



Analyzing the Role of Environmental Design in Social Life with an Emphasis on Pedestrian Movement (Case Study: From Tajrish Square to Ghods Square)

Azadeh Mohajer Milani¹ , Homa Assarzadeh²

1. Corresponding author, Department of Environmental Design, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: a.milani@ut.ac.ir
2. Department of Environmental Design, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: homa.assarzadeh@ut.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research article extracted from the thesis	Objective: The phenomenon of urbanization has brought about major changes in cities, which are often not sufficiently correlated with social needs. Therefore, in recent decades, planning to improve social interactions in urban spaces has been recognized as a turning point in urban development. This study considers the identification of urban infrastructures responsive to pedestrian needs as one of the most fundamental ways to establish necessary social connections.
Article history: Received: 03 November 2024 Revised: 15 March 2025 Accepted: 05 April 2025 Published: 22 October 2025	Methods: In response to the question of how environmental design affects pedestrian movement in urban space, it conducted a combined approach of Space Syntax Analysis and field perception in a case study from Tajrish Square to Ghods Square. This method provides a comprehensive interpretation of the impact of the body on the perception and movement behavior of citizens and leads to the identification of appropriate physical changes to significantly improve social interactions.
Keywords: Responsive urban environment, Social Interactions, Space Syntax Analysis, Mixed Methods Research.	Results: The results of the analyses showed that pedestrian movement flows in accordance with the urban index elements. The continuity of pavements and the creation of safe pedestrian crossings were also identified as key components at the next level. Conclusions: This study found that the combination of vegetation and footpaths was effective in increasing the attractiveness and desire to walk, and emphasizes that the integration of natural and man-made components in the design of the urban environment not only improves pedestrian flows and the quality of urban spaces, but also has a direct impact on increasing social interactions and the dynamism of urban spaces. The findings of this study can help urban planners and designers to design more dynamic and efficient urban environments by better understanding the relationship between environmental design and social behavior.

Cite this article: Mohajer Milani, A., Assarzadeh, H. (2025). Analyzing the Role of Environmental Design in Social Life with an Emphasis on Pedestrian Movement (Case Study: From Tajrish Square to Ghods Square). *Journal of Urban Space and Social Life*, 4 (14), 124-142. [http://doi.org/ 10.22034/jprd.2025.64343.1152](http://doi.org/10.22034/jprd.2025.64343.1152)



© The Author(s).

DOI: [http://doi.org/ 10.22034/jprd.2025.64343.1152](http://doi.org/10.22034/jprd.2025.64343.1152)

Publisher: University of Tabriz.

Introduction

The expansion of motorized transport in the 19th century changed urban development patterns, challenging the balance between pedestrian and bicycle infrastructure. This transformation affected social interactions and reduced the dynamism of public spaces, in addition to changing land use patterns. Meanwhile, in recent decades, the development of human-centered, pedestrian-oriented cities has been considered as an alternative approach to increasing social interaction and improving urban quality of life. This research aims to identify the environmental design components that cater for pedestrians' needs. The research seeks to answer the question: what effect does environmental design have on pedestrian movement in urban spaces? Based on this, the research attempts to improve social interactions in urban spaces by identifying environmental design components affected by pedestrian movement.

Materials and Methods

The aim of this research is to investigate the impact of environmental design on pedestrian movement. It was conceived in order to address the question of how environmental design influences pedestrian movement. To analyze this issue, a combined approach was used, incorporating spatial syntactic analysis and field observations. This method enables the physical effects of urban design on pedestrian movement behavior to be investigated. Specifically, the present study examines pedestrian movement in an urban square using spatial configuration analysis and spatial syntax analysis in DepthMapX software. This methodology helps to identify the environmental and urban design factors that affect pedestrian movement. The results of this research could suggest optimal design patterns for pedestrian paths in high-traffic areas, identify physical factors that affect social interactions between pedestrians, evaluate limitations in the current environmental design in Tajrish and provide optimal solutions to improve the pedestrian experience.

Results

Specifically, the areas with the highest pedestrian traffic were found to be the most consistent with the area's land use. Local connectivity analysis showed that the highest pedestrian traffic occurred along Valiasr Avenue towards Shahr-dari Street, which aligns with field observations. The combination of mixed land use and the density of small commercial units in this area played an important role in increasing pedestrian traffic in the southern part of the square. This combination of uses facilitated access to daily services and increased social interactions and short-term pedestrian stops, thereby enhancing the area's spatial dynamics. The connection between the pedestrian network on Valiasr Avenue and the bus station to the south of Tajrish Square has also played a significant role in increasing pedestrian traffic in this area. Field observations and behavioral map analysis revealed a significant correlation between shade vegetation density and pedestrian movement flow. These covers organize invisible patterns of pedestrian movement. This study determined that the green space at the center of Tajrish Square plays a multifaceted role in orienting pedestrian movement. As well as providing shade and environmental comfort, the green space at the center of Tajrish Square acts as a reference point for directing pedestrian movement and increasing social interaction in this area.

Conclusion

This study uses a combination of spatial syntax analysis and field observations to provide a new framework for understanding pedestrian behavior. The findings demonstrate that spatial syntax analysis can inform the design of pedestrian-oriented environments. Practical recommendations include increasing green spaces on footpaths, reducing pavement width and enhancing pedestrian safety. Improving the social index of urban spaces involves designing and combining pedestrian paths with service elements and urban signs — this is known as the pedestrian access network. Additionally, combining green spaces with footpaths enhances visual appeal and environmental comfort for pedestrians. Designing the urban environment and landscape to consider the physical and visual needs of pedestrians strengthens their presence in urban spaces and increases social interactions. Furthermore, the structural and physical features of the built and natural environments play a pivotal role in developing socio-cultural capital. The findings of this study indicate that, when designing future urban spaces, considering the movement and visual needs of pedestrians will be crucial for improving accessibility, increasing safety and enhancing the quality of the urban experience. These results can serve as a solid foundation for urban planners and environmental designers to optimize pedestrian paths and enhance the quality of urban spaces. Applying these principles to the redesign of similar urban squares will enhance urban dynamics and improve pedestrian movement.

The results of this study can also inform policymaking in the area of improving pedestrian infrastructure. Urban decision-makers can use these findings to design more efficient passages and create better urban spaces.



تحلیل نقش طراحی محیطی بر حیات اجتماعی با تأکید بر حرکت عابر پیاده (مطالعه موردی: محدوده میدان تجریش تا میدان قدس)

آزاده مهاجر میلانی^۱✉، هما عصارزاده^۲

۱. نویسنده مسئول، استادیار، گروه طراحی محیط، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: a.milani@ut.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد طراحی محیط، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: homa.assarzadeh@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی مستخرج از پایان نامه تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱/۱۰ کلیدواژه‌ها: محیط شهری پاسخگو، تعاملات اجتماعی، تحلیل نحو فضا، روش تحقیق ترکیبی.	هدف: پدیده شهرنشینی، تحولات گسترده‌ای را در سطح شهرها رقم زد که همبستگی کافی با نیازهای اجتماعی ندارد. از این رو در چند دهه اخیر، برنامه‌ریزی پیرامون بهبود تعاملات اجتماعی در فضاهای شهری بعنوان نقطه عطفی در تحولات شهرسازی شناخته شده‌است. این پژوهش شناسایی زیرساخت‌های شهری پاسخگو به نیازهای عابر پیاده را بعنوان یکی از اساسی‌ترین شیوه‌های برقراری ارتباطات اجتماعی ضروری دانست. روش پژوهش: در پاسخ به این پرسش که طراحی محیط چه تأثیری بر حرکت عابر پیاده در فضای شهری می‌گذارد، رویکردی ترکیبی از تحلیل نحو فضا و برداشت میدانی در نمونه موردی میدان تجریش تا میدان قدس انجام‌داد. این روش، تفسیر جامعی از تأثیر کالبد بر ادراک و رفتار حرکتی شهروندان ارائه می‌کند و منجر به شناسایی تغییرات کالبدی مناسب جهت بهبود قابل توجه تعاملات اجتماعی می‌شود. نتایج: نتایج تحلیل‌ها نشان داد که حرکت عابر پیاده به‌گونه‌ای همسو با عناصر شاخص شهری جریان می‌یابد. همچنین، پیوستگی پیاده‌روها و ایجاد مناطق ایمن عبور عابر پیاده مؤلفه‌های کلیدی در افزایش حرکت پیاده شناخته شدند. نتیجه‌گیری: این پژوهش، ترکیب پوشش گیاهی با مسیرهای حرکتی را در افزایش جذابیت و تمایل برای راه‌رفتن مؤثر یافت و تأکید دارد که یکپارچه‌سازی مؤلفه‌های طبیعی و مصنوع در طراحی محیط شهری نه تنها بهبود جریان حرکت پیاده و کیفیت فضاهای شهری را در پی دارد بلکه بطور مستقیم بر افزایش تعاملات اجتماعی و پویایی فضاهای شهری مؤثر است. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به برنامه‌ریزان و طراحان شهری کمک کند تا با درک بهتر از ارتباط بین طراحی محیط و رفتار اجتماعی، محیط‌های شهری پویاتر و کارآمدتری را طراحی کنند.

استناد: مهاجر میلانی، آزاده؛ عصارزاده، هما (۱۴۰۴). تحلیل نقش طراحی محیطی بر حیات اجتماعی با تأکید بر حرکت عابر پیاده (مطالعه موردی: محدوده میدان

تجریش تا میدان قدس). *فضای شهری و حیات اجتماعی*، ۴ (۱۴)، ۱۴۲-۱۲۴.

<http://doi.org/10.22034/jprd.2025.64343.1152>



مقدمه

با گسترش حمل و نقل موتوری در قرن نوزدهم، الگوی توسعه شهری به گونه‌ای دگرگون شد که تعادل میان زیرساخت‌های پیاده و سواره به چالش کشیده شد. این دگرگونی، علاوه بر تغییر در الگوهای کاربری اراضی، تعاملات اجتماعی را نیز تحت تأثیر قرار داد و موجب کاهش پویایی فضاهای عمومی گردید. در این میان، توسعه شهرهای انسان‌محور و پیاده‌مدار در دهه‌های اخیر، بعنوان یک رویکرد جایگزین برای افزایش تعاملات اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی شهری مورد توجه قرار گرفته‌است (موراتیدیس^۱، ۲۰۲۱). نظریه‌پردازان متعددی در این زمینه به ارائه دیدگاه‌های خود پرداخته‌اند. ریچارد رجیستر^۲ در نظریه‌ی خود پیرامون شهرهای اکولوژیکی بر این باور است که کاهش وابستگی به خودرو و تقویت حرکت پیاده می‌تواند به افزایش پیوستگی اجتماعی و کاهش اثرات محیط‌زیستی مداخلات انسانی منجر شود (رجیستر^۳، ۲۰۰۲). تونی هال نیز در کتاب *شهر/عطاف‌پذیر*^۴ استدلال کرد شهرهایی که برای عابران پیاده طراحی شده‌اند از نظر پایداری محیطی و اجتماعی کارآمدتر هستند (هال^۵، ۲۰۱۵). این دیدگاه‌ها نشان می‌دهد که ارتباط مستقیمی میان طراحی محیطی، جریان حرکت عابر پیاده و پویایی اجتماعی وجود دارد که تاکنون بطور جامع مورد بررسی قرار نگرفته است.

از اواخر قرن بیستم، تحقیقات بر پویایی فضاهای شهری نشان داد که ساختار کالبدی شهرها نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری فضاهای اجتماعی یکپارچه و پویا ایفا می‌کند (اپلارد و همکاران^۶، ۱۹۸۱؛ گل^۷، ۱۹۸۷) و ارزیابی دقیق از شیوه حرکت عابر پیاده در فضاهای شهری می‌تواند پایداری اجتماعی را تقویت نماید. محققان برجسته‌ای چون جیمز جی گیسون^۸ (۱۹۵۰)، ویلیام اچ وایت^۹ (۱۹۸۸)، آلن بی جاکوبز^{۱۰} (۱۹۹۳) و یان گل^{۱۱} (۲۰۱۰) به این نتیجه رسیده‌اند که حرکت عابر پیاده تحت تأثیر عوامل کالبدی، عناصر طبیعی، امکانات شهری و نیازهای فردی شکل می‌گیرد. این عوامل در کنار یکدیگر، الگوی حرکت شهروندان را در فضاهای شهری تعیین می‌کند و بر میزان تعاملات اجتماعی آن‌ها تأثیرگذار هستند. بر این اساس، الگوی حرکت عابر پیاده یک پدیده چند بُعدی و پیچیده است که طی فرآیند تصمیم‌گیری و جابجایی بین دو نقطه تعریف می‌شود (بیلدریم و گلیک^{۱۲}، ۲۰۲۳). این فرآیند بسته به ترجیحات شناختی عابران، تحت تأثیر ویژگی‌های مناظر شهری، امکانات عمومی، پدیده‌های طبیعی، و شرایط محیطی قرار می‌گیرد (ما و همکاران^{۱۳}، ۲۰۲۱؛ کیم و براون^{۱۴}، ۲۰۰۲). پژوهش‌های گوناگونی تناسب جریان حرکت عابر پیاده را با مؤلفه‌های طبیعی منظر شهری همچون کیفیت فضای سبز و عناصر گیاهی (پور محمدی و سعادت‌جو، ۱۴۰۳) مرتبط دانستند. لی و همکاران^{۱۵} (۲۰۲۴) به اندازه‌گیری دامنه پیاده‌روی کاربران در فضاهای شهری پرداختند و مجموعه عواملی چون پوشش گیاهی با سایه‌اندازی مطبوع (کالن^{۱۶}، ۲۰۰۴)، مسیرهای آبی شامل رودخانه‌ها و فضاهای سبز اطرافشان را موجب آسایش عابر پیاده و ترجیح آنان برای گذر از این مناطق معرفی نمودند. در همین راستا پژوهش زاید^{۱۷} (۲۰۱۶) به چهار مؤلفه: ۱- عناصر منظر نرم^{۱۸} (پوشش‌های گیاهی جذاب، متنوع و سایه‌انداز، تعداد و نوع درختان)، ۲- ویژگی‌های منظر سخت^{۱۹} (شیب کف، سطح ضد لغزش

¹ Mouratidis

² International "Eco-City" Conference in Berkeley, California (1990)

³ Register

⁴ The Robust City

⁵ Hall

⁶ Appleyard et al.

⁷ Geh

⁸ Gibson

⁹ Whyte

¹⁰ Jacobs

¹¹ Gehl

¹² Yildırım & Çelik

¹³ Ma et al.

¹⁴ Kim & Brown

¹⁵ Li et al.

¹⁶ Cullen

¹⁷ Zayed

¹⁸ Softscape

¹⁹ Hardscape

کفپوش های خیابانی، تعداد نیمکت ها و توزیع مناسب آن ها در طول مسیر، سطح روشنایی مسیر)، ۳- مشخصات فیزیکی و کارایی معابر (نسبت محصوریت مسیرهای حرکتی، عرض کل و عرض مؤثر پیاده رو) (مرادیان و همکاران، ۱۴۰۱)، و ۴- استخوانبندی یا پیکره بندی مسیر (میزان دسترسی به کاربری های مسکونی، خدماتی و تجاری، مرکزیت و تقاطع شبکه های خیابانی) بعنوان مؤلفه های تأثیرگذار منظر بر حرکت عابر پیاده اشاره داشت.

بنابراین، مجموعه مؤلفه های طبیعی و مصنوع منظر شهری، نقشی چندوجهی در تغییرات جریان حرکت عابر پیاده دارد. انجام مطالعات بیشتر بطور خاص روی مؤلفه های مصنوع و پیکره بندی بافت شهری، توسعه هدفمند فضاهای شهری همسو با نیاز شهروندان را در پی دارد که در پیشبرد اهداف طرح های پاسخگو و بقاء اماکن ارزشمند شهری نقشی ویژه دارند. از این رو جهت درک تأثیرات کالبد محیط مصنوع و طراحی آن بر افزایش پویایی فضای شهری، پژوهش هایی چون پژوهش حاضر ضرورت می یابد. این پژوهش به هدف شناخت مؤلفه های طراحی محیط متناسب با نیاز عابران پیاده، در جست و جوی پاسخی منطقی به این پرسش است که طراحی محیط چه تأثیری بر حرکت عابر پیاده در فضای شهری می گذارد؟ بر این مبنا این پژوهش می کوشد تعاملات اجتماعی در فضاهای شهری را با شناسایی مؤلفه های طراحی محیطی متأثر از حرکت عابر پیاده ارتقاء دهد. برای دستیابی به این مهم ابتدا به انجام مطالعات پایه در مورد ویژگی های تأثیرگذار بر حرکت عابر پیاده در مناظر شهری پرداخته خواهد شد و سپس معیارهای حرکتی کاربران را در محدوده میدان تجریش بعنوان یک نمونه بافت شهری غنی از ویژگی های فرهنگی، اجتماعی و مذهبی با استفاده از روش تحقیق ترکیبی تحلیل و بررسی می کند. در مرحله بعد، یافته های پیشینه پژوهش با نتایج تحلیل ها مقایسه و مؤلفه های تأثیرگذار طراحی محیطی به ترتیب اولویت ارائه می شود. انتظار می رود نتایج این پژوهش، درک و خوانایی بهتری از بافت شهری برای عابران پیاده ایجاد کند، حرکت آن ها را در فضای شهری تسهیل نماید و راهگشای توسعه پایدار و یکپارچه در مناطق شهری باشد.

پیشینه پژوهش

تحقیقات در زمینه پیکره بندی شبکه شهری نشان داده که ساختار فضایی خیابان ها و معابر پیاده، تأثیر مستقیمی بر جریان حرکت پیاده و تعاملات اجتماعی دارد (افروز و همکاران^۱، ۲۰۱۸؛ دسوزا و زی^۲، ۲۰۲۱). هیلیر بنیانگذار نحوفا در کتاب منطق اجتماعی فضا رابطه مشخصی را میان ویژگی های متأثر از پیکره بندی شبکه های خیابانی و حرکت عابر پیاده بیان کرد. وی، عملکرد مستمر و یکپارچه زیرساخت شهری بر حرکت عابر پیاده تأثیرگذار خواند و نقش طراحی شبکه شهری در برقراری پیوندهای اجتماعی در فضای شهری را بسیار ویژه و مهم دانست (هیلیر و هنسن^۳، ۱۹۸۴). این پیکره بندی شامل عملکردها و خدمات شهری است که از طریق سازمان فضایی خیابان ها و شبکه های ارتباطی، نه تنها بر الگوی حرکت عابران تأثیر می گذارد، بلکه با هماهنگی میان مسیرهای پیاده و سیستم حمل و نقل عمومی، می تواند جریان حرکت را تسهیل کرده و به بهبود تعاملات اجتماعی و پویایی فضای شهری کمک کند.

تحقیقات به روی تأثیر پیکره بندی ساختار فضایی خیابان و عملکرد فضاهای شهری بر جریان حیات اجتماعی و بطور خاص حرکت عابر پیاده نشان داده که متمایز بودن عملکردهای مناطق شهری نقش ظریفی در جذب و شکل گیری جریان حرکت افراد دارد (یانگ و کیان^۴، ۲۰۲۳). مطالعات ون هول و همکاران^۵ (۲۰۱۶) در بلژیک و بازا و همکاران^۶ (۲۰۲۱) در آلمان نشان داده اند که دسترسی کوتاه و راحت به خدمات و امکانات شهری، یکی از شاخص های مهم موفقیت فضاهای عمومی از منظر اجتماعی است. بطور مثال مجاورت فضاهای تجاری و خدماتی با مسیرهای پیاده رو، حضور عابران در فضای شهری را افزایش می دهد

¹ Afrooz et al.

² Desouza & Xie

³ Hillier & Hanson

⁴ Yang & Qian

⁵ Van Holle et al.

⁶ Baeza et al.

(گبرماریام و همکاران^۱، ۲۰۲۴). تحقیقات دیگر به تحلیل ارتباط سیستم حمل و نقل و حرکت پیاده پرداخته‌اند. نتایج پژوهش شنگ و همکاران^۲ (۲۰۲۱) با استفاده از شاخص اتصال و همپیوندی در نحو فضا نشان داد که یکپارچگی میان شبکه‌های پیاده و حمل و نقل عمومی، نقش بسزایی در افزایش نرخ جریان حرکت پیاده دارد (مصیب‌زاده و خیاط سلیقه‌دار، ۱۴۰۱). پاراسکوپولوس و همکاران^۳ (۲۰۲۰) دریافتند که همبستگی قوی میان کیفیت پیاده‌روها (جنس پوشش معابر و عرض آن‌ها) و میزان استفاده شهروندان از این فضاها وجود دارد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش فیستر و همکاران^۴ (۲۰۲۱) در شهر ملبورن استرالیا همخوانی دارد که نشان داد تغییرات کالبدی، همچون کوتاه کردن فاصله میان مقاصد و افزایش دسترسی به خدمات شهری موجب افزایش استفاده از مسیرهای پیاده می‌شود. برخی پژوهش‌ها از تأثیر پیکره‌بندی در قالب رابطه میان طراحی کالبدی متناسب با عملکرد شهری اشاره کرده‌اند. در مطالعه‌ای که به بررسی ارتباط میان طراحی فضاهای شهری و کیفیت ادراک عابر پیاده پرداخته‌اند، هیلنهاتر^۵ (۲۰۲۱) نشان داد که وجود تناسبات انسانی و هماهنگی بصری در مسیرهای پیاده‌رو، موجب افزایش جذابیت این مسیرها می‌شود. گاولین و همکاران^۶ (۲۰۲۲) نیز بر مبنای تجربیات روانشناختی عابران پیاده در طی مدت زمان پیاده‌روی در فضای شهری دریافتند که راحتی و ایمنی محیط پیاده‌روها، تجربه مثبت عابران را بهبود می‌بخشد (ساندلینگ و جیکوبسون^۷، ۲۰۲۳). پژوهش جباری و همکاران^۸ (۲۰۲۳) بر کاهش فاصله بین تقاطع‌های خیابانی بعنوان یک عامل کلیدی در بهبود حرکت عابر پیاده تأکید دارد. شریفی نیز پیکره‌بندی شبکه‌های دسترسی سواره چون عرض خیابان، لبه‌های پیاده‌رو، هندسه فضای میانه خیابان‌ها و چیدمان آن‌ها را بر ظرفیت عبور عابر پیاده مؤثر تلقی نمود (شریفی^۹، ۲۰۱۹).

با این حال بنظر می‌رسد طراحی ترافیکی نیز بر حرکت عابر پیاده اثرگذار باشد. مطالعات انجام‌شده درباره مدیریت ترافیک و ایمنی پیاده‌روها نشان داده‌اند که اقداماتی نظیر کاهش سرعت خودروها، ایجاد جزایر پناهگاهی^{۱۰}، بهبود خط‌کشی‌های عبور پیاده و اصلاح طراحی تقاطع‌ها، تأثیر قابل توجهی در کاهش خطرات و افزایش نرخ عبور پیاده دارند (مولینیوکس و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۰؛ میجر و سولوزوک^{۱۲}، ۲۰۲۳؛ شاوکت و شابان^{۱۳}، ۲۰۲۳) که می‌تواند حیات اجتماعی فضای شهری را دگرگون کند. در پژوهشی که با استفاده از داده‌های ویدئویی دوربین‌های نظارت بر عابر پیاده انجام شد، اصلی‌ترین عوامل در جریان حرکت عابر پیاده را خطوط راهنمای ترافیکی، موانع کاهش سرعت و کاهش عرض جاده معرفی نمود (وی و همکاران^{۱۴}، ۲۰۲۲) که موجب تشکیل موقعیتی متعادل از نیروهای جذب یا دفع عابر پیاده در میانه شبکه‌های جاده‌ای شده‌است. همچنین جیا و همکاران^{۱۵} (۲۰۲۱) دریافتند که همبستگی معناداری میان تناسب خط‌کشی عابر پیاده با مقاصد حرکتی برای عابران پیاده وجود دارد به گونه‌ای که در صورت عدم هماهنگی خطوط عابر پیاده با محل قرارگیری عناصر مهم شهری، جهت‌گیری‌های نامنظم حرکتی بدون در نظر گرفتن مسیر ویژه عبور عابر پیاده رخ خواهد داد. جدول (۱)، خلاصه‌ای از مؤلفه‌های تأثیرگذار بر حرکت عابر پیاده را ارائه می‌نماید.

^۱. Gebremariam et al.

^۲. Sheng et al.

^۳. Paraskevopoulos et al.

^۴. Pfiester et al.

^۵. Hillnhütter

^۶. Gaglione et al.

^۷. Sundling & Jakobsson

^۸. Jabbari et al.

^۹. Sharifi

^{۱۰}. Refuge islands

^{۱۱}. Molyneaux et al.

^{۱۲}. Majer & Sołowczuk

^{۱۳}. Shawket & Shaban

^{۱۴}. Wei et al.

^{۱۵}. Jia et al.

جدول ۱. خلاصه پژوهش‌های مرتبط با تأثیر طراحی محیط بر حرکت عابر پیاده

منبع	زیر معیار کالبد محیطی	معیارهای حرکت عابر پیاده
(Cullen, 2004) (Zayed, 2016) (Li et al., 2024)	ترکیب عناصر طبیعی با مسیرهای پیاده‌روی	مناظر طبیعی (پوشش‌های گیاهی، مسیرهای آبی)
(Afrooz et al., 2018)	دسترسی بصری به عناصر شاخص شهری	کاربری اراضی
(Van Holle et al., 2016) (Baeza et al., 2021) (Yang & Qian, 2023) (Gebremariam et al., 2024)	اتصال کوتاه به خدمات متنوع شهری	
(Sheng et al., 2021) (Jabbari et al., 2023)	اتصال شبکه عابر پیاده با سیستم حمل و نقل عمومی	
(Zayed, 2016) (Paraskevopoulos et al., 2020)	- جنس پوشش کف معابر - عرض پیاده‌روها	پیکره‌بندی شبکه‌های دسترسی سواره و پیاده
(Sharifi, 2019)	عرض خیابان، لبه‌های نرم خیابان، هندسه فضای میان خیابان‌ها	
(Hillnhütter, 2021)	مقیاس انسانی در بدنه پیاده‌روها	
(Pfiester et al., 2021)	تداوم مسیرهای پیاده‌رو	
(Molyneaux et al., 2020) (Jia et al., 2021) (Shawket & Shaban, 2023)	افزایش شعاع قوس لبه پیاده‌روها خط‌کشی عابر پیاده	اقدامات کنترل ترافیک (کاهش سرعت خودروها و افزایش ایمنی عبور عابر پیاده)
(Wei et al., 2022)	- کاهش عرض جاده - خطوط راهنمای ترافیکی	
(Gaglione et al., 2022) (Majer & Sołowczuk, 2023)	جزایر پناهگاهی در میانه خیابان‌ها	

با وجود مطالعات گسترده در زمینه طراحی شهری و تأثیر آن بر حرکت عابران پیاده، همچنان برخی ابعاد این موضوع کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به‌ویژه، در حالی که پژوهش‌هایی به بررسی عوامل کالبدی، اجتماعی و محیط‌زیستی پرداخته‌اند، تعداد محدودی از آن‌ها این عوامل را در یک چارچوب تحلیلی یکپارچه مورد مطالعه قرار داده‌اند. علاوه بر این، اگرچه تأثیر بافت‌های تاریخی بر الگوهای حرکتی عابران در برخی تحقیقات بررسی شده است، اما مطالعه ویژگی‌های خاص این بافت‌ها—مانند میدان تجریش—و تأثیر آن‌ها بر حرکت عابران، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین این پژوهش با بهره‌گیری از تحلیل نحوفضا و برداشت‌های میدانی، تلاش دارد تا این خلأهای پژوهشی را پوشش داده و ارتباط میان طراحی محیطی و تعاملات اجتماعی را با تمرکز بر حرکت عابران پیاده بررسی کند.

روش پژوهش

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر طراحی محیطی بر حرکت عابران پیاده شکل گرفته است. برای پاسخ به این سؤال که طراحی محیطی چگونه بر حرکت عابر پیاده تأثیر می‌گذارد شکل گرفت. برای تحلیل این موضوع، رویکردی ترکیبی شامل تحلیل نحوفضا و برداشت‌های میدانی استفاده شده است. این روش امکان بررسی تأثیرات کالبدی طراحی شهری بر رفتار حرکتی عابران پیاده را فراهم می‌کند. بطور خاص، پژوهش حاضر با استفاده از روش تحلیل پیکره‌بندی فضایی و تحلیل نحوفضا^۱ در نرم‌افزار دپث‌مپ،

^۱ . Space Syntax

حرکت عابر پیاده در یک میدان شهری را مورد مطالعه قرار می‌دهد. محدوده مطالعاتی، میدان تجریش، بدلیل وجود امامزاده صالح و درخت کهن آن دارای بافت تاریخی، فرهنگی-مذهبی ارزشمندی است. این مکان از گذشته با خاطرات جمعی شهروندان گره خورده، بنحوی که در استخوانبندی اولیه شهر تهران بعنوان عنصری شاخص شناخته شده است. اتصال این محدوده به شریان‌های مهم منطقه‌ای آن را به نقطه‌ای کلیدی دسترسی سواره در منطقه یک تبدیل کرده و باعث حجم بالای تردد وسایل نقلیه موتوری در طول روز شده است. امروزه این رفت‌وآمدهای گسترده‌ی سواره و پیاده، تأثیر قابل توجهی بر تجربه ادراکی-بصری عابرین پیاده داشته و به شکل‌گیری هویت اجتماعی این مکان کمک کرده است. در سال‌های اخیر، تسهیل دسترسی عابر پیاده به این محدوده، با هدف افزایش رفاه شهروندان، بیش از پیش در طرح‌های توسعه شبکه پیاده و سواره مورد توجه قرار گرفته است. این عوامل، میدان تجریش را به نمونه‌ای مناسب برای این پژوهش تبدیل کرده است.

چارچوب نظری و روش‌شناسی

چارچوب نظری این پژوهش بر اساس نظریه «حرکت طبیعی» هیلیر و همکاران^۱ (۱۹۹۳) بنا شده است. طبق این نظریه فرم شهری یکی از تعیین‌کننده‌ترین عوامل در برنامه‌ریزی حرکت پیاده است. بر این اساس، رابطه میان ساختار شبکه معابر و جریان‌های حرکتی عابر پیاده بررسی شد.

روش جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از دو منبع اصلی جمع‌آوری شده است:

۱. داده‌های مکانی و کالبدی: شامل نقشه‌های شهری، تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های سه‌بعدی محدوده میدان تجریش تا میدان قدس.
۲. برداشت‌های میدانی: شامل مشاهده‌های مستقیم از الگوهای حرکتی عابران پیاده، ثبت مسیرهای پرتردد، و مستندسازی عناصر کالبدی تأثیرگذار بر حرکت پیاده.

روش تحلیل

۱. تحلیل نحوفضا^۲

- در این مرحله، شبکه معابر و پیاده‌روهای محدوده میدان تجریش مدل‌سازی می‌شود. در این پژوهش، تحلیل نحوفضا با استفاده از نرم‌افزار دپث مپ^۳ انجام و شاخص‌های اصلی زیر بررسی می‌شوند:
- همپیوندی^۴: سنجش میزان ارتباط یک مسیر با سایر مسیرهای شهری
 - تحلیل همپیوندی محلی، میزان دسترسی یک خیابان به خیابان‌های همجوار را بر اساس تعداد تغییر مسیرها در ساختار فضایی ارزیابی می‌کند.
 - اتصال^۵: تعداد اتصالات مستقیم یک مسیر با مسیرهای مجاور
 - تحلیل اتصال، میزان دسترسی و نفوذپذیری مسیرها را در ساختار شبکه شهری مشخص می‌کند. این تحلیل بیانگر نوع چیدمان عناصر فیزیکی در محیط است که در نتیجه آن، الگوی حرکت و تعامل افراد در محیط مشخص می‌شود.
 - میدان دید^۶: میزان گستره دید عابر پیاده از نقاط مختلف محیط

1. Hillier et al.

2. Space Syntax Analysis

3. Depth mapX

4. Integration

5. Connectivity

6. Visual Field

تحلیل بصری، تداوم دید عابر پیاده را از نقطه‌ای معین و میدان دید وی از محیط را مشخص می‌کند که به نوعی جهت‌یابی فرد در فضا را بیان می‌کند (بندیکت^۱، ۱۹۷۹). هیلیر و هنس^۲ (۱۹۸۴)، چگونگی حرکت و بطور کل، وقوع فعالیت‌های انسان در فضای شهری را با ویژگی‌های بصری وی مرتبط خواندند.

در مرحله پردازش داده‌ها محدوده‌ای با شعاع یک کیلومتر از مرکز خیابان شهرداری شامل میدان قدس و میدان تجریش در مرحله اول انتخاب شد و سپس به کمک نرم افزار دپت مپ به خطوط محوری تبدیل شد. سپس در نرم‌افزار دپت‌مپ شاخص‌های همپیوندی و اتصال با توجه به طول شبکه، عمق روابط فضایی، چیدمان و زوایای برخورد در شبکه دسترسی‌ها تحلیل شد. در تحلیل میدان دید علاوه بر چیدمان و زوایای برخورد، موانع بصری نیز که در ادراک افراد پیاده تأثیر می‌گذارد در طیفی رنگی نمایش داده می‌شوند. نمایش طیف رنگی، امکان مقایسه و ارزیابی تحلیل‌ها را آسان‌تر می‌کند. بنابراین، تحلیل نحوفا، میزان خوانایی فضا را نشان می‌دهد و ارتباط آن را با حرکت عابران تفسیر می‌کند.

۲. برداشت‌های میدانی و تحلیل مشاهده‌ای

در این مرحله، از مشاهده‌های مستقیم برای ارزیابی میزان حضور و حرکت عابران پیاده در ساعات مختلف صبح و عصر از روزهای کاری هفته و در موقعیت‌های مکانی یکسان استفاده می‌شود. مسیرهای پرتردد، نقاط پرخطر برای عابران، محل‌های تجمع افراد و نواحی دارای موانع فیزیکی ثبت شده‌است. از روش نقشه‌برداری رفتاری^۳ برای تحلیل نحوه استفاده شهروندان از فضاهای شهری نیز استفاده می‌شود.

۳. تحلیل تطبیقی داده‌های نحوفا و مشاهدات میدانی

داده‌های حاصل از تحلیل نحوفا شامل مسیرهای با درجات همپیوندی بالا با داده‌های برداشت‌های میدانی همچون مسیرهای پرتردد و نقاط ازدحام اجتماعی مقایسه و میزان تطابق پیش‌بینی‌های مدل نحوفا با رفتار واقعی عابران بررسی می‌شود. برای این منظور عوامل فیزیکی (مانند کیفیت پیاده‌روها، پوشش گیاهی، مبلمان شهری و دسترسی‌ها) و عوامل اجتماعی (مانند تعاملات اجتماعی و فعالیت‌های شهری) که بر حرکت پیاده تأثیرگذار هستند، تحلیل می‌شوند.

این روش‌شناسی به شناسایی عوامل محیطی و طراحی شهری مؤثر بر حرکت عابر پیاده کمک کند. نتایج این پژوهش می‌تواند الگوی بهینه طراحی مسیرهای پیاده در مناطق پرتردد را پیشنهاد دهد، عوامل کالبدی تأثیرگذار بر تعاملات اجتماعی عابران پیاده را مشخص کند و محدودیت‌های فعلی طراحی محیطی در محدوده تجریش را ارزیابی کند و راهکارهای بهینه برای بهبود تجربه حرکت پیاده ارائه دهد.

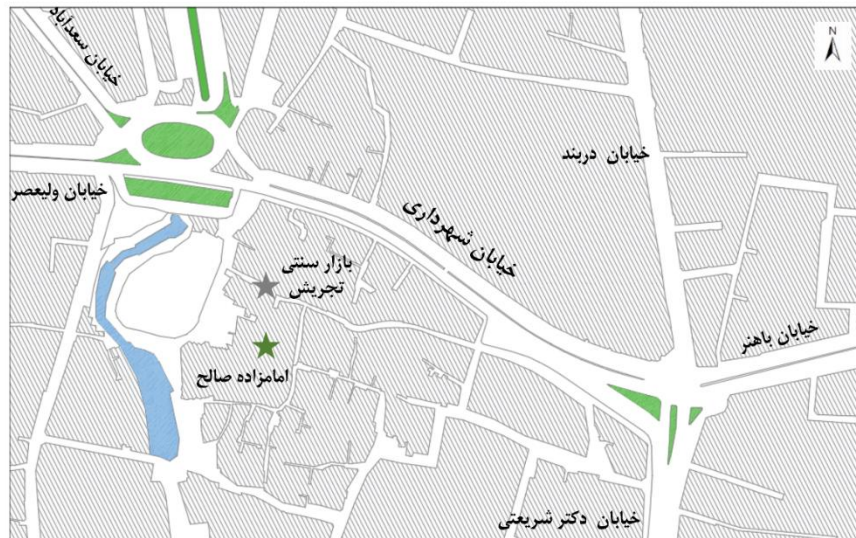
نتایج

بمنظور پاسخ به سؤال پژوهش که طراحی کالبد فضای شهری چگونه بر حرکت عابر پیاده تأثیر می‌گذارد، تحلیل‌های نحوفا و برداشت‌های میدانی در میدان تجریش تهران (شکل ۱ انجام و مقایسه شد. شاخص‌های ارزیابی در نرم‌افزار دپت‌مپ براساس طول، عمق و زوایای شبکه دسترسی‌ها سنجیده می‌شود. مسیرهایی که عمق فضایی کمتری دارند، یکپارچگی بالاتری نشان می‌دهند. افزون بر این، زوایای تقاطع مسیرها بر جهتگیری فضایی و میزان دید و ادراک عابران تأثیرگذار است. مقایسه تحلیل‌های نحوفا و داده‌های برداشت میدانی تصویری روشن از تأثیر طراحی محیط بر حرکت عابران در اختیار می‌گذارد. تحلیل‌های نحوفا به‌ویژه شاخص همپیوندی محلی و میدان دید، در شناسایی مسیرهای پرتردد و موانع مؤثرند. ترکیب این تحلیل‌ها با داده‌های میدانی، درکی جامع از تأثیر طراحی کالبدی بر رفتار عابران فراهم کند.

^۱ . Benedikt

^۲ . Hillier & Hanson

^۳ . Behavioral Mapping



شکل ۱. نقشه محدوده میدان تجریش تا میدان قدس. منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

تحلیل میدان دید

برای محدوده مورد مطالعه، بطور خاص پیکره‌بندی فضای مرکزی میدان تجریش ارزیابی شد (شکل ۲). پیش از نمایش نقشه‌ها لازم است اشاره شود که تحلیل میدان دید برای سنجش میزان دسترسی بصری به عناصر شاخص شهری استفاده می‌شود. این تحلیل نشان می‌دهد که مناطق نسبتاً ناهمگنی از منظر ارتباطات بصری در این محدوده وجود دارد. نقشه‌ی تحلیل میدان دید نشان می‌دهد که مرکز میدان تجریش (با شاخص ۴۷۰ در جدول ۲)، دید گسترده‌ای به نواحی جنوبی دارد. با این حال همانطور که در شکل ۲ مشخص است، مانعی بر دید به عناصر هویتی مشاهده می‌شود. تصاویر ۱، ۲ و ۳ در شکل ۲، نقشه‌های آیزوویست ۳۶۰ درجه‌ای هستند که ناظران بترتیب در جایگاه ایستگاه اتوبوس BRT در جنوب میدان، در ناحیه نشانه‌های شهری و در ایستگاه تاکسی در شمال میدان قرار گرفته‌اند. نواحی خاکستری، محدوده دارای دید ناظران است و نواحی مشکی گویای وجود موانع بصری است. در هر سه تصویر، جانمایی برخی ساختمان‌ها، مانع ایجاد دید و اتصال بصری مناسب میان شمال و جنوب میدان تجریش با مجموعه امامزاده صالح و بازار سنتی تجریش شده‌است. این عناصر بعنوان نمادهای هویت‌بخش شهری، نقشی کلیدی در جهت‌دهی به رفتار حرکتی عابران دارند. کاهش دید به این نقاط شاخص، به ویژه برای افرادی که کمتر با محیط آشنا هستند، موجب سردرگمی و تغییر مسیر آن‌ها به سمت مسیرهای نامتعارف و غیر رسمی می‌شود. در بررسی‌های میدانی، این موانع شامل مسجد فاطمیه تجریش و واحدهای تجاری کوچک شناسایی شدند. نبود دسترسی بصری کافی به عناصر شاخص شهری همانطور که در پژوهش افروز و همکاران^۱ (۲۰۱۸) اشاره شد، موجب تغییر شکل جریان حرکت عابران پیاده در فضای شهری می‌شود. در میدان تجریش نیز این موضوع به‌ویژه در ناحیه شمالی به وضوح مشاهده شد، جایی که موانع بصری باعث انحراف عابران از مسیرهای رسمی و ایجاد الگوهای حرکتی نامنظم شد.

مطالعات دیگر نیز به همبستگی معنادار بین دسترسی مستقیم و کوتاه عابران پیاده به عناصر شهری و تأثیر آن در تنظیم ادراک فضایی و الگوهای حرکتی تأکید کرده‌اند (گبرماریام و همکاران^۲، ۲۰۲۴؛ یانگ و قیان^۳، ۲۰۲۳). دلیل دیگر اقبال کاربران به انتخاب مسیر کوتاه‌تر، ارتباط بصری مستمر به عناصر شاخص محدوده یعنی امامزاده صالح و بازار سنتی تجریش بود. بطور کل، همانطور که هیلیر (هیلیر و هنسون^۴، ۱۹۸۴) بیان کرده‌است، رفتارهای حرکتی ارتباط مستقیمی با میزان دید افراد دارند. تحلیل میدان دید

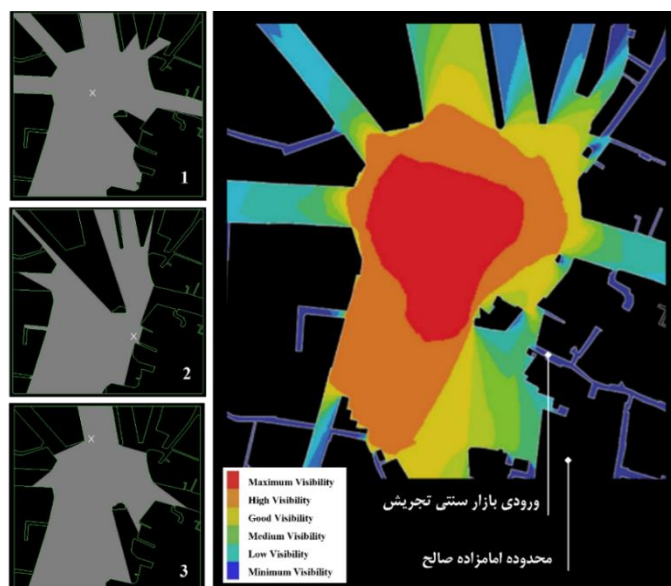
^۱. Afroz et al.,

^۲. Gebremariam et al.

^۳. Yang & Qian

^۴. Hillier & Hanson

نشان داد که کاربری اراضی محدوده میدان تجریش موجب ایجاد موانع بصری در برابر عناصر شاخص شهری شده است. این امر کاهش حرکت عابران پیاده از سمت شمال به جنوب میدان و ایجاد جریان‌های حرکتی نامنظم را به دنبال داشته است. شکل (۲) نقشه تحلیل بصری میدان تجریش را نشان می‌دهد که بر اساس نرم‌افزار دپت‌مپ تهیه شده است. این نقشه نقاط با بیشترین و کمترین دسترسی بصری را مشخص می‌کند که نقش مهمی در جهت‌دهی به حرکت عابران دارند. شکل (۱) نشان می‌دهد که موانع بصری موجود در شمال میدان تجریش، ارتباط دیداری با امامزاده صالح را محدود کرده و موجب تغییر مسیرهای حرکتی عابران به سمت مسیرهای غیررسمی شده است.



شکل ۲. تحلیل بصری محدوده مرکزی میدان تجریش خروجی از نرم افزار دپت‌مپ. منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

پس از بررسی تأثیر دسترسی بصری بر حرکت عابران، تحلیل همپیوندی محلی الگوی توزیع جریان‌های حرکتی در محدوده میدان تجریش را مشخص می‌کند.

تحلیل همپیوندی محلی^۱ (R-3)

این تحلیل قابلیت حرکت عابر پیاده را در ساختار فضایی مشخص می‌کند (زو و همکاران^۲، ۲۰۲۱). تحلیل همپیوندی محلی و تحلیل اتصال محدوده مطالعاتی (شکل ۳)، گویای بیشترین امکان توزیع حرکت و تعامل پیاده در جنوب محور ولیعصر با بیشینه عدد ۸/۰۹ به سمت میدان تجریش تا اواسط خیابان شهرداری است. امتیاز بالای R-3 Integration [HH] در محور جنوبی ولیعصر نشان‌دهنده پیوستگی فضایی بالای این مسیر است که به افزایش تردد عابران پیاده در این منطقه منجر شده است. در درجات بعدی، خیابان ولیعصر و خیابان سعدآباد به ترتیب با ۷/۶۰ و ۷/۵۴ همپیوندی، بالاترین میزان حرکت عابر پیاده را دارند. تحلیل همپیوندی محلی نشان می‌دهد تنها نواحی جنوبی میدان تجریش از یکپارچگی نسبی برخوردارند، در حالی که سایر شریان‌ها و محدوده میدان قدس همپیوندی محلی پایینی دارند.

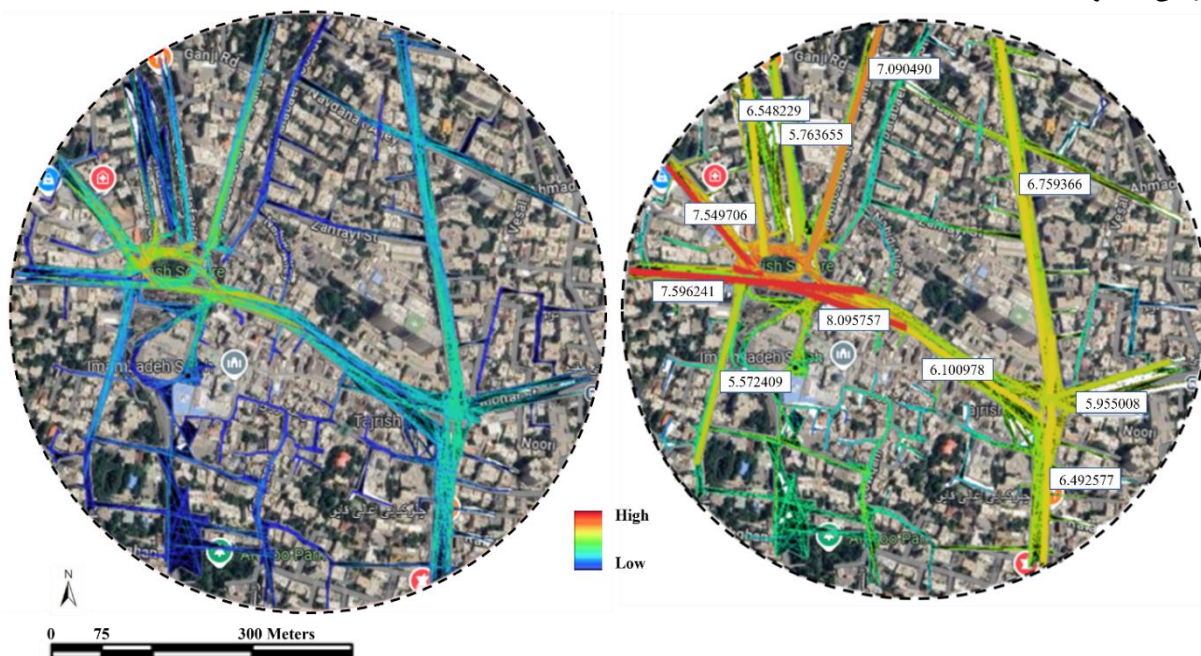
تحلیل همپیوندی محلی در نحوفضا، تناسب بالایی با واقعیت کالبد محیطی این محدوده نشان داد. بدین گونه که محور جنوبی ولیعصر تا اواسط خیابان شهرداری با ۸/۰۹ از رونق بیشتر حرکت عابر پیاده برخوردار بود. بالاترین سطح اتصال نیز در این محور مشخص شد با بیشینه ۴۷۰ که نشان‌دهنده امکان دسترسی بصری بهتر برای شهروندان است. این نتایج با مشاهدات میدانی

^۱ . Local Integration

^۲ . Xu et al.

همخوانی دارد؛ مناطق با همپیوندی بالا شاهد بیشترین حجم تردد عابران هستند. این وضعیت ناشی از پیاده‌روهای وسیع، مبلمان شهری مناسب و دسترسی راحت به فضاهای عمومی است. در مقابل، مسیرهای با همپیوندی پایین به دلیل نبود این عناصر کالبدی، الگوهای حرکتی نامنظم و کاهش تمایل به پیاده‌روی را نشان می‌دهند. این مسئله نشان‌دهنده ضعف در سیستم حرکت عابران پیاده است که با ساختار فضایی میان دو میدان تجریش و قدس مرتبط است. خیابان سعدآباد نیز همانطور که در شکل ۳ مشخص است، اتصال بالایی با میدان تجریش دارد. یکپارچگی و اتصال پیاده‌روها، طراحی خطوط عابر پیاده و جزایر پناهگاهی متعدد برای کاهش عرض سواره، از مؤلفه‌های اصلی طراحی محیطی این محدوده هستند که نقش مهمی در بهبود حرکت عابران دارند.

از طرف دیگر، مناطق با درجه همپیوندی پایین، ضعف در بهره‌مندی از چنین کیفیت‌های کالبدی را نشان دادند. همچنین، دو خیابان ولیعصر و سعدآباد تنها شریان‌هایی بودند که از کیفیت مناظر طبیعی مطبوع و سایه‌انداز برخوردار بودند. مناطق با همپیوندی بالا از کیفیت مطلوب مناظر طبیعی (مانند پوشش گیاهی متراکم) و محیط کالبدی (ازجمله پیاده‌روهای متصل، عرض مناسب مسیرها و نزدیکی به خدمات حمل‌ونقل عمومی) برخوردارند. بنظر می‌رسد این عوامل، موجب افزایش تمایل عابران پیاده به حرکت در این محدوده شده‌است.



شکل ۳. سمت راست - تحلیل همپیوندی محلی (R-3). سمت چپ - تحلیل اتصال در محدوده مطالعاتی. منبع: (نگارنگان، ۱۴۰۳)

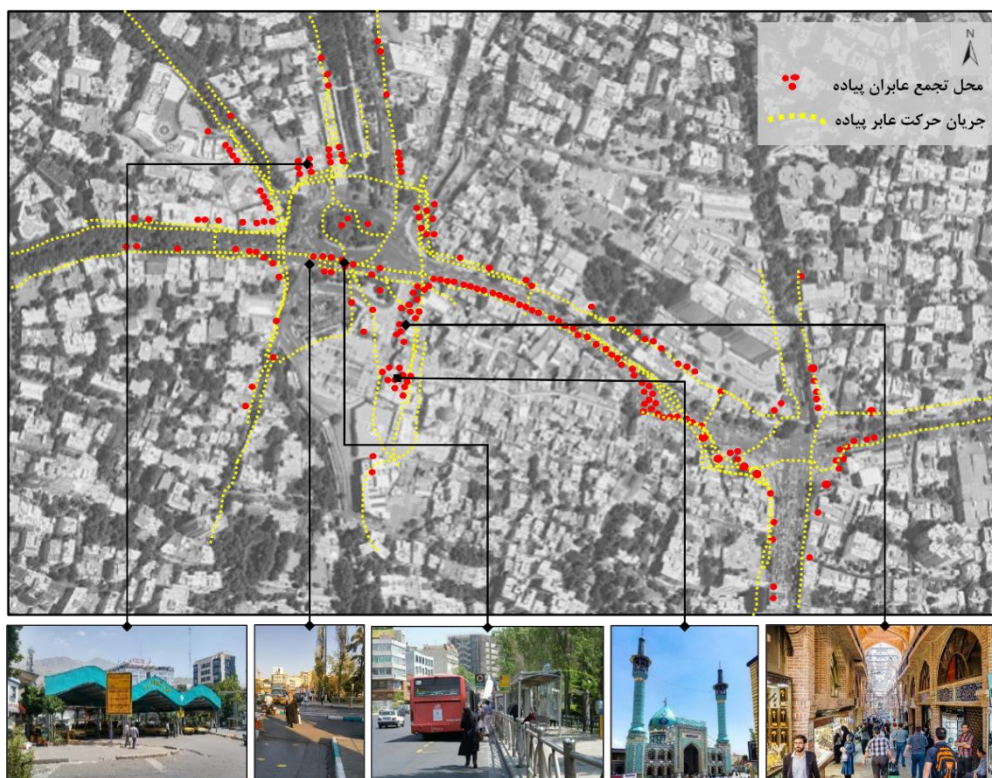
جدول (۲) نمای کلی از شاخص‌های نحوفضا را ارائه می‌دهد که شامل میزان همپیوندی محلی، شاخص‌های میدان دید و اتصال فضایی است. این داده‌ها نشان‌دهنده تفاوت‌های ساختاری در بخش‌های مختلف محدوده میدان تجریش هستند. نتایج تحلیل همپیوندی محلی با برداشت‌های میدانی مقایسه شد تا میزان تطابق الگوهای حرکتی پیش‌بینی‌شده با رفتار واقعی عابران مشخص شود.

جدول ۲. ارزیابی تحلیل‌های نحوفضا محدوده مطالعاتی. منبع: (نگارنگان، ۱۴۰۳)

Attribute	Minimum	Average	Maximum
Integration [HH] (R-n)	0.821112	2.62752	4.46147
Integration [HH] (R-3)	1.10585	5.00306	8.09575
Connectivity	2	119.025	470
Isovist max radial	2.8670	265.641	377.702
Isovist min radial	0.0002	17.1879	69.8219

برداشت‌های میدانی از جریان حرکت عابران

بمنظور تدقیق یافته‌های نحوفضا و مقایسه آن با مؤلفه‌های مطالعات پیشینه (جدول ۱)، برداشت‌های میدانی از جریان حرکت عابران پیاده در محدوده میدان تجریش انجام شد (شکل ۴). مشاهدات یک‌هفته‌ای از جریان حرکت عابران پیاده (در فواصل دو ساعته و در ساعات ثابت شبانه‌روز) نشان داد که خطوط عابر پیاده تعیین‌شده با مقاصد حرکتی کاربران تطابق کمی دارد. الگوهای حرکتی مشاهده شده، خارج از نظم ترافیکی تعیین‌شده بودند و عمدتاً در شمال و جنوب میدان تجریش، به ویژه پیرامون فضای سبز مرکزی رخ می‌دادند.



شکل (۴). مشاهده و برداشت میدانی از جریان حرکت عابران پیاده در محدوده مطالعاتی. منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

یکی از اصلی‌ترین دلایل این عدم تناسب، مسافت طولانی طی‌شده خطوط عابر پیاده است که موجب محدودشدن دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، مجموعه امامزاده صالح و بازار سنتی تجریش شده‌است. مطابق شکل (۴)، نوع کاربری اراضی در شمال و جنوب میدان موجب شکل‌گیری جریان حرکتی نامنظم عابران پیاده شده‌است. مشاهدات نشان داد که کاربران، با توجه به میدان دیدشان به عناصر شاخص شهری و درک فضایی از محیط، مسیرهایی با کوتاه‌ترین مسافت را انتخاب می‌کنند. علاوه بر این دو عامل، آسایش محیطی ناشی از پوشش گیاهی سایه‌انداز نیز موجب افزایش تمایل عابران به گذر از این ناحیه شده‌است. بطور مشخص، نواحی با بیشترین جریان حرکتی کاربران، بیشترین تناسب را با کاربری اراضی این محدوده داشتند (شکل ۴). تحلیل همپوندی محلی (شکل ۳) نشان داد که بالاترین میزان حرکت عابران پیاده (با مقدار ۸/۰۹) در امتداد محور ولیعصر تا خیابان شهرداری رخ داده‌است که با برداشت‌های میدانی مطابقت دارد. کاربری اراضی مختلط و تراکم واحدهای تجاری خرد در این ناحیه، نقش مهمی در افزایش حرکت عابران پیاده در بخش جنوبی میدان داشته‌اند. این ترکیب کاربری‌ها علاوه بر تسهیل دسترسی به خدمات روزمره، تعاملات اجتماعی را افزایش داده، توقف‌های کوتاه‌مدت عابران را بیشتر و پویایی فضایی این منطقه را تقویت نموده‌است. اتصال شبکه عابر پیاده در محور ولیعصر به ایستگاه اتوبوس در جنوب میدان تجریش نیز نقش بسزایی در

رونق حرکت پیاده از این محدوده داشته که با یافته‌های شنگ و همکاران^۱ (۲۰۲۱) و جباری و همکاران^۲ (۲۰۲۳) همخوانی دارد. ارتباط نزدیک با عناصر طبیعی، پیوند و یکپارچگی مسیرهای پیاده و تناسب عرض مسیرها با عملکردهای اطراف مهمترین مؤلفه‌های حاصل از همپوشانی دو تحلیل نحو فضا و مشاهده مستقیم بودند که در جدول (۱) نیز به آن‌ها اشاره شده است. ثبت جریان حرکت پیاده نیز با تحلیل میدان دید همبستگی مثبتی دارد که وقوع جریان حرکتی نامنظم و اتصال مستقیم به عناصر شهری از جمله نشانه‌های آن است. این یافته نیز با مطالعه جیا و همکاران^۳ (۲۰۲۱) همخوانی دارد.

بحث

تحلیل یافته‌های نحو فضا نشان داد که ویژگی‌های ساختاری و پیکره‌بندی محیط، شامل شبکه خیابان‌ها و تداوم اتصال آن‌ها، جوهره رفتار حرکتی عابر پیاده در فضای شهری میدان تجریش را شکل می‌دهند. جزایر پناهگاهی در میانه تقاطع‌ها، کاهش عرض مسیرهای سواره و تعریف خطوط عابر پیاده از اصلی‌ترین عوامل حرکت عابر پیاده در این فضای شهری بودند که با یافته‌های مطالعات پیشینه در جدول (۱) نیز همخوانی دارد (فیستر و همکاران^۴، ۲۰۲۱؛ وی و همکاران^۵، ۲۰۲۲؛ میجر و سولوزوک^۶، ۲۰۲۳). این پژوهش نشان داد که مؤلفه‌های طراحی کالبدی محیط، تأثیر مستقیمی بر بهبود حرکت عابران پیاده در محدوده مطالعاتی دارند (شکل ۵). اقدامات عملی در دو سطح خرد و کلان قابل تقسیم‌اند: در سطح کلان، الگوی کاربری اراضی مختلط باعث رونق حرکت عابر پیاده می‌شود. همچنین، تراکم و چیدمان مناسب آن‌ها به گونه‌ای که ارتباط بصری به عناصر شاخص شهری یعنی امامزاده صالح، بازار سنتی تجریش و خدمات حمل و نقل عمومی حفظ شود، می‌تواند موجب بهبود مسیریابی و جهت‌گیری منظم عابر پیاده در این محدوده شود. شبکه دسترسی پیاده نیز نقش مهمی در بهبود حرکت عابر پیاده دارد. نزدیکی و تسهیل حرکت عابر پیاده با کوتاه‌شدن مسیرهای دسترسی و کاهش عرض سواره‌رو برای رسیدن به عناصر شاخص شهری چون خدمات حمل‌ونقل عمومی، مراکز تجاری، خدماتی و مذهبی بعنوان یکی دیگر از اصول اساسی در تنظیم جریان حرکت عابر پیاده شناخته می‌شود. در سطح خرد، افزایش ایمنی عابران از طریق اتصال سلسله‌مراتبی اجزاء طراحی شده فضای شهری، شامل جزایر پناهگاهی، خطوط عابر پیاده و کاهش عرض سواره‌رو، موجب تسهیل حرکت عابران پیاده می‌شود. این عوامل همچنین به بهبود ایمنی و افزایش جذابیت مسیرهای پیاده کمک می‌کنند. کاهش عرض سواره‌رو و ایجاد جزایر پناهگاهی نه تنها به افزایش ایمنی عابران کمک می‌کند، بلکه باعث می‌شود تا عابران پیاده احساس راحتی بیشتری در استفاده از این مسیرها داشته باشند که در نهایت به افزایش تعاملات اجتماعی در فضاهای عمومی منجر می‌شود.

تعدیل شرایط فیزیکی معابر شامل تأمین عرض متناسب با تراکم جمعیتی در اطراف مشاغل پاسخگو به نیاز شهروندان نیز از موضوعات اساسی کالبد محدود مطالعاتی است که موجب رونق و تداوم حرکت عابر پیاده در نواحی جنوبی خیابان شهرداری شده است. رعایت عرض مؤثر و عرض کل پیاده‌روها و ترکیب با عناصر سایه‌انداز طبیعی و پوشش گیاهی متنوع، کیفیت و جذابیت مسیرهای حرکتی را افزایش می‌دهد.

۱. Sheng et al.

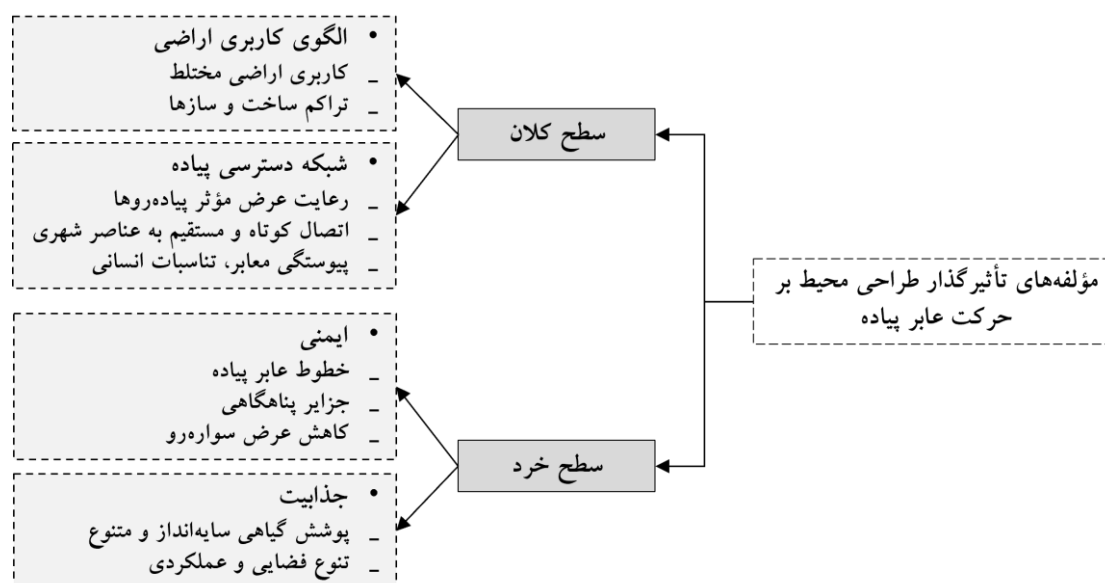
۲. Jabbari et al.

۳. Jia et al.

۴. Pfister et al.

۵. Wei et al.

۶. Majer & Solowczuk



شکل ۵. دیاگرام یافته‌های پژوهش. منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

نتایج مشاهدات میدانی و تحلیل نقشه رفتاری نشان داد که بین تراکم پوشش‌های گیاهی سایه‌انداز و جریان حرکت عابران پیاده همبستگی معناداری وجود دارد. به گونه‌ای که این پوشش‌ها، الگوهای نامرئی حرکت عابران پیاده را سازماندهی می‌کنند. در این مطالعه همانطور که در شکل (۴) مشخص شد، فضای سبز مرکز میدان تجریش بعنوان عنصری چندوجهی در جهت‌گیری‌های حرکتی عابر پیاده در فضا عمل می‌کند. فضای سبز مرکز میدان تجریش علاوه بر ایجاد سایه و آسایش محیطی، بعنوان نقطه‌ای مرجع در جهت‌دهی به مسیرهای حرکتی عابران پیاده عمل کرده و تعاملات اجتماعی را در این فضا افزایش می‌دهد. پیشنهادات متناسب با یافته‌های پژوهش در جدول (۳) ارائه شدند.

جدول ۳. ارائه پیشنهادات طراحی محیطی براساس یافته‌های پژوهش. منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

پیشنهادهای	یافته‌ها	مشاهده و برداشت میدانی
بکارگیری الگوی کاربری اراضی مختلط	تراکم تردد عابران پیاده در جنوب خیابان شهرداری و اطراف فعالیت‌های تجاری خرد	مشاهده و برداشت میدانی
افزایش راحتی و ایمنی مسیرهای عبور عابر پیاده با افزایش جزایر پناهگاهی و کاهش عرض سواره‌رو	تناسب ضعیف خطوط عابر پیاده تعیین شده و مقاصد حرکتی کاربران	
اتصال مستقیم میان ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی شمال و جنوب میدان	انتخاب دسترسی کوتاه و مستقیم فیزیکی به عناصر شاخص شهری توسط عابران	
تغییر فرم مرکز میدان تجریش و ایجاد مسیر عبور عابر پیاده از ناحیه مرکزی میدان تجریش	تمایل دسترسی عابران پیاده به فضای سبز مرکز میدان تجریش	
بهبود آسایش محیطی از طریق افزایش و بهبود کیفیت پوشش گیاهی سایه‌انداز و کارآمد (جاذب آلاینده‌های هوا، صوتی و بصری) در امتداد تمامی شبکه‌های دسترسی پیاده	تردد پایین عابر پیاده در مسیرهای شمالی خیابان شهرداری	
تناسب عرض مؤثر و عرض کل شبکه دسترسی پیاده با کاربری‌های اطراف		
افزایش پیوستگی و تداوم معابر شمال و جنوب میدان، دسترسی کوتاه و مستقیم پیاده به ایستگاه‌های تاکسی و BRT	همپیوندی بالا در امتداد خیابان ولیعصر به ناحیه جنوبی خیابان شهرداری	مشاهده و برداشت میدانی

تنظیم کاربری اراضی مختلط در امتداد این مسیرها	همپیوندی بالای خیابان ولیعصر و سعدآباد
کاهش عرض سواره‌رو در اطراف میدان	اتصال بالای محدوده میدان به فضای اطراف
تغییر فرم میدان و ایجاد مسیر دسترسی عابر پیاده به فضای سبز مرکزی	
پیکره‌بندی سلسله‌مراتبی خیابان‌ها با ایجاد جزایر پناهدی در عرض سواره‌رو	عدم وجود دسترسی بصری مطلوب به عناصر شاخص شهری و شکل‌گیری الگوی حرکت نامنظم عابران پیاده از شمال به جنوب میدان
حذف موانع دید به عناصر هویت‌بخش از سمت شمال میدان تجریش و کاهش تراکم ساخت‌وسازهای اطراف عناصر شاخص	

بطور خلاصه، رابطه عابران پیاده با عناصر شاخص شهری را می‌توان از طریق تحلیل الگوهای حرکتی آن‌ها شناسایی کرد. پیش‌نیاز ایجاد محیط‌های شهری پویا و منسجم از حضور عابر پیاده، شناسایی و ارزیابی آگاهانه این الگوهای حرکتی در درجه نخست است و سپس، برنامه‌ریزی و طراحی کالبد محیط به گونه پاسخگو به نیاز کاربران است. بنابراین، بنظر می‌رسد اتصال کوتاه مسیرهای پیاده به عناصر و خدمات شهری و کاهش عرض سواره در اولویت طراحی محیطی قرار داشته باشد. سپس، کیفیت فضای سبز و پوشش گیاهی سایه‌انداز در طول مسیرهای حرکتی موجب افزایش جذابیت محیطی شده تمایل به عبور از آن‌ها را بیشتر می‌کند. در درجات بعدی، کیفیت معابر شامل مؤلفه‌های عرض و جنس پوشش کف حائز اهمیت است.

بطور کل این مطالعه بر اساس یافته‌ها، راهبردهای کوتاه مدت زیر را برای بهبود فضای شهری فعلی به طراحان محیط پیشنهاد می‌کند:

- افزایش نواحی فضای سبز و کاربرد پوشش‌های گیاهی سایه‌انداز با جذابیت‌های بصری در فصول مختلف سال در امتداد مسیرهای حرکتی.
- بهبود پیوستگی پیاده‌روها خصوصاً در نواحی شمال و جنوب میدان برای تسهیل دسترسی به خدمات حمل و نقل عمومی (تاکسی و اتوبوس) با رعایت عرض مؤثر آن‌ها و ایجاد خط‌کشی‌های مستقیم عابر پیاده به عناصر ضروری شهری.
- افزایش پیوستگی پیاده‌روها باعث کاهش نقاط گسست حرکتی شده و دسترسی به خدمات حمل‌ونقل عمومی و فضاهای تجاری را بهبود می‌بخشد.
- همچنین راهبردهای عملیاتی بلندمدت در قالب بازطراحی میدان شامل خیابان‌ها و محدوده فضای سبز مرکزی به شرح زیر است:
- از میان برداشتن موانع بصری از سمت شمال میدان به عناصر شاخص شهری جهت شکل‌گیری الگوی حرکت منظم‌تر از دو سوی شمال و جنوب میدان.
- ایجاد مسیر عبور عابر پیاده از ناحیه شمال به جنوب میدان که از فضای سبز مرکزی عبور کند.
- این عمل باعث ارتقاء سه جنبه تأثیرگذار بر حرکت عابر پیاده می‌شود: نخست، اتصال کوتاه و مستقیم عابرین پیاده به خدمات حمل و نقل عمومی دو سوی شمال و جنوب میدان فراهم می‌شود. دوم، جنبه‌هایی از ایمنی عابرین پیاده در عبور از این ناحیه را محقق می‌سازد، و سوم، دسترسی به فضای سبز با کیفیت باعث افزایش جذابیت بصری، توسعه همزمان نواحی شمال و جنوب میدان و سرزندگی ناحیه مرکزی و نهایتاً افزایش نرخ تعاملات اجتماعی در این محدوده می‌شود. این مسیر علاوه بر ارتقای ایمنی، به کاهش ازدحام در اطراف میدان و توزیع متعادل‌تر جریان حرکتی عابران کمک می‌کند که موجب کاهش فشار بر مسیرهای پرتردد فعلی می‌شود.
- کاهش عرض سواره‌رو به نفع استفاده بیشتر عابرین پیاده که با ایجاد جزایر پناهدی متعدد در عرض سواره‌رو ناحیه شمال و جنوب میدان همراه باشد.

این مورد علاوه بر افزایش سطح حرکت عابر پیاده، به ارتقاء ایمنی آن‌ها در هنگام عبور نیز کمک می‌کند. در حالیکه مطالعات پیشین عمدتاً بر تأثیر کلی طراحی کالبدی تمرکز داشتند، این پژوهش با ترکیب تحلیل نحوفضا و مشاهدات میدانی، درک دقیق‌تری از تعامل ویژگی‌های کالبدی و رفتار عابران در میدان تجریش ارائه داد. نتایج نشان می‌دهد که تحلیل‌های نحوفضا در شناسایی دقیق‌تر نقاط ضعف طراحی شهری، به ویژه در بافت‌های تاریخی مانند تجریش، مؤثر است و می‌تواند راهکارهای عملی ارائه دهد.

نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش، شناسایی عوامل طراحی محیط تأثیرگذار بر حرکت عابر پیاده در فضاهای شهری بود. در این پژوهش، تحلیل‌های نحوفضا بر طرح موجود میدان تجریش اعمال شد تا عوامل مؤثر بر حرکت عابران شناسایی شوند. درحالی‌که مطالعات پیشین عمدتاً به تأثیرات کلی طراحی کالبدی پرداخته‌اند، این پژوهش با ترکیب تحلیل‌های نحوفضا و مشاهدات میدانی، ارتباط دقیق‌تری بین ویژگی‌های کالبدی و رفتار عابران در میدان تجریش ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که تحلیل نحوفضا، در کنار داده‌های میدانی می‌تواند ابزاری قدرتمند برای بهینه‌سازی مسیرهای پیاده و افزایش خوانایی فضایی در شهرهای پرتدد باشد. یافته‌ها نشان داد که ویژگی‌های ساختاری و کیفیت طراحی کالبد محیط، تأثیر مستقیمی بر مسیریابی عابران پیاده در فضای شهری دارند. مهم‌ترین عوامل شناسایی شده شامل اتصال نزدیک و کوتاه مسیرهای عابر پیاده با عناصر شاخص شهری، پیوستگی پیاده‌روها، تأمین ایمنی عابران پیاده با ایجاد اتصالات کوتاه‌تر و جزایر پناهگاهی در میانه تقاطع‌ها و خطوط عابر پیاده متناسب است. نتایج میدانی نشان داد که ارتباط بصری پایدار با عناصر شاخص شهری، تأثیر قابل توجهی در هدایت مسیرهای حرکتی عابران دارد. یافته‌ها تأیید می‌کنند که عابران مسیرهای کوتاه‌تر و مستقیم‌تر را ترجیح می‌دهند.

این پژوهش با ترکیب تحلیل‌های نحوفضا و مشاهدات میدانی، چارچوبی نوین برای درک رفتار عابران ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که تحلیل نحوفضا می‌تواند معیارهای جدیدی برای طراحی محیط‌های پیاده‌محور فراهم کند. توصیه‌های عملی این پژوهش شامل افزایش فضای سبز در مسیرهای پیاده، کاهش عرض سواره‌رو و تقویت ایمنی عابران است. در نتیجه ارتقاء شاخص اجتماعی فضاهای شهری، حاصل طراحی و ترکیب‌بندی مسیرهای حرکت پیاده با عناصر خدماتی و نشانه‌های شهری است که بعنوان پیکره شبکه دسترسی پیاده شناخته می‌شود. علاوه بر این، ترکیب فضاهای سبز با مسیرهای پیاده، جذابیت بصری و آسایش محیطی را برای عابران افزایش می‌دهد. در نتیجه، طراحی محیط و منظر شهری با در نظر گرفتن نیازهای فیزیکی و بصری عابران پیاده، حضور آن‌ها را در فضاهای شهری تقویت کرده و تعاملات اجتماعی را افزایش می‌دهد. همچنین عوامل ساختاری و کالبدی محیط مصنوع و طبیعی، در توسعه سرمایه‌های فرهنگی-اجتماعی نقش کلیدی دارند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که در طراحی فضاهای شهری آینده، در نظر گرفتن نیازهای حرکتی و بصری عابران پیاده، نقش کلیدی در بهبود دسترسی، افزایش ایمنی و ارتقای کیفیت تجربه شهری خواهد داشت. این نتایج می‌تواند برای برنامه‌ریزان شهری و طراحان محیطی، مبنای مناسبی برای بهینه‌سازی مسیرهای پیاده و افزایش کیفیت فضاهای شهری باشند. به کارگیری این اصول در بازطراحی میدان‌های شهری مشابه، به ارتقای پویایی شهری و بهبود تجربه حرکتی عابران پیاده کمک خواهد کرد. همچنین نتایج این پژوهش می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری در حوزه بهبود زیرساخت‌های پیاده‌مدار باشد. تصمیم‌گیران شهری می‌توانند از این یافته‌ها برای طراحی بهتر معابر و ایجاد فضاهای شهری کارآمدتر بهره ببرند. اگرچه این پژوهش در محدوده میدان تجریش انجام شد، اما روش و نتایج آن می‌تواند در سایر بافت‌های تاریخی و شهری نیز مورد استفاده قرار گیرند. مقایسه‌ی این یافته‌ها با مطالعات مشابه در سایر میدان‌های شهری می‌تواند به درک عمیق‌تری از الگوهای حرکتی عابران در محیط‌های متنوع منجر شود. این پژوهش عمدتاً بر تحلیل‌های کالبدی و فضایی متمرکز بوده است، اما پژوهش‌های آتی می‌توانند با در نظر گرفتن جنبه‌های اجتماعی-اقتصادی و روان‌شناختی

عابران، و یا با ادغام فناوری‌های هوشمند مانند مدل‌های پیش‌بینی حرکت عابران و داده‌های GPS دیدگاه جامع‌تری ارائه دهند و تأثیرات مشابه را در بافت‌های مختلف شهری بررسی کنند تا الگوهای حرکت عابران در محیط‌های متنوع ارزیابی شود.

منابع

پور محمدی محمدرضا؛ سعادت‌جو مهری. (۱۴۰۳). ارزیابی ابعاد رویکرد توسعه پایدار شهری در بهبود فضاهای سبز شهری (نمونه موردی: منطقه ۱۰ کلانشهر تبریز). فصلنامه فضای شهری و حیات اجتماعی، ۳(۸)، ۴۴-۱۹. doi:10.22034/jprd.2024.59688.1072

مرادیان میثم؛ رخشانی نسب حمیدرضا؛ طیب نیا سید هادی. (۱۴۰۱). ارزیابی کارایی معابر جهت تعیین بهینه‌ترین مسیر خروج از بافت در زمان بروز زلزله (مطالعه موردی: بافت مرکزی شهر زاهدان). فصلنامه فضای شهری و حیات اجتماعی، ۱(۳)، ۳۹-۵۳. doi:10.22034/jprd.2023.50613.1002

مصیب‌زاده علی؛ خیاط سلیقه‌دار شراره. (۱۴۰۱). کاربرست تکنیک چیدمان فضایی جهت بازآفرینی و هویت‌بخشی کالبدی محلات شهری (نمونه موردی: محله عسگرخان شهر ارومیه). فصلنامه فضای شهری و حیات اجتماعی، ۱(۳)، ۸۹-۱۰۵. doi:10.22034/jprd.2023.55405.1031

Pourmohammadi, M R, & Saadatjou, M. (2024). Evaluating the Dimensions of the Sustainable Urban Development Approach in Improving Urban Green Spaces (Case Study: District 10 of Tabriz Metropolis). Urban Space and Social Life Quarterly, 3(8), 19–44. [In Persian]

Moradian, M, Rakhshani Nasab, H.R, & Tayyebnia, S.H. (2022). Assessing Street Efficiency to Determine the Optimal Evacuation Routes in the Event of an Earthquake (Case Study: Central Area of Zahedan City). Urban Space and Social Life Quarterly, 1(3), 39–53. [In Persian]

Mosibzadeh, A, & Khayyat Salighehdar, S. (2022). Applying Space Syntax Technique for Urban Neighborhood Regeneration and Physical Identity Enhancement (Case Study: Asgar Khan Neighborhood, Urmia City). Urban Space and Social Life Quarterly, 1(3), 89–105. [In Persian]

Adeniran, A., & Fadamiro, J. A. (2015). Urban open space transition and management in Lagos, Nigeria. Management of Environmental Quality An International Journal, 26(6), 951-965. doi:10.1108/MEQ-05-2013-0051

Afroz, A., White, D., & Parolin, B. (2018). Effects of active and passive exploration of the built environment on memory during wayfinding. Applied Geography, 101, 68-74. doi:10.1016/j.apgeog.2018.10.009

Appleyard, D., Gerson, M., & Lintell, M. (1981). Livable Streets. The University of California Press.

Baeza, J. L., Carpio-Pinedo, J., & Sievert, J. (2021). Modeling Pedestrian Flows: Agent-Based Simulations of Pedestrian Activity for Land Use Distributions in Urban Developments. Sustainability, 13(16). doi:10.3390/su13169268

Benedikt, M. (1979). To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields. Environment and Planning B Planning and Design, 6(1), 47-65. doi:10.1068/b060047

Bentley, I., McGlynn, S., & Smith, G. e. (1985). Responsive Environments. London: Routledge. doi:10.4324/9780080516172

- Conzen, M. (1960). *Alnwick, Northumberland: a study in town-plan analysis*. London: George Philip.
- Cullen, G. (2004). *The Concise Townscape*. (M. Tabibian, Trans.) Tehran: University of Tehran Press.
- Desouza, K., & Xie, Y. (2021). Organizational Robustness and Information Systems. 54th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2021). doi:10.24251/HICSS.2021.736
- Gaglione, F., Gargiulo, C., & Zucaro, F. (2022). Where can the elderly walk? A spatial multi-criteria method to increase urban pedestrian accessibility. *Cities*. doi:10.1016/j.cities.2022.103724
- Gebremariam, D., Kuhilen, T., & Seboka, H. e. (2024). Effect of Sidewalk Design and Obstructions on Pedestrian Mobility: A Case Study of the Main Streets of Mekelle City, Northern Ethiopia. *Advances in Civil Engineering*. doi:10.1155/2024/5672280
- Gehl, J. (1987). *Life Between Buildings: Using Public Space*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Washington, DC: Island Press.
- Gibson, J. J. (1950). *The Perception of the Visual World* (1st ed.). Oxford: Houghton Mifflin.
- Hall, T. (2015). *The Robust City* (1 ed.). London: Routledge. doi:10.4324/9781315755014
- Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge university press.
- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., & Grajewski, T. (1993). 'Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement'. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20(1), 29-66.
- Hillnhütter, H. (2021). Stimulating urban walking environments – Can we measure the effect? *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 49(1), 275-289. doi:10.1177/23998083211002839
- Jabbari, M., Fonseca, F., & Smith, G. e. (2023). The Pedestrian Network Concept: A Systematic Literature Review. *Journal of Urban Mobility*, 3. doi:10.1016/j.urbmob.2023.100051
- Jacobs, A. B. (1993). *Great Streets*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Jia, X., Murakami, H., & Feliciani, C. e. (2021). Pedestrian lane formation and its influence on egress efficiency in the presence of an obstacle. *Safety Science*, 144. doi:10.1016/j.ssci.2021.105455
- Kim, Y., & Brown, R. (2022). Effect of meteorological conditions on leisure walking: a time series analysis and the application of outdoor thermal comfort indexes. *International Journal of Biometeorology*, 66, 1109-1123.
- Ko, Y., & Radke, J. D. (2014). The effect of urban form and residential cooling energy use in Sacramento, California. *Environment and Planning. B, Planning & Design*, 41(4), 573-593. doi:10.1068/b12038p

- Lang, M. H. (1999). *Designing Utopia: John Ruskin's Urban Vision for Britain and America*. The University of California: Black Rose Books.
- Li, Y., Li, L., & Wang, W. e. (2024). How to enhance thermal comfort in greenway walking? An exploration of the physical environment, walking status, and emotional perspectives. *Urban Climate*, 56. doi:10.1016/j.uclim.2024.102053
- Ma, F., Shi, W., & Yuen, K. F. (2020). Exploring the robustness of public transportation for sustainable cities: A double-layered network perspective. *Journal of Cleaner Production*, 265. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121747
- Ma, X., Chau, C. K., & Kit Lai, J. H. (2021). Critical factors influencing the comfort evaluation for recreational walking in urban street environments. *Cities*, 116. doi:10.1016/j.cities.2021.103286
- Majer, S., & Sołowczuk, A. (2023). Traffic Calming Measures and Their Slowing Effect on the Pedestrian Refuge Approach Sections. *Sustainability*, 15(21). doi:10.3390/su152115265
- McPhearson, T., Andersson, E., & Elmqvist, T. (2015). Resilience of and through urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, 12, 152-156. doi:10.1016/j.ecoser.2014.07.012
- Molyneaux, N., Scarinci, R., & Bierlaire, M. (2020). Design and analysis of control strategies for pedestrian flows. *Transportation*, 48, 1767–1807.
- Mouratidis, K. (2021). Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being. *Cities*, 115. doi:10.1016/j.cities.2021.103229
- Paraskevopoulos, Y., Tisingdinos, S., & Andrakakou, M. (2020). “Associating Walkability Features With Pedestrian Activity in a Central Athens Neighborhood”. *European Journal of Geography*, 11(4). doi:10.48088/ejg.y.par.11.4
- Pfiester, L. M., Thompson, R. G., & Zhang, L. (2021). Spatiotemporal exploration of Melbourne pedestrian demand. *Journal of Transport Geography*, 95. doi:10.1016/j.jtrangeo.2021.103151
- Rashid, M. (2016). Robustness, Resiliency, and Universality in the Geometry of Urban Layouts. In *The Geometry of Urban Layouts* (pp. 221-231).
- Register, R. (2002). *Rebuilding Cities in Balance with Nature*. Berkeley Hills Books.
- Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A review of literature on streets and street networks. *Building and Environment*, 147, 171-187. doi:10.1016/j.buildenv.2018.09.040
- Shawket, I. M., & Shaban, R. M. (2023). Unveiling the influence of urban revitalization on pedestrian flow and conduct: a case study in New Cairo, Egypt. *HBRC Journal*, 19(1), 141-159. doi:10.1080/16874048.2023.2243197
- Sheng, Q., Jiao, J., & Pang, T. (2021). Understanding the Impact of Street Patterns on Pedestrian Distribution: A Case Study in Tianjin, China. *Urban Rail Transit*, 7, 209-225. doi:10.1007/s40864-021-00152-9
- Sundling, C., & Jakobsson, M. (2023). How Do Urban Walking Environments Impact Pedestrians' Experience and Psychological Health? A Systematic Review. *Sustainability*, 15(14).

doi:10.3390/su151410817

- Turner, A. (2001). Angular Analysis. 3rd International Symposium on Space Syntax, 7-11.
- Van Holle, V., Van Cauwenberg, J., De Bourdeaudhuij, I., & al., e. (2016). Interactions between neighbourhood social environment and walkability to explain Belgian older adults' physical activity and sedentary time. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(6). doi:10.3390/ijerph13060569
- Van Nes, A., & Yamu, C. (2021). *Introduction to Space Syntax in Urban Studies*. Switzerland: Springer imprint. doi:10.1007/978-3-030-59140-3
- Wei, W., Deng, Y., & Huang, L. e. (2022). Environment-deterministic pedestrian behavior? New insights from surveillance video evidence. *Cities*, 125. doi:10.1016/j.cities.2022.103638
- Whyte, W. H. (1988). *City Rediscovering the Center*. New York: Doubleday.
- Yamu, C., Van Nes, A., & Garau, C. (2021). Bill Hillier's Legacy: Space Syntax – A Synopsis of Basic Concepts, Measures, and Empirical Application. *Sustainability*, 13(6). doi:10.3390/su13063394
- Yang, C., & Qian, Z. (2023). Street network or functional attractors? Capturing pedestrian movement patterns and urban form with the integration of space syntax and MCDA. *URBAN DESIGN International*, 28, 3-18.
- Yıldırım, Ö. C., & Çelik, E. (2023). Understanding pedestrian behavior and spatial relations: A pedestrianized area in Besiktas, Istanbul. *Frontiers of Architectural Research*, 12(1), 67-84. doi:10.1016/j.foar.2022.06.009
- Zayed, M. A. (2016). The effect of landscape elements on walkability in Egyptian gated communities. *International Journal of Architectural Research*, 10(2), 113-129.