فصل نامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس

چشم انداز زاگرس

وصول مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۸

تائید نهایی: ۱۳۹۸/۵/۱۹

دوره ۱۱، شماره ۴۱، پائیز ۱۳۹۸

صفحات ۱۲۷-۱۰۷

مطالعه تطبیقی میزان تاب‌آوری کالبدی مناطق شهر مشهد در برابر زلزله

امیر باغبان[۱]، ساجده باغبان[۲]، مژگان آراسته[۳]

چکیده

نظر به زلزله‌خیز بودن کشور ایران می‌توان گفت که کلان‌شهر مشهد نیز مشابه بسیاری دیگر از شهرهای کشورمان از نظر لرزه‌خیزی در منطقه خراسان با پتانسیل بالای خطر قرار گرفته است و وجود گسل‌های فعال و توانمند در مجاورت شهر، گواه بر بالا بودن خطر زلزله در شهر مشهد دارد. از این‌رو، این پژوهش با هدف رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد بر اساس معیارهای کالبدی تاب‌آوری، به تحلیل و رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد پرداخته است. پژوهش حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی و به لحاظ ماهیت، توصیفی_تحلیلی است. اطلاعات مورد نیاز به روش‌های کتابخانه‌ای، اسنادی و میدانی گردآوری شده است و سپس، با استفاده از تکنیک SWARA، ۱۲معیار کالبدی تاب‌آوری وزن‌دهی گردیده و در نهایت به‌وسیله مدل MULTIMOORA، به رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد پرداخته شده است. نتایج حاصل از تکنیک SWARA نشان داد که معیارشتاب افقی گسل، مهم‌ترین و معیار شیب کم‌اهمیت‌ترین معیار موثر بر میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر زمین‌لرزه به‌شمار می‌روند. در نهایت نتایج حاصل از مدل MULTIMOORA نشان می‌دهد که مناطق ۲، ۱ و ۹ به ترتیب دارای بیشترین میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله و مناطق ۷، ۱۱ و ۸ به ترتیب دارای کمترین میزان تاب‌آوری هستند و لذا در راستای افزایش تاب‌آوری مناطق شهری مشهد پیشنهاد می‌گردد بر معیارهایی از جمله، مقاوم‌سازی و احیای بافت‌های فرسوده، تمرکز گردد.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری کالبدی، زلزله، مشهد، تکنیکSWARA، تکنیکMULTIMOORA

---

[۱] دکتری عمران، استادیار گروه عمران، مجتمع آموزش عالی گناباد، گناباد abaghban@gonabad.ac.ir

[۲] کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۳] کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال ۱۸، شماره ۶۸، پاییز ۱۳۹۸

مقدمه

مطابق با پیش‌بینی سازمان ملل متحد احتمال می‌رود در سال ۲۰۵۰ حدود ۸۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند. این مساله بدین معنا است که مناطق شهری به مکان اصلی بسیاری از بلایای احتمالی بدل خواهند شد (لئون و مارچ[1]، ۲۰۱٤، ص. ۲۵۱و آسپرون[2]، ۲۰۱٤، ص. ۹۷). اما در سطح جهانی تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. بر اساس این نگرش، برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه کنند (کاتر[3] و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۳). از این‌رو، در سال‌های اخیر، نهادها و آژانس‌های فعال در زمینهٔ کاهش سوانح، بیشتر فعالیت‌های خود را بر دست-یابی به جامعهٔ تاب‌آور دربرابر سوانح متمرکز ساخته‌اند. در این میان، به دلیل خسارت‌های وسیع زمین لرزه‌ها نسبت به سایر حوادث، اولویت بالاتری برای تقویت تاب‌آوری جوامع دربرابر سوانح طبیعی دارند (زنگنه و همکاران، ۱۳۹٦، ص. ۸۲). با توجه به تمرکز سرمایه‌های اقتصادی، مراکز فرهنگی و تاریخی، زیرساخت‌های شهری و تراکم جمعیت در شهرها، این‌گونه اقدامات بیشتر در شهرها به چشم می‌خورد (کوآفی و کلارک[4]، ۲۰۱۵، ص. ۲۵۰). تاب‌آوری در شهرسازی مفهوم نوظهوری است که در سطح جهانی ازاوایل دهه ۱۹۹۰ مورد توجه قرار گرفته است (شیرانی و همکاران، ۱۳۹٦، ص.۵۰). در ادامه در سال ۲۰۰۵، اتحادیهٔ بین المللی راهبرد کاهش خطر سوانح، برنامه‌ای را باعنوان «تقویت تاب‌آوری ملت‌ها و جوامع در مقابل سوانح» در چارچوب طرح هیوگو (که در کنفرانس جهانی هیوگو در کوبه ژاپن در مورد کاهش بحران در سال ۲۰۰۵ مطرح شد)، برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ درپیش گرفته است. این برنامه، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری جوامع در هنگام وقوع بحران‌ها، به سمت افزایش و بهبود تاب‌آوری جوامع گرایش دارد (رضایی و همکاران، ۱۳۹٤، ص. ٦۱۰ و ژو[5]، ۲۰۱۰، ص. ۲۳). در این رویکرد

[1] Leon & March
[2] Asprone
[3] Cutter et al
[4] Coaffee & Clarke
[5] Zhou

سیستمی تاب‌آور است که بتواند مخاطرات موقت یا دائم را جذب کرده و بدون این که کارکرد خود را ازدست بدهد، به سرعت خود را باشرایط درحال تغییر انطباق دهد (غیاثوند و عبدالشاه، ۱۳۹٤، ص.۱٦۲و گادشالک[6]، ۲۰۰۳، ص. ۱۳۸و برونو[7] و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۷۳۵). ایران نیز به دلیل ویژگی‌های اقلیمی، زمین شناختی و به ویژه قرارگیری روی کمربند زلزله‌خیز آلپ_هیمالیا، از جمله آسیب‌پذیرترین کشورهای دنیا محسوب می شود؛ به طوری که معیار ریسک بحران برنامهٔ توسعهٔ سازمان ملل (۲۰۰٤) نشان می‌دهد، بعد از ارمنستان، ایران بالاترین آسیب پذیری زلزله را در بین کشورهای جهان دارد و ۳۱ مورد از ٤۰ نوع بلایای طبیعی در ایران رخ داده است (رضایی و همکاران، ۱۳۹٤، ص.۸٦). نظر به زلزله‌خیز بودن کشور ایران می‌توان گفت که کلان‌شهر مشهد نیز مشابه بسیاری دیگر از شهرهای کشورمان از نظر لرزه‌خیزی در منطقه خراسان با پتانسیل بالای خطر قرار گرفته است. اگرچه طی یک‌صد سال اخیر زلزله مهمی در نزدیک شهر مشهد اتفاق نیفتاده، اما وجود گسل‌های فعال و توانمند در مجاورت شهر و قرارگیری در پهنه تکتونیکی کپه داغ و بینالود و همچنین زلزله‌های بزرگ تاریخی در مجاورت آن گواه بر بالا بودن خطر زلزله در شهر مشهد دارد. کوه‌های بینالود خود بخشی از لرزه زمین ساخت ایران مرکزی است. دشت مشهد، دشتی پوشیده از نهشته‌های آبرفتی کواترنری بین ارتفاعات کپه داغ (درشمال) و بینالود (درجنوب) است که از سمت جنوب با گسل معکوس جنوب مشهد مشخص می‌شود (فرنهاد، مطالعات پایه کیفیت محیط شهری، ۱۳۸۸، ص. ۱٦). از این‌رو موارد مذکور، ضرورت انجام پژوهش پیش رو را تبیین می‌نماید. از این رو این پژوهش با هدف رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد بر اساس معیارهای تاب‌آوری به دنبال یافتن پاسخ به این پرسش است که کدام یک از مناطق شهر مشهد تاب‌آوری بیشتر و کدام یک از مناطق تاب‌آوری کمتری دارد. در راستای پاسخ به این سوال تعداد ۱۲ معیار تاب‌آوری در بعد کالبدی انتخاب شده و اهمیت هریک از این معیارها با روش SAWRA تعیین شده و سپس با استفاده از روش MULTIMOORA به رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد پرداخته شده است.

[6] Godshalk
[7] Bruneau et al

فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال ۱۳۹۸

پیشینه نظری تحقیق

روش‌های MULTIMOORA و SWARA روش‌های نسبتا جدیدی هستند که در زمینه‌های مختلفی در پژوهش‌های داخلی و خارجی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از جدیدترین این پژوهش‌ها می‌توان به پژوهش عمرانی و همکارانش در سال۲۰۱۹ اشاره کرد. آن‌ها با استفاده از روش MOORA به بررسی معیارهای توسعه انسانی در استان‌های ایران پرداخته‌اند. ازدمیر و گال[8](۲۰۱۹) نیز با روش MOORA سطح توسعه در مناطق ترکیه را اندازه‌گیری کردند. جوادی و همکاران(۱۳۹۱)، روش‌های MOORA، وارسون و رگرسیون چند معیاره را در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز کن مقایسه نموده‌اند. اما روش SWARA روش جدید است که تاکنون به ندرت در حل مسائل شهری مورد استفاده قرار گرفته است. اما به کاربرد این روش در سایر زمینه‌ها می‌توان به پژوهش هاشم‌خانی و ساپاراسکاس[9] در سال ۲۰۱۳ اشاره کرد. آن‌ها با استفاده از این روش، میزان پایداری معیارهای سیستم‌های انرژی را بررسی نموده‌اند. مطالعه در مورد تاب‌آوری شهری نیز طیف وسیعی از مقالات علمی و پژوهش‌های دانشگاهی را در داخل و خارج از کشور در بر می‌گیرد. کلیاتی از پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تاب‌آوری در جدول شماره (۱) گردآوری شده است.

جدول (۱) : مطالعات صورت گرفته در زمینه تاب‌آوری شهری

ردیف	پژوهشگر	سال	عنوان	توضیحات
۱	کالتن[10] و همکاران	۲۰۰۸	جوامع تاب‌آور: تجاربی از نیواورلندز و طوفان کاترینا	آن‌ها در این پژوهش ویژگی جوامع تاب‌آور را مطالعه نموده و آمادگی در برابر سوانح، پاسخ‌گویی بهینه و بازتوانی سریع پس از تهدیدات چندوجهی و سوانح ترکیبی، همچنین کاهش آسیب پذیری کالبدی جوامع شهری رابا استفاده از تدوین استانداردهای ساخت‌وساز مقاوم شهری را موجب افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر سوانح می‌دانند
۲	اسپانز و واترهوت[11]	۲۰۱۶	ایجاد تاب‌آوری در شهرهای جهان_روتردام یکی از ۱۰۰ عضو شرکت کننده در برنامه شهرهای	آن‌ها در این پژوهش ایده شهرهای تاب‌آور را ارزیابی نموده و تلاش‌های بنیادی راکفلر[12]در تاب‌آور کردن شهرهای جهان را معرفی می‌کنند و با به تصویر کشیدن شهر رتردام به عنوان یکی از اولین شهرهای تاب‌آور جهان، مقوله تاب‌آوری شهری را عملیاتی می‌نمایند.

[8] Ozdemir & Gul
[9] Saparauskas
[10] Colten
[11] Spaans & Waterhout
[12] Rockefeller

			تاب‌آور	
۳	ژانگ و لی[13]	۲۰۱۸	تاب‌آوری شهری و پایداری شهری: دانسته‌ها و ندانسته‌ها	این دو پژوهشگر بر این باورند که مقوله‌های پایداری شهری و تاب‌آوری شهری در برخی از ابعاد با یکدیگر همپوشانی دارند، از این‌رو از سه منظر روند پژوهش، مقیاس پژوهش و خوشه‌های پژوهش به بررسی تفاوت‌های این دو ایده پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که تاب‌آوری شهری و پایداری شهری نه تنها در ابعاد تئوری با یکدیگر تفاوت دارند، بلکه در ابعاد عملیاتی نیز بایکدیگر متفاوت‌اند. همچنین آن‌ها به این موضوع اشاره کرده‌اند که در یک توسعه شهری مطلوب، تاب‌آوری شهری و پایداری شهری باید به یک میزان و به موازات یکدیگر مورد توجه قرار گیرد.
۴	رفیعیان و همکاران	۱۳۸۹	تبیین مفهومی تاب‌آوری و معیارسازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور(CBDM)	در این پژوهش به این سوال پاسخ داده شده است که کدام تعریف، رویکرد نظری و نظام معیارسازی برای تحلیل و ارتقای جوامع تاب‌آور در برابر مخاطرات طبیعی مناسب است؟ نتایج تحقیق نشان داده است که تعرف کارپنتر و همکارانش از تاب‌آوری تعریفی قابل تاکید بوده و بر اساس آن معیارهای مطلوب برای سنجش تاب‌آوری پیشنهاد می‌شود.
۵	میرآخورلی	۱۳۹۵	مطالعه تاب‌آوری کالبدی محیطی جوامع شهری با تاکید بر پهنه‌های ناکارآمد(نمونه‌موردی: بافت ناکارامد محله سلیمانی_تیموری منطقه ۱۰ شهرداری تهران)	مولفه‌های مورد سنجش در این تحقیق با استفاده از آزمون T و تکنیک AHP در محله سلیمانی_تیموری تهران ارزیابی شده و نتایج حاصل از تحقیق نشان داده است که این محله از نظر تاب‌آوری کالبدی وضع مناسبی ندارد.
۶	مبارکی و همکاران	۱۳۹۶	ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان	هدف از این مطالعه ارزیابی و سنجش میزان تاب‌آوری شهر کرمان بدون در نظر گرفتن مخاطره می‌باشد و برای نیل به این هدف از آزمون‌های آماریK-S، T-Test و رگرسیون گام به گام استفاده شده است. نتایج حاصل از این آزمون‌ها نشان می‌دهد که تاب‌آوری شهر کرمان در همه ابعاد و مولفه‌ها از نظر کارشناسان پایین تر از سطح مطلوب می‌باشد. معیارهای نهادی_مدیریتی در تاب‌آوری این شهر بیشترین سهم را داشته‌اند.

منبع: نگارندگان

اگرچه این پژوهش در بررسی ابعاد تاب‌آوری و معیارهای موثر بر آن در برخی موارد با سایرپژوهش‌های انجام شده همپوشانی دارد، اما نکته قابل توجه در این پژوهش، اولویت‌بندی این معیارها بر اساس اهمیت آن‌ها و درنهایت رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد بر اساس معیارهای منتخب و اهمیت آن‌ها است.

کلمه تاب آوری از لغت لاتین resilio به معنای "به طور ناگهانی عقب نشینی کردن" استخراج شده است، با این حال هنوز در اینکه این کلمه ابتدا در چه رشته‌ای استفاده شده است اختلاف نظر وجود دارد

[13] Zhang & Li

(باتابیال[14]، ۱۹۹۸، ص. ٤٣٢ و ادگر[15]، ۲۰۰۰، ص.۳۵۰). برخی منشا پیدایش این کلمه را بوم‌شناسی می‌دانند، در حالی‌که برخی آن را به فیزیک نسبت می‌دهند (کاویان‌پور، ١٣٩٤، ص. ۳۹). ریشه تاب‌آوری از هر علمی که اخذ شده باشد، می‌توان آن را توانایی یک سیستم در تحمل یا سازگاری با عوارض شوک‌هایی مانند سوانح طبیعی تعریف کرد، به‌گونه‌ای که سیستم همچنان قادر است عملکرد خود را حفظ و به فعالیت‌هایش استمرار بخشد (میرو و همکاران[16]، ٢٠١٦، ص. ۳۹ و دیویس[17] و ایزدخواه، ٢٠٠٦، ص. ۱۲). مطالعه در زمینه تاب‌آوری از سال ۱۹۷۳ و توسط هولینگ در مقاله‌ای با عنوان «تاب‌آوری و پایداری سیستم‌های اکولوژیکی» با دیدگاه زیست‌محیطی آغاز شد (زنگنه و همکاران، ۱۳۹۵، ص. ٩٤) و پس از آن تعاریف متعدد دیگری توسط سایر اندیشمندان ارائه شد که مهمترین آن‌ها در جدول شماره دو قابل مشاهده است.

جدول (۲) : تعاریف تاب‌آوری از دیدگاه اندیشمندان مختلف

ارائه دهنده	سال	تعریف
هولینگ	**۱۹۷۳**	**تداوم روابط میان یک سیستم، اندازه‌ای از توانایی یک سیستم برای جذب معیارهای ثابت، محرک، پارمترها و همچنین تداوم داشتن**
میلتی[18]	**۱۹۹۹**	**تاب‌آوری توانایی یک مکان برای تحمل یا غلبه بر آسیب، کاهش بهره‌وری و کاهش کیفیت زندگی در نتیجه وقوع یک حادثه شدید و بدون دریافت کمک‌های فراوان از خارج از آن جامعه است.**
برونو و همکاران	**۲۰۰۳**	**تاب آوری لرزه‌ای جوامع عبارت است از توانایی واحد های اجتماعی (به عنوان مثال سازمان ها و اجتماعات) برای کاهش آثار بلایا در هنگام وقوع و تحقق اقدامات بهبودی، به شیوه‌ای که اختلال اجتماعی را به حداقل برساند و آثار و نتایج زلزله‌های آتی را کاهش دهد.**
مانینا[19]	**۲۰۰۶**	**تاب‌آوری در برابر سوانح را می‌توان ظرفیت ذاتی سیستم، اجتماع یا جامعه دانست.**
UNISDR	**۲۰۰۹**	**توانایی یک سیستم، جامعه یا اجتماع در معرض خطر برای مقاومت، جذب، تطبیق و بهبود از اثرات یک مخاطره به طرزی کارامد و به موقع از جمله از طریق حفاظت و ترمیم ساختارها و کارکردهای ضروری و اساسی خود.**

منبع: مانینا، ٢٠٠٦، ص. ٤٣٧و زنگنه و همکاران، ١٣٩٦، ص. ٨٤ و کاویان، ۱۳۹۰، ص. ۱۱

[14] Batabiyal
[15] Adger
[16] Meerow et al
[17] Davis
[18] Mileti
[19] Manyena

فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال ۱۸، شماره ۶۹، پاییز ۱۳۹۸

با توجه به تعاریف بالا جامعه تاب‌آور باید به گونه‌ای سازماندهی شود که آثار سانحه در آن پایین و فرایند بازیابی سریع باشد (رضایی و همکاران، ١٣٩٤، ص. ٦١٣).

روش‌شناسی تحقیق و مبانی نظری

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی، در شمال شرقی ایران قرار دارد. این شهر، در طول جغرافیایی ٥٩ درجه و ٢ دقیقه تا ٦٠ درجه و ٣٨ دقیقه و عرض جغرافیایی ٣٥ درجه و ٤٣ دقیقه تا ٣٧ درجه و ٧ دقیقه و بین رشته‌کوه‌های بینالود و هزارمسجد واقع شده است (شهرداری مشهد، ١٣٩٥، ص. ٥٨). دو گسل اصلی جنوب مشهد و کشف‌رود به ترتیب از جنوب و شمال این شهر می‌گذرند. همچنین، ٤٨درصد از کل سطح کلان‌شهر مشهد در پهنه با خطر زمین‌لرزه نسبی خیلی زیاد، ٢٢درصد در پهنه نسبی زیاد، ٦درصد در پهنه با خطر نسبی متوسط و ٢٤ درصد نیز در پهنه با خطر نسبی کم واقع شده است (فرنهاد، ١٣٨٥، ص.٢٠). این شهر به عنوان اولین کلان‌شهر مذهبی ایران و دومین آن‌ها در جهان از جایگاه ویژه به لحاظ وسعت، جمعیت و اهمیت در مقیاس جغرافیایی و اداری برخوردار است (حیدری و همکاران، ١٣٩٥، ص. ٥). شهر مشهد دارای سیزده منطقه شهرداری است و جمعیتی معادل ٣٠٥٧٦٧٩ نفر را در خود جای داده است (شهرداری مشهد، ١٣٩٥، ص. ٦٤).

شکل (١) : قلمرو پژوهش (منبع: نگارندگان، ١٣٩٨)

فصل‌نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال ۱۳۹۸، شماره ۶۸، پاییز ۱۳۹۸

از آنجا که پژوهش حاضر سعی دارد تا با بهره‌گیری از روش‌های MCDM[20] در چارچوب معیارهای تاب‌آوری شهری به تحلیل مناطق شهر مشهد بپردازد، در ادامه از مطالعات توصیفی_تحلیلی در قالب یک پژوهش کاربردی استفاده کرده است. بدین منظور، ابتدا بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای (مقالات، کتاب‌ها، گزارش‌ها و اسناد مختلف) اطلاعات مورد نیاز در زمینه تاب‌آوری جمع‌آوری شد. سپس با بررسی ابعاد و چارچوب‌های تاب‌آوری، معیارهای آن طبق جدول ۳ تعیین و تعریف عملیاتی شدند. انتخاب معیارها دراین پژوهش باتوجه به دوملاک توجیه‌پذیری داده‌ها و دردسترس بودن آن‌ها صورت‌گرفته است. این معیارها به عنوان مجموعه‌ای از شرایط اولیه عمل می‌کنند که کارایی برنامه‌ها، مداخله‌ها و سیاست‌های ویژه برای بهبود تاب‌آوری را اندازه می‌گیرند. در نهایت برای تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق و ارزیابی مناطق ۱۳گانه شهر مشهد از مدل‌های SWARA و MULTIMOORA و نرم‌افزارهای EXCEL و ARC GIS استفاده شده است.

جدول (۳) : معیارهای منتخب پژوهش

ردیف	معیار	نوع معیار	جهت تاثیر
۱	مساحت کاربری‌های خطرآفرین (پمپ بنزین و گاز، ایستگاه برق فشار قوی و غیره)	منفی	معکوس
۲	درصد ساختمان‌های کم‌دوام	منفی	معکوس
۳	قدمت ساختمان‌ها (درصد ساختمان‌های بیشتراز۳۰سال)	منفی	معکوس
۴	سرانه فضای سبز	مثبت	مستقیم
۵	دسترسی به کاربری درمانی	مثبت	مستقیم
۶	دسترسی به آتش‌نشانی	مثبت	مستقیم
۷	شیب	منفی	معکوس
۸	نزدیکی به گسل	منفی	معکوس
۹	فرسایش خاک	منفی	معکوس
۱۰	شتاب افقی گسل	منفی	معکوس
۱۱	تراکم جمعیت	منفی	معکوس
۱۲	روانگرایی خاک	منفی	معکوس

منبع: طرح جامع مشهد(فرنهاد،۱۳۸۵)، سالنامه آماری شهر مشهد(۱۳۹۵)، و مرکز تحقیقات، راه، مسکن و شهرسازی (۱۳۹۳)

[20] Multiple Criteria Decision Making

فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، دوره ۱۸، شماره ۶۸، پاییز ۱۳۹۸

در این راستا گروهی متشکل از ۳۰ نفر از کارشناسان و متخصصان امور شهری و عمران که آشنایی بیشتری با مبحث تاب‌آوری داشتند، شکل گرفت تا اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه مقایسات زوجی با روایی قابل قبول جمع‌آوری گردد. از آنجا که پرسشنامه به صورت مقایسات زوجی بود، پایایی آن مفهوم نداشت. سپس بر اساس نظرات کارشناسان، اولویت معیارهای مورد بررسی نسبت به یکدیگر و با توجه به مدل‌های مورد استفاده مشخص شد.

فصلنامه مخاطره محیطی و برنامه ریزی شهری، شماره ۱۸، پاییز ۱۳۹۸

تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی SWARA[21]

ارزیابی وزن معیارها یکی از موضوعات مهم در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است که متخصصین نقش مهمی در محاسبه آن‌ها دارند (جمالی، ۱۳۹۳). روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی SWARA یکی از روش‌های جدید MCDM[22] است که برای توسعه روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفته می‌شود (هاشم‌خانی، ۲۰۱۳). تکنیک SWARA توسط کرسولین و همکاران در سال ۲۰۱۰ گسترش یافت و مشخصه اصلی آن امکان برآورد کارشناسان و صاحب‌نظران در رابطه با نسبت اهمیت معیارها در فرآیند تعیین وزن آن‌ها می‌باشد (طاهرخانی و اصفهانی، ۱۳۹۱). در نهایت، معیارها براساس مقادیر متوسط اهمیت نسبی رتبه‌بندی می‌شوند (علیمردانی و همکاران، ۲۰۱۳). این روش از مراحل زیر پیروی می‌کند.

گام اول : مرتب کردن معیارها

در ابتدا معیارهای مورد نظر براساس میزان اهمیت به ترتیب نوشته می‌شوند. مهمترین معیارها در رده‌های بالاتر و معیارهای کم اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند.

[21] Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
[22] Multiple Criteria Decision Making

گام دوم : تعیین اهمیت نسبی هر معیار (Sj)

در این گام اهمیت نسبی هر معیار نسبت به معیارهای قبلی مشخص می‌شود. در فرایند روش SWARAاین مقدار با Sj نشان داده می‌شود.

گام سوم : محاسبه ضریب Kj

ضریب Kj که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر معیار است با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$Kj = Sj + 1$$ رابطه۱:

گام چهارم : محاسبه وزن اولیه هر معیار

وزن اولیه معیارها از طریق رابطه ۲ محاسبه می‌شود. در این رابطه باید توجه داشت که وزن معیار نخست که مهمترین معیار است برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود.

$$W_J = \frac{W_{J-1}}{K_J}$$ رابطه ۲:

گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی

در آخرین گام از روش SWARA وزن نهایی معیارها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد از طریق رابطه ۳ محاسبه می‌شود. نرمال‌سازی به روش خطی ساده انجام می‌گیرد.

$$W_J = \frac{W_J}{\sum W_J}$$ رابطه۳:

که درآن W_J: وزن معیار Jام

فصل نامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس ، سال ۱۸، شماره ۶۸، پاییز ۱۳۹۸

فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال نهم، شماره سی و پنجم، پاییز ۱۳۹۸

مدل تصمیم‌گیری چند معیاره MULTIMOORA[۲۳]

روش بهینه‌سازی چند هدفه MULTIMOORA در سال ۲۰۰٤ توسط بروورز[۲٤] بنیان‌گذاری شد. این تکنیک به دلیل عدم الزام استفاده از روش وزن‌دهی، امکان ارزیابی‌های غیرذهنی را فراهم می‌کند. در حقیقت بروورز و زاوادسکاس[۲۵] به منظور رفع مشکلات مربوط به وزن‌دهی در مدل‌های بهینه‌سازی پیشین(PROMETHEE،TOPSIS ،AHP،ELECTRE) اندازه‌های بدون واحد را در سیستم نسبت به خدمت گرفتند و آن را MOORA نام نهادند. در سال ۲۰۱۰ فرم کامل ضربی به مراحل تکنیک افزوده شد و تحت عنوان تکنیک MULTIMOORA معرفی شد (شیخ و همکاران، ۱۳۹٤).

گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری؛

در این ماتریس تعداد سطرها مبین تعداد گزینه‌ها و تعداد ستون‌ها نشان‌دهنده تعداد معیارها است.

$$\begin{matrix} X_{11} & X_{12} & \dots & \dots & X_{1n} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & \dots & X_{mn} \end{matrix}$$

گام دوم: نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم‌گیری

تکنیک مورد استفاده برای این عمل، تکنیک بی‌مقیاس‌سازی معمولی می‌باشد. در این روش طبق تابع زیر هر یک از مؤلفه‌های ماتریس تصمیم‌گیری برمجموع مؤلفه‌های ستون مربوطه تقسیم می‌گردد:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}}$$ رابطه ٤:

23 MOORA plus the full multiplicative form

24 Brauers

25 Brauers and Zavadskas

در این رابطه x_{ij} مقدار بی‌بعد شده یا نرمالیزه شده گزینه iام می‌باشد. این مقدار همیشه بین (۰ و ۱) می‌باشد.

گام سوم: محاسبه مقدار مطلوبیت و عدم مطلوبیت مقادیر نرمالیزه شده

$$Y_i = \sum_{j=1}^{g} x_{ij} - \sum_{j=g-1}^{n} x_{ij}$$ رابطه ۵:

در این تابع، g معادل تعداد معیارهایی که مطلوب هستند و بایستی بیشینه شوند، n تعداد معیارهایی که نامطلوب هستند و بایستی کمینه شوند و Yi نیز معادل مقدار ارزیابی گزینه iام با توجه به همه معیارها می‌باشد.

گام چهارم: محاسبه تابع مطلوبیت ضربی

روش فرم کامل ضربی که ملزم به وزن‌دهی و استفاده از داده‌های نرمال‌سازی نمی‌باشد، هر دو حالت کمینه‌سازی و بیشینه‌سازی تابع مطلوبیت ضربی را شامل می‌شود و با رابطه (٦) محاسبه می‌گردد.

$$A = \prod_{j=1}^{g} w_j \; x_{ij} \qquad \text{B=} A = \prod_{j=g+1}^{n} w_j \; x_{ij}$$ رابطه ٦:

نتایج و بحث

رتبه‌بندی اهمیت معیارها با استفاده از روشSWARA

ابتدا برای تعیین ضریب اهمیت هریک از معیارها از روش SWARA استفاده شده است. مراحل این روش و نتیجه نهایی آن به شرح جدول شماره ٤ است.

جدول (٤) : رتبه‌بندی معیارها با استفاده از تکنیک SWARA

معیار (به ترتیب اهمیت)	Sj	Kj=Sj+1	وزن اولیه	وزن نهایی
شتاب افقی گسل		۱	۱	۰/۱۵
نزدیکی به گسل	۰/۱۱	۱/۱۱	۰/۹	۰/۱۴
روانگرایی خاک	۰/۱۲	۱/۱۲	۰/۸	۰/۱۲
درصد ساختمان‌های کم‌دوام	۰/۱۹	۱/۱۹	۰/۶۸	۰/۱
قدمت ساختمانها(تعداد ساختمان‌های بیشتراز۳۰سال)	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۵۹	۰/۰۹
تراکم جمعیت	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۵۱	۰/۰۸
مساحت کاربریهای خطرافرین	۰/۱۲	۱/۱۲	۰/۴۶	۰/۰۷
دسترسی به مراکز درمانی	۰/۱۴	۱/۱۴	۰/۴	۰/۰۶
دسترسی به آتش نشانی	۰/۱۳	۱/۱۳	۰/۳۵	۰/۰۵
سرانه فضای سبز	۰/۱۸	۱/۱۸	۰/۳	۰/۰۵
شیب	۰/۱۲	۱/۱۲	۰/۲۷	۰/۰۴
فرسایش خاک	۰/۱۱	۱/۱۱	۰/۲۴	۰/۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

شکل (۲) : نمودار رتبه‌بندی معیارها با استفاده از تکنیک SWARA

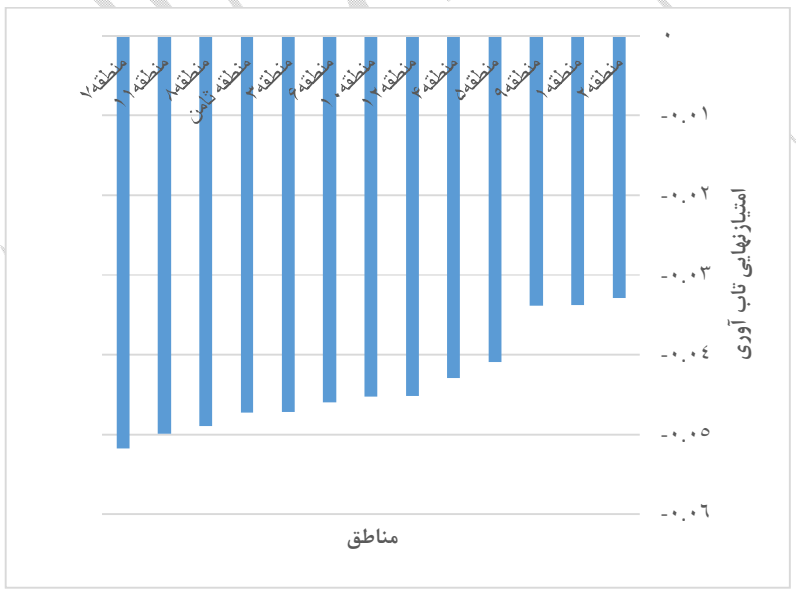
مطابق با جدول شماره٤ و نمودار شماره١ ، شتاب افقی گسل، نزدیکی به گسل و روانگرایی خاک مهمترین معیارهای موثر بر تاب‌آوری مناطق مشهد ارزیابی شده‌اند، اما در مقابل فرسایش خاک و شیب زمین نمی‌توانند تاثیر زیادی بر تاب‌آوری مناطق داشته باشند.

اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش MULTI MOORA

به منظور تشکیل ماتریس اولیه پژوهش، پس از جمع‌آوری اطلاعات از مراجع مختلف از جمله طرح جامع مشهد (فرنهاد، ۱۳۸۵)، سالنامه آماری شهر مشهد (۱۳۹۵)، وضعیت معیارهای مورد مطالعه در مناطق سیزده‌گانه شهر مشهد مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. وضعیت معیارهای نزدیکی به گسل، شتاب، درصد ساختمان‌های کم‌دوام، شیب، تراکم جمعیت، سرانه فضای سبز، قدمت ساختمان‌ها، مساحت کاربری‌های خطرناک و دسترسی به مراکز درمانی و آتش‌نشانی به صورت کمی از منابع مذکور استخراج گردیده است. معیارهای روانگرایی و فرسایش خاک بر اساس نقشه‌های موجود در طرح جامع مشهد (فرنهاد، ۱۳۸۵) در طیف ۵تایی لیکرت امتیاز داده شده است. پس از تشکیل ماتریس اولیه، به منظور بی‌بعد نمودن معیارها و ازبین بردن تاثیر مقیاس آن‌ها، امتیاز و وضعیت مربوط به هریک از معیارها به روش جمع ستونی استانداردسازی شد. در مرحله بعد پس از ضرب هریک از سلول‌های ماتریس در میزان اهمیت هریک از معیارها، جدول شماره ۵ حاصل شد. پس از ارزیابی هریک از شخص‌ها به تفکیک مناطق، معیارهای مثبت و منفی هر گزینه به طور جداگانه جمع جبری شده و درنهایت معیارهای برای حصول امتیاز نهایی هرمنطقه معیارهای مثبت بیشینه و معیارهای منفی کمینه شده است.

منطقه	فاصله از مراکز درمانی	فاصله از آتش نشانی	سرانه فضای سبز	درصد ساختمان‌های کم‌دوام	قدمت	تراکم جمعیت	شتاب افقی گسل	فرسایش خاک	شیب	نزدیکی به گسل	روانگرایی خاک	مساحت کاربری‌های خطرافرین	امتیاز نهایی مناطق
۱	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۲	-۰/۰۳۴
۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۵	-۰/۰۳۳
۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۷	-۰/۰۴۷
۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۹	-۰/۰۴۳
۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۷	-۰/۰۴۱
۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۴	-۰/۰۴۶
۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۱	-۰/۰۵۲
۸	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۶	-۰/۰۴۹
۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۱۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۴	-۰/۰۳۴
۱۰	۰/۰۰۶	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۴	-۰/۰۴۵
۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۳	-۰/۰۵
۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۵	-۰/۰۴۵
۱۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۰۱۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱	-۰/۰۴۷

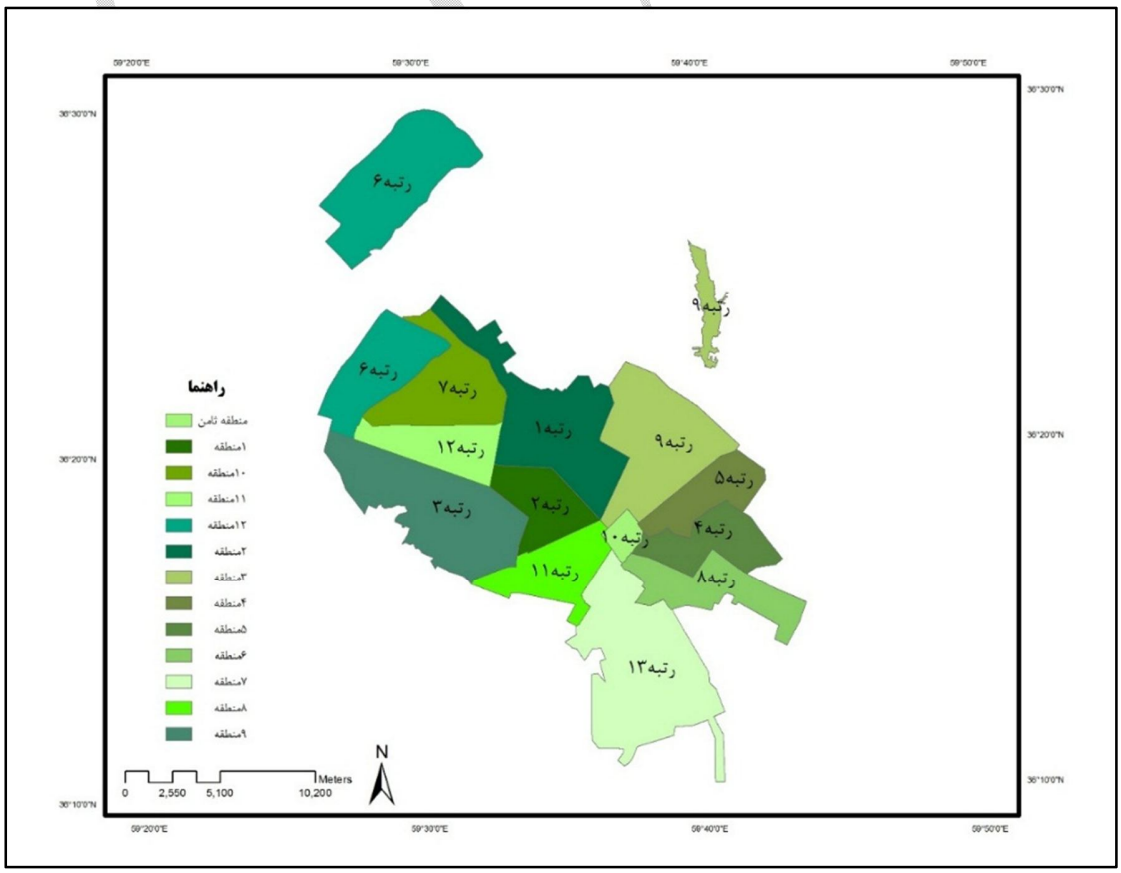
جدول (۵) : رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد بر اساس معیارهای کالبدی تاب‌آوری



شکل (۳): نمودار رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد بر اساس معیارهای کالبدی تاب‌آوری (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، دوره ۱۸، شماره ۶۸، پاییز ۱۳۹۸

با توجه به رابطه شماره ٦ و منفی بودن امتیاز نهایی کلیه مناطق شهر مشهد، می‌توان گفت که ارزش عددی معیارهای منفی این مناطق که بر تاب‌آوری شهر تاثیر معکوس گذاشته‌اند بسیار بیشتر از معیارهای مثبت است. از این‌رو، هیچ یک از مناطق شهر مشهد از منظر معیارهای کالبدی در برابر زلزله از شرایط مطلوبی برخوردار نمی‌باشند. اما در مقام مقایسه این مناطق با یکدیگر، می‌توان گفت که مناطق شهر مشهد از منظر تاب‌آوری در برابر زلزله در سطوح متفاوتی قرار دارند، به‌گونه‌ای که مناطق ۲، ۱و ۹، تاب‌آورترین مناطق مشهد به شمار می‌روند و مناطق ۷، ۱۱ و ۸ کمترین میزان تاب‌آوری را دارند. شکل شماره٤ پهنه‌بندی میزان تاب‌آوری مناطق شهر مشهد را نشان می‌دهد.



شکل(٤) : پهنه‌بندی شهر مشهد از منظر معیارهای کالبدی تاب‌آوری (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال ۱۴، شماره ۵۴، پاییز ۱۳۹۸

تحلیل هریک از معیارها در مناطق ۱۳گانه شهر مشهد نشان می‌دهد که از میان معیارهای مثبت در منطقه ۱، ۸ و ۱۰ فاصله از مراکز درمانی از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار است. در مناطق ۵، ٦ و ۱۱ فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی، امتیاز مطلوب‌تری نسبت به سایر معیارهای مثبت دارد. در منطقه ۷ و ۹ نیز سرانه فضای سبز از جایگاه مناسب‌تری نسبت به دیگر معیارها برخوردار است. معیارهای فاصله از مراکز درمانی و ایستگاه‌های آتش‌نشانی در مناطق۲، ۳، ٤ و ۷، وضعیت مطلوب‌تری دارند و در نهایت در منطقه ۱۲ فاصله از مراکز امدادرسانی و سرانه فضای سبز در مقایسه با فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی، موقعیت مطلوب‌تری دارند و اما در میان معیارهای منفی، روانگرایی خاک در مناطق ۱، ۲ و۳ وضعیت نامطلوب‌تری دارد. معیار نزدیکی به گسل نیز در مناطق ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ امتیاز کمتری کسب کرده است. معیار شتاب افقی گسل نیز در منطقه ٦ و ۸ نامناسب‌تر از سایر معیارهاست. در نهایت در منطقه٤ معیار تراکم جمعیت، در منطقه ۸ معیار درصد ساختمان‌های کم دوام)، در منطقه ۷ معیار شیب و در منطقه ثامن معیار قدمت ساختمان‌ها (درصد ساختمان‌های بیشتر از۳۰ سال) از وضعیت نامطلوب‌تری برخوردار هستند.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری

مروری بر پژوهش‌های قبلی در زمینه تاب‌آوری نشان می‌دهد که این تحقیقات به میزان قابل توجهی بر ابعاد کالبدی تاب‌آوری در مخاطرات طبیعی متمرکز شده‌اند که با توجه به آثار جبران ناپذیر این مخاطرات بر کالبد شهر و سپس بر سایر ابعاد مانند بعد اجتماعی، این مهم قابل توجیه است. پس از تایید روایی و پایابی معیارهای تحقیق به روش صوری ومحتوایی، نتیجه تحلیل معیارها با تحقیقات صورت‌گرفته گذشته مقایسه شد. در این راستا، در تحقیقات قبلی انجام شده، معیارهای دسترسی به خدمات اصلی و مقاومت ساختمان‌ها مهمترین عوامل موثر بر تاب‌آوری ارزیابی شده است، در صورتی که مقایسه کارشناسان این پژوهش، بر موثرتر بودن فاصله از گسل و شتاب افقی گسل بر تاب‌آور بودن مناطق دلالت دارد. به طورکلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که شتاب افقی گسل و نزدیکی به

گسل مهمترین معیارهای موثر بر تاب‌آوری مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد به‌شمار می‌روند، در صورتی‌که شیب زمین و فرسایش خاک تاثیرکمتری در میزان تاب‌آوری کالبدی مناطق در برابر زلزله دارند. همچنین، در راستای پاسخ به سوال این‌پژوهش با مضمون مشخص نمودن مناطقی که دارای بیشترین و کمترین تاب‌آوری هستند، منطقه۲ با امتیاز نهایی۰/۰۳۲- منطقه۱ با امتیاز نهایی ۰/۰۳۳-به عنوان تاب‌آورترین مناطق ارزیابی شده‌اند و در مقابل مناطق ۷ و ۱۱ با امتیاز نهایی۰/۰۵۱-و ۰/۰۴۹- به عنوان مناطقی با کمترین میزان تاب‌آوری ارزیابی شدند. اما به‌طور کلی نتایج حاصل از جدول ۵ و شکل ۳ و ٤ نشان می‌دهد که هیچ یک از مناطق شهر مشهد از تاب‌آوری کافی برخوردار نمی‌باشند. اختلاف امتیاز تاب‌آوری کالبدی مناطق اول و آخر ۰/۰۱۸ است که مبین اختلاف قابل‌توجهی بین تاب‌آوری مناطق شهر است. باتوجه به سطح نازل تاب‌آوری در تمام مناطق شهر مشهد، برنامه‌ریزی برای ارتقا معیارهای آن در شهر امری حائز اهمیت است. ضروری است که در برنامه‌ریزی‌ها و تخصیص منابع به ارتقا و بهبود بخش‌های دارای اولویت و میزان تاب‌آوری کمتر، توجه ویژه‌ای شود. در راستای ارتقا سطح تاب‌آوری مناطق۱۳ گانه شهر مشهد، موارد ذیل پیشنهاد می‌شود:

- تعریف سازمان‌های مسئول در امر مدیریت بحران در سطح منطقه وافزایش هماهنگی میان سازمان‌های مسئول.
- مقاوم‌سازی و احیای بافت‌های فرسوده.
- ارتقا وضعیت مراکز درمانی و افزایش ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تجهیز آن‌ها.
- توزیع مناسب مراکز کسب‌وکار به منظور کاهش ازدحام و کاهش تراکم جمعیتی در مناطق.
- افزایش سرانه فضای سبز به منظور کاهش میزان آسیب‌پذیری در شرایط بحران.
- افزایش ضریب ایمنی کاربری‌های خطرآفرین.

منابع

آمارنامه شهرمشهد ۱۳۹۵ (۱۳۹٦)، مشهد: معاونت برنامه ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری مشهد با نظارت مدیریت آمار، تحلیل و ارزیابی عملکرد.

جمالی، غلامرضا (۱۳۹۳)، پیش بینی سهم بازار و احتمال ابقا و جابه‌جایی مشتریان بانک‌های شهر بوشهر: مقایسه‌ی تحلیلی نتایج روش‌های زنجیره‌ی مارکوف و SWARA، تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۱ (٤)،صص. ۷۵-۸۷.

جوادی، م. ر.، ه طهرانی‌پور.، ش. ع غلامی و م. ع فتاحی اردکانی (۱۳۹۱)، مقایسه روش‌های مورا و وارسون و رگرسیون چند معیاره در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه آبخیزکن، مدیریت حوزه آبخیز، ۳ (۵)، صص. ۹۲-۱۰۵.

حیدری، اکبر.، محمدرحیم رهنما.، محمد اجزاء شکوهی و امید علی خوارزمی (۱۳۹۵)، تحلیل تحوّلات فضایی محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد با استفاده از الگوی آینده‌پژوهی گام طبیعی، جغرافیا و پایداری محیط، ٦ (۱۸)، صص. ۱۹-۱.

رضایی، محمدرضا.، مجتبی رفیعیان و حسینی، سیدمصطفی حسینی (۱۳۹٤)، سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ٤۷(٤)، صص. ٦۰۹-٦۲۳.

رفیعیان، مجتبی.، محمدرضا رضایی.، علی عسگری.، اکبر پرهیزگار و سیاوش شایان (۱۳۸۹)، تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع‌محور (CBDM)، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۵ (٤)، صص. ٤۱-۱۹.

زنگنه شهرکی، سعید.، کرامت الله زیاری و محمد پوراکرمی (۱۳۹٦)، ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل FANP و ویکور، انجمن جغرافیای ایران، ۱۵ (۵۲)، صص.۸۱-۱۰۱.

شیخ، رضا.، آزاده حجارو مریم آذری تاکامی(۱۳۹٤)، ارزیابی نقدشوندگی سهام شرکت‌ها بر مبنای شاخص‌های کمی و عوامل مکنون با تکنیک بهینه‌سازی فازی - گروهی چند هدفه مبتنی بر سیستم نسبت، دانش سرمایه‌گذاری، ۵ (۱۷)، صص. ۱۹-۱.

شیرانی، زهرا.، پروین پرتوی و مصطفی بهزادفر (۱۳۹٦)، تاب‌آوری فضایی بازارهای سنتی (موردپژوهی: بازار قیصریه اصفهان)، باغ‌نظر، ۱٤ (۵۲)، صص. ۵۸-٤۹.

غیاثوند، ابوالفضل و فاطمه عبدلشاه (۱۳۹٤)، شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی، روند، ۲۲ (۷۱)، صص. ۷۹-۱۰٦.

کاویان، فرزانه (۱۳۹۰)، بررسی نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در بهبود تاب‌آوری جوامع شهری در برابر زمین‌لرزه؛ نمونه موردی: شهر سبزوار، سلمانی مقدم، محمد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری.

کاویان‌پور، گلشن (۱۳۹٤)، ارزیابی تاب آوری محالت شهری کلان‌شهر مشهد در مواجهه با سوانح طبیعی (زلزله)، رضایی، محمدرضا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه یزد.

مبارکی، امید.، منیژه لاله‌پور و زهرا افضلی گروه (۱۳۹۵)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان، جغرافیا و توسعه، ٤۷، صص. ۱۰٤-۸۹

مرکز تحقیقات، راه، مسکن و شهرسازی (۱۳۹۳)، آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، ویرایش چهارم.
میرآخورلی، علی (۱۳۹۵)، مطالعه کالبدی تاب‌آوری محیطی جوامع شهری با تاکید بر پهنه‌های ناکارامد: مورد بافت ناکارامد محله سلیمانی_تیموری منطقه ۱۰ شهرداری تهران، کشاورز، مهناز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور تهران.

Adger, W. N. (2000) Social and ecological resilience: Are they related? Progress in Human Geography, 24 (3), pp. 347-364.

Alimardani, M., Hashemkhanizolfani, S., & Aghdaie, M. (2013) A Novel Hybrid SWARA and VIKOR Methodology for Supplier Selection in an Agile Environment, ISSN 2029-4913 print/ISSN 2029- 4921. 19 (3), 533-548.

Asprone, D., Manfredi, G. (2014) Linking disaster resilience and urban sustainability: a global approach for future cities, Disasters, 39 (1), pp. 96-111.

Batabyal, A. (1998) the concept of resilience: retrospect and prospect, environment and development, 3 (2). pp. 221-262.

Bruneau. M., Chang. E., Eguchi.T., Lee.C., O'Rourke. D., Reinhorn. M., Shinozuka. M., Tierney. K., Wallace. A., Winterfeldt. D. (2003) A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, Earthquake Spectra, 19 (4), pp.733_752.

Coaffee, J., Clarke, J. (2015) Viewpoint on securing the generational challenge of urban resilience, TPR, 86 (3), pp. 249-255.

Colten, C.E. et al. (2008) Community resilience: lessons from New Orleans and Hurricane Catrina, CARRI Research Report3, Community and regional resilience initiative, pp. 1-5.

Cutter, S.L., et al. (2008) A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, Global environmental change, 18 (4), pp. 1-9.

Davis, I., izadkhah, Y. (2006) Building resilient urban communities, OHI, 31(1), pp. 11-21.

Godschalk, D.R. (2003) urban hazard mitigation: creating resilient cities, natural hazards review, 4 (3), pp. 136-143.

Leon, J., March, A. (2014), urban morphology as a tool for supporting tsunami rapid resilience: A case study of Talcahuano, Chile, Habitat international, 43, 250-262.

Hashemkhanizolfani, S., & Saparauskas,, J. (2013) New Application of SWARA Method in Prioritizing Sustainability Assessment Indicators of Energy System, Inzinerine Ekonomika-E engineering Economics. 24(5), 408-414.

Manyena, S. (2006) The concept of resilience revisited, Disasters, 30(4), 433-450.

Meerow, S., P.Newell, J., Stults, M. (2016) Defining urban resilience: A review, Landscape and Urban Planning, 147 , pp. 38–49.

Omrani, H., Alizadeh, A., Amini, M. (2019) A New Approach Based on BWM and MULTIMOORA Methods for Calculating Semi-Human Development Index: An Application for provinces of Iran, Socio-Economic Planning Sciences, pp. 1-39.

Ozdemir, Y., Gul, M. (2019) Measuring development levels of NUTS-2 regions in Turkey based on capabilities approach and multi-criteria decision-making, Computers & Industrial Engineering, 128, pp. 150–169.

Spaans, M., Waterhout, B. (2016) Building up resilience in cities worldwide – Rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme, cities, 61, pp. 109-116.

Taherkhani, H., Esfahani M. H., (2013) Presenting a New Hybrid Model of MCDM Methods in Selecting the Best Material of Sleepers in Railway, International Conference on Recent Advances in Railway Engineering (ICRARE-2013), 1-13.
hang, X., Li, H. (2018) Urban resilience and urban sustainability: What we know and what we do not know? Cities, 72, pp. 141-148.
Zhou, C, Jing'ai, W, Jindong, W, Huicong, J. (2010) Resilience to natural hazards: a geographic perspective, Natural Hazards, 53 (1), pp. 21-41.

فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، دوره ۱۸، شماره ۶۸، پاییز ۱۳۹۸