقه‌ای در معادله‌های (۵) و (۶) وارد و اثر آن را بر تولید استان تهران، سایر اقتصاد ملی، و اقتصاد ملی محاسبه و نتایج در جدول شماره (۴) نشان داده شده است.

ارقام جدول (۴) میزان کاهش تولید ملی را در اثر وقوع زلزله با سناریوهای مختلف به صورت درصدی از تولید کل استان تهران محاسبه کرده است. همانطور که نتایج در جدول (۴) نشان می‌دهند، در هر پنج سناریو بخش صنعت و سایر خدمات بیشترین کاهش تولید کل در تهران را رقم می‌زنند. طبیعتاً با افزایش شدت زلزله سهم خسارت از تولید کل استان تهران بیشتر می شود به طوری‌که در شدیدترین حالت میزان خسارت از تولید کل استان تهران (۱۰۳٪) پیشی می گیرد. در حالی‌که نتایج مطالعه رحیمی (۱۳۹۲) دامنه خسارت تولید استان تهران را بین ۵۵-۷۱ درصد برآورد نموده است. این اختلاف ناشی از در نظر گرفتن اثرات سرریزی و بازخوردی در مطالعه حاضر است که در پژوهش رحیمی در نظر گرفته نشده است.

در سطر آخر جدول (۴) میزان خسارت کل نسبت به تولید ناخالص ملی اندازه‌گیری شده است که در شرایط تخریب ناچیز معادل۱۸/۷ و با افزایش شدت تخریب تا ۲۴ درصد از تولید ناخالص داخلی آسیب خواهد دید.

همان‌طورکه در بخش نظری و مدل داده ستانده دو منطقه ای ذکر شد، می توان اثر وقوع زلزله تهران بر روی سایر اقتصاد ملی تحت سناریوهای مختلف بیان کرد. محاسبات صورت گرفته در چارچوب معادله (۶) است که نتایج آن در جدول شماره (۵) نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- میزان کاهش تقاضای نهایی بخشی استان تهران ناشی از وقوع زلزله در سناریوهای مختلف
(واحد: هزار میلیارد ریال)

بخش / سناریو	ناچیز	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
کشاورزی	٦	٨	٨	٩	٩
معدن	١	١	١	٢	٢
صنعت	٣٣٦	٣٥٠	٣٧٣	٤٠٠	٤٣٨
ساختمان	٨٦	٩١	٩٩	١٠٤	١١٠
حمل و نقل و ارتباطات	٥٤	٥٨	٦٢	٦٤	٦٧
بازرگانی	٨٢	٩٠	٩٧	١٠٠	١٠٤
بیمه و مستقلات	٣٣	٣٨	٤١	٤٢	٤٤
خدمات دولتی	٥٤	٦٠	٦٥	٦٨	٧١
سایر خدمات	٢٧٤	٢٨٢	٣٠٠	٣٢٦	٣٤٦
خسارت کل	٩٢٨	٩٧٩	١٠٤٥	١١١٥	١١٩١

مأخذ:محاسبات محقق

جدول ٤- کاهش تولید بخشی استان تهران در اثر وقوع زلزله تهران در سناریوهای مختلف
(هزار میلیارد ریال)

بخش / سناریو	ناچیز	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
کشاورزی	١٥	١٦	١٨	١٨	٢٠
معدن	٢	٣	٣	٣	٣
صنعت	٤٥٥	٤٧٥	٥٠٧	٥٤٢	٥٩١
ساختمان	٩٨	١٠٤	١١٢	١١٨	١٢٦
حمل و نقل و ارتباطات	٧٣	٧٨	٨٣	٨٧	٩٢
بازرگانی	١١٧	١٢٧	١٣٦	١٤٢	١٤٩
بیمه و مستغلات	٤٩	٥٥	٥٩	٦١	٦٤
خدمات دولتی	٥٥	٦١	٦٦	٦٨	٧١
سایر خدمات	٣١٠	٣٢٠	٣٤٠	٣٧٠	٣٩٢
خسارت کل در تهران	١١٧٤	١٢٣٨	١٣٢٣	١٤١٠	١٥٠٨
نسبت به *GDP* تهران (درصد)	٨١	٨٥	٩١	٩٧	١٠٣
نسبت به *GDP* ملی (درصد)	١٨/٧	١٩/٧	٢١/١	٢٢/٥	٢٤

مأخذ: محاسبات محقق

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- اثرات سرریزی ناشی از وقوع زلزله تهران در سناریوهای مختلف (هزار میلیارد ریال)

بخش / سناریو	ناچیز	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
کشاورزی	۲۳	۲۴	۲۵	۲۷	۲۹
معدن	۵	۵	۵	۶	۶
صنعت	۱۴۴	۱۵۱	۱۶۲	۱۷۲	۱۸۶
ساختمان	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
حمل نقل	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵
بازرگانی	۴۰	۴۲	۴۵	۴۷	۵۱
بیمه و مستغلات	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
خدمات دولتی	۰	۰	۰	۱	۱
سایر خدمات	۲۵	۲۷	۲۹	۳۱	۳۳
جمع اثر کل	۲۸۱	۲۹۶	۳۱۶	۳۳۷	۳۶۳
نسبت به *GDP* ملی (درصد)	۴/۵	۴/۷	۵	۵/۴	۵/۸

مأخذ: محاسبات محقق

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهند وقوع زلزله تهران بر روی سایر اقتصاد ملی قابل ملاحظه است به‌ویژه بر روی بخش صنعت و خدمات بازرگانی سایر اقتصاد ملی بیشترین تأثیرگذاری دیده می شود و بقیه بخش‌ها خسارت نسبتاً کمتری می بینند. علت این امر به وابستگی زیاد سایر اقتصادی ملی به صنعت و خدمات تهران است. در سطر اثر کل خسارت ناشی از سناریوهای مختلف زلزله در تهران بر اقتصاد ملی نشان داده شده که از ۲۸۱ هزار میلیارد شروع و در شدیدترین وضعیت به ۳۶۳ هزار میلیارد ریال خواهد رسید که به‌ترتیب ۴/۵ و ۵/۸ درصد از تولید ناخالص داخلی ملی است. علاوه‌بر این اثرات کل ناشی از وقوع زلزله تهران در سناریوهای مختلف در جدول (۶) جمع بندی شده است.

ارقام جدول (۶) حاصل جمع ارقام جداول (۴) و (۵) است و نشان می دهند که باشدت یافتن زلزله درصد تخریب بیشتر و میزان کاهش تولید ملی از ۲۳/۲ درصد تا ۲۹/۸ درصد است. همانطور که مشخص است درصد کاهش تولید ملی در همه سناریوها بسیار قابل توجه است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۶- کاهش تولید بخشی کل ناشی از وقوع زلزله تهران در سناریوهای مختلف (هزار میلیارد ریال)

بخش	ناچیز	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
کشاورزی	۳۷	٤٠	٤٣	٤٥	٤٩
معدن	۷	۸	۸	۹	۹
صنعت	٥٩٩	٦٢٦	٦٦٨	٧١٤	٧٧٧
ساختمان	۱۱۰	۱۱٦	۱۲٥	۱۳۲	۱٤۰
سایر خدمات	۳۳٥	۳٤۷	۳٦۹	٤۰۰	٤۲٥
حمل و نقل و ارتباطات	۹۲	۹۸	۱۰٥	۱۱۰	۱۱٦
بازرگانی	۱٥٦	۱٦۹	۱۸۱	۱۸۹	۲۰۰
بیمه و مستغلات	٦۳	۷۰	۷٥	۷۸	۸۲
خدمات دولتی	٥٥	٦۱	٦٦	٦۹	۷۲
کاهش کل (هزارمیلیارد ریال)	۱٤٥٥	۱٥۳٤	۱٦۳۹	۱۷٤۷	۱۸۷۰
کاهش کل به *GDP* ملی (درصد)	۲۳/۲	۲٤/٥	۲٦/۱	۲۷/۸	۲۹/۸

مأخذ: محاسبات محقق

۵- نتیجه‌گیری

تهران به‌عنوان مرکز ایران به‌واسطه‌ی برخورداری از موقعیت سیاسی و زیرساخت‌های لازم محل تمرکز بسیاری از فعالیت‌های صنعتی و خدماتی شده است. جمعیت تهران روز به روز به‌علت وجود فرصت‌های شغلی بیشتر و امکانات بهتر رو به افزایش است و به‌دنبال آن شاهد توسعه‌ی کالبدی و مساحت کلان شهر تهران هستیم. اگرچه در سال‌های اخیر اقداماتی در راستای کاهش خطرپذیری تهران صورت پذیرفته اما زیر ساخت‌های لازم برای توسعه تهران و توجه خاص به خطر زلزله و مقاوم سازی شریان‌های حیاتی امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

عمدهٔ مطالعات در این خصوص به ابعاد انسانی وقوع زلزله پرداخته‌اند و اثرات اقتصادی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. علت این امر می‌تواند با فقدان آمار مربوط به‌میزان تخریب اقتصادی مرتبط باشد. اگر میزان خسارت اقتصادی به روشی علمی برآورد شده باشد آنگاه می‌توان به اثرات اقتصادی آن نیز در قالب مدل‌های اقتصادی پرداخت.

Archive of SID

www.SID.ir

اخیراً آمار خسارت‌های فیزیکی بخشی ناشی از زلزله با شدت‌های مختلف در تهران به روش علمی توسط رحیمی (۱۳۹۲) برآورد، و امکان به‌کارگیری آن در قالب مدل های داده ستانده فراهم شده است.

اطلاعات فوق در قالب یک مدل داده ستانده تک منطقه‌ای توسط رحیمی به‌کار گرفته شده و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن بر روی اقتصاد استان تهران در قالب داده ستانده تک منطقه‌ای در بدترین سناریو با شدت خیلی زیاد ۷۱ درصد برآورد شده است.

در مطالعه فوق اثرات وقوع زلزله تهران به عنوان قلب و مرکز اقتصاد ایران بر روی سایر اقتصاد ملی و اقتصاد ایران مغفول مانده است که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است. مطالعه در قالب مدل داده ستانده دو منطقه‌ای پس از برآورد ضرایب داده ستانده دو منطقه‌ای صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که بیشترین تأثیرگذاری وقوع زلزله بر استان تهران بر روی بخش‌های: ساختمان، صنعت و خدمات و شبکه حمل و نقل است در حالی که در سایر اقتصاد ملی صنعت و بازرگانی و سایر خدمات بخش‌هایی هستند که بیشترین اثر را دریافت می‌کنند. عمق حادثه زمانی مشخص‌تر می‌شود که محاسبات براساس درصد خسارت نسبت به تولید ناخالص استان تهران و اقتصاد ملی بیان شوند.

محاسبات نشان می‌دهند که در بدترین وضعیت، اثر وقوع سناریوی با شدت خیلی زیاد، اقتصاد استان تهران به اندازه ۱۰۳ درصد تولید ناخالص داخلی آن و اقتصاد ملی تقریباً به اندازه ۳۰ درصد تولید ناخالص داخلی ملی آسیب خواهد دید. هر چند که در ادبیات اقتصاد سوانح که از مدل های داده ستانده تک منطقه‌ای و یا دومنطقه‌ای برای برآورد اثرات آن استفاده شده، همه متفق‌القول‌اند که این مدل به دلیل وجود فروض ذاتی‌اش، اثرات را بیش از مقدار واقعی برآورد می‌کند.

این مدل فروضی نظیر خطی بودن، عدم انعطاف نسبت به جایگزینی بین نهاده‌ها و واردات واسطه، فقدان محدودیت عرضه و فقدان واکنش نسبت‌به تغییرات قیمت‌ها را در بطن خود دارد (رز ۲۰۰۴). اولی امکان جایگزینی نهاده‌ها را منتفی می‌داند و دومی نتایج را بیش‌از مقدار برآورد می‌کند. برای غلبه‌بر محدودیت های مدل داده ستانده در کاربرد آن

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط ویژه سوانح، تلاش‌هایی در جهت پالایش و بسط چارچوب داده ستانده برای غلبه بر کمبود نهاده تولید در منطقه آسیب‌دیده توسط استرهاون[1] (۱۹۸۸) و (۱۹۸۹)، دیازنباخر[2] (۱۹۹۷) و سپس استین بک[3] (۲۰۰۴) صورت گرفته است. اما محدودیت مربوط به تغییرات قیمت کماکان وجود داشته و راه‌حل آن استفاده از مدل های تعادل عمومی قابل محاسبه است که برخلاف مدل داده ستانده غیر خطی بوده و به تغییرات قیمت واکنش نشان می‌دهند، بین نهاده واسطه و واردات امکان جایگزینی وجود دارد و محدودیت های طرف عرضه در نظر گرفته می‌شود. این مدل‌ها را در تحقیقات آتی می‌توان استفاده کرد.

علاوه‌برآن ابعاد بزرگ خسارت به‌دست آمده در این تحقیق ضرورت تمرکززدایی و توزیع فعالیت‌های خدماتی به خارج تهران از یک طرف و تقویت هرچه بیشتر زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی، بازسازی و مقاوم سازی اماکن و همچنین ایجاد و آماده‌سازی مراکز امداد و نجات از طرف دیگر را می‌طلبد تا آسیب‌های احتمالی کاهش یابد.

Archive of SID

1- Oosterhaven J.
2- Dietzenbacher E.
3- Steinback S. R.

www.SID.ir

منابع

آشتیانی و همکاران (۱۳۷۳)، *زمین لغزه در ایران گستردگی و اهمیت اقتصادی*، انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

بزازان فاطمه، علی اصغر بانوئی و مهدی کرمی (۱۳۸۶)، "تأمل بیشتری در خصوص توابع سهم مکانی نوین بین ابعاد اقتصاد فضا و ضرایب داده – ستانده منطقه‌ای : مطالعه موردی استان تهران"، *پژوهش های اقتصادی ایران*، شماره ۳۱، صص ۵۴-۲۷.

بزازان، فاطمه (۱۳۹۰)، "ضرایب فزاینده‌ی تولید، اشتغال و درآمد در مدل داده – ستانده ی دو منطقه‌ای"، *فصلنامه اقتصاد مقداری*، شماره ۲۹، صص۱۷۹-۱۵۱.

بزازان، فاطمه، علی اصغر بانویی و مهدی کرمی (۱۳۸۸)، "تحلیل اثرات بازخوردی و سرریزی در قالب الگوی داده-ستانده دو منطقه‌ای(مطالعه‌ی موردی استان تهران و سایر اقتصاد ملی)"، *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۹، صص۵۲-۲۹.

رحیمی، ایمان، (۱۳۹۲)، تدوین روش برآورد خسارات کلان اقتصادی ناشی از زلزله در یک منطقه- مطالعه‌ی موردی تهران، *رساله‌ی دکتری مهندسی عمران*، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.

شیعه، اسماعیل (۱۳۸۹)، "بررسی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش سلسله مراتبی معکوس (IHYP) و GIS مطالعه‌ی موردی منطقه‌ی ۶ شهرداری تهران"، *مجموعه‌ی مقالات چهارمین کنگره‌ی بین المللی جغرافی دانان جهان اسلام*، دانشگاه سیستان بلوچستان، زاهدان،۲۵-۲۷ فروردین ۱۳۸۹.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۳و ۱۳۹۴)، *حسابهای ملی، حسابهای منطقه‌ای تهران*، درگاه ملی آمار.

مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، معاونت پژوهش های اقتصادی، (۱۳۹۴)، *بهنگام سازی جدول داده ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگوی CGE و کاربردهای آنها در سیاست گذاری اقتصادی و اجتماعی*.

Archive of SID

www.SID.ir

ناصراسدی، کیارش، (۱۳۸۵)،"فرآیند ارزیابی خطرپذیری لرزه‌ای تاسیسات صنعتی: مطالعه موردی یک پالایشگاه"، *رساله دکتری در مهندسی زلزله*، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

Boisvert R. (1992), "Indirect Loss from a Catastrophic Earthquake and Local, Regional, and National Interest", in *Indirect Economic Consequences of a Catastrophic Earthquake*, pp: 207-265 Washington, D. C.: National Hazard Reduction Program, Federal Management, Agency.

Cho S., Gordon P., Moore J. E., Richardson H. W., Shinozuka M., and Chang S. (2001), "Integrating Transportation Network and Regional Economic Models to Estimate the Costs of A Large Urban Earthquake", *Journal of Regional Science*, Vol.41, No.1, pp.39-65.

Cochrane H. C. (1974), "Predicting the Economic Impact of Earthquakes", in H.C. Cochrane, J.E. Hass and RW Kates (eds.) *Social Science Perspectives on the Coming San Francisco Earthquake, - Economic Impact, Prediction, and Reconstruction*, National Hazards Research Paper, No. 25, (Boulder, CO; University of Colorado).

Cochrane H. C. (1997), "Forecasting the Economic Impact of a Midwest Earthquake" in B. G. Jones (Ed.) *Economic Consequences of Earthquakes: Preparing for the Unexpected*, pp. 223-247 (Buffalo, NY: National Centre for Earthquake Engineering Research).

Cole S. (1988), "The Delayed Impacts of Plant Closures in a Reformulated Leontief model", *Papers of the Regional Science Association*, 65, pp. 135-149.

Cole S. (1998), "Decision Support for Calamity Preparedness: Socioeconomic and Interregional Impacts", in M. Shinozuka, A. Rose and R. T. Eguchi (Eds.), *Engineering and Socioeconomic Impacts of Earthquakes*, pp.125-153 (Buffalo, NY: Multidisciplinary Centre for Earthquake Engineering Research).

Dietzenbacher E., (1997), "In Vindication of the Ghosh Model: a Reinterpretation as a Price Model", *Journal of Regional Science*, Vol.37, No. 4, pp. 629-651.

Archive of SID

www.SID.ir

Gordon P., Richardson H.W. and Davis B., (1998), "Transport-Related Impacts of the Northridge Earthquake", *Journal of Transportation and Statistics*, Vol. 1, No.1, pp. 22-36.

Gordon. P., Moore. II, J. E., Richardson H. W., Shinozuka M., An D., and Cho S. (2004), "Earthquake Disaster Mitigation for Urban Transportation Systems, An Integrated Methodology that Builds on the Kobe and Northridge Experiences", in Y. Okuyama and S.E. Chang (Eds.), *Modeling Spatial and Economic Impacts of Disasters*, pp.205-232, Berlin, Germany, Springer.

Hewings G.L.D, and Mahidhara R. (1996), "Economic Impacts: Lost Income, Ripple Effects, and Recovery", in: S. Changnon (Ed.), The Great Flood of 1993, pp. 205-217 (Boulder, Co: West View Press).

Japan International Corporation Agency (JICA) (2000), "The study on Seismic Micro Zoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran, Pacific Consultants International" (Private Report for Tehran Municipally).

Okuyama Y., G.J.D. Hewings and M. Sonis (1999), "Economic Impacts of an Unscheduled, Disruptive Event: A Miyazawa Multiplier Analysis", in G.J.D. Hewings, G., Sonis, M., Madden, M., Kimura, Y. (Eds.). Understanding and Interpreting Economic Structure. Berlin, Germany: Springer-Verlag.

Okuyama Y., G.J.D. Hewings and M. Sonis (2000), "Sequential Interindustry Model (SIM) and Impact Analysis: Applications for Measuring Economic Impact of Unscheduled Events", Regional Economics Applications Laboratory, University of Illinois, Urbana, IL.

Okuyama, Y. (2007), "Economic Modeling for Disaster Impact Analysis: Past, Present, and Future", *Economic Systems Research*, Vol. 19, No.2, pp. 115-124.

Okuyama, Y. and S.E. Chang, (2004), "Modeling Spatial and Economic Impacts of Disasters", Introduction: Chapter 1, Berlin, Germany, Springer.

Okuyama, Y. and Santos J. R. (2014), "Disaster Impact and Input-output Analysis", *Economic Systems Research*, Volume 26, No.1, pp.1-12.

Archive of SID

www.SID.ir

Oosterhaven J. (1988), "On the Plausibility of the supply-Driven Input-output Model", *Journal of Regional Science*, Vol. 28, No. 2, pp. 203–217.

Oosterhaven J. (1989), "The Supply-driven Input-Output Model: A New Interpretation but Still Implausible", *Journal of Regional Science*, Vol.29, No. 3, pp.459-465.

Rose A. (1981), Utility Lifelines and Economic Activity in the Context of Earthquakes, in J. Isenberg (ed.). Social and Economic Impact of Earthquakes on Utility Lifelines. New York, NY; American Society of Civil Engineers.

Rose A. (2004), "Economic Principles, and Research Priorities in Hazard Loss Estimation, chapter2", *Modeling Spatial and Economic Impacts of Disasters*, Berlin, Germany, Springer.

Rose A., J. Benavides, S.E. Chang, P. Szczesniak, and D. Lim, (1997), "The Regional Economic Impact of an Earthquake: Direct and Indirect Effects of Electricity Lifeline Disruptions", *Journal of Regional Science*, Vol.37, No.3, pp.437-458.

Steinback S. R. (2004), "Using Ready-Made Regional Input-Output Models to Estimate Backward-linkages Effects of Exogenous Output Shocks", *The Review of Regional Studies*, Vol.34, No.1, pp.57-71

Yamano N., Kajitani Y., and Shumuta Y. (2004), "Modeling the Regional Economic Loss of Natural Disasters: Indirect Loss Diffusion due to the Electricity Disruptions and Inter-industry Economic Activities", First Draft.

Archive of SID

www.SID.ir