

ارزیابی سیاست‌های مؤثر در تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله احتمالی؛ نمونه موردی: شهر اصفهان (۱۳۸۲-۱۳۹۵)

سجاد ربیعی

کارشناس ارشد برنامه ریزی منطقه ای
Rabiee65.sa@gmail.com

چکیده

تاب‌آوری در برابر مخاطرات یکی از موضوعات مهم و مورد توجه اندیشمندان در سال‌های اخیر است. تاب‌آوری به این معنی است که پس از وقوع مخاطره سیستم بتواند به حالت قبل از وقوع برگردد و به کار خود ادامه دهد. از آنجایی که در محدوده ۱۰۰ کیلومتری مرکز شهر اصفهان تعداد زیادی گسل از جمله ۶۳ گسل فعال وجود دارد که این گسل‌ها ده تا صدها کیلومتر درازا دارند، این شهر شهری لرزه‌خیز محسوب می‌گردد؛ لذا بررسی میزان تاب‌آوری این شهر در برابر زلزله احتمالی و ارزیابی میزان موفقیت سیاست‌های کالبدی اتخاذ شده در چند سال اخیر در شهر اصفهان اهمیت فراوان دارد. در این تحقیق فاکتورهای مؤثر در تاب‌آوری کالبدی شهر در برابر زلزله در سال‌های ۸۲ تا ۹۵ مورد بررسی قرار گرفته و با تعریف شاخصی تحت عنوان شاخص موفقیت، میزان موفقیت سیاست‌های کالبدی در جهت افزایش تاب‌آوری ارزیابی شدند. نتایج حکایت از آن دارد که با توجه به شاخص موفقیت، گرچه می‌توان سیاست‌های نوسازی در بافت‌های فرسوده را در این شهر موفق دانست اما با توجه به شاخص موفقیت در معیار تراکم ساختمانی و جمعیتی در این سال‌ها موفق نبوده‌ایم.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری کالبدی، زلزله، شهر اصفهان، شاخص موفقیت

۱- مقدمه

تجربیات زلزله‌های اخیر نشان می‌دهد که مناطق شهری به‌طور فزاینده‌ای نسبت به زلزله آسیب‌پذیرند. شهرها سیستم‌های پیچیده‌ای هستند و به همین دلیل تجزیه و تحلیل آنها نیازمند درک صحیح از تعاملات بین فضا و متغیرهای اجتماعی-اقتصادی متمایز ساکنان شهری دارد؛ لذا ما نیاز به توسعه و آزمایش مدل‌های دقیقی داریم که رفتار این تعاملات را در هنگام زلزله توصیف نمایند. بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و فاجعه‌های ناشی از مخاطرات طبیعی در شهرها، به‌طور مداوم در حال افزایش است. وقوع زلزله‌های اخیر ثابت می‌کنند که جوامع شهری به‌طور فزاینده‌ای نسبت به زلزله آسیب‌پذیرند؛ از سال ۲۰۰۴ تا کنون بیش از ۷۴۴،۰۰۰ نفر در اثر وقوع زمین‌لرزه و سونامی زندگی‌شان را از دست داده‌اند (Gu et al, 2015)؛ لذا توجه به بحث تاب‌آوری در برابر مخاطرات خصوصاً زلزله امر بسیار مهم و ضروری است.

تاب‌آوری شهری در واژه لاتین Resilio ریشه دارد که به معنای توانایی برگشت به عقب است. تاب‌آوری، باعث افزایش آمادگی، پاسخ، و ظرفیت‌های مجدد پوشش در سطح جامعه شده و خطر فاجعه را کاهش می‌دهد (Cutter et al, 2014). تاب‌آوری این اجازه را می‌دهد که با توجه به شرایط منحصر به فرد شهرها و برنامه‌های توسعه، قدرت جوابگویی و توانایی انطباق با وقوع بحران وجود داشته باشد. این موضوع موجب می‌شود که خلاقیت فکری برای اندیشیدن به راه‌های گوناگون کسب تاب‌آوری ایجاد شود، بدون این که در چارچوب خاصی محدود شود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰). در این میان شهر تاب‌آور، شهری است که در اثر بروز سوانح کمترین تاثیر را از تحولات پیرامونی خود می‌گیرد و به سرعت به شرایط وضعیت پیش از بحران باز می‌گردد (شیخ‌کاظم برزگری و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از مهمترین عوامل در تعیین میزان تاب‌آوری شهری، میزان

آسیب پذیری شهری است که با تاب‌آوری رابطه معکوس دارد به همین دلیل شناخت و توانایی اندازه‌گیری آسیب پذیری از عوامل مهم و کلیدی در مدیریت بحران و افزایش تاب‌آوری است (Coppola, 2006). آسیب پذیری در زمینه‌های مختلف و در سطوح مختلف فضایی متفاوت است، و دلیل آن نیز چند وجهی بودن آسیب پذیری و وابسته بودن آن به مقیاس مطالعه است. آسیب پذیری به‌طور کلی به عنوان "پتانسیل برای از دست دادن" تعریف می‌شود (Thywissen, 2006).

گرچه بسیاری از مطالعات تلاش کرده‌اند تا راه‌حلی برای اندازه‌گیری آسیب پذیری ارائه دهند و در این راستا طیف گسترده‌ای از روش‌های اندازه‌گیری آسیب پذیری را ارائه کرده‌اند، اما کماکان چالش اساسی باقی می‌ماند و آن اینکه چگونه شاخص آسیب پذیری را عملیاتی و محاسبه کنیم. فقدان داده‌های کافی و کامل، مسئله‌ای اساسی و مهمترین مانع در عملیاتی کردن شاخص‌های آسیب پذیری است (Hinkel, 2011).

دسترسی به داده‌ها به میزان قابل توجهی بسته به شهر انتخاب شده به عنوان یک مطالعه موردی، متفاوت است؛ لذا سوال اساسی این است که کدام جنبه‌ها را باید در ساخت یک شاخص آسیب پذیری لرزه‌ای مورد توجه قرار دهیم. بازرسی‌های متعدد پس از وقوع زمین لرزه در کشورهای گوناگون به دو عامل اصلی و مهم در آسیب پذیری شهرها اشاره می‌کنند: ۱- ویژگی‌های ساختارها ۲- متغیرهای اجتماعی و اقتصادی (Marquis et al, 2017). ایران یکی از کشورهای پرمخاطره جهان به شمار می‌رود. در سرتاسر ایران گسل‌های مختلف گسترده شده و تقریباً هیچ نقطه‌ای از ایران از خطر زلزله مصون نیست. با این وجود تجربیات به دست آمده از زلزله‌های قبلی نشان می‌دهد شهرهای ما در مقابل زلزله مقاومت کافی را نداشته و حتی با وجود سپری شدن چندین سال از وقوع زلزله شهرهای تحت تاثیر هنوز هم به روال قبلی خود برگشته‌اند. مطالعات جهانی نشان می‌دهد اینکه یک شهر بتواند پس از وقوع حادثه سریعاً به روال عادی برگردد علاوه بر شاخص‌های کالبدی به شاخص‌ها و فاکتورهای اقتصادی و اجتماعی نیز وابسته است. در ایران و جهان تحقیقات زیادی در زمینه تاب‌آوری انجام شده است. محمدی سرین و همکاران (۱۳۹۵) با شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر، میزان تاب‌آوری کالبدی نواحی شهری زنجان را در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار دادند. داده‌های به‌کاررفته، براساس معیارهای مؤثر در ارزیابی تاب‌آوری شامل: کیفیت بنا، مصالح بنا (نوع سازه)، نمای بنا، عمر بنا، دانه بندی ساختمان، سطح تراکم ساختمان و سازگاری کاربری، با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل گردیدند و به این نتیجه رسیدند که مناطق نوساز تاب‌آور و مناطق قدیمی شهر زنجان تاب‌آوری ضعیفی دارند (محمدی سرین دیزج و همکاران، ۱۳۹۵). رضایی (۱۳۹۲) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش Promethee، محله‌های مورد مطالعه در شهر تهران را با توجه به میزان تاب‌آوری اقتصادی و نهادی رتبه‌بندی کرد. وی در نهایت با توجه به روش Promethee، نشان داد محله‌های قیطریه، ستارخان، نارمک و قلعه مرغی از نظر شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی و نهادی به ترتیب در رتبه‌های اول تا چهارم قرار دارند (رضایی، ۱۳۹۲).

این تحقیق با روش توصیفی-تحلیلی در پی یافتن پاسخی برای این مسئله است که تاثیر سیاست‌های کالبدی بر تاب‌آوری شهری چگونه بوده است. برای رسیدن به جواب سوال مذکور، با مطالعه مبانی نظری مرتبط شاخص‌ها و معیارهای تاب‌آوری کالبدی استخراج شده و سپس با استفاده از روش‌های آماری مناسب به سوال اصلی پاسخ خواهیم داد.

۲- روش تحقیق

تاب‌آوری شهری با آسیب پذیری رابطه‌ای معکوس دارد و از جنبه‌های مختلف می‌توان تاب‌آوری و آسیب پذیری را مورد بررسی قرار داد، اما چون در این تحقیق می‌خواهیم بدانیم که آیا سیاست‌های کالبدی در سال‌های گذشته منجر به افزایش تاب‌آوری شده‌اند یا خیر، نیاز به شاخص‌هایی داریم که در طول چندین سال قابلیت دسترسی و محاسبه داشته باشند؛ لذا با مطالعه پژوهش‌های انجام شده در زمینه تاب‌آوری و با توجه به دسترسی بودن اطلاعات به منظور ارزیابی تاب‌آوری در سال‌های مختلف برای شهر اصفهان، شاخص‌های زیر برای تحقیق حاضر انتخاب شدند:

جدول ۱: معیارها و شاخص های تاب آوری کالبدی

معیار	شاخص	تعریف و تاثیر در تاب آوری کالبدی
تاب آوری کالبدی	تراکم	سرانه تعداد پروانه های مسکونی دو واحدی و بیشتر هر چه سرانه تعداد پروانه های ۳ طبقه به بالا افزایش یابد، احتمال آسیب پذیری افزایش و تاب آوری کالبدی کاهش می یابد و لذا این شاخص در تاب آوری کالبدی تاثیر معکوس دارد.
	نوسازی	سرانه تعداد پروانه های صادره در بافت فرسوده هر چه سرانه تعداد پروانه های صادر شده در بافت فرسوده افزایش یابد، احتمال آسیب پذیری کاهش و تاب آوری کالبدی افزایش می یابد و لذا این شاخص در تاب آوری کالبدی تاثیر مستقیم دارد.
		سرانه فضای باز شهری هر چقدر سرانه فضای باز شهری افزایش یابد، احتمال آسیب پذیری کاهش و تاب آوری افزایش می یابد، لذا این شاخص در تاب آوری کالبدی تاثیر مستقیم دارد.
		سرانه تعداد پروانه های صادره در بافت فرسوده هر چه سرانه تعداد پروانه های صادر شده در بافت فرسوده افزایش یابد، احتمال آسیب پذیری کاهش و تاب آوری کالبدی افزایش می یابد و لذا این شاخص در تاب آوری کالبدی تاثیر مستقیم دارد.

در صورتی می توان ادعا نمود که در بحث تاب آوری و کاهش میزان آسیب پذیری موفق بوده ایم که رشد شاخص های مثبت کالبدی در سال های مختلف بیشتر از رشد جمعیت و رشد شاخص های منفی کالبدی کمتر از رشد جمعیت باشد؛ در این تحقیق برای بررسی شاخص های تاب آوری کالبدی، درصد رشد جمعیت را از درصد رشد شاخص های کالبدی مذکور کسر می نمایم و نهایتاً جهت ارزیابی نهایی، سطح زیر نمودار بالای محور افقی ۱ (درصد مطلوب) را با سطح زیر نمودار واقع در زیر محور افقی (درصد نا مطلوب) را با همدیگر مقایسه می نمایم. اگر درصد مطلوب بالاتر بود در آن شاخص می توان ادعای موفقیت نمود و در غیر اینصورت در آن شاخص موفق نبوده ایم. با توجه به توضیحات فوق الذکر جهت ارزیابی موفقیت سیاست های تاب آوری شهری، شاخص موفقیت را به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$S = \frac{\int + (P_{((i-(i+1)))} - X_{((i-(i+1)))})}{\int - (P_{((i-(i+1)))} - X_{((i-(i+1)))})}$$

که در آن:

$$P_{((i-(i+1)))} = \text{درصد رشد جمعیت بین سال } i \text{ ام و سال } i+1 \text{ ام}$$

$$X_{((i-(i+1)))} = \text{درصد رشد شاخص کالبدی مورد نظر بین سال } i \text{ ام و سال } i+1 \text{ ام}$$

$$S = \text{شاخص موفقیت}$$

اگر:

۱. اگر $S > 1$ آن گاه در شاخص مورد نظر موفق عمل کرده ایم.

۲. اگر $S < 1$ آن گاه در شاخص مورد نظر موفق نبوده ایم.

۳- تحلیل

۱-۳- بررسی و تحلیل سرانه تعداد پروانه های مسکونی دو واحدی و بیشتر

ابتدا نمودار P-X را ترسیم می نمائیم. در این نمودار محور افقی سال مورد بررسی را نشان می دهد و محور عمودی P-X است.

نمودار ۱: نمودار انحراف درصد رشد جمعیت از درصد رشد سرانه پروانه های دو واحدی و بیشتر بر حسب زمان



سپس شاخص موفقیت برای این شاخص را محاسبه می کنیم:

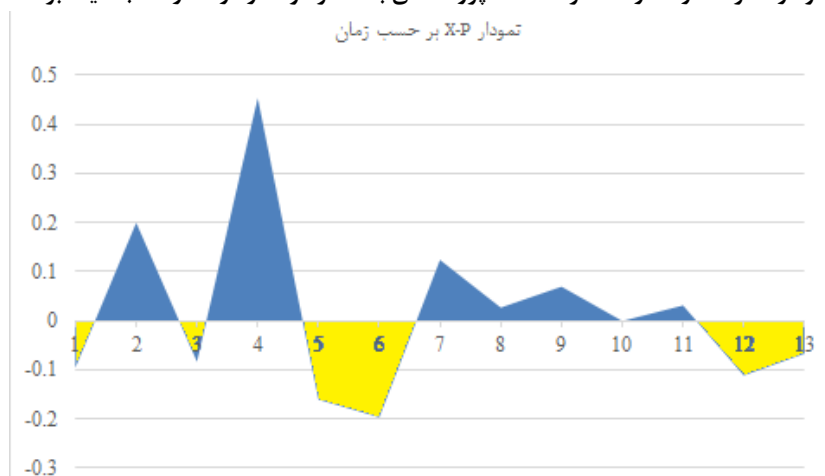
$$S_1 = \frac{0.464}{0.631} = 0.73 < 1$$

از آنجاییکه شاخص موفقیت کمتر از ۱ است؛ لذا می توان گفت سیاست های کلیدی در این شاخص در جهت افزایش تاب آوری موفق نبوده اند.

۲-۳- بررسی و تحلیل سرانه تعداد پروانه های صادره در بافت فرسوده:

در این مورد به دلیل تاثیر مستقیم شاخص در تاب آوری، نمودار X-P را ترسیم نموده و سپس شاخص موفقیت را محاسبه خواهیم کرد.

نمودار ۲: نمودار انحراف درصد رشد سرانه تعداد پروانه های بافت فرسوده از درصد رشد جمعیت بر حسب زمان



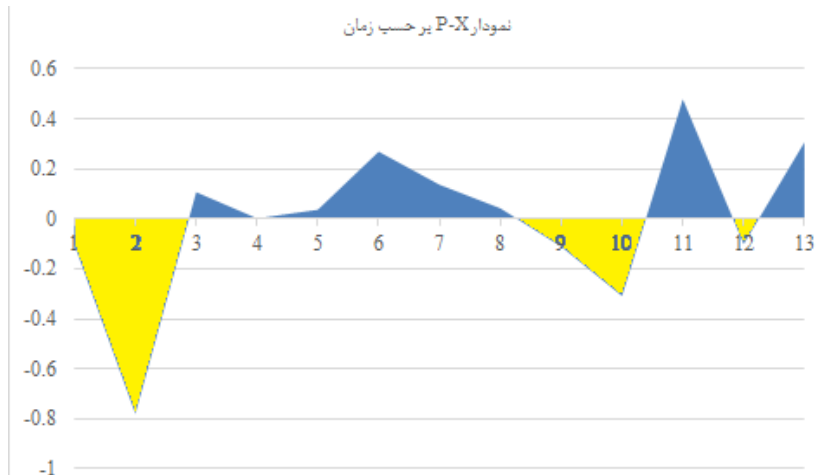
$$S_2 = \frac{0.681}{0.420} = 1.62 > 1$$

از آنجاییکه شاخص موفقیت بیشتر از ۱ است؛ لذا می توان گفت سیاست‌های کالبدی در این شاخص در جهت افزایش تاب‌آوری موفق بوده اند.

۳-۳- بررسی و تحلیل سرانه تعداد پروانه های ۳ طبقه به بالا:

در مورد این شاخص نیز همانند شاخص اول نمودار P-X را ترسیم و سپس شاخص موفقیت را محاسبه می کنیم:

نمودار ۳: نمودار انحراف درصد رشد جمعیت از درصد رشد سرانه پروانه های ۳ طبقه به بالا بر حسب زمان



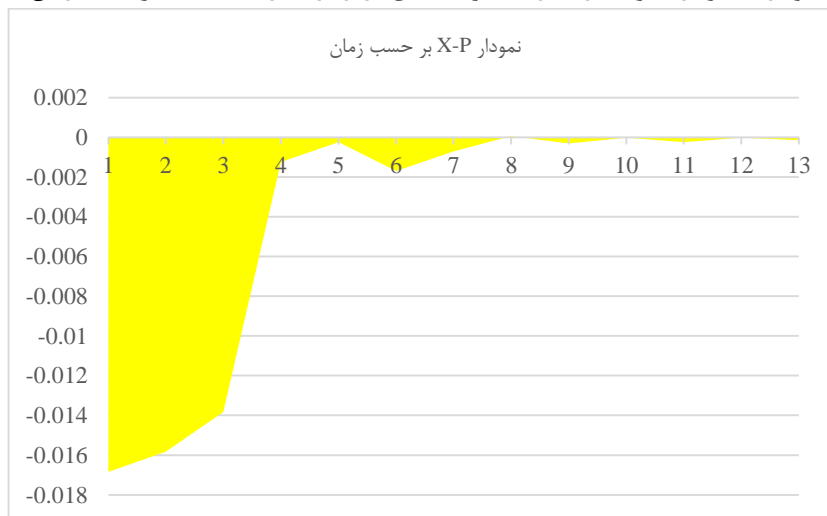
$$S_3 = \frac{0.956}{1.11} = 0.86 < 1$$

از آنجاییکه شاخص موفقیت کمتر از ۱ است؛ لذا می توان گفت سیاست‌های کالبدی در این شاخص در جهت افزایش تاب‌آوری موفق نبوده اند.

۴-۳- بررسی و تحلیل سرانه فضای باز شهری:

در این مورد نیز به دلیل تاثیر مستقیم شاخص در تاب‌آوری، نمودار X-P را ترسیم نموده و سپس شاخص موفقیت را محاسبه خواهیم کرد.

نمودار ۴: نمودار انحراف درصد رشد سرانه فضای باز از درصد رشد جمعیت بر حسب زمان



$$S_4 = 0 < 1$$

شاخص موفقیت در مورد سرانه فضای باز شهری صفر است به عبارتی در این شاخص نه تنها موفق نبوده‌ایم بلکه شکست خورده ایم.

۴- بحث و نتیجه گیری

با توجه به تحلیل های صورت گرفته می توان گفت که در شهر اصفهان، برنامه های بهسازی و نوسازی بافت های فرسوده تا حدودی موفق بوده اند هر چند با توجه وجود بافت فرسوده گسترده در این شهر، هنوز هم در این قسمت جای کار بسیار وجود دارد و بایستی در جهت افزایش تاب آوری به بهسازی بافت های فرسوده توجه ویژه داشته باشیم. هم چنین تحلیل ها نشان می دهد که از یک طرف رشد سالانه ساختمان های ۲ واحدی و بالاتر و نیز ساختمان های ۳ طبقه و بالاتر از رشد سالانه جمعیت بیشتر است و از طرف دیگر با وجودیکه سطح فضای باز شهری به طور مداوم در حال افزایش است اما رشد سرانه فضای باز شهری در تمامی سال ها از رشد جمعیت کمتر است؛ لذا اصفهان به سمت تراکم بالاتر و فشردگی بیشتر پیش می رود که تمامی این موارد تاثیر منفی در تاب آوری شهری دارند. به نظر می رسد بررسی علت حرکت شهر اصفهان به فشردگی و تراکم بالاتر بایستی در تحقیقی مجزا مورد مذاقه قرار گیرد اما تا آنجایی که به بحث این تحقیق مربوط است باید گفت که با وجودیکه در شهر اصفهان شاهد افزایش سطح فضای باز در سال های ۸۲-۹۵ بوده ایم، اما رشد فضای باز متناسب با رشد جمعیت نبوده است و اگر فرض کنیم طرح های جامع و تفصیلی به دقت اجرا شده اند، علت همراه نبودن رشد فضای باز با رشد جمعیت را باید در عدم واقع گرایی طرح های جامع و تعریف درصد سطح زمین برای کاربری های مختلف از جمله فضای باز دانست و این کمبود فضای باز را اگر در کنار افزایش ارتفاع شهر بگذاریم، عمق فاجعه را در صورت وقوع حادثه احتمالی درک خواهیم نمود؛ لذا به نظر می رسد جهت بهبود وضعیت تاب آوری شهری شهر اصفهان بایستی در طرح های شهری به این موضوع توجه ویژه شود و با واقع گرایی، از تراکم های بالای جمعیتی و ساختمانی اجتناب و به سمت تراکم متعادل و تاب آور حرکت نمائیم.

مراجع

- ۱- رضایی، محمد رضا (۱۳۹۲) "ارزیابی تاب آوری اقتصادی و نهادی جوامع شهری در برابر سوانح طبیعی مطالعه موردی: زلزله محله های شهر تهران"، نشریه مدیریت بحران.
- ۲- شیخ کاظم برزگری، محمدرضا و احمد احمد معظم (۱۳۹۲) "مطالعه آسیب پذیری محیط های شهری در مقابل حریق مبتنی بر رویکرد شهر تاب آور (Resilience City)"، پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران های طبیعی.
- ۳- صالحی، اسماعیل و آقابابایی، محمد تقی و سرمدی، هاجر و فرزاد بهتاش، محمد رضا (۱۳۹۰)، "بررسی میزان تاب آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت"، نشریه محیط شناسی.
- ۴- محمدی سرین دیبج، مهدی و احد نژاد روشتی، محسن (۱۳۹۵) "ارزیابی میزان تاب آوری کالبدی شهری در برابر مخاطره زلزله مورد مطالعه: شهر زنجان"، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی.
- 5- Coppola, D. P. (2006). Introduction to international disaster management. Elsevier.
- 6- Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T. (2014). The geographies of community disaster resilience. *Global environmental change*, 29, 65-77.
- 7- Gu, D., Gerland, P., Pelletier, F., & Cohen, B. (2015). Risks of exposure and vulnerability to natural disasters at the city level: A global overview. *United Nations Technical Paper*, 2.
- 8- Hinkel, J. (2011). "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1), 198-208.
- 9- Marquis, F., Kim, J. J., Elwood, K. J., & Chang, S. E. (2017). Understanding post-earthquake decisions on multi-storey concrete buildings in Christchurch, New Zealand. *Bulletin of earthquake engineering*, 15(2), 731-758.
- 10- Thywissen, K. (2006). Components of risk, a comparative glossary. SOURCE-Studies Of the University: Research, Counsel. Education, 2.