نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل در شرایط زلزله جهت تعیین مراکز تأمین آب جایگزین (نمونه موردمطالعه: شهر همدان)

راحله پرهیزگار[1]، محمدعلی نکویی[2*]، محمد اسلامی ورنامخواستی[3]
۱- کارشناسی ارشد مهندسی پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر
۲- استادیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر- (Nekooie@mut.ac.ir) نویسنده مسئول
۳- وزیر راه و شهرسازی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

واژگان کلیدی
آب اضطراری، آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل، مراکزتامین آب جایگزین، زلزله

چکیده

زلزله به‌عنوان یک پدیده طبیعی آسیب‌های جدی به انسان وارد می‌کند. یکی از مهم‌ترین تدابیر قبل از وقوع زلزله، آگاهی از میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری است. شبکه حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های اصلی شهر می‌تواند در شرایط بحرانی به زیرساخت آب‌رسانی کمک کرده و با انتقال آب توسط تانکر به مراکز تأمین آب، آب‌رسانی به مردم را تداوم بخشد. آنچه در اینجا ضروری به نظر می‌رسد، بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل در برابر زلزله است تا بتوان تمهیدات لازم را ارائه داد. هدف پژوهش حاضر بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل شهر همدان ازنظر شاخص‌های منتخب و تعیین مراکز تأمین آب جایگزین است. به لحاظ روش‌شناسی علمی، این پژوهش رامی‌توان از نوع توصیفی- تحلیلی دانست که داده‌های توصیفی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای گردآوری و با انجام عملیات میدانی، بخشی دیگر از داده‌های موردنیاز به‌دست‌آمده است. بدین منظور میزان آسیب-پذیری مسیرها در هریک از شاخص‌های منتخب (تراکم جمعیتی، قدمت بنا، دسترسی به فضای باز، فاصله از گسل و...) بررسی‌شده و نقشه آسیب‌پذیری کلی حاصل از تلفیق کلیه شاخص‌ها در مسیرهای حمل آب با بهره‌گیری از روش مقایسه زوجی و نرم‌افزار ArcGis تهیه‌شده است و درنهایت بادرنظرگرفتن نیاز آبی هر ناحیه و میزان آسیب‌پذیری مسیرهای حمل آب، تعداد مراکز تأمین آب جایگزین مشخص‌شده است که برای ناحیه یک ۳ مرکز، ناحیه دو ۵ مرکز، ناحیه سه ۳ مرکز و ناحیه چهار۲ مرکز پیشنهادشده است.

۱- مقدمه

امروزه با گسترش و توسعه شهرنشینی و افزایش جمعیت کشور، خطر حوادث طبیعی و نتایج فاجعه‌آمیز آن افزون‌تر خواهد شد. این‌گونه حوادث غافلگیرانه می‌آیند و در خاطره و زندگی انسان‌ها، اثراتی بسیار منفی و فاجعه‌بار ثبت می‌کنند. زلزله به‌عنوان یک پدیده طبیعی همواره به‌واسطه عوامل مختلف سبب آسیب‌های جدی به انسان شده است. آمادگی در برابر زلزله تنها به مقاوم‌سازی محدود نمی‌شود، بلکه یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش ضایعات زلزله، تعیین نقاط آسیب‌پذیر شهر و وجود آمادگی قبلی یک جامعه برای برخورد با پدیده زلزله است. (Taghvaei et al. 2006)

زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی به‌عنوان اصلی‌ترین و قدیمی‌ترین اجزای خدماتی هر شهر در مواقع زلزله در اولویت اول قرار می‌گیرند، به‌عبارت‌دیگر در ضرورت آسیب‌پذیر بودن و نقص کاربری یکی از شریان‌های حیاتی فعالیت‌های شهری و یا امدادرسانی در زمان بحران مختل می‌شود و به‌این‌ترتیب خسارات جانی و مالی رو به فزونی می‌رود. (Khajehei et al,2013)

یکی از زیرساخت‌های مهمی که تأثیر زیادی در میزان آسیب‌پذیری شهرها دارد شبکه حمل‌ونقل است زیرا در هنگام وقوع زلزله درصورتی‌که کمترین آسیب را ببینند، سبب تسریع در تخلیه جمعیت و امدادرسانی به‌موقع می‌شوند اما اگر برنامه‌ریزی‌های درست قبل از وقوع بحران انجام نشود، این امر باعث تراکم بیش‌ازحد برخی معابر و درنتیجه کندی در تخلیه و امدادرسانی و افزایش تلفات و خسارات خواهد شد. همچنین شبکه‌های آب‌رسانی به‌عنوان یکی دیگر از شریان‌های حیاتی پس از وقوع زلزله در وضعیت بحرانی قرار می‌گیرند. ازجمله خسارات وارده به شبکه می‌توان به موارد شکستگی لوله‌ها، خارج شدن اتصالات (اتصالات لوله‌ها به یکدیگر، اتصال لوله به مخازن یا ایستگاه‌های پمپاژ و...)، تخریب مخازن و آلودگی آب اشاره نمود. درنتیجه این عوارض، امکان آب‌رسانی از طریق شبکه در شرایط بحرانی پس از زلزله موجود نبوده و لازم است تمهیداتی جهت مدیریت آب‌رسانی در این شرایط اندیشیده شود.

مدیریت بحران شبکه آب شهری در مواقع زلزله شامل بخش‌های مختلفی ازجمله مقاوم‌سازی شبکه در برابر زلزله، سیستم هشدار بحران، آب‌رسانی اضطراری، تعمیرات فوری، مرمت و بازسازی و آمادگی مقابله با بحران‌های بعدی و... است. احتمالاً بعد از وقوع زلزله در مناطقی یا کل شبکه آب‌رسانی شهری دچار آسیب شده و امکان آب‌رسانی توسط شبکه تا زمان راه‌اندازی مجدد فراهم نباشد. لذا پیش‌بینی روش‌های تأمین آب در مواقع اضطراری الزامی خواهد بود و مدیریت تأمین آب و آب‌رسانی در شرایط اضطراری شامل فعالیت‌های مختلفی است که بخشی از این فعالیت‌ها قبل از وقوع بحران و بخش دیگر پس‌ازآن لازم‌الاجرا است. (Mirzaei Samai. 2017)

محور اصلی در این پژوهش بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل و تعیین مراکز تأمین آب جایگزین در شرایط اضطراری زلزله جهت آب‌رسانی مداوم به شهروندان است و لذا با توجه به طرح مسئله اصلی، پژوهش حاضر درصدد پاسخگویی به دو سؤال است که«۱- آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل جهت انتقال آب اضطراری چگونه است؟

۲- مراکز تأمین آب جایگزین در شرایط اضطراری زلزله، چه تعداد است و در چه مکان‌هایی قرار دارد؟»

۲- پیشینه تحقیق

درگذشته مطالعات مختلفی درزمینه مدیریت آب شرب اضطراری در ایران و سایر کشورها انجام پذیرفته و این موضوع را از ابعاد مختلف موردتوجه قرارداده است. عمده مطالعات و تحقیقات علمی انجام‌یافته شامل تأمین آب سالم موردنیاز در شرایط اضطراری (Asl Hashemi et al,2005)، راهنمای بهداشت آب و فاضلاب در شرایط اضطراری و بلایا (Workplace Health Center, Environmental Research Institute, 2012)، سند راهبرد ملی بهبود کیفیت آب شرب در صنعت پتروشیمی (National Petrochemical Company,2016)، تهیه الگوریتم جامع مدیریت بحران و بازگشت به حالت عادی برای شریان حیاتی آب (Sabaghzadeh,2006)، مدیریت منابع آب شهری در کلان‌شهرها در مواقع بروز زلزله (Jafari et al, 2013)، بررسی وضعیت مدیریت بحران در صنعت آب و فاضلاب (Tavakoli Bina, 2006)، مروری بر روش‌های تأمین و تصفیه آب اضطراری در مواقع بحران (Rahmati et al,2018)، مقایسه راهکارها و استانداردهای تأمین آب در شرایط اضطراری با نگاهی به وضعیت آب‌رسانی دربم (Mohammadi et al,2004)، توسعه پایدار شهری جهت مقابله با بحران آب در کلان‌شهر تهران (BiNiyazei,2010)، توانمندسازی پدافند غیرعامل در افزایش امنیت آب‌رسانی به ساکنین منطقه ۹ شهر مشهد (Tavakoli Aminian, 2013) است. همچنین مطالعات زیادی نیز درزمینه شبکه معابر انجام‌شده است که شامل نقش راه‌های ارتباطی بر آسیب‌پذیری منطقه ۶ شهر تهران و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری در مواجه با بحران‌های طبیعی (Faraji Sabokbar, 2017)، ارزیابی شبکه معابر و بافت شهری در برابر تهدیدات دشمن با ملاحظات پدافند غیرعامل (Fryadras, 2012)، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری معابر شهری و شبکه ارتباطی منطقه۱۰ تهران بر اساس اصول پدافند غیرعامل با روش کارور (Ranjbar, 2014)، ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر در برابر زلزله (Ahadnejad Rushti et al,2015)، مدیریت بحران و سنجش آسیب‌پذیری بافت کالبدی شبکه معابر (Gholami et al, 2014)، است؛ اما مطالعه‌ای که آب‌رسانی را بر اساس شبکه حمل‌ونقل بررسی کند تاکنون انجام‌نشده است. تحقیق حاضر میزان

آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل توزیع آب در بحران ناشی از زلزله را بررسی نموده و با محاسبه میزان آب موردنیاز، مراکز ذخیره آب بسته‌بندی را مشخص کرده و به‌این‌ترتیب از خسارت‌های ناشی از وقوع زلزله می‌کاهد.

۳- مباحث نظری پژوهش

۳-۱- بحران

حادثه‌ای است که براثر رخدادها و عملکردهای طبیعی و انسانی به‌طور ناگهانی به وجود می‌آید. مشقت، سختی و خسارت را به یک مجموعه یا جامعه انسانی تحمیل می‌کند و برطرف کردن آن، نیاز به اقدامات و عملیات اضطراری و فوق‌العاده دارد. (Kamyabi, et al.2015)

a. مدیریت بحران

مدیریت بحران «تلاش سازمان‌یافته برای پیشگیری، آمادگی و مقابله در برابر بحران و بازسازی متعاقب آن «تعریف می‌شود. (EPA.2011) مدیریت جامع بحران فرآیند عملکرد، برنامه-ریزی و اقدامات، اجرایی و دستگاه‌های اجرایی است که توسط دستگاه دولتی، غیردولتی و عمومی پیرامون شناخت و کاهش سطح مخاطرات (مدیریت ریسک) و مدیریت عملیات مقابله و بازسازی و باز توانی منطقه آسیب‌دیده (مدیریت بحران) صورت می‌پذیرد. به‌طورکلی مدیریت بحران شامل چهار مرحله پیشگیری، آمادگی، مقابله و بازسازی وبازتوانی است. (Monzavi, et al. 2009)

a. روش‌های تأمین آب اضطراری

۳-۳-۱- شبکه آب‌رسانی عمومی

چنانچه در اثر وقوع بلا شبکه آب‌رسانی عمومی آسیب‌دیده است، بازدید، تعمیر و بازسازی شبکه باید در اولویت قرارگرفته، لوله‌های اصلی آب‌رسانی صدمه‌دیده در اسرع وقت تعمیر شوند و یا با بستن چند شیر و دور زدن بخش صدمه‌دیده جریان آب به سایر قسمت‌های شبکه توزیع منتقل کرد.

۳-۳-۲- شبکه آب‌رسانی خصوصی

در بعضی موارد هم‌زمان با بررسی منطقه بلادیده، چاه‌های آب خصوصی مجهز به شبکه اختصاصی وابسته به مؤسسات و صنایع شناسایی می‌گردد. در این موارد نیز می‌توان با بازدید بهداشتی و بازسازی بخش‌های آسیب‌دیده احتمالی، از این شبکه پس از شست‌وشو و گندزدایی برای انتقال و توزیع آب استفاده نمود.

۳-۳-۳- توزیع آب به‌وسیله بطری و یا پاکت‌های پلاستیکی

کاربرد این روش به‌ویژه در مراحل ابتدایی بروز شرایط اضطرار که تأمین آب شرب مردم دارای اولویت است، اهمیت دارد. بدین منظور می‌توان نیاز آبی مردم جهت شرب را با آب‌های بطری شده برطرف نمود. به‌علاوه در صورت دسترسی به منبع آب سالم می‌توان با استفاده از دستگاه‌های بسته‌بندی، آب شرب را در پاکت‌های پلاستیکی مناسب بسته‌بندی ودراختیار مردم قرارداد.

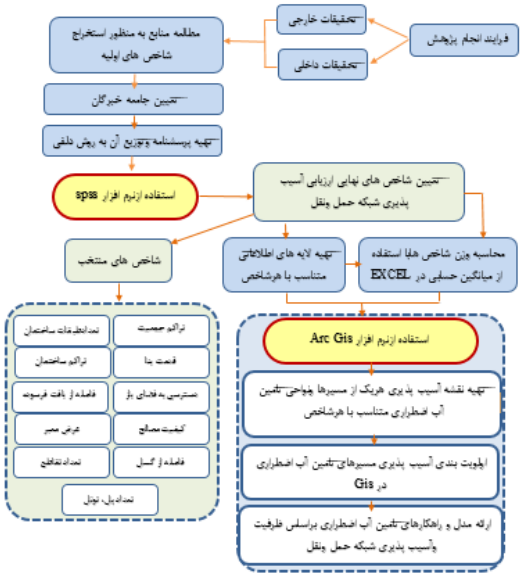
۳-۳-۴- توزیع آب با تانکرهای قابل‌حمل آب

بدین منظور می‌توان از تانکرهای سالم وابسته به آتش‌نشانی و سایر شرکت‌ها و مؤسسات دولتی و خصوصی استفاده نمود. در این حالت توجه به رعایت معیارهای بهداشتی در محل آبگیری، گندزدایی مناسب تانکر، کنترل کلر باقی‌مانده در محل آبگیری و در محل توزیع آب ضروری است.

۳-۳-۵- توزیع آب به‌وسیله مخازن ذخیره

در این روش عمدتاً آب با تانکر به مخازن فلزی و یا مخازن انعطاف‌پذیر منتقل‌شده و برداشت آب از این مخازن از طریق شیرهای برداشت تعبیه‌شده صورت می‌گیرد. در این‌گونه موارد توجه به رعایت معیارهای بهداشتی نظیر استفاده از مخازن مقاوم در برابر نفوذ نور، تناسب تعداد شیر برداشت نسبت به جمعیت تحت پوشش و دفع مناسب جریان آب تخلیه‌شده روی زمین در محل برداشت آب ضرورت دارد. (Water and Wastewater Guidance in Emergencies and Disasters. 2012)

۳-۳-۶- مدل مفهومی



شکل۱- مدل مفهومی پژوهش

۴- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع توصیفی - تحلیلی است که داده‌های توصیفی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و منابع اسنادی به‌دست‌آمده است، همچنین با انجام عملیات میدانی، بخشی دیگر از داده‌های موردنیاز جهت تجزیه‌وتحلیل گردآوری‌شده است. سپس با تعیین جامعه خبرگان و توزیع پرسشنامه بین آن‌ها، شاخص‌های تأثیرگذار در ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل با توجه به امتیازاتی که خبرگان به هر شاخص اختصاص دادند تعیین‌شده و با استفاده از نرم‌افزار GIS میزان آسیب‌پذیری مسیرهای موردمطالعه ارزیابی‌شده است و درنهایت مراکز تأمین آب جایگزین در شرایط بحرانی زلزله بر اساس آسیب‌پذیری مسیرهای انتقال آب تعیین‌شده است.

در مراجع شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی آسیب‌پذیر شبکه حمل‌ونقل موردتوجه قرارگرفته‌اند که ازجمله آن می‌توان به تراکم جمعیتی، قدمت بنا، مساحت قطعات، دسترسی به محدوده، کاربری‌های جداره معبر، دسترسی به فضای باز، کیفیت مصالح ساختمانی، فاصله از گسل، وجود قنات، تعداد طبقات ساختمان‌ها، تراکم ساختمانی، بافت فرسوده، نوع معبر، عرض معبر، سلسله‌مراتب دسترسی، نسبت ارتفاع به جداره معبر، جنس مصالح کف معبر، شیب معابر، موقعیت تأسیسات شهری، دسترسی به مراکز درمانی و خدماتی، طول معبر، تعداد تقاطع‌ها، وجود قوس، وجود پل، تونل وزیر گذر، دسترسی به مراکز حیاتی و حساس، دسترسی به مراکز تاریخی، فرهنگی و دارای اهمیت، وجود فضاهای زیرزمینی در زیر معبر، دسترسی معبر به پناهگاه، سازمان‌دهی فضایی و... اشاره کرد.

در پژوهش حاضر شاخص‌های ذکرشده به‌صورت پرسشنامه در اختیار جامعه خبرگان قرارگرفته و با توجه به امتیازی که هر یک از شاخص‌ها کسب کرده‌اند درنهایت شاخص‌های تراکم جمعیتی، قدمت بنا، دسترسی به فضای باز، کیفیت مصالح ساختمانی، فاصله از گسل، تعداد طبقات ساختمان‌ها، تراکم ساختمانی، فاصله از بافت فرسوده، عرض معبر، تعداد تقاطع‌ها، وجود پل و تونل و زیرگذر به‌عنوان شاخص تأثیرگذار در این پژوهش انتخاب‌شده است.

○ جامعه آماری

جامعه آماری به‌کل گروه، افراد، وقایع یا چیزهایی اشاره دارد که محقق می‌خواهد به تحقیق درباره آن‌ها بپردازد. به عبارتی تحقیق علمی باهدف شناخت یک پدیده در یک جامعه آماری انجام می‌شود. محقق برای این کار، یا باید به کلیه افراد جامعه مراجعه کند وصفت یا ویژگی موردنظر تحقیق خود را در آن‌ها جویا شود و یا باید تعدادی از افراد جامعه را موردمطالعه قرار دهد. ازآنجاکه جامعه آماری هر پژوهش به سه روش کلی: احتمالی (تصادفی)، غیر احتمالی (وضعی) و کارشناسی یا دلفی، انتخاب می‌شود. (Soltani Fard, et al, 2015) بنابراین در این پژوهش به روش دلفی با توجه به موضوع تحقیق و بر اساس جدول مورگان تعداد ۵۰ نفر از کارشناسان دارای تخصص در حوزه‌های پدافند غیرعامل، راه‌سازی و حمل‌ونقل، منابع آب به‌عنوان جامعه نمونه جهت تعیین شاخص‌های مؤثر در ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل انتخاب‌شده و پرسشنامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت که تعداد ۴۳ نفر آن‌ها پرسشنامه را تکمیل کرده و عودت دادند.

○ روایی و پایایی داده‌ها

با توجه به روش پرسشنامه‌ای که روش اصلی در گردآوری اطلاعات این تحقیق است، روایی پرسشنامه با نظرات گروهی کارشناسان پدافند غیرعامل تأیید و پایایی نیز بر اساس آلفای کرون باخ توسط نرم‌افزارSPSS برابر۰,۸۵ به‌دست‌آمده است و ازآنجاکه این عدد بزرگ‌تر از۰,۷ است اعتبار و پایایی پرسشنامه مورد تأیید است.

- **شاخص‌های منتخب جامعه خبرگان برای ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل در برابر زلزله**

۴-۳-۱- تراکم جمعیت

تراکم جمعیتی به معنای جمعیت در واحد سطح و معمولاً نفر در هکتار است. تراکم جمعیتی زیاد پیش از آنکه مسائلی را حل کند، مسائل جدیدی را می‌آفریند. (Zebardast.2001) این شاخص که مشخص‌کننده بار جمعیتی بر معابر در مواقع زلزله است و درنتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت پناه گیری و خدمت‌رسانی وامداد پایین می‌آید و آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود و بالعکس. (JICA,2000)

۴-۳-۲- قدمت ابنیه

این شاخص تأثیر بسیار زیادی بر آسیب‌پذیری بناها دارد. هرچه عمر ابنیه بیشتر باشد احتمال آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر زلزله افزایش می‌یابد. حتی اگر دریک ساختمان تمامی موازین مقاوم‌سازی رعایت شده باشد، بناهایی که قدمت بیشتری دارند، از خطر تخریب بیشتری برخوردارند. (Monzavi, et al. 2009)

۴-۳-۳- دسترسی به فضای باز

هرچه میزان دسترسی به فضای باز بیشتر باشد میزان آسیب‌پذیری کاهش محدوده می‌یابد. (JICA,2000)

۴-۳-۴- کیفیت مصالح ساختمانی

سازه ابنیه نقش مهمی در کارایی شبکه معابر در هنگام زلزله دارد. هرچه ابنیه جداره معبر پایدارتر باشند، احتمال تخریب ابنیه و انسداد معبر از یکسو و احتمال کشته شدن عابرین براثر ریزش آوار از سوی دیگر، کمتراست و درنتیجه میزان آسیب‌پذیری معبر کاهش می‌یابد. ساختمان‌های اسکلت فلزی و بتن مسلح نسبت به بناهای خشتی و گلی مقاومت بیشتری داشته و حتی در صورت تخریب، احتمال آتش‌سوزی در آن کمتر است. (Monzavi, et al. 2009)

۴-۳-۵- فاصله از گسل

هرچه فاصله از محدوده با خط گسل کمتر باشد آسیب‌پذیری افزایش و هرچه محدوده در دامنه دورتری از حریم گسل قرار داشته باشد میزان آسیب‌پذیری کمتر می‌شود. (Gholami, et al. 2015)

۴-۳-۶- تعداد طبقات ساختمان

یکی از عوامل تأثیرگذار در آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری تعداد طبقات و ارتفاع آن است .ارتفاع ساختمان و پریود طبیعی ساختمان‌ها، رفتار ساختمان‌ها را در طول وقوع زلزله متأثر می‌کند. (Gholami, et al. 2015)

۴-۳-۷- تراکم ساختمان

تفکیک اراضی به قطعات کوچک و دارای مساحت کم منجر به خرد شدن فضاهای باز شد (اغلب در نواحی مسکونی) که عملاً به علت خرد و کوچک شدن اهمیت خود را به‌منظور استفاده‌های مختلف از دست می‌دهد. در پژوهش حاضر منظور از تراکم ساختمانی نسبت مساحت زیربنای ساختمان به مساحت زمین است که هر چه این نسبت بیشتر باشد احتمال تخریب و آسیب‌پذیری نیز افزایش می‌یابد. (Nazmfar,et al. 2016)

۴-۳-۸- فاصله از بافت فرسوده

هر چه عمر ساختمان‌ها بیشتر باشد با توجه به فرسودگی مصالح ساختمانی و مصالح کم‌دوام آسیب‌پذیری آن‌ها نیز بیشتر می‌شود. ازاین‌رو ساختمان‌هایی که قدمت زیادی دارند به دلیل استفاده از مصالح کم‌دوام در این نوع از ساختمان‌ها و افزایش فرسودگی در طول زمان و همچنین عدم رعایت اصول مهندسی در ساخت‌وساز، باعث شده در معرض آسیب‌پذیری بیشتری قرار گیرند. (Gholami, et al. 2015)

۴-۳-۹- عرض معبر

اهمیت این شاخص در هنگام گریز، پناه گیری، تخلیه و امدادرسانی مطرح می‌شود زیرا حجم بیشتری از بازماندگان و مجروحان توسط گروه‌های امدادی می‌توانند منتقل شوند. هرچه عرض معبر کمتر باشد احتمال مسدودشان آن به هنگام وقوع زلزله افزایش می‌یابد. (Soltani Fard, et al. 2015)

۴-۳-۱۰- تعداد تقاطع‌ها

هر چه تعداد تقاطع‌ها در معبر بیشتر باشد به دلیل بحرانی شدن شرایط در زمان زلزله احتمال انسداد معبر بیشتر و عبور از آن مشکل‌تر است؛ و امکان عبور وسایل نقلیه امدادی و آتش‌نشانی مشکل‌تر می‌گردد. (JICA,2000)

۴-۳-۱۱- تعداد پل، تونل و زیرگذر

به دلیل احتمال ریزش پل، تونل و زیرگذر در زمان وقوع زلزله هرچه تعداد بیشتری در مسیر باشد سبب افزایش

آسیب‌پذیر معبر خواهد شد. (Hossain. 2014) انتخاب شوند.

محدوده‌های مربوط به هر یک از شاخص‌ها از استانداردها و مقالات معتبر به‌دست‌آمده است که در انتخاب محدوده‌ها تلاش شده حرایمی که وضعیت بحرانی‌تری را بررسی می‌کنند

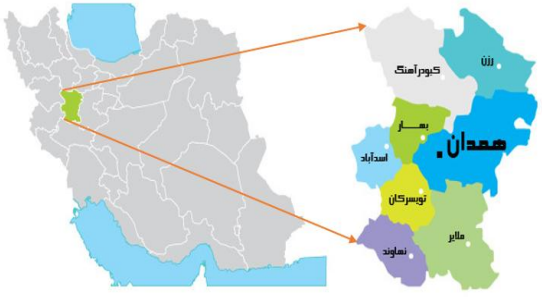
جدول۱- محدوده شاخص‌های تأثیرگذار در ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل

شاخص	محدوده	درجه آسیب‌پذیری					منبع
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	
تراکم جمعیتی ($\frac{\text{نفر}}{\text{هکتار}}$)	۲۹۱,۷۳ – ۳۶۲,۴۳					❋	JICA,2000
	۲۲۱,۰۵ – ۲۹۱,۷۲				❋		
	۱۵۰,۳۷ – ۲۲۱,۰۴			❋			
	۷۹,۶۸ – ۱۵۰,۳۶		❋				
	۹ - ۷۹,۶۷	❋					
قدمت بنا (سال)	ساخت قبل از سال۴۵					❋	Monzavi et al, 2009
	ساخت بین سال‌های ۵۴-۴۵				❋		
	ساخت بین سال‌های۶۴-۵۵			❋			
	ساخت بعد سال۶۵		❋				
دسترسی به فضای باز ($\frac{\text{مترمربع}}{\text{نفر}}$)	۰-۴۹					❋	JICA,2000
	۰,۵-۱,۹۹				❋		
	۲-۹,۹۹			❋			
	۱۰-۱۴,۹۹		❋				
	۱۵-۱۸۲,۷۳	❋					
کیفیت مصالح ساختمانی	ساختمان با اسکلت فولادی و بتن مسلح، احداث بعد سال۶۵		❋				Monzavi et al, 2009
	ساختمان بنایی، احداث بعد سال۶۵			❋			
	ساختمان با اسکلت فولادی و بتن مسلح، احداث سال‌های ۶۷-۵۲						
	ساختمان بنایی، احداث سال‌های ۶۷-۵۲				❋		
	ساختمان با اسکلت فولادی و بتن مسلح، احداث سال‌های ۵۴-۴۳						
	ساختمان بنایی، احداث قبل سال ۵۴					❋	
	ساختمان با اسکلت فولادی و بتن مسلح، احداث قبل سال۴۳						
فاصله از گسل (متر)	فاصله از گسل کمتر از۴۰۰ متر				❋		Gholami, et al. 2015
	فاصله از گسل۱۰۰۰-۴۰۱ متر			❋			
	فاصله از گسل بیشتر از۱۰۰۰ متر		❋				
تعداد طبقات	۱ تا ۲ طبقه	❋					Gholami, et al. 2015
	۲ تا۳ طبقه		❋				
	۳ تا۴ طبقه			❋			

	۴ تا ۵ طبقه				❊		
	بیشتر از ۵ طبقه					❊	
تراکم ساختمان (درصد)	تراکم کمتر از ۵۰	❊					Nazmfar,et al. 2016
	تراکم ۱۰۰-۵۱		❊				
	تراکم ۱۲۰-۱۰۱			❊			
	تراکم ۱۵۰-۱۲۱				❊		
	تراکم بیشتر از ۱۵۰					❊	
فاصله از بافت فرسوده	ساختمان‌ها بافاصله کمتر از ۴۰۰ متر از کانون بافت فرسوده					❊	Gholami, et al. 2015
	ساختمان‌ها بافاصله ۸۰۰-۴۰۰ متر از کانون بافت فرسوده				❊		
	ساختمان‌ها بافاصله ۱۲۰۰-۸۰۰ متر از کانون بافت فرسوده			❊			
	ساختمان‌ها بافاصله بیشتر از ۱۲۰۰ متر از کانون بافت فرسوده		❊				
عرض معبر (متر)	تا۲ متر					❊	Soltani Fard, et al. 2015
	۴-۲ متر				❊		
	۶-۴ متر			❊			
	۸-۶ متر		❊				
تعداد تقاطع‌ها	بیشتر از ۱۰	❊					Pour Rahmani, 2013
	۱۰-۸		❊				
	۷-۵			❊			
	۶-۴				❊		
	۳-۰					❊	
وجود پل، تونل و زیرگذر	ندارد	❊					
	۱		❊				Ansari Renani, 2014
	۲			❊			
	۳ و بیشتر				❊		

۵- منطقه موردمطالعه

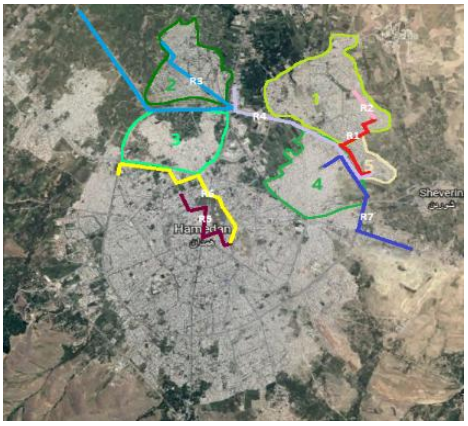
شهر همدان با وسعتی حدود ۲۸۳۱ کیلومترمربع، از خط الراس رشته‌کوه الوند تا مرزهای شرقی استان کشیده شده است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، شهرستان همدان از ۲ بخش (شراء و مرکزی) و۹ دهستان و۴ شهر تشکیل‌شده است. (Kazemi. 2012) شهر همدان به‌عنوان مرکز استان دارای جمعیتی معادل ۵۸۵۷۹۴ نفر و۱۵۶۵۵۶ خانوار است. (Information and Statistics Organization. 2015)



شکل۲- موقعیت استان همدان

به علت وجود تعداد زیاد معابر در شهر همدان و در دسترس نبودن اطلاعات کلیه معابر و مناطق شهر، لذا در پژوهش

حاضر به بررسی و ارزیابی آسیب‌پذیری معابر اصلی همدان پرداخته‌شده است که درواقع این معابر به‌عنوان مسیرهای پیشنهادی برای انتقال آب اضطراری در زمان وقوع زلزله در نظر گرفته‌شده و شامل هفت مسیر است. همچنین محدوده‌هایی از شهر همدان که در بخش مرکزی و شمالی شهر واقع‌شده‌اند به علت عدم دسترسی مناسب به کمربندی و بزرگراه‌های شهر و تشکیل شهرک‌های اقماری با بافت نامشخص آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به سایر مناطق دارند به همین منظور در این پژوهش مناطق مذکور موردمطالعه قرارگرفته است. محقق این مناطق را به چهار قسمت مطابق شکل۳ تقسیم‌بندی کرده و موردمطالعه قرارگرفته است.



شکل۳- موقعیت نواحی و مسیرهای موردمطالعه

۶- تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش

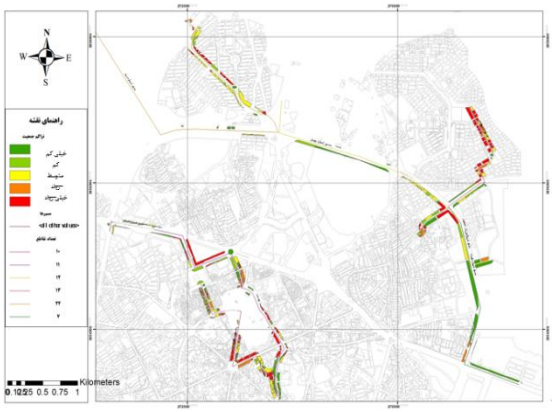
شهر همدان در برابر پدیده‌های طبیعی به‌ویژه زلزله آسیب‌پذیر است، به‌طوری‌که در صورت وقوع، خسارت‌های زیادی به شهر وارد می‌شود. ازجمله خسارت‌های وارده می‌توان به تخریب شبکه آب‌رسانی شهر اشاره کرد که سبب قطع آب شرب خواهد شد. با توجه به اینکه تأمین آب موردنیاز شهروندان باید به‌صورت مداوم و در هر شرایطی امکان‌پذیر باشند؛ بنابراین در این پژوهش پیشنهادشده آب‌رسانی به‌وسیله تانکر و از طریق شبکه حمل‌ونقل انجام شود اما به علت فرسودگی نواحی شهر و وجود ساختمان‌های با قدمت بالا و مصالح کم‌دوام، معابر کم‌عرض، تراکم جمعیتی و ساختمانی احتمال ریزش آوار و مسدود شدن مسیرهای حمل آب نیز وجود خواهد داشت؛ بنابراین لازم است میزان آسیب‌پذیری مسیرهای اصلی انتقال آب بررسی‌شده تا بتوان بر اساس آن‌ها تمهیدات لازم اندیشیده شود. یکی از این تمهیدات در نظر گرفتن مراکز تأمین آب جایگزین است که در این پژوهش موردبررسی قرارگرفته است.

در پژوهش حاضر معیارهای تأثیرگذار جهت ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل تأمین آب در شرایط اضطراری تعیین‌شده و با بهره‌گیری از روش مقایسه زوجی و میانگین حسابی، وزن هر یک از شاخص‌ها محاسبه‌شده است. سپس لایه‌های اطلاعاتی متناسب با هر شاخص تهیه‌شده و نقشه آسیب‌پذیری آن با استفاده از دستور *Symbology* در طبقه‌بندی‌های متناسب با حرایم و محدوده‌های استاندارد هر شاخص به‌صورت *Classify* تهیه‌شده است. از طرفی به‌منظور تهیه نقشه آسیب‌پذیری مسیرها در تمامی شاخص‌ها، مجموع ضرب وزن و ضریب تمامی شاخص‌ها با استفاده از دستور *Fild Calaulate* در جدول *Attribute* از طریق فرمول محاسبه‌شده و وارد نرم‌افزار شده است.

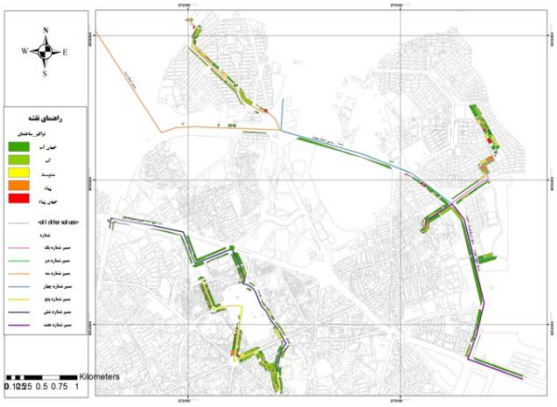
مسلماً در میزان آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل تراکم جمعیتی و ساختمانی اهمیت بسیاری دارند. در شکل۴ تراکم جمعیتی و در شکل۵ تراکم ساختمانی در نوار۱۰۰ متری اطراف هر مسیر نشان داده‌شده است. هر چه میزان این دو تراکم بیشتر باشد آسیب‌پذیری مسیر افزایش می‌یابد. مسیرهای موردمطالعه ازنظر تراکم جمعیتی در وضعیت بحرانی‌تری نسبت به تراکم ساختمانی قرار دارند. تعداد طبقات ساختمان‌های نوار۱۰۰ متری در شکل۶ و دسترسی به فضای باز آن‌ها در شکل۷ نشان داده‌شده است. هر چه تعداد طبقات ساختمان‌ها بیشتر باشد آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود اما بررسی‌ها نشان می‌دهد در محدوده موردمطالعه اکثر ساختمان‌ها کمتر از۳ طبقه است و در وضعیت مطلوبی قرار دارند. در محدوده موردمطالعه نسبت مساحت به نفرات مسیر که بیانگر دسترسی به فضای باز است نیز در شرایط مطلوبی قرار دارد. در شکل۸ فاصله از بافت فرسوده و در شکل۹ فاصله از گسل نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشخص است دو مسیر از مسیرهای موردمطالعه در بافت فرسوده واقع‌شده که شرایط بحرانی قرار دارد؛ اما همه مسیرها در فاصله ایمنی از گسل قرار دارند. در شکل۱۰ قدمت بنا و در شکل۱۱ کیفیت مصالح ساختمان‌ها نشان داده‌شده است. مسیرهایی که در بخش مرکزی قرار دارند دارای قدمت بالا با مصالح کم‌دوام هستند بنابراین در این دو شاخص در وضعیت بحرانی قرار دارند. شکل۱۲ تعداد پل،

تونل و زیرگذر و شکل۱۳ عرض معابر و شکل ۱۴ تعداد تقاطع‌ها رانشان می‌دهد. کلیه مسیرها در دو شاخص عرض معابر و تعداد تقاطع در وضعیت بسیار مطلوبی قرار دارند اما ازنظر تعداد پل‌ها دارای شرایط متفاوتی می‌باشند.

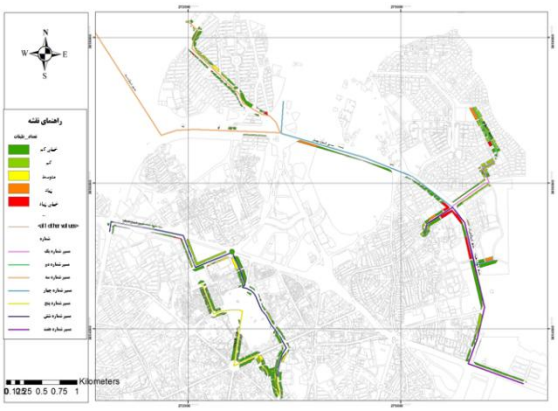
شایان‌ذکر است در این پژوهش جهت پهنه‌بندی آسیب‌پذیری معابر موردمطالعه با توجه به معیارهای تأثیرگذار و با به‌کارگیری توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) و تلفیق آن با روش مقایسه زوجی اقدام به تهیه لایه‌های رو قومی از معیارها و سپس ترکیب آن‌ها نموده است. با تلفیق و ترکیب لایه‌های رقومی نقشه آسیب‌پذیری مسیرهای موردمطالعه در همه شاخص‌ها تهیه‌شده است (شکل۱۵)



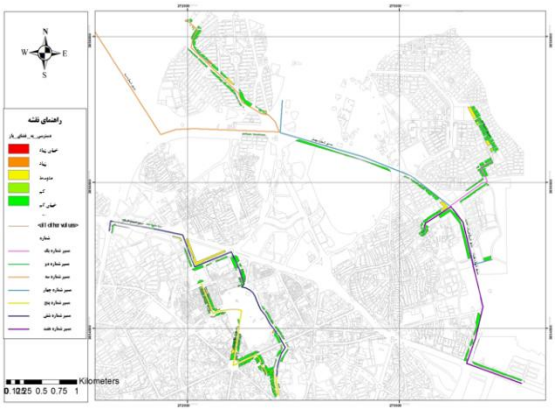
شکل ۴- تراکم جمعیتی (نگارندگان)



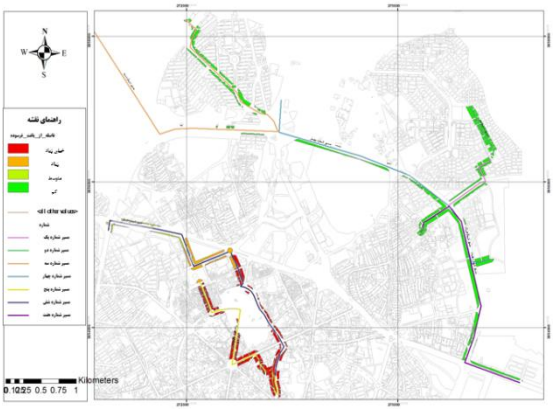
شکل ۵- تراکم ساختمانی (نگارندگان)



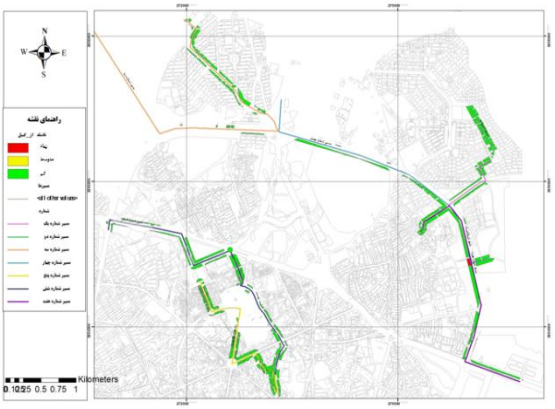
شکل ۶- تعداد طبقات (نگارندگان)



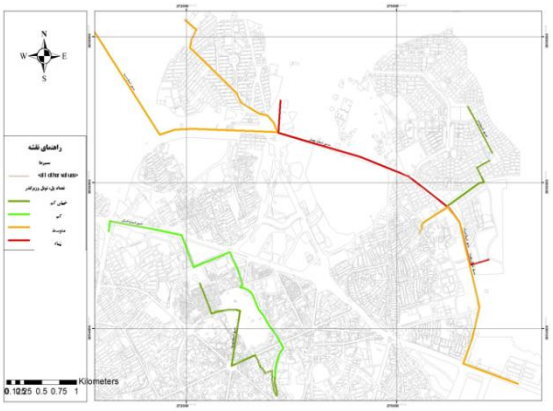
شکل۷- دسترسی به فضای باز (نگارندگان)



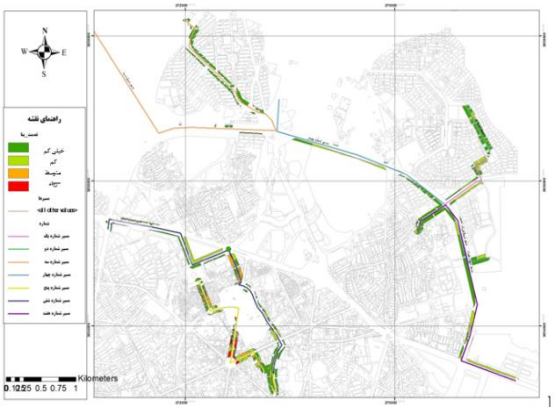
شکل ۸- فاصله از بافت فرسوده (نگارندگان)



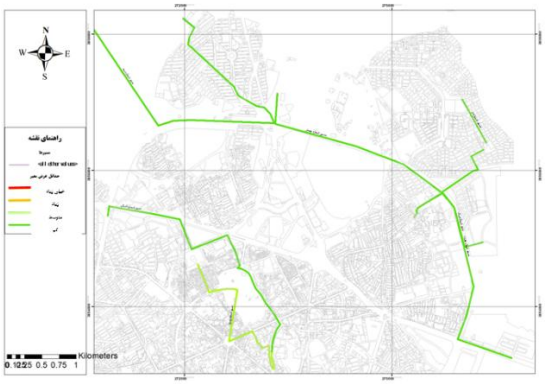
شکل ۹- فاصله از گسل (نگارندگان)



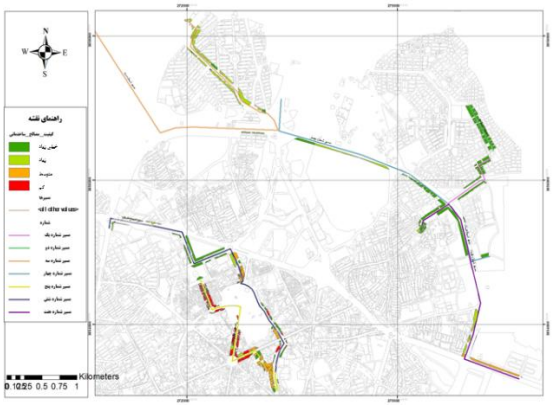
شکل ۱۲- تعداد پل، تونل و زیرگذر (نگارندگان)



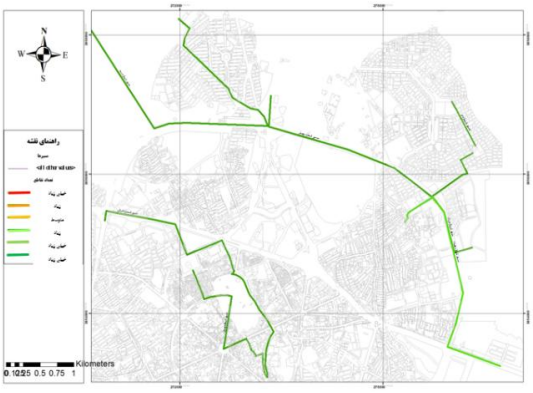
شکل ۱۰- قدمت بنا (نگارندگان)



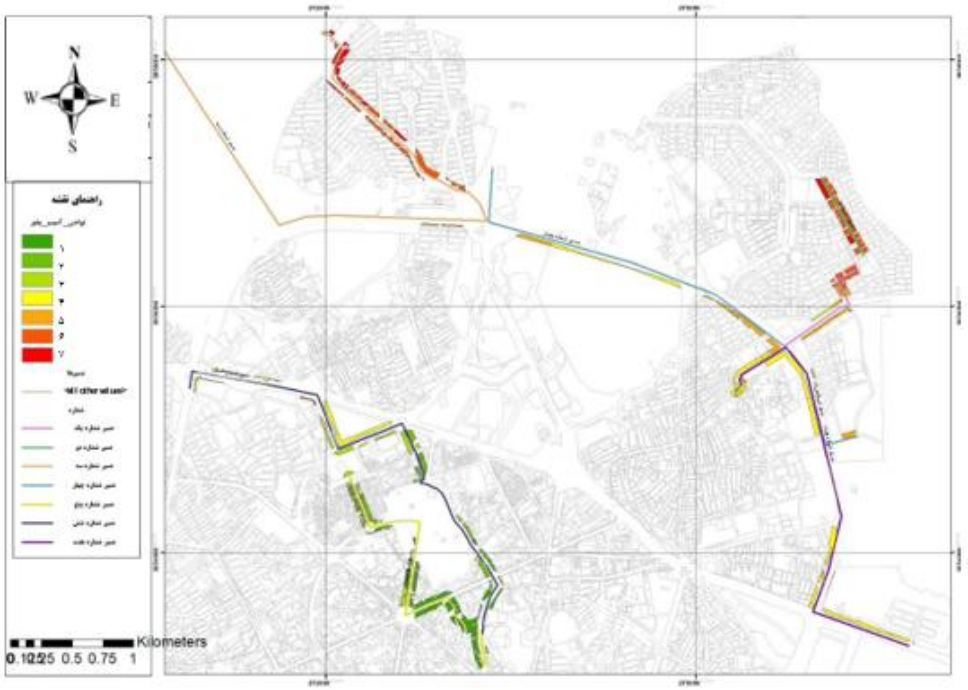
شکل ۱۳- حداقل عرض معبر (نگارندگان)



شکل ۱۱- کیفیت مصالح ساختمان‌ها (نگارندگان)



شکل ۱۴- تعداد تقاطع (نگارندگان)



شکل۱۵- آسیب‌پذیری مسیرهای تأمین آب (نگارندگان)

در شکل بالا رتبه‌بندی آسیب‌پذیری مسیرهای موردمطالعه نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مسیرهای شماره سه، دو، یک، چهار، هفت، شش و پنج به ترتیب دارای بیشترین به کمترین میزان آسیب‌پذیری هستند. بیشترین میزان آسیب‌پذیری یعنی در صورت وقوع زلزله امکان انسداد و تخریب مسیر بیشتر خواهد بود بنابراین نیاز است تعداد مراکز ذخیره و توزیع آب در نواحی اطراف آن‌ها افزایش یابد؛ که وجود تعداد زیاد این مراکز سهولت آب‌رسانی را به جمعیت مناطق تسهیل می‌کند.

۷- تعیین مراکز تأمین آب جایگزین

مراکز تأمین آب جایگزین در شرایط اضطراری زلزله برای محدوده موردمطالعه، با توجه به رتبه آسیب‌پذیری مسیرها و مناطق موردمطالعه به دودسته به شرح زیر پیشنهاد می‌شوند.

۱- مراکز سطح دو: فضاهای باز شهری هستند که در شرایط اضطراری پس از زلزله مخازن سریع النصب جهت ذخیره‌سازی آب در آن‌ها احداث خواهد شد و مقصد تانکرهای حمل آب می‌باشند. درواقع آب موردنیاز برای هر ناحیه به مراکز سطح دو از طریق تانکرها منتقل‌شده و ازآنجا بین مردم آن ناحیه توزیع می‌شود.

۲- مراکز سطح سه: این مراکز در شرایط عادی دارای کاربری‌های مختلفی هستند با این تفاوت که همه آن‌ها مجهز به انبارهای ذخیره آب بسته‌بندی می‌باشند. در شرایط بحرانی و درصورتی‌که آب مراکز سطح دو جوابگوی نیاز مردم نباشد یا این مراکز دچار مشکل شده باشند مراکز سطح سه با توزیع آب به‌صورت بسته‌بندی بین مردم کمبود آب منطقه را جبران خواهد کرد. درواقع این مراکز موازی با مراکز سطح دو عمل می‌کنند.

به‌منظور تعیین تعداد مراکز موردنیاز برای منطقه موردمطالعه، ابتدا بایستی نیاز آبی نواحی موردمطالعه محاسبه شود. محاسبه نیاز آبی با توجه به جمعیت ساکن در منطقه و بر اساس استانداردEPA معادل ۳ لیتر در روز برای سه روز اول، ۱۵ لیتر در روز برای روزهای سوم تا دهم و۳۵ لیتر در روز برای نیاز آبی دهم تا بیست و یکم مطابق جدول۲ محاسبه‌شده است.

جدول۲- محاسبه نیاز آبی نواحی

ناحیه	کوتاه‌مدت (مترمکعب)	میان‌مدت (مترمکعب)	بلندمدت (مترمکعب)
یک	۱۲۰	۶۰۰	۱۳۸۰
دو	۹۹	۵۰۰	۱۱۵۵
سه	۱۰۰	۴۵۰	۱۱۰۰
چهار	۱۱۰	۶۵۰	۱۳۵۰

با توجه به جمعیت ساکن و نیاز آبی منطقه، همچنین با در نظر گرفتن موقعیت مراکز اسکان موقت و موقعیت مسیرهای انتقال آب اضطراری و همچنین رتبه آسیب‌پذیری مسیرها و مناطق تعداد و محل مراکز تأمین آب جایگزین برای شهر همدان مطابق جدول شماره۳ پیشنهادشده است.

جدول ۳- مراکز تأمین آب جایگزین شهر همدان

ناحیه	مراکز سطح دو	مراکز سطح سه
یک	۱-بوستان ولی‌عصر ۲-پارک مدنی	۱-دانشگاه آزاد اسلامی ۲-دانشگاه علمی کاربردی فرهنگ و هنر ۳-مجموعه ورزشی کارگران
دو	۱-مرکز آموزشی فارابی ۲-پارک نماز	۱-مرکز آموزشی عفت ۲-مرکز آموزشی فرهنگ ۳-مسجد قمر بنی‌هاشم ۴-پارک شهرداری ۵-دانشگاه پیام نور
سه	۱-میدان تره‌بار ۲-مدرسه شهید صدوقی ۳- باباطاهر ۴-پارک مادر	۱-دانشگاه پیام نور همدان ۲-مسجد الزهرا ۳-مسجد امام حسن مجتبی
چهار	۱-پارک خضر ۲-پارک شهدا	۱-مسجد ابوالفضل ۲-مسجد شهید چهرقانی

شایان‌ذکر است مراکز سطح دو بایستی آب موردنیاز مردم را برای دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت تأمین کند و مراکز سطح سه با ذخایر ۴۰ مترمکعبی آب به‌عنوان مراکز کمکی عمل کرده و کمبود آب مراکز سطح دو را جبران می‌کنند.

۸- نتیجه‌گیری

زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی به‌عنوان اصلی‌ترین و قدیمی‌ترین اجزای خدماتی هر شهر در مواقع بحران در اولویت اول قرار می‌گیرند، به‌عبارت‌دیگر در ضرورت آسیب‌پذیر بودن و نقص کاربری یکی از شریان‌های حیاتی فعالیت‌های شهری و یا امدادرسانی در زمان بحران مختل می‌شود و به‌این‌ترتیب خسارات جانی و مالی رو به فزونی می‌رود. (Khajehei, et al. 2013)

در شرایط اضطراری زلزله منابع آب در دسترس جهت مصارف بهداشتی، شرب و طبخ غذا بسیار محدود است لذا ضروری است با در نظر گرفتن تمهیدات و راهکارهای مناسب امکان آب‌رسانی را فراهم کرد. به همین منظور لازم است برای تأمین آب اضطراری برنامه‌ریزی‌هایی قبل از وقوع بحران انجام شود تا توانایی پاسخگویی در شرایط بحران را داشته باشد. به‌طورکلی برنامه‌ریزی تأمین آب اضطراری شامل چهار مرحله ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل برای تأمین آب، ارزیابی کیفیت و کمیت آب پس از بحران، بررسی منابع آب جایگزین، پیاده‌سازی طرح قبل و بعد از بحران است که لازم است این برنامه‌ریزی قبل از وقوع بحران برای هر منطقه و شهر انجام شود. (EPA.2011)

در پژوهش حاضر با استفاده از شاخص‌های منتخب جامعه خبرگان و نرم‌افزار GIS نقشه آسیب‌پذیری معابر انتقال آب در شرایط زلزله تهیه‌شده است؛ که نقشه‌ها نشان می‌دهد

مسیرهای شماره سه، دو، یک، چهار، هفت، شش و پنج به ترتیب دارای بیشترین به کمترین میزان آسیب‌پذیری می‌باشند. از طرفی با توجه به میزان آسیب‌پذیری هر یک از مسیرهای انتقال آب و نیاز آبی هر ناحیه، محل و تعداد مراکز تأمین آب جایگزین مطابق جدول شماره۳ پیشنهادشده است. شایان‌ذکر است با توجه به اینکه برای تأمین آب در دوره میان‌مدت و بلندمدت حجم آب زیادی بایستی به مراکز سطح دو از طریق تانکرها انتقال یابد و ممکن است شهر را با کمبود تانکر و مخازن سریع‌النصب مواجه کند، پیشنهاد می‌شود انتقال آب برای این مدت‌ها به مراکز سطح دو از طریق خط لوله و به‌صورت ثقلی نیز صورت گیرد. همچنین به‌منظور اطمینان از تأمین آب بسته‌بندی باکیفیت و تازه در مراکز سطح سه پیشنهاد می‌شود با کارخانه‌های آب بسته‌بندی قراردادی منعقد گردد و انبارهای این کارخانه‌ها در سطح شهر انتقال یابد.

۹- مراجع

[1] Ahadnejad Rushti, M.& Roustaei, Sh.& Kamelifar, M. (2015), Assessing the vulnerability of urban roads to earthquake with crisis management approach Case Study: District 1 of Tabriz, Journal of Geographical Information, Volume 24, Number 95

[2] Ansari Renani, H. (2014) Analysis and Analysis of Urban Passages with Emphasis on Passive Defense Considerations (Case Study: Eighth Isfahan Region), Master of Science Passive Defense, Institute of Passive Defense Preparation, Malek Ashtar University of Technology

[3] Asl Hashemi, A&. Pur Abadollahi, P. (2005) Emergency Water Supply, Second Scientific Rescue Management Conference.

[4] BiNiyazei, E. (2010), Sustainable Urban Development to Cope with Water Crisis; Tehran Metropolis, Master thesis Natural Disaster Management, University of Tehran

[5] Faraji Sabokbar, H.& Rezaei, M. (2017), The Role of Communication Ways on Vulnerability in zone 6 of Tehran and Vulnerability Zoning in the Face of Natural Crises, Journal of Urban Management Studies, Volume 9, Number 29, pp. 39-54

[6] Fryadras, F. (2012), Evaluation of Passage Network and Urban Contexts against Enemy Threats with Passive Defense Considerations Case Study of Hamadan Central Area, M.Sc. Islamic Azad University

[7] Gholami, R. & Sarvar, R. & Vali Shariat Panahi, M. & pishgahi fard, Z. (2015), Crisis Management and Vulnerability Assessment of the Structural Texture of the Road Network of Tehran Region 21 using the AHP Model With the help of GIS, Geographical Policies Research, vol. 3, No. 10, pp. 166-137

[8] Handbook of Water and Wastewater Health in Emergencies and Disasters, 2012, Workplace Health Center, Environmental Research Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran

[9] Hossain, N. (2014),Street as Accessible Open Space Network in Earthquake Recovery Planning in Unplanned Urban Areas,Asian Journal of Humanities and Social Sciences (AJHSS), Vol 2, Issue4

[10] Information and Statistics Organization (2015), Hamedan Metropolitan Statistical Office, Deputy Director of Planning and Development of Hamedan Municipality.

[11] Japan international cooperation Agency (JICA), (2000),Centre for Earthquake and Environmental Studies of Tehran(CEST), The study on seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran

[12] Jafari, H&. Hedayati Aghmshahedi, A&. Zahedi, S&. Golzadeh, N. (2013)Metropolitan Urban Water Resources Management in Times of Earthquake (Tehran Case Study), Third Conference on Environmental Planning and Management

[13] Kamyabi, S. & Sayyed Aliyour, Kh. & Miramadi, A. (2015), Urban Space Safety Assessment with Emphasis on Inactive Defense Indicators Using the AHP and TOPSIS Method Case Study: semnan city,

of the City of Hamedan with the Sustainable In-Urban Development Approach, Master's Thesis, Supervisor: Naser Baniadi, Tehran: Faculty of Arts and Humanities, Department of Urban Planning, Islamic Azad University

[15] Khajehei, S. & shomali, N. (2013), Evaluation of the vulnerability of transportation network in the Aji Chai basin against floods caused by river floods and scenario-based risk reduction planning, second conference International Environmental Risks, Tehran, Kharazmi University

[16] Mirzaei Samai, S. (2017), Crisis Management with the Approach of Earthquake Impact in Water Supply to Hamedan City, National conference on Earthquake and Vulnerability of Structures and Life Line, Tehran, Ministry of the Interior, Crisis Management Organization

[17] Mohammadi, H.& Ameri, A.& Gholami, M. (2004), Comparison of Emergency Water Supply Solutions and Standards with a Look at Bam Earthquake Water Supply, Second International Congress on Disaster Management and Health Unexpected, Tehran

[18] Monzavi, M. & Soleimani, M. & tavalaee, S. & Chavooshi, A. (2009), The vulnerability of corroded tissues in the central part of Tehran to earthquake (Case: zone 12), Human Geography Research Quarterly, vol. 42, No. 73, pp. 18-1

[19] National Strategy Paper on Drinking Water Quality Improvement in Petrochemical Industry, National Petrochemical Company, HSE Management, 2016

[20] Nazmfar, H. Eshghi, A. (2016),Assessing the vulnerability of urban road networks against possible

earthquakes. Case Study: District 3 of Tehran Municipality. Quarterly Journal of Crisis Management, Vol. 5, No. 1, pp. 61-49
[21] Planning for an Emergency Drinking Water Suppl, (2011), EPA, United States inviromental protection agency
[22] Pour Rahmani, A. (2013), Optimization of Dynamic Discharge Design for Disaster Management in Urban Areas, Master of Science in Civil Engineering, University of Tehran
[23] Rahmati, E.& Bayat, A. &Vaezi, M. &Pedram, N. (2018), Review of Emergency Water Supply and Treatment Methods, International Conference on Modern Civil Engineering, Architecture and Urban Management
[24] Ranjbar, M.& Hamzeh Nisiyani, M. (2014), Evaluation of Urban Roads and Communication Networks Vulnerability Based on Passive Defense Principles Using Carver Method, Journal of Natural Geography, Volume 7, Number 26, pp99-120
[25] Sabaghzadeh, H.(2006) Preparing a Comprehensive Crisis Management Algorithm and Returning to Normal Condition for Earthquake Arterial After Earthquake, Thirteenth Conference of Civil Engineering Students Nationwide
[26] Soltani Fard, H. & Zanganeh, A. & Nodeh M. & Hosseini, F. (2015), Spatial Analysis of Effects of Roads Network on Urban Vulnerability to Earthquake (Case Study: Amirieh Shahr Sabzevar), Environmental Spatial Spatial Analysis Journal, Year 3, Issue 1, pp. 49-31
[27] Taghvaei, M. & ali mohammadi, N. (2006). Earthquake and its consequences and its consequences in cities, Bana Monthly, No. 27, pp. 107-83
[28] Tavakoli Bina, A. (2006)Investigating the Crisis Management Status in Water and Wastewater Industry (Case Study of Qom Province Water and Wastewater Company), Second International Conference on Comprehensive Crisis Management in Natural Disasters
[29] Tavakoli Aminian, S. (2013), Empowering Passive Defense in Increasing Water Supply Security to Residents of Region 9 of Mashhad, National Conference on Sustainable Drainage and Agriculture, Volume 1, Tarbiat Modares University
[30] Water and Wastewater Guidance in Emergencies and Disasters (2012), Environmental Research Center of Tehran University of Medical Sciences
[31] Zebardast, E. (2001), using Analytical Hierarchy Process in urban and regional planning, Fine arts magazine, No.10