

Urban Form Design for All: A Spatial Model for Enhancing Vehicular and Pedestrian Safety: A Case Study of the Park Mellat Neighborhood, Mashhad

Amin Kadhodaee¹, Mehran Alalhesabi² 

1. Department of Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Email: aminkadhodaee818@gmail.com

2. (Corresponding Author) Department of Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Email: alalhesabi@iust.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Paper

Article History:

Received:

13 March 2026

Received in revised form:

4 June 2026

Accepted:

29 June 2026

Available online:

2 August 2026

Keywords:

Urban Form Design,
Traffic Safety,
Pedestrian Safety,
Park Mellat Neighborhood
Mashhad,
Spatial Accident Analysis.

ABSTRACT

Urban form serves as a pivotal determinant in urban planning and design, playing a critical role in traffic safety performance and pedestrian vulnerability. The present study seeks to provide a spatially grounded urban form design guide aimed at enhancing the safety quality for both vehicles and pedestrians within the Park Mellat neighborhood of Mashhad. applied research adopted a mixed-methods (quantitative-qualitative) design, analyzing 277 recorded traffic accidents occurring between 2018 and 2020. Spatial data were processed using ArcMap, while 53 indicators across five urban design systems were assessed through field observations and a review of higher-order planning documents. Statistical analysis was performed using logistic regression and odds ratios. Content validity was confirmed by 15 experts, and reliability was established through test-retest procedures (85%). Pedestrians accounted for over 50% of accident casualties. In contrast to findings reported in international studies, wide roadways (30–38 m)-which were associated with 76% of accidents—high population density (250–300 persons/ha), and proximity to Park Mellat, where 53% of pedestrian accidents were concentrated, were directly correlated with diminished safety. Additionally, mixed-use land uses and linear retail establishments along the northern and eastern edges, along with a concentration of billboards (70% of the 95 signs), exhibited a significant positive association with accident frequency. Conversely, predominantly residential land use within the interior fabric, narrow streets (12–14 m), and high building density were associated with enhanced safety outcomes. The proposed model incorporates 14 corrective dimensions—including reducing roadway widths, moderating density along the park margins, organizing signage, and establishing continuity in pedestrian spaces—which collectively provide a robust foundation for structural interventions aimed at improving vehicular and pedestrian safety.

Citation: Kadhodaee, A., & Alalhesabi, M. (2026). Urban Form Design for All: A Spatial Model for Enhancing Vehicular and Pedestrian Safety: A Case Study of the Park Mellat Neighborhood, Mashhad. *Journal of Sustainable City*, 9(2), 39-60.

<http://doi.org/10.22034/jsc.2026.584807.1915>



© The Author(s)

Publisher: Iranian Geography and Urban Planning Association

Extended Abstract

Introduction

Places are inherently characterized by a multitude of qualities, and human interventions prove successful only when these attributes are thoroughly understood. At its core, urban design is centrally concerned with creating better environments for people. With the proliferation of motorized life and the concomitant rise in mobility demands, streets and roadways have evolved into foundational elements of urban structure. Accordingly, urban design must foreground principles such as ease of movement, accessibility, and safety. The surge in travel demand, however, has imposed substantial social, economic, and environmental costs—including traffic accidents, congestion, energy consumption, and air pollution. The Public Health Agency of Canada (2010) has corroborated the significant association between urban form and public health outcomes, particularly with respect to traffic safety. Notwithstanding the ongoing efforts of architects and urban designers to implement traffic-calming measures, other critical dimensions—including land-use distribution, the siting of open spaces, streetscaping, and the hierarchical organization of road networks—have remained largely overlooked. The present study specifically addresses these under-explored dimensions. Over the past half-century, rising car ownership and mounting traffic congestion have rendered roadway safety a major public health challenge, with young adults aged 15 to 44 bearing the brunt of fatalities. According to the World Health Organization, road traffic injuries rank as the ninth leading cause of death globally. In Iran, where accident rates are notably high, they represent the second leading cause of mortality, following cardiovascular diseases (Azimi & Farouqi, 2008). National statistics for 2013 report 17,997 traffic-related fatalities, of which 28.1% occurred in urban settings (Ministry of Roads and Urban Development, 2013). Within this context, Mashhad ranks 25th among 53 global metropolises, with a fatality rate of 8.5 per 100,000 population. Given that ensuring safety constitutes one

of the five overarching principles of roadway design, the primary objective of this study is to formulate a comprehensive urban form design guide for the Park Mellat neighborhood in Mashhad, aimed at improving the quality of safety for both pedestrians and vehicles.

Methodology

The present study is applied in nature and falls within the domain of developmental research, as it draws upon the theoretical foundations established in basic research to address practical human needs and refine the tools, patterns, and methods of urban design aimed at enhancing vehicular and pedestrian safety. Given the nature of the data, this research adopts a mixed-methods approach (combining quantitative and qualitative techniques). The integration of these two approaches concurrently ensures both validity and reliability while facilitating a more comprehensive understanding of the research problem. The statistical population of this study comprises all recorded intra-urban traffic accidents in Mashhad over three statistical periods—2018, 2019, and 2020—totaling 277 incidents. The primary data consist of various urban form layers derived from the spatial database (Geographic Information System), the Comprehensive and Detailed Plans of Mashhad, and accident statistics obtained from the Traffic Organization of Mashhad Municipality. Additionally, part of the data was gathered through field surveys, the findings of a traffic safety expert's roadway audit, and systematic observations aimed at documenting the behavioral patterns of residents and employees within the study area.

The content validity of the indicators was confirmed by 15 experts in urban planning, urban design, and transportation (comprising 8 university professors and 7 senior traffic specialists). To this end, the Content Validity Ratio (CVR) method was employed, and indicators receiving a CVR score below 0.49 were excluded from the analysis (Lawshe, 1975). The reliability of the field data was established through a test-retest procedure conducted at a two-week interval, yielding a correlation coefficient of 85%. Data collection was

carried out through both documentary and field methods. For the documentary approach, the theoretical underpinnings of the research and quantitative data were compiled by consulting books, journal articles, transportation statistical yearbooks, maps, approved urban plans, dissertations, and online databases. In the field survey, qualitative data were gathered through direct and participatory observation by the researcher, in-depth interviews with local residents, and photographic documentation. Initially, accident records and relevant information were classified using Microsoft Excel. Following quality control and data screening procedures, statistical analyses were performed using SPSS version 26.

Results and Discussion

The findings of the present study reveal that the relationship between urban form and traffic safety in the Park Mellat neighborhood diverges substantially, in several respects, from the established paradigms derived from prior studies (predominantly conducted in developed countries). This discrepancy underscores the imperative for locally contextualized urban design models.

1. Challenging Global Patterns in the Local Context: Contrary to studies emphasizing the role of fine-grained, compact blocks in reducing vehicle speeds and improving safety (Marshall & Garrick, 2011), in the Park Mellat neighborhood, fine-grained and medium-sized blocks located along arterial roads were associated with increased accident frequencies. Furthermore, unlike findings that link high population density with enhanced pedestrian safety (Jones & Jha, 2010), the high-density area along the eastern edge (adjacent to Park Mellat) accounted for 44% of total recorded accidents. This contradiction suggests that density alone is not a determinant of safety; rather, it is "density combined with an appropriately designed street network and the segregation of vehicular and pedestrian flows" that plays the decisive role.

2. The Paradox of Public Spaces: A finding consistent with both domestic (Ayati & Bahraini, 2016) and international research confirms the role of trip-attracting land uses. However, the novel insight offered by

this study lies in the observation that the presence of a high-quality public space (Park Mellat) adjacent to wide, high-speed thoroughfares (Emamat and Moallem Boulevards) not only failed to enhance safety but actually emerged as the primary hotspot for pedestrian accidents. This finding aligns with the OECD (1998) warning that the mere provision of pedestrian facilities does not guarantee increased safety, while extending that caution to a broader scale concerning the relationship between "trip-attracting uses" and "high-speed roadway networks."

3. The Moderating Role of Physical Form: Another noteworthy finding concerns the inverse effect of certain indicators. While the literature generally suggests that wide roadways and low building density are associated with higher speeds and diminished safety (Norouzi et al., 2014), in the Park Mellat neighborhood, narrow internal streets (12–14 m) and high building density (compact fabric) were correlated with enhanced safety. This outcome can be attributed to the "physical enclosure effect," which fosters a sense of natural surveillance and reduces drivers' perceived speed, thereby rendering the environment safer for pedestrians.

4. Non-significant Indicators and Contextual Complexity: A considerable number of indicators (e.g., MA5, MA7, MA9, ULS1, ULS6) exhibited no significant association with safety in this neighborhood. This finding is entirely consistent with the argument advanced by Ewing and Cervero (2018) that the cumulative effect of design qualities surpasses the sum of individual attributes. In other words, the presence of improved sidewalks (MA11) or bicycle lanes (MA12) alone is insufficient to enhance safety within a context where the street network lacks a logical hierarchy and is intermixed with trip-generating activities.

Overall, the preceding discussion demonstrates that localized, piecemeal physical interventions (such as traffic calming) cannot yield sustainable safety improvements unless accompanied by a fundamental reassessment of the macro-scale urban form—encompassing street

hierarchy, land-use distribution, and the siting of public spaces.

Conclusion

The most significant finding of this study is that the spatial clustering of accidents is a function of the dissonant juxtaposition of three key components: (1) wide roadways with a fragmented hierarchy; (2) high-traffic public spaces with direct access to these roadways; and (3) the skewed distribution of trip-attracting activities and billboards along these axes. Contrary to common assumptions, factors such as high population density and fine-grained blocks, within this specific context, did not prove to be safety-enhancing; rather, owing to their adjacency to the primary roadway network, they acted as aggravating factors.

Furthermore, despite their considerable theoretical potential, urban landscape systems and public spaces have failed to play an effective role in improving safety under existing conditions. A major public space such as Park Mellat, in the absence of secure buffer zones and continuous pedestrian access routes, has effectively become a traffic trap for pedestrians. Moreover, the lack of a significant correlation between many conventional indicators—including lighting, paving quality, and roadside greenery—and the accident pattern underscores the reality that such features lose their effectiveness when the overarching structure of the roadway network remains inherently unsafe.

In addressing the core research question, the urban form design guide developed here—organized around 14 principal axes—does not constitute a one-size-fits-all prescription but rather a spatially explicit, evidence-based decision-making framework that delineates intervention priorities. This guide emphasizes reducing the geometric dimensions and lengths of major arteries, moderating population densities around public spaces, relocating trip-generating land uses, and establishing a safe access hierarchy for pedestrians.

In conclusion, this study demonstrates that achieving a "city for all" necessitates moving beyond a doctrinaire application of global findings and embracing the principle that a safe urban form is one in which the

roadway network, land-use distribution, and the siting of public spaces are integrated and calibrated to serve the most vulnerable users—pedestrians. The model proposed herein can serve as a template for revising urban development plans and prioritizing safety interventions in other contexts across Mashhad and other Iranian metropolises.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



طراحی فرم شهر برای همه: مدل ارتقای کیفیت ایمنی سواره و پیاده در شهر

مطالعه موردی: محله پارک ملت مشهد

امین کدخدایی^۱، مهران علی الحسابی^۲^۱- گروه شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: aminkadkhodae818@gmail.com^۲- نویسنده مسئول، گروه شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: alalhesabi@iust.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۸ تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۵/۱۱ واژگان کلیدی: طراحی فرم شهری، ایمنی ترافیک، عابر پیاده، محله پارک ملت مشهد، تحلیل مکانی تصادفات.	فرم شهری به عنوان یکی از مؤلفه های بنیادین در برنامه ریزی و طراحی شهری، نقشی تعیین کننده در کیفیت ایمنی ترافیک و آسیب پذیری عابران پیاده ایفا می کند. پژوهش حاضر با هدف ارائه راهنمای طراحی فرم شهری مبتنی بر شواهد مکانی، به دنبال ارتقای کیفیت ایمنی سواره و پیاده در محله پارک ملت مشهد است. پژوهش کاربردی با رویکرد آمیخته (کمی- کیفی) بر روی ۲۷۷ فقره تصادف ثبت شده (۱۳۹۷-۱۳۹۹) انجام شد. داده های مکانی با ArcMap و ۵۳ شاخص در پنج نظام طراحی شهری از طریق مشاهدات میدانی و اسناد فرادست ارزیابی گردید. تحلیل آماری با رگرسیون لجستیک و نسبت شانس صورت گرفت. روایی محتوایی با نظر ۱۵ متخصص و پایایی با باز آزمون (۸۵٪) تأیید شد. بیش از ۵۰ درصد از مجروحان تصادفات را عابران پیاده تشکیل می دادند. برخلاف یافته های مطالعات خارجی، معابر عریض (۳۰-۳۸ متر) با ۷۶ درصد تصادفات، تراکم جمعیتی بالا (۲۵۰-۳۰۰ نفر در هکتار) و مجاورت با پارک ملت (تمرکز ۵۳ درصد از تصادفات عابر پیاده) به طور مستقیم با کاهش ایمنی همراه بودند. همچنین، وجود کاربری های مختلط و خرده فروشی های خطی در لبه های شمالی و شرقی، و تمرکز تابلوهای تبلیغاتی (۷۰ درصد از ۹۵ تابلو) با افزایش تصادفات ارتباط معنادار داشت. در مقابل، کاربری غالب مسکونی در بافت داخلی، معابر باریک (۱۲-۱۴ متر) و تراکم بالای ساختمانی با افزایش ایمنی همراه بودند. مدل تدوین شده شامل ۱۴ محور اصلاحی از قبیل کاهش عرض معابر، تعدیل تراکم حاشیه پارک، ساماندهی تابلوها و ایجاد پیوستگی در عرصه های پیاده، مبنایی برای مداخلات ساختارگرایانه در جهت ارتقای ایمنی سواره و پیاده ارائه می دهد.

استناد: کدخدایی، امین و علی الحسابی، مهران. (۱۴۰۵). طراحی فرم شهر برای همه: مدل ارتقای کیفیت ایمنی سواره و پیاده در شهر مطالعه موردی: محله پارک ملت مشهد. *مجله شهر پایدار*، ۹ (۲)، ۳۹-۶۰.

<http://doi.org/10.22034/jsc.2026.584807.1915>



مقدمه

مکان‌ها همواره دارای کیفیت‌های گوناگونی هستند و مداخلات انسانی زمانی موفق‌اند که این کیفیت‌ها به‌خوبی شناخته شوند. طراحی شهری در چارچوب ایجاد مکان‌های بهتر برای مردم نقشی محوری دارد (کارمونا، ۱۳۹۴: ۳). با گسترش زندگی ماشینی و افزایش نیاز به جابه‌جایی، معابر به عنصری زیربنایی در ساختار شهر تبدیل شده‌اند و طراحی شهری باید اصولی چون سهولت رفت‌وآمد، دسترس‌پذیری و ایمنی را مدنظر قرار دهد (پاکزاد، ۱۳۸۴: ۱۲۶-۱۱۸). افزایش تقاضای جابه‌جایی عوارض اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی نظیر تصادفات، ترافیک، مصرف انرژی و آلودگی هوا به همراه داشته است. کمپین بهداشت عمومی کانادا (۲۰۱۰) ارتباط فرم شهری را با سلامت و ایمنی ترافیک تأیید کرده است (Minister of Health, 2012). با وجود تلاش‌های معماران و طراحان شهری برای آرام‌سازی ترافیک (خاکسار و بهرامی، ۱۳۹۴)، ابعاد دیگری مانند توزیع کاربری‌ها، مکان‌یابی فضاهای باز، منظرسازی و سلسله‌مراتب معابر مغفول مانده‌اند. پژوهش حاضر به این ابعاد کمتر دیده‌شده می‌پردازد.

افزایش مالکیت خودرو و ترافیک در نیم‌قرن اخیر، بحران ایمنی معابر را به چالش اصلی سلامت عمومی تبدیل کرده است؛ قربانیان اصلی آن جوانان ۱۵ تا ۴۴ ساله هستند (جعفرزاده، ۱۳۸۳). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، تصادفات نهمین عامل مرگ‌ومیر جهانی است و ایران با نرخ بالای تصادفات، پس از بیماری‌های قلبی دومین عامل مرگ را تجربه می‌کند (عظیمی و فاروقی، ۱۳۸۷). آمار سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد ۱۷۹۹۷ نفر بر اثر سوانح ترافیکی در ایران جان‌باخته‌اند که ۲۸٫۱ درصد مربوط به سوانح درون‌شهری است (وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۹۲). مشهد در میان ۵۳ کلان‌شهر جهان با شاخص ۸٫۵ کشته به ازای هر صد هزار نفر در رتبه ۲۵ قرار دارد (Welle and Li, 2015). باتوجه‌به اینکه تأمین ایمنی یکی از پنج اصل کلان طراحی معابر است (New York City Department of Transportation, 2012)، هدف اصلی پژوهش «ارائه راهنمای طراحی فرم شهری در محله پارک ملت مشهد به‌منظور ارتقای کیفیت ایمنی پیاده و سواره» است. اهداف فرعی شامل: (۱) شناسایی مؤلفه‌های فرم شهری مؤثر بر ایمنی ترافیک؛ (۲) بررسی ارتباط این مؤلفه‌ها با مخاطرات ایمنی در محله پارک ملت؛ (۳) شناسایی نحوه اثرگذاری این مؤلفه‌ها بر کیفیت ایمنی. سؤال اصلی: «کدام دستورالعمل‌های طراحی فرم شهری می‌تواند موجب ارتقای حداکثری کیفیت ایمنی سواره و پیاده در محله پارک ملت مشهد شود؟» و سه سؤال فرعی درباره شاخص‌ها، ارتباط و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها مطرح شده است.

تحقیقات گسترده‌ای در کشورهای توسعه‌یافته برای کاهش تصادفات صورت‌گرفته اما راهکار عملی و ضابطه‌ای هماهنگ برای ارزیابی فرم شهری در پیوند با ایمنی ارائه نشده است (ریر یوئینگ و اتو کلمنته، ۱۳۹۷: ۱۲). پژوهش‌های جهانی متعددی به این حوزه پرداخته‌اند. جونز و جها^۱ (۲۰۱۰) ارتباط فرم شهری را با تصادفات در بالتیمور بررسی کردند. نولند^۲ (۲۰۰۳) ویژگی‌های شبکه معابر را در ۵۰ ایالت آمریکا مطالعه نمود. رفعت^۳ و همکاران (۲۰۱۱) الگوی شبکه‌بندی معابر را در کانادا واکاوی کردند. مارشال و گریک^۴ (۲۰۱۱) با ۲۳۰ هزار تصادف در کالیفرنیا به بررسی ویژگی‌های معابر پرداختند. رید و دامبا^۵ (۲۰۰۹) تراکم جمعیتی و تنوع کاربری‌ها را در سن آنتونیو مطالعه کردند. سازمان بهداشت جهانی^۶

1. Jones & Jha

2. Noland

3. Riffat

4. Marshall & Garrick

5. Reid & Dumbaugh

6. WHO

(۲۰۱۳). عوامل کاهنده ایمنی عابران را معرفی کرده است. پر ای. گارد^۱ (۲۰۰۱) ارتباط تصادفات و سرعت وسایل نقلیه را بررسی کرد. کانر سی. او. رینولدز^۲ و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر زیرساخت‌های حمل‌ونقل بر تصادفات دوچرخه‌سواران را مطالعه نمودند. سازمان همکاري و توسعه اقتصادی^۳ (۱۹۹۸) نشان داد وجود امکانات پیاده و دوچرخه به‌تنهایی ایمنی را افزایش نمی‌دهد. تون هامل^۴ (۲۰۰۱) تأثیر کاربری زمین بر ایمنی ترافیک را بررسی کرد. لوکایتو-سیدریس^۵ و همکاران (۲۰۱۴) به تصادفات عابران و دوچرخه‌سواران پرداختند. نلسون^۶ و همکاران (۲۰۱۵) راهکارهای ارتقای ایمنی را مطالعه کردند. رید اوینگ و اریک دامبا^۷ (۲۰۰۹) ایمنی ترافیک در مناطق پرتراکم و حومه‌ای را مقایسه نمودند. در ایران نیز پژوهش‌هایی انجام شده است: ماهپور و همکاران (۱۳۹۴) در مشهد به نقش تبلیغات محیطی در حواس‌پرتی رانندگان پرداختند. نوروزی و همکاران (۱۳۹۳) نقص روشنائی معابر را عامل افزایش ریسک تصادفات در تهران معرفی کردند. ساکی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از GIS رابطه کاربری زمین و تصادفات را بررسی و نشان دادند مکان‌های آموزشی، تقاطع‌ها، تعمیرگاه‌ها و مناطق کم تراکم بیشترین تصادفات را دارند. سرورزاده و رضوانی (۱۳۹۸) تأثیر شاخص‌های کالبدی سیمای شهری بر رفتار شهروندان را مطالعه کردند. شیران و همکاران (۱۳۹۷) در مشهد مدلی مبتنی بر ارتباط تصادفات عابر پیاده با تراکم مسکونی، ابعاد بلوک‌ها و بافت ارگانیک ارائه دادند. آیتی و بحرینی (۱۳۹۵) در مشهد نشان دادند افزایش نسبت کاربری‌های مقیاس محلی و مسکونی با کاهش ترافیک و تأثیر معکوس بر تصادفات همراه است.

مبانی نظری

تعریف فرم شهری به دلیل تعدد آرا و نظرات همواره دشوار بوده و متناسب با نوع کاربردش تعریف می‌شود (سیف‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۱). در فرهنگ‌های لغت، فرم به معنای شکل، صورت، قالب، هیئت، ظاهر و ترکیب عناصری که به یک مجموعه وحدت و شخصیتی ممتاز می‌بخشد، تعریف شده است (دهخدا، ۱۳۷۷؛ عمید، ۱۳۸۱؛ معین، ۱۳۶۳). در علم شهرسازی، هندی (Handy, 1996) فرم شهری را ترکیبی از ویژگی‌های الگوی کاربری اراضی، سیستم حمل‌ونقل و طراحی شهری می‌داند و کوین لینچ (Lynch, 1981) آن را الگوی فضایی عناصر کالبدی بزرگ، ساکن و دائمی در شهر تعریف می‌کند. به‌طور کلی، فرم شهری حاصل گردهمایی مفاهیم و عناصر متعددی از ساختار شهر از جمله الگوی شبکه خیابان، اندازه و شکل بلوک، طراحی خیابان، شکل‌بندی قطعات، پارک‌ها و فضاهای عمومی است (سیف‌الدینی، ۱۳۹۱). مفهوم طراحی فراگیر (Universal Design) نخستین بار توسط ران میس^۸ (۱۹۸۵) مطرح شد و بر طراحی محصولات و محیط‌هایی تأکید دارد که بدون نیاز به انطباق یا طراحی ویژه، برای همه افراد قابل استفاده باشند. هفت اصل طراحی فراگیر شامل: (۱) استفاده برابر، (۲) انعطاف‌پذیری در استفاده، (۳) سادگی و قابلیت درک، (۴) اطلاعات قابل درک، (۵) تحمل خطا، (۶) کوشش فیزیکی کم، و (۷) ابعاد و فضای مناسب برای دسترسی (Story et al., 1998) است. این اصول در طراحی محیط‌های شهری به معنای ایجاد فضاهایی است که برای همه شهروندان، صرف‌نظر از توانایی‌های فیزیکی و شناختی آن‌ها، قابل استفاده باشد (Heylighen, 2016; Lidwell et al., 2010).

1. Per E. Gårder

2. Conor CO Reynolds

3. OECD

4. Ton Hummel

5. Loukaitou-Sideris

6. Nelson

7. Reid Ewing & Eric Dumbaugh

8 Ron Mace

بررسی تحولات فرم شهری از آن جهت حائز اهمیت است که طراحی شهری هم در ایجاد گرایش‌های جدید نقش دارد و هم در برابر فرم‌های جدید واکنش نشان می‌دهد. تحول شهرها در سه دوره تاریخی شکل گرفته است: ابتدا به عنوان محل دادوستد، سپس به عنوان مراکز صنعتی و در دوره سوم به عنوان مراکز و مصرف تولیدات. هم‌زمان، فرم شهرها از حالت مرکزگرا در دوران پیشاصنعتی به فرم چندمرکزی، گسترده و در نهایت به سوی محلات چند عملکردی غیرمتمرکز تحول یافته است. طراحی شهری نمی‌تواند در برابر این تغییرات منفعل باشد، بلکه باید با تلاش مثبت به شکل‌دهی تغییرات و ایجاد مکان‌های بهتر بپردازد. تجربه برنامه رنسانس شهری در انگلستان و جنبش رشد هوشمند در آمریکا نشان داده است که بی‌توجهی به اصول پایه طراحی شهری نظیر شبکه ارتباطات، دسترسی‌ها و اختلاط عملکردی، به شکل‌گیری محلات ناپایدار، بی‌عدالتی‌های اجتماعی و در بلندمدت فرم شهری غیراقتصادی منجر می‌شود (کارمونا، ۱۳۹۴: ۴۸-۶۶). از این رو، ارزیابی فرم‌های شهری بر اساس هر معیاری از جمله ایمنی ترافیک، تنها زمانی سودمند خواهد بود که فرم‌های شهری و تحولات تاریخی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گیرند و با آینده‌نگری، ایده‌های مطلوبی از شکل شهرهای آینده ارائه گردد.

در حوزه ایمنی ترافیک، رویکرد سیستم ایمن (Safe System) که توسط سازمان بهداشت جهانی و سازمان همکاری اقتصادی و توسعه ترویج شده است، بر این فرض استوار است که خطای انسانی اجتناب‌ناپذیر است و سیستم حمل‌ونقل باید به گونه‌ای طراحی شود که این خطاها منجر به آسیب‌های جدی نشود (ITF, 2021). این رویکرد شامل چهار اصل کلیدی است: (۱) انسان‌ها خطا می‌کنند و آسیب‌پذیرند، (۲) سیستم باید برای جذب خطاهای انسانی طراحی شود، (۳) ایمنی یک مسئولیت مشترک است، و (۴) سیستم باید برای کاهش شدت آسیب‌ها و مرگ‌ومیر طراحی شود (WHO, 2022). اقداماتی مانند نصب علائم عابر پیاده با اولویت (Leading Pedestrian Intervals)، حذف موانع خطرناک کنار جاده و ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای عابران پیاده و دوچرخه‌سواران از جمله اقدامات مؤثر در این رویکرد هستند (Ferenchak & Marshall, 2019; Retting et al., 2012).

در ارتباط با فرم شهری و ایمنی ترافیک، آمارها نشان می‌دهد که بیش از یک‌سوم تلفات سالانه سوانح ترافیکی در ایران مربوط به محیط‌های شهری است (وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۹۲). بهبود ایمنی تأثیر بسزایی بر قابلیت زندگی، کارآمدی، بهره‌وری، رقابت‌پذیری و پایداری شهرها دارد (World Resources Institute, 2015:4). این مهم بدون تغییر طراحی خیابان‌ها و شهرها محقق نخواهد شد. اگرچه بازطراحی جاده‌ها در جوامع خودرو محور می‌تواند راه‌حلی کوتاه‌مدت برای تسهیل ترافیک و ایمنی رانندگان باشد، اما راهبرد بنیادین‌تر، تأکید بر عابران پیاده و دوچرخه‌سواران از طریق طراحی شهری با رویکرد ویژه به بهبود ایمنی ترافیک است. جونز و جها (Jones & Jha, 2010) در مطالعه خود در شهر بالتیمور با تحلیل داده‌های تصادفات سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ نشان دادند که فرم شهری بر اساس مؤلفه‌هایی عمدتاً ذیل نظام کالبدی و نظام حرکت و دسترسی در وقوع تصادفات ترافیکی مؤثر است. آنان ترکیبات خاص مورفولوژی شهری از جمله ارتفاع ساختمان‌ها، عقب‌نشینی، اندازه و تراکم بلوک‌های ساختمانی و جمعیتی و نوع طراحی شهری را بررسی کرده و دریافتند که فاکتورهای طراحی شهری بر ایمنی راه‌ها بسیار تأثیرگذار بوده است. به باور ایشان، نواحی مرکزی شهر با تراکم بالا، کاربری‌های متنوع و متداخل و تردد زیاد عابر پیاده و نواحی حاشیه‌ای با تراکم کم، کاربری‌ها و بلوک‌های جداگانه و شبکه خیابانی چهارخانه‌ای مشخص می‌شوند که هر یک الگوی ایمنی متفاوتی را به همراه دارند.

در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی شهری برای حمل‌ونقل درون‌شهری، رویکردهای جدیدی مانند برنامه‌ریزی مبتنی بر دسترسی (Geurs & van Wee, 2004)، توسعه حمل‌ونقل محور (TOD) (Calthorpe, 1993) و برنامه‌ریزی

یکپارچه کاربری اراضی و حمل و نقل (Wegener, 2014) مطرح شده‌اند. برنامه‌ریزی مبتنی بر دسترسی، به جای تأکید برافزایش سرعت جابه‌جایی، بر تسهیل دسترسی به فعالیت‌ها و خدمات برای همه شهروندان تأکید دارد (Geurs & van Wee, 2004). توسعه حمل و نقل محور نیز بر ایجاد محلات فشرده، مختلط و عابر-محور در اطراف ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی تأکید دارد (Calthorpe, 1993). رویکرد یکپارچه کاربری اراضی و حمل و نقل نیز بر این اصل تأکید دارد که تصمیم‌گیری در حوزه کاربری اراضی و حمل و نقل باید به‌طور هماهنگ و یکپارچه انجام شود تا زمینه‌ساز ایجاد محیط‌های شهری پایدار و ایمن گردد (Wegener, 2014).

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از شاخه تحقیقات توسعه‌ای محسوب می‌شود؛ زیرا با استفاده از مبانی شناختی فراهم‌شده در تحقیقات بنیادی، در پی رفع نیازمندی‌های انسان و بهبود ابزارها، الگوها و روش‌های طراحی شهری برای ارتقای ایمنی سواره و پیاده است. بر اساس ماهیت داده‌ها، این پژوهش از نوع آمیخته (ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی) می‌باشد، چراکه ترکیب این دو روش ضمن تأمین هم‌زمان روایی و پایایی، زمینه‌ساز درک جامع‌تری از مسئله خواهد بود (Creswell & Creswell, 2018؛ حافظ نیا، ۱۳۸۰: ۵۰). جامعه آماری این پژوهش را تمامی تصادفات درون شهری ثبت‌شده توسط پلیس راهنمایی و رانندگی شهر مشهد در سه دوره آماری ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ (۲۷۷ فقره تصادف) تشکیل می‌دهد. داده‌های اولیه شامل لایه‌های مختلف فرم شهری برگرفته از بانک اطلاعات مکانی (سیستم اطلاعات جغرافیایی)، طرح جامع و تفصیلی شهر مشهد و آمار تصادفات دریافتی از سازمان ترافیک شهرداری مشهد است. افزون بر این، بخشی از اطلاعات از طریق بازدیدهای میدانی، بهره‌گیری از نتایج ممیزی معابر توسط کارشناس خبره ایمنی ترافیک و مشاهدات منظم برای ثبت الگوهای رفتاری ساکنان و شاغلین محدوده گردآوری شده است.

روایی محتوایی شاخص‌ها با بهره‌گیری از نظر ۱۵ متخصص حوزه برنامه‌ریزی شهری، طراحی شهری و حمل و نقل (شامل ۸ استاد دانشگاه و ۷ کارشناس ارشد حوزه ترافیک) تأیید شد. بدین منظور، از روش نسبت روایی محتوایی (CVR) استفاده شد و شاخص‌هایی که نمره CVR کمتر از ۰٫۴۹، دریافت کردند، حذف شدند (Lawshé, 1975). پایایی داده‌های میدانی از طریق روش باز آزمون (Test-Retest) با فاصله زمانی دو هفته و محاسبه ضریب همبستگی (۸۵٪) تأیید گردید (Creswell & Creswell, 2018).

جمع‌آوری اطلاعات به دو روش کتابخانه‌ای و میدانی انجام شد. در روش کتابخانه‌ای و اسنادی، مبانی نظری پژوهش و داده‌های کمی با استناد به کتاب‌ها، مقاله‌ها، آمارنامه‌های حمل و نقل، نقشه‌ها، طرح‌های مصوب، پایان‌نامه‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی اینترنتی تدوین گردید. در برداشت میدانی نیز داده‌های کیفی باتکیه بر ابزارهایی همچون مشاهده مستقیم و مشارکتی پژوهشگر، مصاحبه‌های عمیق با اهالی محله و تصویربرداری گردآوری شدند. ابتدا آمار و اطلاعات تصادفات در نرم‌افزار Microsoft Excel طبقه‌بندی شده و پس از کنترل کیفیت (داده‌آمایی)، تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. تحلیل آماری شامل آمار توصیفی (جداول فراوانی، درصدها و میانگین‌ها) و آمار استنباطی (رگرسیون لجستیک و محاسبه نسبت‌های شانس) بود. رگرسیون لجستیک برای بررسی ارتباط بین متغیرهای مستقل (شاخص‌های فرم شهری) و متغیر وابسته (وقوع تصادف) به کار رفت (Hosmer et al., 2013). نسبت شانس (Odds Ratio) برای هر یک از شاخص‌ها محاسبه و سطح معنی‌داری ۰٫۰۵ در نظر گرفته شد (Tabachnick & Fidell, 2019). نمایش توزیع فضایی تصادفات و تحلیل‌های مکانی با استفاده از نرم‌افزار ArcMap

نسخه ۱۰،۸ صورت گرفت. تحلیل‌های مکانی به‌منظور استخراج اطلاعات جدید از داده‌های جغرافیایی و کشف روابط و روندها در منطقه مطالعه به کار رفتند. در این مرحله، تراکم و الگوی مکانی تصادفات در سطح شبکه‌های حمل‌ونقل درون محله‌ای مشخص‌شده و مراکز ثقل تصادفات پیاده و سواره شناسایی گردید. در ادامه، به‌منظور تحلیل فضایی مجموعه روابط بین شدت و تراکم تصادفات با شاخص‌های منتخب پژوهش، بررسی همپوشانی توزیع مکانی تصادفات با هر یک از شاخص‌ها در همین نرم‌افزار انجام پذیرفت.

از میان شاخص‌های حاصل از پردازش نظریات صاحب‌نظران در چارچوب نظری پژوهش، تعداد ۵۳ شاخص از شاخص‌های طراحی فرم شهری که به‌طور ویژه در فرایند ایمنی سواره و پیاده در محله پارک ملت مشهد مؤثر تشخیص داده‌شده‌اند، بر اساس نتایج مطالعات پیشین در شهر مشهد، در دسترس بودن اطلاعات و شرایط خاص منطقه مورد مطالعه، انتخاب و تدقیق شدند. تمامی ۵۳ شاخص در فرایند تحلیل همپوشانی مکانی با تصادفات مورد استفاده قرار گرفتند و نتایج آن در قالب نظام‌های پنج‌گانه طراحی شهری (جدول ۱) ارائه شده است. در نهایت، با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای AutoCAD، SketchUp و Lumion، مدل‌سازی سه‌بعدی از ۱۴ محور اصلاحی تدوین‌شده در محدوده مورد پژوهی انجام شد. (NACTO, 2016; Urban Street Design Guide, 2012) این مدل‌سازی‌ها به‌عنوان خروجی بصری راهنمای طراحی فرم شهری ارائه‌شده‌اند و در بخش پیوست مقاله قابل مشاهده هستند.

جدول ۱. شاخص‌های نهایی پژوهش به تفکیک نظام‌های طراحی شهری و ابزارهای سنجش

نظام	شاخص‌ها	علامت	ابزارهای سنجش	منبع
کاربری و فعالیت	کاربری غالب مسکونی یافت	LU1	فرم‌های برداشت میدانی	Carmona et al., 2010
	برخورداری از خدمات غیرانتفاعی سطح محله‌ای و ناحیه‌ای	LU2	فرم‌های برداشت میدانی	Ewing & Clemente, 2013
	برخورداری از خدمات انتفاعی سطح محله‌ای و ناحیه‌ای	LU3	فرم‌های برداشت میدانی	Ewing et al., 2016
	اختلاط کاربری‌ها	LU4	فرم‌های برداشت میدانی	Handy, 1996
	تنوع فعالیتی در سطح محله	LU5	فرم‌های برداشت میدانی	Geurs & van Wee, 2004
	محورهای دارای فعالیت‌های خرده‌فروشی خطی	LU6	فرم‌های برداشت میدانی	آبتی و بحرینی، ۱۳۹۵
	توزیع نرمال خدمات غیرانتفاعی در سطح محله	LU7	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	Carmona et al., 2010
	توزیع نرمال خدمات انتفاعی در سطح محله	LU8	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	Ewing & Clemente, 2013
	عدم وجود فعالیت‌های ناسازگار در سطح محله	LU9	فرم‌های برداشت میدانی	Calthorpe, 1993
	سطح پایین کاربری‌های مقیاس شهری و فرا شهری	LU10	فرم‌های برداشت میدانی	Wegener, 2014
	عدم جانمایی فعالیت‌های جاذب سفر در حاشیه مسیرهای سریع بدون پیش‌بینی دسترسی مستقل	LU11	فرم‌های برداشت میدانی	Dumbaugh & Rae, 2009
حرکت و دسترسی	مساحت کم سطح سواره‌رو معابر	MA1	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	Ewing & Clemente, 2013
	معابر با طول کم	MA2	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	Marshall & Garrick, 2011
	تعداد کم معابر سواره	MA3	فرم‌های برداشت میدانی	Noland, 2003
	تعداد کم خطوط سواره معابر	MA4	فرم‌های برداشت میدانی	Jones & Jha, 2010
	برخورداری معابر از خط پارک حاشیه‌ای	MA5	فرم‌های برداشت میدانی	NACTO, 2016
	پهنای کم خطوط سواره	MA6	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	Dumbaugh & Rae, 2009
	معابر برخورداری از طرح‌های آرام‌سازی ترافیکی	MA7	فرم‌های برداشت میدانی	Ferenchak & Marshall, 2019
	حجم پایین ترافیک سواره	MA8	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	Gårder, 2001
	معابر دارای مسیرهای پیاده مجزا	MA9	فرم‌های برداشت میدانی	ITF, 2021
	سطح مطلوب مسیرهای پیاده نسبت به تعداد عابرین پیاده	MA10	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	Ewing & Clemente, 2013

2013	Map		
Urban Street Design Guide, 2012	فرم‌های برداشت میدانی	MA11	مسیرهای پیاده بهسازی شده
NACTO, 2016	فرم‌های برداشت میدانی	MA12	معايير اصلی برخوردار از خطوط ویژه دوچرخه
Calthorpe, 1993	فرم‌های برداشت میدانی	MA13	برخورداری از ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی متنوع با فاصله کم
Lord et al., 2005	فرم‌های برداشت میدانی	MA14	تعداد بالای تقاطع‌های ترافیکی
Marshall & Garrick, 2011	فرم‌های برداشت میدانی	MA15	تعداد پایین تقاطع‌ها در واحد سطح
Retting et al., 2012	فرم‌های برداشت میدانی	MA16	تعداد بالای تقاطع‌های ترافیکی کنترل‌شده
Dumbaugh & Rae, 2009	فرم‌های برداشت میدانی	MA17	تعداد بالای تقاطع‌های سه‌راهی نسبت به سایر تقاطع‌ها
Ewing & Clemente, 2013	فرم‌های برداشت میدانی	MA18	تعداد بالای تقاطع‌ها به شکل فلکه ترافیکی نسبت به سایر تقاطع‌ها
ITF, 2021	فرم‌های برداشت میدانی	MA19	سهم پایین شبکه سواره عبوری و سریع در محله
WHO, 2022	فرم‌های برداشت میدانی	MA20	مسیرهای ویژه عبور عرضی ایمن پیاده با فاصله کم
آیتی و بحرینی، ۱۳۹۵	فرم‌های برداشت میدانی	MA21	سهم بالای معابر شریانی دو طرفه
NACTO, 2016	فرم‌های برداشت میدانی	MA22	تعداد کم دوربرگردان‌ها در مسیرهای سواره اصلی
Urban Street Design Guide, 2012	برداشت میدانی و تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	MA23	معايير برخوردار از شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی استاندارد
Ewing & Clemente, 2013	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF1	محصولیت کالبدی معابر و شریانی‌ها
Dumbaugh & Rae, 2009	فرم‌های برداشت میدانی	PHF2	معايير با عرض کم
Marshall & Garrick, 2011	برداشت میدانی و تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF3	بلوک‌های شهری با ابعاد و مساحت‌های کوچک و متوسط
Jones & Jha, 2010	برداشت میدانی و تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF4	قطعات با اندازه کوچک و متوسط
Ewing & Clemente, 2013	برداشت میدانی و تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF5	قطعات با اندازه متوسط و بزرگ
Handy, 1996	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF6	فشرده‌گی بافت
Noland, 2003	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF7	تراکم ساختمانی زیاد
Bagheri et al., 2024	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF8	تراکم ساختمانی کم
WHO, 2022	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF9	تراکم جمعیتی زیاد
Carmona et al., 2010	برداشت میدانی و تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PHF10	قرارگیری توده‌های ساختمانی در لبه محور
Ewing & Clemente, 2013	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	ULS1	هماهنگی و نظم در جداره‌های شهری
نوروزی و همکاران، ۱۳۹۳	فرم‌های برداشت میدانی	ULS2	برخورداری معابر و فضاهای عمومی پیاده از نورپردازی شبانه
Carmona et al., 2010	فرم‌های برداشت میدانی	ULS3	منظره آرای معابر و عرصه‌های عمومی
ماهپور و همکاران، ۱۳۹۴	فرم‌های برداشت میدانی	ULS4	برخوردی معابر از علائم ترافیکی و راهنما در طول مسیرها
Urban Street Design Guide, 2012	فرم‌های برداشت میدانی	ULS5	روسازی مناسب سواره‌روها
Bagheri et al., 2024	فرم‌های برداشت میدانی	ULS6	برخورداری خیابان‌های شهری و عبوری از فضای سبز حاشیه
Lynch, 1981	فرم‌های برداشت میدانی	ULS7	خوانایی مسیرها و معابر
Heylighen, 2016	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PS1	سطح مناسب عرصه‌های عمومی در دسترس پیاده
Story et al., 1998	تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map	PS2	توزیع نرمال عرصه‌های عمومی پیاده در سطح محله

فرم کالبدی

منظر شهری

عرصه‌های
همگانی

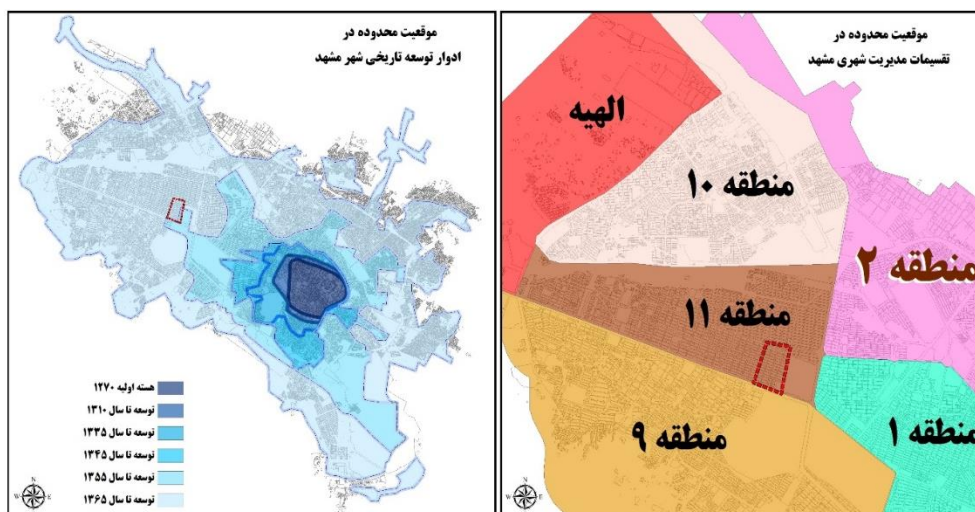
محدوده مورد مطالعه

مشهد با ۳۵۱ کیلومتر مربع مساحت، دومین شهر پهناور ایران پس از تهران است. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ مشهد با ۳,۰۰۱,۱۸۴ نفر جمعیت، پس از تهران دومین شهر پرجمعیت ایران به شمار می‌رود. این شهر به واسطه وجود حرم علی بن موسی الرضا (ع) سالانه پذیرای بیش از ۲۷ میلیون زائر از داخل و دو میلیون زائر از خارج از کشور است. بر اساس آمار پزشکی قانونی استان خراسان رضوی در سال‌های ۹۱ تا ۹۷ به طور میانگین سالانه حدود ۲۸۳ نفر بر اثر سوانح رانندگی درون شهری جان خود را از دست داده‌اند. که این ارقام در مقایسه با سایر شهرهای جهان در سال ۲۰۱۵ میلادی برابر با میانگین جهانی می‌باشد. محدوده مورد پژوهی در حوزه غرب و در منطقه بازده شهرداری مشهد واقع شده است و محلات زیباشهر، آزادشهر، هاشمی نژاد، سیدرضی، فرهنگ، دانشجو، تربیت، شریف و فارغ التحصیلان از محلات اصلی آن بشمار می‌آیند. این منطقه جزء مناطق توسعه یافته جدید شهر مشهد محسوب می‌گردد که پس از احداث پارک ملت در این منطقه به تدریج شکل گرفته است. از نکات حائز اهمیت در شکل‌گیری این منطقه، توسعه آن بر اساس طرح‌های از پیش مشخص شده می‌باشد که این موضوع در نوع بافت منظم و هندسی آن نیز قابل مشاهده است. یکی از خصوصیات ویژه این منطقه نسبت به سایر مناطق شهر مشهد معابر آن است که به واسطه عرض زیاد و عدم برقراری سلسله مراتب منطقی در آن، نفوذپذیری بسیار بالای معابر در کیفیت بافت آن تأثیرگذار بوده است.

جدول ۲. آمار اداره کل پزشکی قانونی در خصوص تعداد متوفیان تصادفات درون شهری مشهد

سال	تعداد متوفیان
۱۳۹۲	۲۴۰
۱۳۹۳	۲۴۷
۱۳۹۴	۲۵۵
۱۳۹۵	۲۷۵
۱۳۹۶	۳۲۹
۱۳۹۷	۳۵۶
مجموع دوره	۱۷۰۲

منبع: اداره کل پزشکی قانونی



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد پژوهی در ادوار توسعه تاریخی شهر و منطقه بندی شهری

محدوده موردبررسی با مساحتی بالغ بر ۷۹ هکتار و جمعیتی بالغ بر ۹ هزار نفر به لحاظ موقعیتی از شمال به بلوار معلم، از غرب به بلوار جلال آل محمد، از شرق به بلوار امامت و از جنوب به بلوار وکیل آباد محدود شده است. از دیگر موارد تمایز این محدوده نسبت به دیگر محدوده‌های شهر می‌توان به هم‌جواری با یکی از قدیمی‌ترین و بزرگ‌ترین پارک‌های شهر مشهد (پارک ملت) در شرق و دانشگاه فردوسی در جنوب، اشاره نمود.



شکل ۳. موقعیت محدوده مورد پژوهی نسبت به گروه‌های درآمدی شهر و فعالیت‌های مهم پیرامونی آن

یافته‌ها

بر اساس آمار موجود، در مجموع تنها در سال ۱۳۹۰ تعداد ۵۴ سانحه ترافیکی در این محدوده گزارش شده است که از این میزان تعداد ۳۵ سانحه منجر به فوت و جرح و ۱۹ سانحه منجر به خسارت گردیده است. در جدیدترین آمار دریافتی از سازمان ترافیک شهرداری مشهد که از اطلاعات جدول و نمودار زیر پیداست، در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ در مجموع ۲۷۷ فقره تصادف در محله موردنظر رخ داده است که تحلیل آماری این داده‌ها نشان‌دهنده روند کاهشی مجموع تصادفات جرحی از ۱۱۳ نفر در سال ۱۳۹۷ به ۶۱ نفر در سال ۱۳۹۹ می‌باشد، اما در مقایسه با آمار سال ۱۳۹۰ همچنان تعداد آن بالاتر است.

جدول ۳. فراوانی تصادفات به تفکیک تعداد مجروحین بین سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹

سال	۱ مجروح	درصد از کل	۲ مجروح	درصد از کل	۳ مجروح	درصد از کل	۴ مجروح	درصد از کل	مجموع
۱۳۹۷	۱۰۳	۹۱،۱۵٪	۷	۶،۱۹٪	۲	۱،۷۷٪	۱	۰،۸۸٪	۱۱۳
۱۳۹۸	۷۷	۸۲،۸۰٪	۱۲	۱۲،۹۰٪	۴	۴،۳۰٪	۰	۰،۰۰٪	۹۳
۱۳۹۹	۵۴	۸۸،۵۲٪	۷	۱۱،۴۸٪	۰	۰،۰۰٪	۰	۰،۰۰٪	۶۱
مجموع	۲۳۴	۸۷،۶۴٪	۲۶	۹،۷۴٪	۶	۲،۲۵٪	۱	۰،۳۷٪	۲۷۷

منبع: سازمان ترافیک شهرداری مشهد

در میان کل تصادفات جرحی رخ داده بالا بودن آمار تصادفات تک مجروحی در تمام سال‌های موردبررسی مشهود است، به‌نحوی که در میان کل تصادفات رخ داده در سطح محله پارک ملت مشهد بیشترین تعداد معادل ۸۷٪ مربوط به تصادفات جرحی تک مجروحی است، و تنها در سال ۱۳۹۸ که تصادفات دو مجروحی با ۱۲ نفر از تصادفات تک مجروحی ۷ نفر پیشی می‌گیرد.

آمار دریافتی از سازمان ترافیک شهرداری مشهد سهم مجروحین تصادفات مختلف را بر حسب نوع وسیله نقلیه در محله پارک ملت مشهد نشان می‌دهد، براین اساس سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ بیشترین تعداد مجروحین تصادفات را عابران پیاده تشکیل داده‌اند، اگرچه تعداد مجروحین پیاده از ۵۷ نفر در سال ۱۳۹۷ به حدود ۲۵ نفر در سال ۱۳۹۹ کاهش یافته است، اما در مجموع سه سال اخیر بیش از ۵۰ درصد آمار مجروحین مربوط به این گروه است پس از عابران پیاده سرنشین موتورسیکلت بالاترین آسیب‌پذیری را با داشتن ۲۶٪ از کل مجروحین را دارا می‌باشند.

جدول ۴. مجروحین تصادفات به تفکیک نوع حرکت

سال	سرنشین اتوبوس	درصد از کل	دوچرخه سوار	درصد از کل	سرنشین سواری	درصد از کل	عابر پیاده	درصد از کل	موتورسوار	درصد از کل	نامشخص	درصد از کل	سرنشین وانت	درصد از کل	مجموع
۱۳۹۷	۱	۰.۸۸٪	۳	۲.۶۵٪	۲۰	۱۷.۷۰٪	۵۷	۵۰.۴۴٪	۳۰	۲۶.۵۵٪	۲	۱.۷۷٪	۰	۰.۰۰٪	۱۱۳
۱۳۹۸	۳	۲.۱۵٪	۰	۰.۰۰٪	۱۷	۱۸.۴۸٪	۵۳	۵۶.۹۹٪	۲۱	۲۲.۵۸٪	۰	۰.۰۰٪	۰	۰.۰۰٪	۹۳
۱۳۹۹	۰	۰.۰۰٪	۲	۳.۲۸٪	۱۴	۲۲.۹۵٪	۲۵	۴۰.۹۸٪	۱۹	۳۱.۱۵٪	۰	۰.۰۰٪	۱	۱.۶۴٪	۶۱
مجموع	۳	۱.۱۲٪	۵	۱.۸۷٪	۵۱	۱۹.۱۰٪	۱۳۵	۵۰.۵۶٪	۷۰	۲۶.۲۲٪	۲	۰.۷۵٪	۱	۰.۳۷٪	۲۶۷

منبع: سازمان ترافیک شهرداری مشهد

تحلیل آمار مربوط به عاملین اصلی تصادفات نشان می‌دهد از میان انواع مختلف وسایل نقلیه، ۷۴٪ تصادفات مربوط به سواری و پس از آن مربوط به وجود مانع در مسیر است. تحلیل عاملین تصادفات به تفکیک سال‌های مختلف نشان می‌دهد در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ تعداد تصادفاتی که در آن "سواری" عامل اصلی تشخیص داده شده است تقریباً مشابه بوده اما از سال ۹۸ روند کاهشی به خود گرفته و در سال ۱۳۹۹ به حدود ۴۸ مورد رسیده است با این وجود همچنان حدود ۸۰ درصد مقصرین اصلی تصادفات را در سال ۱۳۹۹ خودروهای سواری تشکیل می‌دهند.

جدول ۵. عاملین تصادفات به تفکیک نوع وسایل نقلیه

سال	اتوبوس	درصد از کل	خودرو سبک	درصد از کل	دوچرخه	درصد از کل	سواری	درصد از کل	مانع	درصد از کل	موتورسوار	درصد از کل	نامشخص	درصد از کل	وانت	درصد از کل	مجموع
۹۷	۲	۱.۷۷٪	۲	۱.۷۷٪	۱	۰.۸۸٪	۷۸	۶۹.۳۲٪	۱۱	۹.۷۳٪	۹	۷.۹۶٪	۰	۰.۰۰٪	۸	۷.۰۸٪	۱۱۳
۹۸	۳	۳.۲۳٪	۱	۱.۰۸٪	۰	۰.۰۰٪	۷۲	۷۷.۴۲٪	۹	۹.۶۸٪	۶	۶.۴۵٪	۰	۰.۰۰٪	۲	۲.۱۵٪	۹۳
۹۹	۰	۰.۰۰٪	۰	۰.۰۰٪	۰	۰.۰۰٪	۴۸	۷۸.۶۹٪	۷	۱۱.۴۸٪	۳	۴.۹۲٪	۲	۳.۲۸٪	۱	۱.۶۴٪	۶۱
مجموع	۵	۱.۸۷٪	۳	۱.۱۲٪	۱	۰.۳۷٪	۱۹۸	۷۴.۱۶٪	۲۷	۱۰.۱۱٪	۱۸	۶.۷۴٪	۲	۰.۷۵٪	۹	۳.۳۷٪	۲۶۷

منبع: سازمان ترافیک شهرداری مشهد

تحلیل سنجش وضعیت محله پارک ملت مشهد بر اساس تحلیل شاخص‌های پژوهش

ارزیابی ایمنی سواره و پیاده در محله پارک ملت مشهد بر اساس ۵۳ شاخص منتخب در چارچوب پنج نظام طراحی فرم شهری (کاربری و فعالیت، حرکت و دسترسی، فرم کالبدی، منظر شهری، عرصه‌های همگانی) انجام شده است. روش پژوهش مبتنی بر مشاهدات مستقیم، مطالعه اسناد موضوعی و تحلیل آمار تصادفات (۲۷۷ فقره در بازه ۱۳۹۷-۱۳۹۹) از مرکز کنترل ترافیک شهرداری مشهد می‌باشد.

نظام کاربری و فعالیت

کاربری غالب مسکونی (۴۲٪ مساحت) در بافت داخلی با کاهش ترافیک، به افزایش ایمنی کمک کرده است. در مقابل، اختلاط کاربری‌های تجاری-مسکونی و تمرکز خرده‌فروشی‌های خطی در لبه‌های شمالی (بلوار معلم) و شرقی (بلوار امامت) ارتباط مستقیم با افزایش تصادفات عابر پیاده دارد (بیش از ۳۳٪ از کل تصادفات عابر پیاده در لبه شمالی). استقرار فعالیت‌های جاذب سفر (۲۵ واحد تجاری، یک کلینیک، یک مجموعه ورزشی) در حاشیه بزرگراه وکیل‌آباد موجب شده با وجود ۲۲٪ مساحت، بیش از ۳۰٪ تصادفات در این محدوده رخ دهد. توزیع خدمات غیرانتفاعی و انتفاعی و نیز فعالیت‌های ناسازگار ارتباط معناداری با الگوی تصادفات نشان ندادند.

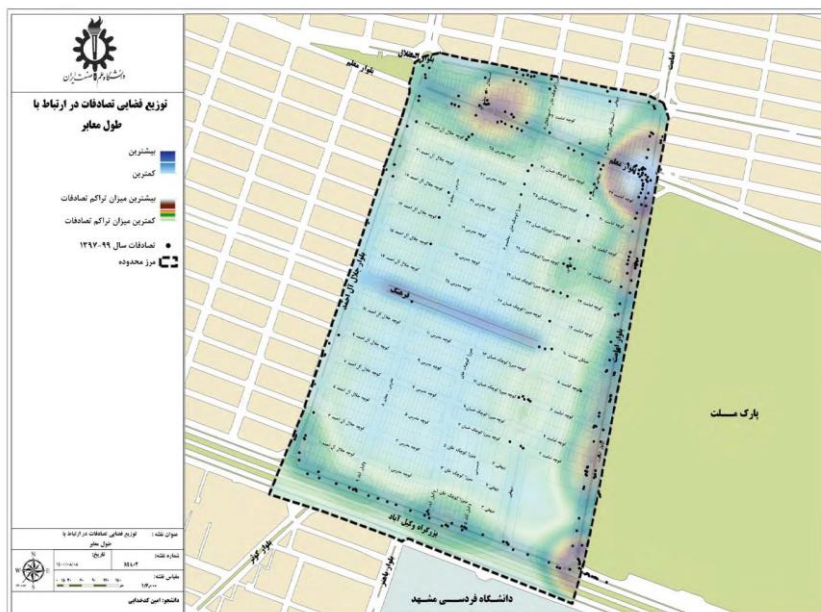


شکل ۴. توزیع فضایی تصادفات در ارتباط با کاربری غالب مسکونی

نظام حرکت و دسترسی

معابر طولیل (> ۱۰۰۰ متر) با ۳۲٪ از کل معابر (۷,۰۹ کیلومتر)، به‌ویژه بلوار امامت (۱,۷ کیلومتر)، با تمرکز ۸۰٪ تصادفات عابر پیاده در امتداد خود همراه بوده‌اند. معابر با عرض سواره‌رو بیش از ۲۰ متر (۳۶٪ معابر) شامل بلوارهای معلم و امامت، محل وقوع ۷۶٪ از کل تصادفات سواره و پیاده هستند. شبکه معابر عبوری و سریع پیرامون محله (۷ کیلومتر، ۳۲٪ معابر) با وجود تنها ۱۳٪ از تصادفات در معابر درون محله‌ای، بخش عمده تصادفات را به خود اختصاص داده است.

از ۹۴ تقاطع موجود، چهارراه‌ها (۴۳٪) بیشترین نرخ تصادفات را دارند. تقاطع‌های کنترل‌شده بلوار معلم با بلوار امامت و بلوار استقلال با بلوار معلم، علی‌رغم داشتن چراغ‌راهنمایی، ۴۰٪ تصادفات عابر پیاده را ثبت کرده‌اند. برخلاف مطالعات خارجی، حجم بالای ترافیک در معابر شریانی با کاهش ایمنی همراه است. اجرای تسهیلات عابر پیاده (۵,۳ کیلومتر پیاده‌روی بهسازی شده، ۳۳ گذرگاه خطی، ۲ زیرگذر، ۱ پل هوایی) تنها در بزرگراه وکیل‌آباد مؤثر بوده و در معابر شریانی شرقی با وجود بهسازی، تمرکز تصادفات بالاست. خطوط ویژه دوچرخه (۳,۵ کیلومتر) ارتباط معناداری با کاهش تصادفات دوچرخه‌سواران نشان نداد. استقرار ۱۹ ایستگاه حمل‌ونقل عمومی در تقاطع بلوار معلم و امامت با ۲۲٪ از کل تصادفات عابر پیاده همراه است.



شکل ۵. توزیع فضایی تصادفات در ارتباط با طول معابر

نظام فرم کالبدی

برخلاف مطالعات خارجی، در محله پارک ملت:

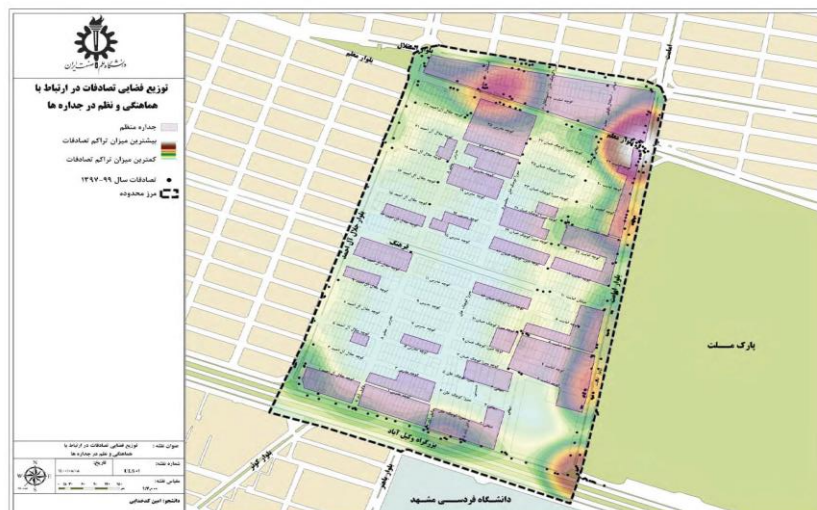
- ❖ معابر عریض (۳۸-۳۰ متر) با ۷۶٪ تصادفات، ارتباط مستقیم با کاهش ایمنی دارند.
- ❖ تراکم جمعیتی بالا (۳۰۰-۲۵۰ نفر در هکتار) در بلوک‌های حاشیه شرقی با بیش از ۴۴٪ از کل تصادفات همراه است.
- ❖ تراکم ساختمانی بالا (> ۱۸۰٪) (در بافت داخلی با افزایش ایمنی همراه بوده (برخلاف انتظار).
- ❖ محصوریت کالبدی بالا در معابر باریک داخلی (۱۴-۱۲ متر) با ایمنی بالاتر همراه است.
- ❖ بلوک‌های ریزدانه و متوسط در حاشیه معابر شریانی با افزایش تصادفات ارتباط دارند.



شکل ۶. توزیع فضایی تصادفات در ارتباط با محصوریت کالبدی معابر شریانی

نظام منظر شهری

از میان شاخص‌های منظر شهری، تنها تابلوهای تبلیغاتی ارتباط معنادار نشان دادند. تمرکز ۷۰٪ از ۹۵ تابلو در محدوده شمالی و شمال شرقی با افزایش تصادفات عابر پیاده (۵۲٪) تصادفات تقاطع بلوار امامت و معلم همراه است. سایر شاخص‌ها (هماهنگی جداره‌ها، نورپردازی، منظره آرای، کیفیت روسازی، فضای سبز حاشیه‌ای، خوانایی) ارتباط معناداری با الگوی تصادفات نشان ندادند.



شکل ۵. توزیع فضایی تصادفات در ارتباط با هماهنگی و نظم در جداره ها

نظام عرصه‌های همگانی

هم‌جواری با پارک ملت (۶۴ هکتار) در لبه شرقی محله، تأثیرگذارترین عامل کاهش ایمنی است. باوجود اینکه لبه شرقی تنها یک‌پنجم مساحت محله را تشکیل می‌دهد، ۴۴٪ از کل تصادفات و ۵۳٪ از تصادفات عابر پیاده در این محدوده رخ می‌دهد. شعاع عملکردی ۵۰۰ متری پارک ملت نشان‌دهنده ارتباط مستقیم مجاورت با این عرصه عمومی و افزایش تصادفات است.



شکل ۶. توزیع فضایی تصادفات در ارتباط با سطح مناسب عرصه‌های عمومی در دسترسی پیاده

بر اساس آنچه گذشت، در یک جمع‌بندی کلی میزان اثرگذاری مؤلفه‌های فرم شهری بر ارتقاء ایمنی محله پارک ملت مشهد در سه دسته "مؤثر برافزایش ایمنی"، "مؤثر بر کاهش ایمنی" و "فاقد ارتباط معنادار در محله مورد پژوهی" دسته‌بندی شده است. این دسته‌بندی و موقعیت هر یک از شاخص‌ها در ارتباط با الگوی پراکنش تصادفات در جدول شماره ۶ آمده است. لازم به ذکر است همان‌طور که در شرح تمامی شاخص‌ها توضیح داده شد گزینه "عدم وجود ارتباط معنادار در محله مورد پژوهی" اشاره به این موضوع دارد که اگرچه این شاخص در نمونه‌های موردی خارج از کشور و یا حتی در مطالعات انجام‌شده در شهر مشهد معنادار بوده است؛ اما بررسی‌های انجام‌شده در مورد شاخص مذکور در محله موردنظر و باتوجه به مقیاس پژوهش حاضر آن را فاقد سطح معناداری معرفی می‌کند. از این رو محتمل است شاخص‌های فوق در پژوهش‌های آتی در شرایط زمانی و مکانی متفاوت حائز معنا تشخیص داده شوند.

جدول ۶. مقایسه میزان تأثیرگذاری شاخص‌های فرم شهری بر ارتقاء ایمنی محله پارک ملت مشهد در یافته‌های تحقیقات پیشین و نتایج پژوهش حاضر

نظام	شاخص‌ها	میزان اثرگذاری شاخص‌ها بر ایمنی						
		مطالعات لاتین		مطالعات فارسی		پژوهش حاضر		
		افزایش ایمنی	کاهش ایمنی	افزایش ایمنی	کاهش ایمنی	افزایش ایمنی	کاهش ایمنی	فاقد ارتباط معنادار
کاربری و فعالیت	LU1 کاربری غالب مسکونی بافت			•		•		
	LU2 برخورداری از خدمات غیرانتفاعی سطح محله‌ای و ناحیه‌ای			•		•		
	LU3 برخورداری از خدمات انتفاعی سطح محله‌ای و ناحیه‌ای			•		•		
	LU4 اختلاط کاربری‌ها	•				•		
	LU5 تنوع فعالیتی در سطح محله	•				•		
	LU6 و محورهای دارای فعالیت‌های خرده‌فروشی خطی	•		•		•		
	LU7 توزیع نرمال خدمات غیرانتفاعی در سطح محله	•				•		
	LU8 توزیع نرمال خدمات انتفاعی در سطح محله	•				•		
	LU9 عدم وجود فعالیت‌های ناسازگار در سطح محله			•		•		
	LU10 سطح پایین کاربری‌های مقیاس شهری و فرا شهری			•		•		
	LU11 عدم جانمایی فعالیت‌های جاذب سفر در حاشیه مسیرهای سریع بدون پیش‌بینی دسترسی مستقل			•		•		
حرکت دسترسی	MA1 مساحت کم سطح سواره‌رو معابر	•		•		•		
	MA2 معابر با طول کم	•		•		•		
	MA3 تعداد کم معابر سواره	•		•		•		
	MA4 تعداد کم خطوط سواره معابر	•		•		•		
	MA5 برخوردی معابر از خط پارک حاشیه‌ای	•				•		
	MA6 پهنای کم خطوط سواره	•		•		•		
	MA7 معابر برخوردار از طرح‌های آرام‌سازی ترافیکی	•				•		
	MA8 و حجم پایین ترافیک سواره	•	•	•		•		
	MA9 معابر دارای مسیرهای پیاده مجزا	•				•		
	MA10 سطح مطلوب مسیرهای پیاده نسبت به تعداد عابرین پیاده	•		•		•		
	MA11 مسیرهای پیاده بهسازی شده	•				•		
	MA12 معابر اصلی برخوردار از خطوط ویژه دوچرخه	•				•		
	MA13 برخورداری از ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی متنوع با فاصله کم	•		•		•		
	MA14 تعداد بالای تقاطع‌های ترافیکی	•				•		
	MA15 تعداد پایین تقاطع‌ها در واحد سطح			•		•		

نظام	شاخص‌ها	میزان اثرگذاری شاخص‌ها بر ایمنی
فرم کالبدی	تعداد بالای تقاطع‌های ترافیکی کنترل شده	MA16
	تعداد بالای تقاطع‌های سهراهی نسبت به سایر تقاطع‌ها	MA17
	تعداد بالای تقاطع‌ها به شکل فلکه ترافیکی نسبت به سایر تقاطع‌ها	MA18
	سهم پایین شبکه سواره عبوری و سریع در محله	MA19
	مسیرهای ویژه عبور عرضی ایمن پیاده با فاصله کم	MA20
	سهم بالای معابر شریانی دو طرفه	MA21
	تعداد کم دوربرگردان‌ها در مسیرهای سواره اصلی	MA22
	معابر برخورد از شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی استاندارد	MA23
	محصولیت کالبدی معابر و شریانی‌ها	PHF1
	معابر با عرض کم	PHF2
منظر شهری	بلوک‌های شهری با ابعاد و مساحت‌های کوچک و متوسط	PHF3
	قطعات با اندازه کوچک و متوسط	PHF4
	قطعات با اندازه متوسط و بزرگ	PHF5
	فشرده‌گی یافت	PHF6
	تراکم ساختمانی زیاد	PHF7
	تراکم ساختمانی کم	PHF8
	تراکم جمعیتی زیاد	PHF9
	قرارگیری توده‌های ساختمانی در لبه محور	PHF10
	هماهنگی و نظم در جداره‌های شهری	ULS1
	برخورداری معابر و فضاهای عمومی پیاده از نورپردازی شبانه	ULS2
عرصه‌های همگانی	منظره آرایی معابر و عرصه‌های عمومی	ULS3
	تعداد کم تابلوهای تبلیغاتی در طول مسیرها	ULS4
	روسازی مناسب سواره‌روها	ULS5
	برخورداری خیابان‌های شهری و عبوری از فضای سبز حاشیه	ULS6
	خوانایی مسیرها و معابر	ULS7
	سطح مناسب عرصه‌های عمومی در دسترس پیاده	PS1
	توزیع نرمال عرصه‌های عمومی پیاده در سطح محله	PS2

پیرو روش انجام پژوهش حاضر که تحلیل فضایی مجموعه روابط بین تراکم تصادفات و وضعیت هر یک از شاخص‌های منتخب پژوهش از طریق بررسی هم‌پوشانی توزیع مکانی تصادفات با هر کدام از شاخص‌ها در نرم‌افزار Arc Map می‌باشد، در این بخش بر پایه تحلیل میزان اثرگذاری شاخص‌ها بر سطح ایمنی ترافیک در محله پارک ملت مشهد ۱۴ محور اصلی برگرفته از وضعیت کلیدی‌ترین شاخص‌های مؤثر در افزایش یا کاهش ایمنی محله تعریف شده و مبنای تدوین طراحی راهنمای فرم شهری قرار گرفته است. بدین ترتیب که اگر وضعیت شاخص موردنظر در افزایش ایمنی ترافیک مؤثر بوده است راهنمای طراحی نیز در راستای تقویت آن تعریف شده است و اگر بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته وضعیت شاخص در حال حاضر سبب کاهش ایمنی در محله شده است راهنمای طراحی به صورت الزاماتی است که با تغییر وضعیت شاخص به افزایش سطح ایمنی محله منجر شود. ۱۴ محور اصلی به تفکیک نظام‌های ۵ گانه طراحی که مبنای تدوین راهنمای طراحی فرم شهری قرار گرفته‌اند به شرح زیر می‌باشد:

❖ نظام کاربری و فعالیت:

در نظام کاربری و فعالیت ۲ محور اصلی دربرگیرنده ۴ شاخص تأثیرگذار تعریف شده است:

- ✓ افزایش سهم کاربری‌های مسکونی در بافت محله در جهت تقویت تأثیر شاخص "کاربری غالب مسکونی بافت".
- ✓ تأمین ایمنی معابر در حاشیه کاربری‌های مختلط، خدماتی، خرده‌فروشی‌های خطی و کاربری‌های مقیاس شهری و فرا شهری در جهت تغییر وضعیت اثرگذاری شاخص‌های "اختلاط کاربری‌ها"، "تنوع فعالیتی در سطح محله" و "محورهای دارای فعالیت‌های خرده‌فروشی خطی".

❖ نظام حرکت و دسترسی:

در نظام حرکت و دسترسی ۷ محور اصلی بر اساس تحلیل وضعیت ۹ شاخص کلیدی تعریف شده است:

- ✓ کاهش طول معابر سواره در محله به منظور تغییر وضعیت اثرگذاری شاخص "معابر با طول کم".
- ✓ کاهش تعداد و پهنای خطوط سواره به منظور تغییر وضعیت اثرگذاری شاخص‌های "مساحت کم سطح سواره‌رو"، "تعداد کم خطوط سواره" و "پهنای کم خطوط سواره".
- ✓ کاهش حجم ترافیک سواره در محله به منظور تغییر وضعیت اثرگذاری شاخص "حجم پایین ترافیک سواره".
- ✓ تأمین سطح مطلوب پیاده‌رو متناسب با تعداد عابرین پیاده به منظور تغییر وضعیت اثرگذاری شاخص "سطح مطلوب مسیرهای پیاده به نسبت تعداد عابرین پیاده".
- ✓ کاهش تعداد تقاطع‌ها در محله به منظور تغییر وضعیت اثرگذاری شاخص "تعداد بالای تقاطع‌های ترافیکی".
- ✓ کاهش سهم معابر عبوری سواره سریع در محله و ایمن‌سازی آن‌ها به منظور تغییر وضعیت اثرگذاری شاخص "سهم پایین شبکه سواره عبوری و سریع در محله".
- ✓ ایجاد گذرگاه‌های عبور عرضی ایمن پیاده در معابر به منظور تقویت وضعیت اثرگذاری شاخص "مسیرهای ویژه عبور عرضی ایمن پیاده با فاصله کم".

❖ نظام فرم کالبدی:

در نظام فرم کالبدی ۱ محور اصلی با توجه به ۱ شاخص کلیدی تعریف شده است:

- ✓ توزیع متعادل تراکم جمعیتی در محله به منظور تغییر وضعیت شاخص "تراکم جمعیتی زیاد".

❖ نظام منظر شهری:

در نظام منظر شهری ۲ محور اصلی برگرفته از ۲ شاخص کلیدی مدنظر قرار گرفته است:

- ✓ تأمین ایمنی معابر در شب به منظور تقویت تأثیر شاخص "برخورداري معابر و فضاهای عمومی پیاده از نورپردازی شبانه".

- ✓ مکان‌یابی صحیح تابلوهای تبلیغاتی در امتداد معابر به منظور تغییر وضعیت شاخص "تعداد کم تابلوهای تبلیغاتی در طول مسیرها".

❖ نظام عرصه‌های همگانی:

در نظام عرصه‌های همگانی ۲ محور اصلی دربرگیرنده ۲ شاخص کلیدی تعریف شده است:

- ✓ افزایش عرصه‌های عمومی پیاده در دسترس به منظور تقویت تأثیر شاخص "سطح مناسب عرصه‌های عمومی در دسترس پیاده".
- ✓ ایجاد هم پیوندی بین عرصه‌های عمومی پیاده به منظور تغییر وضعیت شاخص "توزیع نرمال عرصه‌های عمومی پیاده در سطح محله".

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که رابطه میان فرم شهری و ایمنی ترافیک در محله پارک ملت مشهد، در موارد متعددی با پارادایم‌های مستخرج از مطالعات پیشین (عمدتاً در کشورهای توسعه‌یافته) تفاوت اساسی دارد. این امر ضرورت بومی‌سازی مدل‌های طراحی شهری را آشکار می‌سازد.

(۱) چالش الگوهای جهانی در بافت محلی: برخلاف مطالعاتی که بر نقش تراکم بلوک‌های ریزدانه در کاهش سرعت و افزایش ایمنی تأکید دارند (Marshall & Garrick, 2011)، در محله پارک ملت، بلوک‌های ریزدانه و متوسط که در حاشیه معابر شریانی قرار گرفته‌اند، با افزایش تصادفات همراه بودند. همچنین، برخلاف یافته‌هایی که تراکم جمعیتی بالا را با افزایش ایمنی عابران مرتبط می‌دانند (Jones & Jha, 2010)، تراکم بالای جمعیت در حاشیه شرقی (مجاور پارک ملت) منجر به تمرکز ۴۴ درصد از کل تصادفات شده است. این تناقض نشان می‌دهد که تراکم به‌تنهایی عامل ایمنی نیست، بلکه «تراکم همراه با طراحی مناسب شبکه معابر و جداسازی جریان‌های سواره و پیاده» نقش تعیین‌کننده دارد.

(۲) پارادوکس عرصه‌های همگانی: یافته‌ای که همسو با پژوهش‌های داخلی (آیتی و بحرینی، ۱۳۹۵) و بین‌المللی است، نقش جاذب‌های سفر را تأیید می‌کند. با این حال، نکته بدیع پژوهش حاضر این است که وجود یک عرصه عمومی با کیفیت (پارک ملت) در مجاورت معابر عریض و پرسرعت (بلوار امامت و معلم)، نه تنها ایمنی را افزایش نداده، بلکه به کانون اصلی تصادفات عابر پیاده تبدیل شده است. این یافته با هشدار OECD (1998) مبنی بر اینکه صرف وجود تسهیلات پیاده باعث افزایش ایمنی نمی‌شود، همسو بوده و آن را به سطح کلان‌تری از رابطه میان «کاربری جاذب سفر» و «شبکه معابر سریع» تعمیم می‌دهد.

(۳) نقش تعدیل‌کننده فرم کالبدی: یافته جالب توجه دیگر، اثر معکوس برخی شاخص‌ها بود. در حالی که در ادبیات موضوع، معابر عریض (PHF2) و تراکم ساختمانی پایین (PHF8) معمولاً با افزایش سرعت و کاهش ایمنی همراهاند (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۳)، در محله پارک ملت، معابر باریک داخلی (۱۴-۱۲ متر) و تراکم ساختمانی بالا (بافت فشرده) با افزایش ایمنی همراه بود. این امر را می‌توان به «اثر محصوریت کالبدی» نسبت داد که با ایجاد حس نظارت طبیعی و کاهش سرعت ذهنی رانندگان، محیط را برای عابر ایمن‌تر می‌سازد.

(۴) شاخص‌های غیر معنادار و پیچیدگی بافت: بخش قابل توجهی از شاخص‌ها (مانند MA5، MA7، MA9، ULS1، ULS6) در این محله فاقد ارتباط معنادار تشخیص داده شدند. این موضوع با نظر یوئینگ و کلمنته (۱۳۹۷) که تأکید می‌کنند اثر تجمعی کیفیت‌های طراحی از مجموع تک ویژگی‌ها بیشتر است، همخوانی کامل دارد. به عبارت دیگر، وجود پیاده‌روی بهسازی شده (MA11) یا خطوط دوچرخه (MA12) در بستری که شبکه معابر فاقد سلسله‌مراتب منطقی و آمیخته با فعالیت‌های جاذب سفر است، به‌تنهایی قادر به افزایش ایمنی نیست.

در مجموع، بحث حاضر نشان می‌دهد که مداخلات مقطعی و فیزیکی (مانند آرام‌سازی ترافیک) بدون بازنگری در ساختار کلان فرم شهری – شامل سلسله‌مراتب معابر، توزیع کاربری‌ها و مکان‌یابی عرصه‌های همگانی – نمی‌تواند به ارتقای پایدار ایمنی منجر شود.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف‌گذار از رویکردهای صرفاً فیزیکی و مقطعی به‌سوی یک راهبرد ساختارگرایانه در طراحی شهری، به تدوین راهنمای طراحی فرم شهر برای ارتقای ایمنی سواره و پیاده در محله پارک ملت مشهد پرداخت. یافته‌های این

مطالعه به وضوح نشان داد که رابطه میان فرم شهری و ایمنی ترافیک، وابسته به بستر محلی و تعاملات پیچیده میان پنج نظام کاربری، حرکت، کالبد، منظر و عرصه‌های همگانی است.

مهم‌ترین نتیجه این پژوهش آن است که تمرکز فضایی تصادفات تابعی از هم‌جواری ناهمگون سه مؤلفه است: ۱) معابر عریض و با سلسله‌مراتب گسیخته، ۲) عرصه‌های همگانی پرمخاطب با دسترسی مستقیم از این معابر، و ۳) توزیع نامتعادل فعالیت‌های جاذب سفر و تابلوهای تبلیغاتی در امتداد این محورها. برخلاف تصور رایج، عواملی مانند تراکم جمعیتی بالا و بلوک‌های ریزدانه در این بافت خاص، نه تنها ایمن‌ساز نبوده، بلکه به دلیل قرارگیری در جوار شبکه معابر اصلی، نقش تشدیدکننده داشته‌اند.

از سوی دیگر، نظام‌های منظر شهری و عرصه‌های همگانی علیرغم داشتن پتانسیل نظری بالا، در شرایط موجود نتوانسته‌اند نقش مؤثری در ارتقای ایمنی ایفا کنند؛ چراکه یک عرصه عمومی بزرگ (پارک ملت) بدون ایجاد بافرهای ایمن و پیوستگی در مسیرهای دسترسی پیاده، به یک تله ترافیکی برای عابران تبدیل شده است. همچنین، عدم ارتباط معنادار بسیاری از شاخص‌های رایج (مانند نورپردازی، روسازی، فضای سبز حاشیه‌ای) با الگوی تصادفات، بیانگر این واقعیت است که این ویژگی‌ها در شرایطی که ساختار اصلی شبکه معابر ناایمن است، تأثیر خود را از دست می‌دهند.

در پاسخ به سؤال اصلی پژوهش، راهنمای طراحی فرم شهری تدوین شده در قالب ۱۴ محور اصلی، نه یک نسخه واحد، بلکه یک چارچوب تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد مکانی است که اولویت‌های مداخله را مشخص می‌کند. این راهنما بر کاهش ابعاد هندسی و طول معابر اصلی، تعدیل تراکم‌های جمعیتی پیرامون عرصه‌های همگانی، مکان‌یابی مجدد کاربری‌های جاذب سفر و ایجاد سلسله‌مراتب دسترسی ایمن برای عابران پیاده تأکید دارد.

در نهایت، این پژوهش نشان می‌دهد که دستیابی به «شهر برای همه» مستلزم کنار گذاشتن جزم‌اندیشی نسبت به یافته‌های جهانی و پذیرش این اصل است که فرم شهری ایمن، فرمی است که در آن شبکه معابر، توزیع کاربری‌ها و مکان‌یابی فضاهای عمومی با یکدیگر هماهنگ و در خدمت آسیب‌پذیرترین کاربران (عابران پیاده) طراحی شوند. مدل ارائه شده در این مطالعه می‌تواند به عنوان الگویی برای بازنگری در طرح‌های توسعه شهری و اولویت‌بندی اقدامات ایمن‌سازی در سایر بافت‌های مشهد و کلان‌شهرهای ایران مورد استفاده قرار گیرد.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمامی مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از تمام کسانی که در مراحل مختلف تحقیق، تحلیل، تدوین و نگارش ما را یاری کردند، تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- آیتی، اسماعیل و عباسی، احسان. (۱۳۹۰). کاربرد مدل‌های رگرسیون پر صفر در مدل‌سازی تصادفات بزرگراه‌های درون‌شهری. *مجله علمی پژوهشی عمران مدرس*، ۱۱ (۴)، ۱-۱۵.
- آیین‌نامه طراحی معابر شهری - بخش مبانی. (۱۳۹۹). *وزارت راه و شهرسازی*.
- پاکزاد، جهان‌شاه. (۱۳۸۴). *راهنمای طراحی فضاهای شهری در ایران*. تهران: معاونت شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی.
- جعفرزاده، بابک. (۱۳۸۳). راهکارهای کاهش تصادفات در معابر شهری و غیرشهری. *برگزیده مجموعه مقالات دومین همایش جامعه ایمن شهر تهران*.
- حافظ نیا، محمدرضا. (۱۳۸۰). *مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی*. تهران: انتشارات سمت.
- خاکسار، حسن و بهرامی، لیلا. (۱۳۹۴). رویکردهای نوین در آرام‌سازی ترافیک در طراحی شهری. *مشهد، هفتمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر راهبردهای توسعه شهری*.
- رید، یوئینگ، و کلمنته، اتو. (۲۰۰۵). *اندازه‌گیری طراحی شهری، پیمانه‌هایی برای مکان‌های زیست پذیر*. ترجمه سهند لطفی و پیمان نجفی (۱۳۹۷)، چاپ اول، انتشارات آذرخش.
- سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور. (۱۳۸۷). *مدیریت ایمنی در معابر شهری*.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۸۴). *آیین‌نامه ایمنی راه‌ها*.
- سالنامه آماری سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری مشهد. (۱۳۹۴).
- سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای. (۱۳۹۲). تهران، وزارت راه و شهرسازی.
- سیف‌الدینی، فرانک؛ زیاری، کرامت‌الله؛ پوراحمد، احمد و نیک پور، عامر. (۱۳۹۱). تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در تعامل با رویکرد فرم شهری پایدار. *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۴۴ (۸۰)، ۱۷۶-۱۵۵.
- شرکت لولین دیویس. (۲۰۰۰). *راهنمای طراحی شهری*. ترجمه رضا رضایی (۱۳۸۴). تهران: انتشارات شرکت عمران شهرهای جدید.
- عظیمی، نورالدین و فاروقی، محمدرضا. (۱۳۸۷). الگوی فضایی حوادث ترافیک درون‌شهری در رشت. *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۶۵، ۳۳-۵۱.
- عمید، حسن. (۱۳۸۱). *فرهنگ فارسی عمید*. تهران: انتشارات امیرکبیر.
- قاسمی نوقابی، مسعود و آیتی، اسماعیل. (۱۳۹۱). تجزیه و تحلیل آماری فراوانی داده‌های تصادف: بررسی و ارزیابی روش‌های تحلیل. *سومین کنفرانس بین‌المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای، دانشگاه تهران*.
- کارمونا، متئو، هیت، تیم و تیسدل، استیون. (۲۰۰۳). *مکان‌های عمومی فضاهای شهری: ابعاد گوناگون طراحی شهری*. ترجمه اسماعیل صالحی، فریبا قرائی، زهرا اهری و مهشید شکوهی (۱۳۹۴). تهران: انتشارات دانشگاه هنر.
- معین، محمد. (۱۳۶۳). *فرهنگ فارسی معین*. تهران: انتشارات ادنا.
- نوفلی، کوثر. (۱۳۹۷). *اثر متغیرهای فرم شهری بر ایمنی ترافیک در شهرهای منتخب کشور*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: علی توکلی کاشانی، تهران، دانشگاه علم و صنعت.
- وزارت محیط، حمل‌ونقل و مناطق/ کمیسیون معماری و محیط مصنوع انگلستان (۲۰۰۰). *به کمک طراحی، طراحی شهری در نظام برنامه‌ریزی: به سوی تجربه‌ای بهتر*. ترجمه رضا بصیری مؤدھی (۱۳۸۷). چاپ اول، تهران: انتشارات طحان.

References

Amid, H. (2002). *Amid Persian dictionary*. Amir Kabir Publications. [In Persian]

- Ayati, E., & Abbasi, E. (2011). Application of zero-inflated regression models in modeling urban highway accidents. *Modares Civil Engineering Journal*, 11(4), 1-15. [In Persian]
- Ayati, E., & Abbasi, E. (2011). Investigation on the role of traffic volume in accidents on urban highways. *Journal of Safety Research*, 42(3), 209-214.
- Ayati, E., & Abbasi, E. (2014). Modeling accidents on Mashhad urban highways. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 4(1), 22-35.
- Azimi, N., & Farouqi, M. R. (2008). Spatial pattern of urban traffic accidents in Rasht. *Human Geography Research Quarterly*, 65, 33-51. [In Persian]
- Bramely, G., & Kirk, K. (2005). Does planning make differences to urban form? Recent evidence from central Scotland. *SAGE Publishing*, 37(1), 45-68.
- Carmona, M., Heath, T., & Tiesdell, S. (2015). *Public places urban spaces: The dimensions of urban design* (I. Salehi, F. Gharai, Z. Ahri, & M. Shokouhi, Trans.). University of Art Publications. (Original work published 2003). [In Persian]
- Carmona, M., Tiesdell, M., & Heath, S. (2010). *Public space, urban spaces: The dimension of urban design*. Routledge.
- Conzen, M. P. (1960). *Alnwick, Northumberland: A study in town plan analysis* (Institute of British Geographers Publication 27). George Philip.
- Cowan, R. (2005). *The dictionary of urbanism*. Streetwise Press.
- Cuthbert, A. L., & Anderson, W. P. (2002). An examination of urban form in Halifax-Dartmouth: Alternative approaches in data. *Canadian Journal of Urban Research*, 11(2), 215-236.
- Dumbaugh, E., & Rae, R. (2009). Safe urban form: Revisiting the relationship between community design and traffic safety. *Journal of the American Planning Association*, 75(3), 302-329.
- Fred, W., & Letty, A. (2006). *Advancing sustainable safety*. SWOV Institute for Safety Research. <https://www.swovonl>
- Ghasemi Noqabi, M., & Ayati, E. (2012). Statistical analysis of accident data frequency: Review and evaluation of analysis methods. *3rd International Conference on Road and Traffic Accidents*, University of Tehran. [In Persian]
- Hafeznia, M. R. (2001). *An introduction to research methods in humanities* (14th ed.). SAMT Publications. [In Persian]
- Handy, S. (1996). Methodology for exploring the link between urban form and travel behavior. *Journal of Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1(2), 151-165.
- Hauer, E., Persaud, B., Smiley, A., & Duncan, D. (1991). Estimating the accident potential of an Ontario driver. *Accident Analysis & Prevention*, 23(2-3), 133-152.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Jafarzadeh, B. (2004). Strategies for reducing accidents in urban and rural roads. In *Selected papers from the second conference on safe city community*. [In Persian]
- Jones, D., & Jha, M. K. (2010). The effect of urban form on traffic accident incidence. In *Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Computer Engineering and Applications* (pp. 212-222).
- Khaksar, H., & Bahrami, L. (2015). New approaches in traffic calming in urban design. *7th National Conference on Urban Planning and Management with Emphasis on Urban Development Strategies*, Mashhad. [In Persian]
- Krof, K. (1996). Urban tissue and character of towns. *Urban Design International*, 1(3), 247-263.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575.
- Llewelyn-Davies. (2005). *Urban design guidance* (R. Rezaei, Trans.). New Towns Development Company. [In Persian]

- Lord, D., & Persaud, B. (2000). Accident prediction models with and without trend: Application of the generalized estimating equations procedure. *Transportation Research Record*, 1717(1), 102-108.
- Lord, D., Washington, S., & Ivan, J. (2005). Poisson, Poisson-Gamma and zero-inflated regression models of motor vehicle crashes: Balancing statistical fit and theory. *Accident Analysis & Prevention*, 37(1), 35-46.
- Lynch, K. (1981). *A theory of good city form*. MIT Press.
- Madanipour, A. (1996). *Design of urban space: An inquiry into a socio-spatial process*. John Wiley & Sons.
- Maller, A. (1998). Emerging urban form types in a city of American Middle West. *Urban Geography*, 19(2), 145-168.
- Management and Planning Organization of Iran. (2005). *Road safety regulations*. [In Persian]
- Marshall, W. E., & Garrick, N. W. (2011). Does street network design affect traffic safety? *Accident Analysis and Prevention*, 43(3), 769-781.
- Miaou, S. (1994). The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus negative binomial regressions. *Accident Analysis & Prevention*, 26(4), 471-482.
- Miaou, S., & Lum, H. (1993). Modeling vehicle accidents and highway geometric design relationships. *Accident Analysis & Prevention*, 25(6), 689-709.
- Ministry of Environment, Transport and the Regions/Commission for Architecture and the Built Environment (CABE). (2008). *By design: Urban design in the planning system: Towards better practice* (R. Basiri Mojdehi, Trans.). Tahan Publications. (Original work published 2000). [In Persian]
- Moein, M. (1984). *Moein Persian dictionary*. Adna Publications. [In Persian]
- Mok, J. H., Landphair, H. C., & Naderi, J. R. (2006). Landscape improvement impacts on roadside safety in Texas. *Landscape and Urban Planning*, 78(3), 263-274.
- Montgomery, D., & Runger, G. (2010). *Applied statistics and probability for engineers*. John Wiley & Sons.
- Moudon, A. V. (1997). Urban morphology as an emerging interdisciplinary field. *Urban Morphology*, 1(1), 3-10.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., Vining, G. G., & Robinson, T. J. (2012). *Generalized linear models: With applications in engineering and the sciences*. John Wiley & Sons.
- NACTO (National Association of City Transportation Officials). (2016). *Global street design guide*. Island Press.
- Nofli, K. (2018). *The effect of urban form variables on traffic safety in selected cities of Iran* [Master's thesis]. Supervised by A. Tavakoli Kashani, Iran University of Science and Technology. [In Persian]
- Noland, R. B. (2003). Traffic fatalities and injuries: The effect of changes in infrastructure and other trends. *Accident Analysis & Prevention*, 35(4), 599-611.
- Organization of Municipalities and Village Administrations of Iran. (2008). *Safety management in urban roads*. [In Persian]
- Pakzad, J. (2005). *Guidelines for urban space design in Iran*. Deputy of Urban Planning and Architecture, Ministry of Housing and Urban Development. [In Persian]
- Reid, E., & Clemente, O. (2018). *Measuring urban design: Metrics for livable places* (S. Lotfi & P. Najafi, Trans.). Azarakhsh Publications. (Original work published 2005). [In Persian]
- Reid, E., & Dumbaugh, E. (2009). The built environment and traffic: A review of empirical evidence. *Journal of Planning Literature*, 23(4), 347-363.
- Reid, E., Schieber, R., & Zegeer, C. (2003). Urban sprawl as a risk factor in motor vehicle occupant and pedestrian fatalities. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1541-1545.
- Riffat, S. M., Tey, R., & Barros, A. de. (2011). Effect of street pattern on the severity of crashes involving vulnerable road users. *Accident Analysis and Prevention*, 43(1), 276-283.
- Saccommanno, E. (2001). Identifying black spots along highway SS107 in Southern Italy using two models. *Journal of Transportation Engineering*, 127(6), 515-522.

- Safe Streets for Walking and Bicycling. (2019). Atlanta Regional Commission.
- Scheaffer, R., Mulekar, M., & McClave, J. (2010). *Probability and statistics for engineers*. Cengage Learning.
- Seyfoddini, F., Ziari, K., Pourahmad, A., & Nikpour, A. (2012). Explaining urban sprawl and compactness in interaction with sustainable urban form approach. *Human Geography Research*, 44(80), 155-176. [In Persian]
- Statistical yearbook of Mashhad Municipality Transportation and Traffic Organization. (2015). [In Persian]
- Statistical yearbook of the Road Maintenance and Transportation Organization. (2013). Ministry of Roads and Urban Development. [In Persian]
- Steiner, F. R., & Butler, K. (Eds.). (2007). *Planning and urban design standards*. John Wiley & Sons.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.
- Urban Street Design Guide. (2012a). New York City Department of Transportation.
- Urban Street Design Guide. (2012b). New York City Department of Transportation.
- Urban Street Design Regulations - Fundamentals Section. (2020). Ministry of Roads and Urban Development. [In Persian]
- Webster, J., David, L., & Stanley, E. (2001). Utah Extension educators perceived satisfaction with and needs for agricultural health and safety information. *Journal of Extension*, 39(2). <http://www.Joe.org>
- Whitehand, J. W. R. (2001). British urban morphology: The Conzenian tradition. *Urban Morphology*, 5(2), 103-109.
- Wolf, K. L., & Bratton, N. (2006). Urban trees and traffic safety: Considering US roadside policy and crash data. *Arboriculture and Urban Forestry*, 32(4), 170-179.