

## ارزیابی سیاست‌های موثر در تاب آوری کالبدی در برابر زلزله احتمالی: نمونه موردی: شهر اصفهان (۱۳۹۵-۱۳۸۲)

سجاد ربیعی<sup>\*۱</sup>

۱- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی منطقه ای  
Rabiee65.sa@gmail.com

### چکیده

تاب آوری در برابر مخاطرات یکی از موضوعات مهم و مورد توجه اندیشمندان در سال‌های اخیر است. تاب آوری 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 ده‌ها تا صدها کیلومتر درازا دارند، این شهر شهری لرزه خیز محسوب می‌گردد؛ لذا بررسی میزان تاب آوری 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 موثر در تاب آوری 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 تاب آوری 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 نبوده ایم.

واژگان کلیدی: تاب آوری کالبدی، زلزله، شهر اصفهان، شاخص موفقیت

### ۱- مقدمه

تجربیات زلزله‌های اخیر نشان می‌دهد که مناطق شهری به طور فزاینده‌ای نسبت به زلزله آسیب پذیرند. 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، به طور مداوم در حال افزایش است. وقوع زلزله‌های اخیر ثابت می‌کنند که جوامع شهری به طور فزاینده‌ای نسبت به زلزله آسیب پذیرند؛ از سال ۲۰۰۴ تا کنون بیش از ۷۴۴،۰۰۰ نفر در اثر وقوع زمین لرزه و سونامی زندگی‌شان را از دست داده‌اند (Gu et al, 2015)؛ لذا توجه به بحث تاب آوری در برابر مخاطرات خصوصاً زلزله امر بسیار مهم و ضروری است.

تاب آوری شهری در واژه لاتین Resilio ریشه دارد که به معنای توانایی بر گشت به عقب است. تاب آوری، باعث افزایش آمادگی، پاسخ، و ظرفیت‌های مجدد پوشش در سطح جامعه شده و خطر فاجعه را کاهش می‌دهد (Cutter et al, 2014). تاب آوری 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 تاب آوری ایجاد شود، بدون این که در چارچوب خاصی محدود شود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰). در این میان شهر تاب آور، 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 (شیخ کاظم برزگری و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از مهمترین عوامل در تعیین میزان تاب آوری شهری، میزان آسیب پذیری شهری است که با تاب آوری رابطه معکوس دارد به همین دلیل شناخت و توانایی اندازه‌گیری آسیب پذیری از عوامل مهم و کلیدی در مدیریت بحران و افزایش تاب آوری 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 به طور کلی به عنوان "پتانسیل برای از دست دادن" تعریف می شود (Thywissen, 2006).  
گرچه بسیاری از مطالعات تلاش کرده اند تا راه حل هایی برای اندازه گیری آسیب پذیری ارائه دهند و در این راستا طیف گسترده ای از روش های اندازه گیری آسیب پذیری را ارائه کرده اند، اما کماکان چالش اساسی باقی می ماند و آن اینکه چگونه شاخص آسیب پذیری را عملیاتی و محاسبه کنیم. فقدان داده های کافی و کامل، مسئله ای اساسی و مهمترین مانع در عملیاتی کردن شاخص های آسیب پذیری است (Hinkel, 2011).

دسترسی به داده ها به میزان قابل توجهی بسته به شهر انتخاب شده به عنوان یک مطالعه موردی، متفاوت است؛ لذا سوال اساسی این است که کدام جنبه ها را باید در ساخت یک شاخص آسیب پذیری لرزه ای مورد توجه قرار دهیم. بازرسی های متعدد پس از وقوع زمین لرزه در کشورهای گوناگون به دو عامل اصلی و مهم در آسیب پذیری شهرها اشاره می کنند: ۱- ویژگی های ساختمان ها ۲- متغیرهای اجتماعی و اقتصادی (Marquis et al, 2017). ایران یکی از کشورهای پرمخاطره جهان به شمار می رود. در سر تاسر ایران گسل های مختلف گسترده شده و تقریباً هیچ نقطه ای از ایران از خطر زلزله مصون نیست. با این وجود تجربیات به دست آمده از زلزله های قبلی نشان می دهد 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 برگشته اند. مطالعات جهانی نشان می دهد اینکه یک شهر بتواند پس از وقوع حادثه سریعاً به روال عادی برگردد علاوه بر شاخص های کالبدی به شاخص ها و فاکتورهای اقتصادی و اجتماعی نیز وابسته است. در ایران و جهان تحقیقات زیادی در زمینه تاب آوری انجام شده است. محمدی سرین و همکاران (۱۳۹۵) با شناسایی شاخص ها و عوامل موثر، میزان تاب آوری کالبدی نواحی شهری زنجان را در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار دادند. داده های به کاررفته، براساس معیارهای موثر در ارزیابی تاب آوری شامل: کیفیت بنا، مصالح بنا (نوع سازه)، نمای بنا، عمر بنا، دانه بندی ساختمان، سطح تراکم ساختمان و سازگاری کاربری، با استفاده از مدل تصمیم گیری چند معیاره تحلیل گردیدند و به این نتیجه رسیدند که مناطق نوساز تاب آور و مناطق قدیمی شهر زنجان تاب آوری ضعیفی دارند (محمدی سرین دیزج و همکاران، ۱۳۹۵). رضایی (۱۳۹۲) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش Promethee، محله های مورد مطالعه در شهر تهران را با توجه به میزان تاب آوری اقتصادی و نهادی رتبه بندی کرد. وی در نهایت با توجه به روش Promethee، نشان داد محله های قیطریه، ستارخان، نارمک و قلعه مرغی از نظر شاخص های تاب آوری اقتصادی و نهادی به ترتیب در رتبه های اول تا چهارم قرار دارند (رضایی، ۱۳۹۲) این تحقیق با روش توصیفی-تحلیلی در پی یافتن پاسخی برای این مسئله است که تاثیر سیاست های کالبدی بر تاب آوری شهری چگونه بوده است. برای رسیدن به جواب سوال مذکور، با مطالعه مبانی نظری مرتبط شاخص ها و معیارهای تاب آوری کالبدی استخراج شده و سپس با استفاده از روش های آماری مناسب به سوال اصلی پاسخ خواهیم داد.

## ۲- روش تحقیق

تاب آوری شهری با آسیب پذیری رابطه ای معکوس دارد و از جنبه های مختلف می توان تاب آوری و آسیب پذیری را مورد بررسی قرار داد، اما چون در این تحقیق می خواهیم بدانیم که آیا سیاست های کالبدی در سال های گذشته منجر به افزایش تاب آوری شده اند یا خیر، نیاز به شاخص هایی داریم که در طول چندین سال قابلیت دسترسی و محاسبه داشته باشند؛ لذا با مطالعه پژوهش های انجام شده در زمینه تاب آوری و با توجه به در دسترس بودن اطلاعات به منظور ارزیابی تاب آوری در سال های مختلف برای شهر اصفهان، شاخص های زیر برای تحقیق حاضر انتخاب شدند:

جدول ۱: معیارها و شاخص های تاب آوری کالبدی

تعیین و تاثیر در تاب آوری کالبدی	شاخص	معیار	تاب آوری کالبدی
هر چه سرانه واحدهای مسکونی در یک ساختمان افزایش یابد، احتمال آسیب پذیری افزایش و تاب آوری کالبدی کاهش می یابد و لذا این شاخص در تاب آوری کالبدی تاثیر <b>معکوس</b> دارد.	سرانه تعداد پروانه های مسکونی دو واحدی و بیشتر	تراکم	
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 <b>معکوس</b> دارد.	سرانه تعداد پروانه های ۳ طبقه به بالا		
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 <b>مستقیم</b> دارد.	سرانه فضای باز شهری		
هر چه سرانه 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 <b>مستقیم</b> دارد.	سرانه تعداد پروانه های صادره در بافت فرسوده	نوسازی	

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:

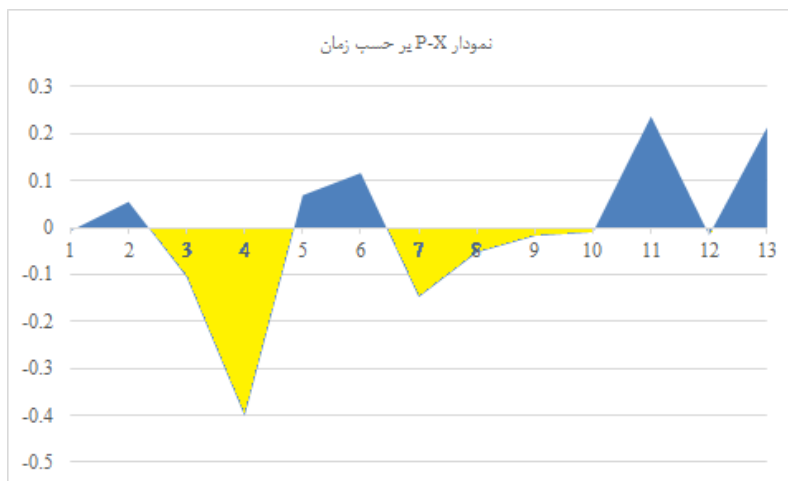
۱. اگر  $S > 1$  آن گاه در شاخص مورد نظر موفق عمل کرده ایم.

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

### ۳- تحلیل

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

ابتدا نمودار P-X را ترسیم می نمایم. 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

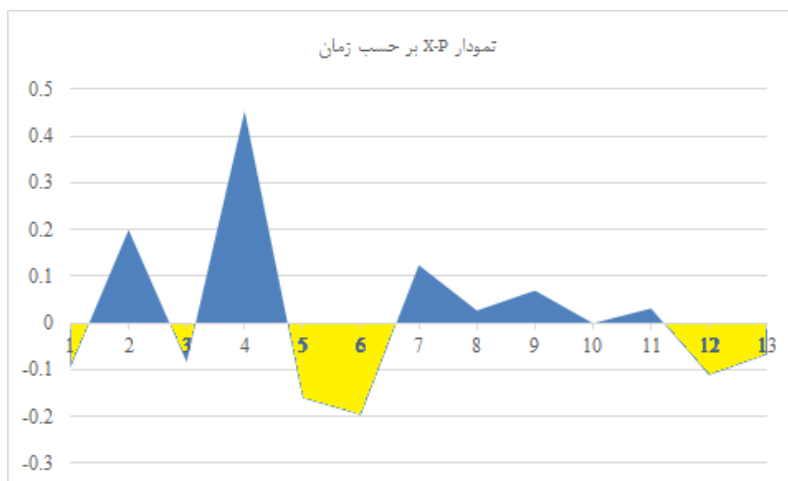
سپس شاخص موفقیت برای این شاخص را محاسبه می کنیم:

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

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

### ۳-۲- 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.



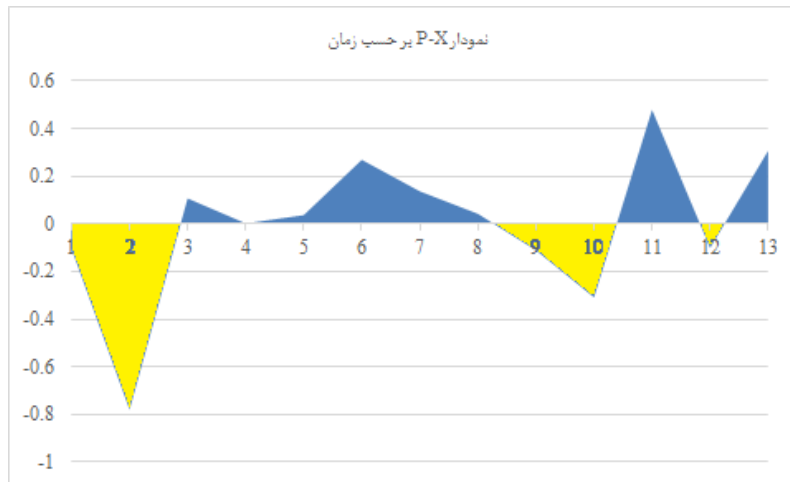
نمودار ۲: نمودار انحراف درصد رشد سرانه تعداد پروانه های بافت فرسوده از درصد رشد جمعیت بر حسب زمان

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

از آنجاییکه شاخص موفقیت بیشتر از ۱ است؛ لذا می توان گفت سیاست های کالبدی در این شاخص در جهت افزایش تاب آوری 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:



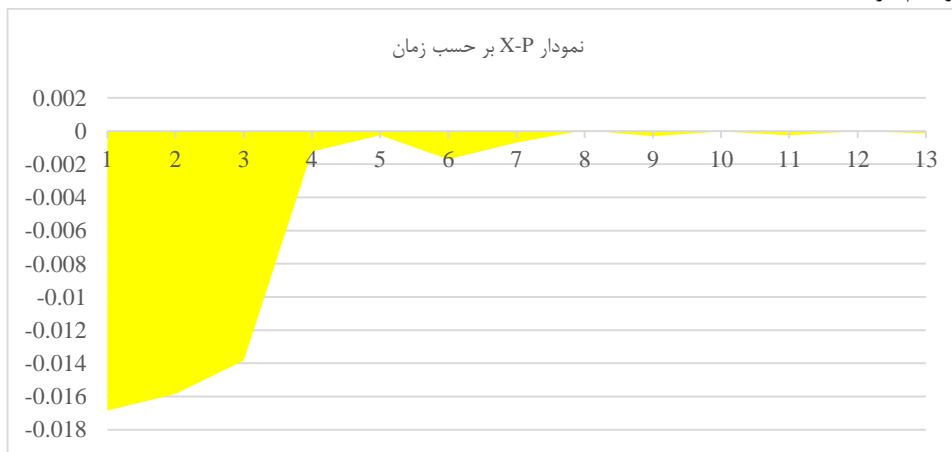
نمودار ۳: نمودار انحراف درصد رشد جمعیت از درصد رشد سرانه پروانه های ۳ طبقه به بالا بر حسب زمان

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

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

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

در این مورد نیز به دلیل تاثیر مستقیم شاخص در تاب آوری، 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 نبوده ایم 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 نماییم.

## 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 بزرگری، 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 دیزج، 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.