نشریهٔ علمی باغ نظر، ۲۱(۱۴۰)، ۳۳-۴۴ / بهمن ۱۴۰۳
DOI: 10.22034/BAGH.2024.466411.5631

ترجمهٔ انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
The Role of Spatial Visibility on the Visitor Density in Exhibition Complexes (Case Study: Iran- Iraq War Museum)
در همین شمارهٔ مجله به‌چاپ رسیده است.

مقالهٔ پژوهشی

نقش دید فضایی بر تراکم حضور در مجموعه‌های نمایشگاهی (مطالعهٔ موردی: موزهٔ دفاع مقدس تهران)*

لیلا آرام[۱]، کاوه بذرافکن[۲]**، شیما روشن‌ضمیر[۳]، سیدامیرحسین گرکانی[۴]

۱. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳. گروه شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، ایران.
۴. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۰ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

چکیده

بیان‌مسئله: فهم و بازتعریف ارتباط میان پیکره‌بندی فضا، چگونگی ادراک و تعامل مخاطب با محیط پیرامونش، دانشی کلیدی در پردازش روند طراحی معماری است. در این میان، نظریهٔ نقاط هم‌دید متکی‌بر تجزیه، تحلیل و ترجمهٔ مشخصه‌های شکلی و هندسی فضا، چارچوبی عملیاتی برای کشف این رابطه است. بااین‌حال، به نظر می‌رسد در بدنهٔ دانشی آن کمتر به محتوای توپولوژیک فضا پرداخته شده و بخشی از لایه‌های دریافتی طراح و تجربهٔ مخاطب، پنهان باقی مانده است.

هدف پژوهش: این پژوهش با هدف صورت‌بندی و ساختاربندی تحلیل‌های هندسی نظریهٔ نقاط هم‌دید به‌دنبال تبیین رابطهٔ میان متغیرهای دید فضایی و تراکم حضور بازدیدکنندگان است تا به بازتعریف لایه‌های هندسی- توپولوژیکی در دستگاه‌های شناختی- رفتاری فضا برای فهم معماری بپردازد.

روش پژوهش: این پژوهش بر روش‌های کمی و تحلیلی در بررسی رابطهٔ همبستگی میان متغیرها و مقادیر در مجموعه‌های نمایشگاهی موزهٔ دفاع مقدس تهران استوار است. نحوهٔ برداشت‌های میدانی از طریق مشاهده، جهت زمان‌سنجی و ردیابی الگوی توقف و حرکت بازدیدکنندگان با استفاده از دوربین‌های مداربسته انجام شده است. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نیز با بهره‌گیری از تکنیک‌های یادگیری ماشین و براساس مدل‌های رگرسیون و آزمون معنی‌داری همبستگی است. در این میان بااستفاده از ایدهٔ گراف توپولوژیکی دستگاه شناختی- رفتاری در قالب بخش‌های موزه شامل فضاهای نمایشی، تعاملی، شبیه‌سازی شده و فراغتی مجموعه پرداخته است.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد که در فضاهای چهارگانهٔ موزه، الگوهای متنوعی از ارتباط میان پیکره‌بندی فضایی و رفتار بازدیدکنندگان وجود دارد. عواملی چون شعاع عمودی، هم‌پیوندی سه‌بعدی، پراکندگی دید، توزیع یکنواخت میدان دید و فرم‌های منحنی، نقشی محوری در صورت‌بندی تجربهٔ مخاطبان فضا بازی می‌کنند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که تحلیل‌های اختصاصی و مستقل فضاهای موزه براساس کارکردشان، دریافت و سنجشی دقیق‌تر برای درک رابطهٔ فضا و رفتار کاربران است. هم‌چنین این مطالعه، نقد و بازنقد نظریهٔ نحو فضا برای قبض و بسط آن در حوزهٔ دستگاه شناخت- رفتار غیرهندسی و توپولوژیک را ضروری می‌داند.

واژگان کلیدی: *معماری، فضاپژوهی، محاسبات فضا، دستگاه شناخت- رفتار، توپولوژی، یادگیری ماشین.*

مقدمه

به‌نظر می‌رسد بازدیدکنندگان عمومی فضاهای نمایشگاهی و موزه‌ها، اغلب بدون مقصدی از پیش تعیین‌شده در فضا حرکت می‌کنند و مسیر خود را براساس تجربهٔ در لحظه و ادراک فضایی تغییر می‌دهند. دریافت و بازشناسایی این الگوهای متنوع رفتاری، مستلزم درک چگونگی تعامل و هم‌کنش ساختار فضا با رفتار انسان است. این موضوع، اهمیت طراحی فضاهای نمایشگاهی را به‌عنوان بستری برای تأثیرات متقابل مخاطب و فضا برجسته می‌کند.

* این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری «لیلا آرام» با عنوان «تبیین رابطهٔ ساختارهای هندسی و توپولوژیک در برساخت دستگاه فضا- رفتار (مطالعهٔ موردی: نمایشگاه‌ها)» است که به راهنمایی دکتر «کاوه بذرافکن» و مشاورهٔ دکتر «شیما روشن ضمیر» و دکتر «سیدامیرحسین گرکانی» در دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی در حال انجام است.

** نویسندهٔ مسئول: kav.bazrafkan@iauctb.ac.ir، ۰۹۱۲۲۰۲۱۵۱۰

در گذار از دانش‌واژهٔ محیط و مفاهیم بسط‌یافتهٔ نظریه‌پردازان از دههٔ ۶۰ تا ۸۰ م. (آرام و بذرافکن، ۱۳۹۸)، فضاپژوهی با تمرکز بر فضا به‌عنوان بستری میان‌رشته‌ای برای پیشبرد مطالعات فضامحور و محاسبات فضا[1] ، بستری برای هم‌گرایی جریان‌های تجربه‌گرا، عقل‌گرا و جمع‌گرا فراهم می‌کند. این تحولات در حوزهٔ طراحی و نقد فضا به جهت‌گیری شناختی- رفتاری در ترجمه و تفسیر فضای معماری کمک می‌کند.

رویکرد شناختی- رفتاری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین جهت‌گیری‌ها در این حوزه، تجربه و درک مخاطب از فضا را ریشه در کنش‌های حسی و حرکتی او در تعامل با فضا می‌داند (Mallgrave, 2013؛ افتخاری و همکاران، ۱۴۰۲). در این نگرش، معماری صرفاً امری دیداری و مبتنی‌بر شکل نیست بلکه برآمده از پیوند میان ادراک، زمان و حرکت انسان در فضاست (بذرافکن، ۱۳۹۵). اگرچه رویکردهای دیگری مانند نظریه‌های زیبایی‌شناختی، اجتماعی- فرهنگی و پدیدارشناسانه (Bechtel & Churchman, 2002) نیز به تحلیل رابطهٔ انسان و فضا می‌پردازند، این پژوهش با تمرکز بر رویکرد شناختی- رفتاری به‌دنبال ابزارهای تحلیلی متناسبی است که بتواند تمام ابعاد این تجربه را پوشش دهد.

برای بررسی دقیق رابطهٔ میان فضا و دستگاه شناخت- رفتار، توجه هم‌زمان به ابعاد هندسی و توپولوژیک فضا، که هریک تنها بخشی از وجوه تجربی، عقلی و اجتماعی فضا را بازنمایی می‌کند، ضروری است. این دو بعد، مکمل در بستر ریاضیات به‌عنوان دانش‌رشته‌ای میانجی، جنبه‌های متمایزی از فضا و تجربهٔ آن‌را بازنمایی می‌کند (Harper, 2016; Adams & Franzosa, 2007). از این‌رو، باید این دو بعد به صورتی تلفیقی، مکمل و هم‌پیوند بررسی شوند.

با توجه به اهمیت ویژگی‌های فضا در شکل‌دهی به تجربه، ذهن و مناسبات اجتماعی افراد، نظریهٔ نحو فضا به‌عنوان یکی از رهیافت‌های پرکاربرد در حوزهٔ دستگاه فضا و رفتار است که مجموعه‌ای از ابزارهای کمی، توصیفی و کاربردی را ارائه می‌دهد (Hillier & Hanson, 1984). سه مفهوم اصلی این نظریه شامل خطوط محوری[2] ، فضای محدب[3] و پهنهٔ هم‌دید[4] است که هر یک جنبه‌ای متفاوت از فضا را بازنمایی و تحلیل می‌کند (Hillier & Vaughan, 2007). از این میان، تحلیل نقاط هم‌دید که به بررسی میدان دید از هر موقعیت در فضا می‌پردازد به‌دلیل قابلیت تحلیل روابط دیداری که ساختارهای ادراکی و رفتاری کاربران را شکل می‌دهد، اهمیت ویژه‌ای یافته است (Benedikt, 1979).

با وجود کاربرد گستردهٔ نظریهٔ نحو فضا در تحلیل ساختار فضایی و رفتار این رهیافت با نقدهایی نیز مواجه بوده است. تمرکز عمده بر تحلیل‌های هندسی و توجه محدود به ابعاد توپولوژیکی و شناختی فضا، از جمله مسائل این رویکرد است. برخی منتقدان با تأکید بر این محدودیت‌ها، ضرورت توجه به نقش عوامل فردی، اجتماعی و فرهنگی در شکل‌گیری رفتار و ادراک فضایی را برجسته می‌کنند (Montello, 2007). با این‌وجود، تحولات اخیر در حوزهٔ علوم شناختی، افق‌های جدیدی را در استفاده از تکنیک‌های نحو فضا گشوده است که منجر به درک بهتر ارتباط میان پدیده‌های شناختی و ویژگی‌های فضایی شده است (Dalton et al., 2012).

نظریهٔ هم‌دید[5] نیز به‌عنوان یکی از مفاهیم کلیدی نحو فضا از زمان معرفی آن در اواخر دههٔ ۱۹۷۰، مسیر تکاملی قابل‌توجهی را طی کرده است و به تدریج، رویکردهای آن به سمت بررسی تجربهٔ فضایی و رفتار کاربران توسعه یافته است (Franz & Wiener, 2005).

این تکامل با پیشرفت فن‌آوری‌های محاسباتی و ظهور یادگیری ماشین وارد مرحلهٔ جدیدی شده است، به‌طوری‌که امروزه تحولاتی در تحلیل‌های نقاط هم‌دید رخ داده است. این پیشرفت امکان ثبت و پردازش هم‌زمان تحلیل‌های هندسی فضا و الگوهای توپولوژیک رفتار را فراهم کرده است (Poerschke, 2016). در این رویکرد، الگوهای رفتاری افراد و تحلیل‌های نقاط هم‌دید به داده‌های کمی قابل‌سنجش تبدیل می‌شوند. ترکیب این داده‌ها به کمک یادگیری ماشین، می‌تواند الگوهای معناداری را میان ویژگی‌های فضایی و رفتار واقعی بازدیدکنندگان آشکار کند.

پژوهش حاضر نیز با هم‌پیوندی تحلیل‌های هندسی و توپولوژیک و بهره‌گیری از یادگیری ماشین، به‌دنبال ارائهٔ رویکردی فراگیر و جامع در تحلیل رفتار بازدیدکنندگان در فضاهای نمایشگاهی است.

بر این اساس، پرسش اصلی این پژوهش چنین است که چگونه می‌توان با تلفیق تحلیل‌های هندسی و توپولوژیک به فهم دقیق‌تری از تجربهٔ فضایی بازدیدکنندگان در مجموعه‌های نمایشگاهی دست یافت؟ برای پاسخ به این پرسش، این مطالعه به بررسی نقش متغیرهای دید فضایی در تراکم حضور بازدیدکنندگان در چهار نوع فضای موزهٔ دفاع مقدس شامل فضاهای نمایشی، تعاملی، شبیه‌سازی‌شده و فراغتی پرداخته است. تفکیک این فضاها براساس ماهیت متفاوت تعاملات و هم‌کنشی در آن‌ها، امکان شناسایی دقیق‌تر عوامل مؤثر بر تجربهٔ بازدیدکنندگان را فراهم می‌کند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به دست‌مایهٔ طراحی فضاهای نمایشگاهی تبدیل شود و تجربهٔ بازدیدکنندگان را تنوع بخشد.

پیشینهٔ پژوهش

مرور دستاوردهای پژوهشی در حوزهٔ دستگاه فضا و شناخت- رفتار، بستری مناسب برای طرح مسأله و ضرورت انجام این مطالعه فراهم می‌آورد. در این میان، نظریهٔ «نحو فضا» که در دههٔ ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ توسط هیلیر و هانسون ارائه شد، جایگاه برجسته‌ای دارد. این نظریه با تمرکز بر ارتباط ساختار فضایی و پویایی اجتماعی (Hillier, 2007; Hillier & Hanson, 1984) به تحلیل

پیکره‌بندی هندسی فضا در سه حالت خطوط محوری، فضای محدب و پهنهٔ هم‌دید می‌پردازد (Hillier & Vaughan, 2007). پهنهٔ هم‌دید، یکی از مفاهیم کلیدی در نظریهٔ نحو فضا است که نخستین بار در سال ۱۹۷۹، توسط بندیکت و با عنوان نظریهٔ هم‌دید معرفی شد. وی ساختار هندسی این مفهوم را با تحلیل چندوجهی هم‌دید تبیین کرد (Benedikt, 1979). سپس در سال ۲۰۰۱، ترنر و همکارانش ایدهٔ تحلیل گراف دیداری[۶] را به‌عنوان دیدگاه توپولوژیکی پهنهٔ هم‌دید طرح کردند (Turner et al., 2001) که امکان تحلیل پیوستگی دیداری میان مجموعه‌ای از نقاط در فضا را فراهم می‌آورد. تحولات نظری پهنهٔ هم‌دید در نمودار خطی- زمانی (تصویر ۱) خلاصه شده است. در دههٔ گذشته، تحلیل‌های سه‌بعدی نقاط هم‌دید، گسترش یافته‌اند (Varoudis & Psarra, 2014; Bhatia et al., 2013). این تحلیل‌ها، امکان بررسی پیوستگی دید فضایی را در ابعاد و روابط مختلف هندسی و توپولوژیکی فراهم می‌کند.

مطالعات اخیر در این زمینه به ترکیب تحلیل‌های نحو فضا با رویکردهای دیگر پرداخته‌اند. از جمله، عمر و کپلن در سال ۲۰۱۷، تحلیل‌های نحو فضا را با مدل‌سازی رفتارهای عامل‌بنیان تلفیق کردند تا درک بهتری از تاثیر ویژگی‌های فضایی بر رفتار حاصل شود (Omer & Kaplan, 2017). همچنین جابی و همکارش در سال ۲۰۲۱ با ادغام این تحلیل‌ها و طراحی محاسباتی، مفهوم گراف توپولوژیکی محتوا- زمینه[۷] را ارائه دادند که منجر به بسط ابزارهای هوشمند برای تحلیل توپولوژیکی فضا در فرایند طراحی می‌شود (Jabi & Chatzivasileiadi, 2021).

همچنین مطالعات پیشین و کارآمد نظریهٔ هم‌دید، در تحلیل رفتار بازدیدکنندگان در فضاهای نمایشگاهی را اثبات کرده‌اند. به‌عنوان مثال، ترنر و پن در مطالعه‌ای روی گالری تیت، رابطهٔ معناداری میان پارامترهای هم‌دید و پراکندگی آماری بازدیدکنندگان یافتند (Turner & Penn, 1999). فرانتس و وینر نیز با تلفیق تحلیل هم‌دید و نظریه‌های علم شناختی، پیوند میان ویژگی‌های دید فضایی، احساسات و مسیریابی بازدیدکنندگان در گالری‌ها را آشکار ساختند (Franz & Wiener, 2005). علاوه‌بر این، لازریدو و سارا، اهمیت سازماندهی سه‌بعدی فضایی در شکل‌دهی به الگوهای حرکت و تجربهٔ بازدیدکنندگان در موزه‌ها را برجسته کردند (Lazaridou & Psarra, 2015).

مرور پیشینهٔ پژوهش، نشان‌دهندهٔ اهمیت نظریهٔ نحو فضا، ساختارهای هندسی و توپولوژیک در دستگاه فضا و شناخت- رفتار است.

چارچوب نظری

مطالعات نظری این پژوهش بر سه محور اصلی استوار است، تدقیق مفاهیم هندسه و توپولوژی در تحلیل فضا، بررسی ظرفیت‌های نظریهٔ هم‌دید در پیوند با این مفاهیم و تشریح جایگاه این نظریه در کنار رویکردهای مکمل در تبیین تجربهٔ فضایی در مجموعه‌های نمایشگاهی است. این چارچوب، ضمن برساختن بنیانی منسجم، رویکردی میان‌رشته‌ای را در پیوند میان معماری و علم شناختی دنبال می‌کند. ارتباط و نحوهٔ تعامل این مفاهیم در (تصویر ۲) ارائه شده است.

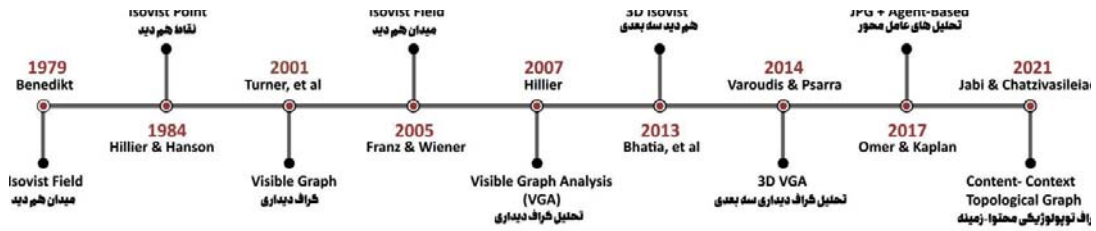
- **تبیین مفاهیم هندسه و توپولوژی در تحلیل فضا**

هندسه و توپولوژی، دو شاخهٔ مکمل ریاضیات هستند که چارچوبی نظری برای تحلیل ویژگی‌های فضا فراهم می‌آورند. هندسه بر جنبه‌های اندازه‌گذاری کمی فضا نظیر فاصله، زاویه و مساحت متمرکز است (Gray & Ferreirós, 2021). در مقابل، توپولوژی به روابط کیفی و ساختاری میان عناصر فضایی چون پیوستگی و مجاورت می‌پردازد که در دستگاه‌های دیگر قابل اندازه‌گیری نیست (Adams & Franzosa, 2007). کاربست هم‌زمان این دو جهت‌گیری، امکان تجزیه، تحلیل و ترجمهٔ جامع ساختارهای فضایی را فراهم می‌آورد و بستری برای تبیین پیوند میان پیکره‌بندی فضا و تجربهٔ انسانی پدید می‌آورد.

- **ظرفیت‌های نظریهٔ هم‌دید در تحلیل ساختار فضا**

نظریهٔ هم‌دید، جهت‌گیری برای تحلیل پیوستگی دید فضایی است که ساختارهای آن الگوهای ادراکی و رفتاری کاربران را شکل می‌دهد (Dawes & Ostwald, 2021, 1419). روند تکاملی این نظریه با تمرکز بر ویژگی‌های هندسی و توپولوژیک فضا، چارچوبی جامع برای درک تجربهٔ انسانی وابسته به فضا ارائه می‌دهد.

بندیکت، ساختار هندسی این نظریه را با تحلیل چندوجهی هم‌دید تبیین کرده است (Benedikt, 1979). ویژگی‌های هندسی این چندوجهی نظیر مساحت، محیط و مدوربودن[۸] (Franz & Wiener, 2005) در کنار مفهوم توپولوژیکی بستگی[۹] (McElhinney, 2020)، امکان تحلیل ساختار فضا را فراهم



تصویر ۱. نمودار خطی- زمانی شکل‌گیری و تکامل نظریهٔ هم‌دید. مأخذ: نگارندگان.

تصویر ۲. صورت‌بندی مفاهیم چارچوب نظری پژوهش. مأخذ: نگارندگان.

می‌آورند. مدوربودن، با ایجاد یکنواختی در میدان دید، ثبات ادراکی (Dubey et al., 2022) و ترجیحات زیبایی‌شناختی افراد را بسط می‌دهد (Vartanian et al., 2019). درمقابل، میزان بستگی از طریق ایجاد تغییرات ناگهانی در میدان دید (Benedikt, 1979)، حس کنجکاوی یا سردرگمی را در مخاطب برمی‌انگیزد (Dubey et al., 2022).

تحولات بعدی نظریهٔ هم‌دید با معرفی روش تحلیل گراف دیداری (Turner et al., 2001) و سنجه‌هایی چون هم‌پیوندی[10] و پراکندگی[11]، عمق و گسترهٔ تحلیل ساختارهای توپولوژیک فضا را گسترش داد. هم‌پیوندی، میانگین طول شعاع‌های دید را نشان می‌دهد (Franz & Wiener, 2005)، درحالی‌که پراکندگی، انحراف داده‌های مربوط به طول شعاع‌های دید از مقدار میانگین را بیان می‌کند (Dalton & Dalton, 2001) و چگونگی توزیع داده‌ها در کل فضا را مشخص می‌کند.

مطالعات اخیر با گسترش کاربست نظریهٔ هم‌دید به ساختارهای فضایی سه‌بعدی نقش، ویژگی‌هایی مانند ارتفاع سقف و پیچیدگی حجمی را در شکل‌دهی به ادراک کاربران برجسته می‌کنند (Meyers- Levy & Zhu, 2007) در این زمینه، روش‌هایی مانند تحلیل هم‌دید سه‌بعدی (Bhatia et al., 2013) و گراف مربوط به آن (Varoudis & Psarra, 2014) و مفاهیمی چون دید سه‌بعدی ادراکی (Krukar et al., 2021) و ویژگی‌های حجمی فضا (Ali & Mustafa, 2023) برای درک عمیق‌تر پیچیدگی فضاهای معماری و پیوند ابعاد هندسی- تجربی ادراک فضایی توسعه‌یافته‌اند.

در مجموع، نظریهٔ هم‌دید با گسترش در ابعاد سه‌بعدی و توجه هم‌زمان به ساختارهای هندسی و توپولوژیک، چارچوبی برای تحلیل ادراک فضایی کاربران ارائه می‌دهد. این تحولات، زمینه را برای تلفیق این نظریه با سایر حوزه‌های نظری در جهت تبیین غنی‌تر تجربهٔ فضایی فراهم آورده است.

- **نظریات مکمل هم‌دیدی در تبیین تجربهٔ فضایی**

درک جامع از نحوهٔ تاثیرگذاری پیکره‌بندی فضایی نمایشگاه‌ها بر تجربهٔ بازدیدکنندگان، نیازمند توجه هم‌زمان به نظریهٔ هم‌دید و سایر جهت‌گیری‌های مرتبط است. در این زمینه، نظریه‌های قابلیت‌های محیطی[12]، ترجیحات محیطی[13] و مفهوم تعامل‌پذیری در کنار متغیرهای نظریهٔ هم‌دید، چارچوب مناسبی را فراهم می‌کنند

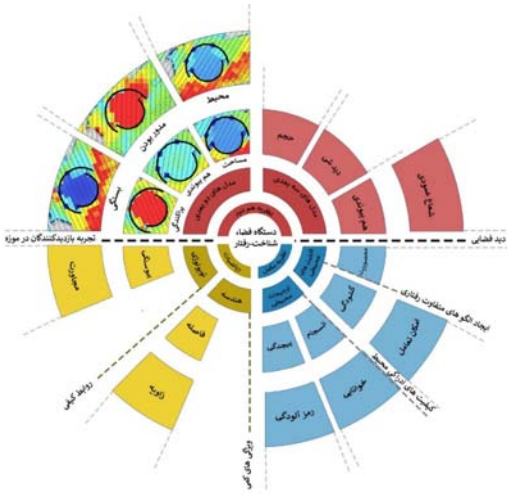
نظریهٔ قابلیت‌های محیطی بر نقش محیط در ایجاد فرصت‌های کنشی برای افراد تأکید دارد (Gibson, 1979). ویژگی‌هایی چون محصوریت، گشودگی و امکان تعامل با عناصر فضایی می‌تواند الگوهای متفاوت رفتاری را در بخش‌های مختلف نمایشگاه ایجاد کند (Forrest, 2013)، که به فهم ارتباط میان ویژگی‌های فضا و رفتار بازدیدکنندگان کمک می‌کند.

نظریهٔ ترجیحات محیطی، با تمرکز بر کیفیت‌های ادراکی محیط مانند انسجام، پیچیدگی، خوانایی و رازآلودگی (Kaplan & Kaplan, 1989)، شاخص‌هایی چون پهنای دید[14]، گشودگی[15]، پیچیدگی[16] و سامان‌دهی[17] فضا را معرفی کرده است (Franz & Wiener, 2005). توجه هم‌زمان به این نظریه و تحلیل هم‌دید، می‌تواند به درک عمیق‌تری از چگونگی ادراک و ترجیحات رفتاری بازدیدکنندگان از ویژگی‌های فضایی منجر شود.

علاوه‌بر کیفیات ادراکی، جنبه‌های سه‌بعدی فضا نیز بر شناخت اطلاعات بازدیدکنندگان مؤثر هستند. برای مثال، فضاهایی با سقف بلندتر، پردازش انتزاعی اطلاعات را تسهیل می‌کند درحالی‌که فضاهایی با سقف کوتاه‌تر، پردازش جزئی‌نگر را تقویت می‌کند (Meyers- Levy & Zhu, 2007). در این میان، توجه به مؤلفه‌هایی مانند هم‌پیوندی و عمق فضایی که بر الگوهای حرکتی و توقف بازدیدکنندگان در موزه‌ها تأثیرگذارند، اهمیت دارد. چنان‌چه در نمایشگاه‌هایی با سطح هم‌پیوندی دیداری بالا و عمق فضایی کم، زمان حضور و تعامل بازدیدکنندگان با آثار افزایش می‌یابد (Psarra et al., 2007).

همچنین، امکان دید متقابل عناصر نمایشگاهی، میزان مشارکت فعال بازدیدکنندگان را تعیین می‌کند (Wineman & Peponis, 2009). بروز تعامل‌پذیری در موزه‌ها نیز از طریق ارتقای جذب، مشارکت فعال و یادگیری عمیق مخاطبان محقق می‌شود (Allen, 2004). توجه به این مجموعه ویژگی‌ها، می‌تواند به افزایش زمان حضور و درگیری عمیق مخاطبان با محتوای نمایشگاهی کمک کند.

در نهایت، تلفیق رویکردهای مکمل با ساختارهای هندسی- توپولوژیک نظریهٔ هم‌دید، چارچوبی جامع برای تحلیل و ارتقای کیفیت تجربهٔ بازدیدکنندگان در فضاهای نمایشگاهی فراهم می‌کند. این چارچوب با شناسایی ویژگی‌های فضایی و نحوهٔ اثرگذاری آن‌ها بر رفتار، راهنمایی برای طراحی مطلوب و کارآمد ارائه خواهد کرد. متغیرهای چارچوب نظری و نحوهٔ هم‌کنش بین آن‌ها در (تصویر ۳) ارائه شده است.



تصویر ۳. متغیرها و نحوهٔ هم‌کنش بین آن‌ها در چارچوب نظری پژوهش. مأخذ: نگارندگان.

مدل پیشنهادی پژوهش

مدل پیشنهادی این پژوهش با هدف بازساختاربندی و ارتقای تحلیل‌های هندسی و توپولوژیک در برساخت دستگاه فضا و شناخت- رفتار ارائه شده است. منشأ این مدل، ایدهٔ گراف توپولوژیکی الگوهای شناختی- رفتاری است که برای رفع کاستی‌های شیوه‌های تحلیل رایج در این حوزه، پیشنهاد می‌شود. اگرچه شیوه‌های تحلیلی موجود تاحدودی به ویژگی‌های توپولوژیک فضا می‌پردازند اما بیشتر بر مشخصه‌های هندسی آن متمرکز هستند. این امر آن‌ها را از تبیین کامل پیچیدگی‌های تجربهٔ بازدیدکنندگان در فضاهای نمایشگاهی ناتوان می‌کند.

مدل و دستگاه پیشنهادی، فضا را به مثابهٔ پیوستاری در نظر می‌گیرد که توالی زمانی و حرکتی فعالیت‌های کاربران در آن را ثبت و تحلیل می‌کند. انعطاف‌پذیری این دستگاه در تطبیق با شرایط متنوع، امکان کشف ابعاد پنهان رفتاری که در تحلیل‌های هندسی پوشیده و پنهان باقی می‌مانند را فراهم می‌آورد.

برای آزمون کارایی این دستگاه، موزهٔ دفاع مقدس تهران به‌عنوان نمونهٔ موردی انتخاب شده است که در مقیاس بزرگی، طراحی شده و به نمایش آثار و خاطرات جنگ تحمیلی بین ایران و عراق (۱۳۶۷-۱۳۵۹) اختصاص دارد.

این موزه، شامل هفت سالن اصلی است که با الگوی گردش خطی و توالی فضایی شکل گرفته است. پیکره‌بندی فضایی مجموعه به‌گونه‌ای است که امکان دید و حرکت پیوسته را در طول مسیر ایجاد می‌کند. این ویژگی به همراه تنوع در ارتفاع فضاها و تغییرات هندسی در مسیر حرکت، سازمان فضایی پیچیده‌ای را شکل داده و قابلیت بررسی جامع متغیرهای نظریه هم‌دید را در تحلیل‌های دوبعدی و سه‌بعدی فراهم می‌کند.

در راستای تحلیل دقیق‌تر رابطهٔ میان پیکره‌بندی فضایی و رفتار بازدیدکنندگان، فضاهای موزه براساس ماهیت متفاوت هم‌کنشی و تعاملات فضایی به چهار مجموعه تقسیم شده‌اند: فضای نمایش، فضای تعاملی، فضاهای شبیه‌سازی‌شده و فضاهای فراغتی. این تفکیک که یکی از وجوه نوآورانهٔ پژوهش است به درک بهتر هر دسته از فضاها می‌انجامد. تصاویر مربوط به مجموعه‌های متنوع موزهٔ دفاع مقدس در (تصویر ۴) ارائه شده است.

در این راستا، پرسش اصلی پژوهش، بررسی تأثیر متغیرهای تحلیل نقاط هم‌دید بر درصد زمان بازدید کاربران در این دسته‌بندی از فضاهای موزه است. فرضیهٔ این پرسش بیان می‌کند که در هر دسته، برخی متغیرهای نقاط هم‌دید می‌تواند بر میزان زمان بازدید کاربران تأثیرگذار باشد.

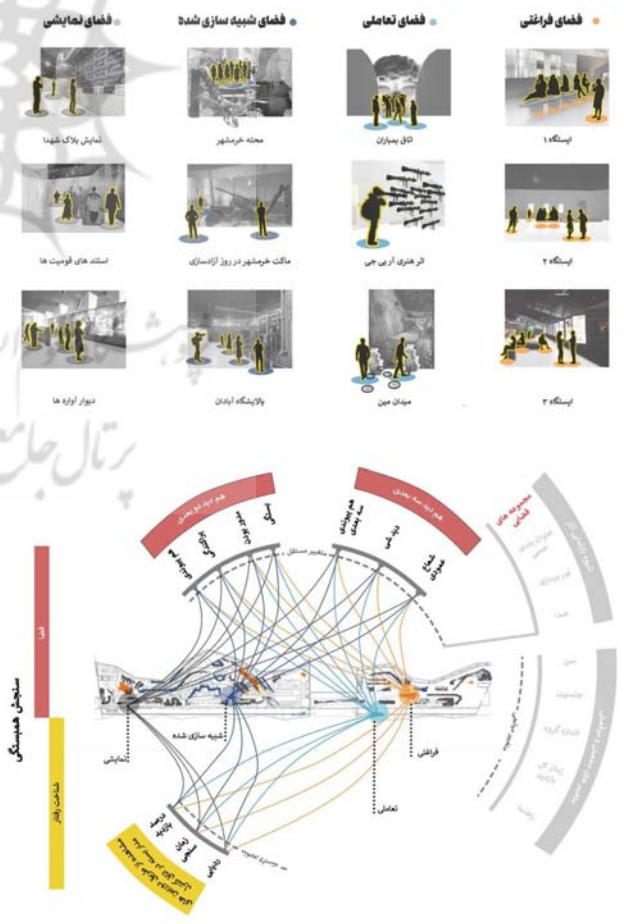
در کنار تحلیل‌های مرتبط با نقاط هم‌دید، شیوهٔ بازنمایی آثار نیز به‌عنوان یکی دیگر از متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده است. این متغیر که ناظر بر نحوهٔ چیدمان فضایی عناصر درون موزه است، مواردی چون انواع مجموعه‌های فضایی، عنوان‌بندی حسی، شدت نور و میزان صدا را شامل می‌شود. عنوان‌بندی حسی بر مبنای موضوع هر اثر نمایشگاهی مورد توجه قرار گرفته‌اند. میزان نور بر حسب لوکس و شدت صدا بر حسب دسی‌بل در فضاهای مختلف موزه سنجیده شده‌اند.

بنابراین، متغیرهای مستقل شامل تحلیل‌های نقاط هم‌دید و شیوهٔ بازنمایی آثار به‌صورت دوبعدی و سه‌بعدی است. متغیرهای وابسته نیز شامل زمان و الگوی توقف و حرکت بازدیدکنندگان در فضاهای نمایشگاهی (موزه) است. همچنین متغیرهای میانجی شامل سن تخمینی، جنسیت، اندازهٔ گروه، زمان کل بازدید، سطح ازدحام و وضعیت همراهی با راهنما است.

تصویر ۴. تصاویر مربوط به مجموعه‌های متنوع فضایی موزهٔ دفاع مقدس. مأخذ: آرشیو نگارندگان.

تجزیه و تحلیل اطلاعات این پژوهش نیز با بهره‌گیری از تکنیک‌های یادگیری ماشین و براساس مدل‌های رگرسیون و آزمون معنی‌داری همبستگی پیش‌رفته است (Greene & D'Oliveira, 2005) که از طریق رگرسیون جنگل تصادفی[18] و با بررسی میزان اهمیت متغیرهای مستقل در ویژگی هدف (درصد بازدید)، مشخص شد که از میان معیارهای شیوهٔ بازنمایی آثار، تأثیرگذاری انواع مجموعه‌های فضایی در زمان بازدید مخاطب بسیار بالا است و بقیهٔ متغیرهای این حوزه، تأثیرگذاری بسیار پایینی در زمان بازدید مخاطب دارند.

بررسی رابطهٔ همبستگی معیارهای نقاط هم‌دید و درصد زمان بازدید کاربران در فضا با بیان جنبه‌های هندسی و توپولوژیک دستگاه فضا و شناخت- رفتار، می‌تواند الگوی رفتاری کاربران در فضا را تحلیل کند و مدلی برای ثبت، تحلیل و طراحی ارائه دهد. بر این اساس، مدل عملیاتی پژوهش در (تصویر ۵) ارائه شده است که در نمونه‌های مختلف نمایشگاهی قابلیت بسط و اجرا خواهد داشت و نتایج آن کمک به تعمیم مدل خواهد کرد.



تصویر ۵. مدل عملیاتی پژوهش در بررسی رابطهٔ همبستگی معیارهای نقاط هم‌دید و درصد زمان بازدید کاربران در فضا. مأخذ: نگارندگان.

روش پژوهش

پژوهش حاضر در دستهٔ فضاپژوهی و محاسبات فضا قرار می‌گیرد و روش پژوهش آن، مبتنی‌بر روش‌های کمی و تحلیلی (طبیبی و همکاران، ۱۳۸۸) است که تمایلی به بررسی رابطهٔ همبستگی ویژگی‌های فضایی پراهمیت و درصد بازدید مخاطبان دارد. برای این منظور و از طریق رگرسیون جنگل تصادفی، متغیرهای نقاط هم‌دید که دارای بالاترین میزان اهمیت در ویژگی هدف (درصد بازدید) هستند در هر یک از فضاهای نمایش، هم‌کنشی و تعاملی، فضاهای شبیه‌سازی‌شده و فضاهای فراغتی به تفکیک انتخاب شده است و سپس اثبات روابط و سنجش همبستگی متغیرهای فضایی هم‌دید با میزان درصد بازدید مخاطبان در فضای نرم‌افزاری پایتون[19] تحلیل شده است.

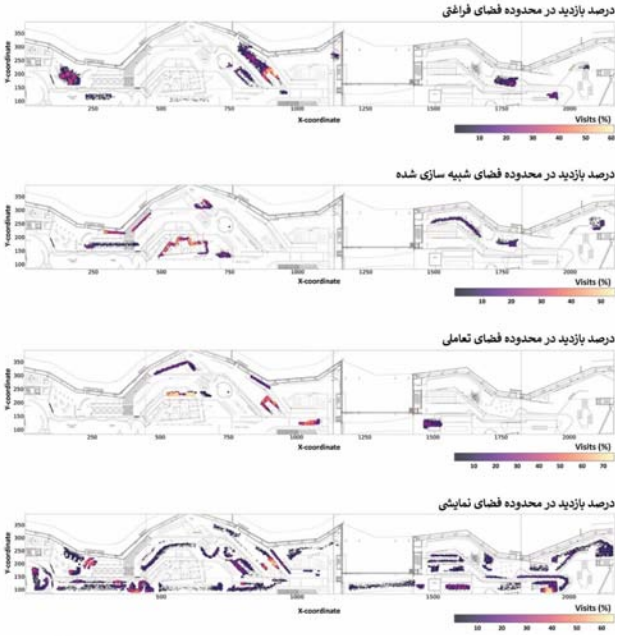
لازم به ذکر است که به‌دلیل پیکره‌بندی خطی فضای موزهٔ دفاع مقدس، استفاده از برخی تحلیل‌های رایج فضایی مانند تحلیل فضای محدب کارایی ندارد و بر این اساس، تمرکز اصلی بر تحلیل‌های دوبعدی و سه‌بعدی نقاط هم‌دید قرار گرفته است.

در این پژوهش نحوهٔ برداشت‌های میدانی از طریق مشاهدهٔ[20] جهت زمان‌سنجی[21] و ردیابی[22] الگوی توقف و حرکت بازدیدکنندگان در فضاهای نمایشگاهی (موزه) است (Zeisel, 2006) که از طریق دوربین‌های مداربسته[23] در اتاق کنترل موزه انجام شده است. موقعیت مکانی بازدیدکنندگان در هر ۱۰ ثانیه از طریق یک نقطه در پلان موزه ثبت شده است و براساس آن، درصد بازدید کاربران در هر فضا محاسبه شده است.

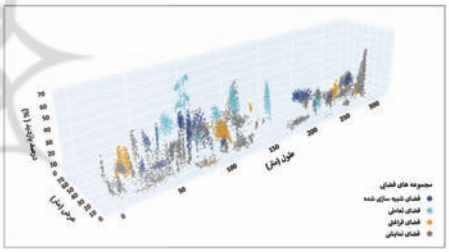
برای محاسبهٔ درصد بازدید، ابتدا پلان موزه به شبکهٔ ۸۷۰۰ تایی از مربع‌های ۱ در ۱ متری تقسیم‌بندی شده است. درصد بازدید در هر یک از این مربع‌ها، شامل تعداد گروه‌هایی که از آن نقطه بازدید کرده‌اند در نسبت با کل گروه‌های بازدیدکننده است. نتیجه عددی بین ۰ تا ۱۰۰ است که درصد بازدید از نقاط را بیان می‌کند. ایدهٔ تعریف این متغیر از آن روست که تأثیر بازدید یک گروه خاص، ممکن است در تراکم نقاط ثبت شده در آن تأثیر زیادی داشته باشد اما بقیهٔ گروه‌ها از آن فضا بازدید نکنند.

نقشهٔ حرارتی درصد بازدید در هر دسته‌بندی از انواع مجموعه‌های فضایی، شامل فضاهای فراغتی، فضاهای شبیه‌سازی‌شده، فضاهای تعاملی و نمایش در (تصویر ۶) ارائه و نمودار سه‌بعدی درصد بازدید در طول و عرض پلان موزه در (تصویر ۷) آورده شده است.

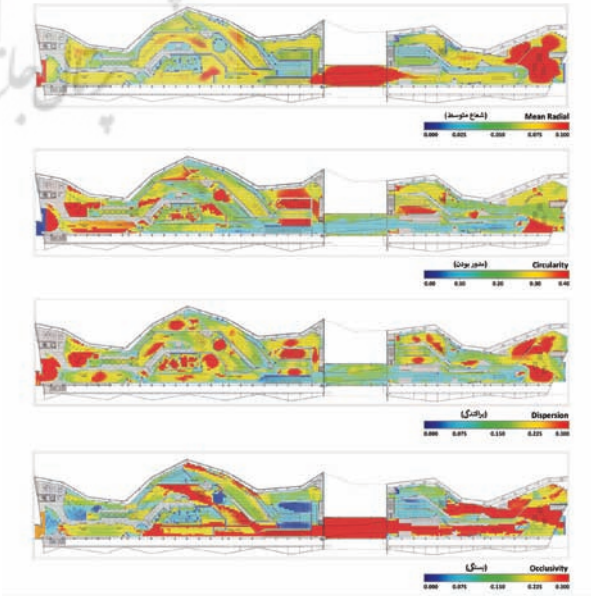
اطلاعات مربوط به گراف دوبعدی و سه‌بعدی نقاط هم‌دید از طریق نرم‌افزار راینو[24] و گرس‌هاپر[25]، محاسبه شده است. در این تحلیل‌ها و با توجه به پیمایش‌های میدانی، حداکثر طول پرتو با ماهیت قابل تشخیص در موزه، ۶۰ متر است و این درحالی است که تنها ۱۴ درصد از داده‌های ثبت شده بالای این مقدار است. درنتیجه، چارچوب داده‌ها با حداکثر طول پرتو ۶۰ متر در نظر گرفته شده است. نقشهٔ حرارتی تحلیل‌های دوبعدی نقاط هم‌دید در (تصویر ۸) نشان داده شده است.



تصویر ۶. نقشهٔ حرارتی درصد بازدید در فضای فراغتی، فضای شبیه‌سازی‌شده، فضای تعاملی و فضای نمایش. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۷. نمودار سه‌بعدی درصد بازدید در طول و عرض پلان موزه. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۸. نقشهٔ حرارتی تحلیل‌های دوبعدی نقاط هم‌دید. مأخذ: نگارندگان.

در رابطه با معیارهای تحلیل سه‌بعدی نقاط هم‌دید و با توجه به تنوع ارتفاع در موزهٔ بررسی شده، معیار ارتفاع در راستای محور z از چشم مخاطب تا سقف موزه نیز به معیارهای بررسی شده، اضافه شده است. جزئیات مربوط به روش محاسبهٔ متغیرهای مربوط به تحلیل‌های سه‌بعدی نقاط هم‌دید در (تصویر ۹) و نقشهٔ حرارتی تحلیل سه‌بعدی معیار قابلیت دید در (تصویر ۱۰) ارائه شده است.

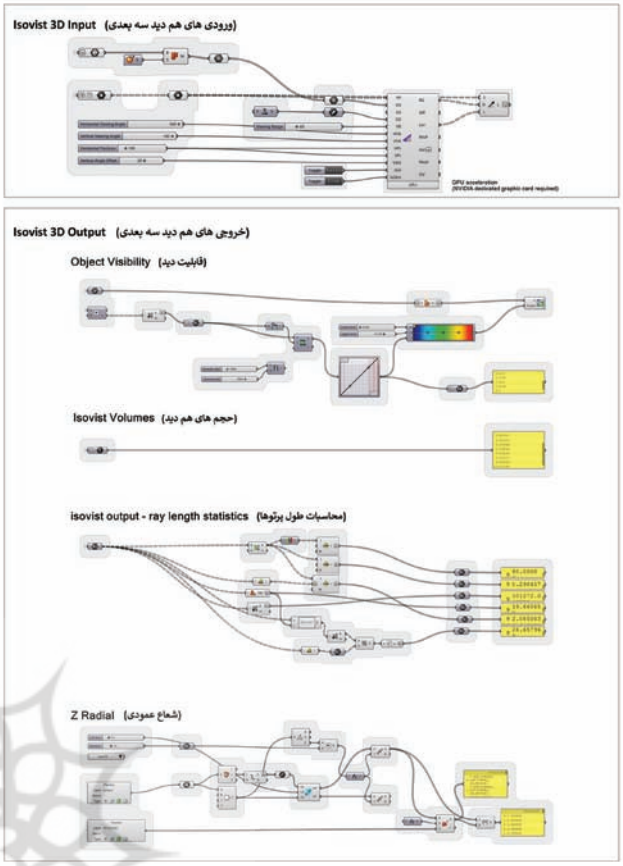
یافته‌ها و بحث

موقعیت مکانی ۱۴۰ بازدیدکننده در هر ۱۰ ثانیه از طریق یک نقطه در پلان موزه ثبت شده است. ۴۱/۱۶۱ نقطه ثبت شده است که ۴۰ مولفهٔ دستگاه فضا و شناخت- رفتار برای هر نقطه به طور جداگانه محاسبه شده است. مولفه‌های دستگاه فضا و شناخت- رفتار، شامل ۱۷ معیار تحلیل دوبعدی نقاط هم‌دید، ۹ معیار تحلیل سه‌بعدی نقاط هم‌دید، چهار معیار چیدمان فضایی داخلی، ۶ معیار جمعیتی و موقعیتی، تراکم کل و درصد بازدید کل است.

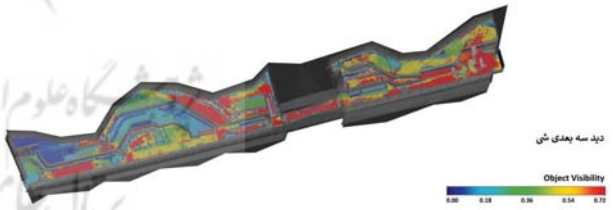
در مجموع، ۱۶۴۶۴۴۰ داده ثبت شده است که براساس انواع مجموعه‌های فضایی موزه در چهار دسته قرار گرفته است. سپس در هر دسته‌بندی، متغیرهای با اهمیت بالا در ویژگی هدف (درصد بازدید) انتخاب شدند. متغیرهای پراهمیت شامل شعاع متوسط، هم‌پیوندی سه‌بعدی، مدور بودن، پراکندگی، بستگی، میدان دید شئ و شعاع عمودی است. جزئیات رابطهٔ همبستگی هر یک از این متغیرها با درصد بازدید در هر دسته‌بندی به‌صورت مجزا و از طریق رگرسیون‌های خطی در (تصویر ۱۱) ارائه شده است. تابع رگرسیون در محیط پایتون و از طریق کتابخانهٔ STATSMODELS، انجام شده است.

برای آزمون معنی‌داری روابط همبستگی از ضریب همبستگی پیرسون[۲۶] و ضریب رگرسیون[۲۷] استفاده شده است. ضریب همبستگی پیرسون، همبستگی خطی بین دو متغیر تصادفی را می‌سنجد. مقدار آن بین ۱- تا ۱ تغییر می‌کند. در داده‌های بزرگ، |۱| به معنای همبستگی کامل، |۱تا ۰/۷۵| همبستگی درجه بالا، |۰/۷۵ تا ۰/۲۵| همبستگی درجهٔ متوسط و |۰/۲۵تا ۰| همبستگی درجه پایین است. ضریب رگرسیون نیز، شیب خط رگرسیون است که میزان تأثیرگذاری متغیر در معادلهٔ خطی آن را نشان می‌دهد(Greene & D'Oliveira, 2005; Akoglu, 2018). سنجش و اثبات روابط همبستگی متغیرهای پراهمیت نقاط هم‌دید با میزان درصد بازدید مخاطبان در چهار دسته از انواع مجموعه‌های فضایی به شرح زیر است.

در فضاهای شبیه‌سازی‌شده، نتایج رگرسیون نشان داد که به نظر می‌رسد بین شعاع متوسط و بازدید، رابطهٔ معکوس وجود دارد. برای اثبات این ادعا، ضریب در فضاهای شبیه‌سازی‌شده، نتایج رگرسیون نشان داد که به نظر می‌رسد بین شعاع متوسط و



تصویر ۹. جزئیات نحوهٔ محاسبهٔ متغیرهای مربوط به تحلیل‌های سه‌بعدی نقاط هم‌دید. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۱۰. نقشهٔ حرارتی تحلیل سه‌بعدی معیار قابلیت دید شیء. مأخذ: نگارندگان.

بازدید،همبستگی پیرسون (۰/۳۱-) و ضریب رگرسیون (۱/۷۵-) در محیط پایتون با استفاده از کتابخانهٔ SCIPY محاسبه شد که بیان‌گر همبستگی منفی درجهٔ متوسط است. همچنین در این فضاها، متغیرهای هم‌پیوندی سه‌بعدی، پراکندگی و شعاع عمودی، رابطهٔ مستقیمی با میزان بازدید داشتند. بررسی ضرایب همبستگی پیرسون و رگرسیون، وجود همبستگی مثبت درجهٔ متوسط را در هر سه متغیر تأیید کرد. علاوه‌براین، متغیر مدوربودن، رابطهٔ دوگانه‌ای با بازدید نشان داد به‌طوری‌که تا مقدار ۰/۲ رابطهٔ صعودی و پس از آن، رابطهٔ نزولی داشت که هر دو حالت با فرض همبستگی سازگار بود.

در فضاهای فراغتی، هم‌پیوندی سه‌بعدی رابطهٔ دوگانه‌ای با بازدید داشت. این متغیر تا مقدار پنج، رابطهٔ نسبتاً صعودی و پس از آن، رابطهٔ نزولی با بازدید نشان داد که این حالت با فرض همبستگی منطبق‌تر بود. همچنین در این فضاها رابطهٔ مستقیم ضعیفی بین مدوربودن و درصد بازدید با ضریب همبستگی پیرسون (۰/۱۳) و ضریب رگرسیون (۱۵/۳۰) مشاهده شده است.

در فضاهای تعاملی، متغیرهای شعاع متوسط و هم‌پیوندی سه‌بعدی، رابطهٔ معکوسی با میزان بازدید داشتند. ضریب همبستگی پیرسون و ضریب رگرسیون برای شعاع متوسط به ترتیب (۰/۴۰-) و (۴/۲۸-) و برای هم‌پیوندی سه‌بعدی (۰/۴۰-) و (۷/۴۷-) محاسبه شد. بنابراین در هر دو متغیر، وجود همبستگی منفی درجهٔ متوسط اثبات شد.

اما در فضاهای نمایش، تنها در بررسی متغیر پراکندگی با ضریب همبستگی پیرسون (۰/۱۳-) و ضریب رگرسیون (۱۱/۸۴-)، وجود همبستگی منفی درجه پایینی قابل اثبات بود. مقایسهٔ رگرسیون‌های متغیرهای نقاط هم‌دید با درصد بازدید در انواع مجموعه‌های فضایی در (تصویر ۱۲) ارائه شده است.

بنابراین در فضاهای شبیه‌سازی‌شده، شعاع متوسط دوبعدی، رابطهٔ معکوس و متغیرهای هم‌پیوندی سه‌بعدی، پراکندگی و شعاع عمودی، رابطهٔ مستقیم با میزان بازدید نشان دادند. همچنین، متغیر مدوربودن رابطهٔ دوگانه‌ای با میزان بازدید داشت.

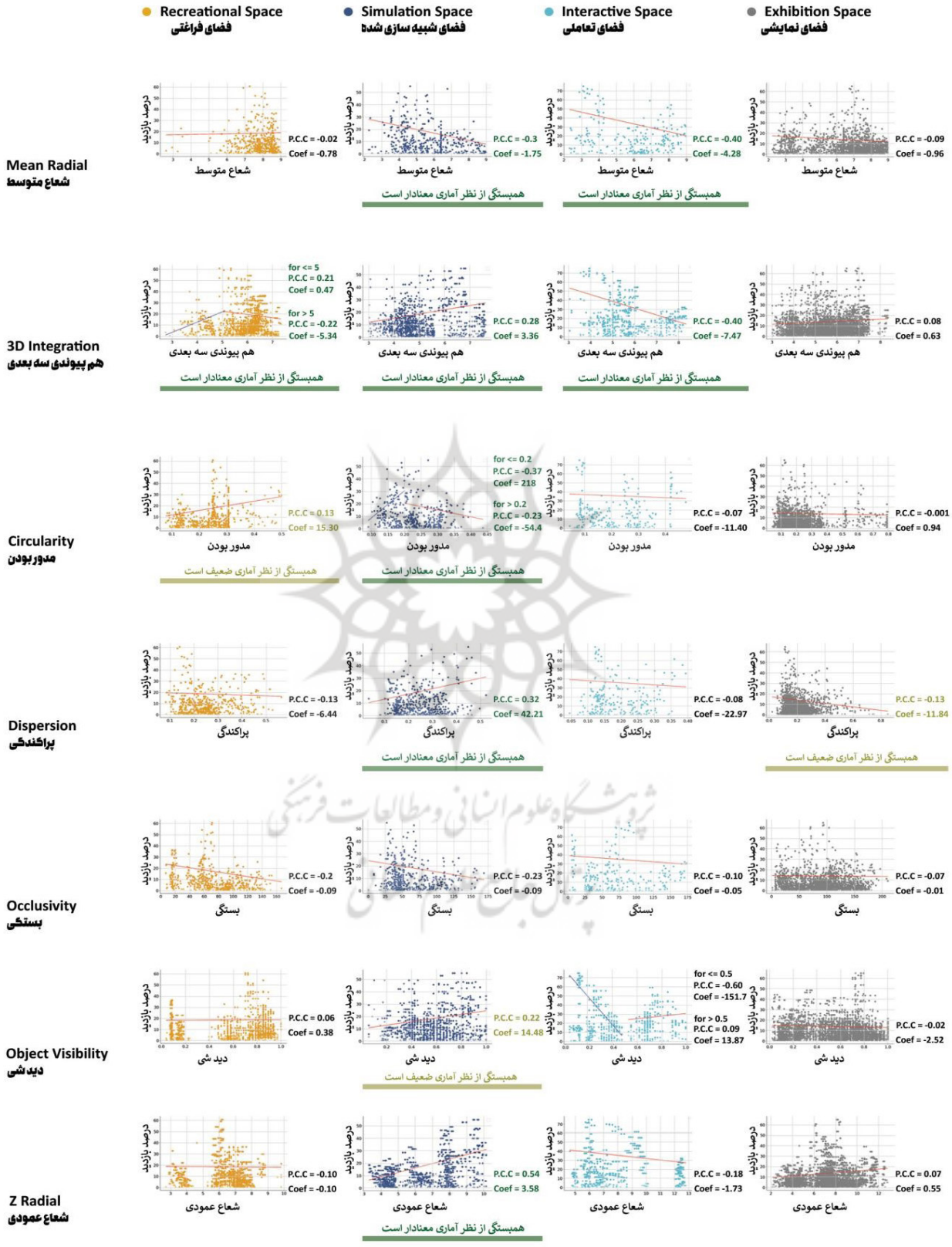
در فضاهای تعاملی نیز، شعاع متوسط دوبعدی و هم‌پیوندی سه‌بعدی، رابطهٔ معکوس با بازدید داشتند. از سوی دیگر، در فضاهای فراغتی، رابطهٔ غیرخطی هم‌پیوندی و رابطهٔ مثبت مدوربودن با میزان بازدید برجسته بود. در فضاهای نمایش نیز پراکندگی رابطهٔ معکوسی با میزان بازدید داشت.

نتیجه‌گیری

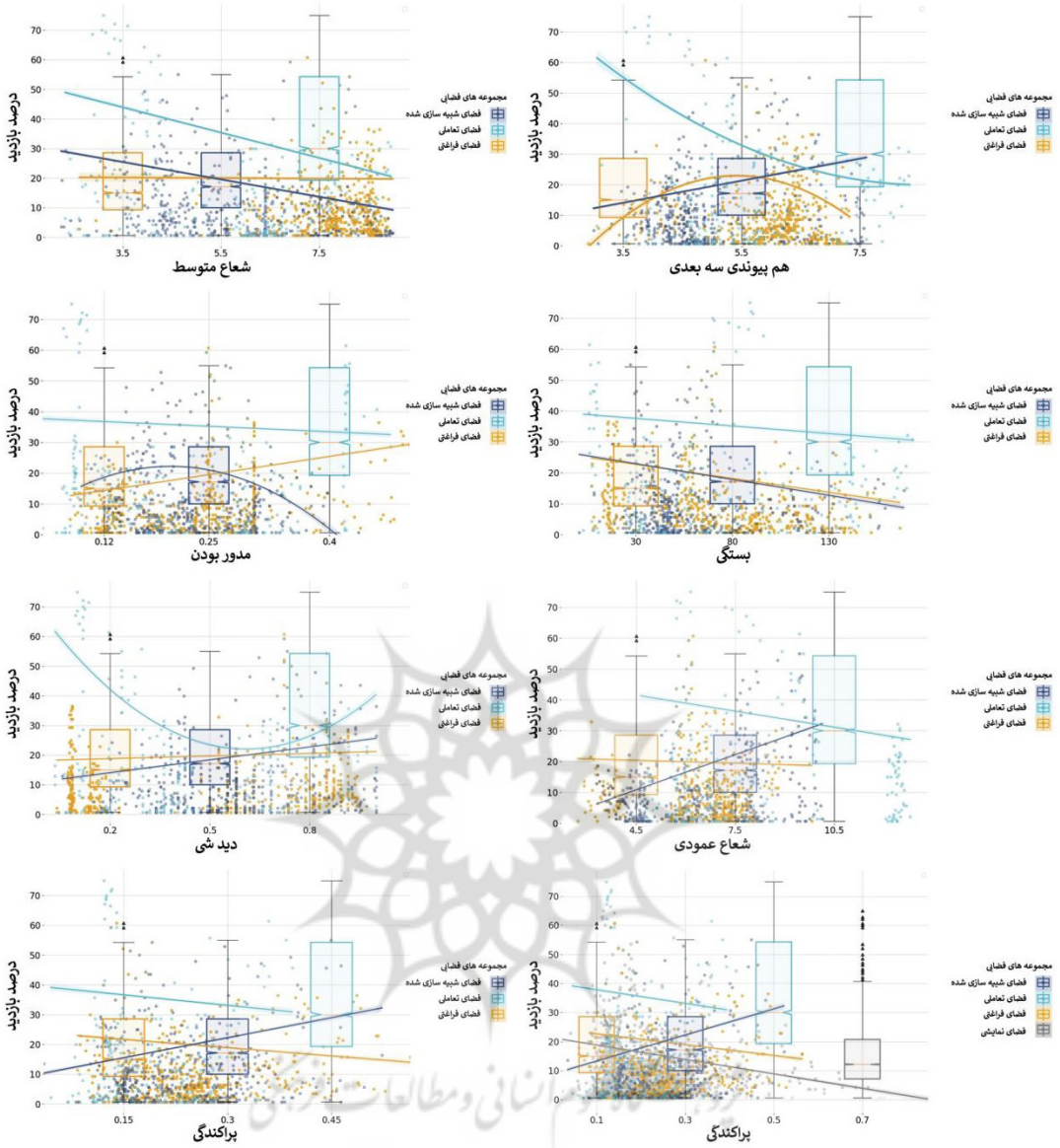
این پژوهش با هدف شناسایی و تبیین رابطهٔ میان متغیرهای دید فضایی و تراکم حضور بازدیدکنندگان در موزهٔ دفاع مقدس انجام شده است. برای این منظور، چهار دسته فضای شبیه‌سازی شده، تعاملی، نمایشی و فراغتی تحلیل آماری شدند که هر یک الگوهای متفاوتی از تأثیر متغیرها بر میزان حضور افراد را آشکار ساختند.

در فضاهای شبیه‌سازی شده، تحلیل‌ها، الگوی مشخصی را شناسایی می‌کنند. هم‌پیوندی سه‌بعدی، پراکندگی و شعاع عمودی، رابطهٔ مستقیم با میزان بازدید داشتند درحالی‌که، شعاع متوسط رابطهٔ معکوس دارد. این نتایج بیان‌گر آن است که توجه به هم‌پیوندی فضایی، تنوع دید و ارتفاع مناسب، جذابیت فضا را افزایش می‌دهد و از سردرگمی بازدیدکننده می‌کاهد. همچنین تحلیل‌ها نشان می‌دهد که استفاده متعادل از فرم‌های منحنی اهمیت دارد و به تنوع دید کمک می‌کند.

در فضاهای تعاملی، متغیرهای شعاع متوسط و هم‌پیوندی سه‌بعدی، رابطهٔ معنادار معکوس داشتند. این نتیجه بیان‌گر تأثیر



تصویر ۱۱. سنجش و اثبات روابط همبستگی متغیرهای پراهمیت نقاط هم‌دید با میزان درصد بازدید مخاطبان به تفکیک انواع مجموعه‌های فضایی. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۱۲. مقایسهٔ رگرسیون‌های متغیرهای نقاط هم‌دید با درصد بازدید در انواع مجموعه‌های فضایی. مأخذ: نگارندگان.

تنظیم دقیق این متغیرها بر افزایش تمرکز و مشارکت عمیق‌تر بازدیدکنندگان‌است.

در فضاهای فراغتی، تحلیل‌ها نشان می‌دهد که ایجاد نسبت بهینه‌ای از هم‌پیوندی فضایی و استفاده مناسب از فرم‌های منحنی برای تأمین نیاز استراحت بازدیدکنندگان مؤثر است.

در فضاهای نمایشی نیز، متغیر پراکندگی با میزان بازدید، نسبت معکوس دارد و اهمیت کاهش پراکندگی شعاع‌های دید و ایجاد توزیع یکنواخت‌تر میدان دید را در جذب بیشتر مخاطبان برجسته می‌کند.

این روابط کمی معنادار که از طریق چارچوب نظری دستگاه فضا و شناخت- رفتار به‌دست آمده‌اند، اهمیت تفکیک و تحلیل جداگانهٔ فضاهای موزه را بر مبنای ماهیت تعاملات آن‌ها برجسته می‌کند. این رویکرد، امکان شناخت دقیق‌تر عوامل مؤثر بر رفتار بازدیدکنندگان را فراهم کرده و مسیری نوین در مطالعات فضاپژوهی موزه‌ها گشوده است.

اگر چه این پژوهش بر یک نمونهٔ موردی متمرکز بوده است اما قابلیت تعمیم‌پذیری روش‌شناسی و چارچوب تحلیلی آن به سایر موزه‌ها و فضاهای نمایشگاهی، زمینه را برای گسترش این رویکرد در پژوهش‌های آتی فراهم می‌کند. بی‌تردید تداوم مطالعاتی از این دست، می‌تواند شناخت ما را از نحوهٔ تعامل میان مخاطب و فضا تقویت کرده و رهیافت‌های نوینی را پیش روی طراحان و پژوهشگران این حوزه قرار دهد.

پی‌نوشت‌ها

1. Spatial Computation
2. Axial lines
3. Convex Space
4. Isovist polygon
5. Isovist theory
6. Visible Graph Analysis (VGA)
7. Content- Context Topological Graph
8. Circularity
9. Occlusivity
10. Integration
11. Dispersion
12. Theory of Affordances
13. Preference Matrix
14. Spaciousness
15. Openness
16. Complexity
17. Order
18. Random Forest Regression
19. Python 3.7
20. Observation
21. Timing
22. Tracking
23. CCTV camera
24. Rhinoceros 7
25. Grasshopper 1.0.0007
26. Pearson Correlation Coefficient (P.C.C)
27. Regression Coefficient (Coef)

فهرست‌منابع

• آرام، لیلا و بذرافکن، کاوه. (۱۳۹۸). نسبت ضرورت و آزادی برنامه در تبیین دستگاه رفتار- فضا (مطالعهٔ موردی فضاهای بینابین کتابخانه‌های ملی و دانشگاه تهران). *هویت شهر*، ۱۳(۳۸)، ۹۳-۱۰۶. https://civilica.com/doc/980031/

• افتخاری، هانیه‌السادات؛ بذرافکن، کاوه و ایرانی بهبهانی، هما. (۱۴۰۲). تبیین نسبت نظام فضایی و نشانه‌ای در رویدادپذیری فضاهای بزرگ‌مقیاس (مطالعهٔ موردی: راستهٔ سبزه‌میدان و بازار مسگرها در بازار بزرگ تهران). *باغ نظر*، ۲۰(۱۲۰)، ۵-۱۶. https://doi.org/10.22034/bagh.2023.357436.5250

• بذرافکن، کاوه. (۱۳۹۵). [علیه] فرمالیسم؛ خیلی دور خیلی نزدیک. *معمار*، (۱۰۱)، ۶۴-۶۹. https://www.researchgate.net/publication/366249239_Against_Formalism_Faraway_so_Close

• طبیبی، سید جمال‌الدین؛ ملکی، محمدرضا و دلگشایی، بهرام. (۱۳۸۸). *تدوین پایان‌نامه، رساله، طرح پژوهشی و مقالهٔ علمی*. فردوس.

• Adams, C., & Franzosa, R. D. (2007). *Introduction to topology: pure and applied*. Pearson.

• Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, *18*(3), 91-93. http://dx.doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001

• Ali, L. A., & Mustafa, F. A. (2023). Mosque Morphological Analysis: The Impact of Indoor Spatial–Volumetric Visibility on Worshipers' Visual Comfort. Sustainability. *Sustainability, 15*(13), 10376. https://doi.org/10.3390/su151310376

• Allen, S. (2004). Designs for learning: Studying science museum exhibits that do more than entertain. *Science Education*, *88*(S1), S17-S33. https://doi.org/10.1002/sce.20016

• Bechtel, R. B., & Churchman, A. (Eds.). (2002). *Handbook of environmental psychology*. John Wiley & Sons.

• Benedikt, M. L. (1979). To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields. *Environment and Planning B*, 47-65. https://doi.org/10.1068/b060047

• Bhatia, S., Chalup, S. K., & Ostwald, M. J. (2013). Wayfinding: a method for the empirical evaluation of structural saliency using 3d isovists. *Architectural Science Review, 56*(3), 220-231. https://doi.org/10.1080/00038628.2013.811635

• Dalton, R, C., & Dalton, N. S. (2001). *Omnivista: An application for isovist field and path analysis*. 3rd International Space Syntax Symposium. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1022

• Dalton, R. C., Hölscher, C., & Turner, A. (2012). Understanding space: The nascent synthesis of cognition and the syntax of spatial morphologies. *Environment and Planning B: Planning and Design, 39*(1), 7-11. https://doi.org/10.1068/b3901ge

• Dawes, M. J., & Ostwald, M. J. (2021). Isovists: Spatio-visual Mathematics in Architecture. In B. Sriraman (Eds.), *Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences*. Springer International Publishing (pp. 1419-1431). http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-57072-3_5

• Dubey, R. K., Morad, M. G., Sohn, S. S., Xue, D., Thrash, T., Hölscher, C., & Kapadia, M. (2022). *Cognitively grounded floorplan optimization to nudge occupant route choices*. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4003119

• Forrest, R. (2013). Museum atmospherics: The role of the exhibition environment in the visitor experience. *Visitor Studies, 16*(2), 201-216. https://doi.org/10.1080/10645578.2013.827023

• Franz, G., & Wiener, J. (2005). Exploring isovist-based correlates of spatial behavior and experience. In A. van Nes (Ed.), *5th International Space Syntax Symposium* (pp. 503-517). Techne Press. https://hdl.handle.net/11858/00-001M-0000-0013-D55F-8

• Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton, Mifflin and Company.

• Gray, J., & Ferreirós, J. (2021). Epistemology of Geometry. In *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Retrieved October 17, 2024, from https://plato.stanford.edu/entries/epistemology-geometry/

• Greene, J., & D'Oliveira, M. (2005). *Learning to use statistical tests in psychology*. McGraw-Hill International.

• Harper, D. (2016). Geometry. In *Online Etymology Dictionary*. Retrieved August 15, 2024, from https://www.etymonline.com/word/geometry

• Hillier, B. (2007). *Space is the machine: a configurational theory of architecture*. Cambridge University Press.

• Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space. cambridge university press.* https://doi.org/10.1017/CBO9780511597237

• Hillier, B., & Vaughan, L. (2007). The city as one thing. *Progress in planning, 67*(3), 205-230. https://doi.org/10.1016/j.progress.2007.03.001

• Jabi, W., & Chatzivasileiadi, A. (2021). Topologic: Exploring spatial reasoning through geometry, topology, and semantics. In S. Eloy, D. Leite Viana, F. Morais, & J. Vieira Vaz (Eds.), *Formal methods in architecture. Advances in science, technology & innovation.* Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57509-0_25

• Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective.* Cambridge university press.

• Krukar, J., Manivannan, C., Bhatt, M., & Schultz, C. (2021). Embodied 3D isovists: A method to model the visual perception of space. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 48*(8), 2307-2325. https://doi.org/10.1177/2399808320974533

• Lazaridou, A., & Psarra, S. (2015). Experiencing three-dimensional museum environments: An investigation of the Ashmolean Museum and the Museum of Scotland. *Proceedings of the Tenth International Space Syntax Symposium.* UCL. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1477235

• Mallgrave, H. F. (2013). *Architecture and embodiment: the implications of the new sciences and humanities for design.* Routledge.

• McElhinney, S. (2020). *The Isovist_App: a basic user guide.* Isovist. https://isovists.org/download/5186/isovist_UserGuide_1-6.pdf.

• Meyers-Levy, J., & Zhu, R. (2007). The influence of ceiling height: The effect of priming on the type of processing that people use. *Journal of Consumer Research, 34*(2), 174-186. http://dx.doi.org/10.1086/519146

• Montello, D. R. (2007). The contribution of space syntax to a comprehensive theory of environmental psychology. *6th international space syntax symposium*. 1-12. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=5fa77d18672ef3b614a307cb71fe30bcd57dab59

• Omer, I., & Kaplan, N. (2017). Using space syntax and agent-based approaches for modeling pedestrian volume at the urban scale. *Computers, Environment and Urban Systems, 64*, 57-67. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.01.007

• Psarra, S., Wineman, J., Xu, Y., & Kaynar, I. (2007). Tracing the modern: Space, narrative and exploration in the Museum of Modern Art. *International space syntax symposium*. http://www.kaynar-rohloff.com/papers/PsarraWinemanXuKaynar_SpaceSyntax07.pdf

• Poerschke, U. (2016). *Architectural Theory of Modernism: Relating Functions and Forms*. Routledge.

• Turner, A., & Penn, A. (1999). Making isovists syntactic: isovist integration analysis. *2nd International Symposium on Space Syntax.* 103-121.

• Turner, A., Doxa, M., O'Sullivan, D., & Penn, A. (2001). From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space. *Environment and Planning B: Planning and Design, 28*(1), 103-121. http://dx.doi.org/10.1068/b2684

• Varoudis, T., & Psarra, S. (2014). Beyond two dimensions: architecture through three dimensional visibility graph analysis. *The Journal of Space Syntax, 5*(1), 91-108. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1477266

• Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modroño, C., Rostrup, N., Skov, M., Corradi, G., & Nadal, M. (2019). Preference for curvilinear contour in interior architectural spaces: Evidence from experts and nonexperts. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 13*(1), 110–116. https://doi.org/10.1037/aca0000150

• Wineman, J., & Peponis, J. (2009). Constructing spatial meaning: Spatial affordances in museum design. *Environment and Behavior, 42*(1), 86-109. https://doi.org/10.1177/0013916509335534

• Zeisel, J. (2006). *Inquiry by design: Environment/behavior/neuroscience in architecture, interiors, landscape, and planning*. W W Norton & Co.

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/).

نحوهٔ ارجاع به این مقاله:
آرام، لیلا؛ بذرافکن، کاوه؛ روشن‌ضمیر، شیما و گرکانی، سیدامیرحسین. (۱۴۰۳). نقش دید فضایی بر تراکم حضور در مجموعه‌های نمایشگاهی (مطالعهٔ موردی: موزهٔ دفاع مقدس تهران). *باغ نظر*، ۲۱(۱۴۰)، ۳۳-۴۴.

DOI:10.22034/BAGH.2024.466411.5631
URL:https://www.bagh-sj.com/article_212220.html