فصلنامه پژوهشی- تخصصی شهرسازی و معماری
هویت محیط

فصلنامه پژوهشی- تخصصی شهرسازی و معماری هویت محیط
دوره۱، شماره۱، زمستان ۱۳۹۸
http://www.ei-journal.ir
صص. ۴۸-۲۸

تحلیل معیارهای حمل ونقل جهت کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله در معابرشهری (ANP-SWOT) (مطالعه موردی: بافت مرکزی سنندج)

کتایون بهزاد افشار[۱]، مهدی یوسفوند

استادیارگروه فیزیک، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
(katayoun.behzadafshar@iausr.ac.ir)
کارشناس ارشد شهرسازی گرایش طراحی شهری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی،قزوین، ایران
(yosefvand.mehdi1991@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۶ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۹/۲۸

چکیده:

برنامه ریزی شهری با هدف کاهش آسیب پذیری، ناگزیر از شناخت نحوه و علل آسیب پذیری هر یک از عناصر کالبدی شهر است. در این راستا، ارزیابی و تحلیل معیارهای حمل ونقل جهت کاهش آسیب پذیری شبکه ارتباطی و به ویژه معابر شهری، به عنوان یکی از عناصر کالبدی شهر، از اهمیت ویژ های برخوردار است.این پژوهش به روش تحلیلی-کاربردی، با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه ای (ANP-SWOT) به تحلیل معیار های حمل ونقل پرداخته شده است. هدف این پژوهش، ارزیابی و تحلیل معیارهای حمل ونقل جهت کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله، تشخیص و تفکیک عوامل اثرگذار بر آسیب پذیری در شبکه معابر شهری بافت مرکزی سنندج است. معیار های حمل ونقل که در این پژوهش از انها استفاده شده است عبارتند؛ کاربری اراضی شهری، مصالح وکیفیت ابنیه، فاصله شبکه معابر از گسل ، سلسله مراتب معابر، بهینه کردن ظرفیت معابر، دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی. نتایج نهایی حاکی از این است که، معیار سلسله مراتب معابر با رتبه(۱)دارای بیشترین اهمیت و مصالح وکیفیت ابنیه با اولویت(۶) دارای کمترین مقدار اهمیت می باشد.

واژگان کلیدی: کاهش آسیب پذیری، زلزله، حمل ونقل، (ANP-SWOT)، سنندج

نحوه استناد به مقاله:

بهزاد افشار، کتایون ،یوسفوند ، مهدی.(۱۳۹۸). تحلیل معیارهای حمل ونقل جهت کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله در معابرشهری (ANP-SWOT) (مطالعه موردی: بافت مرکزی سنندج). فصلنامه پژوهشی- تخصصی شهرسازی و معماری هویت محیط، ۱(۱)، زمستان ۱۳۹۸. ۴۸-۲۸ .
http://www.ei-journal.ir/article-102639.html

۱. نویسنده مسئول: کتایون بهزاد افشار Email: katayoun.behzadafshar@iausr.ac.ir

۱- مقدمه

در میان تمام عناصر زیرساخت های شهری و خطوط راه آهن، شبکه حمل ونقل شهری، به عنوان عامل حیاتی در زندگی اجتماعی و اقتصادی ساکنان شهری و یک ابزار حیاتی برای استقرار کالا و خدمات در هر بخش از شهر به این دلایل از جمله:«پشتیبانی از تخلیه، واکنش اضطراری، عملیات امداد رسانی و بازیابی»، «دسترسی فیزیکی به جوامع آسیب دیده»،«ظرفیت و قابلیت کار آنها پس از فاجعه» می توان اشاره کرد. یکی ازعواملی که در میزان آسیب پذیری شهر در برابر زلزله تاثیر به سزایی دارد شبکه حمل ونقل شهری و ویژگی های فضایی- کالبدی آن است(SoltaniFard et al, 1391: 3). آسیب پذیری شبکه به ساختار فضایی شبکه پرداخته و در زمینه تخلیه عمومی به کار می رود تا قسمت های آسیب پذیر ساختار و نیز عوامل مرتبط با آن مانند شهری مشخص شود. این آسیب پذیری به ساختار شبکه، طبیعت و ترافیک توپولوژی و شکل هندسی و جریان رفت و آمد در شبکه به ویژه در ساعت اوج مربوط است. البته این عوامل دقیق، ولی کارای تخلیه در این سه عبارت را به سختی می توان تخمین زد. طیف وسیعی از عوامل مختلف در تخلیه مؤثر هستند. شناختن ضعف، بحران و آسیب پذیری شبکه اهمیت زیادی دارد. به ویژه در بعضی نواحی که آسیب پذیری، کل شبکه را از کارمی اندازد. با مطالعه شبکه می توان قسمت های آسیب پذیر در زمان تخلیه را مشخص کرد. در این میان سهولت دسترسی نقش حیاتی دارد(Miriam & Shulman, 2008:18).
معیارهایی چون کاربری اراضی شهری، فاصله شبکه معابر از گسل، دوری و نزدیکی معابر به مراکز درمانی، سلسله مراتب معابر، بهینه کردن ظرفیت معابر، کیفیت ابنیه ومصالح ابنیه و هم واری کاربری ها درکاهش یا افزایش آسیب ها و خسارت های ناشی از شدت زلزله تاثیر به سزایی دارند(Behzad afshar&Akbari,1396: 858). بعد از وقو ع زلزله کارایی شبکه ی ارتباطی به علت فرو ریختن ساختمانها بسته شدن مسیرها به شدت کاهش می یابد و این حالی است که بعد از وقو ع یک فاجعه با وضعیت اضطراری، سلسله مراتب شبکه ی ارتباطی نقش حیاتی در نجات انسان ها و شدت بخشیدن به عملیات بازسازی و بازگشت حالت عادی به شهر را بر عهده دارد(Lung-Yung al et,2007:15).با توجه به اهمیت حفظ عملکرد شبکه های ارتباطی در چنین شرایطی در یک سطح مطلوب باید به ارزیابی معیار های زیر ساختی برای اداره عملکرد شبکه های ارتباطی در شرایط وقوع زلزله ارائه شود. چرا که، مسئله ی حائز اهمیت این است که برنامه ریزی برای پیشگیری و کاهش خسارات و تلفات ناشی از زلزله بدون ارزیابی آسیب پذیری برای مناطق امری بی فایده است. ارزیابی خطر حوادث علاوه بر پر اهمیت کردن پیشگیری از بلایا و آگاهی از آن، به نحوه ی برنامه ریزی و ساماندهی شهر برای کاهش خسارت های ناشی از زلزله جهت می دهد. تاکنون عمده چالش های صورت گرفته در راستای کاهش آسیب های ناشی از وقوع زمین لرزه، محدود به برنامه های مقاوم سازی ساختمان ها بوده است(Azizi & Homa Far,1381:5-15). اهمیت مسایل فوق و ضرورت سرعت همراه با دقت، برنامه ریزی شبکه های حمل ونقل شهری را ضروری ساخته که علاوه برکارا بودن و بهینه کردن ظرفیت معابر پس از بحران، خود کمترین آسیب ممکنه را از سانحه پذیرا شود و قابلیت گسترش عملکرد نیز داشته باشد. زلزله باعث بروز مشکلات متفاوتی چون آسیب و انهدام مناطق مسکونی، ساختمان ها، سازه ها و تأسیسات زیر بنایی می شود. وقوع چنین حوادثی معمولا اثرات سویی درکاهش عملکرد شبکه دسترسی مجاور خود خواهد داشت.در این میان، سیستم حمل ونقل شهری به عنوان یکی از عناصر کالبدی شهر، نقش کلیدی در زمان وقوع و نیز پس از رخداد زمین لرزه به عهده دارند.

براساس نقشه پهنه بندی خطر زمین لرزه منطقه زاگرس سنندج در پهنه خطر نسبی پایین تا متوسط قرار دارد. قرار گرفتن در زون سنندج ـ سیرجان و وجود راندگی های طولی با راستای شمال غربی ـ جنوب شرقی و نیز گسل های جانبی در منطقه ازمهمترین ویژگی لرزه خیزی آن است.حداکثر شدت نواحی تحت فشار در این حوزه ۶ تا ۷ درجه مرکالی پیش بینی می شود و احتمال وقوع لرزه هایی با شدت ۸ و ۹ درجه مرکالی نیز وجود دارد(Sanandaj comprehensive plan, 2005: 12). تدوین روشی با هدف تخمین آسیب پذیری احتمالی شبکه ارتباطی، امری ضروری به نظر میرسد. اولین گامِ در راستای دستیابی به چنین هدفی، ارزیابی و تحلیل معیارها و شاخص های موثر زیربنایی در کاهش آسیب پذیری شبکه حمل ونقل و معابر شهری است. تا کنون، پژوهش های مختلف، رویکردهای مختلفی را در مواجهه با آسیب پذیری شبکه ارتباطی اتخاذ نموده اند. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی و تحلیل معیارهای حمل ونقل جهت کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله، تشخیص و تفکیک عوامل اثرگذار بر آسیب پذیری در شبکه معابر شهری است. عوامل و معیار های هم چون؛ کاربری اراضی شهری، مصالح وکیفیت ابنیه، فاصله شبکه معابر از گسل ، سلسله مراتب معابر، بهینه کردن ظرفیت معابر، دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی در کاهش یا افزایش آسیب ها و خسارت های ناشی از زلزله تأثیر به سزایی دارد. به همین دلیل مطالعه درست آنها و مشخص کردن مسیرها و محدوده های آسیب پذیر یا امن با توجه به معیارهای ذکرشده، امکان برنامه ریزی درست را فراهم می آورد. این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال خواهد بود که کدام معیارها بیشترین نقش را درکاهش آسیب پذیری شبکه معابر بر اثر زلزله را خواهند داشت؟

۲- مبانی نظری

شهر با ساختاری چندلایه شامل توزیع فعالیت های انسانی، امکانات و زیرساخت هاست که باعث ایجاد تضاد در شهر می شود. حل این تضاد به عهدهٔ شبکهٔ حمل ونقل است؛ به طوری که مردم ممکن است از یک بخش فاقد امکانات در شهر به یک بخش دارای تسهیلات و امکانات زندگی حرکت کنند. در مواقع بروز بحران های طبیعی به خصوص زلزله، شبکهٔ ارتباطی به چند تکه تقسیم می شود. این شبکه باید قادر به ارایه حداقل سرویس برای حفظ ساکنین باشد و طوری طراحی شود که ارتباط بین بخش های مختلف شهر شود(Huang, 2003:96). در بررسی آسیب پذیری شبکه حمل ونقل شهری باید به ساختار فضایی و تخلیه عمومی شبکه پرداخته تا قسمت های آسیب پذیر ساختار شهری و نیز عوامل مرتبط با آن مانند مشخص شود(Husdal, 2005:28-30). در بسیاری از موارد، توزیع فضایی عناصر شهری، بر اساس ساختار و ظرفیت شبکه ارتباطی انتظام می یابد. به عنوان عنصری مجرد، نقش شبکه ارتباطی در آسیب پذیری شهر در برابر زمین لرزه را می توان با رجوع به مراحل مدیریت بحران در دو فاز ۱ -زمان وقوع و بالفاصله بعد از آن و ۲ - زمان بازگرداندن شهر به حالت عادی مورد نظر قرار داد. بر این اساس، در فاز اول، شبکه ارتباطی باید نقش های ذیل را با کیفیت مطلوب ایفا کند. تامین دسترسی به فضاهای باز مناسب برای فرار از عوامل خطر زا و دسترسی به نقاط امن، امکان فرار و پناه گیری سریع و ایمن، تسهیل عملیات امداد و نجات پس از زمین لرزه، تسریع عملیات آوار برداری و پاکسازی. علاوه بر موارد یاد شده، در ساعات شلوغ روز و به ویژه در نواحی مرکزی شهر، بسیاری از مردم در خیابان ها، پل ها و زیرگذرها و خارج از ساختمان ها، صدمه دیده و یا کشته می شوند و بدین ترتیب، آسیب پذیری معابر، در بالا بردن میزان آسیب پذیری نقش موثری بر عهده دارد. در مرحله بازگرداندن شهر به حالت عادی، شبکه ارتباطی نقش کلیدی در سفرهای بین محل کار و سکونت و حمل نقل کلا و تسریع عملیات عادی سازی بر دوش دارد(Central u. s earthquake consortium,

2000:6). این آسیب پذیری به ساختار شبکه، طبیعت، ترافیک، توپوگرافی، جریان رفت و آمد در شبکه به ویژه در ساعت اوج مربوط است. البته این عوامل دقیق، ولی کارائی تخلیه در این سه عبارت را به سختی می توان تخمین زد. طیف وسیعی از عوامل مختلف در تخلیه مؤثر هستند. شناختن ضعف، بحران و آسیب پذیری شبکه اهمیت زیادی دارد. به ویژه در بعضی نواحی که آسیب پذیری، کل شبکه را از کار می اندازد. با مطالعه شبکه می توان قسمت های آسیب پذیر در زمان تخلیه را مشخص کرد . در این میان سهولت دسترسی نقش حیاتی دارد(Miriam & Shulman,2008:18). اولین موضوع در رابطه با شبکه ارتباطی و دسترسی ها در مقابله با زلزله به سلسله مراتب آنها ارتباط پیدا می کند که از بالاترین سطح در مقیاس منطقه و شهر تا دسترسی به واحدهای مسکونی قابل ملاحظه است. بنابراین اولین موضوع و اصل مرتبط با شبکه ارتباطی، وجود دسترسی های متنوع و متعدد با کیفیت مناسب به شهر است. آسیب پذیری شبکه به ساختار فضایی شبکه پرداخته و در زمینه تخلیه عمومی کاربرد دارد تا قسمتهایی از ساختار شهری که آسیب پذیرند، مشخص شود. این آسیب پذیری مربوط به ساختار شبکه، طبیعت و ترافیک مربوط است(Husdal, 2006:6). در طول زلزله، تمام اجزای سازه های ساختمان شهری، زیرساخت ها و سیستم های پایه ممکن است در معرض انواع مختلف خطرات لرزه ای قرار گیرد. خسارات و اختلالات سیستم ها در زندگی شهری درمورد اقدامات امدادرسانی پس از فاجعه و مدیریت بحران ها به عنوان مهمترین عوامل مهم هستند. در میان زیرساخت های شهری و سیستم های پایه، عملکرد شبکه حمل و نقل برای اثربخشی اقدامات پس از فاجعه بسیار مهم است. تجارب گذشته زمین لرزه ها نشان می دهد که شکست ساختارهای جاده ای و شبکه های حمل و نقل نه تنها موجب شدت زیان های اقتصادی و اختلالات زندگی روزمره ساکنان می شود، اقدامات و روند تخلیه تأثیرات واکنش های اولیه را تحت تاثیر قرار می دهد(Nojima & Franchin et al,1999). یکی از اهم شاخص های ارزیابی برنامه ریزی کاربری اراضی، کیفیت دسترسی به کاربری های شهری می باشد. تعریف استاندارد دسترسی، رسیدن آسان مردم به مکان های فعالیت مورد نظر و مطلوب آنها، مانند خرید، مراقبت های درمانی یا تفریحی و.. است به همزین دلیل بسیاری از جغرافیدانان و برنامه ریزان بر این باورند که دسترسی به کالاهای اساسی و خدمات یکی از مهمترین شاخص های کیفیت زندگی است. اندازه گیری دسترسی با مقایسه سطوح دسترسی گروه های متفاوت افراد و خانواده ها در مکان ها و موقعیت های مختلف به کارمی رود(Gregory et al, 2009: 1). دسترسی به مراکز درمانی و ایستگاه های آتش نشانی که از طریق شبکه های ارتباطی انجام می شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات رسانی به آسیب دیدگان می شود. به این ترتیب با دور شدن از مراکز درمانی و آتشنشانی، احتمال آسیب پذیری بیشتر می شود(Zangi Abadi et al., 1392: 12). بیمارستان ها و مراکز ارائه خدمات بهداشتی باید بتوانند به دنبال وقوع زلزله تداوم عملکرد داشته باشند. این مراکز باید به گونه ای طراحی و ساخته شوند که ضمن حفظ سلامت کارکنان، مراجعین، تجهیزات و اموال عملکرد جاری خود را حفظ کرده و توان پاسخگویی به جمعیت مراجعان و مسدومان ناشی از زلزله را داشته باشند. بنابراین لازم است به لحاظ سازه ای تقویت شده و از آمادگی لازم در برابر بحران ها برخوردار باشند(lari & Haji Nabi,2013). اهمیت ایمن سازی مراکز درمانی به حدی است که در بیانیه هیوگرو (۲۰۱۵-۲۰۰۵)نیز بدان اشاره شده است. در این بیانیه جهت کاهش خطر در سطح ملی نیز گفته شده است: برنامه ریزی یک راه حل به منظور کاهش خطر در بخش های سلامت، با هدف ارتقا ایمنی بیمارستان ها در برابرسوانح با کسب اطمینان از این که کلیه ساختمان های جدید به صورت مقاوم ساخته شده و فیت های موجود به منظور حفظ

عملکردشان در موقع بلایا تقویت شرده و معیارهای پیشگیرانه برای تقویت امکانات موجود، به ویژه مراکزی که مراقبت های بهداشتی اولیه را فراهم می نمایند صورت پذیرفته است(Pan American health organization,2008). نگهداری شبکه های حمل و نقل وظرفیت ترافیک پس از یک فاجعه زلزله مهم است. به طوری که گروه های امدادی به موقع به ناحیه آسیب دیده هدایت شوند وجمعیت در معرض خطر را به مناطق امن و اضطراری انتقال دهند. در شرایط اضطراری با توجه به پس لرزه ها، تغییرات تقاضای سفر پس از زمین لرزه، ظرفیت های شبکه ها و الگوهای ترافیک به طور قابل توجهی از شرایط ترافیکی "عادی" متفاوت است(shen et al,2009:16). سیستم های حمل و نقل برای بهبود انعطاف پذیری زیربنایی در برابر بلایای طبیعی و پایدار مورد استفاده قرار می گیرد(Cutter,1996:380-399). بعد از وقوع زلزله کارایی شبکه های ارتباطی به علت فرریختن ساختمان ها و احتمال بسته شدن مسیرها به شدت کاهش می یابد(yung et al,2007). این در حالی است که بعد از وقوع یک فاجعه با وضعیت اضطراری، شبکه های ارتباطی نقش حیاتی در نجات جان انسان ها و شدت بخشیدن به عملیات بازسازی و بازگشت حالت عادی به شهر بر عهده دارد به شبکهٔ ارتباطی شهر، نقش حساسی در آسیب پذیری شهر در برابر زلزله دارد(liu,2003). شریان های حیاتی شبکه هایی هستند که برای ارتباط و اتصال سکونتگاه ها و نقاط مورد علاقه از زیرسیستم های مختلف در تمامی قلمرو شهر گسترش یافته اند. آنها خدمات ضروری لازم برای عملکرد و بقای جوامع را تضمین می کنند که شامل حمل ونقل، انرژی، ارتباطات، آب و شبکه های بهداشتی(فاضلاب) می باشند(Cirianni et al, 2012: 29). عدم امکان پیش بینی وقوع زمین لرزه، مفهوم مدیریت ریسک در خصوص زمین لرزه با تاکید بر کاهش آسیب پذیری سرمایه ها و با هدف کاهش ریسک زمین لرزه مورد توجه قرار می گیرد. در این رهیافت، توجه به آسیب پذیری کالبدی شهر به عنوان مشهودترین شکل آسیب پذیری ناشی از زمین لرزه، قابل کنکاش است. شناخت علل آسیب پذیری و نحوه تاثیر پذیری شهر از رخداد زمین لرزه، وابسته به شناخت دقیق علل و نحوه آسیب پذیری هر یک از عناصر تشکیل دهنده کالبد شهر است. از میان عناصر مختلف کالبدی شهر، نحوه استفاده از زمین (کاربری)، بافت شهری، الگوی توزیع فضاهای باز، نحوهٔ همجواری و مکانیابی تاسیسات و زیرساختهای شهری، و شبکه ارتباطی را می توان به عنوان اثرگذارترین عوامل مدنظر قرار داد(Amini & Mojtahedzadeh, 1389, 168); (Hamidi, 1371,217 Azizi & Akbari, 1387,27). برنامه ریزی بهینه کاربری اراضی شهری نقش مهمی درکاهش آسیب پذیری در برابر زلزله دارد. هرگاه درتعیین کاربری زمین های شهری همجواری ها را رعایت گردد وکاربری های ناسازگار درکنار یکدیگر قرارداده نشود، امکان تخلیه سریع اماکن فراهم می گردد. و اگرکاربری ها درشهرها به گونه ای توزیع شوندکه سبب عدم تمرکزگردند، می توان انتظارداشت آسیب پذیری شهرها دربرابر زلزله تا حد زیادی کاهش یابد (Moehel al et,2009:2). وجود زمینه های لرزه خیزی ناشی از موقعیت زمین شناسی، وجود گسل های فراوان در بطن و حاشیه شهرها و... همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر جمعیت شهری، افزایش مسکن کم دوام شهری، شهرسازی نامناسب با بحران زلزله، همگی قابلیت لرزه پذیری شهرها را افزایش داده است، تا جایی که ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر یک زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب پذیر گشته اند(عبدالهی، ۱۳۸۳ :۴۹۵). نوع مصالح بکار رفته در ساخت واحدهای مسکونی نشان دهنده آسیب پذیری آن‌ها در برابر زلزله می‌باشد. ساختمان‌ها از لحاظ مصالح استفاده شده به چهار دسته(ساختمان‌های مرکب، ساختمان‌های مسلح، ساختمان‌های نیمه مسلح، ساختمان-های غیرمسلح) تقسیم بندی می‌شوند (Mohammadi et al, 1389: 130).

در بررسی ارزیابی میزان آسیب پذیری شبکه معابر شهری در برابر زمین لرزه پژوهشگرانی همچون؛ قنبری و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی کارآیی این نوع شبکه های ارتباطی، عابدینی(۱۳۸۵) شناسایی شاخص های آسیب پذیری معابر شهری در برابر زلزله، تعریض و اصلاح معابر آسیب پذیر، شناسایی راه های امداد و نجات، پیش بینی مراکز امداد و اسکان موقت، صمدزادگان و زرین پنجه(۲۰۰۸) به طراحی و توسعه روشی برای ارزیابی میزان آسیب شبکه ارتباطی. ناگائی و دیگران (۲۰۱۲)به ارائه راهبرد تقویت ضد لرزهای برای شبکه معابر شهری، لیو و دیگران (۲۰۰۳) برنامه ریزی ترمیم شبکه ارتباطی بعد از بحران زلزله. مینامی و دیگران همکارانش (۲۰۰۳) داده هایی مانند نام و شماره ساختمان و جنس و تعداد طبقات آن، حیاط ساختمان و جنس و ارتفاع آن و فاصله ساختمان ها تا خیابان و همچنین اطلاعات معابر مانند نام، طول و عرض خیابان. تیلور (۲۰۰۶) روشی برای تشخیص نقاط بحرانی در زیرساخت های حمل و نقل، آسیب پذیری بزرگراه. بونو و گوتیرز (۲۰۱۱) تأثیر آسیب ساختاری بر دسترسی شهری شبکه ها پس از فاجعه. دالین و لوپینگ (۲۰۱۲) به تجزیه و تحلیل آسیب پذیری شبکه معابر، و ادراک آسیب پذیری شبکه معابر پرداخته اند.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع کاربردی می باشد و روش مطالعه آن تحلیلی- کاربردی است. لذا پس از مطالعات کتابخانه ای و تجزیه وتحلیل اطلاعات حاصل و با توجه به نتایج حاصل از مطالعات و تحقیقات پیشین، پرسشنامه ای بر مبنای روش مذکور تدوین شده و در کارشناسان مربوطه قرار گرفت تا معیارهای موثر در ارزیابی ایمنی شبکه معابر استخراج گردد. در مرحله آخر برای انتخاب مناسب ترین معیار از بین معیارهای کاربری اراضی شهری، مصالح وکیفیت ابنیه، فاصله شبکه معابر از گسل ، سلسله مراتب معابر، بهینه کردن ظرفیت معابر، دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی، به تحلیل ساختار شبکه ای (ANP-SWOT) می پردازیم، که بر اساس امتیازات داده شده معیارها اولویت بندی می شوند.

۳-۱-فرآیند تحلیل شبکه ای

فرآیند تحلیل شبکه ای توسعه یافته فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است (Saaty,2004:21). تفاوت بین ساختار سلسله مراتبی و شبکه ای در این است که در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روابط بین سطوح تصمیم گیری یکطرفه و سلسله مراتبی بوده و هر سطح تصمیم گیری تنها به سطح بالای وابسته است(Gencer,2006). این محدودیت عمده فرآیند تحلیل سلسله مراتبی باعث شد تا توماس ال ساعتی فرآیند تحلیل شبک های را برای بررسی روابط پیچیده داخلی بین سطوح مختلف تصمیم و معیارها ارائه دهد(Rezaei& Ghaed Rahmati, 1393). وی روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را برای حل مسائل در حالت استقلال بین گزینه ها و معیارها و روش فرآیند تحلیل شبک های را برای حل مسائلی که وابستگی بین گزینه ها و معیارها دارند، پیشنهاد کرده است (Ertay et al,2006:242). چانگ مراحل انجام فرآیند تحلیل شبکه های را در شش مرحله:

۱- تبدیل مسأله به ساختار شبک های، ۲- انجام مقایسات زوجی بین کلیه عناصر تصمیم، ۳- تشکیل ابر ماتریس غیر وزنی، ۴- ابر ماتریس وزنی ۵- تشکیل ابر ماتریس حد و ۶- تشکیل ماتریس خوشه ها و تعیین اوزان نهایی عناصر بیان نموده است(Chung et al,2005:21).

جدول۱. معیارهای پژوهش

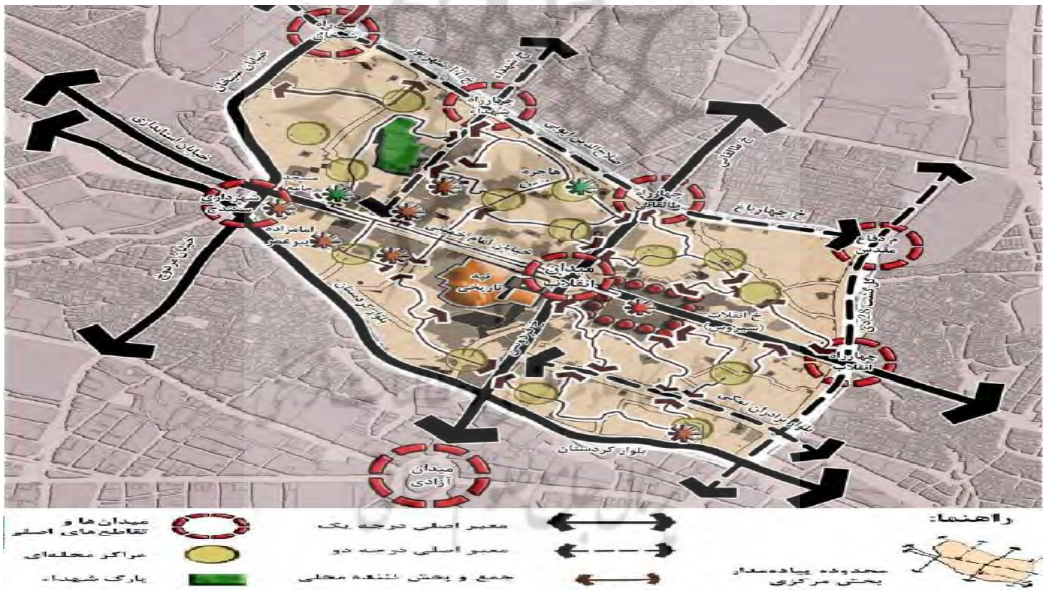
معیارها
کاربری اراضی شهری
مصالح وکیفیت ابنیه
فاصله شبکه معابر از گسل
سلسله مراتب معابر
بهینه کردن ظرفیت معابر
دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی

منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

۴- محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش به بررسی بافت مرکزی شهر سنندج به طور مشخص حد فاصل محور خیابان انقلاب و خیابان امام خمینی که از شریان های اصلی ارتباطی شهر و قرارگیری گره های اصلی ارتباطی شهر می باشد. که در شمال شرقی بافت قدیم و هم اکنون در بخش شمالی شهر سنندج در ناحیه ۴ واقع شده اند.شکل(۱).

شکل۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

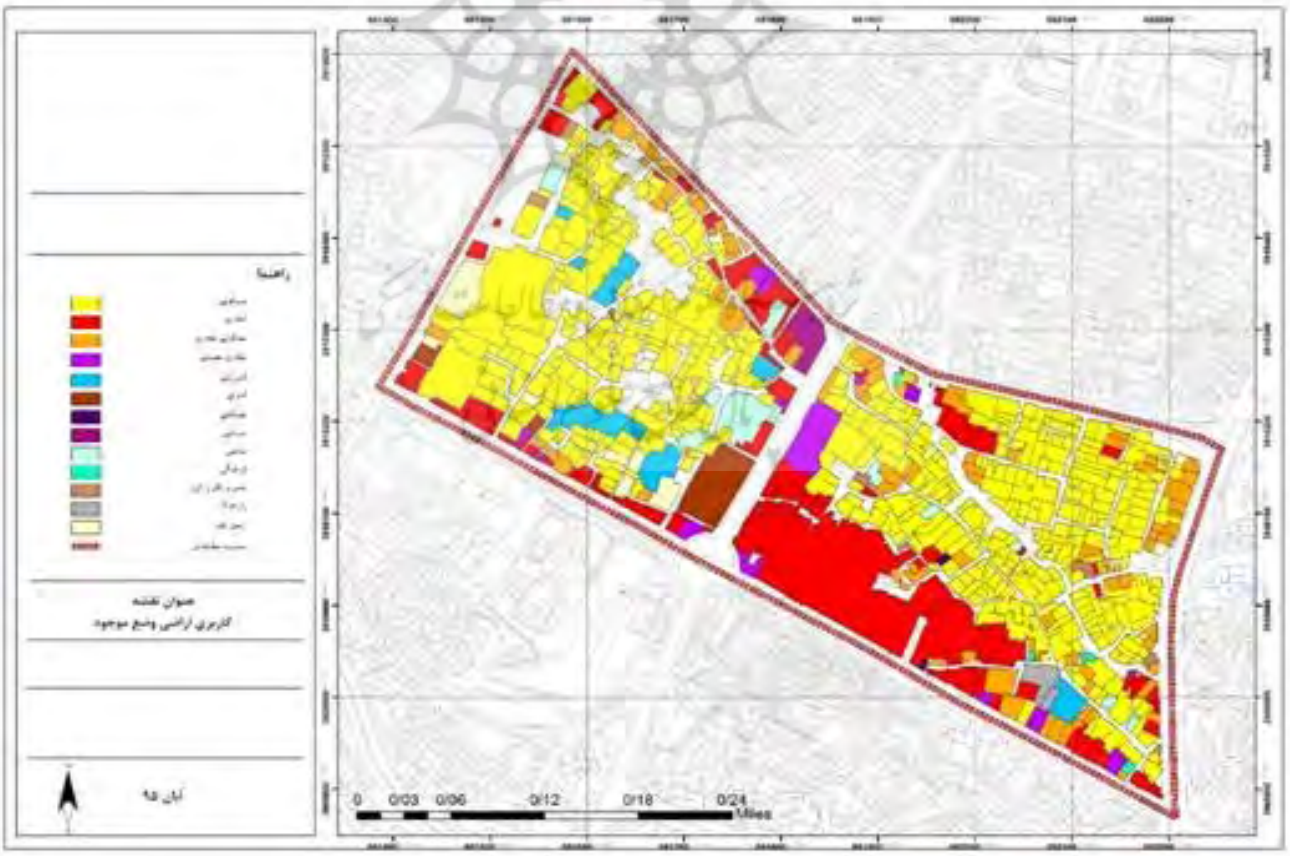


(منبع: مهندسین فجر توسعه، ۱۳۸۸)

از نظر زمین شناسی منطقه غرب زاگرس (شامل سنندج) در طی دوران اول و دوم زمین شناسی به صورت ناودیسی با جهت شمال غربی - جنوب شرقی در آمده که بعد از تشکیل سلسله جبال زاگرس طی دوران سوم زمین شناسی از آب بیرون آمده است. این منطقه از زاگرس از شیل های خاکستری، سبز و سیاه و آهک های دولومینی قهوه ای و سیاه تشکیل شده که سن آن ها مربوط به دوران ژوراسیک و احتمالا تریاس می یاشد. عمق آبرفت سنندج بیش از چند متر نیست و نفوذ پذیری آن نسبتا خوب است(Sanandaj comprehensive plan, 2005: 33-34). براساس نقشه پهنه بندی خطر زمین لرزه منطقه زاگرس

سنندج در پهنه خطر نسبی پایین تا متوسط قرار دارد. قرار گرفتن در زون سنندج ـ سیرجان و وجود راندگی های طولی با راستای شمال غربی ـ جنوب شرقی و نیز گسل های جانبی در منطقه ازمهمترین ویژگی لرزه خیزی آن است. حداکثر شدت نواحی تحت فشار در این حوزه ۶ تا ۷ درجه مرکالی پیش بینی می شود و احتمال وقوع لرزه هایی با شدت ۸ و ۹ درجه مرکالی نیز وجود دارد. دوره وقوع مکرر زمین لرزه هایی با بزرگی ۶، ۶/۵ و ۷ درجه ریشتر در کل حوزه به ترتیب برابر ۱۳ ، ۲۴ و ۹۳ سال می باشد. در سده اخیر ۱۱۱ زمین لرزه در حدفاصل ۳۴ تا ۳۷ درجه عرض شمالی و ۴۵ تا ۴۸ درجه طول شرقی (که سنندج در این محدوده قرار دارد) روی داده است.اکنون از زمین لرزه های اتفاق افتاده در مجاورت سنندج ۴۰٪ دارای بزرگی ۴/۱۵ تا ۴/۵ درجه ریشتر ، ۴۲٪ بین ۴/۵ تا ۵ درجه ریشتر و ۱۳٪ بین ۵/۱ تا ۵/۵ درجه ریشتر بوده است (Sanandaj comprehensive plan, 2005: 12). با توجه به شکل(۲) بیشترین درصد از کل مساحت کاربری ها مربوط به مسکونی با ۵۴/۹ درصد و کمترین درصد از کل مساحت کاربری ها متعلق به بهداشتی با ۰/۰۹ درصد می باشد. همان طور که قبلا گفته شد محدوده مطالعاتی این پژوهش بافت مرکزی و هسته ی اولیه شهر می باشد که از قدمت بالایی برخورد است. و به سبب همین امر حدود ۵۲ درصد از کل مساحت قطعات موجود بالای ۳۰ سال عمر دارند و فقط ۲/۵ درصد زیر ۵ سال عمر دارند. وجود تنها ۲۵ بنا که عمر آن زیر ۵ سال می باشد این خود نشان دهنده میل و علاقه کم ساکنین این قسمت از شهر به نوسازی خانه های مسکونی خود است که به نوبه خود باید علل آن مورد بررسی قرار گیرد.شکل(۳).

شکل ۲. کاربری اراضی محدوده مطالعه



(منبع: نگارندگان،۱۳۹۸)

شکل۳. کیفیت ابنیه محدوده مطالعاتی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

در بسیاری از مطالعات لازم است وضعیت خدمات دهی و عملکرد تسهیلات از دیدگاه ترافیکی مورد ارزیابی قرار گیرد. سطح سرویس یک وسیله سنجش کیفی است که شرایط ترافیک و درک این شرایط را توسط رانندگان و مسافرین توصیف می کند. برای سنجش کیفیت، جریان ترافیک به شش وضعیت از A تا F طبقه بندی می شوند که سطح سرویس A بیانگر بهترین شرایط و سطح سرویس F نشان دهنده بدترین شرایط ترافیکی است(Farjad et al,1391:92).

محور خیابان انقلاب یکی از مهم ترین معابر بافت مرکزی شهر سنندج می باشد و از عناصر شاخص این خیابان می توان به بازار سرپوشیده ی سنندج اشاره کرد. این خیابان دارای حجم ترافیکی بالای می باشد و همین امر معلول آن گشت تا به بررسی و تحلیل آن بپردازیم. این محور دارای عرض سواره ۱۳/۶،عرض پیاده۹/۲۴،عرض رفیوژ ۰/۷،عرض آبگیر۰/۹ است.جابجایی، دسترسی، اجتماعی، معماری شهری، اقتصادی ازنقش و عملکردهای این محور می باشند. با توجه به اطلاعات به دست آمده بیشترین حجم ترافیکی همسنگ شده خیابان انقلاب مربوط به ساعات ۱۲:۳۰تا ۱۳:۳۰ می باشد که معادل ۱۳۱۳/۳ ماشین در ساعت، در مسیر رفت و برگشت این محور است. ظرفیت معابر درون شهری ظرفیت معبر مورد مطالعه ۹۰۰تا ۱۱۰۰ ماشین در ساعت است. در نتیجه طبق اطلاعات بدست آمده ، سطح سرویس ۱/۳۱۳ می باشد که نشان دهنده سطح سرویس D یا سرعت وسایل نقلیه از حالت متعادل خارج می شود.رانندگان احساس ناراحتی می کنند،آزادی مانور کم می شود.شکل(۴). شبکه خیابان های موجود در شهر، به صورت شطرنجی به شکل کمابیش نامنظم است که یکی از علل این نامنظمی می تواند شرایط توپوگرافی شهر باشد. شهر در هر دو جهت شمال جنوب و شرق غرب گسترش کمابیش یکسانی دارد و حتی در برخی نقاط بخصوص در مرکز شهر می توان آن را شهری شعاعی انگاشت. رعایت سلسله مراتب عملکردی معابر در خیابان‌های

درون‌شهری از مهمترین پارامترهایی می‌باشد که نقش اساسی در روانی وکیفیت جریان ترافیک شبکه معابر دارد. بررسی سرعت‌های طرح و حرکت، نحوه دسترسی به کاربری‌های اطراف معابر، پارک حاشیه‌ای وسایل‌نقلیه، مقاطع عرضی و طولی، نوع وسایل کنترل ترافیک از قبیل تابلوها، چراغها و زمان‌بندی آنها و سایر موارد مرتبط، از جمله موضوعاتی است که می‌بایست در شبکه معابر مورد توجه قرار گیرد. نتایجی که از این محاسبات به دست آمده به شرح زیر می باشد:

- بالاترین نسبت جریان کل در معابر بافت مرکزی شهر سنندج مربوط به خیابان امام خمینی به انقلاب با ۰/۶۹۵(۰/۶۶۰در بعدازظهر و ۰/۷۳۰درصبح) می باشد، درحالی که پایین ترین نسبت جریان با(۰/۳۴۰در بعدازظهر و ۰/۱۸۵درصبح) در مسیر انقلاب به طالقانی می باشد.
- میانگین کل نسبت جریان معابر شهرسنندج برابر ۰/۵۳۵(۰/۵۳۳در بعدازظهر و ۰/۵۳۸درصبح) که به روشنی نشان می دهد که کیفیت ترافیکی شهر سنندج بطور کلی D است.

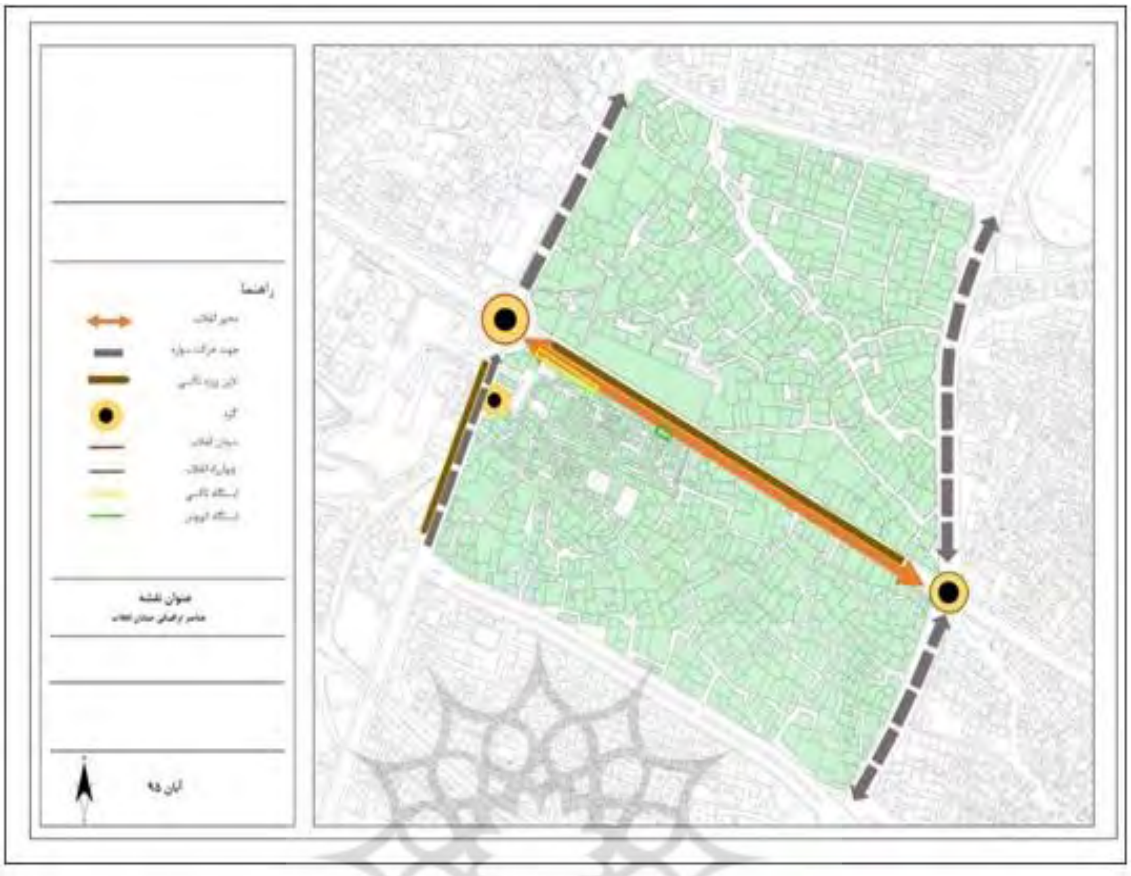
از کل معابر آمارگیری شده بافت مرکزی شهر ۵۵/۱۷ دارای کیفیتA و ۵۸/ ۲۷دارای کیفیت B و ۲۴ /۱۷ تنها دارای کیفیت ترافیکیE می باشد. استنتاج ویژگی های تحلیلی حمل و نقل و ترافیک محدوده بافت مرکزی سنندج باتوجه به شرایط وضع موجود.جدول(۲).

جدول۲. استنتاج ویژگی های تحلیلی حمل و نقل و ترافیک محدوده

زمینه	عوامل درونی		عوامل بیرونی	
	قوت	ضعف	فرصت	تهدید
شناخت شبکه حمل ونقل و معابر	- عبور شریان های اصلی ارتباطی شهر از داخل محدوده - قرارگیری گره های اصلی ارتباطی شهر در داخل محدوده مطالعاتی	- نارسایی شبکه سواره در شالوده کالبدی بافت (ضعف شبکه محلی و دسترسی) - شیب زیاد زمین و پیروی از این شیب در برخی از خیابانها و کوچه ها - وجود مراکز جاذب سفر در مقیاس شهری و عدم پاسخگویی شبکه معابر موجود - عدم کشش و ظرفیت پذیری حرکت در برخی خیابان های اصلی از جمله خیابانهای فردوسی، انقلاب ترافیک و دشواری گردش سواره در ساعات پیک - عدم کارآیی سیستم حمل و نقل عمومی در محدوده به دلیل عدم کشش شبکه معابر	- امکان ایجاد مسیرهای ویژه پیاده در محدوده م - امکان تأمین دسترسی سواره به درون نقاط بافت با حفظ ساختار اصلی محدوده و حداقل تغییرات اساسی - امکان ایجاد پارکینگ های کافی و پایانه حمل و نقل عمومی	- افزایش سفرهای محدوده در صورت توسعه گردشگری و ضعف شبکه موجود -دشواری و عدم قابلیت امداد رسانی در مواقع خطر به دلیل عرض کم و شیب زیاد معابر

منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

شکل۴. عناصر ترافیکی خیابان انقلاب



(منبع: نگارندگان،۱۳۹۸)

همان طور که قبلا به آن اشاره شد محور امام خمینی دارای نقش های اقتصادی و معماری شهری بارزی می باشد. که در امتداد این خیابان مغازه های طلا فروشی، موزه آصف و مسجد جامع دیده می شود و همین عوامل سبب گشته که جاذبه سفر زیادی را برای شهروندان و سایر به وجود آورد. خیابان امام خمینی دارای عرض سواره رو،۱۴ عرض پیاده۹،بدونه رفیوژ، عرض آبگیر۰/۹است. جابجایی، دسترسی، اجتماعی، معماری شهری، اقتصادی از نقش و عملکردهای این محور می باشند. با توجه به اطلاعات به دست آمده بیشترین حجم ترافیکی همسنگ شده خیابان امام خمینی مربوط به ساعات ۱۷:۳۰ تا ۱۸:۳۰ می باشد که معادل ۱۲۲۲/۵ ماشین در ساعت، در مسیر این محور است، ظرفیت معبر مورد مطالعه ۱۰۰۰تا ۱۲۰۰ ماشین در ساعت است.با توجه به تحلیل و بررسی های انجام شده، سطح سرویس ۱/۱۱ می باشد که نشان دهنده سطح سرویس F یا کیفیت در حالت ناپایدار و راه بندان که در آن ترافیک وارده به معبر بیش از ظرفیت آن می باشد و خیابان تحت فشار است.

۵- بحث و یافته‌ها

مقایسه دو دویی معیارهای اصلی چهارگانه: بر اساس مقیاس ۹ کمیتی اقای ساعتی و به همان ترتیبی که در فرایند تحلیل سلسه مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار می گیرد انجام می شود (zebardast, 1388:83). نتیجه مقایسه دو دویی و بردار ویژه آن در نشان می دهد که بهینه کردن ظرفیت معابر با ۲۵۶/. بیشترین و مصالح وکیفیت ابنیه با ۳۹/. کمترین امتیاز بردار ویژه را کسب کرده اند، و وابستگی معنا داری بین سلسله

مراتب معابر ۰/۲۳۶ و کاربری اراضی شهری ۰/۲۲۲ وجود دارد. جدول (۳)و همچنین وابستگی درونی معیارهای اصلی به یکدیگر در جدول (۴) ارایه شده است.

جدول۳. مقایسه دو دویی معیارها

معیار	کاربری اراضی شهری	مصالح وکیفیت ابنیه	فاصله شبکه معابر از گسل	سلسله مراتب معابر	بهینه کردن ظرفیت معابر	دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی	بردار ویژه
کاربری اراضی شهری	۱						۰/۲۲۲
مصالح وکیفیت ابنیه	۱/۵	۱					۰/۳۹
فاصله شبکه معابر از گسل	۲	۱/۵	۱				۰/۱۵۱
سلسله مراتب معابر	۱/۵	۳	۲	۱			۰/۲۳۶
بهینه کردن ظرفیت معابر	۳	۱/۸	۱/۶	۲	۱		۰/۲۵۶
دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی	۲	۱/۴	۱/۵	۳	۲	۱	۰/۲۱۶

منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

جدول۴. وابستگی درونی معیارهای اصلی به یکدیگر

معیار	A	B	C	D	E	F
کاربری اراضی شهری (A)		*	*	*	*	*
مصالح وکیفیت ابنیه(B)	*		*	*		
فاصله شبکه معابر از گسل(C)	*	*		*	*	*
سلسله مراتب معابر (D)	*	*	*		*	
بهینه کردن ظرفیت معابر(E)	*	*	*	*		*
دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی(F)	*	*	*		*	

منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

تشکیل سوپر ماتریس و تبدیل آن به سوپر ماتریس حد

تکنیک ANP با چارچوب جامع و فراگیر، تمامی تعاملات و روابط میان سطوح تصمیم‌گیری را که تشکیل یک ساختار شبکه‌ای می‌دهد، می‌تواند در نظر گیرد. خوشه‌ها معرف سطوح تصمیم‌گیری‌اند و کمان‌ها تعاملات میان سطوح تصمیم‌گیری را نشان می‌دهند. جهت کمان‌ها وابستگی را مشخص می‌کند(Dari&Hamzahi, 2010: 75). یک سوپرماتریس درحقیقت یک ماتریس جزءبندی شده است که در آن هر بخش از ماتریس، رابطه میان ۲ گره (سطح تصمیم‌گیری) را در کل مسئله تصمیم‌گیری نشان می‌دهد. برای دستیابی به اولویت های کلی در یک سیستم با تاثیرات متقابل، بردارهای اولویت های داخلی در ستون های مناسب یک ماتریس وارد می شوند. در نتیجه، یک سوپر ماتریس که هر بخش از این ماتریس ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم را نشان می دهد، بدست می آید(zebardast, 1388:81).

سوپر ماتریس موزون از طریق ضرب مقادیر سوپر ماتریس ناموزون در ماتریس خوشه ای محاسبه می شود. سپس از طریق نرمالیزه کردن سوپر ماتریس موزون، سوپر ماتریس از نظر ستونی به حالت تصادفی تبدیل می شود (Saaty, 1999). در مرحله سوم (و نهایی)، سوپر ماتریس حد با به توان رساندن تمامی عناصر سوپر ماتریس موزون تا زمانی که واگرایی حاصل شود (از طریق تکرار)، یا به عبارت دیگر تمامی عناصر سوپر ماتریس همانند هم شوند محاسبه می شود. نتایج حاصل از سوپر ماتریس بدون وزن نشان دهنده این واقعیت است که فاصله شبکه معابر از گسل (۰/۲۶۳) بیشترین و بهینه کردن ظرفیت معابر(۰/۲۱۷) بترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن جهت دستیابی به هدف پژوهش جهت کاهش آسیب پذیری می باشند. جدول(۵)، نتایج تحلیلی سوپر ماتریس وزن دار تاکید بر اهمیت فاصله شبکه معابر از گسل (۰/۲۸۵) جدول(۶)، و در سوپر ماتریس کراندار دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی(۰/۲۴۱) داری بیشترین نزدیکی به هدف می باشد.جداول (۷).

جدول۵. سوپر ماتریس بدون وزن

	معیارها					
	کاربری اراضی شهری	مصالح و کیفیت ابنیه	فاصله شبکه معابر از گسل	سلسله مراتب معابر	بهینه کردن ظرفیت معابر	دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی
کاهش آسیب پذیری	۰/۱۱۸۹	۰/۱۸۲۲	۰/۲۴۸۵	۰/۱۶۳۶	۰/۲۴۶۶	۰/۲۳۶۱
	۰/۴۵۱۱	۰/۱۶۳۶	۰/۴۱۴۶	۰/۱۴۸۲	۰/۱۴۳۹	۰/۱۳۴۵
	۰/۲۶۰۹	۰/۴۰۲۲	۰/۱۰۹۵	۰/۳۰۲۰	۰/۴۳۴۱	۰/۴۶۱۰
	۰/۱۶۸۹	۰/۲۵۱۷	۰/۲۲۷۲	۰/۳۸۶۰	۰/۱۷۵۲	۰/۱۶۸۲
هدف	۰/۲۲۳	۰/۲۲۱	۰/۲۶۳	۰/۲۵۱	۰/۲۱۷	۰/۲۵۶

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

جدول۶. سوپر ماتریس وزن دار

	معیار ها					
	کاربری اراضی شهری	مصالح و کیفیت ابنیه	فاصله شبکه معابر از گسل	سلسله مراتب معابر	بهینه کردن ظرفیت معابر	دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی
کاهش آسیب پذیری	۰/۱۱۸۹	۰/۱۸۲۲	۰/۲۴۸۵	۰/۱۶۳۶	۰/۲۴۶۶	۰/۲۳۶۱
	۰/۴۵۱۱	۰/۱۶۳۶	۰/۴۱۴۶	۰/۱۴۸۲	۰/۱۴۳۹	۰/۱۳۴۵
	۰/۲۶۰۹	۰/۴۰۲۲	۰/۱۰۹۵	۰/۳۰۲۰	۰/۴۳۴۱	۰/۴۶۱۰
	۰/۱۶۸۹	۰/۲۵۱۷	۰/۲۲۷۲	۰/۳۸۶۰	۰/۱۷۵۲	۰/۱۶۸۲
هدف	۰/۲۴۲	۰/۲۳۹	۰/۲۸۵	۰/۲۴۰	۰/۲۱۱	۰/۲۳۷

منبع: نگارندگان۱۳۹۸

جدول ۷. سوپر ماتریس کراندار

	معیارها					
	کاربری اراضی شهری	مصالح وکیفیت ابنیه	فاصله شبکه معابر از گسل	سلسله مراتب معابر	بهینه کردن ظرفیت معابر	دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی
کاهش آسیب پذیری	۰/۱۵۳	۰/۱۱۸۹	۰/۱۸۲۲	۰/۲۴۸۵	۰/۱۶۳۶	۰/۲۴۶۶
	۰/۱۲۴	۰/۴۵۱۱	۰/۱۶۳۶	۰/۴۱۴۶	۰/۱۴۸۲	۰/۱۴۳۹
	۰/۲۴۱	۰/۲۶۰۹	۰/۴۰۲۲	۰/۱۰۹۵	۰/۳۰۲۰	۰/۴۳۴۱
	۰/۱۴۶	۰/۱۶۸۹	۰/۲۵۱۷	۰/۲۲۷۲	۰/۳۸۶۰	۰/۱۷۵۲
هدف	۰/۲۱۹	۰/۲۱۶	۰/۲۳۱	۰/۲۲۲	۰/۲۰۱	۰/۲۴۱

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

مقایسه و اولویت بندی معیارها

با توجه به عنوان پژوهش، معیارها هدف گذاری و اولویت بندی بندی می شوند. در واقع به معیارهای زیرساختی جهت کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله در شبکه حمل و نقل معابرشهری می پردازد. امتیاز بیشتری داده می شود و سایر معیارها با توجه به نظر کارشناسی و ضریب اهمیت اولویت بندی می شوند. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی و تحلیل معیارهای زیر بنایی جهت کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله، تشخیص و تفکیک عوامل اثرگذار بر آسیب پذیری در شبکه حمل و نقل معابر شهری است. به ترتیب ذیل اولویت بندی می شوند: عوامل و معیار های هم چون؛ کاربری اراضی شهری، مصالح وکیفیت ابنیه، فاصله شبکه معابر از گسل ، سلسله مراتب معابر، بهینه کردن ظرفیت معابر، دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی. ابتدا مقادیر اولیه هر کدام از معیارها را با توجه به ماتریس کراندار استخراج می کنیم. سپس مقادیر نرمال شده هر معیار را از نرمال کردن مقادیر اولیه به دست می آوریم و در آخر مقادیر ایده آل را از تقسیم مقادیر اولیه با بزرگترین مقدار از بین آن ها به دست می آوریم. و در نهایت با توجه به مقادیر نرمال شده معیارها سلسله مراتب معابر با رتبه (۱) گویای تاثیر آن بر شکل گیری و تداوم حیات شبکه شهری خواهد بود،که مهمترین و مصالح وکیفیت ابنیه با رتبه (۶) کم اهمیت ترین معیار در موضوع و هدف پژوهش بوده است. جدول(۸).

جدول۸. نتیجه نهایی معیارها

معیارها	مقادیر	مقادیر نرمال	مقادیر ایده	رتبه اولویت
کاربری اراضی شهری	۰/۱۵۳	۰/۲۳۰	۰/۶۳۴	۴
مصالح وکیفیت ابنیه	۰/۱۲۴	۰/۱۸۶	۰/۵۱۳	۶
فاصله شبکه معابر از گسل	۰/۲۴۱	۰/۳۶۲	۰/۹۶۷	۲
سلسله مراتب معابر	۰/۲۴۶	۰/۳۶۹	۱	۱
بهینه کردن ظرفیت معابر	۰/۱۶۶	۰/۱۹۵	۰/۶۸۷	۳
معابر به مراکز درمانی دوری ونزدیکی	۰/۱۴۶	۰/۲۲۰	۰/۶۰۷	۵

منبع: نگارندگان۱۳۹۸

۶- نتیجه‌گیری

در بین آسیب پذیری کاربری های مختلف شهری در مواقع بروز بحران، آسیب پذیری شبکه معابر بیشترمهم جلوه می نماید. با توجه با کاربری اراضی شهری و عدم اجرای صحیح سلسله مراتب دسترسی و خارج از ظرفیت بهینه معابر تحمل بار ترافیکی بر شبکه حمل ونقل، ونیز مصالح وکیفیت ابنیه غیراصولی در مناطق یاد شده وقوع حادثه ای نه چندان شدید باعث انسداد معابر شده و کار امدادرسانی را مختل می کند. بدیهی است که مدت زمان طی شده جهت امدادرسانی به مصدومین ارتباط تنگاتنگی با میزان تلفات ناشی از وقوع حوادث غیرمترقبه دارد. به بیان دیگر هر چقدر محدوده مورد هدف امدادرسانی دارای شبکه های ایمن و کارآمد به هنگام بروز بحران باشد به تبع، کار امدادرسانی سریعتر و میزان تلفات جانی به شدت کاهش پیدامی کند.

در تحقیق حاضر سعی شد با انتخاب معیار های حمل ونقلی منتخب در راستای کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله در شبکه حمل و نقل معابرشهری در بافت مرکزی سنندج به دلیل افزایش حجم ترافیک و بافت تاریخی و وضعیت ویژه معابرآن در نتیجه بار ترافیکی آنها در آینده ضروری است که از هم اکنون در جهت ساماندهی ترافیکی آنها اقدام لازم صورت گیرد که شاید مهمترین اقدام در این راستا اعمال شیوه های مدیریتی درست باشد که بتوان ترافیک را در آنها روان تر نمود و از بروز مشکلات در مواقع بحران و زلزله جلوگیری کرد. بنابراین با توجه به نقش حیاتی شبکه معابر در امداد رسانی و کاهش خسارات جانی و مالی پس از وقوع زلزله در این پژوهش به شناسایی میزان آسیب پذیری شبکه حمل ونقل معابر شهری پرداخت شد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که بر اساس میزان نتیجه نهایی ارزیابی از نقطه نظر هر معیار و در مقایسه با سایر معیارها اولویت بندی گردید. در این پژوهش معیارهای کاربری اراضی شهری، مصالح وکیفیت ابنیه، فاصله شبکه معابر از گسل ، سلسله مراتب معابر، بهینه کردن ظرفیت معابر، دوری ونزدیکی معابر به مراکز درمانی ارائه شده مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در این پژوهش بر خلاف روش های پیشین ارزیابی و تحلیلی که ارتباطات عناصر شبکه تصمیم را فقط به صورت یکسویه و سلسله مراتبی در نظر می گرفتند، عناصر شبکه تصمیم به صورت شبکه ای از خوشه ها که عناصر هر خوشه می تواند با دیگر عناصر همان خوشه یا خوشه های دیگر ارتباط داشته باشد در نظر گرفته شده است. در نهایت پس از استفاده از تکنیک ANP-SWOT نتایج ذیل حاصل گردید. انتخاب بهترین معیار از همان رو که در مدل شبکه ای پژوهش مشخص شده است، که در بین معیار های حمل ونقلی که هرکدام دارای زیر معیارهایی هستند برای اهداف این مطالعه انتخاب شده اند. همانگونه که در جدول شماره(۸) مشاهده می گردد، معیار سلسله مراتب معابر با رتبه اولویت (۱)دارای بیشترین اهمیت و معیار مصالح وکیفیت ابنیه با رتبه اولویت(۶) دارای کمترین مقدار اهمیت می باشد. با توجه به نتایج بدست و پاسخ گویی به سوال پژوهش اثر بخش ترین معیار ها و سیاست ها در زمینه کاهش اثرات زلزله بر شبکه های حمل و نقل و ترافیکی عبارتند از: رعایت فاصله شبکه معابر از گسل، رعایت سلسله مراتب معابر در مواقع طراحی و برنامه ریزی شبکه حمل نقل ، بهینه کردن ظرفیت معابر با توجه به جمعیت و میزان تردد در آنها و هم چنین تعریض معابر کم عرض می باشد.

پیشنهادها

در این قسمت با توجه به تحلیل های انجام شده و نتایج بدست آمده، پیشنهاداتی به منظور هموار کردن مشکلات ارایه می شود:

- تعدیل نگرش طراحان و برنامه ریزان حمل ونقل و ترافیک در زمینه ی طراحی مناسب معابر از لحاظ مدیریت بحران. یعنی درطراحی ها، تنها شرایط عادی را لحاظ ننمایند (عرض معابر توان جابجایی لازم در زمان بحران را به راحتی داشته باشد و راعیت فاصله معابر از گسل ها).
- تعریض معابر کم عرض و اجرای عقب کشی ها، بخصوص در محلات قدیمی و همچنین محلات اسکان غیررسمی.
- تدوین قوانین و مقررات مناسب با استانداردهای لرزه ای و اعمال نظارت دقیق از سوی متولیان امر برای حصول اطمینان از رعایت آ ییین نامه های لرزه ای در احداث ساختمان های جدیدالاحداث.
- توسعه و گسترش فضاهای باز و فضاهای سبز، که از مؤثرترین راه ها برای گسترش فضاهای امن، هنگام زلزله وکاهش آسیب پذیری می باشد.
- توزیع متناسب تراکم های ساختمانی و جمعیتی در سطح شهر به خصوص در بدنه ی معابر.
- توجه بیشتر به درجه ی محصوریت (ارتفاع ساختمان با توجه به عرض معبر) و تدوین قوانین مناسب برای اعمال آن در سطح شهر و اعمال فاصله ی مناسب بین ساختمان های بلندمرتبه و بدنه ی معابر از طریق ایجاد فضاهای سبز، برای کاهش احتمال انسداد معابر.

منابع

۱- امینی؛ الهام، فرح؛ حبیب، مجتهدزاده؛ غلام حسین. (۱۳۸۹). برنامه ریزی کاربری زمین و مدیریت بحران زمین لرزه. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۳، ۱۶۱-۱۷۴.

۲- حمیدی؛ ملیحه (۱۳۷۱). ارزیابی الگوهای قطعه بندی اراضی و بافت شهری در آسیب پذیری مسکن از سوانح طبیعی، *مجموعه مقالات سمینارهای توسعه مسکن در ایران*، (۲۱۰-۲۲۴)،دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- دری؛ بهروز، حمزه ای؛ احسان (۱۳۸۹). استراتژی پاسخ به ریسک در مدیریت ریسک به وسیله تکنیک ANP (مطالعه موردی: پروژه توسعه میدانی نفتی آزادگان شمالی)، *مدیریت صنعتی*، ۲(۴)، ۷۵-۹۲.

۴- رضایی؛ محمد رضا، قائدرحمتی؛ صفر، حسینی؛ سید مصطفی. (۱۳۹۳). مکان‌یابی مراکز امدادرسانی در شهر یزد با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای و GIS FUZZY، *پژوهش های‌جغرافیای انسانی*، ۴۶(۱)، ۸۵-۱۰۱.

۵- زبردست؛ اسفندیار(۱۳۸۸). کاربرد فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، *نشریه هنرهای زیبا*،۴۱، ۹۰ - ۶۵.

۶- -زنگی آبادی؛ علی، محمدی؛ جمال، صفایی؛ همایون، قائد رحمتی؛ صفر. (۱۳۸۷). تحلیل شاخص های آسیب پذیری مساکن‌شهری در برابر خطر زلزله (مطالعه موردی: مساکن شهر اصفهان)، *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۱۲، ۶۵.

۷- زنگی آبادی، تبریزی؛ علی و نازنین)۱۳۸۸ ،)زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۵ ، صفحات ۱۳۰.-۱۱۵.

۸- سلطانی فرد؛ هادی، زنگانه؛ احمد، نوده؛ مرضیه، السادات حسینی؛ فرزانه.(۱۳۹۱). تحلیل فضایی اثرات شبکه معابر بر آسیب پذیری محلات شهری در برابر زلزله (مورد مطالعه: محله امیریه شهر سبزوار). *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۳(۱)، ۳-۱.

۹- صمدزاده؛ فرهاد، زرین پنچه؛ نادر. (۱۳۸۶). ارزیابی تخریب زلزله شبکه جاده های شهری با استفاده از تصاویر ماهواره ای و سیستم های فازی، *بایگانی های بین المللی فتوگرامتری، سنجش از دور و علوم اطلاعات فضایی*. جلد ۲۵ (B8) ، ۴۰۹-۴۱۴.

۱۰- مهندسین مشاور تدبیر شهر. (۱۳۸۴). *طرح جامع شهر سنندج*. سنندج:سازمان مسکن و شهرسازی کردستان.

۱۱-عابدینی؛ موسی (۱۳۸۵). پهنه بندی خطر زمین لغزشهای حوضه گیوی چای بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، *طرح پژوهشی گروه جغرافیای*، دانشگاه محقق اردبیلی.

۱۲- -عبدالهی؛ مجید(۱۳۸۰). مدیریت بحران در نواحی شهری(زلزله و سیل)، ، تهران؛ انتشارات سازمان شهرداری های کشور.

۱۳-عزیزی؛ محمدمهدی، اکبری؛ علیرضا (۱۳۸۷). ملاحظات شهرسازی درسنجش آسیب پذیری شهرها از زلزله، *مجله علمی پژوهشی هنرهای زیبا*، ۳۴، ۲۵-۳۶.

۱۴- فرجاد، ابوالفضل و دیگران(۱۳۹۱)، مرجع شهرسازی: مجموعه مباحث پرکاربرد در طرح های توسعه شهری و منطقه ای، تهران؛ انتشارات آذرخش.

۱۵- قنبری؛ ابوالفضل، علی سالکی؛ محمد، قاسمی ؛معصومه.(۱۳۹۵). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زمین‌لرزه (نمونه موردی: شهرک باغمیشه تبریز)،*جغرافیا ومخاطرات محیطی*، ۵(۱۸)،۱-۱۵.

۱۶- همافر؛ میلاد، عزیزی؛ محمد مهدی.(۱۳۹۱). آسیب شناسی لرزهای معابر شهری (مطالعه موردی: محله کارمندان،کرج). *نشریه علمی پژوهشی هنرهای زیبا*، ۱۷(۳)، ۱۵ - ۵.

17- Behzad Afshar, K., Akbari, P. (2018). Evaluation of seismic vulnerability of urban sprawl physical variables using TOPSIS model (Case Study: Urban separate area Babariz Sanandaj). *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *12* (4), 857-873. http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_538280.html. (*In Persian*).

18- Chung, S.H., Lee, A.H.L., Pearn, W.L.(2005) *Analytic Network Process (ANP) Approach for Product Mix Planning in Semiconductor Fabricator*, International .Journal of Production Economics 96, pp.15–36.

19-Ciriannia. F, Fontea. F, Leonardia. G, Scopellitia. F(2012),*Analysis of Lifelines Transportation Vulnerability*, SIIV- 5th International Congress-Sustainability of Road Infrastructures, Published by Elsevier Ltd, Procedia - Social and Behavioral Sciences 53 29 - 38.

20- Central u. s earthquake consortium (2000). Earthquake vulnerability of transportation system in the central united states compiled by the Central, U.S earthquake consortium.

21-Dalin, Q & Luping, Y (2012). *Vulnerability Analysis of Road Networks*, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. Volume 12, Issue 1, February.

22- Ertay, T., Ruan, D., Tuzkaya, U.R. (2006). Integrating Data Envelopment Analysis and Analytic Hierarchy ,for the Facility Design in Manufacturing Systems Information Sciences 176, pp. 237–262.

23- Gencer, Cevriye, Didem, Gurpinar. (2006). *Analytic network process in supplier selection*: A case study in ,an electronic firm, Applied Mathematical Modeling.Vol.31:2475–2486.

24- Gregory, Derek et al (2009) The Dictionary of Human Geography; Chichester: Wiley Blackwell.

25- Huang, Zhengdong.(2003).*Data Integration For Urban Transport Planning*, International Institute for Geo -Information Science and Earth Observation (ITC), The Netherlands.p96.

26- Husdal, J. (2005) *the vulnerability of road networks in a cost-benefit perspective*. Proceedings of the transportation Research Board Annual Meeting (TRB 2005), Washington DC, USA, 9-13 January 2005. , pp. 28-3.

27- Husdal, J, (2006), Transport Network Vulnerability: Which Terminology and Metrics Should We Use? Paper presented at the NECTAR Cluster 1 Seminar, Norway: 1-9.

28- Lari A, Jahangiri K, Haji Nabi K, Hospital Safety Index analysis: a case study in Tehran. J relief and rescue 2013; 1-10 (Persian)

29- Liu, Bin et al. (2003). *The Restoration Planning of Road Network in Earthquake Disasters*, *Proceedings of the* Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, October, page 526-539.

30- Miriam, Holly – Shulman, Lea. (2008). *Estimating Evaluation Vulnerability Of Urban Transportation Systems Using GIS*, A thesis submitted to the Department of Geography In conformity with the requirements for the degree of Master of Arts, Queen's University Kingston, Ontario, Canada.

31- Minami, Masaaki et al. (2003). *Street Network Planning For Disaster Prevention Against Street Blockade*, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, Page 1750-1756.

32- Mohammadi Ahmadiani, J., Sahraeian, Z., & Khosravi, F. (2002). The Role of Factors Influencing the Physical Vulnerability of Jahrom City against Earthquakes. *Applied Geosciences Research*, 10(11), 121-143. (*In Persian*)

33- Moehle. J, Barkley. C, Bonowitz. D, Karlinsky. S, Maffei. J, Poland. C, (2009), the Resilient City – A Way of Thinking about Preparedness, Mitigation, and Rebuilding, Proceeding of the NZSEE conference , Apr 3-5, Christchurch.

34- Miriam, Holly, Shulman, Lea .2008. Estimating Evaluation Vulnerability of Urban Transportation Systems Using GIS, A thesis submitted to the Department of Geography In conformity with the requirements for the degree of Master of Arts, Queen's University Kingston, Ontario, Canada

35- Nagae, T. Fujihara, T. Asakura, Y (2012). *Anti-seismic reinforcement strategy for an urban road network*, Transportation Research Part A 46, 813-827

36- Nojima, N, Sugito, M. (2000). *Simulation and Evaluation of Post-Earthquake Functional Performance of Transportation Network*, 12 WCEE, 1927/7/A.

37- Pan American health organization World health organization. Hospital safety index. Regional consultation of SEAR member countries on hospital safe from disaster New Delhi, India 2008.

38-Saaty, T. L. (2004). *Fundamentals of the analytic network process –Dependence and feedback in decision making with a single network*, Journal of Systems Science and Systems Engineering: 1-35.

39- Saaty, T. L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: the analytical network process*, RWS publications, Pittsburgh.

40- Saaty, T. L. (2004). *Fundamentals of The analytic network process: multiple networks with benefits, costs*, opportunities and risks. Journal of systems science and systems engineering, 13(3), 348-379.

41- Saaty, T. L. (1980). *The Analytical Hierarchy Process*, Mc-Graw Hill, New York, p: 58-7239.

42-Cover, M.T. Joy, A.T. (1991): "Entropy, Relative Entropy and Mutual Information", Element Information Theory.

43- Shen E, et al. (2009) *Identification and characterization of INMAP*, a novel interphase nucleus and mitotic apparatus protein that is involved in spindle formation and cell cycle progression. Express Cell 315(7):1100-16.

44-Taylor, M & Este, G (2006). *Transport Network Vulnerability: a Method for Diagnosis of Critical Locations in Transport Infrastructure Systems*, Transport Systems Centre, University of South Australia, Australia.

45- Yung-Lung Lee, Ming-Chin Ho, Tsung-Cheng Huang, Cheng-An Tai.(2007).*Urban Disaster Prevention Shelter Vulnerability Evaluation Considering Road Network Characteristics*, 2nd International Conference on Urban Disaster Reduction November 27~29, 2007.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی