پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۵، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۶
ص ۲۱-۳۵

شناسایی و سطح‌بندی میزان آسیب‌پذیری راه‌ها و معابر اضطراری اولیه و ثانویهٔ شهر کرمان با استفاده از منطق فازی

حسین غضنفرپور* – دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
سمیرا حسن‌زاده ـ دانشجوی دکتری مدیریت بحران
محدثه حامدی ـ دانشجوی دکتری مدیریت بحران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۰۷ تأیید مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۰۱

چکیده

رویدادهای پیش‌بینی‌نشده هرساله سهم عمده‌ای در ایجاد خسارات مالی و جانی در جهان دارند. یکی از ارکان مدیریت بحران در زمان وقوع زلزله، پیش‌گیری و کاهش تلفات ناشی از زلزله است. برای حصول به این اهداف، تسریع در رسیدن گروه‌های امداد و نجات به حادثه دیدگان، اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. با توجه به کاهش گنجایش راه‌ها بر اثر خرابی و افزایش خروج از منطقهٔ زلزله‌زده، ترافیک سنگینی که بر شبکهٔ معابر تحمیل می‌شود، شبکهٔ معابر را به عامل تعیین‌کننده در مدیریت بحران تبدیل می‌کند. این مقاله بخشی از زیرساخت‌های شهری کرمان در هنگام بحران، تحت عنوان شبکهٔ معابر اضطراری را تحت مطالعه قرار می‌دهد. هدف تحقیق، شناسایی معابری است که در شرایط اضطراری می‌توانند بیشترین کمک را در مدیریت بحران داشته باشند. روش تحقیق توصیفی-تحلیلی است. داده‌های مورد نیاز به روش میدانی و اسنادی جمع‌آوری شده و با استفاده از نظریات کارشناسان، پارامترهای مؤثر بر آسیب‌پذیری راه‌ها مشخص شد. بر اساس اکستنشن SDM Fuzzy در محیط Arc GIS نقشهٔ آسیب‌پذیری راه‌ها و معابر اضطراری اولیه و ثانویهٔ شهر کرمان تهیه شد. نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق نشان می دهد که از بین چهار عامل مؤثر (تراکم جمعیتی، فضای باز و خالی، عرض معابر، تعداد طبقات سازه‌ها)، عامل عرض معابر با وزن نهایی۰/۶۹۲، بیشترین وزن و عامل فضای باز و خالی با وزن نهایی۰/۱۷۱، کمترین وزن را داشته‌اند. به این ترتیب عرض معابر بیشترین تأثیر را در تعیین معابر اضطراری اولیه و ثانویه گذاشته است.

کلیدواژه‌ها: آسیب‌پذیری، شهر کرمان، معابر اضطراری اولیه و ثانویه، منطق فازی

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۴۵۸۰۸۶
E- mail: ma1380@uk.ac.ir

مقدمه

یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به گریبان هستند، موضوع سوانح طبیعی است. بحران، رویداد یا واقعه‌ای ناگهانی است که با آسیب‌های انسانی و مادی گسترده و با زمینهٔ بروز این‌گونه آسیب‌ها همراه بوده و نیازمند انجام اقدامات فوری است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). سوانح و حوادث متعدد، سالانه سبب خسارت‌های قابل توجه جانی و مالی در کشور می‌شود. به‌طور طبیعی، اولین اقدام انسان در برخورد با بحران و سوانح عبارت است از نجات و کاهش تأثیرات واقعه که با وجود زمان بسیار کم، به واکنش سریع نیاز دارد. واکنش سریع که بخش بسیار مهم مدیریت بحران را تشکیل می‌دهد، شامل شناسایی، ارزیابی، تصمیم‌گیری و اقدامات اضطراری موقت است که تمام مراحل این واکنش در زمان بسیار کوتاه، حتی گاهی در چند ساعت صورت می‌گیرد. بنابراین آمادگی و شناخت بحران یکی از وظایف مدیریت است (رودینی، ۱۳۸۳: ۶۶). مجموعه فرایند برنامه‌ریزی، پیش‌بینی، تجهیز، هماهنگی، اجرا، تجزیه‌وتحلیل، مستندسازی، اسکان موقت و سپس بازسازی حوادث شهری همچون: زلزله، آتش‌سوزی‌های مهیب، برف، سیل، طوفان، رانش زمین و... همه و همه را می‌توان بخش مهمی از مدیریت بحران در شهرها دانست (سوادکوهی فر، ۱۳۸۶: ۲۵۱).

با گسترش شهرنشینی، تراکم جمعیت در آن‌ها و ساخت‌وسازهای گسترده، صنعتی‌شدن شهرها و تشکیل کلان‌شهرها، تأثیر عملکرد شبکهٔ حمل‌ونقل درون‌شهری بر مجموعهٔ شهری نمایان‌تر می‌شود. به طوری که ضعف شبکهٔ حمل‌ونقل و عملکرد نامطلوب آن پس از وقوع زلزله، باعث فلج‌شدن فعالیت‌های امدادرسانی و بازسازی می‌شود و پیامدهای سوء اجتماعی و سیاسی و اقتصادی را به همراه دارد. از سوی دیگر کارکرد مطلوب هریک از اجزای شبکهٔ حمل‌ونقل، وابسته به کارآمدی سایر اجزای شبکه است. برای نمونه ریزش هر پل، عملکرد مسیرهای وابسته به آن را تا کیلومترها دورتر، مختل می‌کند یا حتی آسیب به تجهیزات کنترل ترافیک مثل چراغ‌های راهنمایی، موجب کاهش بازدهی تقاطع‌ها در عبور جریان ترافیکی خواهد شد. از این رو، آسیب‌های واردآمده بر هریک از اجزا، تأثیر بسیار زیادی بر بازدهی کل شبکه می‌گذارد. زلزله حادثهٔ سهمگینی است که در مدت کوتاه بسیاری از زیرساخت‌های شهری را نابود می‌کند. از این رو آسیب‌پذیری کشور ما در مقایسه با بسیاری از نقاط جهان بیشتر است؛ زیرا پهنهٔ ایران‌زمین در بخش میانی کمربند کوه‌زایی و لرزه‌خیز آلپ– هیمالیا قرار دارد که یکی از مناطق لرزه‌خیز جهان محسوب می‌شود. پیدایش شهرها و شهرک‌ها و آبادی‌های جدید در مناطق مختلف باعث می‌شود تا زمین‌لرزه‌هایی که چندی پیش در بیابان‌ها و منطقهٔ عاری از سکنه روی می‌دادند، این بار پس از دورهٔ بازگشت خود در منطقه‌ای روی دهند که تأسیسات مختلفی در آن ایجاد شده است و شمار زیادی از مردم در آن زندگی می‌کنند. با وقوع هر زلزله هزاران نفر قربانی می‌شوند و با توجه به نبود آمادگی کافی در برابر تأثیرات سوء ناشی از زلزله، این مسئله در کشور ما به مراتب بیشتر است. با اینکه جمعیت ایران ۱درصد جمعیت دنیاست، تلفات ناشی از زلزله در حدود ۶درصد تلفات دنیاست (ابلقی، ۱۳۸۴: ۲). به طوری که در گزارش دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۳، کشور ایران رتبهٔ نخست را در تعداد زلزله‌های با شدت بیش از ۵,۵ ریشتر در سال و یکی از رتبه‌های بالا را درزمینهٔ آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله به خود اختصاص داده است (U N D P, 2004). زلزله‌های اخیر شاخصی از میزان آسیب‌پذیربودن ایران در مناطق شهری است. زلزله‌های بویین‌زهرا (۱۳۴۱)، رودبار (۱۳۶۹) و بم (۱۳۸۲) هرکدام هزاران کشته بر جای گذاشتند. زلزلهٔ بم به‌تنهایی بیش از ۳۰هزار کشته، بیش از ۱۰هزار زخمی، بیش از ۱۰۰هزار نفر

بی‌خانمان بر جای گذاشته و بیش از ۸۰درصد از شهر را تخریب کرد و تمام زیرساخت‌های شهری را از بین برد که بیش از ۸۰۰میلیون دلار خسارت بر جای گذاشت (گزارش ملی جمهوری اسلامی ایران برای کاهش بلایای طبیعی[1]، ۲۰۰۵: ۸).

هدف تحقیق

هدف تحقیق، شناسایی و سطح‌بندی معابر شهر کرمان و میزان آسیب‌پذیری آن‌هاست تا ضمن شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر ارزیابی زیرساخت‌های مدیریت بحران شهر کرمان، با استفاده از داده‌های موجود و تجزیه‌وتحلیل آن در محیط GIS و مدل منطق فازی، معابر اضطراری اولیه و ثانویهٔ شهر کرمان را شناسایی کند تا درمواقع اضطراری بتوان از این مسیرها برای مدیریت بحران استفاده کرد؛ زیرا درمواقع بحران امکان شناسایی و مطالعهٔ مسیرهای بهینه وجود ندارد.

مبانی نظری و پیشینهٔ تحقیق

اگر در شهرها شبکهٔ راه‌های اضطراری پیش‌بینی می‌شد، خسارات و تلفات به حداقل می‌رسید؛ زیرا مسیرهای شبکهٔ اضطراری طوری انتخاب می‌شوند که کوتاه‌ترین مسیر را از مراکز امدادی و درمانی به مراکز جمعیتی داشته باشند. در تعیین مسیرها، از روش تجزیه‌وتحلیل کوتاه‌ترین مسیر استفاده می‌شود. دربارهٔ مسیر بین ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مکان‌های خطرزا، ضریب اولویت به نسبت میزان ریسک برای هر مکان خطرزا تعیین می‌شود (محمودزاده و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۹۶). از دیدگاه مدیریت بحران، معابر اضطراری را می‌توان به دو گروه معابر اضطراری اولیه و ثانویه تقسیم کرد. معابر اضطراری اولیه مسیر بین مراکز مدیریت بحران (سطوح ملی تا ناحیه‌ای) با مبادی ورودی شهر نظیر خطوط حمل‌ونقل جاده‌ای یا فرودگاهی هستند. معابر اضطراری ثانویه مسیرهای ارتباطی بین مراکز واکنش اضطراری و مراکز امدادی، آتش‌نشانی، امنیتی و درمانی هستند (حسینی، ۱۳۸۷: ۱۷۸).

در حمل‌ونقل اضطراری مؤثر برای نجات جان انسان‌ها، یک روش ارزیابی ریسک برای اطمینان از سیستم حمل‌ونقل، بلافاصله بعد از وقوع زلزله ارائه داده‌اند. نتایج حاصل نشان‌دهندهٔ آن است که مسیرهای دسترسی، آسیب‌پذیر هستند و لازم است مسیرها برای مواقع اضطراری بهینه‌سازی شوند (کوواتا و تاکادا[2]، ۲۰۰۳).

بوزون و همکارانش در مقالهٔ «برنامه‌ریزی مسیر اضطراری»، چند شاخصه بر پایهٔ فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و مسیریابی Pg، با به‌کارگیری یک روش جایگزین برای محاسبهٔ مسیر انتقال بر اساس مکان یک حادثه و موقعیت در نقطهٔ مقصد را ارائه می‌دهند (بوزون[3] و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۵۷).

پتا و همکارانش در مقالهٔ «مسیرهای اضطراری زلزله برای ایالت ایندیانا»، طراحی شبکهٔ پوشش حداکثری چندوسیله‌ای (MCNPP)[4] برای شناسایی مسیرهای حیاتی، عکس‌العمل و واکنش به زلزله را فرمول‌سازی می‌کنند.

1. National report of the Islamic republic if Iran on disaster reduction
2. Kuvata and akada
3. Bozon
4. Multicommodity Maximal covering network design problem

MCNPP مسیرهایی را جست‌وجو می‌کند، زمان انتقال را به حداقل رسانده و جمعیت بیشتری را تحت پوشش قرار می‌دهد. از نظر عملی سهم اصلی مقاله توانایی خطاب‌قراردادن مشکلات برنامه‌ریزی پیش روی آژانس‌های عکس‌العمل اضطراری در هنگام مدیریت فاجعه است (پتا[1] و همکاران، ۲۰۰۵: ۵۶-۳۶).

ملی و رآئو روش مسیریابی تقویت‌شده‌ای را بر اساس الگوریتم Dijkston و فرایند تحلیل سلسه‌مراتبی ارائه می‌دهند. برای یافتن مسیر بین دو نقطه، راه بهینه به کوتاه‌ترین راه ترجیح داده می‌شود (ملی و رآئو[2]، ۲۰۱۲).

روش پژوهش

در این مطالعه، پارامترهای مؤثر در ارزیابی شبکهٔ معابر اضطراری شهر کرمان با توجه به دیدگاه کارشناسان سازمان پیشگیری و مدیریت بحران، تراکم جمعیتی، فضای باز و خالی، عرض معابر و تعداد طبقات سازه‌ها را شامل می‌شود. گردآوری داده‌های اولیهٔ پژوهش، بر اساس روش کتابخانه‌ای و برداشت میدانی صورت گرفته است.

به‌منظور تهیهٔ نقشه‌های آسیب‌پذیری راه‌ها و تعیین مسیرهای شبکهٔ حمل‌ونقل اضطراری، از اکستنشن SDMفازی[3] در محیط جی آی اس[4] استفاده شده است. درنتیجه در این تحقیق با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای اشاره‌شده، سعی در ارزیابی و پاسخ‌گویی مناسب به اهداف اصلی پژوهش شده است.

منطق فازی

منطق فازی نظریه‌ای برای اقدام در شرایط نبود اطمینان است. این نظریه به محقق امکان می‌دهد بسیاری از مفاهیم و متغیرهای سیستم‌هایی که مبهم هستند، صورت‌بندی ریاضی کرده و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری فراهم کند. منطق کلاسیک مبتنی بر قیاس و قضایای صحیح و غلط است. به عنصر صحیح معمولاً مقدار یک اختصاص می‌یابد و به عنصر غلط مقدار صفر تعلق می‌گیرد. بنابراین در استنتاج، شیء یا کاملاً متعلق به یک مجموعه است یا اینکه کاملاً از آن جداست (فرجی سبکبار، ۱۳۸۱: ۴۱). منطق فازی در مقابل منطق کلاسیک، تعریف عضویت را گسترش داده است. به طوری که از عضویت کامل تا نبود عضویت را شامل می‌شود؛ یعنی در نظام فازی، همهٔ قواعد درجه‌ای از درستی یا نادرستی را در خود دارند که در نتیجهٔ نهایی تأثیر می‌گذارند. به این ترتیب پس از آنکه منطقهٔ مورد نظر با توجه به تک‌تک معیارها به محدوده‌هایی با مقادیر فازی تقسیم‌بندی شد، باید لایه‌های مربوط به معیارهای مختلف با هم ترکیب شده و محدودهٔ مورد نظر انتخاب شود (زارعی، ۱۳۸۵: ۴۵). سپس با استفاده از عملگرهای فازی، عملیات تلفیقی مورد نظر انجام می‌شود. پنج عملگر فازی به نام اشتراک فازی، اجتماع فازی، ضرب فازی، جمع فازی و فازی گاما برای تلفیق مجموعهٔ فاکتورها استفاده می‌شوند که درنهایت با اعمال عملگرهای فازی، واحدهای مکانی نقشهٔ خروجی، حاوی درجهٔ عضویت خواهند بود (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۰: ۷۶-۶۳).

1. Peeta
2. Mali and Rao
3. Fuzzy
4. GIS

عملگر فازی گاما: این عملگر، حالت کلی از ضرب و جمع فازی است که در آن فاکتورها طبق رابطهٔ «۱» تلفیق می‌شوند.

$$\mu_{Combination} = (Sum)^{\gamma} * (Product)^{1-\gamma} \quad (۱)$$

در این رابطه مقدار بین اعداد صفر تا یک قابل تعیین است. اگر مقدار یک انتخاب شود، رابطه به عملگر جمع فازی و تبدیل می‌شود و اگر مقدار صفر انتخاب شود، رابطه به عملگر ضرب فازی تبدیل خواهد شد (شاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۵۵۰-۵۴۹).

در این تحقیق به‌منظور تلفیق نقشه‌های فاکتور، از مدل فازی و عملگر گاما (۰/۹ =) با استفاده از اکستنشن SDM Fuzzy در محیط ArcGIS استفاده شده است. هرچه مقادیر فازی معیارها به عدد یک نزدیک می‌شود، بیانگر آن است که میزان آسیب‌پذیری بسیار کم و آن معیار برای ارزیابی راه‌های اضطراری بسیار مناسب است. هرچه به عدد صفر نزدیک می‌شویم، بیانگر میزان آسیب‌پذیری بسیار زیاد و نامناسب‌بودن معیار مورد نظر در ارزیابی راه‌های اضطراری است.

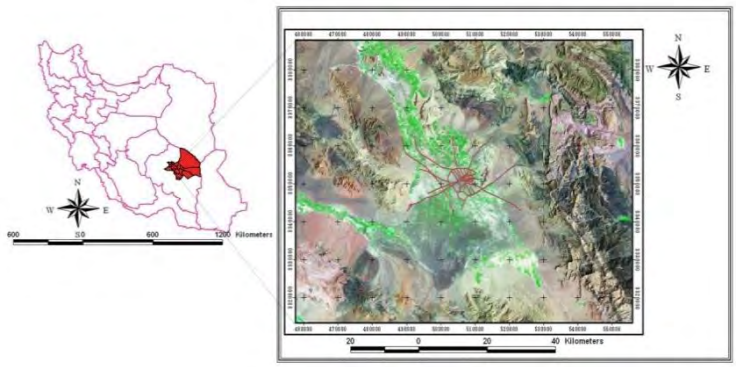
پس از شناسایی و آماده‌سازی تمام لایه‌های اطلاعاتی و معیارها و عوامل مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌ها، لازم است نقشه‌های فاکتور هریک از لایه‌ها آماده شود. آماده‌سازی نقشه‌های فاکتور مشتمل بر دو مرحلهٔ پردازش و وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی است (امیری، ۱۳۸۶: ۹۰).

در این مرحله، وزن‌دهی هریک از معیارها (فاکتورها) بر اساس تأثیر نسبی که در شناسایی و ارزیابی آسیب‌پذیری راه‌های اضطراری دارند، با استفاده از منطق فازی انجام می‌شود. در هر نقشهٔ فاکتور فازی، ارزش هریک از کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود با درجات عضویت فازی حد واسط بین صفر تا یک نشان داده می‌شود. در این تحقیق، به‌منظور تهیهٔ نقشه‌های فاکتور فازی، با تعریف توابع عضویت خطی و با توجه به اثر مثبت یا منفی هر پارامتر و درنظرگرفتن معیارها و ضوابط، دستوراتی در نرم‌افزار Arc GIS نوشته و اجرا شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

منطقهٔ مورد مطالعه

شهر کرمان، در جنوب شرق ایران، در محدوده‌ای با طول جغرافیایی ′ ۱۴ °۳۰ تا ′ ۱۹ ° ۳۰ شرقی و عرض جغرافیایی ° ۵۷ تا ′ ۷ ° ۵۷ شمالی واقع شده است. جمعیت آن بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ برابر با ۵۳۸۱۹۷ نفر است. این شهر، بزرگ‌ترین شهر در جنوب شرق کشور است که با ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا، در حاشیهٔ شمال شرقی دشت کرمان قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت شهر کرمان و تصویر ماهواره‌ای محدودهٔ مطالعاتی

یافته‌های پژوهش و تجزیه‌وتحلیل

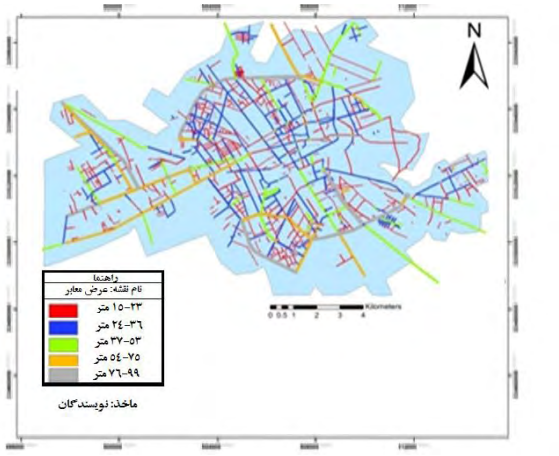
معیارهایی که برای شناسایی آسیب‌پذیری راه‌های اضطراری ارائه شده، عبارت است از: عرض معابر، تراکم جمعیت، تعداد طبقات سازه‌ها، فضای باز و خالی؛ لذا هریک از عوامل فوق با استفاده از منطق فازی بررسی و تحلیل شده و نقشهٔ نهایی آن تولید می‌شود.

عرض معابر: بر اساس مطالعات حسینی (حسینی، ۱۳۸۷: ۱۸۰) از ملزومات امکان استفاده از راه به‌عنوان راه اضطراری این است که عرض معابر بیش از ۱۵ متر باشد. نحوهٔ کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوطه در جدول ۱ و شکل ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱. کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوط به عرض معابر

کلاس‌بندی بر اساس ترجیحات	عرض معابر	عضویت فازی
بسیار مناسب	۷۶–۹۹	۰/۹
مناسب	۵۴–۷۵	۰/۷
تقریباً مناسب	۳۷–۵۳	۰/۵
نامناسب	۲۴–۳۶	۰/۳
بسیار نامناسب	۱۵–۲۳	۰/۱

(مأخذ: نگارندگان)



شکل ۲. نقشهٔ عرض معابر بر اساس داده‌های فازی (مأخذ: نگارندگان)

با توجه به جدول ۱، عضویت فازی ۰/۹ مربوط به عرض ۹۹-۷۶ متر است. هرچه عرض معابر وسیع‌تر باشد، آسیب‌پذیری بسیار کمتر است. نقشهٔ فازی مربوط به عرض معابر در شهر کرمان (نقشهٔ ۲) نشان می‌دهد کمربندی جادهٔ جوپاری، بلوار ۲۲بهمن، خیابان شهید علی شیروانی، جادهٔ کمربندی شمالی و بلوار هوانیروز، همواره آسیب‌پذیری بسیار کم دارند که در نقشه با عضویت ۰/۹ و رنگ خاکستری نشان داده شده است.

عضویت فازی ۰/۷ مربوط به عرض معابر ۷۵-۵۴ متر است. با توجه به شکل ۲، خیابان آیت‌الله صدوقی، بلوار جمهوری اسلامی، بزرگراه امام‌خمینی، بلوار دانشگاه و بلوار کوثر همواره آسیب‌پذیری کمی دارند.

عضویت فازی ۰/۵ مربوط به عرض معابر ۵۳-۳۷ متر است که در نقشه با رنگ سبز مشخص شده است. نقشهٔ فازی مربوط به عرض معابر نشان می‌دهد جادهٔ ماهان، قسمتی از بلوار ۲۲بهمن، خیابان شهید مصطفی خمینی، جادهٔ کوهپایه، بلوار سیدی و جادهٔ قدیم اختیارآباد همواره آسیب‌پذیری متوسطی دارند.

عضویت فازی ۰/۳ مربوط به عرض معابر ۳۶-۲۴ متر است که در نقشه با رنگ آبی مشخص شده است. بلوار گلستان، بلوار جهاد، خیابان سرباز، خیابان باستانی پاریزی، خیابان بهمنیار و خیابان شهید صیاد شیرازی آسیب‌پذیری زیادی دارند.

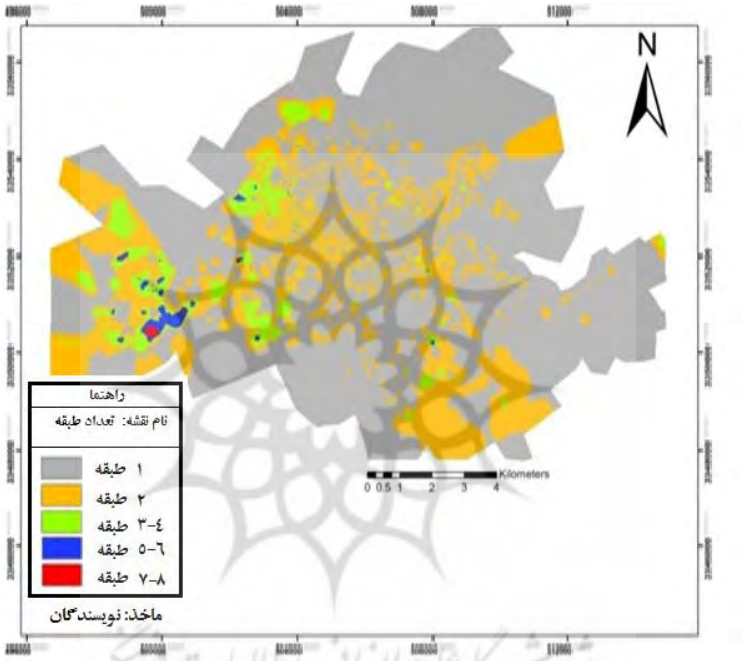
خیابان شهدا، خیابان فیروزآباد، خیابان والفجر، خیابان شهید دستغیب و تمامی کوچه‌های شهر کرمان عرض معابر ۲۳-۱۵ متر و کمتر دارند که با عضویت فازی ۰/۱ در نقشه با رنگ قرمز مشخص شده است و بیانگر آسیب‌پذیری بسیار زیاد است.

تعداد طبقات سازه‌ها: هرچه تعداد طبقات ساختمان‌ها در سطح شهر کمتر باشد، آسیب‌پذیری نیز کمتر است. با افزایش درجهٔ محصوریت (ارتفاع بیشتر ساختمان نسبت به عرض کم معبر) احتمال بسته‌شدن معابر افزایش می‌یابد که باعث می‌شود با ریختن آوار ساختمان‌ها به خیابان‌ها و بسته‌شدن آن‌ها، عملیات امداد و نجات و پناهگیری با مشکل مواجه شود (شیعه و همکاران، ۱۳۸۹: ۵-۴). نحوهٔ کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوطه، در جدول ۲ و نقشهٔ ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۲. کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوط به تعداد طبقات سازه‌ها

کلاس‌بندی بر اساس ترجیحات	تعداد طبقات سازه‌ها	عضویت فازی
بسیار مناسب	۱	۰/۹
مناسب	۲	۰/۷
تقریباً مناسب	۳–۴	۰/۵
نامناسب	۵–۶	۰/۳
بسیار نامناسب	۷–۸	۰/۱

(مأخذ: نگارندگان)



شکل ۳. نقشهٔ تعداد طبقات بر اساس داده‌های فازی (مأخذ: نگارندگان)

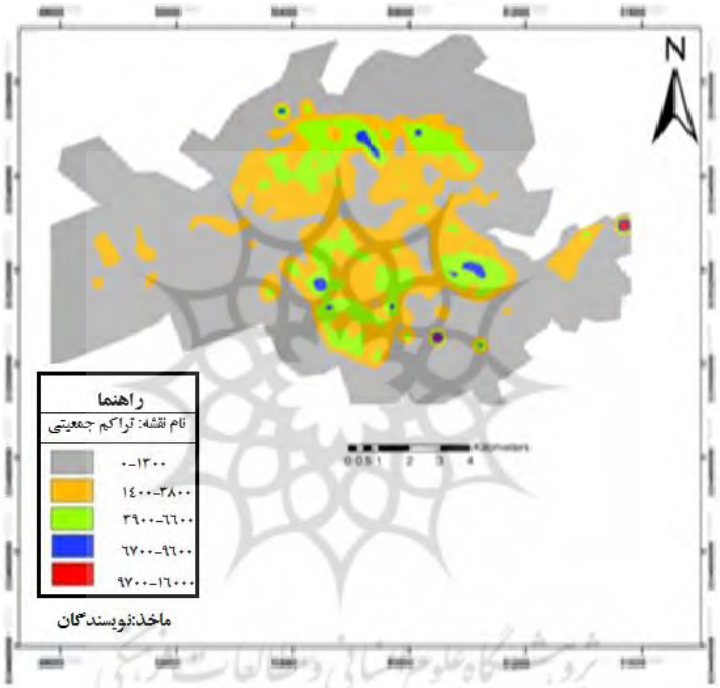
نقشهٔ فازی مربوط به تعداد طبقات سازه‌ها نشان می‌دهد تعداد ساختمان‌های ۱طبقه و ۲طبقه بیشتر در مرکز شهر کرمان وجود دارد؛ بنابراین با توجه به جدول ۲ و عضویت فازی ۰/۹ و ۰/۷، این ساختمان‌ها میزان آسیب‌پذیری بسیار کم و کم دارند. ساختمان‌های ۶–۵ طبقه و ۸–۷ طبقه، همان‌طور که در نقشه دیده می‌شود، در خارج از مرکز شهر کرمان وجود دارند که با عضویت فازی ۰/۳ و ۰/۱ و رنگ‌های آبی و قرمز مشخص شده‌اند و بیانگر میزان آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد است.

تراکم جمعیت: در هر بخش از شهر که تمرکز جمعیتی فراوانی داشته باشد، در زمان رخداد بحران، امکان تجمع جمعیت و ایجاد ترافیک بیشتر است؛ بنابراین باید در انتخاب راه‌های اضطراری دقت شود تا راه‌های عبوری از محل‌های پرجمعیت گذر نکند. نحوهٔ کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوطه در جدول ۳ و نقشهٔ ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۳. کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوط به تراکم جمعیت

کلاس‌بندی بر اساس ترجیحات	تراکم جمعیتی	عضویت فازی
بسیار مناسب	۰–۱۲۹۹	۰/۹
مناسب	۱۳۰۰–۳۷۹۹	۰/۷
تقریباً مناسب	۳۸۰۰–۶۵۹۹	۰/۵
نامناسب	۶۶۰۰–۹۵۹۹	۰/۳
بسیار نامناسب	۹۶۰۰–۱۶۰۰۰	۰/۱

(مأخذ: نگارندگان)



شکل ۴. نقشهٔ تراکم جمعیتی بر اساس داده‌های فازی (مأخذ: نگارندگان)

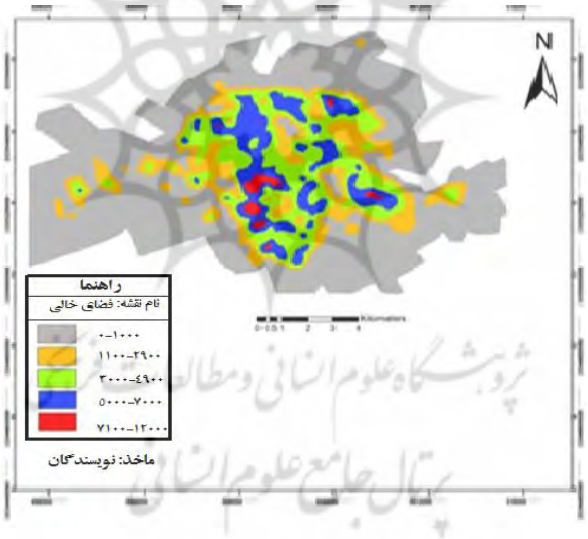
با توجه به جدول ۳، در مناطق حاشیهٔ شهر کرمان، تراکم جمعیتی بسیار کمی وجود دارد که در نقشه با عضویت فازی ۰/۹ و رنگ خاکستری مشاهده می‌شود. در مرکز شهر کرمان عمدهٔ تراکم جمعیتی مربوط به ۳۷۹۹–۱۳۰۰ نفر در هر کیلومتر مربع است که با عضویت فازی ۰/۷ و رنگ زرد نشان داده شده است. تراکم جمعیتی ۶۵۹۹–۳۸۰۰ نفر در هر کیلومتر مربع، بیشتر در قسمت‌های شمال، شمال‌شرقی و جنوب‌غربی وجود دارد که با عضویت فازی ۰/۵ میزان آسیب‌پذیری متوسط دارند و در نقشه با رنگ سبز مشخص شده است. عضویت فازی ۰/۳ و ۰/۱ مربوط به تراکم جمعیتی ۹۵۹۹–۶۶۰۰ و ۱۶۰۰۰–۹۶۰۰ نفر در هر کیلومتر مربع است که با رنگ آبی و قرمز در نقشه نشان داده شده است. هرچه تراکم جمعیتی بیشتر باشد، میزان آسیب‌پذیری نیز بیشتر است. نقشهٔ حاصل از داده‌های فازی مربوط به تراکم جمعیت نشان می‌دهد تراکم جمعیتی ۱۶۰۰۰–۹۶۰۰ نفر، در هر کیلومتر مربع، در خارج از مرکز شهر و قسمت‌های جنوبی و جنوب‌شرقی شهر کرمان وجود دارند.

فضای باز و خالی: در انتخاب راه‌های تشکیل‌دهندهٔ شبکهٔ حمل‌ونقل اضطراری می‌بایست راه‌های اضطراری درجه۱ و فضاهای کافی و مناسب برای انبار کمک‌های ارسالی وجود داشته باشد (حسینی، ۱۳۸۷: ۱۷۸). هرچه تمرکز سازه کم باشد، فضای خالی بیشتری در سطح شهر وجود دارد. نحوهٔ کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوطه در جدول ۴ و نقشهٔ ۵ نمایش داده شده است.

جدول ۴. کلاس‌بندی و داده‌های فازی مربوط به فضای باز و خالی

کلاس‌بندی بر اساس ترجیحات	فضای باز و خالی (تمرکز سازه)	عضویت فازی
بسیار مناسب	۰–۹۹۹	۰/۹
مناسب	۱۰۰۰–۲۹۹۹	۰/۷
تقریباً مناسب	۳۰۰۰–۴۹۹۹	۰/۵
نامناسب	۵۰۰۰–۶۹۹۹	۰/۳
بسیار نامناسب	۷۰۰۰–۱۲۰۰۰	۰/۱

(مأخذ: نگارندگان)



شکل ۵. نقشهٔ فضای باز بر اساس داده‌های فازی (مأخذ، نگارندگان)

در مناطق حاشیهٔ شهر کرمان به دلیل نبود تمرکز سازه، فضای خالی بسیار زیاد است. با توجه به عضویت فازی ۰/۹، این مناطق، آسیب‌پذیری بسیار کمی دارند.

عضویت فازی ۰/۷ مربوط به حجم فضای خالی (تمرکز سازه) ۲۹۹۹–۱۰۰۰ متر در هر هکتار است که با رنگ زرد مشخص شده است. عضویت فازی ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۱ مربوط به حجم فضای خالی (تمرکز سازه) ۴۹۹۹–۳۰۰۰، ۶۹۹۹–۵۰۰۰ و ۱۲۰۰۰–۷۰۰۰ متر در هر هکتار است. هرچه تمرکز سازه بیشتر باشد، فضای خالی کمتری وجود دارد. در مرکز شهر کرمان همواره تمرکز سازهٔ بیشتری وجود دارد؛ بنابراین میزان آسیب‌پذیری متوسط، زیاد و بسیار زیاد است که در نقشهٔ حاصل از داده‌های فازی با رنگ سبز و آبی و قرمز مشخص شده است.

آسیب‌پذیری کلی معابر بر اساس مدل منطق فازی

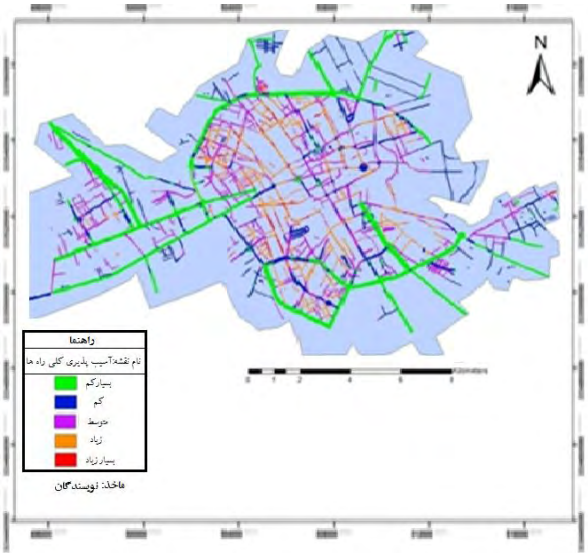
به‌منظور تلفیق نقشه‌های فاکتور، از مدل فازی و عملگر گاما (۰/۹=) با استفاده از اکستنشن SDM Fuzzy در محیط ArcGIS استفاده شده است. با توجه به جدول ۵، هرچه مقادیر فازی معیارها به عدد یک نزدیک می‌شود، بیانگر آن است که میزان آسیب‌پذیری بسیار کم و آن معیار برای ارزیابی راه‌های اضطراری بسیار مناسب است. هرچه به عدد صفر نزدیک می‌شود، بیانگر میزان آسیب‌پذیری بسیار زیاد و نامناسب‌بودن معیار مورد نظر در ارزیابی راه‌های اضطراری است.

جدول ۵. جدول آسیب‌پذیری راه‌ها و وزن‌های حاصل از مدل منطق فازی

آسیب‌پذیری	تعداد طبقات سازه‌ها	عضویت فازی	تراکم جمعیتی	عضویت فازی	عرض معابر	عضویت فازی	فضای باز و خالی (تمرکز سازه)	عضویت فازی
بسیار کم (سبز پررنگ)	۱	۰/۹	۰–۱۲۹۹	۰/۹	۷۶–۹۹	۰/۹	۰–۹۹۹	۰/۹
کم (آبی)	۲	۰/۷	۱۳۰۰–۳۷۹۹	۰/۷	۵۴–۷۵	۰/۷	۱۰۰۰–۲۹۹۹	۰/۷
متوسط (بنفش)	۳–۴	۰/۵	۳۸۰۰–۶۵۹۹	۰/۵	۳۷–۵۳	۰/۵	۳۰۰۰–۴۹۹۹	۰/۵
زیاد (نارنجی)	۵–۶	۰/۳	۶۶۰۰–۹۵۹۹	۰/۳	۲۴–۳۶	۰/۳	۵۰۰۰–۶۹۹۹	۰/۳
بسیار زیاد (قرمز)	۷–۸	۰/۱	۹۶۰۰–۱۶۰۰۰	۰/۱	۱۵–۲۳	۰/۱	۷۰۰۰–۱۲۰۰۰	۰/۱

نقشهٔ آسیب‌پذیری کلی راه‌های شهر کرمان، بر اساس عضویت فازی به پنج گروه تقسیم‌بندی شده است: عضویت فازی ۰/۹، آسیب‌پذیری بسیار کم (نقاط سبزرنگ)، عضویت فازی ۰/۷، آسیب‌پذیری کم (نقاط آبی‌رنگ)، عضویت فازی ۰/۵، آسیب‌پذیری متوسط (نقاط با رنگ بنفش)، عضویت فازی ۰/۳، آسیب‌پذیری زیاد (نارنجی‌رنگ)، عضویت فازی ۰/۱، آسیب‌پذیری بسیار زیاد (قرمزرنگ).

با توجه به نقشهٔ ۶، بلوار جمهوری، کمربندی جادهٔ جوپاری، خیابان آیت‌الله صدوقی، جادهٔ قدیم اختیارآباد، جادهٔ کمربندی، بلوار ۲۲بهمن، بزرگراه امام‌خمینی، بلوار دانشگاه، جادهٔ ماهان و جادهٔ کوهپایه، همواره آسیب‌پذیری بسیار کم دارند. بلوار سیدی، بلوار قدس، بلوار رسالت و خیابان مهر، میزان آسیب‌پذیری کم دارند. خیابان شهدا، بلوار حجاب، انتهای خیابان جهاد، بلوار حمزه، بلوار شیراز، خیابان شهید مصطفی خمینی، خیابان مهر و خیابان باستانی پاریزی آسیب‌پذیری متوسط دارند. خیابان سرباز، بلوار جهاد، خیابان شهید بهشتی و خیابان امام‌جمعه آسیب‌پذیری زیاد و بلوار امام‌حسین، قسمتی از بلوار جهاد و خیابان ۲۴آذر نیز آسیب‌پذیری بسیار زیاد دارند.

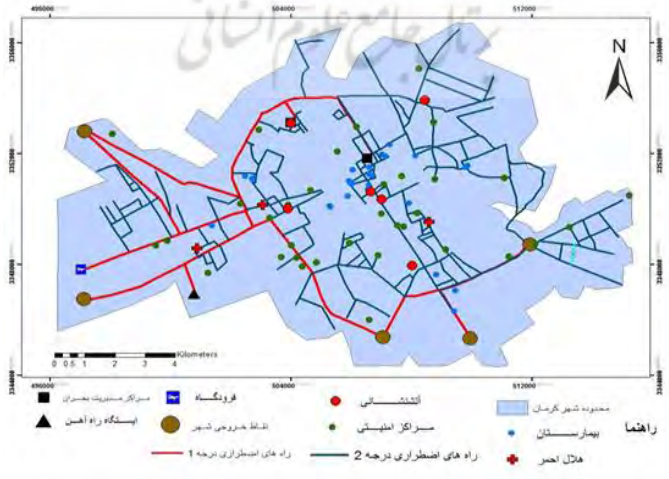


شکل ۶. نقشهٔ آسیب‌پذیری کلی راه‌های شهر کرمان بر اساس مدل منطق فازی (مأخذ: نگارندگان)

شبکهٔ حمل‌ونقل اضطراری شهر کرمان بر اساس مدل فازی

نقشهٔ نهایی شبکهٔ حمل‌ونقل اضطراری حاصل از داده‌های فازی نشان می‌دهد (نقشهٔ ۷) با توجه به میزان آسیب‌پذیری راه‌ها (وجود فضای باز و خالی، نبود تمرکز سازه، تعداد طبقات کم، تراکم جمعیتی پایین و عرض معابر وسیع) و مسیرهای ارتباطی بین مراکز مدیریت بحران، فرودگاه، راه‌آهن و نقاط خروجی شهر، درواقع راه‌های اضطراری درجه۱ شهر کرمان، مسیرهای خیابان آیت‌الله صدوقی، کمربندی جادهٔ جوپاری، جادهٔ قدیم اختیارآباد، بلوار جمهوری و بلوار هوانیروز را شامل می‌شود.

با توجه به قرارگرفتن در مسیرهای ارتباطی بین مراکز امنیتی، آتش‌نشانی، مراکز درمانی و امدادی و میزان آسیب‌پذیری کلی، راه‌های اضطراری درجه۲ همواره مسیرهای بزرگراه امام‌خمینی، خیابان شهید مصطفی خمینی، بلوار جانباز، خیابان شهدا، خیابان باستانی، بلوار شیراز و خیابان امام‌جمعه را شامل می‌شود.



شکل ۷. نقشهٔ نهایی شبکهٔ حمل‌ونقل اضطراری شهر کرمان (مأخذ: نگارندگان)

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که از بین چهار عامل مؤثر تراکم جمعیتی، فضای باز و خالی، عرض معابر و تعداد طبقات، عامل عرض معابر، بیشترین وزن و عامل فضای باز و خالی، کمترین وزن را داشته‌اند و هرکدام از عوامل به ترتیب اولویت به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ارزیابی و شناسایی معابر اضطراری مطالعه و بررسی شدند. با توجه به نقشهٔ آسیب‌پذیری تهیه‌شده، راه‌های اضطراری درجه۱ کرمان بیشتر شامل کمربندی‌هایی می‌شود که از عرض مناسبی برخوردار بودند و با داشتن فضاهای خالی زیاد و همچنین تراکم جمعیت کم در مجاورت خود، بهترین راه‌ها برای اتصال سریع به شبکهٔ حمل‌ونقل برون‌شهری هستند. بلوار جمهوری و خیابان آیت‌الله صدوقی (جادهٔ تهران) نیز با دارابودن عرض مناسب و فاصلهٔ کم با فرودگاه و راه‌آهن و خروجی شهر کرمان به‌سمت شیراز، تهران و اکثر شهرهای بزرگ دیگر، جزء راه‌های اضطراری درجه۱ محسوب می‌شود. سایر خیابان‌های اصلی نیز با توجه به میزان آسیب‌پذیری و امکان اتصال با مراکز امدادی (هلال احمر)، مراکز درمانی، آتش‌نشانی و مراکز امنیتی، به‌عنوان راه‌های اضطراری درجه۲ انتخاب شده‌اند.

پیشنهادها

۱. از ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه، تأسیسات خطرناک و آتش‌زا نظیر پمپ‌بنزین، انبارهای ذخیره‌سازی مواد سوختی یا شیمیایی، نصب تابلوهای تبلیغاتی بزرگ و موارد مشابه در مجاورت این مسیرها حتی‌المقدور جلوگیری شود.

۲. ضوابط ایمنی لرزه‌ای سخت‌گیرانه، در طراحی و اجرای ساختمان‌های بلندمرتبه و تأسیسات خطرناک و آتش‌زا اعمال شود.

۳. کابل‌های فشار قوی در این مسیرها به‌صورت زیرزمینی اجرا شود تا خطر سقوط دکل روی راه در هنگام زلزله منتفی شود.

۴. در این مسیرها مکان‌هایی برای نشست و برخاست بالگردهای امدادی به‌منظور انتقال سریع مصدومان پیش‌بینی شود.

۵. برای مدیریت ترافیک در زمان اضطراری، موارد لازم ازقبیل نصب دوربین‌های شهری، نصب تابلوها و علائم راهنمایی ویژه و ایجاد مسیرهای انحرافی پیش‌بینی شود.

منابع

آلتمن، ایروان (۱۳۸۲)، *محیط و رفتار اجتماعی خلوت، فضای شخصی، قلمرو و ازدحام*، مترجم: علی نمازیان، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

بهرامی مهنه، (۱۳۸۴)، «بررسی عوامل مؤثر بر وندالیسم در نوجوانان و جوانان (۲۴-۱۵)»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ پژوهشگری علوم اجتماعی، دانشگاه الزهرا.

بخارایی، احمد (۱۳۸۶)، *جامعه‌شناسی انحرافات اجتماعی*، تهران: پژواک جامعه.

جمشیدی، احمد (۱۳۸۰)، «بررسی عوامل اجتماعی‌اقتصادی مؤثر بر خراب‌کاری اموال عمومی توسط دانش‌آموزان شهر تهران در سال ۸۰- ۱۳۷۹»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جامعه‌شناسی، دانشکدهٔ علوم اجتماعی، دانشگاه تهران.

حمیدی بگه جان، صمد؛ شیروانی، امیر (۱۳۸۹)، «بررسی میزان هیجان‌خواهی، تکانشگری و نشخوار فکری خشم در پیش‌بینی دیوارنویسی و وندالیسم»، دومین همایش علمی دانشجویی، دانشگاه شهید بهشتی.

رزاقی اصل، سینا؛ صوری، الهام (۱۳۸۸)، «مفهوم تخریب‌گرایی در فضاهای عمومی شهری»، مجلهٔ آبادی، شمارهٔ ۶۳.

رمضانی، ناصر (۱۳۷۵)، «بررسی موردی عوامل مؤثر بر پیدایش رفتارهای وندالیستی در میان برخی پسران ۸ تا ۱۶ سال ساکن تهران»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، رشتهٔ جامعه‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

ژانورن، پاتریس (۱۳۶۹)، «وندالیسم: بیماری جهانی خراب‌کاری»، مترجم: فرخ ماهان، مجلهٔ دانشمند، شمارهٔ ۲۹۹.

شاکری‌نیا، ایرج (۱۳۹۰)، «بررسی اثر فضای سبز شهری بر رفتارهای وندالیستی»، پرخاشگرانه و نوع‌دوستانه نوجوانان شهر رشت، مشهد: سومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری.

عفتی، محمد (۱۳۸۱)، «بررسی انگیزه‌های مؤثر بر وندالیسم با تکیه بر سنگ‌پرانی به قطارهای مسافربری»، هفته‌نامهٔ پژوهش فرهنگی، شمارهٔ ۳.

فرهنگ لانگمن (۲۰۰۳)، تهران: سپاهان انقلاب.

فدایی، حسن (۱۳۸۷)، «تخریب اموال شهری در قوانین و مقررات و نقش بازدارندهٔ مدیریت‌های محلی»، ماهنامهٔ اطلاع‌رسانی، آموزشی و پژوهشی، شمارهٔ ۲۵.

کرسینجر، فردآن؛ پرهازور، الازارجی (۱۳۶۶)، *رگرسیون چندمتغیره در پژوهش‌های رفتاری*، تهران: مرکز نشر جهاد دانشگاهی.

گود، ویلیام (۱۳۵۲)، *جامعه و خانواده*، مترجم: ویدا ناصحی، تهران: نشر کتاب.

مشکانی، محمد (۱۳۸۳)، *سنجش تأثیر عوامل درونی و بیرونی خانوادهٔ بزهکاری*، مجموعه مقالات مسائل اجتماعی ایران، تهران: آگاه.

محسنی تبریزی، علیرضا (۱۳۷۴)، *بررسی علل وندالیسم در شهر تهران و راه‌های پیشگیری و درمان آن*، تهران: مرکز مطالعات اسناد و مدارک ملی ایران.

محسنی تبریزی، علیرضا (۱۳۸۳)، *وندالیسم*، تهران: آن.

محمدی بلبان‌آباد، اسعد (۱۳۸۴)، «سنجش میزان وندالیسم و بررسی عوامل فردی و اجتماعی مرتبط با آن در بین دانش‌آموزان ناحیهٔ یک مقطع متوسطهٔ شهر سنندج سال تحصیلی ۱۳۸۳/۸۴»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ پژوهش علوم اجتماعی، دانشگاه تبریز.

نبوی، سیدعبدالحسین و همکاران (۱۳۹۰)، «بررسی عوامل مؤثر در بروز رفتارهای وندالیستی در میان دانش‌آموزان مقطع متوسطهٔ شهرستان ایذه»، جامعه‌شناسی کاربردی، سال بیست‌ودوم، شمارهٔ پیاپی (۴۳)، شمارهٔ سوم (پاییز).

Brown, L. (2000); Geography of crime, University of Wollongong. School of Geosiences, from the worldwide. (www.geos242.com).

Casserly, m. d. Bass, A.S. & Garrett, J.R (1982); School Vandalism Lexington, MA: Lexington Books.

Coldstien. A Et al. (1994) ; Yout violence. Aggression and vandalism, London.

Domeres& others (1987) ;vandalism among college students, Juornal of Applied social psychology, Vol. 18, N. 1, PP80-91.

Fhilip, M (1993); compus vandalism: Lts Move the Graffition thewall, Juornal of Black Issuse in higher education, Vol. 10, N. 16, PP.30-31.

Lowenstein, I. (1986); Vandalismin School, Juornal of Healt at- schools, Vol.2, N.3,PP.12-37.

Moser. G (1988); vandalism in urban public telephones, Juornal of Eenvairomental social psychology, vol. 8, N. 4, PP80-91.

Salehi, E (2006); Role of Urban Planning Codes and Regulations in Fulfillment of Good City and Sustainable Urban Development (case Study: Tehran), Ministry of Housing and urban planning.

Sommer, R (1991); crime and vandalism. Juornal of Enviromental social psychology, Vol. 7,N.1,PP1.

Wilson, P. Healy, P. (1986); Graffiti and vandalism, Australian institute of criminology, Canberra.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی