فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران/ دورهٔ دوازدهم، شمارهٔ اول، بهار ۱۴۰۱
Disaster Prevention and Management Knowledge (DPMK)
Quarterly, Vol. 12, No.1, Serial 43 (Spring 2022)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۸

Investigating the effect of structural form of outdoor path of residential complexes on improving the routing of people in emergency situations

Seyed Tajuddin Mansouri[1] & Esmail Zarghami[2*]
1- PhD student in Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tarbiat Dabir Shahid Rajaei University, Tehran, Iran. t.mansoori@sru.ac.ir
*2- Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tarbiat Dabir Shahid Rajaei University, Tehran, Iran. ezarghami@sru.ac.ir (Corresponding Author)

Abstract

Background and objective: Due to the importance of time in choosing the optimal routing to reduce the damage caused by accidents in critical situations such as earthquakes, fires, etc., the structural form of the route has a significant impact on the selection of people in emergencies. It can also be very effective in the work for designers, managers and urban planners for disaster risk management and beyond. The way people behave and move in the space of residential complexes shows that the shortest route is the best option, in critical situations, the importance of the issue becomes more critical when the way of routing raises concerns in people that make their decision. It is effective. This concern increases when a person unfamiliar with the environment wants to find the direction he or she needs. The purpose of this study is to investigate the effect of the formal structure of the route in emergency situations on the routing of people in residential complexes based on the theory of space syntax and determine the best type of route for people in residential complexes.

Method: In this research, based on the principles of neohospace theory in emergency situations, a structural description of human environmental behavior is presented. Accordingly, to achieve the research goal, using Depthmap X 0.50 software and by extracting graph-based methods and interpreting pivot diagrams, orientation, pivotal vision and readability, perception and interpretation of people from the routing of the residential complex in conditions Emergency is explained.

Findings: The findings show that routing has a significant relationship with the depth of space and visual axis of people; This means that the greater the legibility of the route with increasing depth and the longest axis of vision, the more appropriate decisions people make in choosing the route in the event of accidents and emergencies.

Conclusion: The results of the study on the optimal choice of routing by people in emergency situations showed that the linear route because it has the longest line of sight among other routes and this leads to better readability of people and reduces their anxiety, the first Is a choice. Of course, this also depends on the depth of vision of the people. This will be difficult if the depth of vision of the people increases. Also, the curved path has a moderate degree of readability due to its fixed and repetitive axes of depth and vision compared to other paths, and this can increase people's anxiety and worry during emergencies. Network traffic route is the most unsuitable route for navigating people in space because due to less readability than other routes, it has less visibility and depth, so it increases people's anxiety and worry.

Keywords: Form structure, routing, space syntax, emergency, residential complex

▶**Citation (APA 6th ed.):** Mansouri T, Zarghami E. (2022, Spring). Investigating the effect of structural form of outdoor path of residential complexes on improving the routing of people in emergency situations. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK), 12*(1),66-84.

بررسی تأثیر فرم ساختاری مسیر در فضای باز مجتمع‌های مسکونی بر بهبود مسیریابی افراد در شرایط اضطراری

سید تاج‌الدین منصوری[۱] و اسماعیل ضرغامی[۲*]
۱- دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.t.mansoori@sru.ac.ir
۲- استاد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)ezarghami@sru.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اهمیت زمان در مسیریابی بهینه جهت کاهش آسیب‌های وارد شده براثر حوادث در شرایط بحرانی مانند زلزله، آتش‌سوزی و ...، فرم ساختاری مسیر تأثیر بسزایی در انتخاب افراد در این شرایط دارد. همچنین این امر در کار طراحان، مدیران و برنامه‌ریزان شهری برای مدیریت بحران و پس از آن، می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد. نحوه رفتار و حرکت افراد در فضای محوطه باز مجتمع‌های مسکونی نشان می‌دهد که کوتاه‌ترین مسیر بهترین گزینه است اما در شرایط بحرانی اهمیت مسئله زمانی مهم‌تر می‌گردد که نحوه مسیریابی، نگرانی‌هایی را در افراد ایجاد می‌نماید که بر تصمیم‌گیری آن‌ها مؤثر است. زمانی که فردی ناآشنا با این محیط، می‌خواهد مسیر و جهت مورد نیاز خود را دریابد، این نگرانی بیشتر می‌گردد. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر ساختار فرمی مسیر در شرایط اضطراری بر مسیریابی افراد در فضای باز مجتمع‌های مسکونی بر اساس نظریه نحو فضا و تعیین بهترین نوع مسیر برای افراد در این محیط است.

روش: در این پژوهش بر اساس مبانی نظریه نحو فضا در شرایط اضطراری، یک توصیف ساختاری از رفتار محیطی انسان ارائه می‌شود. بر همین اساس، برای رسیدن به هدف پژوهش، با استفاده از نرم‌افزار Depthmap X ۰.۵۰ و با استخراج روش‌های مبتنی بر گراف و تفسیر نمودارهای محوری، جهت‌یابی، دید محوری و خوانایی، ادراک و تفسیر مردم از مسیریابی محوطه مجتمع مسکونی در شرایط اضطراری تبیین می‌گردد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان می‌دهند که مسیریابی با عمق فضا و محور بصری افراد رابطه معناداری دارد؛ به این معنا که هر چه خوانایی مسیر با افزایش عمق و طولانی‌ترین شدن محور دید بیشتر گردد، افراد در هنگام بروز حوادث و شرایط اضطراری، تصمیم‌گیری مناسب‌تری در انتخاب مسیر می‌نمایند.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش در انتخاب بهینه مسیریابی توسط افراد در شرایط اضطراری نشان دادند که مسیر گردش خطی به علت آن که طولانی‌ترین خط دید را بین مسیرهای دیگر دارد و این امر موجب خوانایی بهتر افراد و کاهش اضطراب آن‌ها می‌گردد، اولین انتخاب می‌باشد. البته این امر بستگی به عمق دید افراد نیز دارد. چنانچه عمق دید افراد بیشتر گردد، این امر دشوار می‌گردد. همچنین مسیر گردش منحنی نیز به علت آنکه دارای محورهای عمق و دید ثابت و تکراری نسبت به سایر مسیرها می‌باشد، درجه خوانایی متوسطی دارد و این امر در زمان حوادث اضطراری می‌تواند اضطراب و نگرانی افراد را افزایش دهد. مسیر گردش شبکه‌ای، نامناسب‌ترین مسیر جهت مسیریابی افراد در فضا می‌باشد زیرا به سبب خوانایی کمتر نسبت به سایر مسیرها، قابلیت دید و عمق کمتری دارد؛ بنابراین سبب افزایش اضطراب و نگرانی در افراد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ساختار فرمی، مسیریابی، نحو فضا، شرایط اضطراری، مجتمع مسکونی

◀ **استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰)**: منصوری، سید تاج الدین؛ ضرغامی، اسماعیل. (بهار، ۱۴۰۱). بررسی تأثیر فرم ساختاری مسیر در فضای باز مجتمع‌های مسکونی بر بهبود مسیریابی افراد در شرایط اضطراری. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۲* (۱)،۶۶-۸۴.

مقدمه

مؤلفه‌های جهت‌یابی در فضا شامل یافتن راه و حرکت است. مؤلفه یافتن راه شامل تمام فرایندهای شناختی برای برنامه‌ریزی رفتار مبتنی بر ادراک سه‌بعدی است و مؤلفه حرکت شامل تمام فرایندهای حسی–حرکتی برای اجرای واقعی آن رفتار است (دارکن و پترسون[1]، ۲۰۰۲ و مونتلو[2]، ۲۰۱۶) . مسیریابی به توانایی شناسایی مکان فعلی فرد و پیمایش موفقیت‌آمیز به یک مکان دیگر در محیط، اشاره دارد (گلدن، راجلز، پله گرینو و گاله[3]، ۱۹۹۵). بر همین اساس حرکت در فضا می‌تواند به ادراک آن کمک نماید (ناتاپو، کولیجا، دالتون و هولشر[4]، ۲۰۱۵). با حرکت در فضا، هندسه مسیر و اجزای آن را می‌توان ادراک نمود. مسیریابی یک توانایی پیچیده است که شامل شناسایی ویژگی‌های مربوط به محیط و ادراک فضا و دانستن این است که هنگام ارتباط با محیط، افراد چه کاری باید انجام دهند. وقتی افراد به مسیریابی می‌پردازند، در مسیر خود با عناصر گوناگونی روبرو می‌شود. برخی از این عناصر ثابت هستند. مانند علائم و ساختمان‌ها، که می‌توانند به‌عنوان نشانه‌های مفید عمل کنند. عناصر دیگری غیرثابت (متحرک) هستند. مانند انسان‌ها، دوچرخه‌ها، اتومبیل‌ها (یانگ، مریل، روبینسون و وانگ[5]، ۲۰۱۸). از دیدگاهی دیگر مسیریابی را می‌توان فرایند یافتن راه برای رسیدن به مقصد در یک مکان آشنا یا ناآشنا دانست که در راستای ادراک فضا به‌وسیله هرگونه نشانه‌ای از محیط، تعریف می‌گردد. نحوه پیکربندی فضا در این ادراک و در نتیجه مسیریابی درست توسط افراد، بسیار مؤثر است. در این بین نظریه نحو فضا بر اساس مبانی نظری‌اش می‌تواند این مفهوم را تسهیل نماید. بنابر نظریه نحو فضا، چگونگی مسیریابی توسط افراد در فضا، می‌تواند ادراک فضا را تسهیل نماید. همچنین ارتباط بین مسیریابی و اطلاع از مکان خود در فضا به تعریف پیکربندی فضایی ساختمان کمک می‌نماید. استنتاج‌های ادراک فضا و تفسیر معنایی (عینی و ذهنی) یک مسیر بر یادگیری فضایی از طریق مسیریابی تأثیر می‌گذارد. بنابراین در مسیرهایی که به علت تغییر جهت، یادگیری فضایی مشکل است، استنتاج های ادراک فضا و تفسیر معنایی (عینی و ذهنی) مسیریابی را آسان‌تر می‌نمایند. به‌عبارت دیگر در زمان جستجو و کشف یک محیط به‌خصوص در شرایط اضطرار و بروز حوادث، تصمیم‌گیری‌های انتخاب مسیر حرکت شامل الگوهای منظم است که تا حدودی ناشی از شکل و پیکربندی فضایی محیط و ویژگی دیداری – فضایی هر نقطه تصمیم‌گیری در طول مسیر حرکت می‌باشد (کریمی مشاور، حسینی علمداری و احمدی، ۱۳۹۳). بر اساس تحلیل ساختاری نمودارها، نحوه ارتباط و دسترسی فضاها در تعریف مسیر و تعیین ساختار کالبدی و فرمی آن مؤثر است. در مجتمع‌های مسکونی نحوه این تعامل با توجه به فضاهای مسکونی آن از دیدگاه افقی (در فضای باز محوطه) و عمودی (در فضای مسکونی) مورد بحث است. در مسیریابی فضای مجتمع‌های مسکونی، دیدگاه افقی این نظریه به کار گرفته می‌شود. بر اساس این دیدگاه محور دید انسان و خوانایی فضا در تعیین مسیر توسط افراد به‌خصوص در زمان سانحه (مانند زلزله، آتش‌سوزی، سیل و ...) و شرایط اضطراری بسیار مؤثر است.

مسیریابی، جهت‌یابی، دید موردنیاز افراد و خوانایی فضایی، تأثیر بسزایی در شکل‌گیری پیکربندی فضا دارد. بر اساس نظریه نحو فضا، این موارد را می‌توان سنجش نمود و امکان پیش‌بینی فعالیت‌های اجتماعی افراد در فضا (حرکت، سیرکولاسیون و مسیریابی) را تبیین کرد. به‌عبارت دیگر هدف این نظریه تحلیل نحوه چیدمان فضاهای موجود در حوزه‌های معماری و شهرسازی است تا از این طریق بتوان رفتار و فعالیت‌های اجتماعی افراد را تحلیل نمود و از این منظر، طراحی مناسب‌تری از فضا را ارائه نمود (داوسون[6]، ۲۰۰۳). هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر ساختار فرمی مسیر در شرایط اضطراری بر مسیریابی افراد در فضای باز مجتمع‌های مسکونی بر اساس نظریه نحو فضا و تعیین بهترین نوع مسیر برای افراد در محیط است. بر همین اساس سؤال پژوهش را می‌توان این‌گونه مطرح کرد؛ درجه‌بندی انتخاب مسیرها از نظر فرمی توسط افراد در شرایط اضطراری چگونه است؟ همچنین بر اساس فرضیه پژوهش مسیری که محور دید و عمق بیشتری داشته

1. Darken & Peterson, 2002
2. Montello, 2016
3. Golledge, Ruggles, Pellegrino & Gale, 1995
4. Natapov, Kuliga, Dalton & Holscher, 2015
5. Yang, Merrill, Robinson & Wang, 2018
6. Dawson, 2003

باشد به علت خوانایی بالای آن، انتخاب بهینه‌ای برای افراد در هنگام بروز حوادث و شرایط اضطراری می‌باشد.

پیشینه

مطالعه مسیریابی هنوز در ابتدای راه است و روش‌های فعلی مورد استفاده در آن دارای گستره‌ای از شبیه‌سازی رایانه‌ای تا مسیریابی مردم در شبکه‌هایی پیچیده در اندازه‌های واقعی است. با وجود این، روشن است که انسان‌ها در به‌کارگیری راهبردهای یادگیری مسیر بسیار انعطاف‌پذیر هستند. مطالعات انجام‌شده در زمینه راه‌یابی را می‌توان به‌طورکلی در چند گروه دسته‌بندی کرد: ریشه اصلی مطالعات در زمینه راه‌یابی، پژوهش‌هایی هستند که مفهوم جهت‌یابی فضایی را بررسی کردند. بیش از یک قرن پیش، پژوهش‌هایی برای جهت‌یابی فضایی افراد توسط متخصصین علم اعصاب، بر روی افرادی که دارای آسیب‌های ذهنی بودند و هیچ‌گونه شناختی در مورد ادراک مکان و فضا نداشتند، انجام گرفت. تعدادی از این نویسندگان عبارت‌اند از : فورستر[1] (۱۹۸۰)، میر[2] (۱۹۰۰) و هلمز[3] (۱۹۱۸). مطالعات موردی آسیب‌های خاص تا به امروز در روانشناسی عصب‌شناختی ادامه دارد (پاسینی، پیگوت، راینویل و تترولت[4]، ۲۰۰۰). دسته‌ای دیگر از پژوهش‌های مربوط به جهت‌یابی فضایی با کشف مفاهیم نقشه شناختی و تصویر ذهنی، که ریشه در علم روانشناسی داشتند، ادامه یافت. تالمن[5] (۱۹۴۸) ازجمله افرادی بود که نتایج تحقیقاتش، مقدمه‌ای بود برای مطالعات روی رفتار انسان. در کنار مطالعات و پژوهش‌های انجام‌شده، نظریه کوین لینچ[6] (۱۹۶۰) نقش مهمی در سیر تکامل مطالعات روی جهت‌یابی فضایی و نقشه‌های شناختی داشت. لینچ با شاخص دیگری، در تحقیقات روی نقشه‌های شناختی افراد وارد شد. او به تعریف بخش‌های فیزیکی پرداخت که افراد در جریان شکل‌گیری نقشه‌های محیط شهری به آن‌ها تکیه می‌کنند. نتایج مطالعات او فرایند راه‌یابی را چیزی شبیه علامت‌گذاری معرفی می‌کرد. از اواخر دهه هفتاد مطالعات در زمینه مفهومی و روش‌شناختی ادامه پیداکرده و از محصول به فرایند تمرکز یافت یعنی از نقشه شناختی به نقشه‌کشی شناختی[7]. داونز و استیا[8] (۱۹۷۳) بیش از دیگران نیاز به مطالعه فرایند جهت‌یابی فضایی و شکل‌گیری نقشه‌های شناختی را احساس کردند. بنابراین رویکرد جدیدی شکل گرفت که در کنار نقشه شناختی، به فرایندهای ادراکی و شناختی لازم برای یک حرکت هدفمند نیز توجه داشت. در کنار داون و استیا، کاپلان[9] (۱۹۷۶) و پاسینی [10](۱۹۹۲) نیز ازجمله کسانی بودند که رویکرد جدید را تأیید کردند. راه‌یابی در مطالعات بعدی پاسینی به‌عنوان حل مسئله فضایی، مطرح شد و به‌عنوان یک مفهوم مکمل برای جهت‌گیری فضایی مورد مطالعه قرار گرفت. در این دیدگاه، مفهوم راه‌یابی، به توانایی‌های حل مسئله اشاره می‌کند که برای رسیدن به مقاصد مورد نیازند. علاوه بر مطالعات مذکور در زمینه راه‌یابی، عده‌ای از محققین به ارائه مدل‌های راه‌یابی پرداخته‌اند. فار و همکارانش[11] (۲۰۱۲) مدل‌های راه‌یابی را در دو گروه مورد بررسی قرار داده‌اند، گروه اول مطالعات و مدل‌های شناختی و گروه دوم مدل‌های ریاضی و اندازه‌های کمی (خامه، اعتصام و شاه‌چراغی، ۱۳۹۵). در بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته از سال ۲۰۱۰ تاکنون، با توجه به ظهور و پیشرفت نظریه نحو فضا، راه‌یابی بر اساس تحلیل پیکربندی فضا و در راستای نظریه نحو فضا توسط سال، پورسو، جاکوب و اوتمار[12] صورت گرفت (جدول ۱).

۷. نقشه شناختی(Cognitive map) که با عنوان نقشه ذهنی یا مدل ذهنی نیز شناخته می‌شود، گونه‌ای بازنمایی ذهنی است، که به‌منظور دریافت، رمزنگاری، ذخیره‌سازی، فراخوانی و رمزگشایی اطلاعات در سامانه‌های اطلاعاتی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مفهوم نخستین بار در سال ۱۹۴۸ توسط ادوارد تلمن مطرح شد، که از آن برای ترسیم سازه‌های شخصی استفاده کرد. بعدها بسیاری از محققان فعال در حوزه تحقیق در عملیات، این مفهوم را توسعه دادند. نقشه‌کشی شناختی نمایش ترسیمی دیدگاه افراد است. ترسیم نقشه شناختی (نقشه‌کشی شناختی) برای درک چگونگی ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات و دانش توسط افراد، به هنگام تعامل با سامانه‌های اطلاعاتی به‌کار می‌رود. نقشه‌های شناختی و مدل‌های ذهنی، ابزاری برای باورهای ذهنی و ترسیم آنها می‌باشند، که در طراحی و توسعه سیستم‌های اطلاعاتی استفاده می‌شوند. نقشه‌های شناختی در زمینه‌های مختلف مانند صنعت، روانشناسی، آموزش، باستان‌شناسی، برنامه‌ریزی، جغرافیا، نقشه‌برداری، معماری، برنامه‌ریزی شهری، مدیریت و تاریخ، مورد مطالعه قرار گرفته‌است.

1. Foerster, 1980
2. Meyer, 1900
3. Holmes, 1918
4. Passini, Pigot, Rainville & Tétreault, 2000
5. Tolman, 1948
6. Lynch, Kevin, 1960
8. Downs & Stea, 1973
9. Kaplan, 1976
10. Passini, 1992
11. Faria & et al., 2003
12. Seal, Porso, Jakoob & Otmear

جدول ۱. پیشینه پژوهش‌های انجام شده در زمینه راه‌یابی

	مطالعات انجام‌شده در زمینه راه‌یابی	تعدادی از محققین مطرح در این حوزه
۱	تحلیل پیکربندی فضا بر اساس راه‌یابی مسیر	کالری (۲۰۰۷)، فن. ت. سال (۲۰۱۰)، پورسو (۲۰۱۰)، امینه و دنیز (۲۰۱۱)، ویبس (۲۰۱۳)، آلیسیا (۲۰۱۴ و ۲۰۱۶)، کایوکو (۲۰۱۶)، ین گینگ و ادوارد و مریل و ترنت و کیو (۲۰۱۸)، هنگشان و تیلر و کریستف و ویکتور (۲۰۱۹)، جاکوب و وانسا و انگلا (۲۰۲۰)، اوتمار و مادلین و ایرینگ (۲۰۲۰)
۲	ارائه مدل‌های کامپیوتری برای راه‌یابی	کوپرز (۱۹۷۸ و ۲۰۰۳)، پاسینی (۱۹۸۱ و ۱۹۸۴)، جاون و دیگران (۱۹۹۵)، انیل (۱۹۹۱)، هیلیر و دیگران (۱۹۸۴ و ۱۹۸۷ و ۲۰۰۴)
۳	راه‌یابی به‌عنوان فرایند حل مسئله فضایی	داونز و استیا (۱۹۷۳)، کاپلان (۱۹۷۶)، پاسینی (۱۹۸۴)
۴	زمینه‌های مفهومی و روش‌شناختی و فرایند شکل‌گیری نقشه‌های شناختی	داونز و استیا (۱۹۷۳)، پاسینی (۱۹۷۷)، مور (۱۹۷۹)، ایوانز (۱۹۸۰)
۵	خوانایی فضایی و عناصر فیزیکی تأثیرگذار بر شکل‌گیری تصاویر ذهنی	لینچ (۱۹۶۰)، اپلیارد (۱۹۷۰)، گالدچ (۱۹۷۶)، ارلینس (۱۹۷۳)، بک و وود (۱۹۷۶)، کنتر (۱۹۷۵)، ویزمن (۱۹۸۱)
۶	راه‌یابی به‌عنوان مفهومی وابسته به مفاهیم نقشه شناختی و تصویر ذهنی	تراوبریدج (۱۹۱۴)، لرد (۱۹۴۱)، گریفین (۱۹۴۸)، تالمن (۱۹۴۸)
۷	راه‌یابی به‌عنوان حس تشخیص جهت، آگاهی داشتن از موقعیت یا جهت	فورستر (۱۹۸۰)، میر (۱۹۰۰)، هلمز (۱۹۱۸)

در ایران، پیوسته گر و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی به تحلیل فرایند مسیریابی با استفاده از روش نحو فضا در موزه هنرهای معاصر پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که به‌منظور ایجاد مسیریابی مناسب در فضای داخلی گالری‌های هنری، فضا هم از بعد شناخت فضایی و هم از بعد مؤلفه‌های اطلاعات محیطی باید مورد بررسی قرار گیرد. بر همین اساس درج اطلاعات بصری مطلوب در فضاهای داخلی و عدم وجود موانعی که از درک بصری محیط می‌کاهد، ازجمله تمهیداتی است که به درک بهتر فضا (نقشه‌های شناختی)، کمک شایانی می‌نماید.

دهقان (۱۳۹۷) نیز در پژوهشی مشابه به راهکارهای مسیریابی در فضای داخلی معماری در کتابخانه ملی ایران با استفاده از نظریه نحو فضا پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که، کاربران از راهکارهای چارچوب مرجع، مستقیم، جستجوی سیستماتیک و شناخت مقصد و مسیر، به ترتیب زمانی استفاده می‌کنند که بیشترین گمشدگی تا کمترین آن را در حین مسیریابی تجربه کرده باشند. سپس نقاط اصلی فضای داخلی از فرایند دستیابی به راهکارهای مسیریابی حاصل شد که کاربران برای تسهیل مسیریابی از آن‌ها استفاده می‌کردند. با کمک این راهکارها و کشف آنچه انسان‌ها در حین مسیریابی به آن توجه دارند، می‌توان به اصول طراحی معماری دست یافت که خوانایی را افزایش می‌دهند و راهبران را از سردرگمی در فضاهای پیچیده و بلندمرتبه رهایی می‌بخشند.

خامه و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود به بررسی فرایند راه‌یابی در شهرهای گذشته ایران پرداخته‌اند که در آن به یافتن عناصر و ویژگی‌های فضایی تسهیل‌کننده فرایند راه‌یابی دست یافته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که خوانایی، پیوستگی فضایی و تباین و توالی فضایی مهم‌ترین عواملی هستند که به تسهیل فرایند راه‌یابی و مسیریابی در شهرهای گذشته ایران کمک کرده و در طراحی شهرهای معاصر نیز به‌عنوان عواملی راهبردی موردتوجه طراحان قرار می‌گیرند.

با توجه به پیشینه پژوهش‌های ارائه‌شده، وجه تمایز پژوهش حاضر با مطالعات قبلی در تبیین ساختار فرمی مسیرها و تعیین بهترین نوع مسیر از نظر فرمی در هنگام بروز حوادث و شرایط اضطراری می‌باشد. افراد در این زمان برای کاهش نگرانی و اضطراب خود یا محل حادثه را ترک می‌کنند یا به کمک دیگران می‌روند. در این راستا درجه خوانایی مسیر می‌تواند به انتخاب بهینه افراد با توجه به هدف آن‌ها کمک شایانی بنماید. بنابراین نقطه قوت این پژوهش، اجرای سیستماتیک بر اساس پیکربندی مسیر و رتبه‌بندی مسیرها بر اساس خوانایی و ادراک فضا می‌باشد.

مبانی نظری

پیکربندی فضا

پیکربندی فضا و قابلیت دسترسی بصری بین مکان‌ها، فاکتورهای اصلی هستند که بر سهولت یا سختی شناسایی مسیرها تأثیر می‌گذارند (کروکار، جوی آناکتا، و اسچرینگ[1]، ۲۰۲۰). در بسیاری از موقعیت‌ها، به‌طور مستقیم نمی‌توان مقصد نهایی راه را مشاهده نمود. این امر هنگامی شدت می‌یابد که عناصر پیکربندی فضای محیطی، جلوی دید را بگیرند. محورهای دید در یافتن راه، معمولاً نیاز به استدلال در مورد روابط بین بخش‌های مختلف یک فضا برای درک پیکربندی فضایی یک مسیر را نیاز دارند (مونتلو[2]، ۲۰۱۶).

تحلیل فضایی که پیکربندی فضایی و قابلیت دسترسی بصری را بررسی می‌کند، تا حد زیادی با توانایی پیش‌بینی حرکت و نیز تصمیم‌گیری‌های یافتن راه مرتبط است (کروکار و همکاران[3]، ۲۰۲۰). مونتلو (۲۰۱۶) معتقد است، بر اساس اصول گشتالت، فرم خوب می‌تواند پس از ارزیابی عینی و ذهنی، به مسیریابی کمک نماید. اُ. نیل[4] (۱۹۹۱) گزارش داد که شرکت‌کنندگان هنگام ارزیابی پیچیدگی فضایی نقشه‌های معماری به فرم خوب پاسخ می‌دهند (ناتاپوو و همکاران[5]، ۲۰۱۵). به‌طورکلی می‌توان گفت چون انواع مسیر در فضای محیطی مجتمع‌های مسکونی به‌ویژه در زمان بروز حوادث و شرایط اضطراری، به‌طور علمی و پژوهشی بررسی نشده‌اند، نمی‌توان تبیین درستی از مسیریابی را در این فضاها ارائه داد. همچنین در این فضاها به علت نداشتن الگوی واحدی از یک نوع مسیر (شبکه‌ای، منحنی و خطی)، مسیریابی می‌بایست ترکیبی از انواع مسیر باشد.

پاسینی (۱۹۸۴) دریافت که افرادی که با طرح ترکیبی روبرو هستند تمایل دارند یک اصل سازمانی ذهنی را استخراج کرده و سپس کل محیط را با توجه به این برداشت تفسیر کنند. بااین‌حال، کاملاً مشخص نیست که چگونه انواع مسیریابی ساختمان بر سهولت یا دشواری یافتن راه تأثیر می‌گذارد (ناتاپوو و همکاران[6]، ۲۰۱۵).

عناصر غیرثابت (متحرک) محیط می‌توانند دریافتن مسیریابی تداخل ایجاد نمایند بدین علت که افراد در هر بار مواجه‌شدن با محیط، ممکن است بخشی یا همه آن‌ها نبینند. این عناصر ممکن است هنگام یادگیری مسیر وجود داشته باشند اما در زمان بازیابی (تکرار طی نمودن مسیر) وجود نداشته باشند و برعکس. این امر می‌تواند مسیریابی را مختل نماید. مانند هنگامی‌که افراد عناصر غیرثابت (متحرک) را به‌عنوان بخشی از یافتن راه، رمزگذاری می‌نمایند. از طرف دیگر هنگامی‌که افراد عناصر ثابت و غیرثابت را در محیط کدگذاری و به خاطر می‌سپارند، در صورت حذف عناصر غیرثابت، ممکن است محیط برای آنان بسیار متفاوت به نظر برسد و این امر به کاهش عملکرد افراد در محیط منجر می‌شود.

فرم ساختاری مسیر

در این پژوهش برای تبیین هدف موردمطالعه، محور دید و عمق آن در مسیریابی فضا بررسی و تحلیل می‌گردند. اساسی‌ترین و ساده‌ترین نوع مسیر، یک طرح خطی است. به بیان بیل هیلیر[7] (۱۹۹۶)، این نوع مسیر، اساسی‌ترین نوع مسیر است، زیرا بیشترین تعداد نمایش مستقیم را فراهم می‌کند (ناتاپوو و همکاران[8]، ۲۰۱۵). این مسیر، مانند هر نوع مسیر دیگر می‌تواند دارای ویژگی‌های مختلف مکانی باشد. ممکن است پهن یا باریک، کوتاه یا بلند و غیره باشد. سیستم خطی می‌تواند ازنظر داشتن کانال‌های گردش یک یا چندگانه و تقارن در سازمان‌دهی واحدهای عملکردی خود، متفاوت باشد (ناتاپوو و همکاران[9]، ۲۰۱۵). نوع دیگری از مسیر، سیستم خمیده (منحنی) است. گردش منحنی توسط تقارن مرکزی یا چرخش به اطراف یک فضا، ایجاد می‌شود. این گردش منحنی توسط یک فضای مرکزی مشخص می‌شود که واحدهای عملکردی در اطراف آن سازمان‌یافته‌اند. منظور از فضای مرکزی در اینجا یک نیروی سازمان دهنده است که در جهت یک حرکت دایره‌ای شکل جهت‌گیری را فراهم می‌کند. در مورد سازمان فضایی منحنی، حرکت نتیجه چرخش با شعاع مشخص است (ناتاپوو و همکاران[10]، ۲۰۱۵). تماس بصری با یک نقطه کانونی و مرکزی، اجازه می‌دهد منابع مرجع را حفظ کنید. بدون تماس با مرکز، یافتن روش ممکن است

1. Krukar, Joy Anacta & Schwering, 2020
2. Montello, 2016
3. Krukar et al, 2020
4. Oh Niile
5. Natapov et al, 2015
6. Natapov et al, 2015
7. Bill Hillier
8. Natapov et al, 2015
9. Natapov et al, 2015
10. Natapov et al, 2015

به دنبال چندین چرخش اشتباه شود (آرتور و پاسینی[1]، ۱۹۹۲). نوع سوم گردش، سیستم شبکه‌ای است. در این سیستم، با تکرار یک الگوی غالب در مقیاس‌های مختلف، می‌توان تکامل آن را دید. واحدهای فضایی در این سیستم از ساختار هماهنگی خاصی پیروی می‌کنند. علاوه بر شبکه هماهنگ، چنین گردشی می‌تواند بر اساس یک سیستم فضایی تودرتو باشد که با دنباله‌ای از واحدها از بزرگ‌ترین به کوچک‌ترین توصیف می‌شود، شکل گیرد (ناتاپوو و همکاران[2]، ۲۰۱۵).

رفتار مسیریابی

بر اساس دیدگاه کانتر لیندبرگ[3] (۱۹۸۴)، مسیریابی شامل طیف وسیعی از فعالیت‌های شناختی و رفتارها است. بر این اساس پس از اینکه یک مقصد تعیین گردید، فرایند اصلی تعیین مسیر که ارتباط نزدیکی با ادراک و تفسیر فضا دارد، آغاز می‌گردد. در هنگام مسیریابی ممکن است مقصد خارج از دید مستقیم انسان باشد، بنابراین استنباط فضایی از مسیر بر چگونگی شکل‌گیری حرکت انسان مؤثر است. به نظر می‌رسد استنباط فضایی شامل توانایی محاسبه روابط فضایی است که هنوز بر اساس روابط شناخته‌شده کنونی با آن مواجه نشده‌اند (تینوس – بلانک، و گوانت[4]، ۱۹۹۷). یک مثال معروف از استنتاج فضایی در مسیریابی، یافتن یک مسیر کوتاه‌تر است (اوهستون[5]، ۲۰۱۷). ازآنجایی‌که ادراک مکان‌های فضایی اساساً نسبی هستند، سیستم‌های مرجع برای توصیف موقعیت و جهت‌گیری مهم هستند (پانی و دوپری[6]، ۱۹۹۴). در زمینه مسیریابی انسان، جهت‌یابی و ادراک فضا، دو نوع سیستم مرجع در این زمینه شناخته‌شده‌اند؛ سیستم‌های مرجع انسان‌محور و سیستم‌های مرجع محیط محور. در سیستم‌های انسان‌محور، مکان‌ها با توجه به بدن فرد تعریف می‌شوند، به‌عنوان مثال، یک درخت در مقابل من وجود دارد؛ در سیستم‌های مرجع محیط محور، مکان‌ها با توجه به اشیا خارجی تعریف می‌شوند و در برخی موارد، مختصات جغرافیایی مورد مبنا قرار می‌گیرد، مانند درخت در شمال فضا قرار دارد. بنابراین می‌توان رابطه بین مکان‌ها را در یک چارچوب مرجع انسان محور یا محیط محور توصیف کرد. در هنگام مسیریابی از مبدأ مسیر، فرد می‌بایست مقصد یا نقطه عطف مسیر را تعیین نماید. بدین ترتیب هنگام حرکت در مسیر، فرد با تفسیر اطلاعات ادراک فضا بر اساس سیستم‌های مرجع انسان‌محور یا محیط محور یا هر دوی آن‌ها، مسیر خود را می‌یابد. برای مثال به سمت چپ یا راست در سایت. این همان رفتاری است که منجر به انتخاب مسیر و طی آن می‌گردد. هنگام مسیریابی و حرکت در طول مسیر، فرد باید همواره موقعیت و جهت خود را بشناسد. شناختن فضا در طول حرکت به تثبیت موقعیت برای تعیین آن و جهت‌گیری فرد به برخی مکان‌های شناخته‌شده گفته می‌شود که در آن شخص به‌نوعی نمایش پایدار از محیط دسترسی دارد (فیلبرک و سارگنت[7]، ۲۰۱۳). اگرچه انسان‌ها به‌طور نسبی می‌توانند هر دو روش را در مسیریابی به‌کارگیرند، ولی می‌توان گفت که محور دید (عمق فضا) بیشتر می‌توانند دقت مسیریابی را افزایش دهند (اوهستون[8]، ۲۰۱۷).

ابعاد ذهنی و عینی خوانایی فضایی

از عوامل مؤثر بر ادراک و تفسیر فضا در مسیریابی، خوانایی ذهنی و عینی فضا است. خواندن فضا به معنای درک، تحلیل یا ارزیابی ساختار یک فضا است. خوانایی که یکی از اصول طراحی فضا می‌باشد، به معنای امکان سازمان‌دهی یک محیط در یک الگوی قابل تصور و منسجم است.

بر اساس یافته‌های پژوهش دو جز در فرایند کسب اطلاعات فضایی نقش دارند؛ ویژگی‌های فضا و ویژگی‌های ناظر. درک و مشاهده ویژگی‌های یک فضا در نتیجه فرایندهای فضایی-روان‌شناختی رخ می‌دهد که آن در ذهن رخ می‌دهد. در عین حال، خوانایی تحت تأثیر ویژگی‌های فضایی است. بدین ترتیب درجه خوانایی یک فضا همواره به چیدمان فضایی عناصر محیط و ویژگی‌های رفتاری فرد بستگی دارد.

همچنین دو متغیر اصلی برای طراحی ناشی از ادراک و تفسیر فضا عبارتند از؛ ۱. چیدمان فضایی و ۲. نشانه‌ها. این دو متغیر عناصر اطلاعات فضایی مورد استفاده در حین استفاده از رفتار یافتن راه هستند. کوین لینچ[9] (۱۹۶۰) یک محیط خوانا را به‌عنوان

1. Arthur & Passini, 1992
2. Natapov et al, 2015
3. Canter Lingberg
4. Thinus-Blanc & Gaunet, 1997
5. Ohtsu, 2017
6. Pani & Dupree, 1994
7. Philbeck & Sargent, 2013
8. Ohtsu, 2017
9. Lynch, Kevin, 1960

مکانی توصیف می‌کند که می‌تواند در یک الگوی منسجم و قابل تشخیص سازمان‌دهی شود. به گفته لینچ (۱۹۶۰) درجه خوانایی به توانایی فضا برای ایجاد یک تصویر ذهنی بستگی دارد. به‌طور مشابه، هرزوگ و لوریچ[1] (۲۰۰۳) خوانایی را به‌عنوان ویژگی‌های فضا توصیف می‌کنند که درک را از طریق کمک به ایجاد نقشه‌های شناختی و پیدا کردن راه فراهم می‌کنند.

خواندن فضا، فرایند استفاده مناسب از دانش فضایی پس از به دست آوردن آن و پردازش آن در ذهن است. می‌توان گفت که فرد، فضا را از طریق فرایندهای روانی– شناختی در ذهن درک می‌کنند و این فرایند تحت‌تأثیر ویژگی‌های شخصی فرد می‌باشد. به گفته کوین لینچ[2] (۱۹۶۰)، اگر هر نشانه در فضا، دارای موقعیتی برای تعریف و تفسیر فضا باشد، می‌توان آن را مهم تلقی کرد (کوسرگلو و ارینسل اوندر[3]، ۲۰۱۱).

استک و مالوت[4] (۲۰۰۰) نشانه‌ها را در دو گروه طبقه‌بندی کردند؛ نشانه‌هایی که از فواصل دور قابل‌مشاهده هستند و نشانه‌هایی که دارای اندازه کوچک‌تری هستند و فقط در صورت مشاهده ناظران به آن‌ها قابل‌مشاهده هستند. راوبال و وینتر[5] (۲۰۰۲) سه مورد را برای برجستگی نشانه‌ها ذکر کردند؛ برجستگی بصری (نما، فرم و رنگ)، برجستگی معنایی (ارزش فرهنگی و تاریخی) و برجستگی ساختاری (مکان). در هنگام مسیریابی و حرکت فرد در فضا، نشانه‌ها نه‌تنها بر سرعت حرکت و کیفیت گردش تأثیر می‌گذارند، بلکه به فرد کمک می‌کنند تا رابطه بین عناصر فضایی را درک کرده و تصویر ذهنی این رابطه را شکل دهند. وقتی درک چگونگی اتصال یک فضا به فضای دیگر دشوارتر می‌شود، یافتن مسیر ضعیف‌تر می‌شود (هیلیر[6]، ۲۰۰۳ و فاریا و کرافتا[7]، ۲۰۰۳).

طبق نظر یانگ[8] (۱۹۹۱)، ارتباطات نوع شناختی در نقاط تصمیم‌گیری بسیار مهم است. نقطه تصمیم‌گیری جایی است که فرد باید بیش از یک‌جهت را انتخاب کند، به‌عنوان مثال گره‌ها در فضای شهری و تقاطع‌های راه‌ها در ساختمان‌ها (کارمونا[9]، ۲۰۰۶).

خوانایی فضایی، به چیدمان فضایی بستگی دارد (ابوعبید، ۱۹۹۸ ، اونیل، ۱۹۹۱، هانت،[10] ۱۹۸۴) و درجه پیچیدگی آن (دانش دوبعدی) و میزان برجستگی عناصر فضایی (دانش سه‌بعدی) (ابوعبید[11]، ۱۹۹۸). افرادی که در فضا حرکت می‌کنند و بر اساس معانی ادراک‌شده از آن، راه خود را تعریف می‌نمایند، در هنگام بازگشت از مسیر نیز از قسمت‌های شناخته‌شده استفاده می‌نمایند حتی اگر این رفتار به انحراف‌های قابل‌توجهی در مسیر منجر شود (لی، تراش، هالشر و اسچناز[12]، ۲۰۱۹). جهت‌یابی در نقاط تصمیم‌گیری مسیر می‌تواند تحت تأثیر محدودیت‌های فضایی باشد. با توجه به محدودیت‌های فیزیکی در انتخاب مسیر، مسیریابی را می‌توان با اندازه‌گیری پیکربندی فضایی مانند اتصال (تعداد اتصالات قابل دسترسی در یک مسیر به سایر مسیرهای دیگر) و ادغام (فاصله فیزیکی از مبدأ به سایر نقاط) انجام داد. مطالعات نشان دادند که عوامل مختلفی از جمله چیدمان‌های محیطی (ورودی‌ها، خروجی‌ها، دیوارها و موانع) و تعامل با سایر افراد می‌توانند در حرکت فرد تأثیر بگذارند (لی و همکاران[13]، ۲۰۱۹). در این بین شلوغی مسیر نیز بر انتخاب آن از طرف افراد مؤثر می‌باشد. یی و همکاران[14] (۲۰۱۵) دریافتند که جمعیت ساکن از نظر مسافت مسیر و زمان سفر می‌توانند به‌طور چشمگیری کارایی مسیریابی را کاهش دهند. اما جمعیت متحرک (حتی در تراکم بالا) بر جریان عبور افراد تأثیر ندارد)لی وهمکاران[15]، ۲۰۱۹). بر اساس محدودیت‌های اجتماعی، پژوهشگران دریافتند که افراد در هنگام سانحه (مانند آتش‌سوزی، زلزله و ..) تحت تأثیر استرس ناشی از فرار، در حین تخلیه واقعی دیگران را دنبال می‌کنند (به‌عنوان‌مثال اثر گله جمعی؛ هلبینگ، فارکاس و ویکسک،[16] ۲۰۰۰). بوده و همکاران[17] (۲۰۱۴) دریافتند که انتخاب مسیر تحت تأثیر منابع مختلف اطلاعات جهت‌دار مانند علائم، تراکم‌جمعیت افراد در

1. Herzog & Leverich
2. Lynch, Kevin, 1960
3. Koseoglu & Erinsel Onder, 2011
4. Steack & Malvet
5. Ravbal & Winter, 2002
6. Hillier, 2003
7. Faria & Krafta, 2003
8. Yang, 1999
9. Carmona, 2006
10. Abu-Obeid, 1998 & Ohniel, 1991 & Hant, 1984
11. Abu-Obeid, 1998
12. Li, Thrash, Hölscher & Schinazi, 2019
13. Li et al, 2019
14. Eie & et al, 2015
15. Li et al, 2019
16. Helbing, Farkas & Vikseck, 2000
17. Bode & et al, 2014

محیط و تجربه قبلی قرار دارد. همچنین هنگامی‌که بین علائم و جمعیت، اطلاعات متناقضی وجود داشته باشد، افراد جمعیت را دنبال نمی‌کنند. نتایج به‌دست آمده از پژوهش نشان دادند که ازدحام جمعیت تنها بر رفتار جابجایی تأثیر می‌گذارد و بر عملکرد یافتن راه، استراتژی‌های یافتن راه، یا انتخاب مسیر اولیه تأثیر نمی‌گذارد. به‌عبارت دیگر افراد در هنگام مسیریابی تمایل دارند که با راه رفتن نزدیک به مسیرهای با تراکم کمتر جمعیت، از ازدحام در محیط‌های پرجمعیت جلوگیری کنند. همچنین تعداد توقف‌ها و چرخش در مسیر بر عملکرد یافتن راه، مسیرهای اولیه و رفتار جابجایی آن تأثیر دارد.

غالباً، مردم برای تسهیل دریافتن راه، به راهنمایی‌های دیگران اعتماد می‌کنند (هواند و گیل[1]، ۲۰۱۴). مسیرها حاوی نشانه‌هایی برای تعریف خود هستند. بسیاری از پژوهش‌ها (دانیل، تام، مانگی و دنیس[2]، ۲۰۰۳؛ دنیس، پازاگلیا، کورنولدی و برتولو[3]، ۱۹۹۹؛ هوند و پادگیت[4]، ۲۰۱۲) نشان دادند که نشانه‌های مسیر بیشتر از عناصر دیگر محیط دریافتن مقصد مؤثرند. بااین‌حال اثر بخشی نشانه‌ها ممکن است به شرایطی که از آن‌ها استفاده می‌شود بستگی داشته باشد (چای و جاکوبس[5]، ۲۰۰۹).

در این پژوهش مؤلفه یافتن راه که به‌صورت ذهنی – عینی صورت می‌گیرد و مؤلفه حرکت که به ادراک و تفسیر بیشتر فضا می‌انجامد، بر اساس مبانی نظری محور دید و عمق در نظریه نحو فضا مورد بررسی قرار می‌گیرند. پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه، نتایج متناقضی در مورد نقش احتمالی حرکت برای ادراک و تفسیر فضا بیان نموده‌اند. برخی تأثیرات قابل‌توجه حرکت را بر روی جهت شرکت‌کنندگان، فاصله و دانش مسیر مشاهده کردند (به‌عنوان‌مثال، چنس گئونت، همه و لومیس[6]، ۱۹۹۸؛ رودل، ولکوا و بولتو[7]، ۲۰۱۱؛ والر، هانت و گلنپ[8]، ۱۹۹۸؛ بوک و همکاران[9]، ۲۰۲۰). درحالی‌که دیگران چنین اثراتی را پیدا نکردند (به‌عنوان‌مثال، رودل، پین، و جونز[10]، ۱۹۹۷؛ پرامانیک[11]، ۲۰۰۶، اسکوروپکا[12]، ۲۰۰۹). مسیریابی در محیط‌های پیچیده و ناآشنا، مانند محوطه مجتمع‌های مسکونی، بر طیف وسیعی از عملکردهای شناختی تکیه دارد که وابستگی زیادی به ترجیحات و نیازهای فردی و جمعی افراد دارد. ادراک کاربر از فضا به‌واسطه روان – ادراک در ذهن مورد پردازش قرار می‌گیرد. فهم این‌که مراحل جهت‌یابی چگونه انجام می‌شود، در تعیین بهترین روش برای بهبود عملکرد آن مفید است (دهقان، ۱۳۹۷).

وضوح بصری و عمق دید

اکثر مردم هر وقت که امکان داشته باشد استفاده از راهنماها را در مسیریابی ترجیح می‌دهند. اگر این راهنماها در موقعیت‌های کلیدی مثل تقاطع‌ها یا سایر نقاط تصمیم‌گیری در مسیر قرار داشته باشند، بسیار مؤثرند. هر چیزی که شکل‌گیری نقشه‌های شناختی از مسیر را آسان سازد، مسیریابی را نیز تسهیل می‌کند (لاوسون، و کالای[13]، ۲۰۰۲). پپونیس در سال ۱۹۹۰، پاسینی در سال ۲۰۰۰ و واینمن در سال ۲۰۱۰ [14]هر یک در محیط‌ها و با بررسی نمونه‌های متفاوت، ویژگی‌های محیطی را توصیف کرده‌اند که بر مسیریابی اثر می‌گذارند (پپونیس، زیمرینگ و چاو[15]، ۱۹۹۰ و پاسینی و همکاران[16]، ۲۰۰۰). راهبری در یک محیط کاملاً متمایز، در مقایسه با محیطی که به نظر همه چیز در آن شبیه هستند، راحت‌تر است. میزان وضوح بصری، اشاره به حدی دارد که در آن قسمت‌های مختلف محیط را می‌توان از سایر نقاط برجسته‌تر دید. وضوح دیداری بالا می‌تواند مسیریابی را آسان سازد (واینمن و پپونیس[17]، ۲۰۱۰) و پیچیدگی لایه فضایی، بیانگر حجم و دشواری اطلاعاتی است که باید برای حرکت در محیط پردازش شود. ورنر بیان می‌کند که عملکرد مسیریابی و توانایی انسان‌ها در جهت‌یابی به چگونگی روابط هندسی میان بخش‌های مختلف فضا بستگی دارد (ورنر و اسچیندلر[18]، ۲۰۰۴).

1. Hund & Gill, 2014
2. Daneal, Tom, Mangey & Denis, 2003
3. Denis, Pazagelia, Kornoldey & Bertolo, 1999
4. Hund & Padgiet, 2012
5. Chai & Jacobs, 2009
6. Chance Gaunt, Hameh & Lumis, 1998
7. Rudel, Volkova & Bolto, 2011
8. Waller, Hunt & Glenp, 1998
9. Book & et al., 2020
10. Rudell, Payne, & Jones, 1997
11. Pramanik, 2006
12. Skorupka, 2009
13. Lawton & Kallai, 2002
14. Peponis ,1990, Pasini ,2000 and Weinman ,2010
15. Peponis, Zimring & Choi, 1990
16. Passini et al, 2000
17. Wineman & Peponis, 2010
18. Werner & Schindler, 2004

نظریه نحو فضا

نظریه نحو فضا، در بن‌مایه خویش تلاشی است در برقرار ساختن یک رابطه علّی، بین جامعه انسانی و کالبد معماری. پایه اول نظریه که عبارت است از فضا به‌مثابه خصیصه ذاتی فعالیت انسانی، از این نگرش سرچشمه می‌گیرد. در این نظریه فضا خصیصه ذاتی فعالیت بشری است نه بستری برای آن (فضا).

پایه دوم نظریه، پیکره‌بندی فضایی و نقش متمایز آن در شکل‌دهی به فعالیت‌های انسانی است. (پیکر (کالبد) فضا).

نهایتاً، هدف بنیادین شکل‌گیری نظریه نحوفضا، جستجوی رهیافت‌هایی برای توصیف فضای پیکره‌بندی شده است. توصیفی که بتواند منطق اجتماعی نهان در لایه‌های زیرین آن را کشف کند و مبنایی برای نظریه‌های ثانوی باشد که وقایع اجتماعی و فرهنگی را پوشش می‌دهد (توصیف فضای پیکربندی (کالبدی)).

با پیدایش نظریه نحوفضا در معماری، امکان تبدیل پلان‌های معماری به گراف به وجود آمد و به دنبال آن تئوری گراف به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین روش‌ها جهت تحلیل چیدمان فضایی مطرح شد. گراف‌ها مدل‌هایی جهت نمایش شبکه‌ها می‌باشند. گراف منتج از روابط فضایی پلان، شبکه‌ای است که در آن گره‌ها معرف فضاها می‌باشند و یال‌ها معرف ارتباط بین فضاها هستند. گراف، یک روش مطالعه شبکه‌های پیچیده، تحلیل ساختار شبکه (ارتباطات فضایی) است. به این معنا که می‌توان با به‌کارگیری معیارهایی ناهمگونی گره‌ها (فضاها) را نشان داد و آن‌ها را بر اساس اهمیت ساختاری‌شان یا مرکزیت رتبه‌بندی کرد (رحمتی گواری، طاهباز، قدوسی فر و زارع میرک آباد، ۱۳۹۸). در این پژوهش از نظریه نحو فضا جهت برخورداری از مفاهیم موجود در تئوری گراف و استخراج روابط حرکتی و سکانس‌های فضایی استفاده شده‌است. بر طبق ویژگی‌های نظریه گراف که می‌تواند جهت تحلیل مسیریابی فضا به کار گرفته شود، معیار مرکزیت و ارتباط گره‌ها (تعداد یال‌ها) است. در این پژوهش با توجه به اختلاف در تعداد بلوک‌های مسکونی در دسته‌بندی‌های گفته‌شده، اساس کار، معیار مرکزیت می‌باشد. معیار مرکزیت در نظریه گراف به‌عنوان عنصری مهم در مسائل ریخت‌شناسی معماری مورد استفاده قرار می‌گیرد (نوریان[1]، ۲۰۱۶). در نتیجه زمانی که ارتباطات موجود بین فضاهای یک پلان تشکیل یک گراف دادند، آن گراف می‌تواند به‌عنوان یک شبکه اجتماعی– فضایی در نظر گرفته شود (رحمتی گواری، طاهباز، قدوسی فر و زارع میرکاباد، ۱۳۹۸). مرکزیت به‌عنوان یک شاخص خوانایی فضا می‌تواند به افراد دریافتن و ادراک مسیر کمک شایانی نماید، به‌طوری‌که مسیریابی را در فضاهایی با مرکزیت روشن و قابل‌تعریف، آسان‌تر نماید.

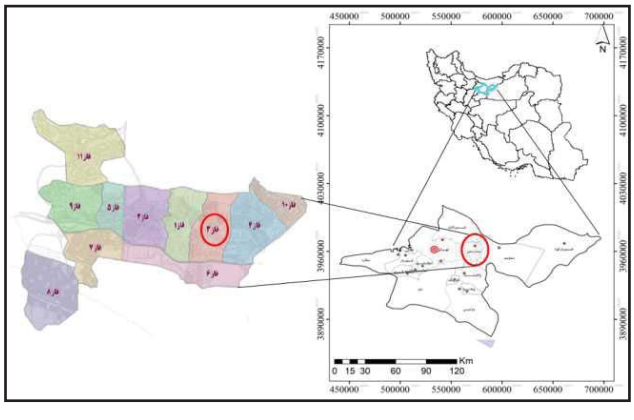
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

پردیس مرکز شهرستان پردیس است که در آذرماه ۱۳۹۱ در فاصله ۲۵ کیلومتری شرق تهران ایجاد شد. این شهر دارای مساحت ۲۷۶ کیلومترمربع می باشد که از ۵۵ آبادی، روستا، نواحی کارگاهی، مناطق زراعی و دو شهر پردیس و بومهن تشکیل‌شده است. محدوده جغرافیایی این شهرستان از روستای"تلو" در "سرخه حصار" آغازشده و تا انتهای بخش بومهن ادامه دارد. این شهرستان از غرب با تهران، از شرق با شهرستان دماوند، از شمال با شهرستان شمیرانات و از جنوب با شهرستان پاکدشت دارای مرز مشترک است. همچنین موقعیت جغرافیایی شهر پردیس ۳۵٫۷۳۱۹ درجه شمالی ۵۱٫۸۶۴۷ درجه شرقی است. ارتفاع آن ۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا و اقلیم آن سرد و خشک و در موقعیت و شکل زمین کوهستانی در محدوده حفاظت شده جاجرود واقع است. شیب متوسط آن ۱۰ درصد می‌باشد. مهم‌ترین گسل‌های این بخش، گسل فشم – مشاء و گسل رودهن می‌باشد. شهر پردیس دارای حریم شهری ۹۰ کیلومتری و ۱۰ فاز است که فازهای یک، دو، سه، چهار، پنج، هشت و یازده کاربری مسکونی دارند. مطالعه حاضر در سایت مسکن مهر واقع در فاز ۳ صورت گرفته است. از مهم‌ترین ویژگی‌های این فاز، در برداشتن مراکز خرید و مجتمع‌های تجاری متعدد، دسترسی مناسب به حمل‌ونقل عمومی و ایستگاه‌های اتوبوس و خیابان‌های اصلی حریم شهری می‌باشد. فاز سه به دلیل امکانات رفاهی قابل قبول و در برداشتن مسکن مهر از مناطق خوب شهر پردیس محسوب می‌شود. لازم به ذکر است که در فاز۳ تعداد ۸۸۵۵ واحد احداث گردیده است (شکل ۱) (شرکت عمران شهر جدید پردیس).

1. Nourian, (2016)

با توجه به زلزله‌خیز بودن این منطقه به علت نزدیکی به گسل‌های فشم – مشاء و گسل رودهن، پیش‌بینی تمهیدات ضروری برای مدیریت بحران الزامی است. بلوک‌های مسکونی در برخی از نواحی مجتمع (مسیرهای خطی و شبکه‌ای) دارای فاصله مطلوب برای پیش‌بینی تخلیه اضطراری جمعیت نمی‌باشند. از طرف دیگر به علت گستردگی پهنه معابر در مسیرهای باز بلوک‌های مسکونی و همچنین همسایگی مجتمع با شریان‌های اصلی شهر، می‌توان تا حدی بحران ناشی از تخلیه اضطراری جمعیت را مدیریت نمود. در بخش بلوک‌ها با مسیر منحنی این امر مطلوب‌تر است. در برخی از مناطق مجتمع مسیر دسترسی اضطراری نیروهای امدادی پیش‌بینی گردیده است. مدیریت شهری می‌بایست علائم و نشانه‌های مسیرهای اضطراری را مشخص نموده و با پیش‌بینی جمعیت ساکن و شناور در طول روز و شب تمهیدات لازم را برای مدیریت بحران در هنگام بروز مخاطراتی مانند زلزله، آتش‌سوزی، تخریب زیرساخت‌های شهری و آسیب‌های وزش باد نامطلوب انجام دهد. لازم به ذکر است که این مجتمع دارای شیب مطلوبی برای جلوگیری از سیل گیری بلوک‌ها می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (مسکن مهر فاز سه شهر پردیس) منبع: نویسندگان

روش

این پژوهش با توجه به هدف بیان‌شده از انجام آن، از نوع پژوهش کاربردی است که یافته‌ها و نتایج آن می‌تواند در طراحی فضاهای باز مجتمع‌های مسکونی کاربرد داشته باشد. دامنه حوزه مورد پژوهش شامل معماری، شهرسازی و علوم رفتاری (جامعه‌شناسی و روانشناسی محیط) می‌باشد که این امر، راهبرد پژوهش حاضر را، کیفی نموده است که برای گردآوری داده‌ها از روش اسنادی و میدانی استفاده گردیده است. به علت ماهیت تفسیری منطق اجتماعی فضا در نظریه نحو فضا که به قابلیت پیش‌بینی رفتار افراد در فضا، می‌پردازد، از مبانی این نظریه در تحلیل یافته‌ها و همچنین تفسیر نتایج استفاده شده است. بنابراین بر اساس دسته‌بندی مسیرها در فضای باز مجتمع‌های مسکونی، کار شبیه‌سازی و تحلیل متغیرهای پژوهش در نرم‌افزار Depthmap X ۰٫۵۰ صورت گرفته است. با استفاده از نرم‌افزار مذکور می‌توان چگونگی نمایش سازمان فضایی را به‌وسیله نوع خاصی از گرافیک ارائه داد. در مطالعات مربوط به درک و تحلیل فضای معماری، برای ارزیابی پیچیدگی فضایی از تجزیه و تحلیل ایزویستی، نمایش خطی پیکره‌بندی فضایی، محور دید و نمودارهای محوری و تراکم اتصال و همچنین هم پیوندی فضا استفاده نمود، که در این پژوهش از نمودارهای محوری، جهت‌یابی، دید محوری و خوانایی در تجزیه و تحلیل نحوه انتخاب مسیر توسط افراد در فضا، استفاده می‌شود. نمودارها را می‌توان به‌صورت دیاگرام یا به‌صورت ماتریس نشان داد. با استفاده از عملیات‌های ریاضی که بر روی ماتریس به‌دست‌آمده در این نرم‌افزار صورت می‌گیرد، می‌توان جنبه‌های رفتار محیطی انسان را با جنبه‌های پیکربندی فضایی مقایسه نمود و نتایجی جهت پیش‌بینی آینده طرح ارائه کرد. می‌توان گفت که هر عنصر و شاخص فضای معماری که مانع دید گردد، مسیریابی را مختل می‌نماید. بنابراین و بر اساس مطالعات مقدماتی، نمودار دید (VGA) را برای نحو فضا استفاده می‌نماییم. زیرا به ما امکان می‌دهد، هندسه دقیق طرح را در نظر بگیریم. همچنین نمودار دید (VGA)، اندازه‌گیری‌های هندسی مانند مساحت واحد، محیط، نسبت‌ها و جهت‌گیری را ارائه می‌دهد که این امر در مسیریابی فضا بسیار مؤثر است.

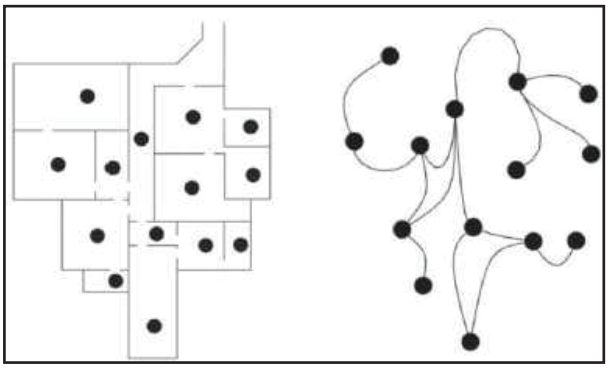
یافته‌ها

توصیف و تفسیر پیکربندی فضای مسیریابی

برای پاسخ به سؤال پژوهش، لازم است تأثیر پیکربندی فضای مسیریابی بر سیستم فعالیت در سه گونه مسیر (شبکه‌ای ،منحنی و خطی) با تحلیل‌های نحو فضا و تفسیر تناظر بررسی شود.

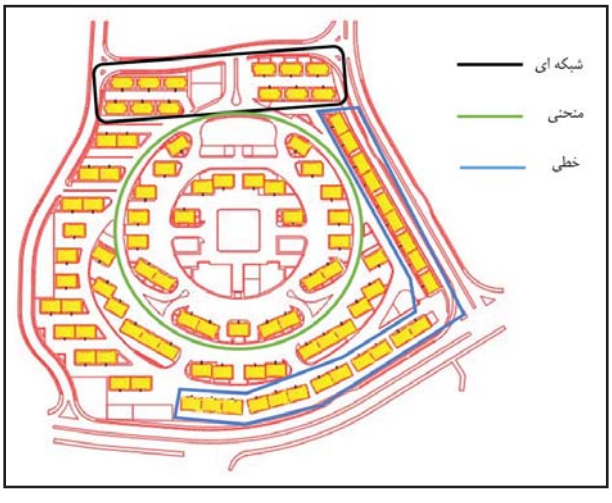
شکل و فرم مسیر در فضای باز مجتمع‌های مسکونی می‌تواند به‌صورت خطی، منحنی و شبکه‌ای باشد. بسته به چیدمان بلوک‌های

مسکونی مسیر این نوع فضاها می‌تواند ترکیبی از این سه نوع هم باشد. در شکل ۲، با توجه به نظریه نحو فضا و دیدگاه هیلیر (۱۹۸۴)، پیچیدگی و دشواری طرح شبکه‌ای در یک فضای داخلی مسکونی ارائه شده است. محور دید (VGA) و عمق افراد به علت موانع موجود در فضا (دیوارها) به‌شدت کاهش یافته است و این امر مسیریابی را دچار اختلال نموده است.



شکل ۲. تصویر ساخت نمودار مرزی (سمت چپ)، جزئیات نمای طرح نمودار مربوطه (سمت راست) اقتباس از هیلیر هانسون و پیپونیس، ۱۹۸۴

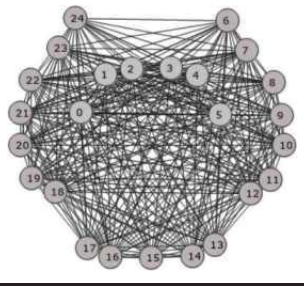
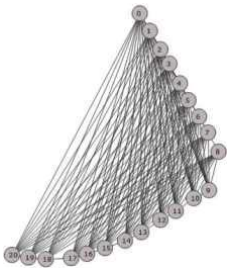
با توجه به ورودی‌های موجود در شکل ۲، ترکیبی از مسیر خطی، منحنی و شبکه‌ای ایجاد گردیده است. هرکدام از گره‌ها به‌وسیله خطوط محوری به یکدیگر مربوط هستند. این امر با وجود درهایی در اتاق‌ها میسر گشته است. بنابراین نمودار مرزی، روابط مسیرهای ساختمان موجود را نشان می‌دهد و این روابط بین واحدهای فضایی ساختمان، به‌عنوان توالی اتصال واحدها، ادراک از فضا را میسر می‌نمایند. در فضای باز مجتمع‌های مسکونی از ورودی به مجموعه تا ورود به بلوک مسکونی، گره‌ها و خطوط محوری مسیر را تعیین می‌نمایند. بر این اساس شکل ۳، نمودارهای مرزی مسیرهای خطی، منحنی و شبکه‌ای را در فضای باز مجتمع‌های مسکن مهر فاز ۳ پردیس نشان می‌دهد. در این شکل مرز مسیریابی شبکه‌ای بین مجتمع‌های مسکونی با رنگ مشکی، مسیریابی منحنی با رنگ سبز و مسیریابی خطی با رنگ آبی مشخص شده است. لازم به ذکر است که ترکیب دو یا سه نوع از مسیریابی‌های بین شده در فضای مجتمع‌ها را می‌توان یافت اما در اینجا بیشترین محدوده‌ای که مربوط به این مسیرها (شبکه‌ای، منحنی و خطی) است، نمایش داده‌شده‌اند.



شکل ۳. نمودارهای مرزی مسیرهای خطی، منحنی و شبکه‌ای در فضای باز مجتمع‌مسکن مهر فاز ۳ پردیس

جدول ۲ گراف نحوه اتصال (ارتباط) مسیریابی را در مجتمع‌های مسکونی نشان می‌دهد. یک مسئله اساسی در گردش ساختمان، مسیری خاص است که افراد در هنگام حرکت از یک فضای به فضای دیگر طی می‌کنند. بنابراین توالی اتصال واحدها مهم است.

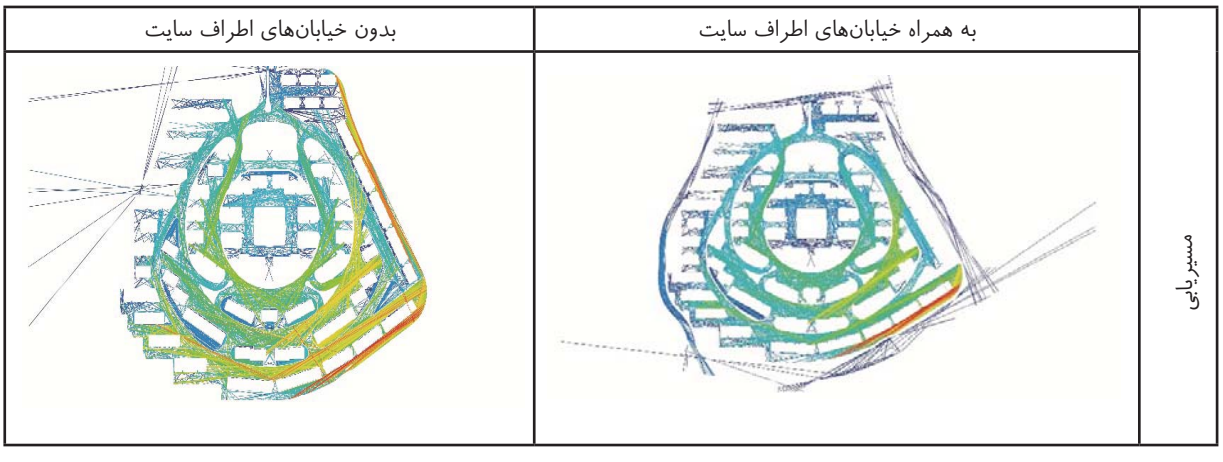
جدول ۲ . نمودار نحوه اتصال (ارتباط) مجتمع‌های مسکونی در حوزه‌های مسیریابی شبکه‌ای، منحنی و خطی

	شبکه‌ای	منحنی	خطی
گراف			

با توجه به آنچه در مورد نظریه گراف بیان گردید و تحلیل گراف‌های ترسیمی در شکل ۶، می‌توان گفت که در مسیریابی منحنی، نسبت به دیگر مسیرها، مرکزیت به سبب فرم مرکزگرای آن، قابل درک‌تر است در نتیجه مسیریابی در این نوع گردش آسان‌تر از سایر مسیرها است. هر چند می‌توان در مسیرهای شبکه‌ای و خطی نیز مرکزیت در مسیر را تعریف نمود، اما این امر در مسیر منحنی شدت بیشتری دارد.

برای بررسی این امر در نرم‌افزار Depthmap می‌توان از نمودارهای هم پیوندی کمک گرفت (شکل ۴). بر اساس مبانی نظری نحو فضا، نمودارهای هم پیوندی تأثیر همسایگی و هم‌جواری فضاها را در یک بررسی به ما نشان می‌دهد و بیان می‌دارد که فضاها چقدر باهم مأنوس‌اند، همان مطلبی که در نظریه گراف‌ها و در ترسیم و تحلیل نمودارهای گراف به دست می‌آید. اگر چنانچه نمودار هم پیوندی (RRA)، میانگین عمق (MD)، یکپارچگی (I) سایت مورد نظر را نیز در نرم‌افزار Depthmap ترسیم و تحلیل نماییم، به نتیجه متناقضی می‌رسیم.

شکل ۴. تجزیه‌وتحلیل نمودار هم پیوندی در سایت مسکن مهر فاز ۳ پردیس



از آنجا که تفسیر اجتماعی نمره استاندارد هم پیوندی (RRA) اشاره به اهمیت فضا با توجه به نوع استفاده‌کننده از فضا دارد (هیلیر و هانسون[1]، ۱۹۸۹ و زاکو[2]، ۲۰۰۵)، این شاخص نشان می‌دهد با توجه به ارزش یکپارچگی (بین ۰/۵ تا ۱)، فضاهای مربوط به مسیریابی شبکه‌ای در میان دیگر فضاهای مسیریابی بهترین رتبه را دارد. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در میان فضاهای مسیریابی، عرصه مسیریابی شبکه‌ای با دارا بودن کمترین نمره استاندارد هم پیوندی (۰/۵۹)، فضاهای یکپارچه‌تری نسبت به عرصه‌های دیگر دارد.

جدول ۳. میانگین ارزش فضایی (نمره استاندارد هم پیوندی (RRA[3])، میانگین عمق (MD[4])، یکپارچگی ((I[5]) مسیریابی شبکه‌ای، منحنی و خطی

مسیریابی	MD		RRA		I	
	همراه با خیابان‌های اطراف	بدون خیابان‌های اطراف	همراه با خیابان‌های اطراف	بدون خیابان‌های اطراف	همراه با خیابان‌های اطراف	بدون خیابان‌های اطراف
شبکه‌ای	۱/۹۴	۲/۰۲	۰/۶۹	۰/۷۸	۱/۰۸	۱/۲۶
منحنی	۲/۵۵	۲/۸۶	۰/۷۸	۰/۹۸	۱/۴۶	۱/۷۹
خطی	۲/۷۹	۳/۰۵	۱/۱۶	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۸۴

1. Hillier & Hanson, 1989
2. Zako , 2005
3. Real Relative Asymmetry
4. Intergeration
5. Integration

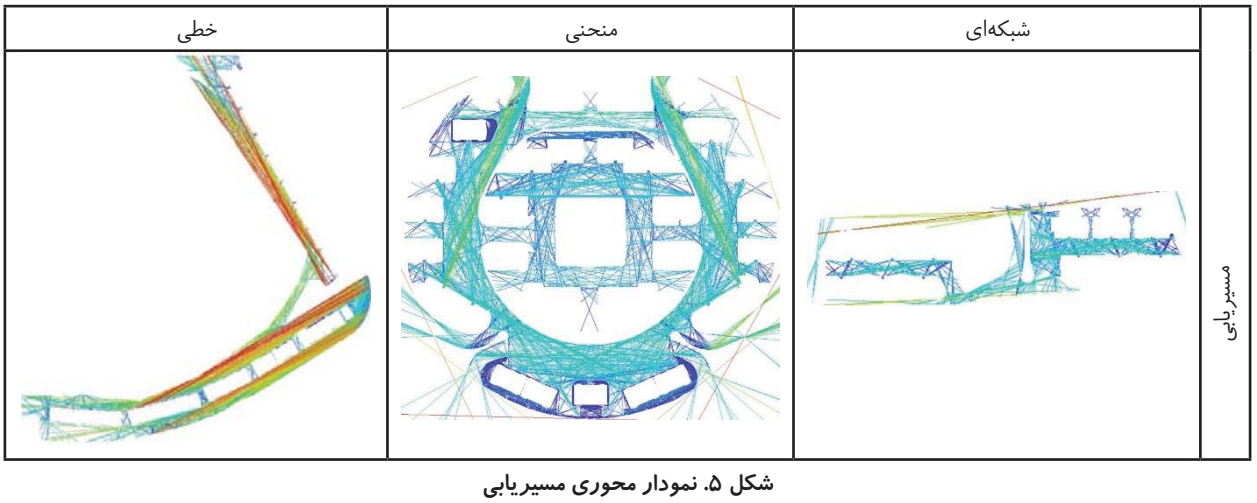
به‌منظور بررسی داده‌ها از تجزیه و تحلیل‌های محوری، جهت‌یابی، دید محوری و خوانایی در مسیریابی به‌صورت شبکه‌ای، منحنی و خطی بهره گرفته شده است. نتایج به‌دست‌آمده از نمودارهای حاصل از نرم‌افزار Depthmap با رنگ‌های نارنجی و قرمز برای نشان دادن بالاترین ارزش هر مؤلفه ارائه شده است، درحالی‌که رنگ آبی روشن و آبی تیره، پایین‌ترین ارزش هر مؤلفه را نشان می‌دهند. همچنین تأثیر وجود خیابان‌های اطراف در تحلیل مورد نظر و نبود آن‌ها، هر چند بر نتیجه به‌دست‌آمده اثری نداشت اما از نظر مقدار کمی این اعداد قابل توجه و تأمل هستند. این امر را در جدول ۳ ارائه گردیده است.

تجزیه و تحلیل و بحث یافته‌ها در رویکرد محوری[1]

مفهوم حوزه قابل رؤیت (دید محوری) سابقه‌ای طولانی در معماری، جغرافیا و همچنین ریاضیات دارد. به‌نظر می‌رسد تندی (۱۹۶۷) پدید آورنده اصطلاح حوزه قابل رؤیت بوده است. او حوزه قابل رؤیت را به‌عنوان یک روش در معماری و معماری منظر جهت ثبت میدان دید در سایت در نظر می‌گیرد که به‌حافظه و تصاویر ذهنی دریافت شده از محیط وابسته می‌باشد (تندی[2]، ۱۹۷۹) ، دیدی محوری به مجموعه نقاطی از فضا که از نقطه‌ای خاص قابل مشاهده است، گفته می‌شود (بندیکت[3]، ۱۹۷۹). هدف دید محوری، تجزیه و تحلیل سطح قابلیت دید و چگونگی دیدن و دیده شدن می‌باشد. شکل و اندازه دید محوری در هنگام حرکت در محیط‌های معماری تغییر می‌کند. این تجزیه و تحلیل بر اساس امکان راه یافتن مستقیم در تمام خطوط فضای بین بلوک‌های مسکونی می‌باشد. برای دست‌یابی به تحلیل نمودار مربوط به رویکرد محوری (شکل ۵) با توجه به روش پژوهش، مقدار عددی آن در جدول ۴ ارائه شده است. هر چقدر مقدار عدی مربوطه به مسیر بیشتر باشد، آن مسیر دارای امکان راه یافتن مستقیم بیشتری در تمام خطوط فضای بین بلوک‌های مسکونی نسبت به سایر مسیرها است.

جدول ۴. داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل محوری

مسیریابی	کمترین	میانگین	بیشترین
شبکه‌ای	۴	۱۵۰/۹۶	۷۳۸
منحنی	۳	۹۹/۴۶	۶۹۸
خطی	۶	۱۸۷/۴۶	۸۷۷



شکل ۵. نمودار محوری مسیریابی

تجزیه و تحلیل تمام خطوط، نشان دهنده ویژگی دسترسی می‌باشد. یکپارچگی بیشتر در هر محور به رنگ قرمز نشان داده شده است که کمترین میزان تغییر جهت نسبت به‌تمامی محورهای دیگر را نشان می‌دهد و پایین‌ترین یکپارچگی مربوط به رنگ آبی است. بر همین اساس مسیریابی خطی نسبت به سایر مسیریابی‌ها، دارای ارزش و رتبه بالاتری است. به عبارت دیگر بر اساس داده های جدول ۴ و تجزیه و تحلیل ارائه شده در شکل ۵، مسیر خطی بالاترین عدد (۶ - ۸۷۷) با میانگین ۱۸۷/۴۶ را نشان می‌دهد که این به مفهوم بیشترین امکان راه یافتن مستقیم در تمام خطوط فضای بین بلوک‌های مسکونی نسبت به سایر مسیرها است.

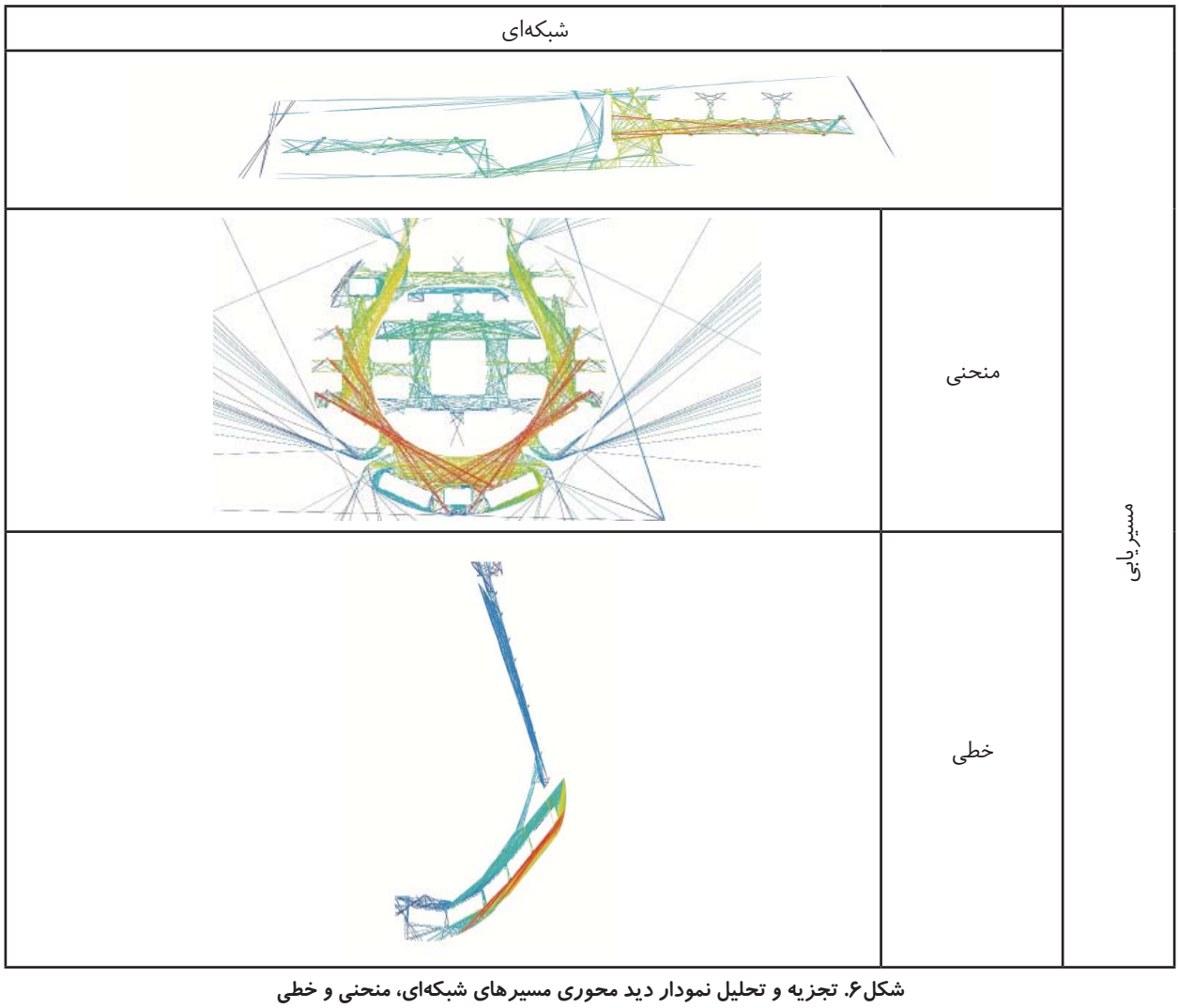
1. Axial
2. Tandy, 1979
3. Benedikt, 1979

تجزیه و تحلیل دید محوری[1]

مفهوم حوزه قابل رؤیت (دید محوری) سابقه‌ای طولانی در معماری، جغرافیا و همچنین ریاضیات دارد. به‌نظر می‌رسد تندی (۱۹۶۷) پدید آورنده اصطلاح حوزه قابل رؤیت بوده است. او حوزه قابل رؤیت را به‌عنوان یک روش در معماری و معماری منظر جهت ثبت میدان دید در سایت در نظر می‌گیرد که به حافظه و تصاویر ذهنی دریافت شده از محیط وابسته می‌باشد (تندی[2]، ۱۹۷۹)، دیدی محوری به مجموعه نقاطی از فضا که از نقطه‌ای خاص قابل مشاهده است، گفته می‌شود (بندیکت[3]، ۱۹۷۹). هدف دید محوری، تجزیه و تحلیل سطح قابلیت دید و چگونگی دیدن و دیده شدن می‌باشد. شکل و اندازه دید محوری در هنگام حرکت در محیط‌های معماری تغییر می‌کند. مقدار عددی این تحلیل در جدول ۵، بیان شده است. مقدار عددی مربوط به هر مسیر نشان دهنده گشایش فضایی و افزایش شفافیت و در نتیجه افزایش دید افراد (دید محوری) می‌باشد. هر چقدر مقدار این عدد بیشتر باشد، آن مسیر دید محوری مناسب‌تری نسبت به سایر مسیرها دارد.

جدول ۵. داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل دید محوری در مسیرهای شبکه‌ای، منحنی و خطی

مسیریابی	کمترین	میانگین	بیشترین
شبکه‌ای	۱/۴۰۵	۲/۲۷۷	۳/۳۸۰
منحنی	۱/۷۶	۳/۳۵	۴/۹۳
خطی	۲/۸۰۱	۴/۲۵۸	۸/۰۸



شکل۶. تجزیه و تحلیل نمودار دید محوری مسیرهای شبکه‌ای، منحنی و خطی

1. Axial vision
2. Tandy, 1979
3. Benedikt, 1979

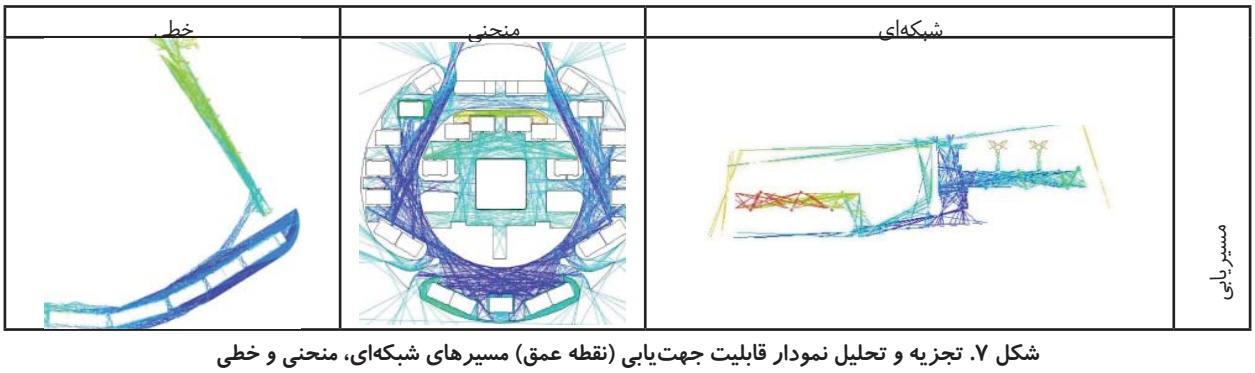
در تجزیه و تحلیل دید محوری، گشایش فضایی و افزایش شفافیت و درنتیجه افزایش دید افراد مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در این نمودار (شکل ۶) رنگ قرمز نشان دهنده افزایش دید افراد در آن فضاها می‌باشد و کمترین درجه دید به رنگ آبی نمایش داده می‌شود. بر اهمیت اساس مسیریابی خطی به سبب گسترده دید بیشتر بر اساس ساختار فرمی خاص خود، دارای ارزش و رتبه بالاتری است. به‌عبارت دیگر بر اساس داده‌های جدول ۵ و تجزیه و تحلیل نمودار مسیرها در شکل ۶، گشایش فضایی و افزایش شفافیت و در نتیجه افزایش دید افراد (دید محوری) در مسیر خطی نسبت به سایر مسیرها بیشتر است زیرا که بالاترین عدد (۸/۰۸) با میانگین ۴/۲۵۸ را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل قابلیت جهت‌یابی (نقطه عمق)[1]

تجزیه و تحلیل نقطه عمق درجه تغییر جهت از هر نقطه در فضای مورد تحلیل را به همه نقاط دیگر نشان می‌دهد. موانع، عمق توپولوژیک بین سلول‌های مختلف را افزایش می‌دهد (تارنر[2]، ۲۰۰۷). نقطه عمق کمتر نیز سبب افزایش جهت‌یابی می‌شود. با توجه به روش پژوهش، داده‌های حاصل از ترسیم نمودار جهت‌یابی (نقطه عمق) در جدول ۶ ارائه شده است. داده‌های عددی نشان‌دهنده مقدار قابلیت جهت‌یابی (نقطه عمق) مسیرها می‌باشد. هر مسیری که دارای مقدار عددی بیشتری است، این قابلیت در آن بالاتر است.

جدول ۶. داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل قابلیت جهت‌یابی (عمق نقطه) در مسیرهای شبکه‌ای، منحنی و خطی

مسیریابی	کمترین	میانگین	بیشترین
شبکه‌ای	۲/۲۲۷	۳/۶۳۰	۴/۸۳۳
منحنی	۴/۲۸	۶/۱۶۶	۸/۹۰۱
خطی	۳/۲۴۸	۴/۳۸۹	۷/۲۹۰



شکل ۷. تجزیه و تحلیل نمودار قابلیت جهت‌یابی (نقطه عمق) مسیرهای شبکه‌ای، منحنی و خطی

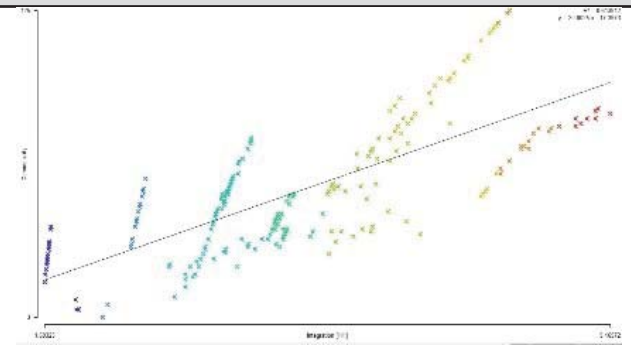
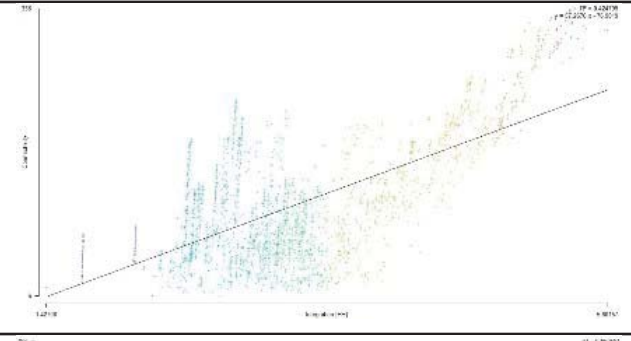
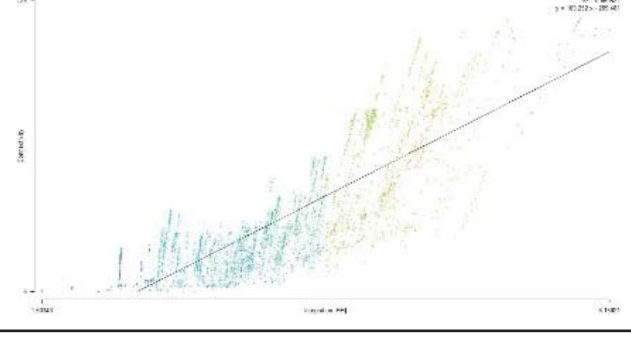
افزایش جهت‌یابی بر اساس اندازه دید عمق در فضا، نسبت معکوس دارند. همان‌طور که بیان شد، اندازه دید عمق کمتر، سبب افزایش جهت‌یابی بیشتر می‌شود و برعکس. در همین راستا و با توجه به جدول ۶ و شکل ۷، مسیریابی منحنی به سبب عمق کمتر در تغییر جهت‌گیری در فضای خود، دارای ارزش بالاتری نسبت به سایر مسیرها است. این امر به سبب تغییر جهت‌های است که نسبت به سایر مسیرها سریع‌تر انجام می‌گیرد. به عبارت دیگر، بر اساس داده‌های جدول ۶ و همچنین تجزیه و تحلیل نمودار قابلیت جهت‌یابی (نقطه عمق) مسیرها در شکل ۷، مسیر منحنی با عدد ۸/۹۰۱ و میانگین ۶/۱۶۶، دارای ارزش بالاتری در جهت‌یابی (نقطه عمق) نسبت به سایر مسیرها دارد.

خوانایی[3]

خوانایی، کیفیتی از محیط مصنوع است که توسعه و دقت نقشه‌های شناختی را تحت تأثیر قرار داده و بر مسیریابی و رفتار فضایی متعاقب آن تأثیر خواهد گذاشت (لینچ[4]، ۱۹۶۰). از هم‌نشینی دو شاخص اتصال (محور Y) و هم پیوندی (محور X) در نظریه چیدمان فضا می‌توان مفهوم خوانایی را نتیجه گرفت. در تحلیل ساختار نمودارهای خوانایی می‌توان گفت هر چه مقدار شاخص اتصال بیشتر گردد، به همان تناسب مقدار هم پیوندی فضا نیز افزایش می‌یابد. در نقاط تلاقی این دو محور با بیشترین مقدار، می‌توان بیشتری خوانایی فضا را در مسیریابی تبیین نمود.

1. Orientation (depth point/map)

2. Turner, 2007
3. Legibility
4. Lynch, 1960

مسیریابی	خوانایی	نمودار خوانایی فضایی
شبکه‌ای	R^2 = 0.613812 Y=20.8025 , X=17.3973	
منحنی	R^2 =0.424799 Y=57.2676 , X=76.9019	
خطی	R^2= 0.660521 Y=109.252 , X=289.481	

شکل ۸. داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل مقدار خوانایی در مسیرهای شبکه‌ای، منحنی و خطی

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل نمودار پراکنش خوانایی مسیرها که در شکل ۸ آمده است و همچنین ارزش عددی آن‌ها، میزان خوانایی مسیریابی خطی، نسبت به سایر مسیرها به سبب شاخص اتصال فضاهای آن و هم‌چنین هم پیوندی آن‌ها، دارای ارزش بالاتری می‌باشد.

نتیجه گیری

در بسیاری از فضاهای عمومی به‌ویژه فضاهای مسکونی که بیشترین افراد از آن استفاده می‌نمایند، عدم خوانایی مسیر با توجه به وسعت دید افراد، همواره مشکل‌زا بوده است. این امر وقتی حادتر می‌گردد که افراد در یک محیط ناآشنا و در شرایط اضطراری مانند زمان بروز حوادث قرار می‌گیرند. افراد برای کاهش اضطراب و نگرانی خود در هنگام بروز حوادث به انتخاب مسیر برای فرار یا کمک به دیگران می‌پردازند. در این پژوهش با توجه به ساختار فرمی مسیرها در فضاهای باز مسکونی، فرم خطی، منحنی و شبکه‌ای با استفاده از نرم‌افزار نحو فضا مورد بررسی قرار گرفت. این تحلیل در راستای انتخاب مسیر توسط افراد در شرایط اضطرار صورت گرفت. همچنین در بررسی شاخص‌های بصری و فیزیکی از ابزار ایزوویست و عمق متریک بهره گرفته شد. در این راستا میزان مساحت فضایی که بر اساس محدوده دید افراد مشخص‌شده جهت تعیین بهینه‌ترین مسیر به‌کاربرده شد. تکنیک نحو فضا میزان وضوح یا خوانایی مسیرها را در فضا مشخص می‌کند.

بر اساس آنچه یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد و همچنین یافته‌های سایر پژوهشگران، افزایش میزان خوانایی و شناخت فضا در طول مسیر، ادراک افراد را از فضا افزایش می‌دهد و انتخاب مسیر مناسب را آسان‌تر می‌نماید. بر این اساس وجود مؤلفه‌های مسیریابی به‌طور کلی به «سازمان‌دهی رفتار» انسان در محیط می‌انجامد که این امر سبب ارتقای ادراک افراد از محیط می‌گردد.

بسیاری از پژوهش‌ها، پیکربندی فضایی مسیر را مهم‌ترین عامل در تعیین راهکارهای مسیریابی می‌دانند. لازم به‌ذکر است که پیکربندی فضایی دریافتن مسیر بنا بر تحلیل نمودارها و با توجه به شاخص مرکزیت، نتیجه‌ای را در تعیین راهکارهای مسیریابی بیان می‌نماید. بر این اساس و بر طبق آنچه در جدول ۲ ارائه گردیده است، به‌طور روشن می‌توان در ساختار مسیریابی منحنی، مرکزیت را به شکلی مشخص نسبت به سایر مسیرها (شبکه‌ای و خطی) ادراک و تعریف نمود، پس از آن می‌توان به مسیریابی خطی و در نهایت مسیریابی شبکه‌ای اشاره کرد.

همان‌طور که در جدول ۴ و۵ و همچنین شکل ۵ و ۶ آمده است، مسیریابی خطی به سبب امکان راه یافتن مستقیم در تمام خطوط فضای مسیر، دارای بیشترین تأثیر دریافتن مسیرهای محوری است. همچنین در جدول ۵ و شکل ۶ که اساس آن بر نمودار دید محوری استوار است، باز هم مسیریابی خطی بهترین نوع مسیریابی دریافتن راه است. از دیدگاه تحلیل نمودارهای قابلیت جهت‌یابی (نقطه عمق)، مسیریابی منحنی نسبت به سایر مسیرها، مؤثرتر و با بازدهی بهتر می‌باشد. از نظر خوانایی مسیر، مسیریابی خطی مؤثرترین نوع مسیریابی می‌باشد، به دلیل آنکه درجه اتصال و هم پیوندی فضا در این مسیر با توجه به تحلیل نمودارها بیشتر است. به‌عبارت دیگر به سبب درجه بیشتری که اتصال و هم پیوندی در این نوع مسیریابی نسبت به سایر مسیرها دارد، دارای خوانایی فضایی بیشتری می‌باشد. در شکل ۸، پیکربندی فضایی مسیریابی به‌طور کلی بیان شده است؛ به‌طوری‌که در یک مرحله بر اساس وجود خیابان‌های اطراف سایت و در مرحله بعدی بدون در نظر گرفتن آن‌ها، این تحلیل صورت گرفته است. همان‌طور که در نتایج این تحلیل دیده می‌شود، وجود خیابان‌های اطراف سایت در افزایش خوانایی مسیر کمک شایانی می‌نماید. این امر جذابیت بصری بیشتری را به همراه دارد. یکی از دلایل این امر ممکن است تفاوت در ترجیحات بصری فردی یا گروهی افراد در انتخاب مسیر باشد. لازم به ذکر است که چنین تحلیل‌هایی فقط می‌تواند پیچیدگی فضایی مورد انتظار و دشواری مسیریابی پیش‌بینی شده را فراهم کند.

در نهایت اینکه مسیریابی خطی از نظر پیچیدگی فضایی، ساده‌ترین نوع مسیر می‌باشد. مسیریابی خطی بر اساس یک محور مستقیم ساده و کاملاً واضح شکل گرفته است. حرکت در این طرح در امتداد بلوک‌های مسکونی از نقطه‌ای به نقطه دیگر رخ می‌دهد و بر همین اساس آرایش فضایی آن، پیچیدگی فضایی‌اش را به حداقل می‌رساند. این نتیجه منطبق بر مبانی نظری نحو فضا می‌باشد که در آن آرایش فضایی خطی به‌عنوان طولانی‌ترین خط دید محسوب می‌شود که احساس راحتی افراد را دریافتن و خوانایی مسیر به دنبال دارد. پاسخ به این سؤال که کدام‌یک از انواع مسیریابی را می‌توان دشوارترین مسیر از نظر دید محوری و خوانایی فضا تعیین نمود، با توجه به تجزیه‌وتحلیل نتایج حاصل از نمودارهای محوری، جهت‌یابی، دید محوری و خوانایی، می‌توان گفت مسیریابی شبکه‌ای به سبب خوانایی کمتر نسبت به سایر مسیرها، قابلیت دید و عمق کمتری دارد و به همین سبب دشوارترین مسیر جهت مسیریابی افراد در فضا می‌باشد. هرچند مسیریابی منحنی نیز در برخی از تحلیل‌ها دارای رتبه کمتری از مسیریابی شبکه‌ای است، اما با توجه به خوانایی بیشتر آن نسبت به مسیریابی منحنی در رتبه دوم دسته‌بندی مسیرها قرار می‌گیرد. به‌بیان دیگر، طرح مسیریابی مبتنی بر شبکه به سبب داشتن ساختاری شبیه درخت، سلسله مراتبی است که از نظر تئوری می‌تواند حرکت در مسیر را به خاطر مکث و کاهش سرعت، دشوار نماید، پس می‌توان گفت که این مسیریابی دارای تغییرات و جهت‌گیری‌های زیادی است و این می‌تواند منبعی از خطاهای یافتن راه باشد. مسیریابی منحنی به سبب اینکه چرخش مداوم ایجاد می‌کند و دارای سلسله مراتب فضایی ساده‌تر نسبت به مسیریابی شبکه‌ای می‌باشد، می‌تواند باعث افزایش خوانایی مسیر گردد که این امر دریافتن مسیر به افراد کمک مؤثری می‌نماید. به‌بیان دیگر سازمان ساده‌تر مسیریابی منحنی نسبت به مسیریابی شبکه‌ای، به‌راحتی قابل ارزیابی است و این به پیدا کردن راه

آسان‌تر کمک می‌نماید. در بسیاری از فضاهای عمومی به‌ویژه فضاهای مسکونی که بیشتر افراد از آن استفاده می‌نمایند، عدم خوانایی مسیر با توجه به وسعت دید افراد، همواره مشکل بوده است. این امر وقتی شدیدتر می‌گردد که یک فرد در یک محیط ناآشنا قرار می‌گیرد. مسیریابی، جهت‌یابی، دسترسی، دید مورد نیاز افراد و خوانایی محیط که متأثر از پیکربندی این مکان‌ها بوده، ساختارهایی به‌صورت شبکه‌ای، منحنی و خطی را به دست می‌دهد.

با توجه به ماهیت کاربردی پژوهش، زمینه‌های زیر جهت پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود:

- بررسی و تحلیل مسیریابی خطی، شبکه‌ای و منحنی در فضاهای عمومی مانند بیمارستان‌ها، موزه‌ها، کتابخانه‌ها و ... در هنگام بروز حوادث و شرایط اضطراری.
- تبیین ارتباط میان شاخص‌های نحو فضا و انتخاب افراد در هنگام بروز حوادث و شرایط اضطراری.
- چگونگی کاهش اضطراب و نگرانی افراد در انتخاب مسیر بهینه در شرایط اضطرار بر اساس ساختار فرمی مسیرها.
- مدنظر قرار دادن شرایط سنی افراد در هنگام بروز حوادث بر اساس خوانایی مسیر در انتخاب مسیر بهینه برای فرار یا کمک به دیگران.
- تعیین چگونگی مسیریابی افراد در فضای داخلی مجتمع‌های مسکونی در شرایط اضطرار.

منابع

- پیوسته گر، یعقوب و حیدری، علی‌اکبر و کیایی، مریم و کیایی، مهدخت (۱۳۹۵). تحلیل فرایند راه‌یابی با استفاده از نحو فضا در موزه هنرهای معاصر، هویات شهر، دوره ۱۱، شماره ۲ - شماره مسلسل ۳۰، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۴۳-۵۲. بازیابی از
: https://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_10928.html?lang=en
- خامه، معصومه و اعتصام، ایرج و شاه‌چراغی، آزاده (۲۰۱۶). تحلیل فرایندهای تشخیص و مسیریابی کارآمد در شهرهای گذشته ایران. باغ نظر. ۶۷-۸۲. بازیابی از:https://doi.org/10.1155/2018/9087269
- دهقان، نرگس (۱۳۹۷). راهبردهای مسیریابی در معماری داخلی، مطالعه موردی: کتابخانه ملی ایران. مجله معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، شماره ۲۵. بازیابی از:
http://www.armanshahrjournal.com/article_85068.html?lang=
- رحمتی گواری، رامیصا و منصوره طاهباز و هادی قدوسی فر و فاطمه زارع میرک آباد (۱۳۹۸). معیارهای مرکزیت برای تحلیل آرایش عملکردی فضا. مجله معماری و شهرسازی ایران، صص ۱۷۳-۱۵۹. بازیابی از:
https://www.isau.ir/article_97236.html?lang=en
- کریمی مشاور، مهرداد و آرش حسینی علمداری و محمد آزاد احمدی (۱۳۹۴). بررسی تطبیقی نمونه‌های بافت شهری سنندج با استفاده از تحلیل ایزویست و تحلیل گراف، مطالعات شهری، شماره ۱۳، زمستان ۱۳۹۳. بازیابی از:
https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=268351
- شرکت عمران شهر جدید پردیس. بازیابی از:
https://pardis.ntdc.ir/

- Abu-Obeid, Natheer. (1998). Abstract and Scenographic Imagery: The Effect of Environmental Form on Wayfinding. Journal of Environmental Psychology, 18. 159-173. Retrieved from: https://doi.org/10.1006/jevp.1998.0082
- Arthur, Paul & Passini, Romedi. (1992). Wayfinding-people, Signs, and Architecture. New York: McGraw-Hill. 1-238.
- Benedikt, Michael. (1979). To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 6(1), 47-65. Retrieved from: https://doi.org/10.1068/b060047
- Carmona, Matthew . (2006). Public places, urban spaces: the dimensions of urban design. Architecural Press. 1-408.
- Chai, Xiaoqian J & Jacobs, Lucia F (2009). Sex differences in directional cue use in a virtual landscape. Behavioral Neuroscience, 123(2), 276-283. Retrieved from: https://doi.org/10.1037/a0014722
- Darken, Rudolph P & Peterson, Barry (2002). Spatial Orientation, Wayfinding, and Representation. In K. M. Stanney (Ed.), Human Factors and Ergonomics. Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. 493–518. Retrieved from: https://psycnet.apa.org/record/2002-00153-024
- Dawson, Peter C (2003). Analysing the Effects of Spatial Configuration on Human Movement and Social Interaction in Canadian Arctic Communities. In 4th International Space Syntax Symposium. 1, 1-37. Retrieved from: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.196.2051&rep=rep1&type=pdf
- Downs, Roger M & Stea, David (1973). Cognitive maps and spatial behavior: process and products. In R. M. Downs &D. Stea (Eds.), Image and environment: cognitive mapping and spatial behavior. Aldine Publishing Company. Chicago. 312-317. Retrieved from: https://doi.org/10.1080/00690805.1976.10437937
- Faria, A. Paula, Neto de & Krafta, Romulo C (2003). Representing urban cognitive structure through spatial differentiation. 4th International Space Syntax Symposium. London. 06.1-06.34. Retrieved from: https://www.semanticscholar.org/paper/Representing-urban-cognitive-structure-through-Paula-Faria/0f39696d4b0965761720419571754ee8c0e0b8ee
- Golledge, R & Ruggles, Amy J. & Pellegrino, J. & Gale, N (1995). Integrating route knowledge in an unfamiliar neighborhood: Along and across route experiments. Journal of Environmental Psychology. 13(4). 293–307. Retrieved from: https://www.semanticscholar.org/paper/Integrating-

Environmental Psychology. Volume 50, June 2017. 51-59. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.12.006
- Pani, J. R., & Dupree, D (1994). Spatial reference systems in the comprehension of rotational motion. Perception 23. 929–946. Retrieved from: https://doi.org/10.1068/p230929
- Passini, Romedi & Pigot, Helene & Rainville, Constant & Tétreault, Marie-Hélène (2000). Wayfinding in a Nursing Home for Advanced Dementia of the Alzheimer's Type. Environment and Behavior, 32(5), 684-710. Retrieved from: https://doi.org/10.1177/00139160021972748
- Peponis, John & Zimring, Craig & Choi, Yoon Kyung (1990). Finding the Building in Wayfinding. Environment and Behavior, 22, 555-590. Retrieved from: https://doi.org/10.1177/0013916590225001
- Philbeck, John. W & Sargent, Jesse (2013). Perception of spatial relations during self-motion. In G. Waller & L. Nadel (Eds.), Handbook of spatial cognition. Washington: American Psychological Association. 99-115. Retrieved from: https://doi.org/10.1037/13936-006
- Pramanik, Adetania (2006). The use of a virtual environment as a method of wayfinding research in architecture.Texas Tech University PhD thesis. 1-88. Retrieved from: https://ttu-ir.tdl.org/handle/2346/13225
- Skorupka, Aga (2009). Comparing human wayfinding behavior in real and virtual environment. Proceedings of the 7th international space syntax symposium (ref 104). Stockholm: KTH Royal Institute of Technology. 104.1-104.7.
- Tandy, C.R.V (1967). The Isovist Method of Landscape Survey. (Murray, A.C., Ed.), Methods of Landscape Analysis, Vol. October, Landscape Research Group, London, 9-10.
- Thinus-Blanc, Catherine & Gaunet, Florence (1997). Representation of space in blind persons: Vision as a spatial sense? .Psychological Bulletin. Volume 121. 20–42.
- Turner, Alasdair (2007). UCL Depthmap 7: From Isovist Analysis to Generic Spatial Network Analysis. New Developments in Space Syntax Software, Istanbul Technical University, 43-51.
- Werner, Steffen & Schindler, Laura E (2004). The Role of Spatial Reference Frames in Architecture: Misalignment Impairs Way-Finding Performance. Environment and Behavior. 36(4). 461-482. Retrieved from: https://doi.org/10.1177/0013916503254829
- Wineman, Jean .D & Peponis, John (2010). Constructing Spatial Meaning: Spatial Affordances in Museum Design. Environment and Behavior. Volume 42(1). 86-109. Retrieved from: https://doi.org/10.1177/0013916509335534
- Yang, Ying & Merrill, Edward C & Robinson, Trent & Wang, Qi (2018). The Impasct of Moving Entities on Wayfinding Performance. Journal of Environmental Psychology. Volume 56. April 2018. 20-29. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2018.02.003
- Zako, R (2005). The Power of the Veil: Gender Inequality in the Domes-tic Setting of Traditional Courtyard Houses. In: Courtyard Housing: Past, Present and Future, Edward, B., M. Sibley, M. Hakmi and P. Land (Eds). Taylor and Francis Group, London, ISBN: 10: 0415262720. 65-70.
route-knowledge-in-an-unfamiliar-Along-Golledge-Ruggles/ad00c8a309965c084bf07598f74b9b2ccb29d8c9
- Hillier, Bill & Hanson, Julienne (1989). The Social Logic of Space. 1st Edn. Cambridge University Press. Cambridge. 1-292
- Hillier, Bill (2003). The architectures of seeing and going: or, are cities shaped by bodies or minds? and is there a syntax of spatial cognition?. 4th International Space Syntax Symposium. London 2003. 06.1-06.34. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/32885612_The_architectures_of_seeing_and_goingor_are_cities_shaped_by_bodies_or_minds_And_is_there_a_syntax_ofspatial_cognition
- Hund, Alycia M & Gill, Devin M (2014). What constitutes effective wayfinding directions: The interactive role of descriptive cues and memory demands. Journal of Environmental Psychology. Volume 38. 217–224. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.jensvp.2014.02.006
- Koseoglu, Emine & Erinsel Onder, Deniz (2011). Subjective and Objective Dimensions of Spatial Legibility. Paper Presented at the Procedia_Social and Behavior Sciences Besiktas, Istanbul, Turkey. 1191 – 1195. Retrieved from: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811020568
- Krukar, Jakub & Joy Anacta, Vanessa & Schwering, Angela (2020). The effect of orientation instructions on the recall and reuse of route and survey elements in wayfinding descriptions. Journal of Environmental Psychology. Volume 68. 1-17. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101407
- Lawton, Carol A & Kallai, János (2002). Gender Differences in Wayfinding Strategies and Anxiety about Wayfinding: A Cross-Cultural Comparison. Sex Roles, Volume 47. 389-401. Retrieved from: https://doi.org/10.1023/A:1021668724970
- Li, Hengshan & Thrash, Tyler, Hölscher, Christoph & Schinazi, Victor R (2019). The effect of crowdedness on human wayfinding and locomotion in a multilevel virtual shopping mall. Journal of Environmental Psychology. Volume 65. 1-9. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101320
- Lynch, Kevin (1960). The Image of the City. MIT Press. Cambridge. MA. 1-103.
- Montello, Daniel R (2016). Behavioral methods for spatial cognition research. Research methods for environmental psychology. 161–181.
- Natapov, Asya & Kuliga, Saskia & Dalton, Ruth & Holscher, Christoph (2015). Building Circulation Typology and Space Syntax Predictive Measures. The 10th Space Syntax Symposium .(SSS10). London. 1–30. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/281839434_Building_circulation_typology_and_Space_Syntax_predictive_measures
- Nourian, Pirouz (2016). Configraphic: Graph theoretical methods for design and analysis of spatial configurations. PhD Dissertation. Delft University of Technology. 1-348. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/309668036_Configraphics_Graph_Theoretical_Methods_for_Design_and_Analysis_of_Spatial_Configurations
- Ohtsu, Kayoko (2017). Spatial learning by egocentric updating during wayfinding in a real middle-scale environment: Effects of differences in route planning and following. Journal of