



Analyzing the role of detailed space as a medium for interaction with the natural environment in the design of residential complexes with an Iranian architectural approach (Case study: Azarab complex, Arak)

Maryam Hajilou¹ | Seyed Mohammadreza Miralaie² | Mahmoud Teymouri³

1. Department of Architectural Engineering, Ar. C., Islamic Azad University, Arak, Iran. E-mail: maryam.hajilou@iau.ac.ir

2. Corresponding Author, Department of Architectural Engineering, Ar. C., Islamic Azad University, Arak, Iran. E-mail: smr.miralaie@iau.ac.ir

3. Department of Architectural Engineering, Ar. C., Islamic Azad University, Arak, Iran. E-mail: mah.teymouri@iau.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received 26 December 2026 Received in revised form 13 February 2026 Accepted 12 March 2026 Keywords: <i>Arak city,</i> <i>Residential complexes,</i> <i>Space syntax,</i> <i>Spatial configuration,</i> <i>Spatial interaction.</i>	The present study aims to analyze the role of transitional spaces in the design of residential complexes following Iranian architectural principles, with an emphasis on interaction with the natural environment. The research is applied in purpose and descriptive-analytical in nature, employing space syntax theory. The Azarab Residential Complex in the city of Arak was selected as the case study. Analyses were conducted using DepthmapX software at two scales: site plan and pilot plan. Visual integration, spatial connectivity, isovist analysis, and agent-based analysis (Gate Count) were used to examine spatial configuration, movement patterns, and visual field quality. The results indicate that transitional spaces with the highest visual integration and connectivity establish the greatest visual and functional contact with open spaces, natural light, and environmental elements. Conversely, spaces with lower integration provide greater privacy and limited interaction with the external environment. Isovist analysis also demonstrates that controlling the field of view in transitional spaces creates a balance between spatial legibility and privacy. Overall, the findings suggest that a transition-oriented spatial organization in the Azarab Residential Complex, based on the spatial logic of Iranian architecture, effectively balances social interaction, movement behavior, and environmental quality.
Cite this article: Hajilou, M., Miralaie, S.M., & Teymouri, M. (2026). Analyzing the role of detailed space as a medium for interaction with the natural environment in the design of residential complexes with an Iranian architectural approach (Case study: Azarab complex, Arak). <i>Journal of Natural Environment</i>, 79 (1), 45-61. DOI: http://doi.org/10.22059/jne.2026.408835.2874	
© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.	

Introduction

In recent decades, the expansion of urbanization and the increase in building density in different cities of the world have caused fundamental changes in settlement patterns. The development of large-scale residential complexes, although it is considered a response to the small housing need, but in many cases, it has led to a decrease in the quality of human connection with the natural environment and a decrease in the gradual interaction of residents with the surrounding environment. This discontinuity not only has environmental consequences, but also affects the quality of life, residential satisfaction and mental health of the residents. Contemporary studies in the field of architecture and urban design show that the environmental quality of residential spaces is more dependent on the way open, semi-open and middle spaces are organized than technological solutions; Spaces that provide the possibility of indirect and gradual human contact with light, air and open space and play an effective role in improving the living experience of residents. In recent decades, the city of Arak has witnessed the extensive development of residential complexes, which is often done with a quantitative approach based on increasing building density, and the quality of common and intermediate spaces is not prioritized. As a result, detailed spaces in many complexes have been either removed or reduced to mere movement paths and lacking environmental quality. This situation occurred in a situation where the city is facing challenges such as air pollution, lack of effective open spaces, and reducing residents' contact with natural elements, and improving the quality of the residential environment has become one of the main concerns of the city. The innovation of the present research is that it specifically investigates the detailed space as a medium of interaction with the natural environment in Iranian residential architecture and by using quantitative analyzes of the layout of the space. By analyzing spatial and perceptual indicators, this research determined the position of variables and indicators in improving the quality of residential environment and provides a generalizable model for the design of sustainable residential complexes in the middle cities of Iran.

Material and Methods

The current research, with a descriptive-analytical approach and using the method of architectural space syntax, examines the spatial configuration and the role of detailed space in residential complexes based on Iranian architecture. The purpose of this research is to analyze the position of detailed spaces as an interface between indoor spaces and the natural environment and to investigate their impact on the quality of the residential environment. The research data has been collected through the analysis of architectural maps, spatial arrangement and field visit to the site. In this regard, Azarab residential complex in Arak city was chosen as a case study because it is an example of residential complexes with an Iranian architectural approach and detailed spaces that can be analyzed. Complex architectural plans were entered in DepthMapX software and analysis of visibility and visual accessibility was performed on them. In the first stage, analytical maps of spatial connection and interconnection for different spaces were extracted and analyzed. The main indicators of space syntax, including interlinking, connection and spatial depth, were used to analyze spatial relationships, accessibility, hierarchy of spaces and the position of detailed spaces in the overall system of the complex. In addition to the internal analysis of the building, axial analyzes were also carried out on local and general scales to investigate the effect of the spatial configuration of the complex on the topological structure of the movement network and the relationship between the internal spaces and the surrounding environment. At this stage, axial graphs were drawn and analyzed separately in DepthMap software. To present the results, color spectrums were used to show the difference in spatial index values, so that spaces with higher values were displayed with warm colors and spaces with lower values were displayed with cold colors.

Results

Spatial connectivity analysis was conducted on the site plan and pilotis plan of the Azarab residential complex to identify the position of hinge spaces and contact points between the built environment and the natural surroundings. The results indicate that spaces with higher connectivity play a pivotal role in organizing movement and social interactions, possessing the greatest potential for engagement with the natural environment and open spaces. Conversely, spaces with lower connectivity exhibit higher levels of privacy and more limited contact with the external environment. The spatial structure of the complex follows a clear hierarchy, where certain spaces hold a more central and influential position compared to other sectors. VGA (Visual Graph Analysis) results revealed that the highest levels of visual connectivity are located along the east-west axes of the site and the extension of the primary movement joints. These areas, identifiable by the red and orange color spectrum, function as visual and spatial

hubs, providing the greatest capacity for orientation, perception, and movement aggregation. In contrast, peripheral and marginal spaces, represented by the blue to green spectrum, possess less visual integration and serve secondary, semi-isolated roles. This pattern of connectivity distribution demonstrates the function of hinge spaces as organizing mediators of spatial interactions and connectors between building masses at the site scale. All tables and figures related to connectivity use a relative scale (0–1). The results of the visual connectivity analysis of the Azarab residential complex site plan show that the spatial structure follows a heterogeneous and polarized pattern. The maximum visual connectivity, with a value of approximately 37.5, is concentrated in the eastern part of the site, which hosts the main access route and the complex's dominant movement axis. Gate Count analysis of the site plan indicates that the primary concentration of movement is formed in the central-eastern section of the site. Finally, isovist (visual field) analysis of the site plan, and particularly the pilotis plan, shows that the distribution of the field of view is uniform and stable across most points of the space. The minimal variation in isovist values indicates that, due to the absence of significant transverse obstacles such as intermediate walls or bulky separators, the pilotis plan provides a continuous and homogeneous view in all horizontal directions.

Discussion and Conclusion

The results of the current research show that the spatial configuration structure of Azarab residential complex, beyond the mere organization of movement relations, plays an effective role in shaping the living experience of the residents and their interaction with the surrounding natural environment. Visual integration analysis showed that the spaces with the highest spatial integration are located along the open axes, main movement paths and open areas of the site and provide the most visual contact with green spaces, natural light and environmental views. As collective and public centers, these spaces organize the flow of movement and gathering of residents and provide the possibility of social interaction and simultaneous exploitation of the natural environment. The connection index also indicates that the main routes with the most connectivity, not only help to guide movement and spatial readability, but have also become natural channels for ventilation, lighting and environmental exchange. On the other hand, spaces with low connectivity are mainly located in enclosed and peripheral areas and while reducing traffic flow, they provide conditions for relaxation, privacy and private spatial experience. Izovist analysis shows that the spatial joints, especially the entrances and transition spaces, have a wide field of vision that allows for the perception of the environment and easy orientation, while the residential units and terraces have a high level of privacy and environmental peace by controlling the view and limiting the visual field.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Ethical considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, and plagiarism, and any form of misconduct.

CRedit authorship contribution statement

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data availability statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

The authors would like to thank anonymous reviewers for their valuable suggestions in manuscript revision.

تحلیل نقش فضای مفصل به عنوان واسط تعامل با محیط زیست طبیعی در طراحی مجتمع های مسکونی با رویکرد معماری ایرانی (مورد پژوهی: مجتمع آذراب اراک)

مریم حاجیلو^۱ | سید محمدرضا میرعلایی^۲ | محمود تیموری^۳

۱. گروه مهندسی معماری، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. رایانامه: maryam.hajilou@iau.ac.ir

۲. نویسنده مسئول گروه مهندسی معماری، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. رایانامه: smr.miralaie@iau.ac.ir

۳. گروه مهندسی معماری، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. رایانامه: mah.teymouri@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۱ کلیدواژه ها: تعامل فضایی فضاهای، یکپارچگی فضایی، چیدمان فضا، شهر اراک، مجتمع های مسکونی.	پژوهش حاضر با هدف تحلیل نقش فضای مفصل در طراحی مجتمع های مسکونی با رویکرد معماری ایرانی و تأکید بر تعامل با محیط زیست طبیعی انجام شده است. روش تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی بوده و با بهره گیری از نظریه چیدمان فضا انجام شده است. مجتمع مسکونی آذراب در شهر اراک به عنوان نمونه موردی انتخاب گردید. تحلیل ها با استفاده از نرم افزار DepthmapX و در دو مقیاس سایت پلان و پلان پیلوت انجام شد. شاخص های همپوندی بصری، اتصال فضایی، ایزووویست و تحلیل مبتنی بر عامل (Gate Count) برای بررسی یکپارچگی فضایی، الگوهای حرکتی و کیفیت میدان دید مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج پژوهش نشان می دهد که مفصل های فضایی با بیشترین میزان همپوندی و اتصال، بیشترین تماس بصری و عملکردی را با فضاهای باز، نور طبیعی و عناصر محیط زیست طبیعی برقرار می کنند. در مقابل، فضاهای با همپوندی پایین تر، از حریمت بیشتر و ارتباط محدودتری با محیط بیرونی برخوردارند. تحلیل ایزووویست نیز بیانگر آن است که کنترل میدان دید در فضاهای مفصلی، تعادلی میان خوانایی فضایی و حفظ حریم خصوصی ایجاد کرده است. در مجموع، یافته ها حاکی از آن است که سازماندهی مفصل محور در مجتمع مسکونی آذراب، با تکیه بر منطق فضایی معماری ایرانی، توانسته است تعادلی مؤثر میان تعامل اجتماعی، رفتار حرکتی و کیفیت های محیط زیست طبیعی برقرار سازد.

استاد: حاجیلو، مریم؛ میرعلایی، سید محمدرضا؛ و تیموری، محمود (۱۴۰۵). تحلیل نقش فضای مفصل به عنوان واسط تعامل با محیط زیست طبیعی در طراحی مجتمع های مسکونی با رویکرد معماری ایرانی (مطالعه موردی: مجتمع آذراب اراک). محیط زیست طبیعی، ۷۹ (۱)، ۶۱-۴۵.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2026.408835.2874>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

**این مقاله برگرفته از رساله دکتری معماری نویسنده اول با عنوان "تبیین نقش فضای مفصل در طراحی مجتمع های مسکونی با رویکرد معماری ایرانی (مطالعه موردی: شهر اراک)" با راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی اراک است.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، گسترش شهرنشینی و افزایش تراکم ساختمانی در شهرهای مختلف جهان موجب تغییرات اساسی در الگوهای سکونت شده است (Zeynali Azim, 2025). توسعه مجتمع‌های مسکونی بزرگ‌مقیاس، اگرچه پاسخی به نیاز کمی مسکن به‌شمار می‌رود، اما در بسیاری از موارد به کاهش کیفیت ارتباط انسان با محیط زیست طبیعی و کاهش تعامل تدریجی ساکنان با محیط پیرامونی منجر شده است (Moosavi et al., 2025). این گسست نه تنها پیامدهای محیط‌زیستی دارد، بلکه بر کیفیت زندگی، رضایت سکونتی و سلامت روانی ساکنان نیز اثرگذار است (Lei and Li, 2025). مطالعات معاصر در حوزه معماری و طراحی شهری نشان می‌دهند که کیفیت محیطی فضاهای مسکونی، بیش از راهکارهای فناورانه، به نحوه سازماندهی فضاهای باز، نیمه‌باز و میانی وابسته است؛ فضاهایی که امکان تماس غیرمستقیم و تدریجی انسان با نور، هوا و فضای باز را فراهم می‌کنند و نقش مؤثری در ارتقای تجربه زیسته ساکنان ایفا می‌نمایند (Amirjani et al., 2025). از این منظر، بازنگری در منطق سازمان فضایی مجتمع‌های مسکونی به عنوان رویکردی کلیدی برای ارتقای کیفیت محیطی سکونت معاصر مطرح است.

در همین چارچوب، مفهوم فضاهای میانی، تحت عنوان «فضای مفصل»، به عنوان یکی از عناصر کلیدی در سازماندهی فضایی مجتمع‌های مسکونی مورد توجه قرار گرفته است. این فضاها که میان عرصه‌های خصوصی و عمومی قرار می‌گیرند، نقش واسط را در سازماندهی جریان حرکت، خوانایی فضایی و تعامل با محیط پیرامونی ایفا می‌کنند و امکان شکل‌گیری مواجهه تدریجی با محیط طبیعی را فراهم می‌آورند (Zhou, 2025). تجربه زیسته ساکنان مجتمع‌های مسکونی معاصر نشان می‌دهد که حضور این فضاها بستری برای شکل‌گیری تعاملات روزمره و تقویت حس تعلق به فضا فراهم می‌کند، و حذف یا تضعیف آنها به محیط‌هایی خنثی و فاقد کیفیت محیطی منجر می‌شود (Shahpouri and Moztarzadeh, 2022). بنابراین، فضای مفصل نه یک عنصر فرعی، بلکه بخشی اساسی از ساختار فضایی سکونت است که می‌تواند نقش مهمی در بازتعریف رابطه انسان و محیط زیست طبیعی ایفا کند.

در بستر شهر اراک، این مسئله اهمیت ویژه‌ای دارد. شهر اراک در دهه‌های اخیر شاهد توسعه گسترده مجتمع‌های مسکونی بوده است که غالباً با رویکردی کمی و مبتنی بر افزایش تراکم ساختمانی انجام شده و کیفیت فضاهای مشترک و میانی در اولویت قرار نگرفته است. در نتیجه، فضاهای مفصل در بسیاری از مجتمع‌ها یا حذف شده‌اند یا به مسیرهای صرفاً حرکتی و فاقد کیفیت محیطی تقلیل یافته‌اند. این وضعیت در شرایطی رخ داده که شهر با چالش‌هایی نظیر آلودگی هوا، کمبود فضاهای باز مؤثر و کاهش تماس ساکنان با عناصر طبیعی مواجه است و ارتقای کیفیت محیطی سکونت به یکی از دغدغه‌های اصلی شهر تبدیل شده است. مرور پیشینه پژوهش‌های داخلی نشان می‌دهد که فضای بینابین یا فضای میانی در معماری، به عنوان واسط میان فضاهای درونی و بیرونی، نقش مؤثری در ادراک فضایی و کیفیت‌های انسانی-محیطی ایفا می‌کند. Panahi و Rahimi-Etani (۲۰۱۶) بینابین را ساختاری چندلایه و فاقد مرزهای صلب می‌دانند که بر روابط میان فضاها تأکید دارد. Sassani و همکاران (۲۰۱۶) نشان داده‌اند که کیفیت فضای میانی در مجتمع‌های مسکونی تأثیر مستقیمی بر امنیت، تعامل اجتماعی و کیفیت محیطی دارد. Karimi و همکاران (۲۰۲۰) نقش عناصر سنتی مانند ایوان و پیوند درون و بیرون را در شکل‌گیری فضای بینابین در معماری ایران برجسته کرده‌اند. همچنین Hajiaghazorg و همکاران (۲۰۲۰) و Hashemi-Taghroljerdi و Azizmoghaddam (۲۰۲۲) تأثیر مؤلفه‌های کالبدی-عملکردی و ادراک بصری فضاهای میانی بر دلبستگی و آسایش محیطی را بررسی کرده‌اند. پژوهش Azmoon و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان می‌دهد که خوانایی و ادراک فضایی فضاهای بینابینی حتی پیش از بهره‌برداری قابل سنجش است. Al-Qemaqchi (۲۰۲۵) با تمرکز بر مجتمع‌های مسکونی چندواحدی، نقش سازماندهی فضاهای داخلی و نیمه‌عمومی را در تطبیق‌پذیری سکونت و مداخلات کاربران بررسی کرده‌اند. پژوهش Nadoomi و همکاران (۲۰۲۲) با تحلیل ژنوتیپ‌های فضایی مسکن تاریخی و معاصر بوشهر، اهمیت پیکره‌بندی فضایی و جایگاه فضاهای واسط در ارتباط تدریجی میان سکونت و محیط طبیعی را نشان داده‌اند. Martyka (۲۰۲۲) نیز جایگاه فضاهای میانی و نحوه اتصال آنها به شبکه شهری را در ایجاد تعامل مؤثر میان مجتمع‌های مسکونی و محیط پیرامون برجسته کرده است.

نوآوری پژوهش حاضر در آن است که فضای مفصل را به‌طور مشخص به عنوان واسط تعامل با محیط زیست طبیعی در معماری مسکونی ایرانی و با بهره‌گیری از تحلیل‌های کمی چیدمان فضا بررسی می‌کند. این پژوهش با تحلیل شاخص‌های فضایی و

ادراکی، جایگاه متغیرها و شاخص‌ها را در بهبود کیفیت محیطی سکونت مشخص ساخته و الگویی قابل تعمیم برای طراحی مجتمع‌های مسکونی پایدار در شهرهای میانی ایران ارائه می‌دهد.

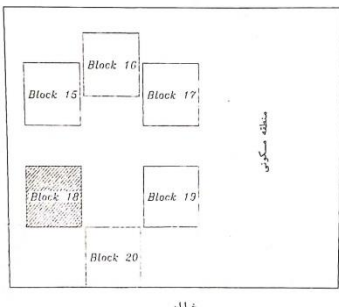
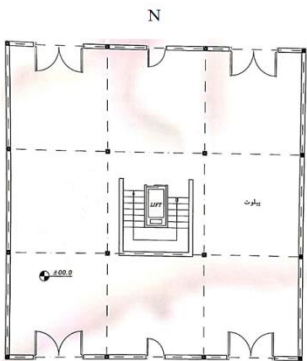
روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با رویکرد توصیفی-تحلیلی و با بهره‌گیری از روش نحو فضای معماری، به بررسی پیکره‌بندی فضایی و نقش فضای مفصل در مجتمع‌های مسکونی مبتنی بر معماری ایرانی می‌پردازد. هدف این تحقیق، تحلیل جایگاه فضاهای مفصل به‌عنوان واسط میان فضاهای داخلی و محیط‌زیست طبیعی و بررسی تأثیر آنها بر کیفیت محیطی سکونت است. داده‌های پژوهش از طریق تحلیل نقشه‌های معماری، بررسی چیدمان فضایی و بازدید میدانی از سایت گردآوری شده است. در این راستا، مجتمع مسکونی آذرآب در شهر اراک به‌عنوان نمونه موردی انتخاب شد، زیرا نمونه‌ای از مجتمع‌های مسکونی با رویکرد معماری ایرانی و دارای فضاهای مفصل قابل تحلیل است. پلان‌های معماری مجتمع در نرم‌افزار DepthMapX وارد شده و تحلیل دید و دسترسی بصری بر روی آنها انجام گرفت. در مرحله نخست، نقشه‌های تحلیلی اتصال فضایی و هم‌پیوندی برای فضاهای مختلف استخراج و مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌های اصلی نحو فضا شامل هم‌پیوندی، اتصال و عمق فضایی برای تحلیل روابط فضایی، میزان دسترسی، سلسله‌مراتب فضاها و جایگاه فضاهای مفصل در نظام کلی عرصه‌بندی مجتمع به‌کار گرفته شدند. علاوه بر تحلیل داخلی ساختمان، تحلیل‌های محوری در مقیاس‌های محلی و کلی نیز انجام شد تا تأثیر پیکره‌بندی فضایی مجتمع بر ساختار توپولوژیک شبکه حرکتی و ارتباط فضاهای داخلی و محیط پیرامونی بررسی شود. در این مرحله، گراف‌های محوری ترسیم و به‌صورت مجزا در نرم‌افزار DepthMap تحلیل شدند.

برای ارائه نتایج، از طیف‌های رنگی برای نمایش تفاوت مقادیر شاخص‌های فضایی استفاده شد، به‌گونه‌ای که فضاهای دارای مقادیر بالاتر با رنگ‌های گرم و فضاهای دارای مقادیر پایین‌تر با رنگ‌های سرد نمایش داده شدند. در تحلیل فضاهای داخلی، از روش نقشه محدب استفاده شد تا نقش عرصه‌بندی و مفصل‌بندی فضایی در سازماندهی مجتمع مسکونی آذرآب به‌صورت دقیق تبیین شود. تحلیل محدب شامل شاخص‌هایی همچون هم‌پیوندی بصری، اتصال، تحلیل ایزووویست و تحلیل حرکت کاربران است که امکان بررسی روابط دیداری و الگوهای حرکت در فضاهای داخلی را فراهم می‌کند. در مقابل، برای تحلیل فضاهای بیرونی و مقیاس شهری، تحلیل محوری به‌کار گرفته شد که شاخص‌هایی مانند هم‌پیوندی، اتصال و عمق فضایی را شامل می‌شود و به تبیین ساختار توپولوژیک شبکه‌های حرکتی و ارتباط فضایی در مقیاس کلان کمک می‌کند. این ساختار مرحله‌ای و چندمقیاسی، امکان ترکیب تحلیل کمی و کیفی فضا را فراهم کرده و جایگاه فضاهای مفصل در ایجاد تعادل میان تعامل اجتماعی، حرکت کاربران و کیفیت محیطی محیط طبیعی را به‌طور کامل مشخص می‌سازد.

محدوده مورد بررسی: مجتمع مسکونی آذرآب در شهر اراک، شهرک گردو، محدوده خیابان سعدی و بلوار فردوسی واقع شده است. از نظر موقعیت جغرافیایی، این مجموعه در مجاورت کاربری‌های مهم شهری قرار دارد که شامل سازمان آتش‌نشانی شهرک رضوی گردو، بوستان رودکی، پاساژ روز، ورزشگاه یادگار امام و جایگاه سوخت دومنظوره حاجی‌باشی می‌شود (جدول ۱ و شکل ۱). استقرار این مجموعه در نزدیکی فضاهای خدماتی، ورزشی و سبز شهری، شرایط مناسبی را از نظر دسترسی‌های عملکردی و کیفیت محیطی برای ساکنان فراهم کرده است. همچنین، نزدیکی به ایستگاه حمل‌ونقل عمومی، به‌ویژه ایستگاه اتوبوس خودکفایی، دسترسی آسان کاربران به شبکه حمل‌ونقل عمومی شهری را ممکن ساخته و نقش مؤثری در افزایش نفوذپذیری و پیوند فضایی این مجموعه با بافت پیرامونی ایفا می‌کند.

جدول ۱- مشخصات کامل مجتمع آذرآب ارک
Table 1. Full Specifications of the Arak Azarab complex

تعداد بلوک‌ها	تعداد طبقات	تصویر سایت پلان	تصویر پلان پیلوت
۶	۴ طبقه و پیلوت		

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)



شکل ۱- سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب (۶ بلوک) (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

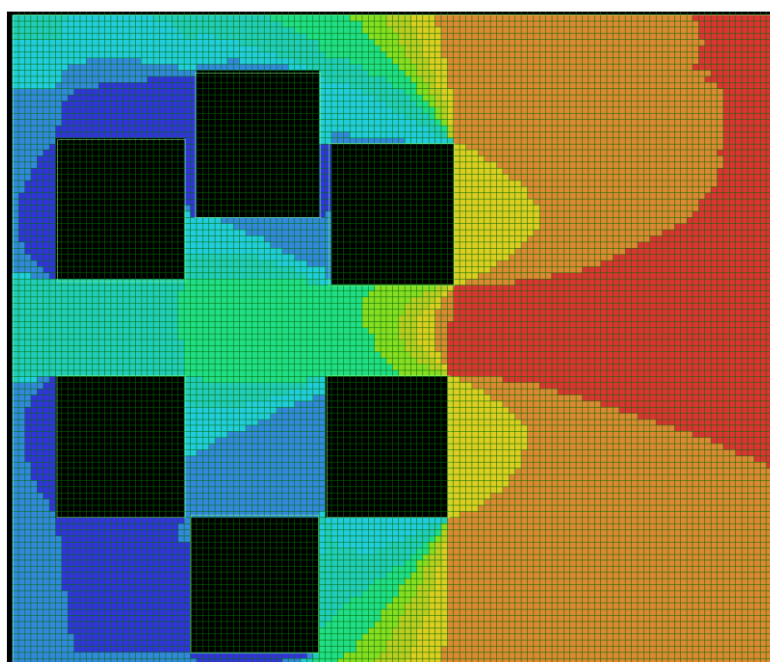
Figure 1. Site Plan of Azarab residential complex (6 Blocks)

یافته‌های پژوهش

تحلیل هم‌پیوندی فضایی در سایت پلان و پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب انجام شد تا جایگاه فضاهای مفصل و نقاط تماس میان فضای ساخته شده و محیط زیست طبیعی مشخص گردد. نتایج نشان می‌دهد که فضاهایی با هم‌پیوندی بالاتر نقش محوری در سازماندهی حرکت و تعاملات اجتماعی دارند و بیشترین ظرفیت را برای تعامل با محیط زیست طبیعی و فضاهای باز دارا هستند.

در مقابل، فضاهای با هم‌پیوندی پایین‌تر دارای حریمیت بیشتر و تماس محدودتری با محیط بیرونی‌اند. ساختار فضایی مجتمع دارای سلسله‌مراتب مشخص است و برخی فضاها نسبت به سایر بخش‌ها جایگاه مرکزی و تأثیرگذار دارند. محورهایی که در نقشه‌های تحلیلی (شکل ۲) با رنگ‌های قرمز و زرد نمایش داده شده‌اند، بالاترین میزان هم‌پیوندی را نشان می‌دهند و به‌عنوان نقاط با دسترسی بالا، الگوی حرکت، مکث و تجمع ساکنان را شکل می‌دهند. تمرکز مقادیر بالای هم‌پیوندی در این محورها بیانگر نقش آنها به‌عنوان عناصر سازمان‌دهنده فعالیت‌های روزمره و تعاملات اجتماعی است. اختلاف میان فضاهای مختلف سایت پلان نیز مشاهده شد؛ برخی فضاها جایگاه مرکزی و یکپارچه دارند، در حالی که سایر فضاها هم‌پیوندی پایین‌تری داشته و نقش محدودی در شبکه حرکتی و اجتماعی مجموعه ایفا می‌کنند. این ناهمگنی ساختار فضایی اهمیت فضاهای مفصل را به‌عنوان واسط میان فضاهای با درجات مختلف هم‌پیوندی نشان می‌دهد.

تحلیل VGA (شکل ۲) نشان داد که بالاترین سطوح هم‌پیوندی بصری در محوره‌های شرقی-غربی سایت و امتداد مفصل اصلی حرکتی قرار دارد. این نواحی، که در طیف رنگی قرمز و نارنجی قابل مشاهده‌اند، نقش کانون‌های دیداری و فضایی را ایفا کرده و بیشترین ظرفیت جهت‌یابی، ادراک و تجمع حرکتی را فراهم می‌کنند. در مقابل، فضاهای پیرامونی و حاشیه‌ای، که با طیف رنگی آبی تا سبز نمایش داده شده‌اند، از یکپارچگی بصری کمتری برخوردار بوده و نقش‌های ثانویه و نیمه‌منزوی دارند. این الگوی توزیع هم‌پیوندی، بیانگر عملکرد فضاهای مفصل به‌عنوان واسط سازمان‌دهنده تعاملات فضایی و پیونددهنده میان توده‌های ساختمانی در مقیاس سایت است. تمام جداول و شکل‌های مرتبط با هم‌پیوندی دارای واحد نسبی (۰-۱) هستند.

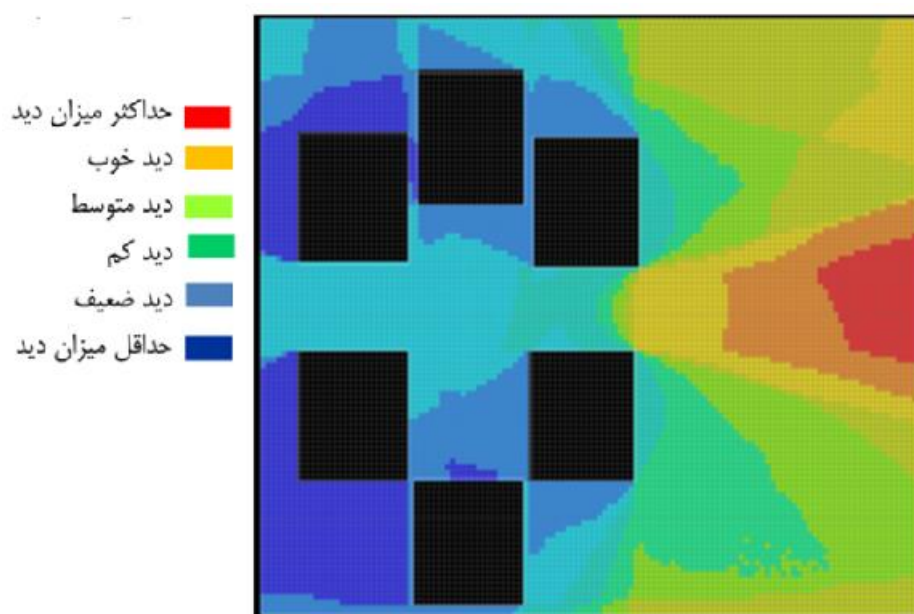


شکل ۲- تحلیل VGA سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

Figure 2. VGA analysis of the Azarab residential complex site plan

تحلیل هم‌پیوندی بصری (Visual Integration[HH]) سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب: نتایج تحلیل هم‌پیوندی بصری سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب نشان می‌دهد که ساختار فضایی مجموعه از الگوی ناهمگون و قطبی شده تبعیت می‌کند (شکل ۳). بیشترین میزان هم‌پیوندی بصری، با مقدار حدود ۵/۳۷، در بخش شرقی سایت متمرکز است؛ جایی که مسیر اصلی دسترسی و محور حرکتی غالب مجموعه قرار دارد (جدول ۲). این نواحی که در نقشه با رنگ‌های قرمز و نارنجی مشخص شده‌اند، به‌دلیل دید گسترده‌تر و پیوستگی بالاتر با سایر فضاها، به‌عنوان کانون‌های حرکت، حضورپذیری و تعاملات اجتماعی عمل می‌کنند و نقش فضاهای عمومی تا نیمه‌عمومی را ایفا می‌نمایند. فضاهای میانی سایت، به‌ویژه پیرامون بلوک‌های مسکونی و حیاط‌های مرکزی، در محدوده هم‌پیوندی متوسط قرار گرفته‌اند. این نواحی ضمن حفظ ارتباط با هسته‌های اصلی، نقش فضاهای واسط و

گذار را بر عهده دارند و بستر مناسبی برای تعاملات کوتاه مدت و حرکت روزمره ساکنان فراهم می کنند. در مقابل، گوشه های شمال غربی و جنوب غربی سایت کمترین میزان هم پیوندی بصری، با مقدار حدود ۵/۶، را نشان می دهند. این فضاها که در نقشه با رنگ های آبی نمایش داده شده اند، به دلیل انقطاع بصری ناشی از نحوه استقرار بلوک ها، زوایای پیچیده و فقدان خطوط دید مستقیم، واجد ماهیت خصوصی، آرام و کم تحرک هستند. هرچند این ویژگی می تواند به افزایش حریمیت کمک کند، اما از سوی دیگر زمینه کاهش نظارت طبیعی، حضورپذیری و پویایی اجتماعی را نیز فراهم می آورد. به طور کلی، تحلیل هم پیوندی بصری نشان می دهد که فضاهای با هم پیوندی بالا واجد کارکردهای جمعی و اجتماعی بوده و فضاهای با هم پیوندی پایین، بیشتر نقش فضاهای خصوصی و آرام را ایفا می کنند. مقادیر جدول ۲ نشان دهنده اختلاف قابل توجه میان بیشینه و کمینه هم پیوندی بصری در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب است که بیانگر ناهمگونی ساختار فضایی و تمرکز هم پیوندی در مفاصل حرکتی اصلی مجموعه می باشد. این یافته ها اهمیت فضای مفصل را در سازماندهی تعاملات فضایی و اجتماعی در مقیاس سایت برجسته می سازند.



شکل ۳- تحلیل هم پیوندی بصری (Visual Integration[HH]) سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب (یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)
Figure 3. Visual Integration [HH] analysis of the Azarab residential complex site plan

جدول ۲- وضعیت Visual Integration[HH] پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب
Table 2. Visual Integration [HH] status of the Azarab residential complex pilotis plan

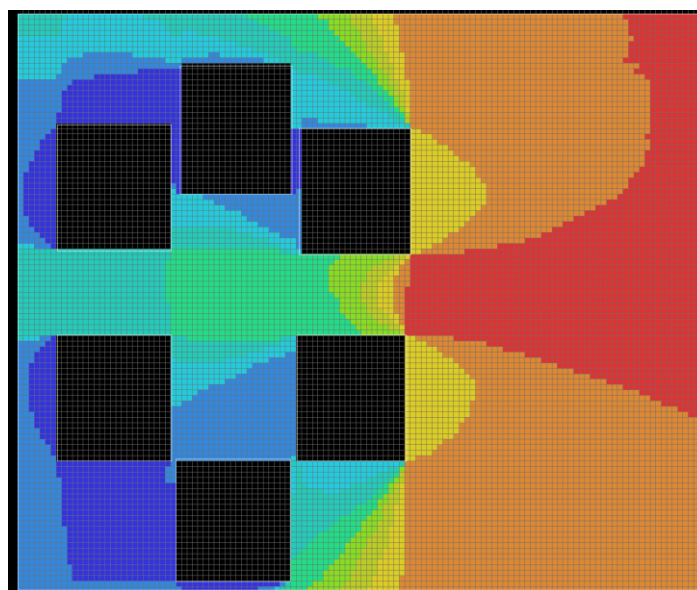
مقدار	شاخص آماری
37.502	بیشینه
6.465	کمینه
19.40	میانگین
7.949	انحراف معیار

(یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

توضیح: (جدول ۲) شاخص Visual Integration (HH) مقیاسی عددی برای سنجش هم پیوندی بصری در پلان است. مقادیر نشان دهنده درجه دسترسی و پیوستگی بصری فضاها هستند و واحد ندارد. مقادیر بالاتر بیانگر هم پیوندی بصری بیشتر و توانایی بالاتر فضا برای تعامل دیداری و عملکردی است.

بررسی شاخص اتصال در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب: در گام دوم، شاخص اتصال فضایی (Connectivity) در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۴). نتایج تحلیل نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح اتصال فضایی میان بخش های مختلف سایت است. میانگین اتصال در محدوده مورد بررسی ۴۷۱۳/۸۹ محاسبه شده که بیانگر ظرفیت کلی نسبتاً مطلوب شبکه حرکتی مجموعه است. با این حال، توزیع اتصال در سایت یکنواخت نبوده و تمرکز بالای اتصال در

بخش‌های مشخصی از سایت مشاهده می‌شود. بخش شرقی سایت که محل استقرار ورودی اصلی و محور حرکتی غالب مجموعه است، بالاترین سطح اتصال را داراست و در نقشه با رنگ‌های قرمز و نارنجی مشخص شده است. این نواحی به دلیل پیوند منظم‌تر با سایر فضاها، نفوذپذیری بالاتری داشته و به عنوان گره‌های اصلی توزیع حرکت و تعامل اجتماعی عمل می‌کنند. در مقابل، فضاهای حاشیه‌ای و کم‌دسترسی که عمدتاً در بخش‌های غربی سایت قرار دارند و با رنگ آبی نمایش داده شده‌اند، از سطح اتصال پایین‌تری برخوردار بوده و مستعد کاهش حضورپذیری و تعاملات اجتماعی هستند. به طور کلی، الگوی اتصال فضایی سایت پلان مجتمع آذرآب نشان می‌دهد که فضاهای مفصل حرکتی نقش تعیین‌کننده‌ای در سازماندهی شبکه فضایی و هدایت حرکت ساکنان دارند و عدم تعادل در توزیع اتصال می‌تواند به شکل‌گیری فضاهای فعال در کنار فضاهای منزوی منجر شود (جدول ۳). پراکنش رنگی شاخص اتصال نشان می‌دهد که تمرکز اتصال در محور ورودی شرقی، نقش فضای مفصل را در هدایت حرکت و تقویت تعاملات فضایی در مقیاس سایت برجسته می‌سازد.



شکل ۴- تحلیل شاخص اتصال فضایی (Connectivity) در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

Figure 4. Connectivity index analysis of the Azarab residential complex site plan

جدول ۳- شاخص‌های اتصال فضایی (Connectivity) در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب

Table 3. Connectivity indices of the Azarab residential complex site plan

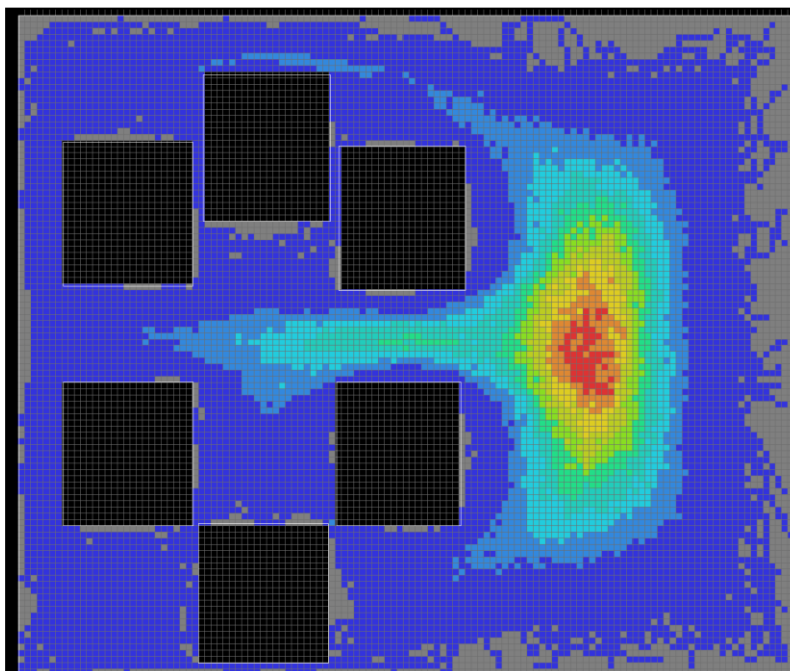
شاخص آماری	مقدار
بیشینه	7606
کمینه	234
میانگین	4713.89
انحراف معیار	2343.85

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

توضیح (جدول ۳): شاخص اتصال تعداد ارتباطات مستقیم هر فضا با فضاهای مجاور را نشان می‌دهد. مقادیر بالاتر، بیانگر دسترسی بیشتر و نقش محوری فضا در شبکه حرکتی و تعاملات اجتماعی هستند. این شاخص واحد ندارد و صرفاً یک عدد تحلیلی برای سنجش کیفیت اتصال فضایی به شمار می‌آید.

تحلیل مبتنی بر عامل (Agent-Based) شاخص Gate Count: نتایج تحلیل Gate Count در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب نشان می‌دهد (جدول ۴ و شکل ۵) که تمرکز اصلی حرکت در بخش مرکزی-شرقی سایت شکل گرفته است. نواحی مشخص شده با رنگ قرمز، بالاترین میزان عبور و تراکم حرکتی را دارا بوده و به عنوان مفاصل حرکتی و نقاط کانونی جریان تردد عمل می‌کنند. در مقابل، فضاهایی که با رنگ‌های آبی تیره و طوسی نمایش داده شده‌اند، کمترین میزان عبور را تجربه کرده و عمدتاً در حاشیه‌های سایت قرار دارند. این الگو بیانگر هم‌راستایی نسبی میان شاخص‌های اتصال، هم‌پیوندی بصری و رفتار حرکتی

شبیه سازی شده در سایت است. تمرکز بالای Gate Count در مفاصل شرقی سایت، نقش این فضاها را به عنوان کانون های اصلی حرکت و تعامل فضایی در ساختار کلی مجتمع مسکونی آذرآب تأیید می کند.



شکل ۵- تحلیل مبتنی بر عامل (Agent-Based) شاخص Gate Count در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب (یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

Figure 5. Agent-Based analysis of the Gate Count index in the Azarab residential complex site plan

جدول ۴- وضعیت شاخص Gate Count در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب

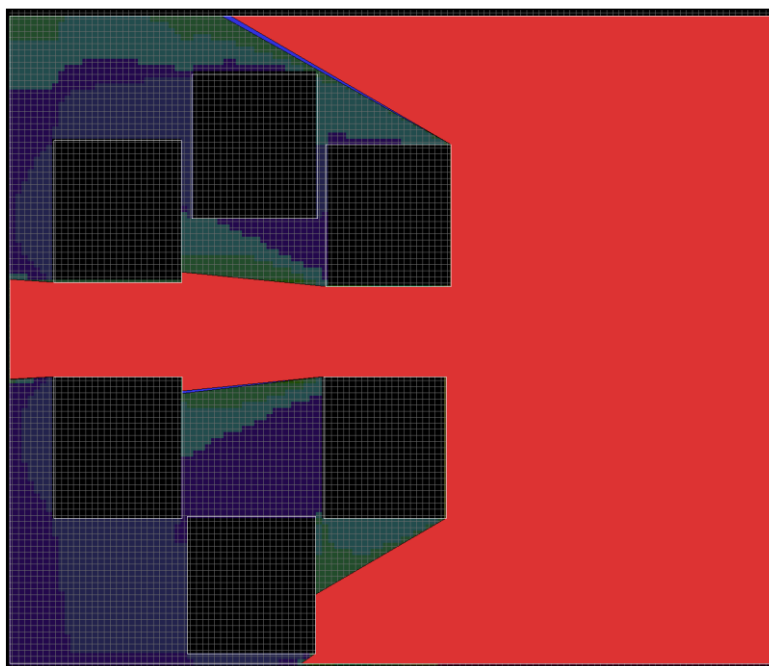
Table 4. the status of gate count indices in the Azarab residential complex site plan

مقدار	شاخص آماری
413	بیشینه
1	کمینه
49.73	میانگین
78.37	انحراف معیار

(یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

توضیح (جدول ۴): مقادیر جدول بیانگر مساحت حوزه دید (Isovist Area) بوده و بر حسب مترمربع ارائه شده اند.

تحلیل ایزوویست (Isovist) در سایت پلان مجتمع مسکونی آذرآب: تحلیل ایزوویست (مخروط دید) در سایت پلان و به ویژه در پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب نشان می دهد که توزیع میدان دید در اغلب نقاط فضا یکنواخت و پایدار است. کمترین میزان تغییر در مقادیر ایزوویست بیانگر آن است که پلان پیلوت، به دلیل نبود موانع عرضی قابل توجه مانند دیوارهای میانی یا جداکننده های حجیم، دیدی پیوسته و همگن در تمامی جهات افقی فراهم کرده است. این ویژگی، طراحی باز و شفاف فضای پیلوت را نشان می دهد. تنها در محدوده هسته عمودی شامل راه پله و آسانسور کاهش جزئی میدان دید مشاهده می شود که با عملکرد تفکیکی و حفظ حریم این فضاها هم راستا بوده و به خوانایی عملکردی مجموعه کمک می کند. به طور کلی، تحلیل ایزوویست نشان می دهد که فضای پیلوت، به عنوان فضای مفصل میان محیط بیرونی و طبقات مسکونی، از نظر بصری باز، شفاف و جهت یابانه است و بستر مناسبی برای حرکت، مکث کوتاه مدت و ادراک فضایی ساکنان فراهم می آورد (شکل ۶).



شکل ۶- ایزووویست ۳۶۰ درجه از مرکز استقرار بلوک‌های مجتمع مسکونی آذرآب (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)
Figure 6. 60-degree Isovist from the center of the Azarab residential complex blocks

جدول ۵- وضعیت شاخص ایزووویست (Isovist) در سایت‌پلان مجتمع مسکونی آذرآب
Table 5. Status of the Isovist Index in the site plan of the Azarab Residential Complex

مقدار	شاخص آماری
3.06	بیشینه
3.03	کمینه
3.06	میانگین
0.016	انحراف معیار

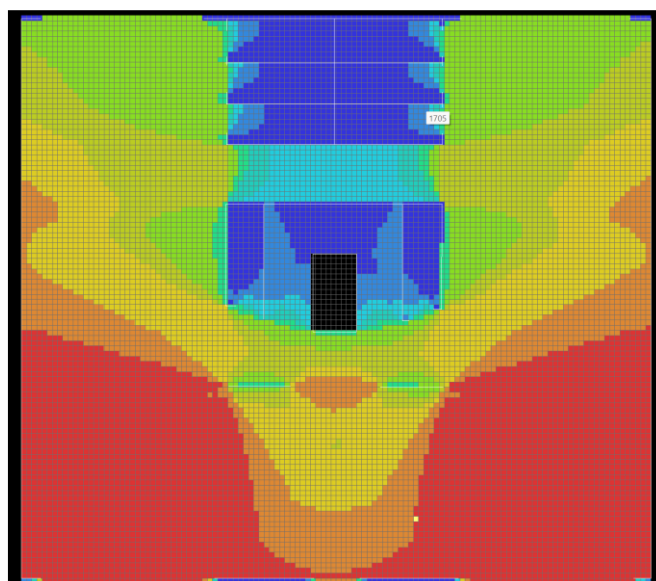
(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

توضیح (جدول ۵) شاخص ایزووویست نشان‌دهنده میزان بازبودگی و گستره دید هر نقطه است و واحد عددی دارد (فاقد واحد فیزیکی).

بررسی شاخص اتصال در پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب: یافته‌های تحلیل شاخص اتصال در پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطوح ارتباط‌پذیری فضایی میان بخش‌های مختلف این پلان است. مقدار بالای انحراف معیار بیانگر توزیع ناهمگن اتصال و وجود اختلاف چشمگیر میان فضاهای مرکزی و پیرامونی پلان است؛ به‌گونه‌ای که سیستم گردش در پلان پیلوت از الگوی یکنواخت تبعیت نمی‌کند. مطابق نتایج تحلیل (شکل ۷)، فضاهای ورودی و مفصل‌های حرکتی اصلی که در نقشه با طیف رنگی قرمز و نارنجی مشخص شده‌اند، بالاترین سطح اتصال را دارا هستند. این فضاها به‌عنوان هسته‌های ارتباطی پلان عمل کرده و بیشترین نقش را در هدایت حرکت، توزیع دسترسی و سازماندهی جریان‌های فضایی ایفا می‌کنند. در مقابل، فضاهای خدماتی و حاشیه‌ای مانند آسانسور، راه‌پله و انباری‌ها که با رنگ‌های آبی نمایش داده شده‌اند، کمترین میزان اتصال را دارند و ماهیتی نسبتاً منزوی و خصوصی دارند. این الگوی توزیع اتصال، نوعی قطبی‌شدگی فضایی در پلان پیلوت را نشان می‌دهد؛ به‌طوری که فضاهای با اتصال بالا، کارکردهای عمومی و حرکتی داشته و فضاهای با اتصال پایین، نقش‌های عملکردی-خدماتی و خصوصی‌تری را ایفا می‌کنند. چنین ساختاری اگرچه در بسیاری از الگوهای جدید مشاهده می‌شود، اما در این مجتمع با منطق مفصل‌سازی ورودی‌ها و خوانایی فضایی هم‌راستا بوده است.

براساس داده‌های آماری جدول ۶، میانگین اتصال در پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب ۵۹۶۷/۹۷ است که عمدتاً به نواحی مفصلی و ورودی اختصاص دارد و نشان‌دهنده سطح مطلوب ارتباط‌پذیری کلی پلان است. با این حال، اختلاف قابل توجه میان میانگین و انحراف معیار نشان می‌دهد که توزیع اتصال در پلان از حالت یکنواخت فاصله داشته و تمرکز اتصال در نقاط خاصی از

فضا شکل گرفته است. پراکنش شاخص اتصال که در جدول ۶ ارائه شده است، به وضوح نواحی با بیشترین و کمترین سطح ارتباط پذیری را آشکار می کند و بر نقش تعیین کننده فضاهای مفصل در ساختار فضایی پلان پیلوت و هدایت الگوهای حرکتی ساکنان تأکید دارد.



شکل ۷- تحلیل شاخص اتصال در پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب (یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)
Figure 7. Connectivity Index Analysis in the pilot plan of the Azarab residential complex

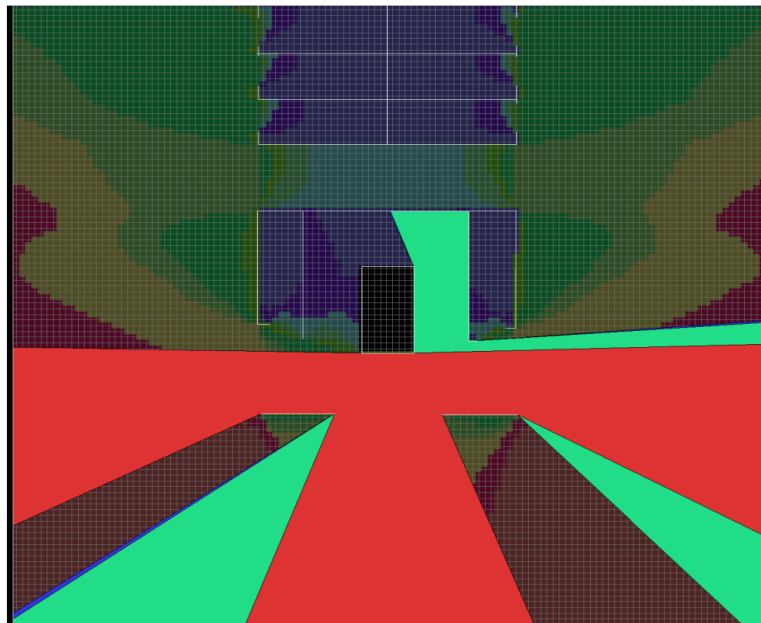
جدول ۶- وضعیت شاخص اتصال در پلان پیلوت مجتمع مسکونی آذرآب

Table 6. Connectivity index status in the pilot plan of the Azarab residential complex.

مقدار	شاخص آماری
8860	بیشینه
121	کمینه
5967.97	میانگین
2573.81	انحراف معیار
(یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)	

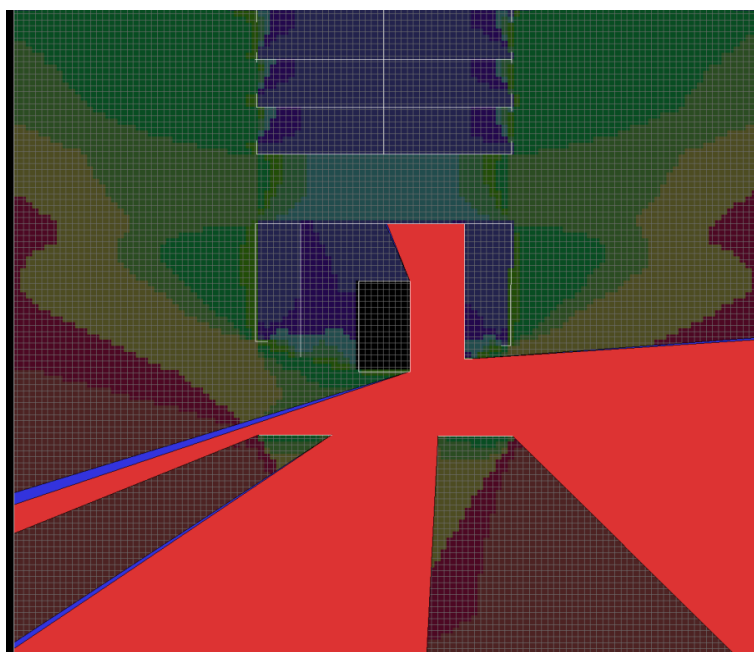
توضیح (جدول ۶): دارای واحد عددی است اما شاخص عددی خاص ندارد.

تحلیل ایزوویست (Isovist) مخروط دید: در این پژوهش، برای واکاوی نقش مفصل های فضایی در سازمان فضایی مجتمع مسکونی آذرآب، نقاط دید از محل ورودی آسانسور، ورودی پله ها و محل قرارگیری تراس ها انتخاب شد و ایزوویست با زاویه دید ۳۶۰ درجه محاسبه گردید. این روش امکان ارزیابی میزان بازبودگی فضا، گستره دید و درجه محصوریت بصری را از منظر ناظر فراهم می کند و به طور غیرمستقیم شاخصی برای سنجش سطح حریمیت فضایی محسوب می شود. نتایج تحلیل نشان می دهد که ایزوویست حاصل از محل ورودی پله ها به عنوان مفصل درون طبقه، بالاترین میانگین میدان دید را داراست (شکل ۹). این امر بیانگر نقش پله به عنوان عنصر پیونددهنده و توزیع کننده فضایی با بیشترین تسلط بصری بر فضاهای پیرامونی است. در مقابل، ایزوویست محاسبه شده از محل تراس ها کمترین میانگین را نشان می دهد، که بیانگر افزایش محصوریت نسبی و تقویت مرز میان فضای درون و بیرون است. همچنین، ایزوویست از محل ورودی آسانسور در سطحی میانی قرار دارد که با ماهیت عملکردی و نیمه خصوصی این مفصل فضایی همخوانی دارد (شکل ۸). بر این اساس، ساختار پلان و نحوه استقرار مفصل ها به گونه ای است که فضاهای خصوصی تر، به ویژه اتاق های خواب، از میدان دید مستقیم مفصل ها خارج شده و از سطح بالای حریمیت بصری برخوردار هستند. این الگوی فضایی نشان دهنده تعادل آگاهانه میان خوانایی، دسترسی بصری و حفظ حریم خصوصی در طراحی مجتمع مسکونی آذرآب است.



شکل ۸- ایزوویست ۳۶۰ درجه از ورودی آسانسور به عنوان مفصل فضایی (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

Figure 8. 360-degree isovist from the elevator entrance as a spatial joint



شکل ۹- ایزوویست ۳۶۰ درجه از ورودی پله‌ها به عنوان مفصل درون طبقه (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

Figure 9. 360-degree Isovist from the stairway entrance as an intra-floor joint

جدول ۷- وضعیت ایزوویست در پلان طبقات مجتمع مسکونی آذرآب

Table 7. Isovist status in the floor plans of the Azarab residential complex

محل محاسبه ایزوویست	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
ورودی آسانسور	2.609	0.692	1.83	3.514
ورودی پله	2.99	0.516	2.48	3.514
تراس	2.57	0.238	2.3	2.96

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

توضیح (جدول ۶): دارای واحد عددی است اما شاخص عددی خاص ندارد.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که پیکربندی فضایی مجتمع مسکونی آذرآب، علاوه بر سازماندهی روابط حرکتی و اجتماعی، به‌طور معنی‌داری با الگوهای تعامل با محیط‌زیست طبیعی درون سایت همراستا است. این نتایج با مطالعات پیشین در حوزه طراحی فضایی و معماری ایرانی همسو است. به‌عنوان مثال، مطالعات Panahi و Rahimi-Etani (۲۰۱۶) و Sassani و همکاران (۲۰۱۶) بر اهمیت فضاهای میانی و واسط در شکل‌دهی تعاملات اجتماعی و افزایش کیفیت محیطی تأکید دارند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که فضاهای با بیشترین یکپارچگی بصری در امتداد محورهای باز، معابر اصلی و نواحی دارای گشودگی فضایی قرار دارند، و بیشترین تماس دیداری با عناصر طبیعی مانند نور، آسمان و فضای سبز را فراهم می‌کنند، که تأییدکننده نقش کلیدی فضاهای مفصل در تقویت ارتباط انسان با محیط‌زیست طبیعی است. در مقابل، فضاهای با هم‌پیوندی بصری پایین‌تر، که عمدتاً در گوشه‌ها و فضاهای محصور میان بلوک‌ها قرار گرفته‌اند، علاوه بر برخورداری از حریمیت بیشتر، تماس محدودی با محیط طبیعی دارند. این تفکیک فضایی نوعی توازن میان فضاهای باز مرتبط با طبیعت و فضاهای آرام و خصوصی ایجاد می‌کند. این یافته‌ها با پژوهش‌های Kiakajouri و همکاران (۲۰۲۲) و Azmoon و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد که نشان می‌دهد طراحی فضاهای میانی می‌تواند همزمان امکان تعامل اجتماعی و حفظ حریم خصوصی را فراهم سازد.

تحلیل شاخص اتصال نیز نشان می‌دهد که مسیرهای با بیشترین ارتباط‌پذیری، همزمان نقش کریدورهای حرکتی و مسیرهای اصلی تهویه، نورگیری و ارتباط فضایی با محیط باز را ایفا می‌کنند. این همپوشانی میان شبکه حرکتی و شبکه فضایی باز موجب افزایش خوانایی محیطی و تسهیل جریان‌های طبیعی هوا و نور در سایت شده است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش Qemaqchi Al (۲۰۲۵) همسو است که تأکید می‌کند چیدمان فضاهای داخلی و نیمه‌عمومی نقش تعیین‌کننده‌ای در تعامل با محیط پیرامونی دارد. از سوی دیگر، نتایج تحلیل ایزووویست بیانگر آن است که مفصل‌های فضایی، به‌ویژه ورودی‌ها و فضاهای گذار، دارای میدان دید گسترده‌تری به فضاهای باز هستند؛ در حالی که فضاهای خصوصی‌تر، مانند واحدهای مسکونی و تراس‌ها، با کنترل میدان دید، حریمیت بصری و آرامش محیطی بیشتری فراهم می‌کنند. این یافته‌ها با اصول نظریه‌های طراحی معاصر و مطالعات Hajiaaghazorg و همکاران (۲۰۲۰) و Hashemi-Taghroljerdi و Azizmoghaddam (۲۰۲۰) مطابقت دارد که نشان می‌دهد ترکیب فضاهای باز و نیمه‌باز، می‌تواند کیفیت تعامل فضایی و تجربه زیستی کاربران را افزایش دهد. در مجموع، می‌توان گفت که طراحی مجتمع آذرآب با بهره‌گیری از منطق مفصل‌محور و چیدمان فضایی حساب‌شده، پیوندی متعادل میان ساختار کالبدی، رفتار انسانی و کیفیت‌های محیط‌زیست طبیعی برقرار کرده و الگوی فضایی مناسبی برای تعامل همزمان با محیط داخلی و پیرامونی ایجاد می‌کند. این نتایج نه تنها تأییدی بر یافته‌های پیشین داخلی و بین‌المللی است، بلکه اهمیت بازخوانی و به‌کارگیری منطق فضاهای مفصل در معماری معاصر ایران را نیز برجسته می‌سازد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ساختار پیکربندی فضایی مجتمع مسکونی آذرآب، فراتر از سازماندهی صرف روابط حرکتی، نقش مؤثری در شکل‌دهی تجربه زیستی ساکنان و تعامل آنها با محیط طبیعی پیرامون دارد. تحلیل هم‌پیوندی بصری نشان داد که فضاهای با بالاترین یکپارچگی فضایی در امتداد محورهای باز، مسیرهای اصلی حرکتی و نواحی گشوده سایت قرار گرفته‌اند و بیشترین تماس دیداری با فضاهای سبز، نور طبیعی و چشم‌اندازهای محیطی را فراهم می‌کنند. این فضاها به‌عنوان کانون‌های جمعی و عمومی، جریان حرکت و تجمع ساکنان را سازماندهی می‌کنند و امکان تعامل اجتماعی و بهره‌برداری همزمان از محیط طبیعی را فراهم می‌آورند. شاخص اتصال نیز بیانگر آن است که مسیرهای اصلی با بیشترین ارتباط‌پذیری، نه تنها به هدایت حرکت و خوانایی فضایی کمک می‌کنند، بلکه به کانال‌های طبیعی برای تهویه، نورگیری و تبادل محیطی تبدیل شده‌اند. در مقابل، فضاهای با اتصال پایین، عمدتاً در نواحی محصور و حاشیه‌ای قرار دارند و ضمن کاهش جریان رفت‌وآمد، شرایطی برای آرامش، حریمیت و تجربه فضایی خصوصی فراهم می‌آورند. تحلیل ایزووویست نشان می‌دهد که مفصل‌های فضایی، به‌ویژه ورودی‌ها و فضاهای گذار، دارای میدان دید گسترده‌ای هستند که امکان ادراک محیط و جهت‌یابی آسان را فراهم می‌کند، در حالی که واحدهای مسکونی و تراس‌ها با کنترل دید و محدودسازی میدان بصری، از سطح بالای حریمیت و آرامش محیطی برخوردارند.

این یافته‌ها نشان می‌دهد که طراحی مجتمع مسکونی آذراب با بهره‌گیری از منطق مفصل‌محور و چیدمان سلسله‌مراتبی فضا، توانسته است تعادلی هوشمندانه میان نیازهای عملکردی، اجتماعی و محیط‌زیستی ایجاد کند. به بیان دیگر، فضاهای عمومی و نیمه‌عمومی در تعامل با محیط طبیعی و جریان‌های حرکتی سازماندهی شده‌اند، در حالی که فضاهای خصوصی با ایجاد مرزهای دیداری و فضایی، تجربه سکونت آرام و امن را تضمین می‌کنند. این هم‌نشینی میان فضاهای فعال و آرام، امکان استفاده متنوع و پایدار از منابع طبیعی نظیر نور، هوا و چشم‌انداز را فراهم آورده و تجربه محیط‌زیستی و انسانی ساکنان را بهبود می‌بخشد. با توجه به نتایج تحقیق، پیشنهادها زیر ارائه می‌شود: تقویت پیوند مفصل‌های فضایی با عناصر طبیعی و ایجاد کریدورهای سبز در امتداد مسیرهای دارای هم‌پیوندی و اتصال بالا می‌تواند کیفیت زیستی و تعاملات اجتماعی را بهبود دهد. طراحی فضاهای گذار با کنترل میدان دید، ضمن حفظ حریمیت، امکان بهره‌گیری حداکثری از نور و تهویه طبیعی را فراهم می‌کند و استفاده از سایه‌اندازهای طبیعی، عناصر نیمه‌شفاف و پوشش‌های گیاهی بومی در مفصل‌ها تعادل میان دید، آسایش حرارتی و حفاظت محیطی را تقویت می‌کند. تلفیق تحلیل‌های نحو فضا با ارزیابی‌های محیط‌زیست طبیعی می‌تواند چارچوبی کارآمد برای طراحی مجتمع‌های مسکونی پایدار، انسان‌محور و کم‌مصرف ایجاد نماید و الگویی مناسب برای تعامل هم‌زمان با محیط داخلی و پیرامونی ارائه کند. به این ترتیب، مجتمع مسکونی آذراب نمونه‌ای موفق از هم‌نشینی منطق فضایی معماری ایرانی با اصول محیط‌زیستی و طراحی انسانی در مقیاس مجتمع مسکونی به‌شمار می‌آید.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری معماری نویسنده اول با عنوان "تبیین نقش فضای مفصل در طراحی مجتمع‌های مسکونی با رویکرد معماری ایرانی (مطالعه موردی: شهر اراک)" با راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی اراک است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان به‌طور مساوی در کلیه مراحل طراحی و انجام پژوهش، گردآوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش نویس مقاله، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

بیانیه دسترسی به داده‌ها

داده‌های پژوهش حاضر از طریق درخواست از نویسندگان (نویسنده مسئول) قابل دسترسی است.

سپاسگزاری

از داوران محترم به‌خاطر ارائه نظرات ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

References

- Al-Qemaqchi, N., Al-Qemaqchi, M., 2025. The Impact of Housing Space Standards on Adaptability in Affordable Multifamily Housing: An Analytical Study of User Modifications in Sulaymaniyah, Iraq. *Architecture* 5(4), 120.
- Azizmoghadam, M., Hashemi Toghroljerdi, S.M., 2022. Architecture as culture; an analysis of the visual angle character in the cultural and architectural adaptability in intermediate spaces. *Sociology of Culture and Art* 4(2), 154-130.
- Azmoon, F., Moeini, M., Afhami, R., 2022. Reading of Wayfinding and Factors Affecting Visual Perception in In-between Spaces in the Residential Environment in the Pre-operation Stage; Case Study: Kerman. *Armanshahr Architecture & Urban Development* 15(40), 15-29. (In Persian)
- Groń, K.J., Gawroński, S., Szewczyk, M., Groń, K., Wybraniec, J., 2025. Between Communication, Architecture and Art. *Mosaic in Urban Space – the Work of Ignacy Bieniek*. *Architecture, Civil Engineering, Environment* 18(1), 17-32.
- Hajiaghazorg, A., Charkhchian, M., Ghobadian, V., 2022. Exploring the Effect of Physical-Functional Dimensions of the Middle Space in Residential Architecture on the Level of Residents'

- Attachment: A Case Study on Linear, Centralized and Scattered Residential Complexes in Tehran. Urban Structure and Function Studies 9(31), 33-50. (In Persian)
- Kaffashzade, M., Sabri, L., 2021. The study of desirability of private semi open spaces from the residents' point of view (case study: residential apartments in Sabzevar). Journal of Architecture in Hot and Dry Climate 9(13), 195-216. (In Persian)
- Karimi, M., Hosseinpour-Tavani, N., Delshad Siahkali, M., 2020. A comparative study of in-between space in Iranian and global architecture. Memarishenasi (Architecture Cognition) 3(17), 1-20. (In Persian)
- Khaleghimoghaddam, N., 2025. Effect of open spaces in residential complexes on the social interactions of inhabitants. Architecture Civil Engineering Environment 18(1), 33-47.
- Swaner, S., leBrasseur, R., 2025. Realizing Open Space Conservation: A Cross-State Survey of Perceptions and Preferences Within Residential Developments. Sustainability 17(2), 502.
- Kiakajouri, F., Habib, F., Zabihi, H., 2022. The role of open and semi-open space on social interactions during the coronavirus pandemic (Case study: Bamland of Tehran). International Journal of Urban Management and Energy Sustainability 4(1), 119-129.
- Kim, J.Y., Kim, Y.O., 2022. Residents' Spatial-Usage Behavior and Interaction According to the Spatial Configuration of a Social Housing Complex: A Comparison between High-Rise Apartments and Perimeter Block Housing. Sustainability 14(3), 1138.
- Koohi, M., Razzaghi Asl, S., Monirifar, H., 2023. Explanation of evaluation indicators of public spaces in high-rise residential complexes in order to provide productive green spaces. International Journal of Urban Management and Energy Sustainability 4(3), 162-176.
- Amirjani, R., Tabrizi, N., Hedayatnezhad Kashi, S.M., 2025. Uncovering key components of semi-public spaces in multi-unit residences for enhancing social sustainability. Sustainable Cities and Society, 121, 106155.
- Lei, Z., Li, J., 2025. Genotype extraction of traditional dwellings using space syntax: A case study of Tibetan rural houses in Ganzi County, China. npj Heritage Science 13.
- Masoomi, M., Mirkhatib, A., 2017. The Impact of Open Spaces Designing to Create place Attachment in Residential Complexes (Case study: sheshsad dastgah residential complexes in mashhad city). GeoResearch 32(3), 52-73. (In Persian)
- Moosavi, S. M., Cornadó, C., Askarizad, R., Garau, C., 2025. The Social Life of Residential Architecture: A Systematic Review on Identifying the Hidden Patterns Within the Spatial Configuration of Historic Houses. Buildings 15(12), 2120.
- Nadoomi, R., Sharghi, A., Sheybani, M., Sedghpour, B.S., 2022. The implication of spatial-dispersion theory in housing genotypes of Boushehri historic and contemporary houses. Heritage Science 10, 180.
- Nouri, E., 2021. Interconnection spaces, a solution to architectural sustainability. Journal of Architectural Thought 5(9), 120-134. (In Persian)
- Rahaei, O., Omid, M., Masihpour, F., 2025. Analysis of Airflow Patterns in Open and Semi-Open Spaces of Traditional Dezful Suzangar House with Emphasis on Cultural Characteristics. Journal of Researches in Islamic Architecture 13(3), 1-20. (In Persian)
- Rahimi Atani, S., Panahi, S., 2016. Intertextual Reading of the Bernard Tschumi's Works with an Emphasis on the Concept of In-between Space. Reaserch of Art 6(11), 113-121. (In Persian)
- Safarkhani, M., 2025. Space to Place, Housing to Home: A Systematic Review of Sense of Place in Housing Studies. Sustainability 17(15), 6842.
- Sasani, M., 2016. An Analysis of Relation Between Quality of In-between Space and Human-Environment concepts in Residential Complexes Case studies: selected residential complexes in shiraz. Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning 21(2), 69-80. (In Persian)
- Shahpouri, F., Moztarzadeh, H., 2022. investigating the interaction between user and semi-open spaces in contemporary residential units using space syntax. Journal of Architectural Thought 6(12), 133-149. (In Persian)
- Zeynali Azim, A., 2025. Measuring health and safety quality indicators of housing in Tabriz informal settlements. Geographical Urban Planning Research (GUPR) 13(1), 103-122. (In Persian)
- Zhou, X., 2025. Research on healthy design of residential building space environment in the post-epidemic era. E3S Web of Conferences 618, 01002.