

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:  
Impact of Mental Components on the Analysis of Space Syntax Using a Weighted Graph  
(Case Study: Iranian Artists' House-Tehran)  
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

مقاله پژوهشی

## تأثیر مؤلفه‌های ذهنی بر آنالیز نحو فضا با بهره‌گیری از گراف وزن دار (نمونه‌موردی: خانه هنرمندان تهران)\*

محمد فرشیدی<sup>۱</sup>، سیدامیر منصوری<sup>۲\*</sup>، شروین میرشاهزاده<sup>۳</sup>

۱. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه معماری منظر، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران.
۳. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۲

### چکیده

**بیان مسئله:** روش نحو فضای معماری به‌عنوان یکی از سامانه‌های منطقی پژوهش در دهه اخیر بسیار توسعه یافته است ولی با تمام مزایای آن نقدهای جدی نیز به آن وارد می‌شود. یکی از این نقدها کم‌توجهی به ویژگی‌های فردی و ذهنی محیط مصنوع و تمامیت وجودی انسان در فضا و قراردادن پیکره‌بندی فضا به‌عنوان اساس تحلیل الگوهای رفتاری است. سؤال اصلی پژوهش این است که چگونه می‌توان اثر چنین ویژگی‌هایی از فضا را همزمان با پیکره‌بندی فضا مورد بررسی قرار داد؟ در این مقاله فرض بر این است که با استفاده از گراف وزن دار به جای گراف ساده ارزش منحصر به فرد هر فضا تعیین می‌شود و نتایج حاصل دقیق‌تر و قابل استنادتر هستند.

**هدف پژوهش:** هدف این مقاله، در نظر گرفتن تأثیر مؤلفه‌های ذهنی فضا در کنار پیکره‌بندی فضا بر حرکت و در نتیجه رفتار انسان در یک بنای معماری است. این تحلیل همزمان از وزن مؤلفه‌های ذهنی و آنالیز نحو فضا می‌تواند بخشی از نواقص روش فعلی در تحلیل‌های نحو فضا را برطرف سازد.

**روش پژوهش:** تحلیل‌های این مقاله به دو روش کیفی و کمی صورت گرفته است. تحلیل هم‌پیوندی و تحلیل Agent-based به‌عنوان دو پارامتر مرتبط با موضوع مقاله به دو روش سازمان فضایی، خانه هنرمندان را بررسی کرده است. نخست به روش رایج و با بهره‌گیری از گراف ساده به وسیله نرم‌افزار «Depthmap» محاسبه شده و در روش دوم وزن مؤلفه‌های ذهنی به روش «AHP» تعیین شده و در محاسبات نحو فضا لحاظ شده است. در انتها به روش «دروازه شمارش» قابلیت استناد به نتایج قیاس شده است.

**نتیجه‌گیری:** مقایسه دو روش ذکر شده نشان می‌دهد نتایج به دست آمده به وسیله گراف وزن دار توانسته است به صورت دقیق‌تری با جریان‌های حرکت در فضای خانه هنرمندان تطبیق داشته باشد.

**واژگان کلیدی:** نحو فضا، حرکت طبیعی، گراف وزن دار، هم‌پیوندی.

### مقدمه

معماری و شهرسازی در سال‌های اخیر، نقاط مشترک فراوانی با سایر علوم پیدا کرده است. روانشناسی، جامعه‌شناسی، محیط‌زیست یا ریاضیات. تلفیق علوم همه در این جهت گام برمی‌دارند که فضای انسان ساخت را به محیطی بهینه برای زیست انسان تبدیل کنند. رایانه نیز در این عصر به مدد محققین آمده و سامانه‌های منطقی در معماری و شهرسازی نیز گسترش یافته‌اند. یکی از این سامانه‌های منطقی که در «مدرسه معماری بارتلت دانشگاه UCL» بنیانگذاری و توسعه یافته است، نظریه نحو فضا<sup>۱</sup> است. بیل هیلیر<sup>۲</sup> به‌عنوان تئورسین اصلی این نظریه، از علم

معماری و شهرسازی در سال‌های اخیر، نقاط مشترک فراوانی با سایر علوم پیدا کرده است. روانشناسی، جامعه‌شناسی، محیط‌زیست یا ریاضیات. تلفیق علوم همه در این جهت گام برمی‌دارند که فضای انسان ساخت را به محیطی بهینه برای زیست انسان تبدیل کنند. رایانه نیز در این عصر به مدد محققین آمده و سامانه‌های منطقی در معماری و شهرسازی نیز گسترش یافته‌اند. یکی از این سامانه‌های منطقی که در «مدرسه معماری بارتلت دانشگاه UCL» بنیانگذاری و توسعه یافته است، نظریه نحو فضا<sup>۱</sup> است. بیل هیلیر<sup>۲</sup> به‌عنوان تئورسین اصلی این نظریه، از علم

\*شروین میرشاهزاده «در دانشکده معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز در حال انجام است. نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۳۴۲۹۸۶ amansoor@ut.ac.ir»

\*این مقاله برگرفته از رساله دکتری محمد فرشیدی با عنوان «تأثیر مؤلفه‌های ذهنی بر نظریه نحو فضا در چارچوب ماهیت توپولوژیک فضا» است که به راهنمایی دکتر «سیدامیر منصوری» و مشاوره دکتر

همهٔ حواس مخاطب اثر گذارند و توسط ذهن مخاطب از فضا قابل درک و تجربه هستند نیز در کنار آنالیزهای نحو فضا و توأمان بررسی کرد؟ و در صورت اضافه کردن این ویژگی‌ها، چه تغییری در تحلیل‌های نهایی از فضا صورت خواهد گرفت؟ در تحلیل‌های کنونی نحو فضا، همهٔ فضاها به صورت هم‌وزن در نظر گرفته می‌شوند و صرفاً ارتباط فضاها، اهمیت هر بخش را در کل مجموعه مشخص می‌کند. حال آن‌که به نظر می‌رسد با اضافه کردن ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر فضا، دیگر واحدهای فضایی هم‌وزن نبوده و هر یک دارای وزن منحصربه‌فرد خواهند بود که در این صورت با ایجاد مدل محاسباتی جدید، می‌توان به دقت خروجی این نظریه که مبنای تحلیل‌های آتی است به میزان قابل توجهی افزود. همچنین فرض بر این است که تحلیل‌های مبتنی بر گراف وزن دار می‌توانند ارتباط معنادار و مستقیم‌تری با حرکت طبیعی<sup>۳</sup> استفاده‌کنندگان از فضا برقرار نمایند.

### روش تحقیق

پژوهش حاضر سعی در آن دارد که با دخالت عوامل ذهنی در محاسبات نحو فضا به نتایج قابل‌استنادتری دست پیدا کند. از این رو از هر دو روش کیفی و کمی در انجام این پژوهش استفاده شده است. از آنجا که بنابر نظریات نحو فضا پیکره‌بندی مهم‌ترین عامل حرکت در فضاست، مؤلفه هم‌پیوندی در این پژوهش در کنار تحلیل براساس عامل حرکت (agent-based analysis) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از این رو این پژوهش در بررسی وزن‌دهی به فضاها، عوامل ذهنی را مورد بررسی قرار می‌دهد که در ایجاد عامل حرکت مؤثر باشند. وزن‌دهی مورد نظر با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله‌مراتبی صورت پذیرفته است. با توجه به نیاز به مقایسهٔ زوجی فضاها با یکدیگر براساس معیارهای تعیین‌شده و همچنین تسلط نظری به اصطلاحات تخصصی به کار برده شده در پرسشنامه، جامعه آماری مورد نظر برای این تحقیق از میان نخبگان دانشگاهی با حداقل مدرک دکتری انتخاب شد. در این مرحله و با توجه به ادبیات تحقیق ۱۴ معیار که بر حرکت عابر در فضای معماری اثر گذارند و با استناد به ویژگی‌های فردی و منحصربه‌فرد هر فضا قابل تشخیص هستند انتخاب شد. این ۱۴ معیار شامل: خوانایی فضا، انعطاف‌پذیری، تضاد، درجهٔ محصوریت، مقیاس، نفوذپذیری، تنوع بصری و ریتم، امکان تشخیص، وضوح و نمایانی، نور، صدا، بافت و متریال، مبلمان و فاصله هستند. به منظور بهینه‌سازی حجم پرسشنامه و در جهت رسیدن به هدف پژوهش، از میان ۱۴ معیار عنوان شده، ۵ معیار خوانایی، انعطاف‌پذیری، نفوذپذیری، محصوریت و نور که از نظر کارشناسان اثرگذاری بیشتری در شکل‌گیری

ریاضیات و مشخصاً نظریهٔ گراف در جهت شناخت منطق‌های اجتماعی فضا بهره برده است. نحو فضا تلاش می‌کند تا از تحلیل روابط میان فضاها، فارغ از ویژگی‌های فردی آن‌ها به الگوهایی دست پیدا کند که دلیل وقوع رویدادهای فردی و جمعی در هر فضا را توجیه می‌کنند. استفادهٔ فراوان از این نظریه در بازهٔ وسیعی از مطالعات معماری و شهرسازی همچون طراحی معماری، ریخت‌شناسی معماری، تکامل تاریخی معماری، تحلیل فضایی، رفتارشناسی، شناخت فضایی و آنالیزهای توسعهٔ شهری توانسته است نحو فضا را به موضوعی فراگیر در پژوهش‌های معماری تبدیل کند. (همدانی گلشن، بهزادفر و مطلبی، ۱۳۹۴، ۶۴). هر چند هیلیر و همکارانش توانسته‌اند با در دسترس قرار دادن منابع علمی و برگزاری سمپوزیوم‌های دوسالانه به خوبی مبنای فکری خود را در محافل علمی جهان منتشر کنند و از این رو توسعهٔ این نظریه در سال‌های اخیر نیز با سرعت بالایی در حال روی دادن است، اما کماکان منتقدین ایرادات اساسی به این نظریه وارد می‌دانند. بنابر نظریهٔ نحو فضا ارتباط بین فعالیت و فضا بیش از ویژگی‌های انفرادی هر فضا در رابطهٔ میان فضاها یا همان پیکره‌بندی فضایی و همچنین در ارتباطات بین مخاطبین و تعاملات اجتماعی قابل درک و تعریف است (ریسمانچیان و بل، ۱۳۸۹). هیلیر نشان می‌دهد قبل از هر خصیصهٔ دیگر از فضا مانند فرم، شکل، رنگ، بافت و غیره که خصیصه‌های فردی هر فضا هستند، آنچه بر روی نحوهٔ تجربه کردن یک محیط مصنوع تأثیر می‌گذارد، نحوهٔ ارتباط بین فضاها با یکدیگر است که از آن به عنوان پیکره‌بندی فضایی یاد می‌شود (Hillier, 2007). این رویکرد مبتنی بر دیدن و حرکت مخاطب در فضاست. از سوی دیگر نظریه پردازانی دیگر توجه به یک حس برای تجربه و درک فضا را مردود می‌دانند. از جمله مرلوپونتی بحث می‌کند که نمی‌توانیم فضا را به مثابه چیزی خارجی و مجزا از تن در نظر بگیریم، فضا و تن یکدیگر را بازتعریف می‌کنند و در پروسهٔ ادراک کردن با یکدیگر متحد می‌شوند، از این رو ادراک به مثابهٔ محاوره‌ای است میان سوژهٔ تن یافته و عالمش (پیراوی و نک، ۱۳۸۹، ۱۰۱). به همین منوال که ما نمی‌توانیم ادراک فضایی مخاطب را از فضا منفک کنیم، نمی‌توانیم تجربهٔ فضایی را به حواس مجزا تقسیم کنیم، زیرا حواس با یکدیگر درهم تافته‌اند. این که ادراک مؤلفه‌های ذهنی که جزء ویژگی‌های فردی هر فضاست چگونه شکل می‌گیرد موضوع این مقاله نیست، بلکه با فرض این مطلب که هر مؤلفه‌ای که در فرایند ادراک ما دخیل می‌شود، تأثیری کم یا بیش بر الگوهای رفتاری و حرکتی می‌گذارد، به بررسی این موضوع خواهد پرداخت که چگونه می‌توان علاوه بر ویژگی‌های پیکره‌بندی فضا، ویژگی‌های فردی هر فضا که بر

شیوه‌های محاسباتی توپولوژیک توسط وی و همکارانش در دهه ۷۰ منجر به ارائه نظریه‌ی نحو فضا شد. در سال ۱۹۸۴ هیلیر و هانسون کتاب «منطق اجتماعی فضا»<sup>۵</sup> را منتشر کرده‌اند که نظریه‌ی نحوی برای سازماندهی فضا در ساختمان‌ها و مسکن را مشخص کرده‌اند. در این کتاب آن‌ها استدلال می‌کنند که ساختمان، شهرها و شهرستان‌ها، ویژگی‌های فضایی خاصی دارند که به نقش‌های جامعه‌شناسی ترجمه شده است. کیم و پن (Kim & Pen, 2004) در پژوهشی بر روی «باغ هامپستید» با بهره‌گیری از پرسشنامه، کروکی و روش نحو فضا به مطالعه‌ی رابطه‌ی پیکره‌بندی و شناخت و رفتار در فضا پرداخته شده است. لی و همکاران (Lay, Reis, Dreux, Becker & Ambrosini, 2005) نیز در مطالعه‌ی پیرامون پیکره‌بندی فضایی و رفتار فضایی بیان کرده‌اند که می‌توان نقش پیکره‌بندی فضایی را با شناخت و تجربه‌ی فضایی ترکیب کرد.

رابطه‌ی میان فضای معماری و جامعه در دوره‌ی معاصر مورد توجه نظریه‌پردازانی چون گیدنز، لوفور، گروتز، مرلوپونتی و ... نیز بوده است. مگدا موریدو (Mavridou, 2003) در رساله‌ی باعنوان «بررسی رابطه‌ی فضا و جامعه» براساس نظریات گیدنز، لوفور و نظریه‌ی نحو فضا به بررسی رابطه‌ی فضا و جامعه از منظر جامعه‌شناسی و معماری و براساس «نظریه‌ی ساختاری گیدنز»، «نظریه‌ی تولید فضای لوفور» و «نظریه‌ی نحو فضا» می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که این سه نظریه اگرچه هر یک رابطه‌ی فضا و جامعه را به‌طور مجزا و به شیوه‌های متفاوت کنکاش کرده‌اند، تنها پتانسیل ایجاد ارتباط بین مباحث جامعه‌شناسی و مفاهیم فضایی با محیط را به بحث گذاشته‌اند که باعث می‌شود رابطه‌ی فضا و جامعه مؤلفه‌ی اصلی طراحی محیط قلمداد شود (رشیدزاده، طهماسبی و حبیبی، ۱۳۹۸). دیده‌بان، پوردیهیمی و ریسمانچیان (۱۳۹۲) در پژوهشی در محلات دزفول با تعریف شناخت فضایی به‌مثابه فرایند درک و فهم انسان از فضای جغرافیایی بیان می‌کنند که برای فهم و تبیین توأمان پیکره‌بندی فضایی و شناخت فضایی محیط مصنوع باید به‌دنبال روش مناسبی بود که ویژگی‌های هر دو وجه با اهمیت محیطی را پاسخگو باشد. به‌منظور کمی‌کردن و فهم ملموس‌تر پیکره‌بندی فضایی، روش‌های مختلف آنالیز محیط‌های مصنوع وجود دارد که بیشترین آن‌ها به وجوه بصری و فیزیکی، فواصل متریک و وجوه هندسی پیکره‌بندی متکی هستند. این روش‌ها عمدتاً در ملاحظه‌ی رابطه‌ی «پیکره‌بندی فضایی - رفتار اجتماعی» ناتوان هستند (Mohareb, 2009). همدانی گلشن، بهزادفر و مطلبی (۱۳۹۹) نیز در پژوهشی با بهره‌گیری از نظریه‌ی قرارگاه‌های رفتاری راجر بارکر و برداشت داده‌های رفتاری دو محله در تهران سعی در برطرف کردن کاستی‌های

الگوی حرکتی عابرین در فضای خانه‌ی هنرمندان داشته به‌عنوان ملاک بررسی انتخاب شدند. پس از تعیین وزن هر معیار به‌طور جداگانه، این معیارها به‌صورت زوجی درمیان ۲۲ ریزفضای بنای خانه‌ی هنرمندان توسط کارشناسان موردقیاس قرار گرفتند تا وزن کلی معیارها در هر فضا تعیین شود. بدین‌منظور در پرسشنامه طراحی‌شده میزان ارجحیت هر معیار درمیان فضاها دوبه‌دو مورد سؤال قرار گرفت. میزان ارجحیت در پرسشنامه AHP در بازه‌ی صفر تا ۹ در نظر گرفته شد که در آن صفر ارجحیت برابر و ۹ حداکثر ارجحیت را داراست. سپس براساس وزن به‌دست‌آمده و منحصربه‌فرد هر فضا گراف وزن‌دار ترسیم شده و خروجی آن با مقادیر روش رایج سنجیده شد.

سنجش میدانی دو شیوه‌ی محاسباتی با بهره‌گیری از روش دروازه‌ی شمارش<sup>۶</sup> انجام شده است. از دروازه‌ی شمارش برای تعیین جریان حرکت افراد در مکان‌های نمونه برداری شده در داخل یک فضای شهری یا معماری در طول یک روز برای مقایسه ارقام هم‌پیوندی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Grajewski, 1992) در این روش باید تلاش شود تا طیفی از فضاهای پر استفاده، با استفاده متوسط و کم و همچنین نواحی مرزی منطقه‌ی موردنظر در آزمون شرکت داده شوند. هر دروازه یک خط فرضی است و ناظر باید تمامی عابرینی که از این دروازه عبور می‌کنند را شمارش کند. طول مدت‌زمان مشاهده برای هر دروازه ۵/۲ یا ۵ دقیقه است و می‌تواند در فواصل زمانی مانند روزهای کاری یا تعطیل انجام شود. شمارش تعداد حرکت‌ها در کشف رابطه‌ی بین ساختار فضایی و رفتارهای انسانی مفید و به درک آن کمک می‌کنند (Al-Sayed, Turner, Hillier, Iida & Penn, 2018). همچنین در انتها با بهره‌گیری از مدل رگرسیون خطی میزان ارتباط و معنی‌داری رابطه‌ی میان هم‌پیوندی فضاها براساس دو گراف ساده و وزن‌دار با الگوی حرکتی به‌دست‌آمده از روش دروازه‌ی شمارش موردبررسی قرار گرفته است.

### پیشینه پژوهش

شاید بتوان اولین تلاش‌ها برای شناخت ساختارهای فضایی را به تلاش‌های اوایل مرتب دانست. برای اولین بار اوایل برای حل مسئله «هفت‌پل کوئینزبرگ» از هندسه موقعیت به‌جای هندسه و اندازه‌گیری مسافت استفاده کرد. هندسه موقعیت همان چیزی است که ما اکنون به نام نظریه‌ی گراف می‌شناسیم. در دهه ۷۰ میلادی مارچ و مارتین (Martin & March, 1972) و مخصوصاً استدمن (Steadman, 1983) از پیشروان استفاده از توپولوژی و گراف در تحلیل فضای مصنوع به‌شمار می‌رفتند. اما بدون شک مهم‌ترین چهره در این زمینه «بیل هیلیر» است که توسعه

عنصر اصلی در برخورد، تعامل و حرکت است. در واقع این ادراک ذهنی است که انسان را به کنش با محیط وامی‌دارد. موضوعی که مرلوپونتی نیز به آن اشاره کرده است. نظریات مرلوپونتی در باب فضا در مطالعات پدیدارشناختی وی در نقش ادراک در دریافت‌های محیطی خلاصه می‌شود. منظور وی از ادراک، جنبه پدیداری و حرکتی در جهان بودن جسمانی ماست و ادراک، ادراک حسی است که با فیزیک و جسمانیت سوژه ارتباطی تنگاتنگ دارد و در این راستا اصلی‌ترین ابزار برای ادراک و همچنین کاتالیزور بین سوژه و ابژه، بدن است (قهرمانی، پیراوی ونک، مظاهریان و صیاد، ۱۳۹۳، ۲۳). مرلوپونتی معتقد بود، تجربه انسانی قابل تجزیه به حواس جداگانه نیست بلکه ساختاری کلی دارد که اجزای مستقل در رابطه‌شان با کل، معنا پیدا می‌کنند: «حواس پنجگانه که نخستین وسیله دستیابی ما به عالم هستند، مجزا از یکدیگر نیستند. بلکه تشکیل‌دهنده یک ساختارند که در یک هیئت کلی سازمان یافته‌اند. تن در نهایت یک کل اندامین است. پیوند اجزاء تن و تجربه بصری و لمسی به تدریج و برهم‌افزا حاصل نمی‌شود» (پیراوی ونک، ۱۳۸۹). مرلوپونتی معتقد به وحدت و آمیختگی میان حواس انسانی است که در آن حس بینایی و سایر حواس از یکدیگر مجزا و غیرمرتبط نیستند و در نتیجه ادراک متشکل از مجموعه‌ای از داده‌های به دست آمده از حواس بینایی، بساوی و شنوایی و... نیست بلکه فرد با تمامیت وجودی‌اش درک می‌کند. هانری لوفور چنین استدلال می‌کند که فضای انسانی و زمان انسانی نیمی در طبیعت و نیمی در انتزاع است. فضا و زمانی که به شکل اجتماعی زیست می‌شود و فضا و زمانی که به شکل اجتماعی تولید می‌شود به مفاهیم و ساخت‌های فیزیکی و ذهنی وابسته‌اند. به این ترتیب، یک سه تایی مفهومی در اختیار داریم: «پرکتیس فضایی»، «بازنمایی‌های فضا» و «فضاهای بازنمایی». لذا می‌توان از سه نگرش به فضا پرداخت: به مثابه امری درک شده، تصور شده و زیست شده (رشیدزاده، طهماسبی و حبیبی، ۱۳۹۸). لوفور می‌گوید آن‌هایی که چگونگی بازنمایی فضا را کنترل می‌کنند، چگونگی تولید، سازماندهی و مصرف فضا را نیز در کنترل دارند. این طرحواره را می‌توان در رابطه با این سه وجه تحلیل کرد: نخست، در وجه «پرکتیس فضایی»، به سان زنجیره یا شبکه به هم پیوسته‌ای از فعالیت‌ها یا برهم‌کنش‌ها که بر حسب نقششان بر مبنای مادی معینی فرم، ساختار، محیط مصنوع متکی‌اند. در وجه دوم، «بازنمایی‌های فضا» به سان طرحواره‌ای سازمان‌دهنده با چارچوبی مرجع برای ایجاد تعاملات و ارتباطات که یک گرایش فضایی را ممکن می‌کند و در نتیجه در همان حال فعالیت را نیز تعیین می‌بخشد. و در وجه سوم، «فضاهای بازنمایی» ابزاری

نحو فضا در جهت شناخت دقیق الگوهای فضایی-رفتاری داشته‌اند و نتیجه گرفته‌اند که بررسی فضا از دیدگاه دو نظریه و انطباق آن‌ها باهم نتایج قابل استنادی را عرضه داشته است. حاجیان و علی تاجر (۱۳۹۶) در پژوهشی بر فرایند شکل‌گیری گراف‌های توجیهی با استفاده از شیوه‌های محدب و متقاطع به بررسی و مقایسه نحوه شکل‌گیری گراف‌ها بر نتایج هم‌پیوندی فضاها پرداخته‌اند. از ابتدای ارائه این نظریه، در کنار کاربردهای فراوان آن جهت تحلیل فضای مصنوع نقدهایی نیز به آن وارد شد. کارلو رتی نقدهایی به این نظریه وارد کرد که از سوی «مدرسه معماری بارتلت» به آن‌ها پاسخ داده شد. رتی به نتایج این نظریه در بافت‌های شطرنجی شبهه وارد کرده است، زیرا در آن‌ها خیابان‌های کشیده بیش از اندازه اثرگذار جلوه داده می‌شوند و به معنای انسانی سایر اجزا خلل وارد می‌کنند. در نظرنگرفتن توپوگرافی، ارتفاع بناها و دیدها از سایر نقدهای رتی به این نظریه هستند (Ratti, 2004). براساس همین نقدهاست که در سالین اخیر ارائه الگوریتم‌های پیچیده‌تر جهت رفع نواقص این نظریه از جنبه‌های مختلف مورد توجه بوده است تا نظریه‌ای جامع‌تر که در بردارنده اهداف هیلیر نیز باشد تبیین شود.

## مبانی نظری

### • فضای معماری و ویژگی‌های ذهنی فضا

به نظر می‌رسد ملموس‌ترین تعریفی که از فضا می‌توان داشت این است: «خلایی که توان جای دادن اشیاء را در خود دارد؛ و یا از چیزی آکنده است». پس فضا چیزی نیست که تعریف دقیقی داشته باشد (کورت گروتز، ۱۳۹۳، ۱۴۷). بررسی علمی و فلسفی مفهوم فضا نشان می‌دهد که فضا بیشتر یک امری ذهنی قلمداد می‌شود. در عین حال درک تجربی فضا این را می‌نماید که فضا شیء نبوده بلکه رابطه میان اشیاء یا ظرف آن‌ها و یا انعکاس اشیاست (آرنه‌ایم، ۱۳۸۸، ۳۳). پژوهشگرانی مانند راپاپورت (Rapoport, 1969) فضا را به عنوان عاملی فرهنگی و واجد معنا توصیف کرده‌اند و از این رو شناخت الگوهای سازماندهی فضا به عنوان ابزاری جهت شناخت ارتباط بین فضاهای ساخته شده و ابعاد فرهنگی و معنایی می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد (Thungsakul, 2002). شوپنهاور ذکری از این قابلیت را در یادداشت خود در باب «معماری تحت عنوان جهان» به مثابه اراده و تصور آورد. با این مضمون که معماری وجود خود را در وهله نخست در ادراک حسی فضایی ما می‌یابد و در نتیجه به آن توانایی شهودی در ما متوسل می‌شود که بر هر نوع تجربه مقدم است (Forty, 2000, 258). آنچه که در فضا تحت عنوان رویداد رخ می‌دهد، برآمده از ذهن است و ذهن،

جامعه از یکدیگر اثر می‌پذیرند. هر چند که نمی‌توان اهمیت پیکره‌بندی فضایی را در شکل‌گیری رفتارهای اجتماعی نادیده گرفت، اما باید توجه داشت که درک انسان از فضای پیرامون خود و نحوه عملکرد او در این فضا با بهره‌گیری از تمامی حواس او صورت می‌پذیرد. انسان نه به‌عنوان یک ناظر، بلکه به‌عنوان موجودی کامل با تمامی احساس و آگاهی خود از فضا به تجزیه و تحلیل آن می‌پردازد، و متناسب با همه آن‌ها الگوهای رفتاری را شکل می‌دهد (تصویر ۱). فضا بستری است که در آن تعامل انسان در وهله اول با محیط پیرامون و سپس با انسان صورت می‌گیرد. این قبیل فضاها را می‌توان در قالب محیط‌های انسان‌ساخت که دارای بعد عینی و بصری و نیز بعد ذهنی می‌باشد، طبقه‌بندی نمود. بنابراین در شکل‌گیری فضا در وهله اول، انسان دخالت قطعی داشته است.

#### • نحو فضا

تحلیل شکلی بنا و فهم روابط بین فضاهای موجود در هر پیکره‌بندی فضایی، علمی است که در مباحث معماری تحت‌عنوان نحو فضا از آن یاد می‌شود (معماریان، ۱۳۸۱). این علم که با عنوان تکنیک نحو فضا نیز معرفی می‌شود، توسط بیل هیلیر پایه‌گذاری شده است (Hillier, Hanson & Peponis, 1984). این روش از آن جهت حائز اهمیت است که به‌وسیله آن می‌توان منطق اجتماعی و فرهنگی که در بطن پیکره‌بندی معماری هر فضا شکل گرفته را آشکار و درک کرد (Hillier, 2007, 77). به‌طور کلی واژه «سینتکس» یا نحو در ادبیات به‌معنای نظم کلمات در جمله است. قرابت ریشه لغوی واژه نحو به بعد «سینتاکتیک» علم نشانه‌شناسی، نشانگر نزدیکی موضوع به اصول ادبی، زبان‌شناسی و نشانه‌شناسی دارد (معماریان، ۱۳۸۱). وجود روابط بین توصیف ریاضی فضا و حضور افراد در آن در زمینه نحو فضا به اثبات رسیده است (Ma, Omer, Osaragi, Sandberg & Jiang, 2019). مدل‌های فضایی فعالیت‌های انسانی تصادفی نیستند. این امر وجود انواع خاصی از نظم فضایی (سلسله‌مراتب) را در جوامعی که از قلمروهای خاص استفاده می‌کنند، اثبات می‌کند. باین‌حال، باید تأکید کرد که نحو فضا نمی‌تواند رفتار افراد را پیش‌بینی کند، اما در عوض برای تحلیل و ارزیابی تأثیر پیکره‌بندی فضایی بر انواع رفتار جمعی استفاده می‌شود (Lamprecht, 2022). بنابراین نمی‌توان پیش‌بینی کرد که کدام مسیر توسط یک فرد انتخاب می‌شود، اما مسیری که بیشتر از مسیرهای دیگر استفاده می‌شود قابل‌شناسایی است.

#### • پیکره‌بندی فضا

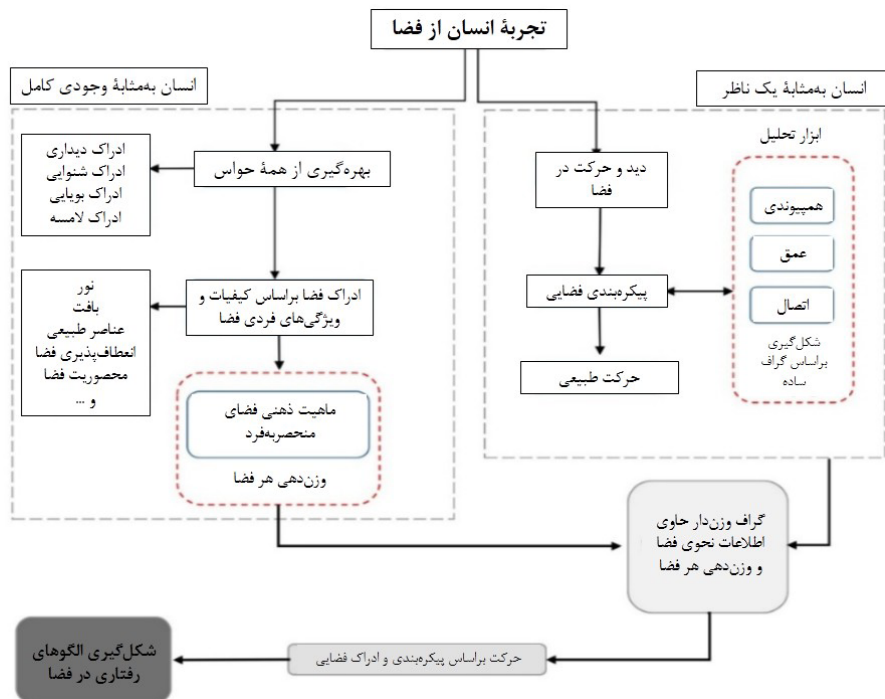
پیکره‌بندی را می‌توان مهم‌ترین مفهوم در نظریه نحو فضا دانست. بدین‌منظور شناخت دقیق این مفهوم و ارتباط آن با فضا در این بخش مورد واکاوی قرار گرفته است. به‌طور روزمره، پیکره‌بندی موضوعی است که ما از آن استفاده

برای انتقال معناست، به‌این‌ترتیب، نوعی نمادپردازی فضایی شکل می‌گیرد که هنجارها، ارزش‌ها و تجربه‌های اجتماعی را ابراز می‌کند. از دیدگاه پدیدارشناسانه هایدگر پدیدارها به‌مثابه یک واقعیت خارجی معین بیرون از ما وجود ندارند و ما جزئی جدایی‌ناپذیر از آن واقعیات و از ابتدا درون پدیده‌ها هستیم (پورعلی، ۱۳۹۰، ۲۳). هایدگر با تأکید بیشتر بر مقوله زمان‌مندی و مکان‌مندی معتقد است وقتی قرار است بنایی را تفسیر کنیم، این تفسیر براساس پیش‌فهم‌هایی است که نسبت به آثار معماری داریم (پرتوی، ۱۳۸۷، ۵۴). به‌این‌ترتیب است که به رابطه میان فضا و مکانیت تأکید دارد. بیل هیلیر (Hillier, 2007) فضا را به‌مثابه یک ماشین می‌داند. او معتقد است ساختمان‌ها هم می‌توانند اطلاعات را به‌وسیله جامعه از طریق پیکره‌بندی فضا دریافت کنند و هم آن‌ها را از طریق پیکره‌بندی فضا به جامعه برگردانند. نحو فضا براساس دو پیش‌فرض اصلی بسط داده شده است. پیش‌فرض اول اینکه فضا به‌عنوان بستری برای فعالیت در نظر گرفته نشود بلکه به‌عنوان خصیصه ذاتی آن در نظر گرفته شود. به‌این‌ترتیب حرکت در یک فضای خطی رخ می‌دهد و تعاملات اجتماعی در یک فضای محدب و نیز محدوده بصری مخاطب با توجه به حرکت و تغییر زاویه دید او تعریف می‌شود. هر کدام از این ایده‌های هندسی قابلیت توصیف نحوه فعالیت ما در فضا را دارا هستند. پیش‌فرض دوم در این روش این است که خصوصیات فضاها به‌صورت انفرادی مانند رنگ، بافت، نور و ... در شکل‌دادن به رفتار مخاطب، به‌اندازه نحوه ترکیبشان با دیگر فضاهای موجود در سیستم حائز اهمیت نیستند. این ارتباط همان پیکره‌بندی فضایی است.

مروری بر ادبیات موضوع در باب فضا (جدول ۱) به پیوستگی و جدایی‌ناپذیری میان عینیت و ذهنیت محیط مصنوع در فرایند ادراک و تجربه انسان از فضا اشاره دارد. پیش‌فرض نامرئی‌بودن فرم در نحو فضا و به‌تعویق‌انداختن دلایل ایجاد فرایندهای اجتماعی به پس از حرکت در فضا مساوی با نادیده‌گرفتن بخش اعظمی از ویژگی‌های انسان به‌عنوان موجودی با حواس پنجگانه و دارای پس‌زمینه‌های ذهنی است. مادامی که فضا مورد بررسی قرار می‌گیرد، افتراق میان اجزا و ویژگی‌های آن بی‌معنی است. چرا که با یک کل مواجه هستیم که جنبه‌های عینی و ذهنی‌اش و البته جایگاه آن در نظام فضایی پیوسته است و هر فعالیت انسانی، نشأت‌گرفته از تمامی چیزی است که فضا در خود و جایگاهش در یک نظام کلی حمل می‌کند. تأکید نحو فضا بر مقدم‌بودن پیکره‌بندی در شکل‌گیری رخدادهای اجتماعی و الگوهای رفتاری کاربران، سبب می‌شود که دید و حرکت انسان در فضا به‌عنوان نقطه آغاز تجربه و تفسیر از فضای محیط مصنوع در نظر گرفته شود، سپس در ارتباطی دوگانه پیکره‌بندی فضا و

جدول ۱. بررسی آرا و رویکرد نظریه پردازان مختلف در مورد فضا، مأخذ: نگارندگان.

نظریه پرداز	نظریه در مورد فضا	رویکرد به فضای معماری
راپاپورت	فضا، زمان، ارتباطات و معنی در سازماندهی محیط نقش دارند.	در نظر گرفتن محیط مصنوع به عنوان رابطه میان اشیاء و مردم
شوپنهاور	توانایی شهودی انسان در درک فضا بر هر چیزی مقدم است.	توجه به ادراک حسی فضایی در شکل‌گیری وجود معماری
لوفور	سه بعد از فضا را مطرح می‌کند: ۱- فضای ذهنی (فضای معماران)، ۲- فضای فیزیکی (که در آن زندگی می‌کنیم) و ۳- فضای اجتماعی	فضا و زمانی که به شکل اجتماعی زیست می‌شود و زمانی که به شکل اجتماعی تولید می‌شود به مفاهیم و ساخت‌های فیزیکی و ذهنی وابسته‌اند.
گروتز	فضای زندگی، فضایی نیمه‌ذهنی است و از طریق مجموعه‌ای از ادراکات حسی و ذهنی درک می‌شود.	فضای معماری به صورت عینی قابل ادراک است، مستقیماً احساس می‌شود و از طریق عناصر تعریف‌کننده‌اش امکان شناخت می‌یابد.
مارتین‌هایدگر	رابطه انسان و فضا چیزی جز سکونت نیست. هایدگر بر رابطه بنیادین فضا و مکان تأکید می‌کند (Heidegger, 1971, 154)	کنش و خواست انسانی، معنا را به فضا مترتب می‌سازد و فضای خالی را به یک مکان تجربه‌شده تبدیل می‌کند (افروغ، ۱۳۷۷، ۱).
موریس مرلوپونتی	انسان با کالبد خود یکی است. وجود فعال کالبد در جهان شامل مجموعه‌ای از تعاملات با فضایی از پیش مفروض نیست. کالبد هم در فضا غوطه‌ور است و هم خالق آن فضا است.	تجربه فضایی انسان از همه حواس و توسط ماهیت وجودی انسان شکل می‌گیرد.
بیل هیلیر	فضا هسته اولیه و اصلی در چگونگی رخدادهای اجتماعی و فرهنگی است (Hillier, 2007).	فضا در خلال فرایندهای اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی شکل می‌گیرد و معمولاً به عنوان بستری برای فعالیت‌های اجتماعی و فرهنگی در نظر گرفته می‌شود تا جایی که فرم آن معمولاً در نظر گرفته نشده و به صورت نامرئی فرض می‌شود (ریسمانچیان و بل، ۱۳۸۹).



تصویر ۱. نحوه شکل‌گیری گراف وزن‌دار و تأثیر آن بر شکل‌گیری الگوهای رفتاری. مأخذ: نگارندگان.

تأثیر محیط ساخته‌شده و مورفولوژی بر رفتار انسان در فضا ارائه می‌دهد (Sabry Hegazi, Tahoon, Anwar). بنابه تعریف هیلیر (Abdel-Fattah, Fathi El-Alfi, 2022). مجموعه‌های فضایی فارغ از میزان پیچیدگی در قالب ساختاری از سلسله‌مراتب فضایی قابل تعریف هستند که

می‌کنیم. پیکره‌بندی به ما کمک می‌کند تا به وسیله نحوه قرارگیری اجزای یا کل نسبت به هم، به مفهوم آن پی ببریم (Hillier, 2007). پیکره‌بندی به عنوان «روابطی که روابط دیگر را در نظر می‌گیرد» در یک شبکه پیچیده تعریف می‌شود. بنابراین، نحو فضا پاسخ‌های کمی در مورد

دارد (Hillier, Pem, Hanson, Grajewski & Xu, 1993). «مشاهدات متعدد نشان داده است که عمدهٔ ترددها در سطح شهر (در هر فضا) نه به دلیل وجود مقصد یا مبدأ در همان فضا، بلکه به دلیل قرارگیری آن در بخشی از مسیر از مبدأ به مقصد است. لازم به توضیح است که حتی حرکت هدفدار (از مبدأ به مقصد) بایستی از خطوط وابسته‌ای عبور کند». نظریهٔ حرکت طبیعی به تأثیر پیکره‌بندی فضایی بر هدایت حرکت در سطح شهر می‌پردازد و باور دارد که پیکره‌بندی فضایی مهم‌ترین عامل این هدایت است و عواملی چون جاذبه‌های فضایی و کاربری اراضی از اهمیت کمتری برخوردار هستند (Hillier, Penn, Hanson, Grajewski & Xu, 1993). منطق حرکت طبیعی بر این اساس است که پیکره‌بندی بر حرکت و جاذب‌های فضایی تأثیر می‌گذارد در حالی که خود از آن‌ها تأثیر نمی‌پذیرد، اما حرکت و جاذب‌ها فضایی بر یکدیگر اثر می‌گذارند. هنگامی که افراد از فضایی تحت تأثیر پیکره‌بندی فضایی و ویژگی‌های آن بیشتر عبور می‌کنند و به عبارتی تراکم عبور<sup>۸</sup> در آن بیشتر است، کاربری‌هایی متناسب با چنین جمعیت و تراکم عبوری در این فضاها قرار می‌گیرند و این موضوع خود سبب افزایش تراکم عبور می‌شود. به این حالت اقتصاد حرکت<sup>۹</sup> می‌گویند و به عبارتی منظور آن «تأثیر تراکم تردد بر عملکرد کاربری‌های مجاور است» (درانی عرب، قلعه‌نویی، زمانی و معززى مهر طهران، ۱۳۹۵). هرچند پژوهش‌های انجام‌شده تأیید می‌کند که نظریهٔ حرکت طبیعی هیلیر در عموم موارد به‌درستی حرکت توده‌های انسانی در فضا را به‌درستی پیش‌بینی می‌کند، اما پیکره‌بندی خود به تنهایی در یافتن جنبه‌های پنهانی فضای منحصر به فرد ناتوان است و عامل انسان در آن دخیل است.

## ابزارهای نحو فضا

### • گراف توجیهی

پیکره‌بندی فضا، عموماً در قالب گراف‌های توجیهی<sup>۱۰</sup> ارائه می‌شود. در یک گراف توجیهی، فضای مبدأ - که می‌تواند ورودی باشد - در عمق صفر قرار خواهد گرفت. پس از آن با توجه به نحوهٔ استقرار و دسترسی فضاها به یکدیگر، هر فضا در عمق مناسب خود جانمایی می‌شود. بدین ترتیب ساختار اولیه برای محاسبات نحو فضا ایجاد می‌شود. در یک گراف توجیهی، هر چقدر که برای رسیدن به یک فضا نیاز به عبور از فضاهاى دیگر باشد، در عمق بالاتری قرار خواهد گرفت. تصویر ۲ سلولی را نشان می‌دهد که با یک پارتیشن به دو فضا a و b تبدیل شده، با درى که امکان نفوذ را بین این دو فضا فراهم می‌آورد. همان‌طور که مشخص است این دو فضا نسبت به هم متقارن هستند؛ همان‌طوری که a نسبت به b است، b هم نسبت به a است. اگر فضای بیرونی را C

بر اساس نفوذپذیری فضا بر اساس حرکت و یا میزان جذابیت فضا و نوع کاربری شکل می‌گیرد. پیکره‌بندی فضا علاوه بر قواعد و گرامر فضا، مجموعه‌ای از الگوهای است که از روابط میان فضاها پرده‌برداری کرده و به پیکره‌بندی فضا معنا و مفهوم اضافه می‌کند (Dalton & Hoelscher, 2007, 3). پیکره‌بندی فضا علاوه بر ویژگی‌های ذاتی و خصایص درونی هر فضا، جایگاه هر فضا را در کل مجموعه معین و قابل درک خواهد کرد. مارشال در تمایز میان یک ترکیب و پیکره‌بندی فضایی آن معتقد است که یک ترکیب به شکل هندسی پدیده ارجاع دارد و به وسیلهٔ طرح، موقعیت، طول، مساحت و جهت نمایش داده می‌شود، در حالی که پیکره‌بندی به ویژگی‌های توپولوژیک همان پدیده مربوط است، که توسط دیگرام‌های انتزاعی، خطوط و نقاط، موقعیت نسبی، همجواری و ارتباط آن‌ها تعریف می‌شود (Marshall, 2005, 35). پیکره‌بندی ممکن است شرایطی برای تسهیل یا محدودیت پیوندهای بصری و فیزیکی فراهم کند؛ در حالی که انسان‌ها ضمن استفاده از محیط مصنوع، سعی در ساختار دادن به این پیوندها و کنترل پذیر کردن آن‌ها دارند. الزاماً ارتباط مستقیمی میان پیکره‌بندی فضایی و رفتار فردی و جمعی برقرار نیست، اما پیکره‌بندی فضایی بر اساس شناخت فضایی که بر رفتار مؤثر است، موجب ایجاد ساختار ذهنی برای مخاطب می‌شود. بنابر این تعریف ارتباط بین شناخت فضایی و پیکره‌بندی فضایی دوطرفه است. پیکره‌بندی فضایی برای شکل دادن به شناخت تأثیرگذار است و برای بیش از یک دورهٔ زمانی، این ساخت‌های شناختی هستند که به پیکره‌بندی فضایی شکل می‌دهند. پیکره‌بندی علاوه بر این که نیرویی است جهت انجام فعالیت‌های انسانی در فضای معماری و شهر، اولین چیزی است که شناخت فضایی انسان را به واسطهٔ حرکت در فضا تحریک کرده و نحوهٔ شکل‌گیری آن را معین می‌کند (Jiang, 1998).

### • حرکت طبیعی

نظریهٔ نحو فضا «حرکت» را به‌عنوان مفهومی اصلی و واسطی مهم بین پیکره‌بندی فضایی و شکل دادن به الگوهای هم‌حضور<sup>۱۱</sup> می‌داند. اساساً، این تئوری «فضاها» و «مسیرها» را از هم متمایز می‌کند و آن‌ها را از یکپارچه‌ترین به تفکیک‌ترین آن‌ها رتبه‌بندی می‌کند. هرچه یک فضا یا مسیر یکپارچه‌تر باشد، دسترسی به آن آسان‌تر است (Zaleckis, Chmielewski, Kamičaitytė, 2022). رابطهٔ بین حرکت و پیکره‌بندی فضایی شهر در نظریهٔ حرکت طبیعی شرح داده شده است. نظریهٔ نحو فضا بر این باور است که انتخاب فضاهاى واسط برای رسیدن از مبدأ به مقصد ارتباط مستقیمی با ساختار چیدمانی فضا

یا قوی هستند را مشخص می‌کند و بر این اساس می‌توان در مرحله طراحی نقاطی را که موفق‌تر یا دارای تأثیر کمتر هستند را شناسایی و اصلاح نمود.

### بررسی نمونه موردی

خانه هنرمندان تهران یک پروژه بازسازی و تغییر کاربری بوده که در سال ۱۳۷۹ از طرف وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ایران به مشاور گزینه ارجاع شد و مدت زمان کوتاهی در سال ۱۳۷۹ طراحی و اجرا شد. پلان ساختمان که جزئی از پادگان و سررشته‌داری ارتش محسوب می‌شد، شباهت بسیاری به تیپ پلان‌هایی که در دهه ۲۰ و ۳۰ در نقاط مختلف ایران برای ساختمان‌های عمومی استفاده می‌شد، دارد. این تیپ پلان‌ها، یک لابی بزرگ ورودی دارد و یک پله سراسری که به دو طبقه بالا مرتبط است و همچنین راهروهای یک‌طرفه‌ای که از یک طرف نور می‌گیرند و از طرف دیگر به اتاق‌های بزرگ ساختمان دسترسی دارند (تصویر ۳).

یکی از مهم‌ترین دلایل برای انتخاب این بنا جهت بررسی فرضیه، سرزندگی و دارابودن مخاطبین متنوع و نسبتاً زیاد در این بناست. از آن‌جا که هدف دستیابی به تأثیر مؤلفه‌های ذهنی در کنار پیکره‌بندی به‌عنوان عوامل ایجاد کننده حرکت طبیعی است، ماهیت مجموعه امکان حرکت افراد، توقف، برخورد و تعامل بازدیدکنندگان و رهگیری آن توسط پژوهشگر را میسر می‌سازد. بدین منظور با استفاده از گراف توجیهی، پیکره‌بندی کلی بنا به‌وسیله نرم‌افزار Agraph ترسیم شد. (تصویر ۴) و سپس میزان هم‌پیوندی هر یک از فضاها با استفاده از نرم‌افزار Depthmap محاسبه شد که به تفصیل در جدول ۲ بیان شده است.

همچنین در مرحله بعد و با استفاده از تحلیل عامل محور (Agent-based) رفتار حرکتی مخاطبین در نرم‌افزار Depthmap شبیه‌سازی شد (تصویر ۵). آنچه در این تحلیل مشخص است تمرکز تراکم حرکت در لابی مرکزی و پس از آن بال‌های جانبی و نگارخانه‌های اصلی خانه هنرمندان است. نقاط با رنگ قرمز بیشترین تراکم و نقاط با رنگ آبی تیره کمترین میزان حرکت را براساس این تحلیل تجربه خواهند کرد. همچنین مشخص گردید راهرو و نگارخانه غربی تراکم و تعداد بیشتری از حرکت را نسبت به بخش شرقی داراست. ماکزیمم میزان عددی Gate count هر فضا به‌دست‌آمده از این تحلیل در جدول ۲ ذکر شده است.

### یافته‌های حاصل از وزن‌دهی به روش AHP

براساس فرض مقاله اضافه شدن هر معیار ذهنی بر نتایج نحو فضا اثرگذار خواهد بود و فقط میزان این اثرگذاری

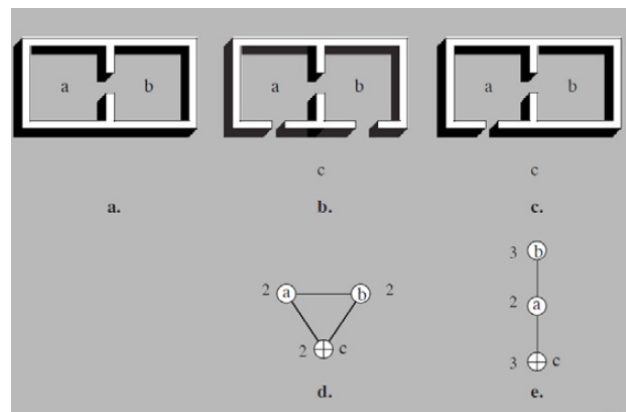
بنامیم و با دایره‌ای با علامت به درون آن مشخص نماییم و هر فضا را با یک دایره و با خطی نفوذ فضا را به فضای دیگر نشان دهیم، نمودار توجیهی این سلول مطابق شکل خواهند بود. براساس شکل‌گیری همین گراف است که می‌توان میزان عمق نسبی<sup>۱۱</sup> مجموعه را مشخص کرد. این مقدار مهم‌ترین عامل در محاسبه هم‌پیوندی به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر نحو فضا محسوب می‌شود.

### • هم‌پیوندی

شاید اغراق نباشد اگر این مقدار را مهم‌ترین مقدار به‌دست‌آمده از این روش در نظر گرفته شود (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱). هم‌پیوندی یک نقطه نشانگر میزان ارتباط آن نقطه با ساختار کلی مجموعه یا زیرمجموعه‌های آن است. اگر رسیدن به یک فضا با پیوندن فضاهای کمتری امکان‌پذیر باشد، آن فضا دارای هم‌پیوندی بیشتری است و بالعکس (جعفری بهمن و خانیان، ۱۳۹۱). مطالعات موردی رابطه مستقیم بین هم‌پیوندی و میزان حضور افراد در فضا را نشان می‌دهد (Klarqvist, 2015).

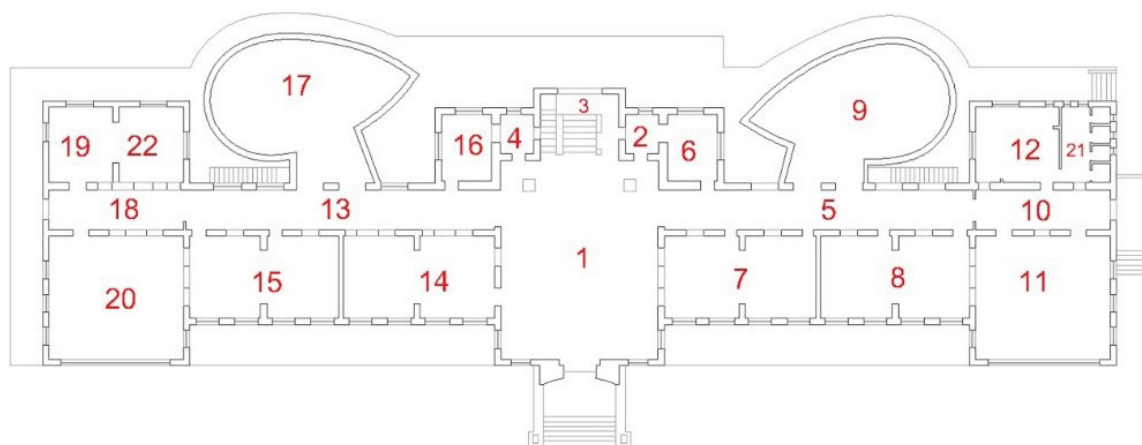
### • تحلیل عامل محور (Agent-based analysis)

این تحلیل مبتنی بر شبیه‌سازی رفتار حرکتی فردی است که در آن، عامل‌های حرکت جهت حرکت خود را براساس یک میدان دید بصری تعریف شده که از تجزیه و تحلیل گراف دید به‌دست‌آمده انتخاب می‌کنند. این تحلیل عامل محور به برنامه‌ریز یا شبیه‌ساز این اجازه را می‌دهد تا رفتار احتمالی فرد را هنگام حرکت در محیط شبیه‌سازی کند. تحلیل عامل محور حرکت‌های پیش‌بینی شده داخل پلان را بر مبنای دو فرض اصلی شبیه‌سازی می‌کند: حرکت هدف‌دار است، عامل‌ها اطلاعات خوبی از آن محیط دارند. رفتار انسان در اینجا بر مبنای ایستادن، صحبت کردن، نگاه کردن و تجمع کردن برنامه‌ریزی شده است (Penn & Turner, 2003). نقشه‌های حاصل از تحلیل گراف توجیهی و حرکت کاربر، بخش‌هایی از پلان را که به لحاظ سیرکولاسیون که ضعیف



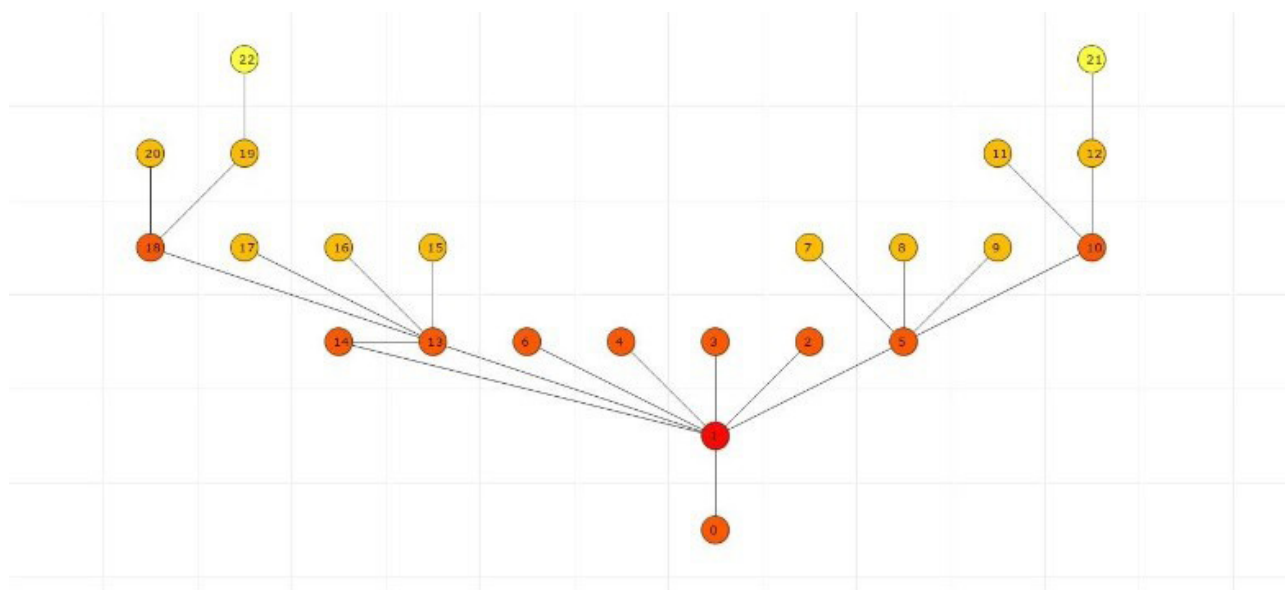
تصویر ۲. ارتباط میان پلان و نحوه ترسیم گراف توجیهی. مأخذ: Hillier, 2007.





- |                   |                   |                 |                       |                |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------|
| 21- سرویس بهداشتی | 16- اداری         | 11- کافه        | 6- اداری              | 1- لابی ورودی  |
| 22- گالری         | 17- نگارخانه غربی | 12- خدماتی      | 7- گالری              | 2- خدماتی      |
|                   | 18- لابی غربی     | 13- راهروی غربی | 8- گالری              | 3- راه پله     |
|                   | 19- گالری         | 14- فروشگاه     | 9- نگارخانه شرقی      | 4- اداری       |
|                   | 20- گالری         | 15- گالری       | 10- راهروی ورودی شرقی | 5- راهروی شرقی |

تصویر ۳. پلان خانه هنرمندان. مأخذ: www.caoui.ir.



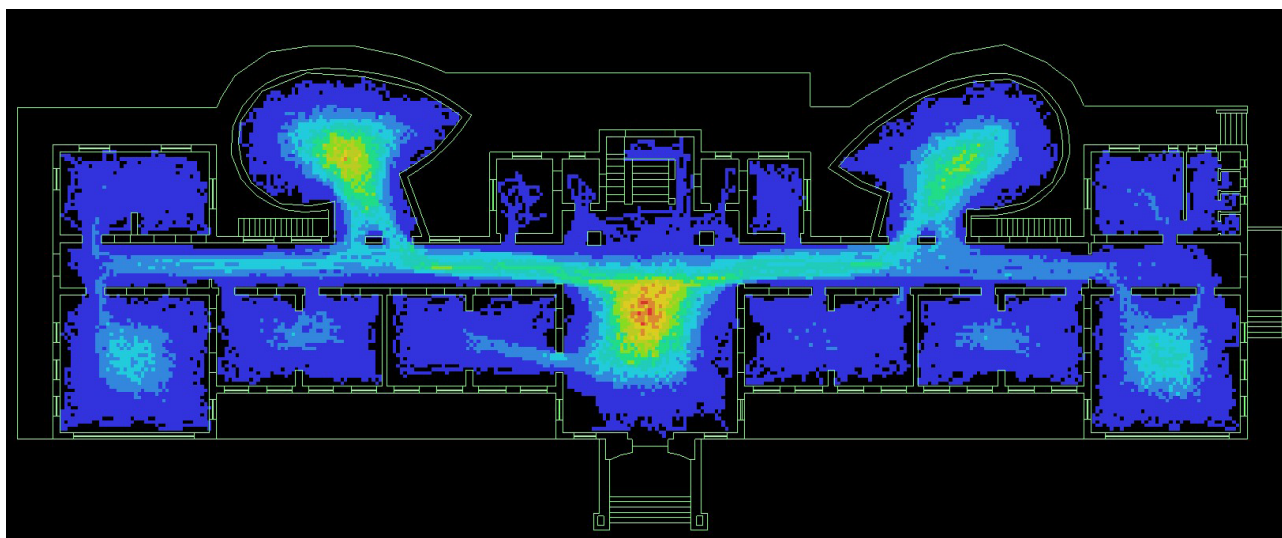
تصویر ۴. گراف توجیهی خانه هنرمندان ترسیم شده در نرم افزار Agraph. مأخذ: نگارندگان.

۰/۳۷۱ بیشترین و نور با ۰/۰۵۲ کمترین میزان را داراست (جدول ۳). همچنین نرخ ناسازگاری عدد ۰/۰۲ بوده و بدان معنی است که سازگاری مقایسه‌ها قابل قبول است. سپس از پاسخ‌دهندگان خواسته شد با توجه به ادراک فضایی خود از فضای خانه هنرمندان، ترجیحات هر کدام از ریزفضاها را بر دیگری براساس معیارهای پنج‌گانه مشخص کنند. در این مرحله مابین هر دو فضا طیف عددی ۱ تا

تفاوت خواهد داشت. لذا از میان ۱۴ معیار به دست آمده صرفاً پنج معیار که از دید پاسخ‌دهندگان اهمیت بیشتری را دارا بوده‌اند به عنوان مبنای بررسی فرضیه انتخاب شده‌اند. ابتدا نسبت وزنی هر یک از این پنج معیار یعنی نفوذپذیری، خوانایی، انعطاف‌پذیری، نور و محصوریت با استفاده از پرسشنامه با یکدیگر قیاس شد و تحلیل انجام شده در نرم افزار Expert choice نشان داده که معیار نفوذپذیری با

جدول ۲. میزان هم‌پیوندی و Gate count حاصل از تحلیل Agent based فضاهای مختلف در خانه هنرمندان. مأخذ: نگارندگان.

شماره فضا	نام فضا	میزان هم‌پیوندی	ماکزیمم عددی Gate count	شماره فضا	نام فضا	میزان هم‌پیوندی	ماکزیمم عددی Gate count
۱	لابی ورودی	۲/۰۴	۱۲۸	۱۳	راهروی غربی	۱/۶۶	۷۵
۲	اتاق خدماتی	۱/۰۷	۱	۱۴	فروشگاه	۱/۳۲	۴۱
۳	راه‌پله	۱/۰۷	۵	۱۵	گالری	۰/۹۵	۲۷
۴	اداری	۱/۰۷	۵	۱۶	اداری	۰/۹۵	۶
۵	راهرو شرقی	۱/۶۰	۷۰	۱۷	نگارخانه غربی	۰/۹۵	۱۱۹
۶	اداری	۱/۰۷	۸	۱۸	لابی غربی	۱/۰۹	۲۹
۷	گالری	۰/۹۳	۱۹	۱۹	گالری	۰/۷۶	۲۱
۸	گالری	۰/۹۳	۲۵	۲۰	گالری	۰/۷۳	۶۶
۹	نگارخانه شرقی	۰/۹۳	۸۶	۲۱	سرویس بهداشتی	۰/۵۶	۷
۱۰	ورودی شرقی	۱/۰۷	۲۸	۲۲	گالری	۰/۵۶	۱۹
۱۱	کافه	۰/۷۲	۵۷				
۱۲	خدماتی	۰/۷۵	۲۲				



تصویر ۵. تحلیل Agent based در نرم‌افزار Depthmap. مأخذ: نگارندگان.

فضا استفاده شد و بدین‌منظور گراف توجیهی جدید نه بر مبنای روش معمول یعنی گراف ساده، بلکه با ایجاد گراف وزن‌دار طراحی شد تا میزان تغییراتی که این معیارها بر حرکت طبیعی تأثیر احتمالی خواهند داشت سنجیده شود (تصویر ۸). به‌منظور سهولت در درک این گراف، وزن هر فضا بر اساس میزان تأثیر بر مخاطب به‌صورت یک دایره با شعاع متغیر ترسیم شده است. شعاع بزرگتر نشان‌دهنده وزن بیشتر تأثیر مؤلفه‌های ذهنی در هر فضا می‌باشد. باید توجه داشت که نتایج حاصل از تحلیل بر اساس

۹ میزان برتری هر فضا را نسبت به دیگری تعیین می‌کند. ۱ به معنای برابری و ۹ حداکثر ارجحیت را در تشکیل ماتریس‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی داراست. وزن معیارها در هر کدام از ریزفضاها و وزن کلی هر فضا به‌ترتیب در تصاویر ۶ و ۷ نشان داده شده است.

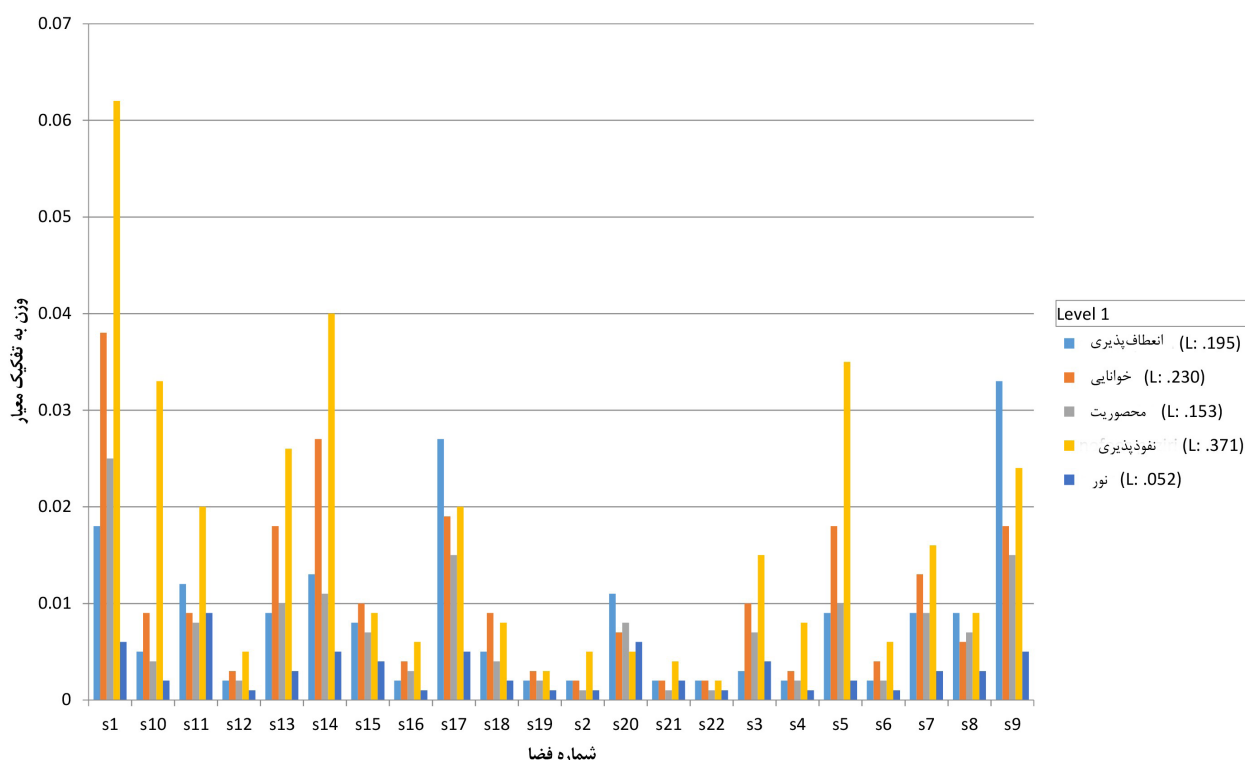
#### یافته‌ها

• یافته‌های حاصل از گراف وزن‌دار در گام بعد، وزن نسبی معیارها برای شناخت الگوهای حرکت در

جدول ۳. وزن معیارهای اصلی به دست آمده از نرم افزار Expert choice. مأخذ: نگارندگان.

معيار	وزن معيار
نفوذپذیری	۰/۳۷۱
محسوریت	۰/۱۵۳
نور	۰/۰۵۲
انعطاف پذیری	۰/۱۹۵
خوانایی	۰/۲۳۰

### وزن دهی تفکیکی فضاها براساس معیار

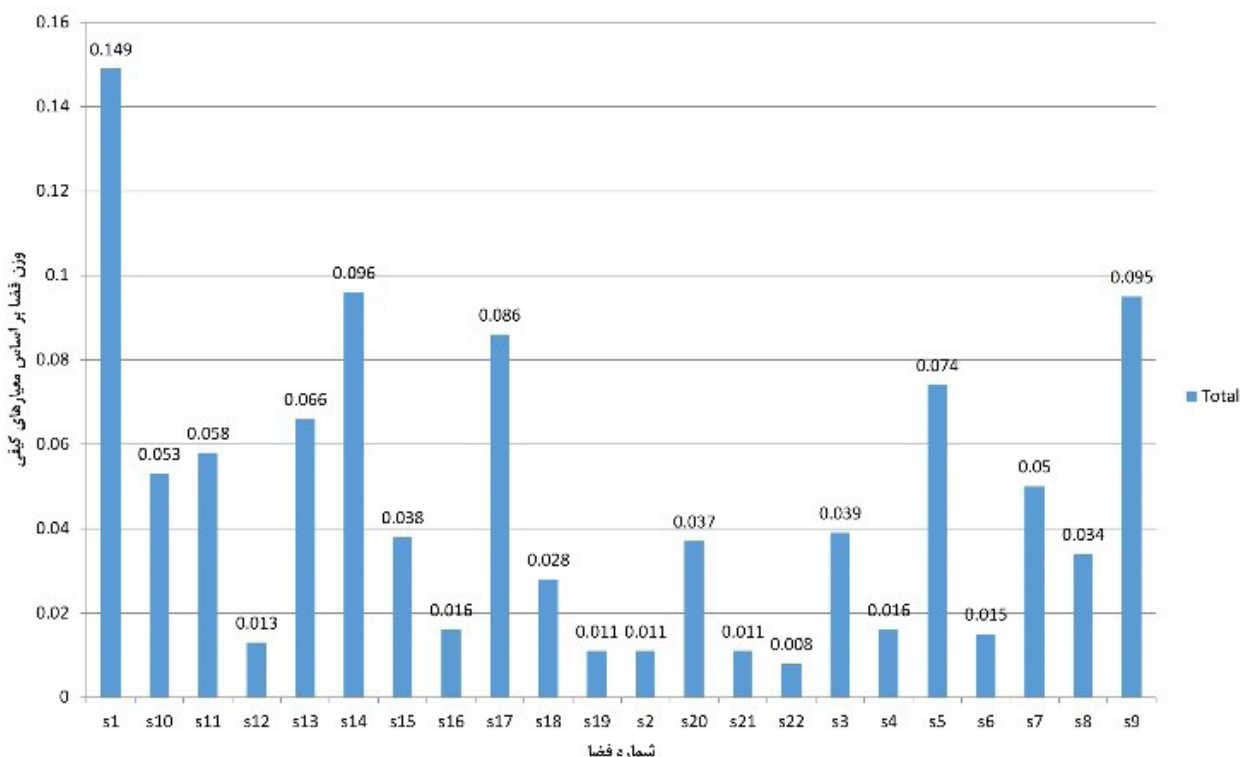


تصویر ۶. وزن دهی تفکیکی فضاها براساس معیار. مأخذ: نگارندگان.

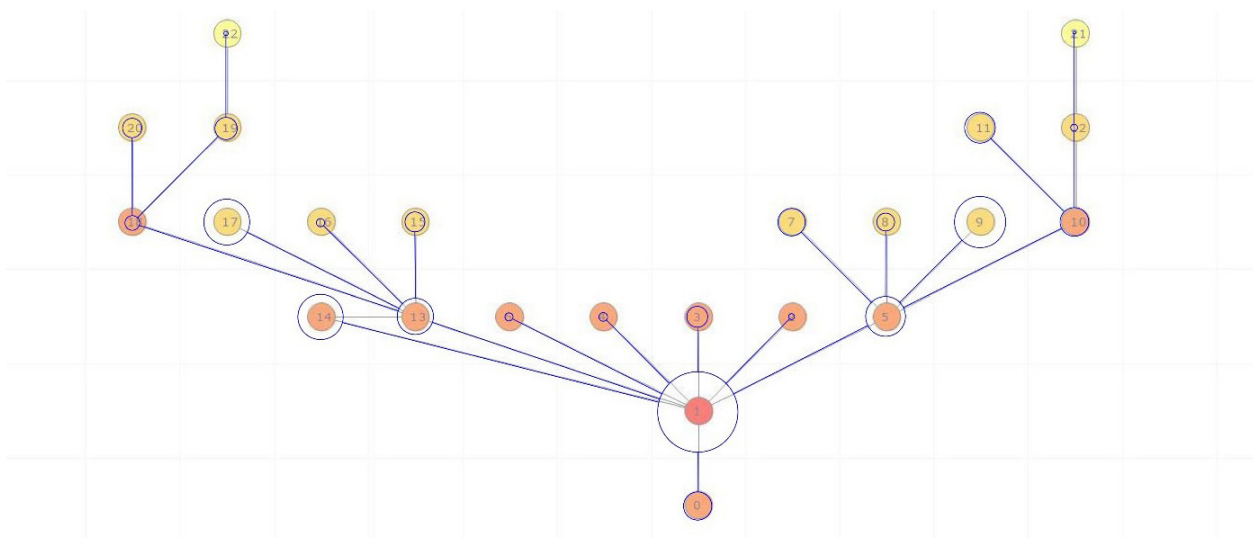
نتایجی که محاسبات جدید به ما عرضه می‌دارند، بیانگر چند واقعیت نهفته در مورد فضای خانه هنرمندان است که گراف ساده قادر به نشان دادن آن نبود. هرچند فضای شماره ۱ یعنی لابی و فضای شماره ۲۱ یعنی سرویس‌های بهداشتی کماکان بیشترین و کم‌ترین میزان هم‌پیوندی را به خود اختصاص داده‌اند، اما در سایر فضاها تغییراتی دیده می‌شود. در محاسبات قبلی، پس از فضای شماره ۱ بیشترین میزان هم‌پیوندی متعلق به راهروی بازوی غربی ساختمان (فضای ۱۳) بود و این معنا را داشت که راهروی غربی بیش از راهروی شرقی مورد استفاده و عبور قرار خواهد گرفت. موردی که تحلیل عامل محور نیز آن را نشان داده است. اما در محاسبات جدید این راهروی شرقی است (فضای ۵) که

گراف وزن دار، نمی‌تواند در قیاس یک‌به‌یک با گراف ساده قرار بگیرد. به‌طور مثال فضای شماره ۱ که لابی مجموعه می‌باشد در هر دو گراف بیشترین میزان هم‌پیوندی را دارد. اما نباید چنین برداشت کرد که در محاسبات براساس گراف وزن دار میزان عددی هم‌پیوندی فضای ۱ نسبت به گراف ساده افزایش داشته است. بلکه می‌بایست نسبت هم‌پیوندی میان همه فضاها را به‌طور کلی با یکدیگر مقایسه کرد. به‌عبارت دیگر با اضافه کردن وزن گراف به گراف‌های توجیهی دیگر محاسبات قبلی از درجه اعتبار ساقط شده و نسبت میزان عددی هم‌پیوندی در گراف جدید جهت تحلیل فضا مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از محاسبات گراف وزن دار در **جدول ۴** ارائه شده است.

### وزن کلی معیارها



تصویر ۷. وزن کلی معیارها برای هر فضا. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۸. گراف وزنی براساس دو مؤلفه هم‌پیوندی و وزن مؤلفه ذهنی هر فضا. مأخذ: نگارندگان.

ارزش‌مندی فضایی بیشتری پیدا کرده است و این موضوع در اختلاف میزان عددی آن با سایر فضاها و همینطور در تحلیل عامل محور قابل تشخیص است. آنچه مشخص است تأثیر کاربری بر استفاده بیشتر از یک فضا موجب می‌شود تا حرکت طبیعی بیشتری در آن جریان پیدا کند. هیلیر بیان می‌دارد که این خاصیت پیکره‌بندی است که موجب می‌شود

میزان بالاتری را به خود اختصاص داده است. یکی از دلایل این تغییر را می‌توان وجود ورودی در وجه شرقی ساختمان دانست. درواقع یکی از نواقص روش رایج نحو فضا عدم توانایی در نظر گرفتن اثر همزمان ورودی‌های مختلف یک بنا بر حرکت عابرین است که در این روش اصلاح گردیده است. فضای فروشگاه (شماره ۱۴) نسبت به حالت قبل

جدول ۴. میزان هم‌پیوندی فضاها براساس گراف وزن دار. مأخذ: نگارندگان.

شماره فضا	نام فضا	وزن فضا براساس معیارهای ذهنی	میزان هم‌پیوندی براساس گراف وزن دار	شماره فضا	نام فضا	وزن فضا براساس معیارهای ذهنی	میزان هم‌پیوندی براساس گراف وزن دار
۱	لابی ورودی	۰/۱۴۹	۳/۰۳	۱۳	راهروی غربی	۰/۰۶۸	۱/۱۱
۲	اتاق خدماتی	۰/۰۱۱	۰/۱۱	۱۴	فروشگاه	۰/۰۸۴	۱/۱
۳	راه‌پله	۰/۰۳۹	۰/۴۲	۱۵	گالری	۰/۰۳۷	۰/۳۵
۴	اداری	۰/۰۱۶	۰/۱۷	۱۶	اداری	۰/۰۱۵	۰/۱۴
۵	راهرو شرقی	۰/۰۷۴	۱/۱۸	۱۷	نگارخانه غربی	۰/۰۸۵	۰/۸
۶	اداری	۰/۰۱۵	۰/۱۶	۱۸	لابی غربی	۰/۰۲۷	۰/۲۹
۷	گالری	۰/۰۵۱	۰/۴۷	۱۹	گالری	۰/۰۱۱	۰/۰۸
۸	گالری	۰/۰۳۳	۰/۳	۲۰	گالری	۰/۰۳۶	۰/۲۷
۹	نگارخانه شرقی	۰/۰۹۵	۰/۸۷	۲۱	سرویس بهداشتی	۰/۰۱۰	۰/۰۵
۱۰	ورودی شرقی	۰/۰۵۳	۰/۵۵	۲۲	گالری	۰/۰۰۸	۰/۰۵
۱۱	کافه	۰/۰۵۷	۰/۴۱	-	-	-	-
۱۲	خدماتی	۰/۰۱۳	۰/۰۹	-	-	-	-

همزمان عناصر مختلف کالبدی و ذهنی بر جریان حرکت بازدیدکنندگان کاملاً مشهود است. دو راهروی شرقی و غربی با شباهت بسیار زیاد نسبت به هم از نظر جایگاه در ساختار فضایی خانه هنرمندان، تفاوت‌های درونی دارند که پیکره‌بندی آن را نادیده می‌گیرد. در راهروی شرقی، انتهای مسیر واضح‌تر و خواناتر و در زمان کمتری توسط مخاطب درک می‌گردد. انتهای این راهرو که به خروجی شرقی ساختمان ختم می‌شود، مقصد معین‌تری است. پس مخاطب انتخاب می‌کند به سویی حرکت کند که از آن آگاهی بیشتری دارد. این آگاهی بیشتر در راهرو، که از نظر پیکره‌بندی فضایی اصلی‌ترین عنصر بازوی شرقی است، اثر ملموس خود را بر سایر فضاهای بازوی شرقی می‌گذارد. چنین می‌توان گفت زمانی که اجزای اصلی در پیکره‌بندی به هر دلیلی محرک‌های کالبدی و ذهنی بیشتری به مخاطب عرضه می‌دارند، وزن بیشتری گرفته و این وزن بر سایر فضاهای وابسته به این جزء فضا تحت تأثیر قرار خواهند گرفت. مورد قابل توجه در خانه هنرمندان، اثرگذاری بیشتر مؤلفه‌های فردی فضا در اجزایی از فضا است که از نظر ارزش فضایی در رده‌های میانی قرار گرفته‌اند. به عبارت دیگر شدت تأثیر این مؤلفه‌ها در فضای لابی با بالاترین میزان هم‌پیوندی بیشتر و سرویس‌های بهداشتی با کمترین میزان هم‌پیوندی کاهش یافته است. این موضوع به اهمیت تأثیر پیکره‌بندی

تا کاربری‌های فعال مانند تجاری جایگاه خود را در ساختار فضایی یک مجموعه پیدا کنند. چنین کاربری‌هایی معمولاً در بخش‌هایی قرار می‌گیرند که جریان‌های حرکتی بیشتری در آن‌ها شکل می‌گیرد. تحلیل جدید ضمن تأیید نظریه فوق، به اثرگذاری ذهنی که کاربری‌های فعال در جریان حرکتی عابرین می‌گذارند تأکید دارد. به عبارتی خاصیت ذاتی پیکره‌بندی، مکانیابی کاربری فعال را تعیین کرده و سپس مؤلفه‌های ذهنی برآمده از یک کاربری فعال، حرکت طبیعی به سوی آن‌ها را تشدید می‌کند. وجود ورودی در جبهه شرقی به اضافه استقرار کاربری فعال مانند کافه (فضای شماره ۱۱) به‌طور کلی موجب شده است تا این بخش از ساختمان میزان هم‌پیوندی بیشتری را نسبت به سمت متقارن و مخالفش داشته باشد. یک گراف ساده به ما نشان داد که فضایی مانند نگارخانه غربی (شماره ۱۷) به اختلاف اندکی هم‌پیوندی بیشتری نسبت به نگارخانه شرقی (شماره ۹) داشته باشد. یک گراف وزن دار به ما نشان داد که این گالری شرقی است که با ۰/۸۷ هم‌پیوندی بیشتری نسبت به گالری غربی با ۰/۸ دارد. این‌گونه می‌توان برداشت کرد که بازوی شرقی ساختمان به دلیل وجود ورودی‌ها و کاربری‌های متفاوت، توانسته است جریان حرکت بیشتری را در خود ببیند و به‌طور کلی پربازدیدتر است. بررسی خانه هنرمندان بر مبنای گراف وزن دار چندین نکته را آشکار می‌سازد. تأثیر

### نتیجه‌گیری

همان‌گونه که هیلیر بیان می‌دارد، پیکره‌بندی فضا مهم‌ترین عامل در حرکت عابر پیاده است. اما نمی‌توان صرف بررسی پیکره‌بندی فضا نتایج قطعی و نهایی از حرکت و رویداد را پیش‌بینی کرد. هیلیر شروع تحلیل‌های خود را بر مبنای خصائص ذاتی فضا آغاز می‌کند و پس از آن نحوه وقوع رویدادها را در فضای مصنوع تشریح می‌کند. اما این خصائص فضا که مربوط به هندسه موقعیت فضاها نسبت به هم است با بی‌توجهی به شکل و ماهیت فضا نمی‌تواند در ارائه تحلیلی جامع عمل کند. روش‌های به‌کارگرفته‌شده در این مقاله روش‌هایی بودند که براساس پیشینه پژوهش و مطالعات انجام‌شده مورد استفاده قرار گرفته بودند. اما در مقاله حاضر برخلاف رویه معمول و در جهت رسیدن به اهداف پژوهش، پرسشنامه‌ها به‌گونه‌ای تدوین شده که بتوان نتایج حاصل از آن‌ها را با بهره‌گیری از روش «AHP» به مقادیر عددی و وزنی ترجمه کرد تا بتوان آن‌ها را در محاسبات کمی نحو فضا دخیل کرد. در این پژوهش براساس سابقه تحقیق می‌توان به یک دستاورد مهم اشاره کرد. جایگزینی گراف وزن‌دار به‌جای گراف ساده می‌تواند مقادیر و نتایج را در اختیار تحلیل‌گر قرار دهد که نتایج آن به مراتب با موجودیت فضا منطبق‌تر است. انجام محاسبات نحو فضا به کمک گراف وزن‌دار، کلیت روابط پیکره‌بندی فضا را لحاظ کرده و علاوه‌براین چیزی به آن می‌افزاید. انجام وزن‌دهی به کمک روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی «AHP» و ترکیب آن با محاسبات نحو فضا، آسیبی به محاسبات اولیه وارد نکرده است. همچنین باید بیان کرد که جریان‌های حرکتی ثبت‌شده در آزمون دروازه‌شمارش و مقایسه آن با نتایج حاصل از گراف وزن‌دار به‌وسیله مدلسازی رگرسیون خطی

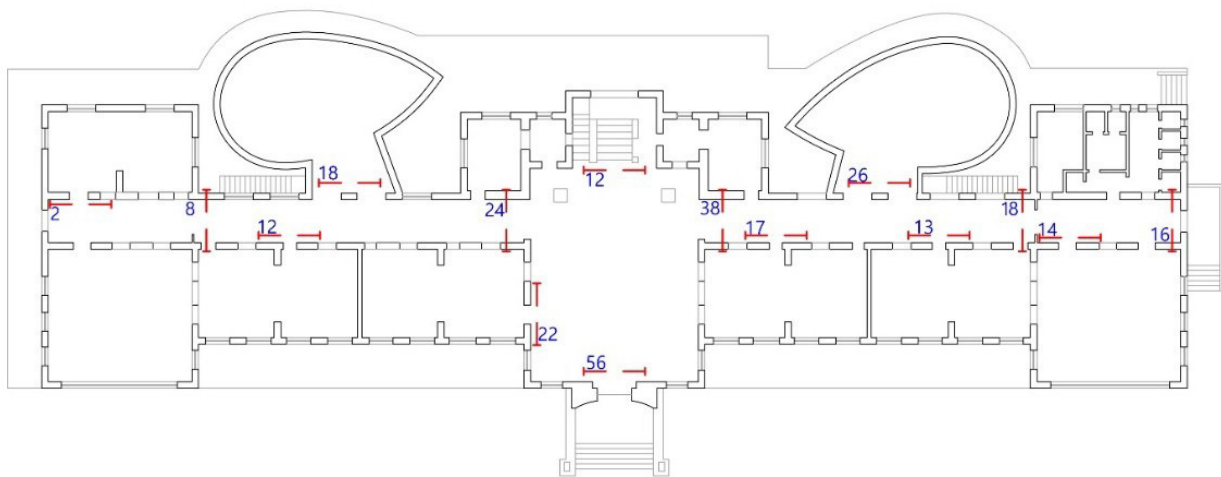
در شکل‌گیری حرکت و رفتار صحنه می‌گذارد، اما در فضاهای میانی این ویژگی‌های فردی فضا هستند که می‌توانند نتایج متفاوتی را رقم بزنند.

### یافته‌های حاصل از آزمون دروازه‌شمارش

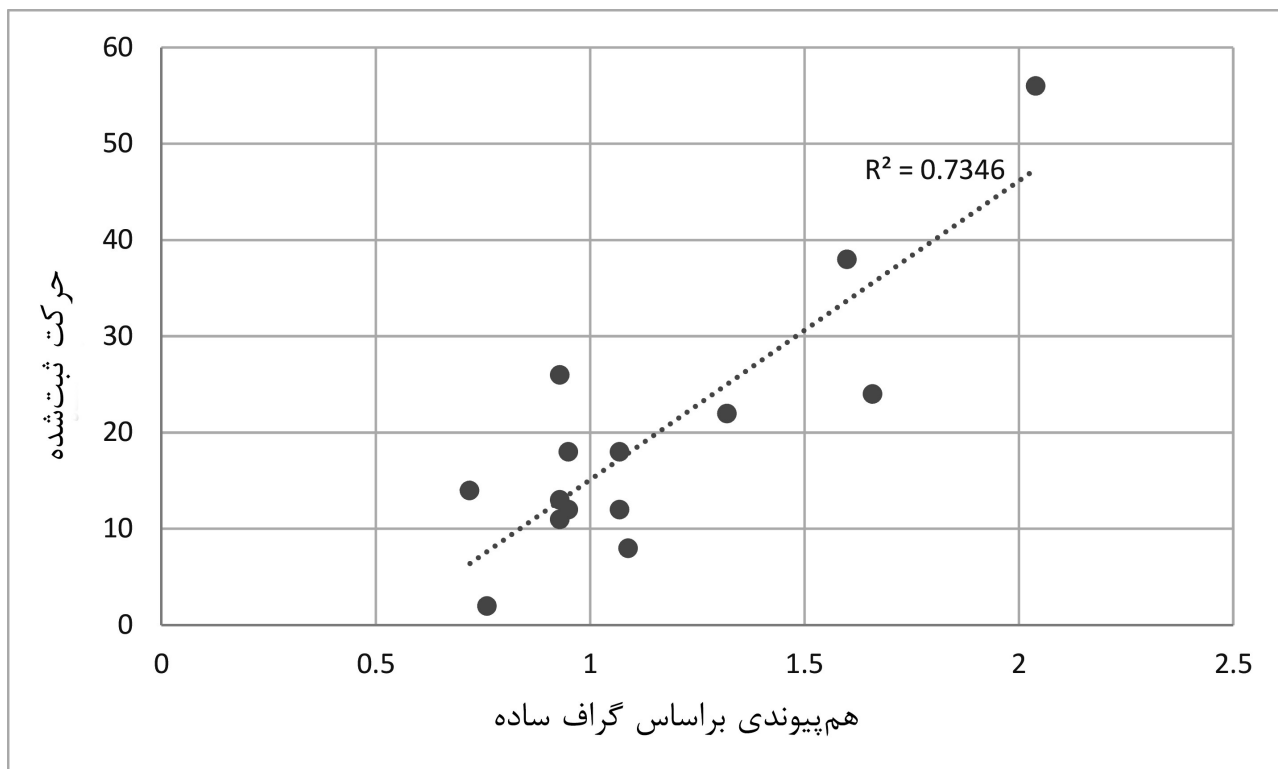
به‌منظور بررسی جریان‌های حرکتی در بنای خانه هنرمندان، ۱۵ دروازه در نظر گرفته شد و در روز آخر هفته، اطلاعات به ثبت رسید. هر دروازه در دو بازه ۵ دقیقه‌ای مورد بررسی قرار گرفته و تعداد حرکت‌های انجام‌شده در هر دروازه ثبت گردید. در تصویر ۷ جانمایی دروازه‌ها و همچنین تعداد حرکت عابرین مشخص شده است.

ثبت تعداد حرکت، این موضوع را آشکار کرده است که تحلیل انجام‌شده بر مبنای گراف وزن‌دار به‌میزان قابل‌توجهی قابل‌استناد است. تراکم بیشتر جریان‌های حرکتی در قسمت شرقی ساختمان بیشتر بوده است. به‌طورمثال راهروری شرقی در بازه زمانی مشخص شده ۳۸ حرکت و بازوی غربی ۲۴ حرکت را در خود دیده‌اند. با بررسی سایر فضاها نیز این نتیجه حاصل می‌شود که ارتباط معناداری میان هم‌پیوندی گراف وزن‌دار و حرکت طبیعی در بنا وجود دارد. در تصاویر ۱۰ و ۱۱ و با بهره‌گیری از رگرسیون خطی به‌ترتیب میزان معناداری رابطه میان هم‌پیوندی گراف ساده و گراف وزن‌دار با تعداد حرکات ثبت‌شده در فضا نمایش داده شده است.

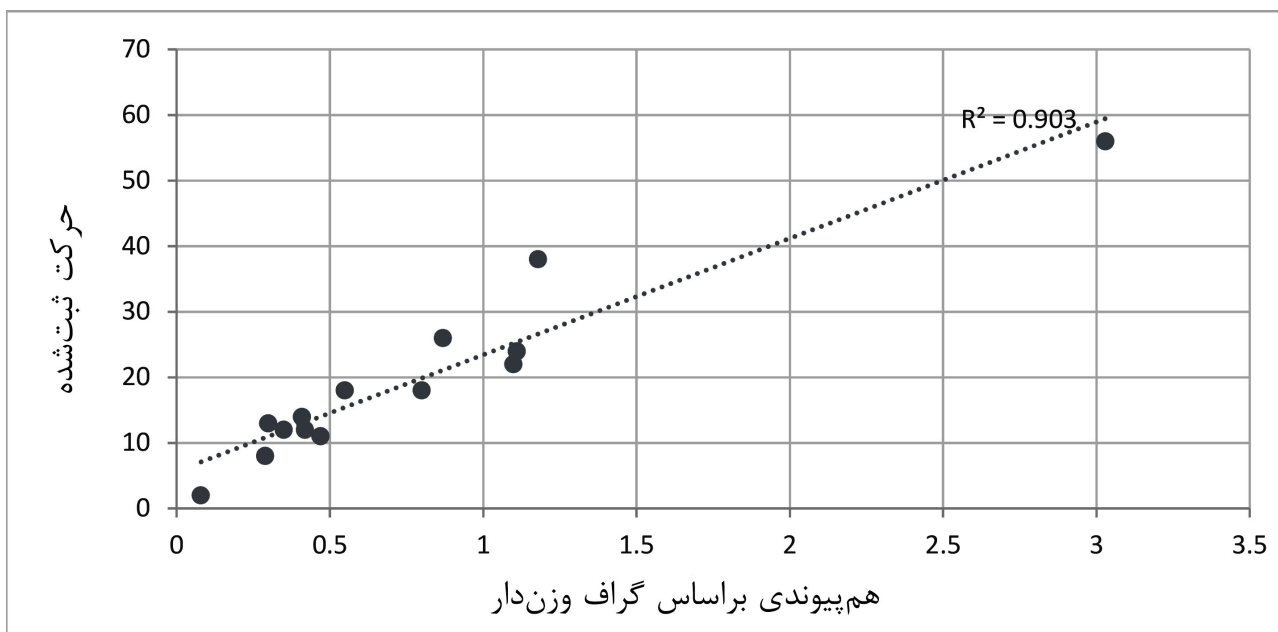
مدل نهایی رگرسیون خطی و محاسبه ضریب تعیین  $R^2$ ، نشان می‌دهد ارتباط هم‌پیوندی محاسبه‌شده براساس گراف ساده و حرکت طبیعی در فضا مقدار  $R^2 = 0/734$  و براساس گراف وزن‌دار مقدار  $R^2 = 0/903$  می‌باشد که بیانگر همبستگی بیشتر هم‌پیوندی محاسبه‌شده براساس گراف وزنی و حرکت طبیعی عابرین در فضا است.



تصویر ۹. جانمایی دروازه‌های شمارش و تعداد عبور ثبت‌شده در هر یک. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۱۰. مدل رگرسیون خطی بر مبنای گراف ساده. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۱۱. مدل رگرسیون خطی بر مبنای گراف وزن دار. مأخذ: نگارندگان.

به سوی نحو مکان حرکت کرده و به نقشی که احساس در برخورد انسان و فضا دارد بیشتر توجه شود. نتایج این پژوهش که همراه با آزمون فرضیه به روش دروازه شمارش بوده است نشان می‌دهد که الگوهای حرکتی و

این ادعا را ثابت می‌کند که تغییرهای حاصل شده توانسته‌اند همانند روش رایج با ساختار فضایی موجود ارتباطی معنادار و مستقیمی پیدا کرده و به افزایش میزان دقت محاسبات کمک شایانی کنند. این تغییرات کمک می‌کند تا از نحو فضا

روش در ابتدای راه بوده و کاستی‌های خود را داراست. از جمله این موارد می‌توان به دخالت انسان در فرایند تحلیل اشاره کرد. اگر چه با بهره‌گیری از روش «AHP» این دخالت موجب افزایش کارایی روش شده است و ارائه نظرات متناقض را تا حد زیادی کنترل می‌کند، اما فرایند آنالیز در این روش طولانی‌تر می‌شود. مورد دیگر مقیاس تحلیل است. این روش به خوبی می‌تواند در مقیاس معماری یا فضاها شهری در مقیاس کوچک مانند محله بررسی گردد، اما به دلیل نیاز به مقایسه یک‌به‌یک اجزای فضایی در مقیاس شهری بزرگ بسیار زمان‌بر و فرسایشی خواهد بود. هرچند که می‌توان با شناسایی اجزای اصلی سازمان فضایی شهر و مقایسه آن‌ها با یکدیگر صرفاً به بررسی آن‌ها پرداخت تا چشم‌انداز کلی شهر در مقیاس وسیع واضح‌تر گردد که شرح آن از موضوع این مقاله خارج بوده و جهت انجام پژوهش‌های دیگر در آینده پیشنهاد می‌گردد.

رفتاری که به‌وسیلهٔ نحو فضا شناسایی می‌شوند با آنچه در واقعیت محیط مصنوع در جریان است متفاوت خواهد بود اما می‌توان با انجام مطالعات محیطی و تکمیلی و همپوشانی نتایج دقت عمل پیش‌بینی شکل‌گیری الگوهای حرکت و رفتار را بالا برد. همچنین تصدیقی بر این موضوع است که عینیت و ذهنیت فضا تفکیک‌پذیر نبوده و حرکت، مکث و برخورد انسان با فضا و نحوهٔ کنش فردی و جمعی او با فضا، ماحصل تأثیر تمام ویژگی‌های آن محیط مصنوع بر حواس آدمی است. این ذهن مخاطب است که او را به انجام فعالیت سوق می‌دهد و جبر پیکره‌بندی فضا در شرایط مختلف شدت و حدت می‌گیرد. در **جدول ۵** مقایسهٔ کلی میان دو روش تحلیل براساس گراف ساده و وزن‌دار بیان شده است. هرچند که نتایج حاصل از روش محاسباتی بر مبنای گراف وزن‌دار نتایج قابل‌استنادتری را ارائه کرده است، اما هنوز این

جدول ۵. قیاس امکانات تحلیلی بر مبنای گراف ساده و وزن‌دار. مأخذ: نگارندگان.

امکانات روش تحلیلی نحو فضا	محاسبات مبتنی بر گراف ساده	محاسبات مبتنی بر گراف وزن‌دار
شناخت ویژگی‌های توپولوژیک فضا	✓	✓
تحلیل حرکت طبیعی انسان بر مبنای پیکره‌بندی فضایی	✓	✓✓
امکان تحلیل بر مبنای هندسهٔ موقعیت	✓	✓
امکان تحلیل اثر فعالیت‌های انتخابی	×	✓
امکان تحلیل اثر همزمان چندین ورودی	×	✓
امکان تحلیل اثر ویژگی‌های کالبدی فضا بر حرکت عابر	×	✓
انجام محاسبات صرفاً به‌وسیلهٔ رایانه	✓	×

## پی‌نوشت‌ها

۱. Space syntax
۲. Bill Hillier
۳. Natural movement
۴. Gate count
۵. Social logic of space
۶. Spatial configuration
۷. Patterns of co-presence
۸. Crossing density
۹. Movement economy
۱۰. Justified graph
۱۱. Relative depth

## فهرست منابع

- افروغ، عماد. (۱۳۷۷). *فضا و نابرابری اجتماعی «ارائهٔ الگویی برای جدایی‌گزینی فضایی و پیامدهای آن»*. تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- پرتوی، پروین. (۱۳۸۷). *پدیدارشناسی مکان*. تهران: فرهنگستان هنر جمهوری اسلامی ایران.
- پورعلی، مصطفی. (۱۳۹۰). دربارهٔ پدیدارشناسی در معماری. *صفه*، ۳۰-۱۹، (۱)۲۱.
- پیروی و نک، مرضیه. (۱۳۸۹). *پدیدارشناسی نزد مرلوپوتنی*. آبادان: نشر پرسش، ۱۰۱.
- جعفری بهمن، محمدعلی و خانیان، مجتبی. (۱۳۹۱). *مشکل‌یابی طرح‌های جامع از دیدگاه رفتاری و مقایسهٔ آن با وضع موجود به روش چیدمان فضا (Space Syntax)*، نمونه‌موردی: محلهٔ کبابیان شهر همدان. *آرمانشهر*، (۹)۵، ۲۹۵-۲۸۵.
- حاجیان، مینا و علی تاجر، سعید. (۱۳۹۶). *ارزیابی شیوه‌های محدبی و متقاطع تئوری گراف در تحلیل فضای معماری*. *نقش جهان*، (۲)۷،

- آرنه‌ایم، رودولف. (۱۳۸۸). *پویه‌شناسی صور معماری (ترجمهٔ مهرداد قیومی بیدهندی)*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها-انتشارات فرهنگستان هنر.



- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T. & Xu, J. (1993). Natural movement: Or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20(1), 29-66.
- Hillier, B. (2007). *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. London, England: Space Syntax. (Original work published 1996).
- Jiang, B. (1998). *A space syntax approach to spatial cognition in urban environments. Paper presented at NSF-funded research workshop on Cognitive Models of Dynamic Phenomena and Their Representations*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh.
- Klarqvist, B. (2015). A space syntax glossary. *NA*, 6(2).
- Kim, Y. O. & Penn, A. (2004). Linking the spatial syntax of cognitive maps to the spatial syntax of the environment. *Environment and Behavior*, 36(4), 483-504.
- Lamprecht, M. (2022). Space syntax as a socio-economic approach: a review of potentials in the polish context. *Miscellanea Geographica*, 26(1), 5-14.
- Lay, M. C. D., Reis, A., Dreux, V., Becker, D. & Ambrosini, V. (2005). *Spatial Configuration, Spatial Behavior and Spatial Cognition: Syntactic and Perceptual Analysis of the Market Station Area in Porto Alegre*. In Proceedings from EDRA 35, Vancouver, Canada.
- Martin, L. & March, L. (1972). *Urban Space and Structures, Cambridge Urban and Architectural Studies*, No. 1. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ma, D., Omer, I., Osaragi, T., Sandberg, M. & Jiang, B. (2019). Why topology matters in predicting human activities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 46(7), 1297-1313.
- Marshall, S. (2005). *Streets and Patterns*. London/New York: Spon Press.
- Mohareb, N. I. (2009). Street morphology and its effect on pedestrian movement in historical Cairo. *Cognitive Processing*, 10(2), 253-256.
- Mavridou, M. (2003). *An investigation of the relation of space to society: a discussion on A. Giddens, H. Lefebvre and space syntax* (Unpublished Masters Thesis in Architecture). Faculty of Architecture, UCL (University College London).
- Penn, A. & Turner, A. (2003). *Space layout affects search efficiency for agents with vision*. In Proceedings 4th International Space Syntax Symposium, London.
- Rapoport, A. (1969). *House Form and Culture*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ratti, C. (2004). Space syntax: some inconsistencies. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(4), 487-499.
- Steadman, J. P. (1983). *Architectural morphology: An*
- درانی عرب، آتناز؛ قلعه‌نویی، محمود؛ زمانی، بهادر و معززى مهر طهران، امیرمحمد. (۱۳۹۵). بازنگری بر پایه‌های مشترک نظریه‌های مناسک تعامل و نحو فضا. پژوهش در هنر و علوم انسانی، ۱(۱)، ۱-۸.
- دیده‌بان، محمد؛ پوردیهیمی، شهرام و ریسمانچیان، امید. (۱۳۹۲). روابط بین ویژگی‌های شناختی و پیکره‌بندی فضایی محیط مصنوع، تجربه‌ای در دزفول. *مطالعات معماری ایران*، ۲(۴)، ۳۷-۶۴.
- رشیدزاده، الهام؛ طهماسبی، ارسلان و حبیبی، فؤاد. (۱۳۹۸). فضای معماری در سیطره سرمایه: واکاوی شکل‌گیری فضای معماری از دیدگاه نظریه تولید فضای لوفور. *اندیشه معماری*، ۳(۶)، ۲۰۴-۲۲۰.
- ریسمانچیان، امید و بل، سایمون. (۱۳۸۹). شناخت کاربردی روش چیدمان فضا در درک پیکره‌بندی فضایی شهرها، هنرهای زیبا، ۲(۴۳)، ۴۹-۵۶.
- عباس‌زادگان، مصطفی. (۱۳۸۱). روش چیدمان فضا در فرایند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد. *مدیریت شهری*، ۳(۹)، ۶۴-۷۵.
- کورت گروتو، یورگ. (۱۳۹۳). *زیبایی‌شناسی در معماری*. ویراست دوم. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- قهرمانی، محمد باقر؛ پیروای ونک، مرضیه؛ مظاهریان، حامد و صیاد، علیرضا. (۱۳۹۳). تن‌یافتگی تماشاگر در فضای هاپتیکی فیلم. *هنرهای زیبا - هنرهای نمایشی و موسیقی*، ۱۹(۲)، ۵۳-۶۲.
- معماریان، غلامحسین. (۱۳۸۱). *نحو فضای معماری*. صفه، ۱۲(۳۵)، ۷۵-۸۳.
- همدانی گلشن، حامد، بهزادفر، مصطفی و مطلبی، قاسم. (۱۳۹۴). باز اندیشی نظریه «نحو فضا»، رهیافتی در معماری و طراحی شهری؛ مطالعه موردی: خانه بروجردی‌های کاشان. *هنرهای زیبا*، ۲۰(۲)، ۵۹-۷۴.
- همدانی گلشن، حامد؛ بهزادفر، مصطفی و مطلبی، قاسم. (۱۳۹۹). تبیین رابطه پیکره‌بندی فضایی و تعاملات اجتماعی، با استفاده از برهم‌کنش نحو فضا و روان‌شناسی بوم‌شناختی، صفه، ۱(۳۰)، ۵۹-۷۶.
- Al-Sayed, K., Turner, A., Hillier, B., Iida, S. & Penn, A. (2018). *Space syntax methodology. A teaching guide for the MRes/MSc Space Syntax course (Version 5)*. London: Bartlett School of Architecture, UCL.
- Dalton, R. & Hoelscher, C. (2007). *Understanding Space: the nascent synthesis of cognition and the syntax of spatial morphologies*. In: Space Syntax and Spatial Cognition - Proceedings of the Workshop, 24 September - 28 September 2006, Bremen.
- Forty, A. (2000). *Words and buildings: a vocabulary of modern architecture*. New York: Thames & Hudson.
- Grajewski, T. (1992). *Space Syntax Observation Manual* (2001 unpublished revised edition: L. Vaughan). London: UCL Bartlett and Space Syntax Ltd.
- Heidegger, M. (1971). *On the Way to Language* (P.D. Hertz Trans.). San Francisco: Harper & Row.
- Hillier, B., Hanson, J. & Peponis, J. (1984). What do we mean by building Function? (In J. Powell, I. Cooper, & S. Lera (Eds.), *Designing for building utilization*. New York: Spon.

*introduction to the geometry of building plans*. London: Pion.

- Sabry Hegazi Y., Tahoon, D., Anwar Abdel-Fattah N. & Fathi El-Alfi, M. (2022). Socio-spatial vulnerability assessment of heritage buildings through using space syntax. *Heliyon*, 8(3).
- Thungsakul, N. (2002). *A Syntactic Analysis of Spatial Configuration towards the Understanding of Continuity and*

*Change in Vernacular Living Space: A Case Study in the Upper Northeast of Thailand*. Bell & Howell, Ann Arbor, MI.

- Zaleckis, K., Chmielewski, S., Kamičaitytė, J., Grazuleviciute-Vileniske I. & Lipińska H. (2022). Walkability Compass—A Space Syntax Solution for Comparative Studies. *Sustainability*. 14(4), 2033.

**COPYRIGHTS**

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله:  
فرشیدی، محمد؛ منصوری، سید امیر و میرشاهزاده، شروین. (۱۴۰۱). تأثیر مؤلفه‌های ذهنی بر آنالیز نحو فضا با بهره‌گیری از گراف وزن‌دار (نمونه‌موردی: خانه هنرمندان تهران). *باغ نظر*، ۱۹ (۱۱۳)، ۱۰۷-۱۲۴.

DOI:10.22034/BAGH.2022.313613.5042  
URL:[http://www.bagh-sj.com/article\\_157730.html](http://www.bagh-sj.com/article_157730.html)

