

بررسی نقش الگوی بافت شهر در کاهش آسیب های کالبدی ناشی از زلزله نمونه موردی: شهرک غرب و درکه (منطقه ۲ شهر تهران)

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۱۲/۰۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱۰/۰۸

الهام امینی^۱ (دکترای شهرسازی و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس)
مریم برومند* (کارشناس ارشد شهرسازی، مدرس مدعو در دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس و عضو
باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی)

چکیده

علی رغم پیشرفت های شگرف انسان در تکنولوژی، زلزله همچنان پدیده ای غیر قابل پیش بینی بوده که هرگونه بی توجهی در چگونگی مقابله با آن آسیب های زیادی را به سکونتگاه های انسانی وارد می سازد. دانش شهرسازی به سبب گستردگی و تنوع مباحث خود می تواند نقش موثری را در کاهش آسیب های ناشی از زلزله ایفا نماید. هدف مقاله حاضر شناخت مسایل و مشکلات موجود در زمینه ی الگوهای رایج بافت شهری و چاره اندیشی نسبت به مشکلات ناشی از آن در برابر زلزله است. روش انجام این پژوهش، برگرفته از نتایج بررسی های توصیفی- استنتاجی و کتابخان های طرح ریزی شده و روش تحلیلی آن استنتاجی- مدل سازی می باشد. همچنین از دانش های نوین GIS^۲ و AHP^۳ در کنار معیارهای شهرسازی برای سنجش آسیب پذیری دو الگوی رایج بافت شهری، شطرنجی و ارگانیک، استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که بافت شطرنجی شرایط بهتری را در کاهش آسیب های ناشی از زلزله نسبت به بافت ارگانیک فراهم می کند.

واژه های کلیدی:

شهرسازی، زلزله، بافت شهر، الگو.

* نویسنده رابط: mry.brmd@gmail.com

^۱ dr_elham.amini@yahoo.com

^۲ Geographic Information System

^۳ Analytic Hierarchy Process

مقدمه

زلزله صرف نظر از آنکه یک پدیده‌ی طبیعی تلقی می‌شود، در طول تاریخ همواره روی دیگری نیز داشته است: فاجعه. اگرچه دانش پیشرفته‌ی امروز به بسیاری از اطلاعات در مورد چگونگی وقوع زمین لرزه و آثار آن پی برده است، اما زلزله هنوز به عنوان پدیده‌ای مهار نشدنی تلقی شده و رخداد آن آسیب‌های زیادی را در شهرها به ویژه در کشورهای در حال توسعه سبب می‌گردد. در طول قرن بیستم حدود ۱۱۰۰ زلزله مرگبار در ۷۵ کشور جهان رخ داده که علاوه بر خسارات مادی فراوان، جان حداقل ۱/۵ میلیون نفر را گرفته است. با فرض ثابت بودن متوسط روند مرگ و میر پیش‌بینی می‌شود در قرن ۲۱ حداقل ۲ میلیون نفر دیگر نیز در اثر زلزله از بین بروند. نتیجه این فاجعه ضرر ۵ تریلیون دلاری در اقتصاد جهانی و در حد معادل آن، ویرانی ناشی از بناها و ساختمان‌ها خواهد بود (Nicholas, 2005). شواهد نشان می‌دهد تهدید زلزله در نواحی شهری در سطح جهانی در حال گسترش بوده و این تهدید با روند رو به افزایش، مشکلی از مشکلات کشورهای در حال توسعه است (Tucker et al, 1994: 10). به طوری که تخمین زده می‌شود حدود ۹۵ درصد از کل قربانیان بلایای طبیعی - چون زلزله - در جهان از کشورهای در حال توسعه بوده و تلفات ناشی از این گونه حوادث در این کشورها ۲۰ برابر بیش تر از حوادث مشابه در کشورهای توسعه یافته است (Kreimer et al, 2003: 2). راه‌های خطی و یک طرفه به مساله بلایای طبیعی که به آن به صورت یک پدیده ایستا می‌نگرند، نشان داده‌اند که در ۲۵ سال گذشته نتوانسته‌اند صدمات ناشی از بلایای طبیعی را کاهش دهد. برای اصطلاح این فرآیند برنامه‌ریزان باید به سوی کاهش پایدار عوارض بلایای طبیعی حرکت کنند (Mileti, 1992: 2). در این میان آنچه که به نظر می‌رسد کم تر مورد توجه قرار گرفته، نقشی است که دانش شهرسازی می‌تواند در کاهش خسارات ناشی از زلزله ایفا نماید. در مقاله حاضر ابتدا مبانی نظری و تجربیات جهانی مطرح گردیده که بر اساس آن‌ها شاخص‌های پژوهش تعیین می‌گردند. سپس با توجه به روش تحقیق، مدل تحلیلی تشریح می‌شود. در پایان نتایج به دست آمده بر اساس مدل پژوهش در محدوده‌های مورد مطالعه بیان شده است.

روش تحقیق

تحقیق حاضر یک پژوهش کاربردی محسوب می‌گردد چرا که از ابتدا کاربری نتایجی که از این تلاش به دست می‌آید، مشخص است. هدف اصلی این پژوهش راهبردی، شناخت مسائل

و مشکلات موجود در زمینه الگوهای رایج بافت شهری و چاره اندیشی نسبت به مشکلات ناشی از آن در برابر زلزله است. در این مسیر از مطالعات کتابخان های، بررسی تجارب جهانی، مدل های مرتبط موجود در ایران، طرح های انجام شده به ویژه مجموعه پژوهش های مرکز مقابله با سوانح طبیعی ایران به مدیریت دکتر حسین بحرینی در بافت شهرهای منجیل، لوشان و رودبار (۱۳۶۹)، نتایج حاصل از زلزله های گذشته و تحقیقات مرتبط با موضوع زلزله و بافت شهر، استفاده شده است. پس از انجام این مطالعات، شاخص های انتخاب شده پایه تدوین مدل تحلیلی پژوهش بوده و برای بررسی و آزمون صحت و دقت این شاخص ها، از تکنیک AHP برای وزن دهی و ارزش گذاری شاخص ها استفاده شده است. در مرحله ی بعد، آسیب پذیری ناشی از هریک از شاخص ها در نرم افزار GIS بر روی محدوده های انتخابی شهرک غرب و درکه مشخص شده و سپس با لحاظ کردن ضریب اهمیت حاصل از مرحله پیشین (AHP) این محدوده های آسیب پذیری با دقت بیش تری تعیین خواهند شد. در نهایت نقشه ای به دست خواهد آمد که در آن طبق مدل تحلیل پیشنهادی، آسیب پذیری ناشی از زلزله در حد قطعات به دست می آید.

پیشینه تحقیق

با توجه به فرارگیری ایران بر روی کمربند آلپ- هیمالیا و لرزه خیزی بالای آن، زلزله و مباحث مرتبط با آن در کشور همواره در مرکز توجه قرار داشته است. اگر چه بر اساس گزارش دفتر برنامه ریزی سازمان ملل متحد، ایران رتبه نخست را در تعداد زلزله های بالای ۵/۵ ریشتر در سال دارد (UNDP, 2004: 35) با این حال هنوز برنامه مدون و نظام مندی در کشور جهت کاهش آسیب های ناشی از زلزله منطبق با ویژگی های بومی مناطق، تهیه نشده است. کامل ترین برنامه مطالعاتی انجام شده در کشور پروژه پهنه بندی تهران بزرگ با همکاری آژانس همکاری های بین المللی ژاپن (جایکا) است که در فاصله زمانی فروردین ماه سال ۱۳۷۸ تا آذر ماه سال ۱۳۷۹ صورت گرفت (JICA, 2000). در این طرح همان گونه که از نام آن بر می آید آسیب پذیری ناشی از چهار مدل زلزله ناشی از گسل شمال تهران، گسل ری، گسل مشاء و مدل شناور برای شهر تهران برآورد گردید. طرح مطالعاتی مرکز مقابله با سوانح طبیعی ایران که در سال ۱۳۷۳ به سرپرستی دکتر حسین بحرینی و همکاری مهندس ملیحه حمیدی در حوزه منجیل، لوشان و رودبار تحت عنوان نقش فرم، الگو و اندازه سکونتگاه ها در کاهش خطرات ناشی از وقوع زلزله نیز پژوهش مفیدی در این زمینه است. مطالعات جایکا علی رغم آن که

ساختار مهندسی‌واری داشته اما مشخصا تاکیدى بر مساله بافت شهری نداشته و خروجی‌های آن در مقیاس ریزپهنه‌های شهری به دست می‌آید. طرح مطالعاتی مرکز مقابله با سوانح طبیعی اگرچه منجر به تهیه نقشه‌های آسیب پذیری نگردیده و مدل فنی ارائه نمی‌دهد اما از آنجا که توسط متخصصان شهرسازی و با تاکید بر بافت و فرم شهر انجام پذیرفته، منبع نظری خوبی برای مقاله حاضر محسوب می‌گردد.

بررسی تجارب جهانی درباره برنامه‌ریزی کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله

در ادبیات مربوط به مباحث زلزله، آسیب‌پذیری به صورت میزان تحمل، پایداری و یا نجات از اثرات یک بلای طبیعی در بلند مدت و به همان نسبت در کوتاه مدت تعریف شده است (Mileti, 1999: 106). به طور کلی می‌توان گفت آسیب‌پذیری شهری در مقابل حوادث طبیعی مانند زلزله، تابعی از رفتارهای انسانی بوده که نشانگر درجه تاثیرپذیری یا قابلیت ایستادگی واحدهای اقتصادی-اجتماعی و یا دارایی‌های فیزیکی شهری در برابر خطر طبیعی می‌باشد (Rashed and Weeks, 2003: 547). هدف نهایی از انجام پژوهش حاضر دستیابی به راه حلی است که بتواند آسیب‌های ناشی از زلزله را کاهش دهد. بنابراین ضرورت دارد ابتدا تجارب جهانی مرتبط با موضوع مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور اقدامات صورت گرفته در دو کشور در حال توسعه (هندوستان و کلمبیا) و دو کشور توسعه یافته (امریکا و ایتالیا) مورد مطالعه قرار گرفته است.

الف) هندوستان

کشور هند از جمله کشورهایی است که برنامه‌ریزی و سامانه مناسبی برای مدیریت ریسک و بحران دارد. این کشور علاوه بر استفاده از سامانه اطلاعات مکانی، از روش سنجش از دور (RS)^۱ نیز برای مدیریت بحران استفاده می‌کند. هدف این سیستم، یافتن مناطق تحت خطر، براساس مکان ساختمان‌ها، کاربری زمین، استانده‌های ساختمان و ارائه خدمات بهینه آتش‌نشانی برای مدیریت پاسخگویی اضطراری است. سامانه پاسخگویی اضطراری، با جمع‌آوری داده‌های مکانی-توصیفی و برقراری ارتباط آن‌ها، به انجام تجزیه و تحلیل مکانی و هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی می‌پردازد. داده‌های مکانی در این سیستم شامل نقشه‌های کاربری زمین، نقشه محلات فقیرنشین، ایستگاه‌های آتش‌نشانی، ایستگاه‌های پلیس، مخازن آب و شبکه راه‌ها

¹ Remote Sensing

می‌شود. داده‌های توصیفی آن شامل سرعت حرکت خودروها، زمان، تراکم، سن منطقه، جمعیت محله‌های فقیرنشین و نام ایستگاه‌های آتش‌نشانی و پلیس است. با ورود این اطلاعات به سامانه اطلاعات مکانی و ترکیب آن‌ها با یکدیگر، مناطق پر خطر^۱ شناسایی می‌شوند. سپس شیوه‌ی دسترسی به این مناطق با استفاده از داده‌های راه و سرعت حرکت خودروها مشخص می‌شود (فتحی، ۱۳۸۵: ۵۱).

ب) کشور کلمبیا

شهر بوگوتا پایتخت کشور کلمبیا است. از سال ۱۹۸۰ به بعد به دلیل خسارت‌های شدیدی ناشی از زلزله در این شهر، مسوولان تصمیم به ایجاد مدلی برای تخمین ریسک زلزله گرفتند. مدل مذکور در سال ۱۹۹۵ تهیه شد که مراحل سه‌گانه کاهش ریسک‌پذیری و تخمین ریسک زلزله در آن عبارتند از:

۱. ارزیابی خطر لرزه‌ای و ریز پهنه‌بندی شهر

۲. تخمین سناریوهای مربوط به زیان‌های ناشی از زلزله

۳. فرموله کردن و به کارگیری سنجه‌های کاهش خطرپذیری زلزله

پس از تهیه‌ی داده‌های مورد نیاز به عنوان ورودی مدل، تمامی این اطلاعات در پایگاه داده اطلاعاتی گردآوری و طبقه‌بندی می‌شوند. در مرحله‌ی بعد، با مشخص کردن درجه‌ی اهمیت هر یک از این شاخص‌ها و میزان آسیب‌پذیری اولیه‌ی آن‌ها در شرایط طبیعی و نیز میزان آسیب‌پذیری در شرایط وقوع زلزله، تخمین ریسک زلزله‌ای برای این شهر صورت گرفت. در سال ۲۰۰۳ برای همین شهر، مدل کامل‌تری در زمینه‌ی تدوین شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری و انجام مدیریت ریسک سوانح تهیه شد. در این مدل جدید، از رهیافتی جامع و براساس مدل پایگانی (سلسله مراتبی) چند معیاری (AHP) برای تعیین نهایی روابط نسبی پایگان شاخص‌ها و وزن دهی، و روش Delphi برای تعیین پایگان اولیه شاخص‌ها، استفاده شده است تا برای ۱۹ ناحیه‌ی مختلف عمل ارزیابی آسیب‌پذیری و برآورد ریسک انجام پذیرد (Barbat, 2003). در جدول ۱ شاخص‌های این مدل آورده شده است.

¹ Risk Zones

جدول ۱: شاخص‌ها و وزن‌های مورد استفاده در مدل مدیریت ریسک زلزله شهر بوگوتا در کشور کلمبیا

شاخص کل	شاخص‌ها	نماد	متغیرها	ضرایب اهمیت		
(I _r) کل شاخص‌های برآورد ریسک	(I _{ph}) شاخص‌های فیزیکی (I _{ph})		نواحی احتمالی آسیب‌دیده در اثر وقوع زلزله	۰/۳۰		
			تعداد کشته و زخمی‌ها	۰/۳۰		
			قطع و نشت شبکه‌های آب رسانی	۰/۱۰		
			قطع شبکه‌های برق رسانی	۰/۲۰		
			قطع شبکه‌های مخابراتی	۰/۰۵		
	(I _{He}) شاخص‌های خطر (I _{He})			بیشینه شتاب زمین در زمان T	۰/۰۵	
				نواحی قرار گرفته در خاک‌های نرم	۰/۴۴	
				نواحی تحت تاثیر روانگرایی خاک	۰/۲۴	
				نواحی با قابلیت زمین لغزش	۰/۱۶	
				میانگین جمعیت	۰/۲۵	
	(I _{ve}) شاخص‌های آسیب پذیری (I _{ve})	در معرض بودن (۰/۲۵)		تراکم جمعیت	۰/۲۰	
				نواحی ساخته شده مسکونی	۰/۲۵	
				نواحی ساخته شده صنعتی	۰/۱۵	
				نواحی ساخته شده اداری و سازمانی	۰/۱۵	
				نواحی زاغه نشین شهری	۰/۴۰	
		آسیب پذیری (۰/۴۰)			میزان مرگ و میر	۰/۱۰
					نرخ بیکاری	۰/۱۰
					نحوه توزیع جمعیت	۰/۴۰
					تعداد تخت‌های بیمارستانی در یک واحد	۰/۱۵
					تعداد پزشکان و پرستاران در یک واحد	۰/۱۵
پاسخگویی (۰/۳۵)			درصد فضاهای باز به کل فضا	۰/۱۵		
			وضعیت نیروهای امداد و آتش نشانان	۰/۱۵		
			میزان توسعه یافتگی	۰/۲۰		
			برنامه ریزی آمادگی و امداد فوری	۰/۲۰		

مأخذ: Barbat, 2003

ج) کشور ایتالیا

در تمام روش‌های به کار گرفته شده در کشور ایتالیا، برای هریک از شاخص‌های آسیب‌پذیری، وزن مشخصی در نظر گرفته می‌شود که بیانگر اهمیت بالا، متوسط یا کم آن شاخص در تعیین درجه آسیب‌پذیری نهایی است. آخرین و کامل‌ترین روش ارزیابی ریسک زلزله در کشور ایتالیا، روش SERGISAI است. در این روش و با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی، تکنیک هوش مصنوعی و به دو صورت قطعی و احتمالی، ارزیابی ریسک زلزله انجام می‌شود (جدول ۲). در این جدول A+ به معنای بالاترین درجه آسیب‌پذیری، A به معنای آسیب

پذیری بالا، B به معنای آسیب پذیری متوسط، C به معنای آسیب پذیری روبه پایین و D به معنای پایین ترین درجه‌ی آسیب پذیری است. همچنین مواردی که درجه‌ی آسیب پذیری آن‌ها n.r است، به صورت خاص و برای هر شهر به صورت جداگانه تعیین می‌شود (Menoni and Pergalani,1996:9-10).

جدول ۲: شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری شهر توسکولانو کشور ایتالیا

وضعیت آسیب‌پذیری	ضرایب اهمیت	شاخص‌ها	
D	۱	زمین لغزش	
D	۱	ناپایداری سطحی زمین	
D	۱	وضعیت توپوگرافی	
A	۱	کاربری‌های خطرناک	
D	۰/۷۵	کاربری‌های مسکونی	
n.r	۰/۷۵	کاربری‌های صنعتی	
B	۰/۵	کاربری‌های تاریخی و بناهای با ارزش	
D	۱	مدارس	تسهیلات عمومی
D	۱	مراکز نیروی انتظامی	
C	۱	مراکز آتش‌نشانی	
n.r	۰/۷۵	برق	شریان‌های حیاتی
n.r	۰/۷۵	تلفن	
n.r	۰/۷۵	گاز	
n.r	۰/۷۵	آب و فاضلاب	
n.r	۱	مراکز زیستی	شبکه‌های ارتباطی به
n.r	۱	نواحی مسکونی	
n.r	۱	بیمارستان‌ها	
n.r	۱	تسهیلات حیاتی	
C	۱	تراکم جمعیت	
C	۰/۵	بعد خانوار	
C	۰/۲۵	ترکیب سنی	
C	۰/۷۵	آموزش همگانی و سطح آگاهی عمومی	

مأخذ: Menoni and Pergalani,1996: 9-10

د) کشور آمریکا

در سال ۱۹۷۹ رئیس‌جمهور وقت ایالات متحده، دستور تجمیع تمامی مراکز پاسخگوی وابسته به کار مدیریت بحران را در سطح ملی و در یک آژانس فدرال مدیریت اضطراری، صادر کرد. این آژانس، با شعار کاهش خسارات زندگی و سرمایه، برنامه‌ای نرم‌افزاری به نام HAZUS را تدارک دیده‌است. این مدل، در مورد زلزله با استفاده از فرمول‌های ریاضی و اطلاعات مقاومت ساختمان‌ها، اطلاعات زمین‌شناسی، کانون زلزله، بزرگی زلزله و دیگر اطلاعات به ارزیابی خسارت ناشی از زلزله می‌پردازد (FEMA, 1997). با استفاده از نتایج به دست آمده از این ارزیابی می‌توان تخمینی سریع از تعداد ساختمان‌های آسیب‌دیده، تعداد زخمی‌ها، میزان ویرانی شبکه حمل و نقل، قطع تأسیسات آب و برق، تعداد افرادی که می‌باید خانه‌هایشان را تخلیه کنند و بودجه‌ای که برای جبران خسارات وارده می‌باید در نظر گرفت، انجام داد. در کنار این مدل و از سال ۱۹۸۵ هیات نظارت بر ساخت و ساز ساختمان‌ها در ایالات متحده، ماده واحده‌هایی را برای قوانین مربوط به سازه ساختمان‌های تازه ساخت و در رابطه با زلزله پیشنهاد و به دنبال آن درخواست تعریف یک مدل تحلیل خطر، در سطح دولت‌های محلی، را صادر نمود. این مدل که در سال ۱۹۹۰ و برای ایالت کالیفرنیا تکمیل گردید، توانایی شبیه‌سازی وقوع زمین‌لرزه را از ۱۲ روش و با ۷ شدت مختلف داراست. به کمک این مدل می‌توان شدت حرکت زمین ناشی از وقوع زمین‌لرزه را در کشور و از محلی به محل دیگر به دست آورد. به این ترتیب برای هر منطقه خاص، قوانین مرتبط با شرایط آن را تنظیم نمود.

در سال ۱۹۹۷ و توسط گروه مطالعاتی مهندسی زلزله شهر کالیفرنیا مدلی به نام شاخص ارزیابی ریسک زلزله^۱ تهیه شد. این مدل که از این پس به اختصار EDRI نامیده می‌شود، از دسته مشخصی از شاخص‌های ترکیبی تشکیل شده که با استفاده از آن‌ها می‌توان ریسک ناشی از وقوع یک بحران زلزله را در مقیاس شهر، منطقه و حتی فرمانطقه‌ای تعیین نمود (جدول ۳) (Davidson, 1997:112).

¹ The Earthquake Disaster Risk Index (EDRI)

جدول ۳: شاخص‌های انتخاب شده در مدل EDRI

متغیرها	شاخص‌ها	عوامل اصلی
X_{H1} : زلزله‌های با دوره برگشت ۵۰ ساله	حرکات زمین	خطر
X_{H2} : زلزله‌های با دوره برگشت ۵۰۰ ساله		
X_{H3} : درصد نواحی شهری که در روی خاک‌های		
X_{H4} : درصد نواحی شهری که در مناطق با		
X_{H5} : درصد ساختمان‌های چوبی	خطرات جانبی	
X_{H6} : تراکم جمعیت		
X_{E1} : تراکم جمعیت	زیر ساخت‌های کالبدی در معرض خطر	عوامل در معرض خطر
X_{E2} : اندازه GDP		
X_{E3} : تعداد واحدهای مسکونی		
X_{E4} : درصد نواحی شهری شده نسبت به کل نواحی		
X_{E5} : جمعیت		
X_{E6} : اندازه GDP		
X_{V1} : کدهای زمین لرزه‌ای	آسیب پذیری زیر ساخت‌های شهری	آسیب پذیری
X_{V2} : درآمد شهر		
X_{V3} : عمر شهر		
X_{V4} : تراکم جمعیت		
X_{V5} : نرخ توسعه یافتگی شهر		
X_{V6} : درصد جمعیت بالغ بین ۴ تا ۶۵ سال		
X_{C1} : عوامل اقتصادی	عوامل خارجی موثر بر اقتصاد	عوامل خارجی
X_{C2} : وضعیت سیاست داخلی		
X_{C3} : وضعیت سیاسی خارجی		
X_{R1} : وضعیت برنامه ریزی	منابع دسترسی‌ها	اقدامات فوری، پاسخگویی و برنامه ریزی بهبود
X_{R2} : اندازه GDP		
X_{R3} : نرخ خالی ماندن واحدهای مسکونی		
X_{R4} : تعداد بیمارستان‌ها به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر		
X_{R5} : تعداد پزشکان به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر		
X_{R6} : وضعیت آب و هوایی		
X_{R7} : تراکم جمعیت		
X_{R8} : وسعت شهر		

با مقایسه‌ی شاخص‌های مهم در برنامه‌ریزی این چهار کشور، مشخص می‌شود که شاخص‌هایی چون نوع مصالح و سازه ساختمان‌ها، نوع کاربری زمین، ویژگی‌های توپوگرافیک، شبکه‌های ارتباطی و وضعیت نیروهای امدادی- درمانی تکرار شده‌اند.

۴- تدقیق مفهوم بافت شهری

تأکید مقاله حاضر در برنامه ریزی کاهش آسیب‌های برآمده از زلزله بر مفهوم بافت شهری است. بنابراین لازم است این مفهوم به روشنی شناسایی شود. در تعریف بافت شهر می‌توان به مواردی از این دست اشاره نمود:

۱. دانه‌بندی و درهم تنیدگی فضاها و عناصر شهری که به دنبال ویژگی‌های محیط طبیعی به ویژه توپوگرافی و اقلیم در محدوده شهر یعنی بلوک‌ها و محله‌های شهری به طور فشرده یا گسسته و با نظمی خاص جایگزین شده‌اند (توسلی، ۱۳۶۸: ۵).

۲. شکل کالبدی و ساخته شده‌ی یک محدوده (Cowan, 2008: 421).

۳. نحوه‌ی تفکیک و جدایی گونه‌های عناصر و تراکم آن‌ها در فضا (Lynch and Rodwin, 1958: 201).

۴. ساختمان‌ها، قطعه‌بندی زمین، راه‌های فرعی درونی و فضاهای باز (حمیدی، ۱۳۷۳: ۴۵).

۵. نحوه‌ی شکل‌گیری و مراحل رشد و توسعه‌ی شهر را در طول تاریخ (سلطان‌زاده، ۱۳۶۵: ۲۹۹).

۶. بافت شهری از سه عنصر مرتبط به هم تشکیل شده است:

الف) طراحی شبکه‌های ارتباطی که آرایش شبکه خیابان‌ها و گذرها و الگوی تفکیک زمین و بناها را مشخص می‌سازد و تحت تاثیر شیوه‌ی زندگی و معیشت و فرهنگ شهروندان است.

ب) الگوهای کاربری که کاربری‌های زمین و فضاها را نشان می‌دهد.

ج) طراحی فضاها یا ساختارهای کالبدی بر روی زمین که در مجموع، بافت شهری را تشکیل می‌دهد (امینی، ۱۳۸۵: ۸۸).

بنابراین می‌توان گفت بافت شهر مجموعه‌ای خواهد بود از ویژگی‌های طبیعی بستر زمین، شبکه معابر، نحوه ساخت و ساز فضاها را باز.

۴-۱- بافت ارگانیک^۱

بافت ارگانیک غالباً در مناطقی که سابقه تاریخی بیش تری دارند، مشاهده می‌شود. در این بافت، تفکر از پیش اندیشیده‌ای وجود نداشته و شبکه راه‌ها اغلب بر مبنای حرکت پیاده و پستی و بلندی منطقه‌ی شکل گرفته و به صورت جزئی با نواحی اطراف پیوستگی دارد. ویژگی دیگر این بافت، محرمیت فضایی و بن‌بست بودن معابر است. در بسیاری قسمت‌ها برای جلوگیری از ورود غریبه‌ها، معابر باریک شده و علاوه بر این برای ممانعت از رفت و آمد زیاد، کوچه‌ها بن‌بست هستند. آمد و شد سواره نیز پایگانی شده و عبور و مرور در معابر داخلی کاهش می‌یابد.

بافت ارگانیک بنابر ماهیت طراحی نشده‌اش، معابر نامنظمی را ایجاد می‌کند و از آنجا که شبکه ارتباطی عامل مهمی در شکل‌گیری توده و ساختمان‌ها به شمار می‌رود، قطعات نیز ترکیبی نامنظم به خود می‌گیرند. میزان تخریب در الگوهای متنوعی که به این ترتیب به دست می‌آیند، متفاوت خواهد بود. شکل سطح اشغال‌شده در یک قطعه زمین، بدون توجه به مشخصات ساختمانی آن، انتظام سطوح زیربنا در ترکیب قطعات با یکدیگر به علت آنکه در نحوه‌ی مجاورت و تکیه‌دهی ساختمان‌ها به یکدیگر مؤثر می‌باشد، در نحوه‌ی ویرانی ساختمان‌ها نیز تاثیر خواهد داشت. ناهمگنی و بی‌نظمی از نظر الگوی قطعات، الگوی پر و خالی‌ها و اندازه‌های گوناگون به علت از بین بردن تجانس در بافت، احتمال تخریب ناشی از تفاوت در نیروهای انتقالی از ساخت و سازها را به یکدیگر افزایش می‌دهد (حمیدی، ۱۳۷۳: ۱۰۲ و ۱۰۴). با توجه به مطالب مطرح شده می‌توان ویژگی‌های بافت ارگانیک را به ترتیب زیر برشمرد:

جدول ۴: ویژگی‌های بافت ارگانیک

ماهیت وجودی	شبکه معابر	شکل قطعات	الگوی ترکیب ساختمان‌ها
بر مبنای توپوگرافی زمین، ویژگی‌های طبیعی آن و درجه اهمیت کاربری‌ها	نامنظم، پر پیچ و خم، بن‌بست‌های زیاد، عرض کم راه، ارتباط جزئی با نواحی اطراف، گنگ بودن راه‌ها از نظر مقصد، محدود بودن مسیرهای دسترسی	بی‌نظمی در شکل و مساحت قطعات	بی‌نظم، نامشخص بودن نحوه قرارگیری عرصه و عیان در قطعات

¹ Organic

مأخذ: نگارندگان

۴-۲- بافت شطرنجی

در این بافت، شبکه به عنوان یک شکل هندسی اکیدا مربع مستطیلی که اغلب به آن طرح شبکه مربع- مستطیلی^۱ گفته می‌شود، مطرح است. شبکه زمانی به یک طرح مربع- مستطیلی تبدیل می‌شود که شامل بلوک‌های یکسان و مربعی باشد. در این حالت فرض بر این است که نقشه شبکه‌ی شطرنجی از طریق اضافه کردن بلوک‌های بیش تر در پیرامون آن، امکان توسعه در تمام جهات را می‌دهد (موتین، ۱۳۸۶: ۲۲۹). در این بافت الگوی منظم و شطرنجی شبکه معابر، ترکیب متجانسی از قطعات را ایجاد می‌کند. شکل هر قطعه و چگونگی ترکیب و انتظام قطعات در تشکیل انواع بافت و مشخصات آسیب‌پذیری آن مطرح می‌گردد. تاثیر مشخصات قطعه‌بندی در آسیب‌پذیری یک اثر مستقیم نیست بلکه پیامدهای آن منجر به تشدید یا کاهش آسیب می‌انجامد. الگوهای منظم (شطرنجی) از نظر شکلی در قطعه‌بندی و ترکیب قطعات در تشابه الگوهای ساختمانی موثر واقع شده و الگوهای منظم ساختمانی به علت یک نواختی در انتقال نیروها که ناشی از هم‌جواری ابنیه می‌شود، احتمال کاهش آسیب را به دنبال دارد (حمیدی، ۱۳۷۳: ۱۰۲). در جدول ۵ خلاصه‌ای از ویژگی‌های بافت شطرنجی (از پیش اندیشیده شده) آورده شده است.

جدول ۵: ویژگی‌های بافت شطرنجی

ماهیت وجودی	شبکه معابر	شکل قطعات	الگوی ترکیب ساختمان‌ها
بر مبنای طرح از پیش اندیشیده شده	دارای سلسله مراتب مشخص، تعدد مسیرهای دسترسی به فضاها، تناسب عرض معابر با ابعاد و تعداد قطعات، راه‌های فرعی منظم و مستقیم، تقاطع‌های زیاد	شکل هندسی مربع یا مستطیل، ترکیب متجانس قطعات، ساده- تر بودن بازسازی به علت شکل منظم قطعات و مجاورت آن‌ها با معابر	منظم، تشابه الگوهای ساختمانی، مشخص بودن نحوه فراگیری عرصه و عیان

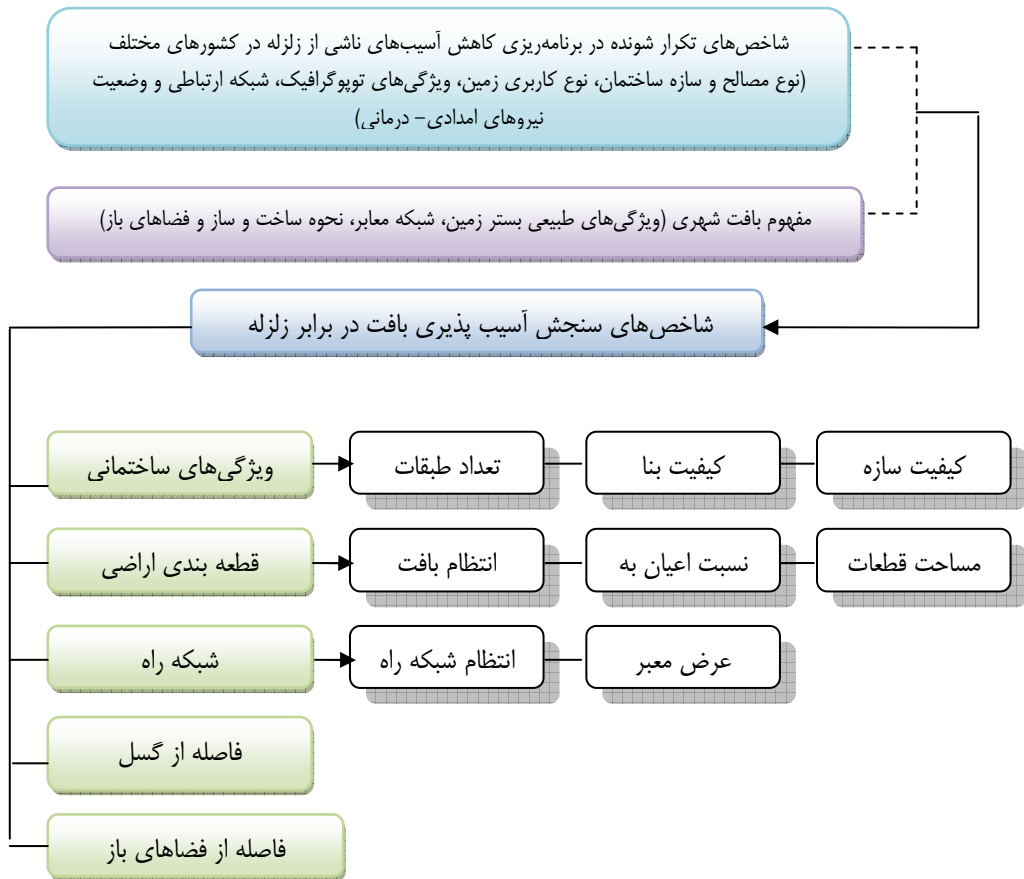
مأخذ: نگارندگان

¹ Grid-iron Plan

۵- تدقیق روش کار تحقیق حاضر

با توجه به مبانی نظری ارائه شده، شاخص‌های مورد عمل در سنجش آسیب پذیری بافت شهر در برابر زلزله در این تحقیق به ترتیب زیر انتخاب شده‌اند:

نمودار ۱: شاخص‌های سنجش آسیب پذیری بافت در برابر زلزله



(مأخذ: نگارندگان)

بر مبنای شاخص‌های پژوهش، بانک اطلاعاتی دو محدوده شهرک غرب به عنوان بافت شطرنجی و درکه به عنوان بافت ارگانیک در محیط نرم افزار GIS تهیه شده که به علت

محدودیت مقاله از ارائه نقشه‌های به دست آمده صرف نظر می‌گردد. در مرحله بعد ساختار سلسله مراتبی AHP تشکیل داده شده که ارزیابی آن بر اساس ماتریس ارائه شده در جدول ۶ صورت گرفته است.

جدول ۶: ماتریس ارزیابی

فاصله از گسل	فاصله از فضاهای باز	شبکه راه		قطعه بندی اراضی			ویژگی‌های ساختمانی			معیار زیر معیار
		عرض معبر	انتظام شبکه راه	مساحت قطعه	نسبت اعیان به عرصه	انتظام بافت	کیفیت سازه	کیفیت بنا	تعداد طبقات	
بالای ۱۰۰۰ متر	کمتر از ۵۰ متر	بالاتر از ۱۲ متر	مناسب	۲۰۱ مترمربع و بیش تر	۶۰ درصد و کمتر	مناسب	با دوام	نوساز	۱ تا ۲	محدوده الف
بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰ متر	بین ۵۰ تا ۱۰۰ متر	بین ۶ تا ۱۲ متر	نسبتاً مناسب	۱۰۱ تا ۲۰۰ مترمربع	۶۱ تا ۷۰ درصد	نسبتاً مناسب	بادوام	قابل نگهداری	۳ تا ۵	محدوده ب
کمتر از ۳۰۰ متر	بیش تر از ۱۰۰ متر	زیر ۶ متر	نامناسب	۱۰۰ متر مربع و کمتر	۷۱ درصد و بیش تر	نامناسب	کم دوام	تخریبی	۶ و بیش تر	محدوده ج

(مأخذ: نگارندگان)

پس از تشکیل ساختار پایگانی اهمیت شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها، بر اساس جدول ۹ کمیتی ارائه شده در روش AHP ضرایب اهمیت (وزن) شاخص/ زیرشاخص‌ها و در نهایت وزن گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از شاخص/ زیرشاخص‌ها محاسبه گردیده است. نتایج به صورت خلاصه در جداول ۷ و ۸ آمده است.

جدول ۷: ضرایب اهمیت محدوده‌ها در ارتباط با هر معیار/ زیرمعیار

اصله از فضای باز	فاصله از گسل	عرض معبر	انتظام شبکه راه	مساحت قطعات	نسبت اعیان به عرصه	انتظام بافت	کیفیت مصالح	کیفیت بنا	تعداد طبقات	شرح
۰.۶۴۹	۰.۷۳۵	۰.۷۲۲	۰.۷۲۲	۰.۷۱۵	۰.۶۴۹	۰.۷۳۵	۰.۶۷۲	۰.۶۴۹	۰.۶۳۷	محدوده الف
۰.۲۷۹	۰.۲۰۷	۰.۲۲۷	۰.۲۲۷	۰.۲۱۸	۰.۲۷۹	۰.۲۰۷	۰.۲۶۵	۰.۲۷۹	۰.۲۵۸	محدوده ب
۰.۰۷۲	۰.۰۵۸	۰.۰۵۱	۰.۰۵۱	۰.۰۶۷	۰.۰۷۲	۰.۰۵۸	۰.۰۶۳	۰.۰۷۲	۰.۱۰۵	محدوده ج

(مأخذ: نگارندگان)

جدول ۸: ضرایب اهمیت نهایی محدوده‌ها در ارتباط با هر معیار/ زیرمعیار

فاصله از فضای باز	فاصله از گسل	عرض معبر	انتظام شبکه راه	مساحت قطعات	نسبت اعیان به عرصه	انتظام بافت	کیفیت مصالح	کیفیت بنا	تعداد طبقات	شرح
۰.۰۳۱۱	۰.۱۰۳۶	۰.۱۸۱۳	۰.۰۲۵۹	۰.۰۰۰۸	۰.۰۱۰۰	۰.۰۰۵۴	۰.۱۵۶۹	۰.۱۵۱۵	۰.۰۲۱۰	محدوده الف
۰.۰۱۳۴	۰.۰۲۹۲	۰.۰۵۷۰	۰.۰۰۸۱	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۴۳	۰.۰۰۱۵	۰.۰۶۱۹	۰.۰۶۵۱	۰.۰۰۸۵	محدوده ب
۰.۰۰۳۴	۰.۰۰۸۲	۰.۰۱۲۸	۰.۰۰۱۸	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۱۱	۰.۰۰۰۴	۰.۰۱۴۷	۰.۰۱۶۸	۰.۰۰۳۴	محدوده ج

(مأخذ: نگارندگان)

در آخرین مرحله برای آزمون نتایج، شاخص ناسازگاری محاسبه شده که در محدوده مجاز قرار می‌گیرد.

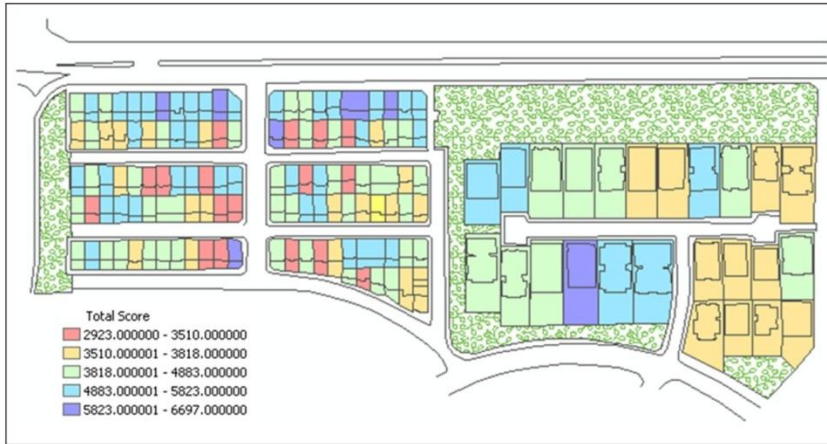
ضریب ناسازگاری

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} \leq 0.1$$

$$C.I = \frac{L-n}{n-1} = \frac{5.305-5}{5-1} = 0.076$$

$$C.R = \frac{0.076}{1.12} = 0.068 < 0.1$$

پس از تعیین ضرایب اهمیت نهایی گزینه‌ها (محدوده‌های آسیب پذیری تعریف شده)، اعداد به دست آمده (با ضریب ۱۰۰۰ برای رفع اعشار) وارد محیط GIS شده و امتیاز قطعات در جهت کاهش آسیب پذیری محاسبه می‌گردد. از آنجا که شاید آسیب پذیری در مقیاس خرد کارایی زیادی در برنامه‌ریزی کلان نداشته باشد، آسیب پذیری محدوده‌ها با توجه به مقادیر حداقل و حداکثر امتیاز قطعات در شهرک غرب و درکه، در ۵ گروه تقسیم بندی شده‌اند. تصاویر ۱ و ۲ بیانگر نتایج می‌باشد.



تصویر ۱: امتیاز قطعات در محدوده انتخابی شهرک غرب
(مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۲: امتیاز قطعات در محدوده انتخابی درکه
(مأخذ: نگارندگان)

همان طور که در تصاویر فوق مشخص است، امتیاز حداقل و حداکثر در قطعات محدوده شهرک غرب به ترتیب برابر ۲۹۲۳ و ۶۶۹۷ و در خصوص قطعات درکه برابر ۸۰۳ و ۴۱۷۳ محاسبه گردیده است. میانگین امتیاز قطعات در محدوده دارای بافت شطرنجی ۴۵۵۱ و در محدوده با بافت ارگانیک ۱۸۵۵ می باشد. در واقع برخورداری قطعات مجموعه نخست از بافت و شبکه معابر منظم و به قاعده، ویژگی‌های ساختمانی مناسب و فاصله از غسل در کنار مکان‌گزینی فضاهای باز سبب اختلاف فاحش امتیاز آن‌ها در مقایسه با محدوده دوم شده است. نتایج حاصل از آن است که تمرکز صرف بر هر یک از شاخص‌ها به خصوص ویژگی‌های ساختمانی نمی‌تواند در کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها مفید واقع گردد^۱ بلکه شاخص‌های فوق می‌بایست همواره در کنار یکدیگر مورد ارزیابی قرار گیرند. به بیان دیگر تاکید بر آن است که کلیت بافت یک مجموعه به تفکیک مولفه‌های آن در سنجش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله مورد مطالعه قرار گیرد.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر برآورد میزان آسیب‌پذیری به کمک روش سلسله مراتبی AHP صورت گرفته که طی آن ضرایب اهمیت نهایی گزینه‌ها یعنی سه محدوده با آسیب‌پذیری کم، متوسط و زیاد، مشخص گردید. بر مبنای نتایج حاصل از این روش، پایگاه داده در نرم‌افزار GIS تکمیل شده و امتیاز قطعات در جهت کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله به دست آمد. نتیجه نهایی، اختلاف نسبتاً زیاد امتیازات در قطعات بافت شطرنجی با قطعات بافت ارگانیک بود. از سوی دیگر نکته‌ای که می‌تواند مورد توجه بیش تر قرار بگیرد، آن است که تمرکز بر معیارهایی محدود نظیر ویژگی‌های ساختمانی که در مقیاس قطعه قابل تعریف است، اگرچه در نگاه اول می‌تواند بسیار تاثیرگذار باشد اما با گسترش افق دید تا حد بافت مجموعه در بر گیرنده آن قطعه، چندان قابل اطمینان نخواهد بود. مثال روشن آن در امتیازاتی است که برای قطعات محدوده درکه به دست آمده و تائید شده است. پایداری یک ساختمان شرط نخست برای زنده ماندن ساکنان در اثر وقوع زلزله است اما مساله تنها محدود به زمان وقوع نیست: این بازه تنها

^۱ صرف نظر از شرایط خاصی که تمام ساختمان‌های یک محدوده مقاوم باشند. در غیر این صورت تخریب ساختمان‌های نامقاوم مجاور یک بنای مقاوم می‌تواند برای ساکنان آن ساختمان به ویژه بعد از وقوع زلزله مشکل آفرین باشد.

بخش کوچکی از مجموعه حوادث نامطلوبی است که در اثر رخداد زمین‌لرزه می‌تواند سبب مرگ ساکنان گردد. در شرایط بعد از زلزله تخریب ساختمان‌های نامقاوم مجاور یک بنای مقاوم به سادگی می‌تواند در اثر ادغام با عرض باریک معابر، سبب انسداد راه شده و گریز را با مشکل روبرو سازد. به همین سبب نگاه ما به معطوف به مراحل پس از وقوع زلزله نیز هست، در این زمان است که دیگر نمی‌توان تنها بر ویژگی‌های ساختمانی تاکید نمود بلکه حوزه عمل، فراتر تعریف شده و بافت مجموعه هدف قرار می‌گیرد.

علی‌رغم نتایج به دست آمده، پیش فرض مقاوم بودن بافت از پیش اندیشیده شده نسبت به بافت ارگانیک و پایین بودن میزان آسیب‌پذیری (به ویژه آسیب‌های اجتماعی و تلفات انسانی) بافت نخست قابل تعمیم به سایر مناطق نیست. در این میان شاخص‌های دیگر چون وضعیت زمین‌شناسی (در پژوهش حاضر صرفاً فاصله از گسل مورد بررسی قرار گرفت در حالی که ویژگی‌های ژئومورفولوژیک طیف بسیار گسترده‌ای را شامل می‌گردد)، ویژگی‌های جمعیتی و شاخص‌هایی که مسلماً بررسی آن‌ها برای نگارنده ممکن نبود، در تعیین میزان آسیب‌پذیری یک محدوده شهری بسیار موثر هستند. بنابراین ضرورت دارد به صورتی دقیق و کاملاً حساب شده و بر مبنای اصول علمی، مدلی طراحی گردد که بتوان از آن جهت برآورد خسارات ناشی از زلزله بر اساس ویژگی‌های محلی استفاده نمود. نگارنده بر این باور است که مدل تحلیلی ارائه شده در پژوهش حاضر می‌تواند در مراحل بعدی با اضافه کردن شاخص‌های بیش‌تر و دقیق‌تر تکمیل گشته و نتایج روشن‌تری را به دست دهد.

منابع و مأخذ:

۱. امینی، ا. ۱۳۸۵. تبیین نقش و عملکرد برنامه‌ریزی بافت شهری در کاهش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله، رساله دکترای شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۲۹۶ صفحه.
۲. توسلی، م. ۱۳۶۸. بافت قدیم مقدمه‌ای بر مساله، سمینار تداوم حیات در بافت قدیمی شهرهای ایران، تهران، ۲۵-۲۳.
۳. حمیدی، م. ۱۳۷۳. نقش فرم، الگو و اندازه سکونتگاه‌ها در کاهش خطرات ناشی از وقوع زلزله، انتشارت مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی.
۴. سلطان‌زاده، ح. ۱۳۶۵. مقدمه‌ای بر تاریخ شهر و شهرنشینی در ایران، انتشارات آبی.
۵. فتحی، ح. ۱۳۸۵. شناسایی و تدوین روابط بین برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای و مدیریت ریسک زلزله- نمونه مورد مطالعه: منطقه ۱۴ شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنر و معماری دانشگاه شهید بهشتی.
۶. موتین، ک. ۱۳۸۶. ابعاد سبز طراحی شهری، کاوه مهربانی، چاپ اول، انتشارات پردازش و برنامه‌ریزی شهری، ۴۰۰ صفحه.
7. Barbat, A. 2003, Vulnerability and Disaster Risk Indices from Engineering Perspective and Holistic Approach to Consider Hard and Soft Variables at Urban Level, IDB/IDEA Program of Indicators for Risk Management, National University of Colombia, Manizales.
8. Cowan, R. 2008, The Dictionary of Urbanism, Streetwise Press.
9. Davidson, R. 1997, An Urban Earthquake Disaster Risk Index, The John A. Blume Earthquake Engineering Centre, report no.121, Stanford, California: Blume Centre.
10. FEMA, Federal Emergency Management Agency 1997, Earthquake Loss Estimation Methodology HAZUS, Technical Manual, Vol I, II and III, National Institute of Building Science of Federal Emergency Management Agency, Washington.
11. JICA and CEST 2000, The study on microzoning of the Great Tehran area, Tehran municipality.
12. Kreimer, A. Arnold, A. and Carlin, A. 2003, Building Safer Cities, The Future of Disaster Risk, Disaster Risk Management Series, Vol.3, The Worldbank.

13. Menoni, S. and Pergalani, F. 1996, An Attempt to Link Risk Assessment with Land-use Planning: A Recent Experience in Italy, Disaster Prevention Management, Vol 5, MCB UO Ltd.
14. Mileti, D. 1999, Disasters by Design: A reassessment of Natural Hazards in the United States, Joseph Henry Press.
15. Nicholas, J. M. 2005, A Major Urban Earthquake: Planning for Armageddon, Landscape and Urban Planning, Vol. 73, Issues 2-3, pp. 136-154.
16. Lynch, K. and Rodwin, L. 1958, A theory of urban form, JAIP, Vol. 34, No.4, pp.201- 214.
17. Rashed, K. and Weeks, J. 2003, Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multicriteria Analysis of Urban Areas, International Journal of Geographic Information Science. Vol. 17, no.6, pp. 547- 576.
18. Tucker, B., Trumbull, G., and Wyss, S. 1994, Some Remarks Concerning Worldwide Urban Earthquake Hazard and Earthquake Hazard Mitigation, in: Issues in Urban Earthquake Risk, Netherlands Kluwer Academic Publishers.
19. UNDP 2004, Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development, A Global report, New York, NY 10017, USA: Bureau for Crisis Prevention and Recovery.