

جغرافیا و توسعه - شماره ۱۲ - پاییز و زمستان ۱۳۸۷

صص: ۶۱-۷۹

وصول مقاله: ۱۳۸۶/۷/۱۵

تأیید نهایی: ۱۳۸۷/۳/۱۰

## تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر زلزله نمونه موردی: مساکن شهر اصفهان

دکتر جمال محمدی

استادیار جغرافیا دانشگاه اصفهان

صفر قائد رحمتی

دانشجوی دکتری جغرافیا دانشگاه اصفهان

دکتر علی زنگی آبادی

استادیار جغرافیا دانشگاه اصفهان

دکتر همایون صفایی

استادیار زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان

### چکیده

موضوع ایمنی شهرها در برابر مخاطرات طبیعی یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری است و پژوهش در خصوص آسیب‌پذیری مساکن شهری و شناخت میزان آسیب‌پذیری آنها در مقابل مخاطرات طبیعی، بسیار ضروری است. با توجه به این مهم، هدف پژوهش حاضر شناسایی وضعیت آسیب‌پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطر زلزله، می‌باشد.

نوع تحقیق به صورت پیمایشی، تحلیلی و مبتنی بر مشخصات کمی و کیفی مساکن شهر اصفهان است. جامعه‌ی آماری مساکن شهر اصفهان و روش و طرح نمونه‌برداری به صورت نمونه‌برداری احتمالی می‌باشد.

نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد: ۱- میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر در برابر خطر زلزله زیاد است.

۲- از نظر شاخص دسترسی مساکن شهر به مراکز امداد و نجات، به ویژه آتش‌نشانی، مرکز اورژانس و مرکز پلیس، شهر اصفهان در مواقع بحرانی، مانند وقوع زلزله‌های احتمالی، وضعیت بسیار نامطلوبی دارد. ۳- درصد

بهره‌مندی مساکن شهر اصفهان از کپسول اطفای حریق، جعبه‌ی کمک‌های اولیه و بیمه‌ی زلزله بسیار پایین

است. ۴- اطلاع‌رسانی در زمینه‌ی ضریب احتمال خطر محل سکونت شهروندان و بالا بردن آموزش و آگاهی

در مواقع بحرانی یکی از راهکارهای مهم در کاهش آسیب‌پذیری می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: زلزله، ایمنی شهری، آسیب‌پذیری شهری، شاخص‌های آسیب‌پذیری.

## مقدمه

با قرارگیری ایران بر روی کمربند زلزله آلپ- هیمالیا، کشور ایران طی قرون گذشته، ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۷/۵ ریشتر یا بیشتر را تجربه کرده است (Ghafory-Ashtiany, 1999: 4). از طرفی از دوره‌ی بازگشت زلزله در شهرهای مختلف کشور مدت زیادی می‌گذرد و هنوز فعالیت لرزه‌خیزی مهمی در آنها رخ نداده است. چون در این شهرها، زلزله‌های خفیف فراوانی به ثبت نرسیده، این خود یک پیش‌نشانه است و باید منتظر وقوع زمین‌لرزه‌های شدید بود (حسین‌زاده، ۱۳۸۳: ۶۹). با توجه به سابقه‌ی بروز زمین‌لرزه تاریخی در شهر اصفهان و ثبت بیش از چندصد زمین‌لرزه با بزرگی بین ۲ تا ۵ ریشتر در پژوهش‌های انجام شده توسط کارشناسان امور لرزه‌خیزی سازمان انرژی اتمی ایران طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۵۷ (مهاجر /شجعی، ۱۳۶۰) و همچنین طی فعالیت‌های پایگاه لرزه‌نگاری استان اصفهان در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ میلادی و نتایج بدست آمده از مطالعات مربوط به پردازش داده‌های رقومی ماهواره‌ای و انجام برداشت‌های صحرائی حکایت از وجود چند گسل مهم با راستاهای مختلف در حواشی شهر اصفهان دارد (صفایی، ۱۳۸۴: ۵۷).

با این وجود عوامل متعددی باعث افزایش احتمال خطر زلزله در شهر اصفهان شده‌اند؛ تمرکز جمعیت، نداشتن برنامه‌های اصولی برای رویارویی با بحران‌های آتی، نبود آمادگی لازم از طرف دولت و مردم در رویارویی با بحران زلزله، عدم رعایت قوانین و مقررات مقاوم‌سازی، وجود انبوهی از ساخت و سازهای غیر مجاز به صورت اسکان‌های غیررسمی، بلندمرتبه‌سازی‌های غیرمجاز و غیراصولی، استفاده از مصالح ناسازگار در ساخت و سازهای سال‌های اخیر به ویژه در ساختمان‌های بلندمرتبه، بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی و ناپایداری زمین در اثر آن، آسودگی خاطر شهروندان از عدم وقوع زلزله در گذشته و تعمیم آن به آینده و بسیاری موارد دیگر.

## اهداف پژوهش

اهداف این پژوهش شامل موارد زیر است:

- شناسایی وضعیت مساکن شهر اصفهان در برابر خطر زلزله؛
- شناسایی وضعیت آسیب‌پذیری شهروندان اصفهان در مواقع بحرانی؛
- دستیابی به راه‌حل‌های برنامه‌ریزی شهری در مواجهه با خطر زلزله؛

## مواد و روش‌ها

مسأله‌ی این تحقیق شرایط مسکن شهر اصفهان است که میزان خطرپذیری آنها را در برابر زلزله زیاد کرده است. متغیرهای مورد مطالعه ویژگی‌های کمی و کیفی مسکن شهر اصفهان (تعداد، تراکم، جنس مصالح و ...) و سنجش درجه‌ی آسیب‌پذیری آنها است. حجم نمونه به صورت نمونه‌گیری احتمالی با استفاده از فرمول کوکران<sup>۱</sup> با سطح اطمینان ۹۵٫۵، تعداد ۳۴۰ نمونه محاسبه شده است. روش توزیع پرسش‌نامه‌ها به نحوی است که از الگوی ترکیبی سلسله‌مراتبی در چارچوب تقسیمات درون شهری اصفهان تبعیت می‌کند. ابزار گردآوری داده‌ها علاوه بر استفاده از آمارهای موجود در زمینه‌ی وضعیت کمی و کیفی مسکن شهر اصفهان، از ابزارهای مشاهده، پرسشنامه، کار میدانی، منابع اینترنتی و منابع کتابخانه‌ای نیز استفاده شده است. به منظور تعیین روایی ابزار گردآوری داده‌ها، از تکنیک روایی صوری استفاده شده است. به منظور تعیین پایایی ابزار سنجش نیز با توجه به ابعاد فرعی طرح شده در پرسشنامه، برای هر یک از ابعاد با استفاده از روش هم‌هنگی درون‌گروه‌ها و تکنیک ضریب آلفای کربنباخ بهره گرفته شده است. دو گروه شاخص اصلی، شامل؛ "شاخص‌های فضایی-کالبدی" و "شاخص‌های انسانی-اجتماعی" با استفاده از مدل‌ها و روش‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

## پیشینه‌ی پژوهش

تا آنجا که نگارندگان اطلاع دارند، در زمینه تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن شهر اصفهان در برابر خطر زلزله، تاکنون مطالعه‌ی اساسی صورت نگرفته است. مطالعاتی که به نوعی در رابطه با این موضوع انجام صورت گرفته است شامل موارد زیر است:

۱- علیدوستی، در سال ۱۳۶۹، به موضوع کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات ناشی از زلزله پرداخته است.

۲- ایری، در سال ۱۳۷۷، نقش برنامه‌ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری، به صورت نمونه موردی منطقه ۲۰ شهر تهران را مورد مطالعه قرار داده است.

$$1 - \frac{t^2 pq}{d^2} = 335.7 \approx 340$$

$$N = \frac{1}{1 + \frac{1}{N} \left( \frac{t^2 pq}{d^2} - 1 \right)}$$

T = 2    P = 0.7    q = 0.3    d = 0.05    N = 444552

۳- ستوده، در سال ۱۳۸۰، نقش برنامه‌ریزی کاربری زمین و اصلاح معابر جهت ایمن‌سازی در برابر زلزله به صورت مطالعه موردی محله باغ فردوس شهرداری منطقه یک تهران را مورد مطالعه قرار داده است.

۴- آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جایکا) با همکاری مرکز مطالعات زلزله و زیست‌محیطی تهران بزرگ در سال ۱۳۸۰ مطالعه‌ی جامعی در مورد ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران انجام داده‌اند، که بخش مهمی از آن در مورد تحلیل آسیب‌پذیری می‌باشد.

۵- صفایی، در سال ۱۳۸۴ توان لرزه‌ای گسل‌های اطراف اصفهان را شناسایی و بررسی کرده است.

۶- ناطقی‌الهی در سال ۲۰۰۱ میلادی در مقاله‌ای به تحلیل سناریوی زلزله تهران پرداخته است.

۷- میشل<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۵، تحلیل جامعی از وضعیت بحران‌های محیطی در کلان‌شهرها انجام داده است.

۸- غفوری آشتیانی در سال ۱۹۹۹، در مورد عملیات امداد و نجات در ایران مقاله‌ای به رشته تحریر درآورده است.

۹- مهرابیان در سال ۲۰۰۵ در مورد تجربه‌ی زلزله‌ی بم تحقیق مفصلی انجام داده است.

۱۰- ناطقی‌الهی در سال ۲۰۰۰، در مقاله‌ای به بحث در مورد وضعیت مدیریت بحران در ایران پرداخته است.

با توجه به اینکه در این پژوهش به دنبال سنجش و شناخت میزان آسیب‌پذیری مسکن شهر اصفهان در برابر خطر زلزله هستیم و به این کار در هیچ یک از منابع فوق پرداخته نشده است. لذا پژوهش حاضر به بررسی دقیق این مسأله خواهد پرداخت.

## مبانی نظری و ادبیات پژوهش

### ایمنی شهری<sup>۲</sup>

اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری را می‌توان در سه مفهوم کلیدی سلامت<sup>۳</sup>، آسایش<sup>۴</sup> و زیبایی<sup>۵</sup> خلاصه نمود (هیراسکار، ۱۹۸۹: ۱۵). موضوع ایمنی شهری در متون برنامه‌ریزی شهری به عنوان یک هدف ذکر نشده است. ایمنی تنها به عنوان یک معیار بهینه در تعیین مکان‌های

---

1-Mitchel  
2-Urban Safety  
3-Health  
4-Convenience  
5-Beauty

مناسب فعالیت و کاربری‌های شهری و در کنار معیارهای دیگری چون؛ سازگاری، آسایش، کارایی و مطلوبیت به کار رفته است (سعیدینیا، ۱۳۷۸: ۲۶-۲۳). اما مسأله‌ی حفاظت از جان انسان‌ها، متعلقات آنها و تأسیسات و تجهیزات شهری در مقابل مخاطرات طبیعی و انسانی آن قدر مهم است که می‌بایست یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری محسوب شود. مخاطرات طبیعی اجزای مهم تعامل بین طبیعت و انسان هستند و رابطه‌ی بین انسان و محیطش به صورت مثبت؛ یعنی استفاده‌ی انسان از منابع طبیعی و به صورت منفی؛ یعنی مخاطرات و بلایای طبیعی باید مورد توجه قرار گیرد (Adelekan, 2000: 33). از نظر برنامه‌ریزی شهری ایمنی شهری می‌تواند شامل کلیه تمهیدات و اقداماتی باشد که در قالب برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت باعث حفظ جان و مال ساکنان شهرها شود. این‌گونه برنامه‌ها می‌تواند به صورت برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، منطقه‌بندی شهری، مقاوم‌سازی و بهسازی لرزه‌ای بافت‌های فرسوده و... را با هدف ایمنی شهری شامل شود.

### مخاطرات طبیعی<sup>۱</sup>

بر اساس برنامه‌ی راهبردی بین‌المللی کاهش بلایای سازمان ملل<sup>۲</sup>، کلیه مخاطرات دو منشأ اصلی دارند؛ مخاطرات طبیعی و مخاطرات ناشی از فناوری<sup>۳</sup> (مخاطرات ناشی از فعالیت انسان)، (Moe and Pathranakul, 2006: 396). خطر<sup>۴</sup> طبیعی، پدیده‌ای طبیعی است که در محدوده‌ی سکونت بشر اتفاق افتاده، زندگی او را مورد تهدید قرار می‌دهد و ممکن است باعث وقوع بلایایی<sup>۵</sup> گردد. این قبیل مخاطرات به علل زمین‌شناختی، زیست‌شناختی، آب و هواشناختی و یا فرآیندهایی از این دست، در محیط زندگی به وجود می‌آیند (Smith, 1996: 5).

### خطر زلزله<sup>۶</sup> و بحران زلزله<sup>۷</sup>

زلزله، آزاد شدن ناگهانی انرژی بسیار زیادی در مدت زمان خیلی کوتاه است، که در اثر بروز اغتشاش در پوسته‌ی زمین به وقوع می‌پیوندد. زلزله ممکن است (دهها، صدها، یا هزاران سال) انرژی مسدود شده را در چند ثانیه آزاد کند (Gibson, 1997: 356). از دیدگاه برنامه‌ریزی

---

1-Natural Hazard  
 2-UN International Strategy for Disaster Reduction  
 3-Technological Hazard  
 4-Hazard  
 5-Disaster  
 6-Earthquake Hazard  
 7-Earthquake Crisis

شهری، زلزله، انهدام زندگی کسانی است که به جرم فقر، محکوم به ساختن شهرهای بدون برنامه و مسکن ارزان قیمت و غیرمقاوم هستند.

به تعبیری اقتصاد و معیشت خانواده، تعیین کننده‌ی طول عمر، سلامتی، زندگی و... می‌شود و آنان که ندارند در کشور زلزله‌خیزی چون ایران، محکوم به خطرات عدیده‌ای از جمله زلزله و پی‌آمدهای آن هم می‌شوند. شناخت پدیده‌ی زلزله راهی است که می‌تواند به بهینه‌سازی شرایط موجود شهرها کمک کند.

### آسیب‌پذیری شهری<sup>۱</sup>

آسیب‌پذیری اصطلاحی است که جهت نشان دادن وسعت و میزان خسارت احتمالی بر اثر وقوع سوانح طبیعی به جوامع، ساختمان‌ها و مناطق جغرافیایی به کار می‌رود. ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های موجود در واقع یک نوع پیش‌بینی خسارت‌دیدگی آنها در مقابل زلزله‌های احتمالی می‌باشد (زهرایی و ارشاد، ۱۳۸۴: ۲۸۷). به عبارت دیگر آسیب‌پذیری یک تابع ریاضی است و به مقدار خسارت پیش‌بینی شده برای هر عنصر در معرض خطرات مصیبت‌بار، با شدت معین، گفته می‌شود. تحلیل آسیب‌پذیری<sup>۲</sup> فرآیند برآورد آسیب‌پذیری عناصر معینی است، که در معرض خطر احتمالی ناشی از وقوع خطرات مصیبت‌بار هستند (Fischer III, Scharnberger and Geiger, 1996: 8). تحلیل آسیب‌پذیری شهری؛ تحلیل، ارزیابی و پیش‌بینی احتمال خسارت‌های جانی، مادی و معنوی شهر و ساکنان شهر در برابر مخاطرات احتمالی است.

### عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهرها

عوامل آسیب‌پذیری بسیار گوناگون می‌باشند (طبیعی، کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، بنیادی، قوانین و مقررات و...) و این عوامل همدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، نه به صورت منفرد، بلکه به شکل یک سیستم جامع. حتی گروه‌های آسیب‌پذیر از بحران‌ها نیز با عوامل جمعیتی چون سن، مذهب، اقلیت، فقر، سواد و ... در ارتباط هستند (Paton and Fohnston, 2001: 270).

1-Urban Vulnerability

2-Vulnerability Analysis

جدول ۱: متغیرهای مؤثر بر آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهرها

متغیر	تشریح انواع متغیرهای مؤثر
طبیعی	- ویژگی زمین‌لرزه یعنی عمق، بزرگی، مدت لرزش و زمان وقوع. - شرایط زمین‌شناسی و مرفولوژی ساختمانی زیربنای شهر شامل: دوری و نزدیکی به گسل، ویژگی و عمق مواد سطحی، ویژگی‌های سنگ بستر. - توپوگرافی و شیب.
کالبدی و ساختمانی	- کمیت و کیفیت شبکه‌ی معابر. - توزیع انواع کاربری‌ها یا رعایت همجواری‌ها. - تراکم واحدهای مسکونی در سطح و طبقات. - طرح ساختمان.
اجتماعی- اقتصادی	- تراکم جمعیت. - مدیریت بحران. - سطح سواد و فرهنگ. - وضعیت مالی ساکنان.

(حسین‌زاده، ۱۳۸۳: ۷۰).

مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده احتمال خطر شهرها و افزایش آسیب‌پذیری آنها شامل موارد زیر می‌شود:

- ۱- قرارگیری ساختگاه شهر بر روی گسل‌های مختلف؛
- ۲- تمرکز جمعیت؛
- ۳- عدم رعایت قوانین و مقررات مقاوم‌سازی؛
- ۴- وجود انبوهی از ساخت و سازهای غیرمجاز به صورت اسکان‌های غیررسمی؛
- ۵- بلندمرتبه‌سازی‌های غیرمجاز و غیراصولی درست بر روی خطوط گسل‌ها؛
- ۶- استفاده از مصالحی که ایمنی مسکن را به خطر می‌اندازد، مانند شیشه و آینه؛
- ۷- نداشتن برنامه‌های اصولی برای رویارویی با بحران‌های آتی؛
- ۸- نبود آمادگی لازم از طرف دولت و مردم در رویارویی با بحران زلزله؛
- ۹- نداشتن آموزش‌های لازم شهروندان در رویارویی با بحران‌ها؛

در عوض وجود عواملی می‌تواند خسارات ناشی از زلزله را کاهش دهد مثل تعداد، پراکندگی و بزرگی پارک‌ها و فضاهای باز، وجود مراکز امداد و نجات مناسب، بیمارستان‌ها، آتش‌نشانی‌ها، شبکه‌های ارتباطی مناسب، همکاری مناسب بین مردم و آموزش‌های لازم قبل از زلزله و استفاده‌ی مناسب از مراکز امداد و نجات.

### تجزیه و تحلیل شاخص‌ها

#### تحلیل شاخص‌های فضایی - کالبدی

##### تحلیل وضعیت تراکم

اولین شاخصی که در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته است شاخص تراکم می‌باشد. متغیرهای تراکم جمعیت در واحد مسکونی (بعد خانوار)، تعداد طبقه، تعداد واحد مسکونی در هر طبقه و تعداد اتاق در هر واحد مسکونی مهم‌ترین متغیرهای مورد بررسی می‌باشند. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که میانگین بعد خانوار ۴/۳۴ نفر در خانوار، میانگین تعداد طبقه ۲/۱۴ طبقه و میانگین تعداد واحد مسکونی ۱/۴۴ واحد در هر طبقه می‌باشد.

جدول ۲: وضعیت شاخص تراکم (جمعیت و مسکن)

آماره	تعداد اتاق	تعداد واحد	تعداد طبقه	بعد خانوار
تعداد	۳۳۷	۳۱۳	۳۴۰	۳۲۷
میانگین	۲/۴۶	۱/۴۴	۴/۳۴	۴/۳۴
میانه	۲	۱	۴	۴
نما	۲	۱	۴	۴

در مورد شاخص تراکم؛ رابطه‌ی تعداد اتاق در هر واحد مسکونی با میزان آسیب‌پذیری به این صورت است که هرچه میزان فضای آزاد در واحدهای مسکونی بیشتر باشد، میزان آسیب‌پذیری کمتر است. در نمونه‌ی مورد مطالعه اکثر واحدهای مسکونی دو اتاقه می‌باشند که به نسبت بعد خانوار (میانگین ۴/۳۴) مناسب نمی‌باشد. از نظر تعداد طبقات واحدهای مسکونی، اکثر واحدهای مسکونی چهار طبقه می‌باشند و میانگین تعداد طبقات ۴/۳۴ طبقه می‌باشد. این ارقام در ارتباط با تعداد واحد مسکونی در هر طبقه (میانگین ۲/۴۶) و بعد خانوار (میانگین ۴/۳۴) وضعیت بسیار نامطلوبی است.



جدول ۳: وضعیت شاخص تراکم مسکونی

شاخص تراکم مسکونی								
وضعیت تراکم اتاق در واحد مسکونی			وضعیت تراکم واحد در طبقه			وضعیت تراکم طبقه		
درصد تجمعی	درصد	تعداد اتاق در هر واحد	درصد تجمعی	درصد	تعداد واحد در هر طبقه	درصد تجمعی	درصد	تعداد طبقه
۱۰/۷	۱۰/۷	یک اتاقه	۷۴/۱	۷۴/۱	یک واحدی	۴۱/۵	۴۱/۵	یک طبقه
۵۶/۷	۴۶	دو اتاقه	۹۱/۱	۱۶/۹	دو واحدی	۷۸/۹	۳۷/۴	دو طبقه
۸۶/۴	۲۹/۷	سه اتاقه	۹۶/۲	۵/۱	سه واحدی	۹۵/۷	۱۶/۸	سه طبقه
۱۰۰	۱۳/۶	چهار اتاقه و بیشتر	۹۸/۱	۱/۹	چهار واحدی	۹۸/۶	۲/۹	چهار طبقه
—	—	—	۱۰۰	۱/۹	پنج واحدی و بیشتر	۹۹/۱	۰/۶	پنج طبقه
—	—	—	—	—	—	۱۰۰	۰/۹	شش طبقه و بیشتر

### تحلیل وضعیت مقاومت مصالح

شاخص مصالح مهم‌ترین شاخص مورد بررسی می‌باشد، که متغیرهای مورد بررسی آن شامل سال ساخت بنا، مصالح استفاده شده در ساختمان، مصالح نمای ساختمان و نوع اسکلت بنا می‌باشد. در مورد نوع مصالح با توجه به انواع مصالحی که مورد بررسی قرار گرفته است<sup>۱</sup> و بر اساس شاخص‌های استاندارد موجود در مورد مقاومت مصالح، با تحلیل‌های صورت گرفته مسکن بر اساس نوع مصالح به چهار گروه بی‌دوام، کم‌دوام، نیمه‌بادوام و بادوام تقسیم‌بندی شده است.

تحلیل‌ها نشان می‌دهد؛ ۲۳/۲ درصد از مسکن مورد مطالعه از نظر مصالح بی‌دوام، نیمه‌بادوام و کم‌دوام می‌باشند و ۷۶/۸ درصد از مسکن با مصالح بادوام ساخته شده‌اند. باید توجه داشت که از نظر شاخص‌های دیگر ممکن است مسکن با مصالح بادوام که حدود ۷۶/۸ درصد را شامل می‌شوند، آسیب‌پذیرتر نیز باشند، چرا که این نسبت فقط مربوط به آسیب‌پذیری مسکن از نظر نوع مصالح است.

۱- مصالح استفاده شده در ساخت مسکن شامل گزینه‌های زیر بوده است: الف- آجر و آهن یا سنگ و آهن. ب- آجر و چوب یا سنگ و چوب. پ- بلوک سیمانی (با هر نوع سقف). ج- تمام آجر یا سنگ و آجر. د- تمام چوب. و- خشت و گل یا خشت و چوب. ی- سایر مصالح.

جدول ۴: وضعیت مقاومت مصالح مساکن

مقاومت مصالح	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
بی‌دوام	۰/۳	۰/۳
کم‌دوام	۹	۹/۳
نیمه‌بادوام	۱۳/۹	۲۳/۲
بادوام	۷۶/۸	۱۰۰

در مورد نمای ساختمان<sup>۱</sup> به جهت آسیب‌رسانی آن به عنوان یک متغیر توجه شده است. نمای ساختمان از نظر میزان خطر به سه گونه نمای خطرناک، نمای با خطر متوسط و نمای کم خطر تقسیم شده است. در مورد نمای مساکن باید گفت، نماهای با خطر زیاد که عمدتاً شامل نمای آئینه و شیشه است، بیشتر مربوط به ساخت و سازهای سال‌های اخیر است.

جدول ۵: وضعیت میزان خطر نمای مساکن

میزان خطر نمای ساختمان	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
خطرناک	۱/۸	۱/۸
خطر متوسط	۷۱/۲	۷۳
خطر کم	۲۷	۱۰۰

در مورد اسکلت مساکن ۸۳/۵ درصد اسکلت مساکن مورد مطالعه از نوع فلزی و بتون‌آرمه می‌باشد و با نوع مصالح به کار رفته نیز در تطابق است.

جدول ۶: وضعیت نوع اسکلت بنا

انواع اسکلت	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
فلزی	۵۳/۳	۵۳/۳
بتون‌آرمه	۳۰/۲	۸۳/۵
سایر	۱۶/۳	۱۰۰

۱- نمای استفاده شده در مساکن مورد مطالعه شامل؛ سنگ، آجر، سیمان، شیشه، آلومینیوم، آینه و یا ترکیبی از این موارد می‌باشد.

جدول ۷: رابطه‌ی بین قدمت ساختمان و مقاومت مصالح

جمع (درصد)	مقاومت مصالح				قدمت ساختمان
	بادوام	نیمه‌بادوام	کم‌دوام	بی‌دوام	
۴/۲۲	۰/۹	۰/۹	۱/۵۱	۰/۹	قبل از سال ۱۳۰۰
۳/۵۲	۰/۹	۰/۹	۰/۶	۰/۶	از سال ۱۳۰۱ تا ۱۳۱۰
۳/۵۲	۰/۶	۰/۹	۰/۹	۰/۶	از سال ۱۳۱۱ تا ۱۳۲۰
۲/۴۱	۰/۹	۰/۶	۰/۶	۰/۳	از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۳۰
۴/۸۳	۲/۴۱	۱/۲	۰/۹	۰/۳	از سال ۱۳۳۱ تا ۱۳۴۰
۱۰/۲۷	۶/۰۴	۱/۵۱	۲/۱۱	۰/۶	از سال ۱۳۴۱ تا ۱۳۵۰
۲۳/۲۶	۱۹/۰۳	۲/۱۱	۱/۸۱	۰/۳	از سال ۱۳۵۱ تا ۱۳۶۰
۲۰/۲۴	۱۵/۷	۳/۵۲	۰/۹	۰/۶	از سال ۱۳۶۱ تا ۱۳۷۰
۲۸/۷	۲۳/۲۶	۳/۶۲	۱/۵۱	۰/۳	از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۵
۱۰۰	۶۹/۷	۱۴/۸	۱۰/۸۷	۴/۵۳	جمع (درصد)

نتیجه کلی از شاخص مقاومت مصالح به این صورت است که؛ مسکن مورد مطالعه از لحاظ نوع مصالح، نوع اسکلت بنا و سال ساخت بنا در وضعیت مناسبی قرار دارند، اما از لحاظ مصالح نمای ساختمان با توجه به اینکه ۷۳ درصد از مسکن، نمای با خطر متوسط و زیاد دارند و این روند در ساخت و سازهای سال‌های اخیر رو به رشد است، آسیب‌پذیری مسکن و فضاهای شهری (معابر) را افزایش می‌دهد.

#### تحلیل وضعیت دسترسی به مراکز امداد و نجات

این شاخص شامل عرض معبر، داشتن یا نداشتن کوچه‌ی بن‌بست و دسترسی به مراکز امداد و نجات می‌باشد. در مورد عرض معبر میانگین عرض معبر واحدهای مسکونی مورد مطالعه ۵/۵۵ متر می‌باشد و در مورد قرار گرفتن در کوچه بن‌بست، نتایج نشان می‌دهد ۳۸/۱ درصد واحدهای مسکونی در کوچه بن‌بست قرار گرفته‌اند. رقم ۳۸/۱ درصد، به علت وجود بافت‌های قدیمی و تاریخی در شهر اصفهان، رقم بسیار بالایی است. در مورد دسترسی به مراکز امداد و نجات به این صورت عمل شده است که بر اساس شاخص‌های استاندارد موجود فاصله‌ی مراکز خدمات امداد و نجات و بر اساس حوزه‌ی عملکردی هر کدام از مراکز امداد و نجات (محل، ناحیه یا منطقه شهری) و شعاع دسترسی به تحلیل وضع موجود پرداخته شده است.

جدول ۸: حوزه‌ی خدمات‌رسانی و شعاع دسترسی خدمات امداد و نجات

مرکز پلیس	داروخانه	مرکز اورژانس	بیمارستان	آتش‌نشانی	مراکز امداد و نجات فاصله واحد مسکونی
منطقه شهری	ناحیه شهری	ناحیه شهری	منطقه شهری	منطقه شهری	حوزه خدمات‌رسانی
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۶۵۰-۷۵۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۰۰۰	شعاع دسترسی (متر)

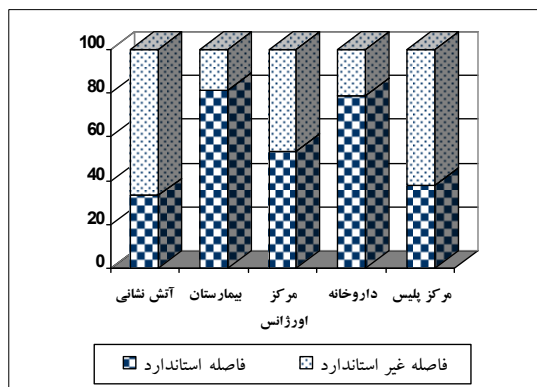
(شبیعه، ۱۳۷۶: ۱۷۷-۱۷۶) و (حبیبی و مسائلی، ۱۳۷۸: ۱۶).

در نهایت پس از انطباق داده‌های وضع موجود با استانداردها، نتایج زیر حاصل شده است:

جدول ۹: تحلیل رعایت فاصله واحد های مسکونی از مراکز امداد و نجات (ارقام به درصد)

مرکز پلیس	داروخانه	مرکز اورژانس	بیمارستان	آتش‌نشانی	مراکز امداد و نجات فاصله واحد مسکونی
۳۷/۷	۷۸/۶	۵۳/۵	۸۱/۲	۳۳/۲	فاصله مناسب (استاندارد)
۶۲/۳	۲۱/۴	۴۶/۵	۱۸/۸	۶۶/۸	فاصله نامناسب (غیراستاندارد)

تحلیل دسترسی مسکن به مراکز امداد و نجات نشان می‌دهد، فاصله‌ی واحدهای مسکونی از ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مرکز اورژانس و مرکز پلیس، در وضعیت بسیار بحرانی قرار دارند.

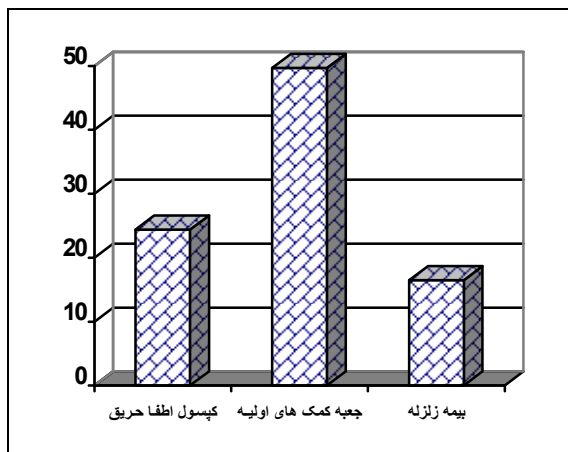


نمودار ۱: وضعیت فاصله‌ی واحدهای مسکونی از مراکز امداد و نجات (ارقام به درصد)

### تحلیل شاخص‌های انسانی - اجتماعی

#### تحلیل وضعیت امکانات در مواقع بحرانی

داشتن امکانات اولیه در مواقع بحرانی یکی دیگر از شاخص‌های مهم در شناخت میزان آسیب‌پذیری انسانی به حساب می‌آید. امکاناتی چون جعبه‌ی کمک‌های اولیه و کپسول اطفای حریق به‌خصوص در ساعات اولیه‌ی بحران زلزله بسیار مهم به نظر می‌رسد. داشتن بیمه زلزله نیز به عنوان یک شاخص مهم از حیث اطمینان خاطر روحی در مواقع بحرانی به حساب می‌آید.

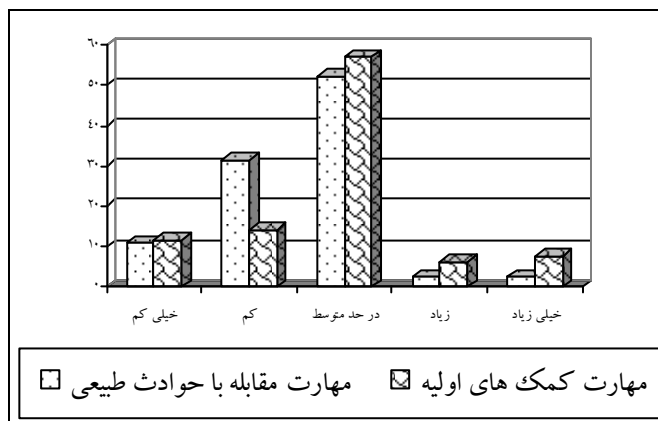


نمودار ۲: درصد بهره‌مندی خانوارها از امکانات اضطراری و بیمه زلزله (ارقام به درصد)

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد وضعیت امکانات اضطراری در مسکن شهری اصفهان بسیار نامطلوب است. حدود ۵۰ درصد مسکن از نظر داشتن جعبه کمک‌های اولیه، به عنوان ابتدایی‌ترین و در عین حال مهم بهره‌مند می‌باشند. از نظر کپسول اطفای حریق، نیز وضع بسیار نامطلوب می‌باشد. حتی مسکنی که در آنها کپسول اطفای حریق وجود دارد، کپسول‌هایی است که شارژ سالیانه نشده‌اند و عملاً بدون استفاده هستند. در مورد بیمه‌ی زلزله؛ عدم آگاهی خانواده‌ها از وجود چنین بیمه‌ای از یک طرف و اطمینان خاطر آنها از آینده باعث شده که تنها ۱۶/۵ درصد خانوارها، مسکن شان دارای بیمه زلزله باشد.

#### تحلیل وضعیت آموزش و آگاهی

این شاخص شامل سطح سواد، میزان آموزش کمک‌های اولیه، میزان آموزش مقابله با حوادث طبیعی و آگاهی از مقاومت مسکن می‌باشد. بر اساس مطالعه‌ی انجام شده ۳۵/۲ درصد از خانوارها آموزش مقابله با حوادث طبیعی، ۳۷/۶ درصد آموزش کمک‌های اولیه و ۵۲/۲ درصد از میزان مقاومت مسکن خود آگاهی دارند. در ضمن سطح آموزش بین افراد آموزش دیده نیز در سطح بسیار پایینی قرار دارد. تحلیل دیگری که در این شاخص مورد استفاده قرار گرفته است، تحلیل همبستگی بین متغیرهای سطح سواد و میزان آموزش کمک‌های اولیه، میزان آموزش مقابله با حوادث طبیعی و میزان آگاهی از مقاومت مسکن است.



نمودار ۳: میزان مهارت آموزش خانوارها در مواقع بحرانی (ارقام به درصد)

جدول ۱۰: تحلیل همبستگی بین میزان تحصیلات با میزان مهارت کمک های اولیه و مهارت مقابله با حوادث طبیعی

نوع آزمون	آماره	تحصیلات	میزان مهارت کمک های اولیه	میزان مهارت آموزش مقابله با حوادث طبیعی	
Kendall's tau b	تحصیلات	Correlation Coefficient	1.000	0.167(*)	0.051
		Sig. (2-tailed)	.	0.035	0.550
		N	339	128	116
	میزان مهارت کمک های اولیه	Correlation Coefficient	0.167(*)	1.000	0.400(**)
		Sig. (2-tailed)	0.035	.	0.000
		N	128	128	80
	میزان مهارت آموزش مقابله با حوادث طبیعی	Correlation Coefficient	0.051	.400(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.550	0.000	.
		N	116	80	117
Spearman's rho	تحصیلات	Correlation Coefficient	1.000	.184(*)	.054
		Sig. (2-tailed)	.	0.037	0.565
		N	339	128	116
	میزان مهارت کمک های اولیه	Correlation Coefficient	0.184(*)	1.000	0.424(**)
		Sig. (2-tailed)	0.037	.	0.000
		N	128	128	80
	میزان مهارت آموزش مقابله با حوادث طبیعی	Correlation Coefficient	0.054	0.424(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.565	0.000	.
		N	116	80	117

\*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). \*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

$R_s=0.167$   $n=128$   $p<0.05$

$r_s=0.184$   $n=128$   $p<0.05$

$r_s=0.051$   $n=116$   $p<0.05$

$r_s=0.054$   $n=116$   $p<0.05$

بر اساس تحلیل همبستگی انجام شده رابطه‌ی مستقیم و معناداری بین سطح سواد خانوارهای مورد مطالعه و میزان آموزش مواقع بحرانی وجود دارد. به عبارتی با افزایش یکی، افزایش دیگری اتفاق می‌افتد.

جدول ۱۱: تحلیل همبستگی بین میزان تحصیلات با میزان آگاهی از مقاومت مسکن

نوع آزمون	آماره	تحصیلات	آگاهی از میزان مقاومت مسکن
Kendall's tau b	تحصیلات	Correlation Coefficient	1.000
		Sig. (2-tailed)	.
		N	339
	آگاهی از میزان مقاومت مسکن	Correlation Coefficient	0.127(*)
		Sig. (2-tailed)	0.015
		N	338
Spearman's rho	تحصیلات	Correlation Coefficient	1.000
		Sig. (2-tailed)	.
		N	339
	آگاهی از میزان مقاومت مسکن	Correlation Coefficient	0.133(*)
		Sig. (2-tailed)	0.015
		N	338

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

$r_s=0.127$   $n=338$   $p<0.05$        $r_s=0.133$   $n=338$   $p<0.05$

بر اساس تحلیل همبستگی انجام شده رابطه‌ی مستقیم و معناداری بین سطح سواد خانوارهای مورد مطالعه و میزان آگاهی از مقاومت مسکن وجود دارد. به عبارتی با افزایش یکی، افزایش دیگری اتفاق می‌افتد. تحلیل مذکور در جداول زیر نشان داده شده است.

## نتیجه‌گیری

در پایان پس از تحلیل‌های صورت گرفته، نتایج زیر به دست آمده است:

۱- از لحاظ شاخص تراکم (مسکونی و جمعیت)، مسکن شهر اصفهان در آسیب‌پذیری متوسط قرار دارند.

۲- متوسط بعد خانوار نمونه مورد مطالعه ۴/۳۴ نفر در خانوار می باشد، که با آمارهای رسمی نیز سنخیت دارد، این متوسط بعد خانوار در ارتباط با تعداد اتاق در هر واحد مسکونی (میانگین ۲/۴۶) و میانگین تعداد طبقات واحدهای مسکونی (۴/۳۴)، در وضعیت نامطلوبی قرار دارد.

۳- تحلیل وضعیت مقاومت مصالح نشان می‌دهد ۳۲/۲ درصد از مسکن شهر بی‌دوام، نیمه‌بادوام و کم‌دوام می‌باشند، که رقم نسبتاً بالایی است.

۴- ممکن است که مسکنی از لحاظ نوع مصالح بادوام باشند ولی از نظر نوع نما، به جهت به‌کار بردن نمای شیشه و آئینه، آسیب‌پذیری مسکن بالا رفته باشد.

۵- از نظر شاخص دسترسی مسکن شهر به مراکز امداد و نجات، به ویژه آتش‌نشانی، مرکز اورژانس و مرکز پلیس، شهر اصفهان در مواقع بحرانی مانند زلزله‌های احتمالی، وضعیت بسیار نامطلوبی دارد.

۶- درصد بهره‌مندی مسکن شهر اصفهان از کپسول اطفای حریق، جعبه کمک‌های اولیه و بیمه زلزله بسیار پایین است.

۷- نتایج حاصل از وضعیت آموزش و آگاهی شهروندان در برابر مخاطرات طبیعی، حاکی از این است که ۳۵/۲ درصد شهروندان آموزش مقابله با حوادث طبیعی و ۳۷/۶ درصد آموزش کمک‌های اولیه را دیده‌اند. این در حالی است که میزان مهارت اکثر افراد آموزش دیده نیز در حد متوسط است.

۸- در کنار به‌کار بردن تمهیداتی کالبدی، اطلاع‌رسانی در زمینه‌ی میزان آسیب‌پذیری محل سکونت شهروندان و بالا بردن آموزش و آگاهی آنها در مواقع بحرانی یکی از راهکارهای مهم در کاهش آسیب‌پذیری مسکن شهری می‌باشد.

۹- با توجه به ارتباط مثبت و مستقیم بین سطح سواد و میزان آموزش‌های لازم در مواقع بحرانی، به نظر می‌رسد می‌بایست آموزش‌های ضروری را در سطوح تحصیلی مختلف وارد کرد و از این طریق زمینه‌ی کاهش آسیب‌پذیری شهر را تا حدودی فراهم نمود.



## پیشنهادها

- بر اساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر و با تکیه بر راهکارهای برنامه‌ریزی شهری، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:
- ۱- پژوهش و مطالعه در زمینه‌ی آسیب‌پذیری مسکن شهری، به ویژه در مورد شهرهایی که احتمال وقوع زلزله در آنها وجود دارد، اصل اولیه در زمینه‌ی ایمنی شهری است.
  - ۲- توسعه‌ی فیزیکی شهر اصفهان (افقی و عمودی) باید همراه با در نظر گرفتن اصل ایمنی شهری، توان لرزه‌خیزی و احتمال خطر زلزله شهر در مقابل زلزله‌های احتمالی باشد.
  - ۳- در ساخت و سازهای جدید باید علاوه بر تأکید بر مقاوم‌سازی مصالح، به ایمن‌سازی نمای ساختمان‌ها نیز توجه بسیار شود.
  - ۴- در مورد نحوه‌ی پراکنش مراکز امداد و نجات (آتش‌نشانی، بیمارستان، مرکز پلیس و...)، باید بر اساس تراکم جمعیت، وضعیت شبکه‌ی معابر، دسترسی و ضریب احتمال خطر مناطق مختلف شهر باشد.
  - ۵- آموزش شهروندان از چگونگی مواجهه با مخاطرات طبیعی و بالا بردن آگاهی آنان امری بسیار ضروری است که می‌تواند در کنار تمهیداتی چون مقاوم‌سازی و سبک‌سازی به کار رود.
  - ۶- با به کار بردن اصول برنامه‌ریزی شهری همچون برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، منطقه‌بندی شهری، تمرکززدایی، بهسازی لرزه‌ای بافت‌های شهری و ... می‌توان ضریب آسیب‌پذیری شهرها را در مقابل مخاطرات طبیعی کاهش داد.

## منابع و مأخذ

- ۱- آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جایکا) و مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ (۱۳۸۰). مطالعه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ، شهرداری تهران.
- ۲- ایری، عبدالجلال (۱۳۷۷). برنامه‌ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری، نمونه موردی منطقه ۲۰ شهر تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی.
- ۳- حسین‌زاده، سید رضا (۱۳۸۳). برنامه‌ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. شماره سوم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۴- زهرائی، سید مهدی و ارشاد، لیلی، (۱۳۸۴). بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های شهر قزوین. نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران. جلد ۳۹. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- ستوده، بابک (۱۳۸۰). برنامه‌ریزی کاربری زمین و اصلاح معابر جهت ایمن‌سازی در برابر زلزله (نمونه موردی محله باغ فردوس شهرداری منطقه یک تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران
- ۶- سعیدنیا، احمد، (۱۳۷۸). کاربری زمین شهری، نشریه شماره ۹۹. انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری.
- ۷- صفایی، همایون (۱۳۸۲). ضرورت توجه به پتانسیل‌های لرزه‌خیزی گسل‌های فعال ناحیه‌ی اصفهان. ماهنامه فنی - تخصصی دانش نما. سال دوازدهم. شماره‌ی پیاپی ۱۰۹-۱۰۷، انتشارات سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان.
- ۸- صفایی، همایون (۱۳۸۳). طرح پژوهشی شناسایی و بررسی توان لرزه‌ای گسل‌های اطراف اصفهان، معاونت شهرسازی و معماری شهرداری اصفهان.
- ۹- علیدوستی، سیروس (۱۳۶۹). کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات ناشی از زلزله، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۱۰- مهاجر اشجعی، ارسلان (۱۳۶۰). ثبت و تفسیر لرزه‌های محلی و ویژگی‌های زلزله‌خیزی مناطق اصفهان و شهرکرد، امور ویژه زلزله‌شناسی سازمان انرژی اتمی ایران.
- ۱۱- هیراسکار، جی. کی (۱۹۸۹). درآمدی بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، ترجمه محمد سلیمانی و احمد رضا یکانی‌فرد. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه تربیت معلم تهران.
- 12- Adelekan, 2000: 3 Gibson, Gary (1997). "An introduction to seismology", Disaster prevention and management, Volume 6, Number 5, MCB university press, Emerald Group Limited.
- 13- Fischer III, Henry, Scharnberger, Charls K and Geiger, Charles J (1996). "Reducing Seismic Vulnerability in low to modarate risk areas ", Disaster Prevention and Management, Volume 5, Number 4, MCB University, ISSN 0965- 3562.

- 14- Ghafory-Ashtiany, M (1999). "Rescue Operation and Reconstructions in Iran", Disaster Prevention and Management, Volume 8, Number 1, MCB University, ISSN 0965- 3562.
- 15- Gibson, Gary (1997). "An introduction to seismology", Disaster prevention and management, Volume 6, Number 5, MCB university press, Emerald Group Limited.
- 16- Mehrabian, Ali & Haldar, Achintya, ( 2005). "Some Lessons Learned From Post-Earthquake Damage Survey of Structures in Bam, Iran Earthquake of 2003", Structural Survey, Vol 23, N0 3, Emerald Grope Publishing Limited, 0263-080x.
- 17- Mitchel, James k (1999). " Megacities and Natural Disasters: a Comparative analysis", Geojournal 49, 2000 Kluwer Publishers: Printed in the Netherlands.
- 18- Moe, Tun Lin and Pathranakul, Pairote, ( 2006 ). An integrated approach to natural disaster management Public project management and its critical success factors, Disaster Prevention and Management, Vol. 15 No. 3, Emerald Group Publishing Limited.
- 19- Nateghi -A, Fariborz (2000). "Existing and Proposed Earthquake Disaster management Organization for Iran, Disaster Prevention and Management, Volume 9, Number 3, MCB University, ISSN 0965- 3562.
- 20- Nateghi-A , Fariborz ( 2001). " Earthquake Scenario for the Mega – City of Tehran", Disaster Prevention and Management, Volume 10, Number 2, MCB University, ISSN 0965- 3562.
- 21- Paton, Douglas and Fohnston, David (2001), "Disaster and communities: vulnerability, resilience and preparedness, Disaster Prevention and Management, Volume 10, Number 4, MCB University, ISSN 0965- 3562.
- 22- Smith, Keith (1996). Environment Hazards, Assessing Risk and Reducing disaster, 2nd ed, Routledge, New york and London.

