نشریهٔ علمی باغ نظر، ۱۹(۱۱۰)، ۲۱-۳۴ / مرداد ۱۴۰۱
DOI:10.22034/BAGH.2022.305973.5009

ترجمهٔ انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
Design-Based Methodology in a Specific Virtual Environment to Develop a Relationship between Spatial Quality and Spatial Structure
در همین شمارهٔ مجله به‌چاپ رسیده است.

مقالهٔ پژوهشی

متدولوژی متکی بر طراحی در محیط مجازی خاص، جهت تدوین ارتباط کیفیت فضایی و ساختار فضایی*

آرش حسینی علمداری[۱]، خسرو دانشجو[۲]**، منصور یگانه[۳]

۱. پژوهشگر دکتری، دانشکدهٔ هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲. استادیار گروه معماری، دانشکدهٔ هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳. استادیار گروه معماری، دانشکدهٔ هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۸ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

چکیده

بیان مسئله: ارتباط بین کیفیت فضایی (ترجیحات مکانی) و ساختار فضایی موضوعی پذیرفته‌شده است و تحقیقات متعددی برای تعیین رابطهٔ دقیق میان دو متغیر مهم علم معماری انجام گرفته است. بااین‌وجود، به دلیل پیچیدگی درونی هر دو متغیر و همچنین پیچیدگی ارتباط آن‌ها، نتایج تحقیقات اغلب غیرقطعی است و نظریه‌ای کمّی و مورد اجماع در مورد رابطهٔ این دو متغیردر دسترس نیست.

هدف پژوهش: مطالعهٔ حاضر شیوه‌ای جدید برای کشف و تدوین ارتباط بین ترجیحات مکانی و پیکربندی فضایی پیشنهاد کرده و صحت و کارایی این شیوهٔ پیشنهادی را می‌آزماید.

روش پژوهش: دراین شیوه محیط مجازی مخصوصی ایجاد می‌شود که در کنار کنترل متغیرهای مداخله‌گر، امکان تغییرات به‌صورت مستمر و طراحی در محیط را فراهم می‌آورد. از متخصصین خواسته می‌شود در این محیط به طراحی پرداخته و کیفیت فضایی را افزایش دهند؛ سپس روند تغییر متغیرهای ترجمه‌کنندهٔ ساختار محیطی در طول روند طراحی و افزایش کیفیت فضایی بررسی‌شده و ارتباط این دو شاخص تبیین می‌گردد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد متدولوژی پیشنهادی در یافتن ارتباط بین کیفیت فضایی و ساختار فضایی موفق عمل می‌کند. همچنین نشانگر وجود همبستگی بالای آماری بین برخی تجزیه‌وتحلیل‌های ایزوویستی و روند افزایش کیفیت فضایی است. از سوی دیگر براساس نتایج حاصل در برخی چیدمان‌های فضایی، مکان‌هایی با دید بیشتر و اتصالات بصری، و دسترسی و پیچیدگی کمتر از کیفیت بالاتری برخوردار هستند.

واژگان کلیدی: *ترجیحات مکانی، ساختار فضایی، تحلیل‌های ایزوویستی، محیط مجازی، مدل‌های کمّی بیان خصوصیات فضایی.*

مقدمه و بیان مسئله

در معماری و روانشناسی محیط این مفهوم که خصوصیات فیزیکی فضا بر ادراک انسانی و احساسات انسانی تأثیر می‌گذارد، امری پذیرفته‌شده است. یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ادراکی که تلاش‌شده ارتباط آن با فضای فیزیکی درک شود، کیفیت فضایی است.کیفیت فضایی میزان مطلوبیت فضا از منظر انسانی تعریف شده و بر ترجیح او در انتخاب موقعیت مؤثر است. ساختار فضایی یکی از متغیرهای بااهمیتی است که بر کیفیت فضایی محیط اثر می‌گذارد. ساختار فضایی اغلب به‌صورت پلان

* این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری «آرش حسینی علمداری» با عنوان «بهبود تئوری دید-پناه به وسیلهٔ ارتقا مدل‌های ارزیابی اثر ادراکی ساختار فضایی» است که به راهنمایی دکتر «خسرو دانشجو» و مشاورهٔ دکتر «منصور یگانه» در دانشکدهٔ هنر دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۴۰۰ به انجام رسیده است.

** نویسنده مسئول: khdaneshjoo@modares.ac.ir، ۰۹۱۲۱۱۶۲۲۷۳

دوبعدی نمایش داده می‌شود و از قوی‌ترین ابزارهای بیان محیط، قبل از ساخت است. نظریه‌هایی سعی کرده‌اند ارتباط بین این دو متغیر -ساختار فضایی و کیفیت فضایی- را تعریف کنند اما هیچ‌کدام از این نظریه‌ها نتوانسته است به نظریه‌ای کمّی و مورد اجماع تبدیل شود. به نظر می‌رسد از دلایل این امر، پیچیدگی کمّی‌سازی هر دو متغیر موردنظر، کیفیت فضایی و ساختار فضایی باشد. همچنین پیچیدگی ارتباط این دو متغیر، به دلیل بُعد انسانی و اثر پدیدارشناختی موجود بین دو متغیر، دلیل دیگری است که به‌عنوان موانع درک و کمّی‌سازی این ارتباط به شمار می‌رود.

سؤالات و فرضیه‌ها

پژوهش حاضر این سؤال را مطرح می‌کند که آیا می‌توان روش تحقیق مؤثرتری برای یافتن ارتباط بین کیفیت فضایی به‌عنوان متغیری متکی به ادراک انسان و ساختار فضایی به‌عنوان متغیری فیزیکی ایجاد کرد؟

در پاسخ به این سؤال، مقالهٔ حاضر فرضیه زیر را مطرح می‌کند:

با تکیه‌بر طراحی طراحان به‌عنوان روندی که افزایش‌دهندهٔ کیفیت فضایی است از یک‌سو و استفادهٔ گسترده از فناوری و نرم‌افزارهای روز از سوی دیگر، می‌توان روشی مؤثرتر برای یافتن ارتباط بین کیفیت فضایی و ساختار فضایی ایجاد کرد.

برای سنجش صحت این فرضیه، سعی شد در عمل از روش آزمون پیشنهادشده برای یافتن ارتباط دو متغیر بیان‌شده در مجموعه‌ای از ساختارهای فضایی استفاده شود و سپس قدرت نتایج حاصله و همچنین روایی و پایایی روش بررسی شود.

پیشینهٔ پژوهش

• نظریه‌های کیفی ارتباط‌دهندهٔ کیفیت فضایی و ساختار فضایی

نظریه‌های متعددی سعی کرده‌اند ارتباط بین ساختار محیط و کیفیت فضایی را تعریف کنند. هیلبراند (Hildebrand, 1991) سعی کرد با جمع‌کردن مجموعه‌ای از این نظریه‌ها مطلوبیت فضایی آثار معمار مشهور فرانک لوید رایت را توضیح دهد. نتایج تلاش‌های وی در نظریهٔ به‌روزشدهٔ دید-پناه[1] جمع‌آوری شده است. پایهٔ نظریهٔ هیلبراند، نظریهٔ دید-پناه اپلتون است. این نظریه کیفیت فضایی را به امکاناتی که ساختار فضا برای دیدن فرصت‌ها و خطرو همچنین فرار و دسترسی (شکارکردن و شکارنشدن) فراهم می‌کند، نسبت می‌دهد (Appleton, 1975,1996). از دیگر نظریه‌های پرطرفدار در این زمینه می‌توان به نظریهٔ «اطلاعات» کاپلان و همچنین نظریهٔ «برانگیختگی محیطی» برلیان اشاره کرد که هر دو سعی در تعریف مطلوبیت محیطی براساس اطلاعات موجود در محیط و نحوهٔ درک و دسترسی به آن دارند (Berlyne, 1951; Kaplan & Kaplan, 1989). هیلبراند این نظریه‌ها را نیز در نسخهٔ جدید نظریهٔ دید-پناه تجمیع کرد (Hildebrand, 1999).

به نظر می‌رسد در دو دههٔ اخیر، نسخهٔ گسترش‌یافتهٔ نظریهٔ دید-پناه به‌عنوان راهنمایی برای طراحی محیط ایده‌آل به‌وسیلهٔ بسیاری از طراحان پذیرفته‌شده باشد (Kellert, 2012; Lippman, 2010). اثر این نظریه‌ها را می‌توان در بسیاری از طراحی‌های طراحان امروز دنیا مشاهده کرد. ازجملهٔ این طراحان می‌توان به آلبر آتو، گلن مورکات، جورن آت زورن و پیتر موزدار اشاره کرد (Gallagher, 2007). باید در نظر داشت که نظرات و نظریه‌های هیلبراند و همچنین نظرات اپلتون همگی به‌صورت کیفی هستند و باوجود پایه‌های فلسفی موردقبول در جامعهٔ معماری، نتایج آزمون‌هایی که برای صحت استفاده از این نظریه‌ها در طراحی وجود دارد کیفی است (ثناگر دربانی، منصفی پراپری، طاهرخانی و حاجی فتحعلی، ۱۳۹۸).

همان‌طور که اشاره شد ارتباط بین کیفیت فضایی و ساختار فضایی پذیرفته شده است و نظریه‌های کیفی به بیان کلی این ارتباط می‌پردازند. اما باید دقت کرد که دقیق‌سازی و کمّی‌سازی این ارتباط بسیار باارزش است. همان‌گونه که وارد (Ward, 2010) اشاره می‌کند: «محققان کیفی ممکن است کمّی‌سازی داده‌های کیفی را مورد انتقاد قرار دهند، و پیشنهاد کنند که چنین کاری ارزش ویژگی‌هایی که داده‌های کیفی را متمایز می‌کنند، لایه‌بندی روایی و معنای متنی، را از بین ببرد. اما ارزیابی در مؤسسات علمی (و پیامدهای سیاستی ناشی از آن) مستلزم آن است که داده‌ها در یک ساختار علمی ارائه شوند». درواقع بدون کمّی‌سازی متغیرها، سیاست‌گذاری گستردهٔ شهری و محیطی ممکن نیست. کمّی‌سازی همچنین زمینه را برای ایجاد نرم‌افزارهایی فراهم می‌کند که هدفشان کمک به طراحان برای طراحی مطلوب‌تر محیط است. البته در این مسیر نقش طراح هیچ‌گاه از بین نخواهد رفت، همان‌گونه که نقش طراحان سازه پس از ایجاد نرم‌افزارهای توانمند طراحی سازه همچنان حیاتی و بنیادی است (شکوهی دهکردی، هاشم‌نژاد، اخلاصی و صالح صدق‌پور، ۱۳۹۲).

• شیوهٔ معمول کمّی‌سازی کیفیت فضایی و مشکلات موجود

در حال حاضر شیوهٔ استاندارد جامع و مورد اجماعی برای کمّی‌سازی کیفیت فضایی وجود ندارد. همچنین با توجه به گستردگی متغیرهای مؤثر در کیفیت فضایی و ماهیت پدیدارشناختی مفهوم، به نظر نمی‌رسد بتوان به‌سادگی برای این مفهوم استانداردی کمّی و عددی ارائه

داد. آنچه معمول است و توسط محققین انجام می‌گیرد کمّی‌سازی عکس‌العمل‌های افراد نسبت به مجموعه‌ای محدود از محرک‌ها به کمک پرسشنامه‌های خوداظهاری و یا بررسی مستقیم عکس‌العمل افراد است. یکی از نقاط ضعف پرسشنامه‌های خوداظهاری نیاز به ترجمهٔ احساسات به مجموعه‌ای از پاسخ‌هاست. کیفیت درک‌شده امری درونی است، از دانش فرد و همچنین موقعیت روانی و احساسی کنونی او متأثر است و اغلب به‌طور ناخودآگاه درک شده و بر رفتار او اثر می‌گذارد. ترجمهٔ این احساسات به خودآگاه نیازمند درک بالای فرد از احساسات خود است و معمولاً این ترجمه دقیق صورت نمی‌گیرد. لذا شیوه‌هایی که برای سنجش احساسات فرد بررفتار او تکیه می‌کنند اغلب بر شیوه‌های که بر بیان خود فرد تکیه می‌کنند، ازنظر دقت برتری دارند. البته قابل‌ذکر است که سنجش رفتار و کمّی‌سازی آن خود پیچیدگی مضاعفی بر پژوهش می‌افزاید. نتیجهٔ این مسئلهٔ بنیادی، کاهش شدید پایایی (Reliability) هر آزمون است. با توجه به ضعف پایایی روش‌های معمول، ایجاد نتایج قابل‌قبول مستلزم انجام تعداد قابل‌توجهی آزمایش با محرک‌های متعدد است. تکرار روند سنجش احساس فرد بعد از هر محرک باعث زمان‌بر شدن و افزایش هزینهٔ تحقیق و همچنین خستگی فرد مورد آزمایش -و درنتیجه کاهش دقت تحقیق- می‌گردد. از سوی دیگر با توجه به تعدد آزمون‌های موردنیاز، تهیهٔ محرک‌های متعدد با ساختارهای فضایی کنترل و سنجیده‌شده، مشکل قابل‌توجه دیگری را برای محققین ایجاد می‌کند. زیرا اگر از فضاهای واقعی استفاده شود، کنترل متغیرهای مداخله‌گر محیطی و جابجایی فرد مشکل‌ساز است؛ و اگر از ابزارهای نمایشی محیط مانند عکس و یا تصویر دیگر استفاده شود، روایی نیز به دلیل انتقال غیردقیق ساختار فضایی به فرد کاهش می‌یابد. کنترل متغیرهای مداخله‌گر ثبت‌شده در ابزار نمایشی همچنین ممکن است نیاز به اصلاح تصاویر را ایجاد کند که هزینهٔ دیگری است که به محقق تحمیل می‌شود.

مسئلهٔ دیگری که در این‌گونه تحقیقات موردبحث است، انتخاب بین محیط واقعی و یا مجازی برای انجام آزمون است. محیط واقعی در برانگیختن احساس فرد مؤثرتر از محیط مجازی است اما همان‌طور که اشاره شد کنترل متغیرهای مداخله‌گر در محیط واقعی بسیار سخت‌تر است. از سوی دیگر تغییر بعضی از متغیرها (به‌طور خاص متغیرهای مربوط به ساختار محیط) امری ساده نیست و استفاده از محیط‌های متعدد را می‌طلبد. یافتن محیط‌های مناسب در این‌گونه موارد چالش دیگری است که محقق با آن روبرو می‌شود. محیط مجازی علاوه بر امکان کنترل بهتر متغیرهای مداخله‌گر، امکانات مطلوب‌تری را برای کنترل ساختار به‌عنوان متغیر مستقل موردنظر فراهم می‌کند. مطالعات محققین در سال‌های اخیر نشانگر قابلیت تعمیم نتایج ایجادشده در فضای مجازی به دنیای واقعی با دقت قابل‌قبول است (Heydarian et al., 2015; Portman, Natapov & Fisher-Gewirtzman, 2015; Smith, 2015; Zhang, Kim, Shih, Koo & Cha, 2017). به همین جهت در سال‌های اخیر استفاده از محیط مجازی برای کمّی‌سازی کیفیت درک‌شده از محیط افزایش یافته است. بااین‌وجود امکانات محیط مجازی، نیاز به ایجاد محیط‌های متفاوت توسط آزمایش‌کنندگان و نیاز به ارائهٔ این محیط‌ها به افراد مختلف و سنجش اثر احساسی هر محیط توسط افراد، حجم بزرگی از فعالیت را می‌طلبد. تصویر ۱ نشان‌دهندهٔ پراکندگی شیوه‌های به‌کاررفته برای کمّی‌سازی کیفیت فضایی در تحقیقات انجام‌گرفته برای سنجش نظریهٔ دید-پناه و تبیین متغیرهای مؤثردر آن تا سال ۲۰۱۶ است.

• مدل‌های کمّی بیان خصوصیات فضایی

برای کمّی‌سازی اثر ساختار فضایی بر انسان نیاز است در ابتدا بتوان خود ساختار فضایی را به کمک مدل‌هایی کمّی‌سازی کرد. این مدل‌ها ساختارهای ریاضی اغلب پیچیده هستند که براساس خصوصیات فضا تعریف می‌شوند. مدل مطلوب مدلی است که در عین سادگی، کیفیات اصلی محیط را به متغیرهایی کمّی ترجمه کند. برای تحقق این امر محققین مدل‌های کمّی بیان خصوصیات فضایی متفاوتی را پیشنهاد کرده‌اند. یکی از گسترش‌یافته‌ترین و پرطرفدارترین این مدل‌ها در بین محققین «ایزوویست» است. بِندیکت (Benedikt, 1979) خصوصیات چندضلعی قابل دید از نقطهٔ ناظر که ایزوویست نامیده می‌شود را به‌عنوان عنصر پایه‌ای و عینی قابل‌تعیین در جهت کمّی‌سازی خصوصیات محیط

تصویر ۱. پراکندگی شیوه‌های تحقیق صورت‌گرفته برای سنجش کیفیت محیط. مأخذ: Dosen & Ostwald, 2016.

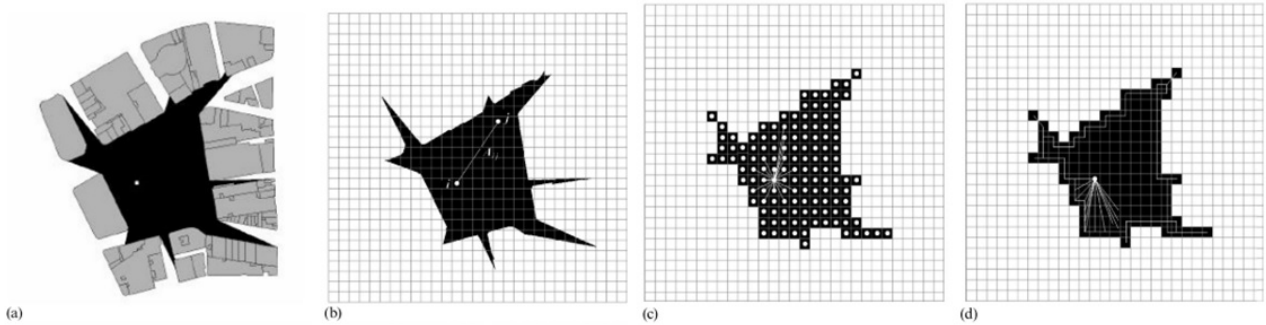
پیشنهاد کرد (۱۹۷۹). ایزوویست با توجه به ارتباط قوی معنایی و ساختاری با ادراک انسانی در محیط، موردتوجه محققین قرار گرفت. برای هر ایزوویست تحلیل‌هایی کمّی مانند مساحت، طول محیط، تعداد رئوس، طول مرزهای باز یا بسته قابل‌اندازه‌گیری است. این توصیف‌های کمّی پایه‌ای، در ترکیب با یکدیگر می‌توانند خصوصیات بصری پیچیده‌تری از نقطهٔ موردنظر را توضیح دهند. از زمان تعریف ایزوویست تلاش‌های متعددی برای تبیین ارتباط متغیرهای حاصل از آن با خصوصیات ادراکی درک‌شده در محیط صورت گرفته است (Ostwald & Dawes, 2019). در بسیاری از تحقیقات شواهد تجربی کافی به دست آمد که نشان می‌دهد خصوصیاتی که نقاط ایزوویست از فضا به دست می‌دهد، با تجربه و رفتار افراد در فضا به‌صورت واقعی هماهنگی دارد (اسفندیاری و ترکاشوند، ۱۳۹۸؛ Benedikt & Mcelhinney, 2019; Xiang & Papastefanou, 2019; Aknar, M. & Atun, 2017).

متغیرهای مختلفی توسط محققین مختلف بر پایهٔ ایزوویست گسترش یافته است که هرکدام تلاش در تبیین خصوصیتی خاص از فضا را داشته‌اند و گاه ازنظر معنایی بسیار به هم نزدیک هستند. در تلاش برای ساماندهی این مفاهیم، فرانز و وینر (Franz & Wiener, 2005), سعی کردند متغیرهای ایزوویست را براساس چهار خصوصیت اساسی فضا شامل جاداری (spaciousness)، بازبودن (openness)، پیچیدگی (complexity) و نظم (order) دسته‌بندی کنند. این دسته‌بندی توسط بسیاری ازمحققین پذیرفته شد. به‌منظور توصیف بهتر ویژگی‌های فضایی و بیان کمّی خصوصیات ایزوویست‌های محیط، ترنر و همکاران تحلیل گراف دید را تعریف کرده و توسعه دادند(Turner, Doxa, O'Sullivan & Penn, 2001)؛ (تصویر ۲). این شیوه، شبکه‌ای از نقاط را در فضا در نظر می‌گیرد و روابط و متغیرهای ایزوویست را برای هر نقطه از شبکه که می‌تواند به‌عنوان نقطهٔ ناظردر نظر گرفته شود، محاسبه کرده و سپس مقادیر آماری مربوط به مجموعهٔ این ایزوویست‌ها را به‌عنوان معیاری برای درک خصوصیات فضا ارائه می‌دهد. برای مثال اگر متوسط مساحت قابل‌دیدن از هر نقطهٔ ناظر در یک فضا به نسبت بزرگ باشد، می‌توان خصوصیت ابعاد بالا و به طبع آن ایجاد احساس باز بودن را به فضا نسبت داد. این روش تخمین‌های ثانویهٔ پیچیده‌تری را مانند آشکارنمایی (Revelation) و یکپارچگی ساختار فضایی (Cluster coefficiency) در اختیار قرار می‌دهد (Amini Behbahani, Gu & Ostwald, 2017).

در تحقیق حاضر سعی شد مجموعه‌ای از تحلیل‌های گراف دید که معادل خصوصیات فضایی بیان‌شده توسط ترنر و همکاران بوده و برای بیان چهار متغیر اصلی فضا به کار می‌روند انتخاب و استفاده گردد. از این منظر مجموعه تحلیل‌هایی استفاده شد که توسط کریمی مشاور برای بررسی بافت‌های شهری استفاده‌شده بود (جدول ۱)، (کریمی مشاور، حسینی علمداری و احمدی، ۱۳۹۳).

• تلاش‌ها در جهت کمّی‌سازی ارتباط بین ساختار محیطی و کیفیت محیطی

مدل‌های ریاضی متعددی با هدف کمّی‌سازی ساختار فضایی و بیان کمی خصوصیاتی از فضا که با کیفیت فضایی ارتباط دارند (مدل‌های کمّی بیان خصوصیات فضایی)، توسط محققین پیشنهاد شده و به کار رفته‌اند. ازجملهٔ این مدل‌ها می‌توان به مدل‌های نحو فضایی (Space syntax) ازجمله عمق دید (Depthmap)،گرامر شکلی (Shape grammars)، آنالیز بخشی (Fractal analysis) اشاره کرد. شاید بتوان استمپ را اولین محققی دانست که سعی در کمّی‌سازی این ارتباط دارد و برای بررسی خصوصیات محیطی موردنظر نظریهٔ دید-پناه و به‌تبع آن کیفیت فضایی، استفاده از تحلیل‌های ایزوویستی را پیشنهاد می‌دهد (Stamps, 2006). او بیش از پانزده هزارنمونهٔ محیطی را بررسی کرده و ۲۵ متغیر ایزوویستی را به‌کاربرده است. استمپ در نهایت مساحت ایزوویست (اندازهٔ همسایگی)،گردی (ضریب گردی)، فاصله از نقطهٔ مشاهده تا مرز ایزوویست (میانگین فاصله از دیوار) و پیش‌بینی‌پذیری مرزی (آشکارنمایی) را قابل اطمینان‌ترین تحلیل‌های ایزوویستی می‌داند که



تصویر۲. تحلیل گراف دید شبکه‌ای از ایزوویست‌ها ایجاد می‌کند. مأخذ: Franz & Wiener, 2005.

جدول ۱. متغیرهای ثانویهٔ ایزوویست و گراف دید. مأخذ: نگارنده برگرفته از کریمی مشاور و همکاران، ۱۳۹۳.

متغیر تحلیل گراف دید	تعریف ایزوویستی	خصوصیت فضایی مرتبط	متغیر ایزوویستی مرتبط
اندازهٔ همسایگی (Neighborhood size)	تعداد نقاطی که از نقطهٔ ناظر دیده می‌شود.	میزان باز بودن فضا، وسعت میدان دید	مساحت ایزوویست
اندازهٔ همسایگی مخصوص (Special neighborhood size)	مجموع مربع معکوس فاصلهٔ هر نقطهٔ قابل دید از ناظر	میزان باز بودن فضا، وسعت دید، تنوع دید	مساحت ایزوویست بر فاصله هر نقطهٔ قابل‌دیدن تا مرکز دید
باز بودن (Openness)	تعداد نقاط به همسایه‌های غیرقابل‌دیدن توسط مرکز دید	بسته و باز بودن فضا، میزان تسلط بصری بر فضا، انسجام بصری، ارتباط بصری	نسبت طول لبه‌های باز به طول لبه‌های بسته
میانگین فاصله از دیوار (Mid wall distance)	میانگین فاصلهٔ نقاطی که در منطقهٔ دید قرار دارد.	احساس باز بودن فضا. میزان احساس قرارگیری در مرکز فضا	میانگین فاصله از دیوارها
نزدیک‌ترین دیوار (Nearest wall)	فاصلهٔ نزدیک‌ترین نقطهٔ کنار دیوار	باز بودن فضا، گشایش دید، وضوح دید	فاصلهٔ نزدیک‌ترین دیوار
آشکارنمایی (Revelation)	بیشترین تفاوت بین اندازهٔ همسایگی نقطه با نقاط مجاورش	تغییر در محدودهٔ دید در حین حرکت، میزان انسجام دید، رمز و راز دید	ندارد
دندانه‌داری (Jaggedness)	نسبت متغیر باز بدن به تعداد کل نقاط مرکزی	تحدب و یا لبه‌داری محوطهٔ قابل دید، پیچیدگی در دید	نسبت مجموع طول لبه‌های باز و بسته به اندازهٔ همسایگی
ضریب‌گردی (Roundness)	تعداد نقاط مرزی به‌کل نقاط	احساس گرد و دایره‌بودن فضا برعکس دندانه‌داری	نسبت طول لبه‌ها به مساحت منطقهٔ دید
همبستگی فضایی (Cluster coefficiency)	قابلیت دید متقابل نقاطی که از نقطه دیده می‌شوند.	قابلیت دسته‌بندی فضاها در بسته‌های مشخص	ندارد

می‌توانند برای اندازه‌گیری ادراکات محیطی مورداستفاده در نظریهٔ دید-پناه و کیفیت فضایی به کار روند؛ اما همچنین اعلام می‌دارد تنها خصوصیتی که بدون تردید در مطلوبیت فضایی متأثر است، نوع محیط (venues) شامل دسته‌های طبیعی، شهری و داخلی است (Stamps, 2008, 2008).
پس از تحقیقات استمپ، استفاده از تحلیل‌های ایزوویستی برای کمّی‌سازی ساختار فضایی در ارتباط با کیفیت فضایی، با توجه به ریشه‌های فلسفی هماهنگ ایزوویست و تئوری‌های کیفیت فضایی -ماهیت مبتنی بر موقعیت محلی ناظر و تکیه‌بر اطلاعات بصری در دسترس ناظر- فراگیر شد؛ به‌گونه‌ای که بررسی تحقیقات انجام‌شده در نظریهٔ دید-پناه و در سنجش کیفیت فضایی در سال ۲۰۱۶ نشان داد که از ۱۴ تحقیق انجام‌شده، ۱۳ محقق از تحلیل‌های ایزوویستی استفاده کرده‌اند (Dosen & Ostwald, 2016). از دیگر تلاش‌های سال‌های اخیر در جهت تبیین ارتباط بین کیفیت فضا و تحلیل‌های ایزوویستی می‌توان به تلاش‌های (Sailer & Psathiti, 2017) در جهت تبیین ارتباط بین محیط و ترجیح افراد در محل نشستن افراد، وانگ و لی (Hwang & Lee, 2018) در جهت کمّی‌سازی اثر موقعیت پنجره‌ها و ارتفاع سقف بر کیفیت فضایی، واسوالد و دوسن (Ostwald & Dawes, 2019) در جهت بیان کیفیت فضایی خانهٔ هالی هوک (Hollyhock House) ساختهٔ رایت با کمک متغیرهای ایزوویستی را نام برد.

مبانی نظری

• معرفی متدولوژی پیشنهادی

با توجه به مشکلات بیان‌شده در روش‌های تحقیق پیشین، ازجمله هزینه‌های بالای انجام آزمون‌های متعدد و پایایی و روایی نامطلوب شیوه‌ها، متدولوژی جدیدی برای سنجش ارتباط بین ساختار فضایی و کیفیت فضایی پیشنهاد می‌شود. این متدولوژی مبتنی بر ساخت و استفاده از یک فضای مجازی خاص است. این فضای مجازی این امکان را به کاربر می‌دهد تا بتواند در زمان تجربهٔ فضا و از درون فضا را تغییر داده و از درون دست به طراحی فضا بزند. ابزار فراهم‌شده برای این طراحی باید به‌گونه‌ای باشد که امکان تغییرات در فضا را فقط به‌صورت تدریجی فراهم کند. همراه با محیط، نرم‌افزاری نیاز است که تغییرات اعمال‌شده در محیط را ضبط کند. این محیط خاص باید در اختیار طراحان آموزش‌دیده قرار بگیرد و از آن‌ها خواسته شود که از درون فضا را اصلاح کنند و کیفیت فضایی را افزایش دهند. طراحان از درون دست به طراحی محیط می‌زنند و محیط را در هر مرحله اندکی تغییر می‌دهند. درواقع می‌توان تصور

کرد که طراحان در این روند طراحی تعداد متعددی فضا با تفاوت اندک را تولید می‌کنند. همچنین می‌توان تصور کرد با توجه به اینکه هدف افزایش کیفیت فضایی برای طراحان در نظر گرفته شده است، کیفیت فضایی در طول طراحی افزایش می‌یابد. در انتها می‌توان این مراحل طراحی را هر یک به‌صورت فضایی مستقل در نظر گرفت که ازنظر کیفیت فضایی روند افزایشی دارند. اکنون نیاز است ساختار فضایی تک‌تک فضاهای ایجادشده به مجموعه‌ای از متغیرها ترجمه شده و روند تغییر این متغیرها در طول طراحی موردبررسی قرار گیرد.

درمجموع متدولوژی پیشنهادی دارای ویژگی‌های زیر است:

- کیفیت فضایی را از دید طراحی می‌سنجد.
- تعدادی زیادی محیط با سرعت‌بالا و هزینهٔ پایین تولید می‌شود.
- کیفیت فضاهای تولیدی به‌صورت مقایسه‌ای مشخص می‌شود و فاقد معیاری غیر مقایسه‌ای است.
- عدم نیاز به پرسشنامه به طراحان اجازه می‌دهد در روند طراحی تمرکز کامل کرده و بهتر بااحساس ناشی از محیط، که به‌صورت ناخودآگاه ایجاد می‌شود، ارتباط برقرار کنند.
- عدم نیاز به پرسشنامه هزینهٔ زمانی تحقیق را به‌شدت کاهش می‌دهد.
- عدم نیاز به ساخت مجموعه‌ای از محیط‌ها به‌عنوان محرک، هزینهٔ زمانی تحقیق را به‌شدت کاهش می‌دهد.
- فضای مجازی امکان کنترل متغیرهای مداخله‌گر مانند نور را فراهم می‌کند.

فضای مجازی را می‌توان به صورتی طراحی کرد که با ابزار تبدیل ساختار فضا به متغیرهای کمّی هماهنگی داشته باشد. برای مثال در آزمون حاضر از متغیرهای ایزوویستی برای کمّی‌سازی فضا استفاده شد و سعی شد مجموعه فضایی استفاده گردد که خصوصیات آن تا حد امکان در تحلیل‌های ایزوویستی منتج از آن انعکاس یابد.

می‌توان ابزار طراحی را به صورتی در نظر گرفت که متغیرهای خاصی را بیشتر منعکس کند. برای مثال در آزمون حاضر با توجه به حجم ثابت محیط، اثر اندازهٔ همسایگی کاهش‌یافته است تا اثر متغیرهای دیگر برجسته‌تر شود.

ازنظر فنی نیازمند دانش فنی بالای محقق و آشنایی او با نرم‌افزارهایی مانند یونیتی برای انجام تحقیق است.

روش تحقیق

• چگونگی آزمون متدولوژی پیشنهادی

با توجه به اینکه در مقالهٔ حاضر متدولوژی جدیدی معرفی می‌شود، آزمون در این مقاله باید به بررسی صحت متدولوژی جدید پرداخته و نقاط ضعف و قوت آن را بیان کند. در عمل برای بررسی یک متدولوژی جدید شیوهٔ استانداردی وجود ندارد. شیوهٔ انتخاب‌شده برای بررسی متدولوژی پیشنهادی بدین شکل است که با این متدولوژی آزمونی انجام می‌گیرد و نتایج آزمون از چند نظر زیر موردبررسی قرار می‌گیرد:

الف. نتایج آزمون به نمودارهایی تبدیل می‌شود که امکان بررسی کیفی را داشته و کلیتی از نتایج را ازنظر مفهومی ارائه می‌دهند. امید است بررسی این نمودارها ماهیت مشکلات و توانایی‌های روش پیشنهادی را تا حدودی مشخص کند.

ب. نتایج آزمون ازنظر آماری و به شیوهٔ کمّی بررسی می‌شود و همخوانی آن با شیوهٔ کیفی در نظر گرفته می‌شود.

ج. روایی و پایایی آزمون با کمک آزمون‌های پایایی و بحث‌های مربوط به روایی بررسی می‌گردد.

د. روش آزمون صحیح فرض شده و نتایج به‌دست‌آمده برای درک بهتر پدیدهٔ مورد آزمایش تحلیل و بررسی می‌شود. در این مرحله ایجاد نتایج جدید از یک‌سو و همچنین همخوانی نتایج به‌دست‌آمده با دانش زمینه‌ای موضوع از سوی دیگر نشانه‌ای از صحت روش تحقیق در نظر گرفته می‌شود.

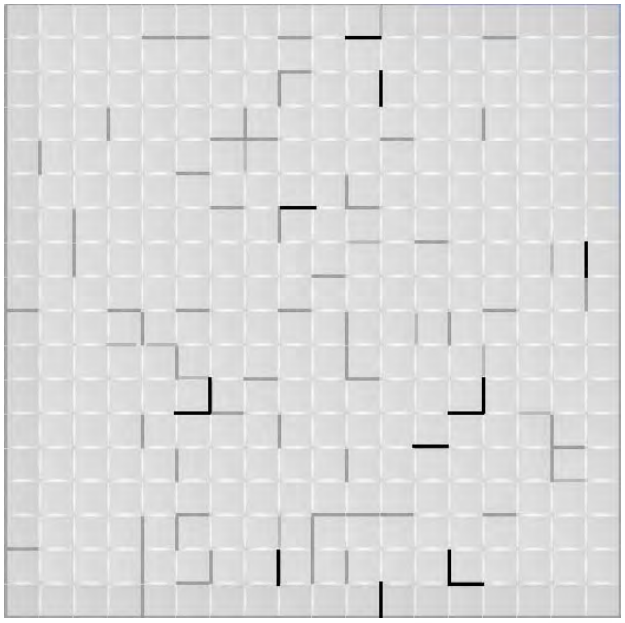
در راستای انجام فرایند بالا از متدولوژی پیشنهادی جهت انجام آزمونی باهدف سنجش ارتباط بین ساختار محیط و کیفیت فضایی استفاده شد. برای کمّی‌سازی ساختار محیط در این آزمون از شاخص‌های ایزوویستی استفاده شد. همان‌طور که در معرفی متدولوژی پیشنهادی بحث شد، برای کمّی‌سازی کیفیت فضایی و همچنین ایجاد فضاهای متعدد از فضای مجازی با امکان طراحی خاص استفاده گردید. با توجه به اینکه ارتباط بین اندازهٔ فضا و کیفیت از قبل در تحقیقات استمپ (Stamps, 2008) مورد تأیید قرارگرفته بود، سعی شد ابزار طراحی در محیط مجازی به‌گونه‌ای در نظر گرفته شود که امکان تغییرات در این مجموعه متغیرها را تا حد امکان محدود کند. بدین‌وسیله سعی شد نقش متغیرهای دیگر مرتبط باکیفیت فضایی برجسته‌تر شده و امکان تشخیص و تبیین ارتباط آن‌هاباکیفیت فضایی افزایش یابد.

• آزمون انجام‌شده با متدولوژی پیشنهادی

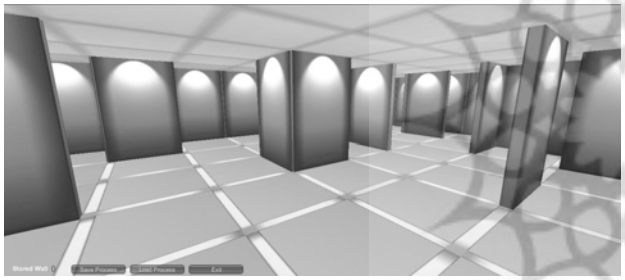
محیط مجازی به شیوهٔ ادراک اول‌شخص به کمک موتور بازی‌سازی یونیتی ساخته شد و در اختیار طراحان قرار گرفت. سطح کلی محیط آزمون مشابه یک موزهٔ کوچک به ابعاد ۷۲۹ مترمربع و به شکل مربعی ۱۸ در ۱۸ متشکل از فضاهایی به ابعاد ۱/۵ در ۱/۵ (معادل تقریبی مینیمم یک فضای مستقل) بود. در نظر گرفته شد که نسبت محیط -طول دیوارهای خارجی به‌علاوه دیوارهای داخلی- به مساحت فضای آزمون مشابه یک نمونه موزه (موزهٔ هنرهای معاصر تهران) باشد و لذا علاوه بر ۷۲ دیوار دور محیط که ثابت بودند، ۷۰ دیوار داخلی (هرکدام به طول ۱/۵متر) نیز

برای مجموعه در نظر گرفته شد. این دیوارها می‌توانستند بر روی ضلع مربع‌های فضا قرار بگیرند. محل قرارگیری دیوارهای اولیه به‌صورت اتفاقی توسط یارانه تصمیم‌گیری شد (تصویر ۳). محیط نهایی شبیه به بازی‌های اول‌شخص رایانه‌ای بود. طراحان می‌توانستند در این محیط حرکت کنند، با جابجایی موس زاویهٔ دید را تغییرداده و به اطراف خود در فضای مجازی بنگرند و همچنین می‌توانستند با هدایت کلیدهای صفحه‌کلید آزادانه در فضا حرکت کنند. طراحان می‌توانستند در زمان حرکت و تجربهٔ محیط، باکلیک برروی دیوارهایی از پیش تعیین‌شده این دیوارها را حذف کنند و یا اضافه کنند (تصویر ۴). همچنین برای جلوگیری از ایجاد یک طرح ذهنی کامل در ذهن طراح و پیاده‌سازی آن و اجبار طراح به انجام مجموعه‌ای از اصلاحات موردی، مجموعه‌ای از دیوارها –[۱۳] عدد– به‌صورت ثابت در محیط در نظر گرفته‌شده بود و امکان قرارگیری دیوار در پنج محل نیز وجود نداشت. عدم وجود یک طرح ذهنی کلی طراحان را وادار می‌کرد براساس آنچه در محیط می‌بینند و به‌صورت پله‌ای به اصلاح محیط بپردازند. برای محدودکردن سرعت طراحی تعداد دیوارهای موجود قابل‌تغییر در محیط همیشه می‌بایست بین ۷۰ تا ۶۷ عدد می‌بود که این امر توسط نرم‌افزار نظارت می‌شد. همچنین حجم کل محیط و تعداد کل دیوارها در نهایت ثابت بود که باعث کاهش اثر متغیرهای مربوط به اندازهٔ فضا می‌شد.

از ۲۳ نفر- مینیمم قابل‌قبول در آزمون‌های روانشناسی با دقت بالا براساس معیارهای APA- از دانشجویان سال آخر رشتهٔ مهندسی کارشناسی معماری خواسته شد که با امکانات تعریف‌شده در فضای مجازی شروع به طراحی کرده و کیفیت فضایی محیط ابتدایی را که دیوارهای آن به‌طور اتفاقی توسط یارانه قرار داده‌شده بود را افزایش دهند (Jhangiani, Chiang & Price, 2015). برنامهٔ پشت‌صحنهٔ محیط که به‌وسیلهٔ موتور بازی‌سازی یونیتی و زبان برنامه‌نویسی سی-شارپ تهیه‌شده بود، بدون اطلاع دانشجویان حذف و اضافه‌کردن هر دیوار را در حافظه ذخیره می‌کرد و به این شکل عملاً روند طراحی فضا ضبط می‌شد. نتایج نهایی به اساتید دانشگاه به‌عنوان داور نشان داده شد و از آن‌ها خواسته‌شد موفق‌ترین طراحی را از جنبهٔ بالابردن کیفیت فضایی انتخاب کنند. سپس این پنج روند طراحی دوباره به‌وسیلهٔ برنامهٔ مستقلی که به زبان سی-شارپ تهیه شده بود براساس حرکت‌های ذخیره‌شدهٔ طراحان بازسازی شد و در هر قدم و پس از هر تغییر در محیط متغیرهای ایزوویستی مجموعه نقاط فضای مجازی اندازه‌گیری گردید. این نتایج از یک‌سو برای تحلیل کمّی به نرم‌افزار اکسل انتقال یافت و همبستگی مقادیر با روند طراحی در این



تصویر ۳. طرح فضای ابتدایی. خطوط پررنگ دیوارهای ثابت، کمرنگ دیوارهای اولیه قابل‌تغییر و خطوط سفید محل‌های ممکن برای دیوارها است. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۴. عکس از محیط مجازی ساخته‌شده از زاویهٔ دید طراحان. طراح می‌تواند به شکل بازی اول‌شخص در محیط گشت بزند. طراح می‌تواند دیوارها را حذف کند و یا بر روی خطوط سفید بین مربع‌های کف دیوار اضافه کند. مأخذ: نگارندگان.

نرم‌افزار بررسی شد. از سوی دیگر مقادیر به کمک اکسل تبدیل به نمودارهایی شد که تغییر این متغیرها را درروند طراحی به‌صورت بصری نشان می‌داد (تصویر ۵).

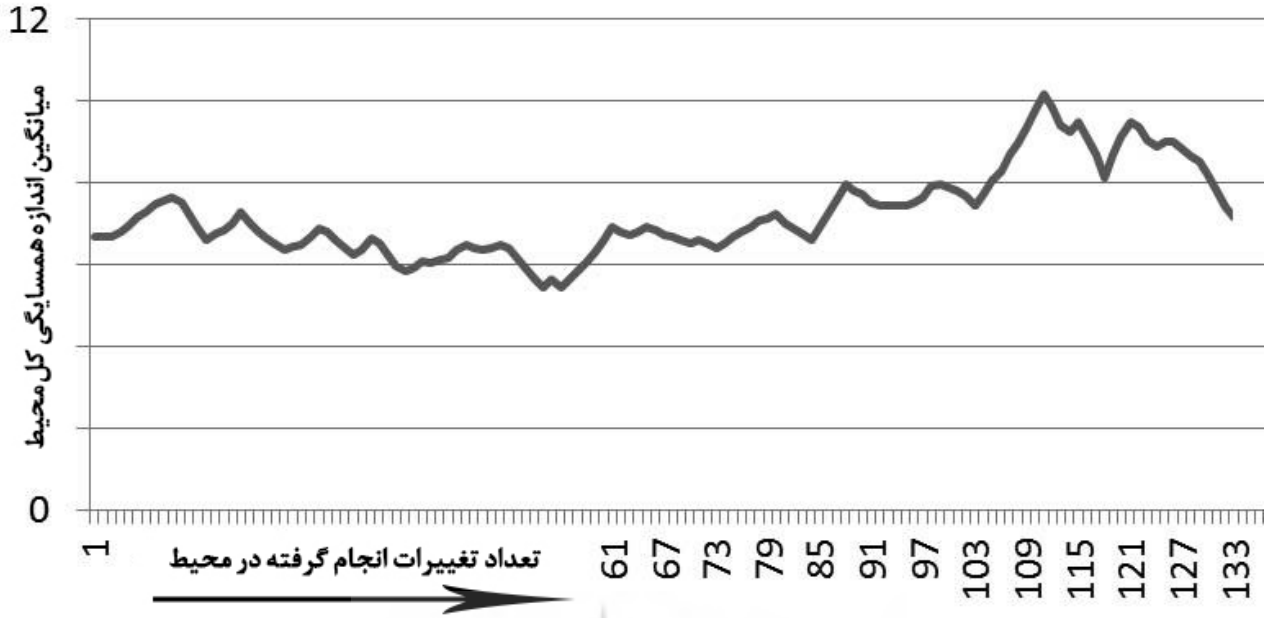
در ادامه نمودارهای هر متغیر ایزوویستی ذکرشده در جدول ۱ که توسط روند طراحی هر یک از طراحان ایجادشده بود، در یک نمودار تجمیع گردید و مجموعه‌ای از نمودارها حاصل شد که روند تغییرات هر یک از متغیرهای ایزوویستی را در طول روند طراحی طراحان و افزایش کیفیت فضا نشان می‌دهند.

نتایج

• بررسی میزان موفقیت روند طراحی

- تحلیل بصری

همان‌طور که بیان شد اصلاحات انجام‌شده توسط طراحان

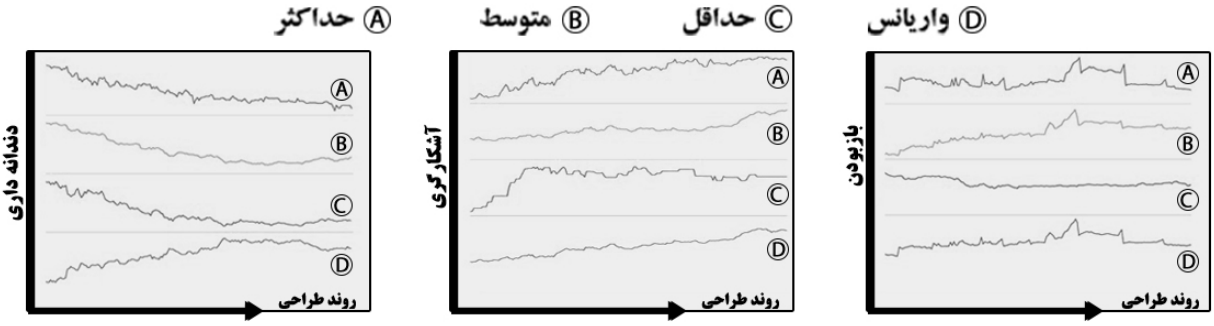


تصویر ۵. تغییرات میزان میانگین اندازهٔ همسایگی نقاط محیط در روند طراحی یکی از طراحان. طراحی این طراح شامل ۱۳۳ حرکت- حذف و یا اضافه‌کردن دیوار- بوده است. مأخذ: نگارندگان.

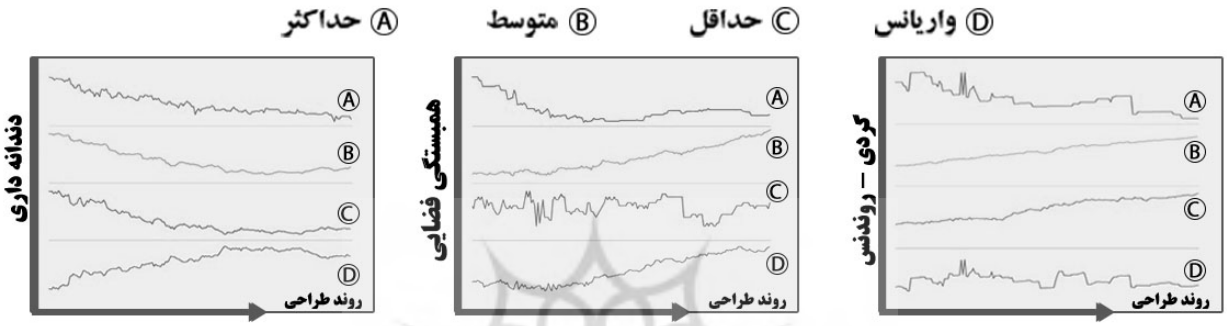
در محیط در آزمون پیشنهادی به‌صورت پلکانی و با انجام تغییراتی متداوم و کوچک در محیط انجام‌گرفته است. از سوی دیگر هدف نهایی طراحی ارتقاء کیفیت محیط بوده است. لذا می‌توان فرض کرد کیفیت محیط در روندی تقریباً یکدست در طول طراحی افزایش یافته است. با توجه به این فرض، درصورتی‌که متغیری از متغیرهای ایزوویستی اندازه‌گیری‌شده با روندی تقریباً یکدست کاهش و یا افزایش داشته باشد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آزمون ارتباط مثبت و یا منفی این متغیر با کیفیت محیط را نشان می‌دهد. به دلیل تعدد نمودارها و برای وضوح بیشتر و تحلیل بهتر، نتایج در دسته‌های مرتبط با خصوصیات اصلی فضا بیان‌شده به‌وسیلهٔ فرنز و وینیر (Franz & Wiener, 2005) تقسیم شد و موردبررسی قرار گرفت.

تصاویر ۶ و ۷ نشانگر مجموعه‌ای از متغیرهاست که مربوط به ارتباطات فضایی و پیچیدگی فضایی هستند. در میان متغیرهای ارائه‌شده مقادیر متوسط (نمودار B) به دلیل ارتباط مستقیم با کل ساختار فضایی از ارزش بالایی برخوردارند. همان‌طور که در نمودارها دیده می‌شود در متوسط نمودارهای دندانه‌داری، آشکارگری، همبستگی فضایی و گردی، شاهد روند افزایشی و یا کاهشی مشخص در روند طراحی هستیم. وجود روندهای مشخص در این نمودارها نشاندهندهٔ ارتباط بامعنی این متغیرها با کیفیت فضایی است و نشان می‌دهد که آزمون انجام‌شده توانسته است این ارتباط را به‌خوبی مشخص کند. در رابطه با متغیر باز بودن، این ارتباط تنها در نیمهٔ اول طراحی وجود دارد و در نیمهٔ دوم طراحی این ارتباط واضح نیست.

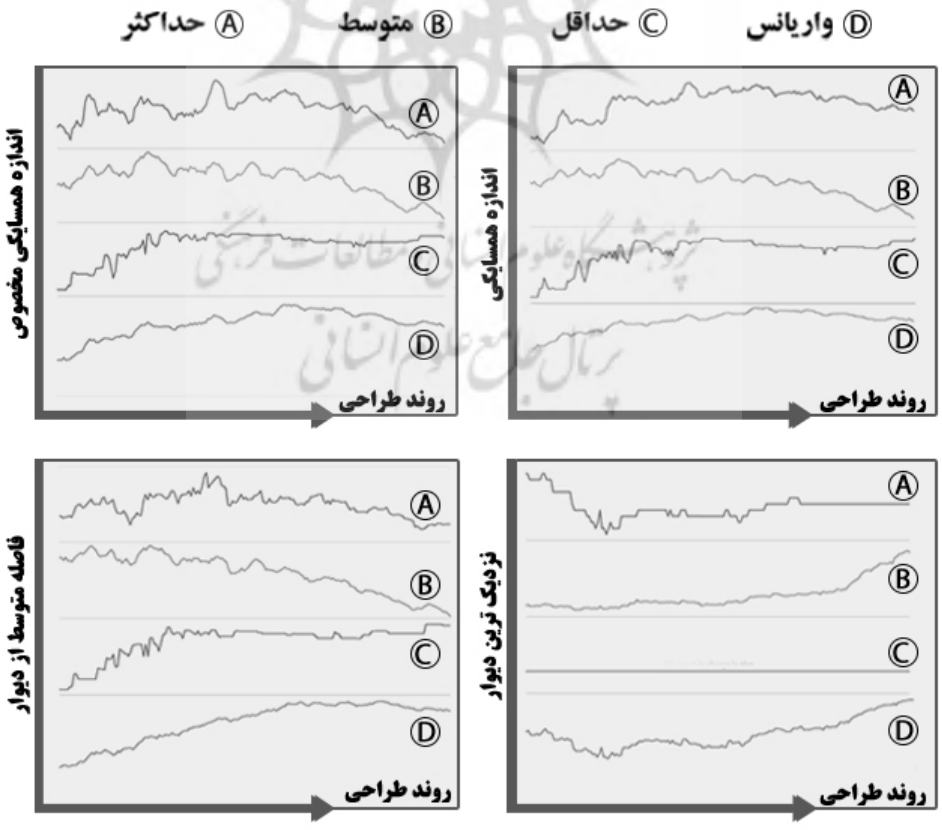
حداقل و حداکثر متغیرهای ذکرشده نیز در مسیر طراحی تغییر کرده است و در بعضی موارد این متغیرها هم کاملاً معنی‌دار هستند. باید توجه داشت که تغییرات محیط همیشه حداقل‌ها و حداکثرها را متأثرنمی‌کند، لذا وجود این همبستگی نشانگر اهمیت مضاعف این متغیرها است. برای مثال حداقل آشکارگری روندی کاملاً افزایشی در روند طراحی دارد که می‌تواند بیانگر این امر باشد که طراحان اغلب دست به اصلاح حداقل این متغیر می‌زنند و به‌عبارت‌دیگر طراحان محیط‌ها با مقادیر کم این متغیر را نامطلوب می‌دانند. براساس مطالعات زمینه‌ای تحقیق افزایش میزان دید و گستردگی فضا یکی از عواملی است باکیفیت فضایی ارتباط دارد. لذا سعی شده بود آزمون به‌گونه‌ای تعریف گردد که با محدودکردن تغییر این متغیر، تغییرات بقیهٔ متغیرها برجسته شود. بااین‌وجود محدودیت کامل این متغیرها با توجه به مفهوم آن‌ها در محیط تقریباً غیرممکن است و همان‌طور که از تصویر ۸ مشخص است این متغیرها به‌خصوص در نیمهٔ اولیه طراحی روند افزایشی داشته‌اند. با توجه به ارتباط شناخته‌شدهٔ این متغیرها با کیفیت فضایی می‌توان تصور کرد که طراحان در نیمهٔ ابتدای طراحی دست به تغییراتی زده‌اند که این متغیرها را نیز افزایش داده است اما در بقیهٔ طراحی با محدودیت در افزایش این متغیرها با توجه به ساختار محیط روبرو شده‌اند.



تصویر ۶. نمودارهای مرتبط با باز بودن و وجود ارتباطات فضایی. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۷.نمودارهای مرتبط با پیچیدگی و نظم فضایی. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۸. نمودارهای مرتبط با میزان دید و گستردگی فضاها. مأخذ: نگارندگان.

تفاوت روند نمودارها در بازه‌های مختلف طراحی همچنین می‌تواند نشانگر این باشد که طراحان در بخش‌های مختلف طراحی اهداف کمّی متفاوت را دنبال کرده‌اند. درمجموع با توجه به ظهور روندهای بامعنی و مشخص می‌توان گفت که روش طراحی پیشنهادی توانایی ایجاد اطلاعاتی مناسب برای درک ارتباط بین ساختار فضایی و کیفیت فضایی را دارد. البته وجود پیچیدگی در این روندها نشانگر این امر است که حتی زمانی که تنها متغیر مستقل ساختار فضایی باشد، ارتباط این متغیر باکیفیت فضایی امری پیچیده است و در موقعیت‌های متفاوت دارای تفاوت است. این امر با آنچه در مطالعات زمینه‌ای از ارتباط دو متغیر می‌دانیم هماهنگی دارد و نشانه‌ای از صحت متدولوژی پیشنهادی است. همان‌طور که بیان شد یکی از اهداف روش تحقیق جدید کنترل بعضی از متغیرهای ساختار محیطی (برای مثال اندازهٔ فضا در مثال حاضر) است. با توجه به تحلیل بصری نتایج مشخص است که بعضی از متغیرهای مرتبط با اندازه فضا تا حدودی روند مشخص و معنی‌داری را در طی آزمون تجربه می‌کنند. از سوی دیگر ثبات این روند و به‌تبع آن ارتباط حاصل از آن با کیفیت، به میزانی که مبانی نظری تحقیق پیشنهاد می‌دهد قوی نیست. لذا می‌توان گفت کنترل متغیرهای موردنظر با هدف ارتقاء اثر بقیهٔ متغیرها تنها تا حدودی موفق بوده است.

- تحلیل آماری نتایج

شیوهٔ دیگر تحلیل نتایج، تحلیل همبستگی آماری بین روند طراحی و متغیرهای در نظر گرفته‌شده است. جدول ۲ همبستگی (پیرسون-آر) متغیرهای موردمطالعه با روند طراحی (افزایش یک واحدی مداوم قدم‌های طراح) را نشان می‌دهد. همان‌طور که از جدول ۲ قابل‌مشاهده است اغلب مقادیر با ارتباط بالای درک‌شده به‌وسیلهٔ تحلیل بصری، در تحلیل آماری نیز مقادیر بالایی (بالای ۰/۵ و یا کمتر از

جدول ۲. همبستگی متغیرهای موردبررسی با روند طراحی (افزایش یک واحدی مداوم قدم‌های طراح). همبستگی‌ها با معناداری بالا برجسته شده‌اند مأخذ: نگارندگان.

نوع متغیر	متوسط	ماکزیمم	مینیمم	واریانس
اندازهٔ همسایگی	۰/۳۰	۰/۴۵	۰/۶۱	۰/۴۴
فاصلهٔ متوسط از دیوار	-۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۶۸	۰/۵۰
نزدیک‌ترین دیوار	-۰/۰۷	-۰/۲۷	-	-۰/۱۲
اندازهٔ همسایگی مخصوص	۰/۳۹	۰/۶۱	۰/۵۷	۰/۴۵
دندانه‌داری	-۰/۸۴	-۰/۵۸	-۰/۶۷	۰/۵۲
باز بودن	-۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۵۶	۰/۱۰
آشکارگری	۰/۲۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۴
همبستگی فضایی	۰/۰۱	-۰/۶۵	-۰/۳۸	-۰/۲۲
گردی	۰/۸۵	-۰/۶۱	۰/۷۵	-۰/۴۰

جدول ۳. همبستگی متغیر دندانه‌داری با روند طراحی (افزایش یک واحدی مداوم قدم‌های طراح) هر نمونه. نتایج آزمون p به‌دست‌آمده برای همهٔ مقادیر به‌جز مینیمم و واریانس نمونهٔ چهار کمتر از یک در ده هزار است. مأخذ: نگارندگان.

شمارهٔ نمونه	قدم‌های نمونه	متوسط	ماکزیمم	مینیمم	واریانس
۱	۱۳۳	-۰/۹۷	-۰/۸۲	-۰/۸۹	۰/۸۰
۲	۱۸۰	-۰/۹۳	-۰/۶۳	-۰/۸۶	۰/۸۵
۳	۹۶	-۰/۹۶	-۰/۳۷	-۰/۷۹	۰/۳۴
۴	۳۰۶	-۰/۴۵	-۰/۳۱	۰/۰۱	-۰/۱۷
۵	۱۰۲	-۰/۸۹	-۰/۷۸	-۰/۷۹	۰/۸۰
مقادیر متوسط	۱۶۳	-۰/۸۴	-۰/۵۸	-۰/۶۷	۰/۵۲

منفی ۰/۵) دارند. هرچند این تحلیل از دقت علمی و آماری بالاتری برخوردار است، اما فاقد امکان شهودی است که تحلیل‌های بصری در اختیار ما قرار می‌دهد.
قابل‌توجه است که هر یک از این مقادیر درواقع متوسط مقادیر پنج نمونهٔ موردبررسی هستند. جدول ۳ مقادیر یک متغیر (دندانه‌داری) را برای پنج طراح انتخاب‌شده نشان می‌دهد. قابل‌توجه است که همبستگی همیشه عددی بین یک و منفی یک است و همبستگی متوسط پنج نمونه فقط زمانی می‌تواند مقادیر بالا را نشان دهد که: الف. مقادیر همبستگی نمونه‌ها بالا باشد و ب. مقادیر همبستگی نمونه‌ها در یک‌جهت باشد. با توجه به این موضوع زمانی که مقادیر همبستگی بالا برای متوسط یک متغیر به دست می‌آید، مانند متوسط دندانه‌داری، نتایج ازنظر علم آمار بسیار قوی و قابل‌اتکا است.
می‌توان از آزمون سنجش صحت برای مقادیر (آزمون p -p-value) برای بررسی قدرت نتایج به‌دست‌آمده استفاده کرد. محاسبهٔ p آزمون به کمک مقدار همبستگی و تعداد نمونه‌ها به کمک محاسبه‌گرهای آماده در اینترنت به‌سادگی قابل انجام است. نتایج آزمون p برای نتایج به‌دست‌آمده بسیار پایین و در اغلب موارد کمتر از یک در ده هزار است و نشان می‌دهد احتمال وقوع اتفاقی ارتباطات به‌دست‌آمده بسیار پایین بوده و از نظر علم آمار ارتباط بین دو متغیر کاملاپذیرفته‌شده و محکم است. یعنی باقدرت و اطمینان بالا می‌توان گفت هر چه روند طراحی طراحان به جلو رفته است، دندانه‌داری محیط کاهش‌یافته است.

- بررسی روایی و پایایی روش تحقیق

با توجه به نتایج کیفی و کمی دو بخش قبل و همچنین خصوصیات ذاتی روش تحقیق مسائل زیر در مورد روایی این روش تحقیق است که باید در نظر گرفته شود:
در متدولوژی پیشنهادی کیفیت فضایی براساس رفتار و طراحی طراحان سنجیده شده است لذا میزان صحت این اندازه‌گیری متأثر از توانایی طراحان است. البته با توجه به عدم وجود استاندارد برای کیفیت فضایی این مفهوم را حتی می‌توان براساس نظر طراحان تعریف کرد و کیفیت فضایی از منظر طراحان را متغیر پایه در نظر گرفت.
محدودیت‌های ایزوویست در کمّی‌سازی ساختار فضایی در این روش تحقیق نیز انعکاس می‌یابد و باعث کاهش روایی می‌شود. البته در حال حاضر ابزار تواناتر و مورد اعتمادتری برای کمّی‌سازی ساختار فضایی شناخته‌نشده است.
آزمون اجازهٔ کنترل موفق متغیرهای مداخله‌گر را می‌دهد که امری مطلوب است. اما بررسی کیفیت فضایی در دنیای واقعی براساس نتایج این تحقیق با توجه به وجود متغیرهای دیگر مانند نور و عملکرد و... و تأثیر متقابل پیچیده این متغیرها نیازمند دقت بسیار است. لذا استفاده از نتایج برای دنیای واقعی کاهش‌دهندهٔ روایی متدولوژی پیشنهادی است.
همچنین موارد زیر در پایایی روش تحقیق اثرگذار است:
محدودبودن نمونه‌های انتخاب‌شده از جامعهٔ موردمطالعه باعث کاهش پایایی در آزمون انجام‌شده گردیده است.
در متدولوژی پیشنهادی مانند متدولوژی‌های دیگر، برای افزایش پایایی، نمونه‌گیری جامع و سازمان‌یافته از جامعهٔ آماری (جامعهٔ طراحان معماری) پیشنهاد می‌شود.
مجموعه ساختارهای فضایی که می‌توان به‌عنوان پایهٔ اولیه آزمون در نظر گرفت بسیار گسترده است. لذا کمّی‌سازی کلی ارتباط دو متغیر اصلی نیازمند انجام آزمون در مجموعهٔ متنوع و وسیعی از ساختارهاست.
نتایج بسیار قوی آزمون p نشانه‌ای بر پایایی بالای روش تحقیق است.
با توجه به شیوهٔ استفاده از تجمیع طراحی چند نفر در روش تحقیق، در عمل آزمون روش تصنیف یا دونیمه‌کردن آزمون (Split-half) نیز در روند تحقیق صورت می‌گیرد و نشانه‌ای دیگر بر بالا بودن پایایی تحقیق است.
باوجودنکات ذکرشده به نظر می‌رسد روایی این روش تحقیق در مقابل روش‌های قبلی چندان ارتقاء نیافته باشد، اما پایایی تحقیق با توجه به نتایج آزمونP بسیار خوب و روش تصنیف به‌طور قابل‌توجهی مطلوب‌تر است.

• بررسی نتایج حاصل از منظر ارتباط کیفیت و ساختار محیط

یکی از آزمون‌های صحت روش تحقیق بررسی نتایج حاصل از آن است. درصورتی‌که نتایج تحقیق در راستای نتایج مطالعات قبلی، اما کامل‌تر و دقیق‌تر باشد اطمینان به روش تحقیق افزایش می‌یابد. در ادامه براساس نتایج به‌دست‌آمده به بررسی ارتباط بین ساختار فضایی و کیفیت فضایی پرداخته می‌شود و سعی می‌شود با فرض صحت متدولوژی نتایج تحقیق بررسی شود.

- ارتباطات فضایی و آزادی حرکت

تصویر ۶ بیانگر تغییرات متغیرهای مرتبط با ارتباطات فضایی و آزادی حرکت درروند طراحی است. افزایش میزان میانگین دو متغیر باز بودن و آشکارگری درروند طراحی نشان از افزایش ارتباطات فضایی و باز شدن بن‌بست‌ها و ایجاد دسترسی‌های بهتر در محیط دارد. به نظر می‌رسد طراحان برای افزایش کیفیت فضایی ارتباطات محیط را گسترش داده و دسترسی‌ها به کل ساختار را اصلاح‌کرده و بهبود بخشیده‌اند. از سوی دیگر دندانه‌داری در ابتدای طراحی به‌شدت کاهش می‌یابد. نقاط با دندانه‌داری بالا نشانگر فضاهایی با کشیدگی بالا و عرض کم محدودهٔ

دید در عین کوچکی مساحت محدودهٔ دید هستند. این فضاها اغلب در تقاطع چند راهرو به‌صورت چندراهی اتفاق می‌افتند. کاهش این متغیر در نیمهٔ اول طراحی نشانگر حذف چندراهی‌ها است و می‌تواند به تعریف مسیرهایی مشخص در تقاطع‌ها نسبت داده شود. حذف چندراهی‌ها در کنار افزایش بازبودن و ارتباطات محیطی می‌تواند با ایجاد تعداد بازشوهای بیشتر برای فضاهای بزرگ‌تر و بازشوهای کمتر و تعریف مشخص مسیر برای فضاهای کوچک‌ترایجادشده باشد.

- پیچیدگی و نظم فضا

افزایش متوسط متغیر همبستگی فضایی در طول روند طراحی (تصویر ۷) نشانگر افزایش ارتباطات بصری و حذف موانع بصری در بین نقاط زیر فضاهاست. از سوی دیگر افزایش متوسط مقادیر گردی نشانگر افزایش تحدب فضاها است. براساس تغییرات این دو متغیر به‌روشنی می‌توان نتیجه گرفت که طراحان محیط را به فضاهای کوچک‌تر و خرد (اتاق‌هایی) با شکل‌های هندسی با محیط کم و اغلب محدب دسته‌بندی کرده و موانع بصری این بسته‌ها را حذف کرده‌اند. از سوی دیگر افزایش مقادیر در نمودارهای همبستگی فضایی و گردی با توجه به ارتباط منفی آن‌ها با شاخص پیچیدگی از یک‌سو و کاهش دندانه‌داری با توجه به ارتباط مثبت آن با شاخص پیچیدگی از سوی دیگر، نشانگر کاهش پیچیدگی در کل طول روند طراحی است.

- میزان دید و گستردگی فضاها

متغیرهای اندازهٔ همسایگی، اندازهٔ همسایگی مخصوص، نزدیک‌ترین دیوار و فاصلهٔ متوسط از دیوار با میزان دید و گستردگی فضاهای محیط ارتباط دارند (تصویر ۸). همان‌طور که درروش تحقیق مقالهٔ حاضر موردبحث قرار گرفت، برای تأکید بر متغیرهای دیگر سعی شد آزمون به‌گونه‌ای طراحی گردد که این متغیرهای ایزوویست تغییراتی حداقلی داشته باشد. با توجه به عدم تحقق کامل این هدف، به نظر می‌رسد در آزمون حاضر نیز ارتباط کیفیت فضایی با میزان دید اثرگذار بوده است. از سوی دیگر این مسئله فرصتی را در اختیار می‌دهد تا با بررسی نمودارهای مربوط به میزان دید و گستردگی فضاها تغییرات این متغیرها را در روند افزایش کیفیت توسط طراحان بررسی کرد. اولین نکتهٔ قابل‌توجه در بررسی نمودارها، تغییرات شدید ماکزیمم‌ها و مینیمم‌ها در یک‌سوم ابتدایی طراحی است. به این شکل که مینیمم‌ها در نمودارها با سرعت بالایی افزایش می‌یابد و ماکزیمم‌ها کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌شود. هم‌زمان در یک‌سوم اول افزایش مقادیر اندازهٔ همسایگی و اندازهٔ همسایگی مخصوص روی می‌دهد. این تغییرات می‌تواند بیانگر تلاش طراحان در جهت حذف فضاهای کوچک و بسته ازنظر انسانی یا ترکیب آن‌ها با یکدیگر در ابتدای روند طراحی باشد. این روند با توجه به ثابت بودن حجم کلی محیط احتمالاً در یک‌سوم ابتدایی روند طراحی باعث کاهش فضاهای حداکثری شده است زیرا قسمتی از این فضاها برای رفع مشکل فضاهای کوچک‌تر با آن‌ها اضافه‌شده‌اند.

نتیجه‌گیری

کمّی‌سازی ارتباط بین ساختار فضایی و کیفیت فضایی از یک‌سو می‌تواند به ایجاد استانداردهایی توسط مراجع علمی و قانونی برای ساختارهای فضایی منجر شود، که لزوم اجرای آن بر کاهش نمونه‌های معماری نامطلوب مؤثر خواهد بود. از سوی دیگر این کمّی‌سازی می‌تواند برای ساخت نرم‌افزارهای کمک‌کننده به طراحی به کار رود. این ابزارها می‌تواند با نشان‌دادن نقاط ضعف احتمالی به طراح در زمان طراحی صرفه‌جویی کرده و باعث افزایش کیفیت طراحی‌ها شوند. تحلیل یافته‌های حاصل از استفاده از متدولوژی پیشنهادی نشان از ارتباط قوی تحلیل‌های ایزوویستی با ساخت‌یافتگی و کیفیت فضا و توانایی آن‌ها در بیان خصوصیات محیطی دارد. براساس نتایج تحقیق به‌روشنی مشخص است که از تحلیل‌های ایزوویستی و متغیرهای مستخرج از آن حداقل به‌طور نسبی به‌عنوان یک مدل کمّی بیان خصوصیات فضایی موفق عمل کرده است و می‌تواند بخشی از خصوصیات ساختار فضایی- که در کیفیت فضایی اثرگذار است - را در تحلیل‌های خود انعکاس دهد. البته با توجه به همبستگی درونی بسیاری از این متغیرها به نظر می‌رسد این ابزار باید به‌طورجدی ارتقاء یابد تا به ابزاری توانمند برای ترجمهٔ خصوصیات بنیادی ساختار فضایی به مجموعه‌ای از متغیرهای کمی تبدیل گردد. از زاویه‌ای دیگر با توجه به تحلیل نتایج می‌توان ادعا کرد در طول روند طراحی و افزایش کیفیت محیط، ارتباطات بصری و گستردگی فضایی و همچنین ارتباطات فضایی افزایش‌یافته درحالی‌که پیچیدگی روندی کاهشی را طی می‌کند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در محیط نمونهٔ مورد آزمایش، ارتباطات بصری و گستردگی فضایی و همچنین ارتباطات فضایی و دسترسی باکیفیت فضایی ارتباط مستقیم و پیچیدگی فضایی باکیفیت فضایی ارتباط عکس داشته است. درمجموع کشف ارتباطات قوی بین ساختار فضایی و کیفیت فضایی در آزمون‌های کیفی و بصری و همچنین کمی و آماری نشان می‌دهد که متدولوژی پیشنهادی در تبیین ارتباط بین متغیرهای کمّی‌کنندهٔ ساختار فضایی از یک‌سو و کیفیت فضایی از سوی دیگر موفق عمل می‌کند. متدولوژی پیشنهادی

همچنین از پایایی بالایی برخوردار بوده و نتایجی کاملاً معنی‌دار را فراهم می‌کند. تحلیل نتایج به‌دست‌آمده نیز می‌تواند برای تحلیل کیفی ارتباط بین کیفیت و ساختار فضایی در چیدمان‌های مختلف محیطی به‌کاررفته و نتیجه‌های معنی‌دار فراهم کند. استفاده از این ابزار در مجموعهٔ گسترده‌ای از ساختارهای فضایی می‌تواند به تبیین دقیق‌تر و حتی کمی ارتباط بین ساختار فضایی و کیفیت فضایی منجر شود.

پی‌نوشت

۱. Refuge-Prospect theory

فهرست منابع

• اسفندیاری، اکرم و ترکاشوند، عباس. (۱۳۹۹). کاربرد تحلیل‌های ایزوویست و خطوط دید در سنجش کیفیت بصری در مجتمع‌های مسکونی (نمونهٔ موردی: شهر کرمانشاه). *مطالعات شهری*، ۹(۳۵)، ۱۹-۳۲.

• ثناگر دربانی، الهام؛ منصفی پراپری، دانیال؛ طاهرخانی، علیرضا و حاجی فتحعلی، سیاوش. (۱۳۹۸). ارزیابی احساس امنیت و پیشگیری از جرم در فضاهای عمومی مجتمع‌های مسکونی به روش دید-پناه. *پژوهشنامهٔ نظم و امنیت انتظامی*، ۱۲(۲)، ۱-۲۸.

• شکوهی دهکردی، کاوه؛ هاشم‌نژاد، هاشم؛ اخلاصی، احمد و صالح صدق‌پور، بهرام. (۱۳۹۲). ارزیابی تأثیرات نرم‌افزارSketch Up بر فرایند ترسیم اسکیس‌های معماری. *باغ نظر*، ۱۰(۲۵)، ۲۹-۳۸.

• کریمی مشاور، مهرداد؛ حسینی علمداری، آرش و آزاداحمدی، محمد. (۱۳۹۳). بررسی تطبیقی نمونه‌هایی از بافت شهری سنندج با استفاده ازآنالیزهای ایزوویست و تحلیل گراف دید. *مطالعات شهری*، ۴(۱۳)، ۳۳-۴۲.

• Aknar, M. & Atun, R. A. (2017). Predicting movement in architectural space. *Architectural Science Review*, 60(1), 78–95.

• Amini Behbahani, P., Gu, N. & Ostwald, M. (2017). Viraph: exploring the potentials of visibility graphs and their analysis. *Visualization in Engineering*, 5(1).

• Appleton, J. (1975/1996). *The experience of landscape.* London: John Wiley.

• Benedikt, M. L. (1979). To take hold of space: Isovists and isovist fields. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 6(1), 47-65.

• Benedikt, M. & Mcelhinney, S. (2019). Isovists and the Metrics of Architectural Space. *Articulating Architecture's Core in the Post-Digital EraAt*, 27-30.

• Berlyne, D.E. (1951). Attention, perception and behaviour theory. *Psychol Rev,* 58(2),137–146.

• Dosen, A. S. & Ostwald, M. J. (2016). Evidence for prospect - refuge theory : a meta - analysis of the findings of environmental preference research. *City, Territory and Architecture*, 3, 1–14.

• Franz, G. & Wiener, J. M. (2005). Exploring isovist-based correlates of spatial behavior and experience. In A. van Nes (Ed.), *Proceedings of the 5th International Space Syntax Symposium*. Delft, NL. TU Delft Press.

• Gallagher, W. (2007). *House thinking: A room-by-room look at how we live*. New York: Harper Collins.

• Heydarian, A. Carneiro, J. P. Gerber, D. Becerik-Gerber, B. Hayes, T. & Wood, W. (2015). Immersive virtual environments versus physical built environments: A benchmarking study for building design and user-built environment explorations. *Automation in Construction*, 54, 116–126.

• Hildebrand, G. (1991). *The wright space: pattern and meaning in Frank Lloyd wright's houses*. Seattle: University of Washington Press.

• Hildebrand, G. (1999). *Origins of architectural pleasure.* Berkeley: University of California Press.

• Hwang, J. & Lee, H. (2018). A Parametric Design Model for Numerically Measuring the Design Attributes of Prospect-Refuge. *In Proceedings of the CAADRIA 2018*, Beijing, China, 17–19 May 2018; pp. 577–586.

• Jhangiani, R. S., Chiang, I. A. & Price, P. C. (2015). *Research methods in psychology (2nd Canadian Edition)*. Retrieved from https://opentextbc.ca/researchmethods/. Kaplan R, Kaplan S (1989) The experience of nature: a psychological perspec- tive. Cambridge University Press, Cambridge.

• Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: a psychological perspective.* Cambridge: Cambridge University Press.

• Kellert, S. R. (2012). *Building for life: Designing and understanding the human-nature connection.* Washington, DC, USA: Island press.

• Lippman, P. C. (2010). *Evidence-based design of elementary and secondary schools: A responsive approach to creating learning environments*. London: John Wiley & Sons.

• Ostwald, M. J. & Dawes, M. J. (2019). Isovists: Spatio-Visual Mathematics in Architecture. *Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences*, pp. 1–13.

• Ostwald, M. J., & Dawes, M. J. (2020). The Spatio-Visual Geometry of the Hollyhock House: A Mathematical Analysis of the 'Wright Space'using Isovist Fields. *Nexus Network Journal*, 22(1), 211-228.

• Portman, M. E., Natapov, A. & Fisher-Gewirtzman, D. (2015). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. Computers. *Environment and Urban Systems*, 54, 376–384.

• Sailer, K. & Psathiti, C. (2017). A prospect-refuge approach to seat preference: Environmental psychology and spatial layout. *In Proceedings of the 11th International Space Syntax*

Symposium (Vol. 11, pp. 137-1). Instituto Superior Tecnico, Departamentode Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos, Portugal.

• Smith, J. W. (2015). Immersive virtual environment technology to supplement environmental perception, preference and behavior research: A review with applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(9), 11486–11505.

• Stamps, A. E. (2006). *Literature review of prospect and refuge theory: the first 214 references*. Institute of Environmental Quality, San Francisco, CA. Accessed on the internet on 2010-04-14 at http:// home.comcast.net/~instituteofenvironmentalquality/LitReviewProspectAndRefuge.pdf.

• Stamps, A. E. (2008). Some findings on prospect and refuge theory: I. *Percept Motor Skill*, 106,147–162.

• 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, 103-121.

• Ward, T. (2010). *Quantifying qualitative data*. Luettu, 8, 2012. Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/97 fe/6104d9f9944c37e7155a079a5eab3f71b298.pdf

• Xiang, L. & Papastefanou, G. (2019). Isovist and Psycho-Physiological Stress at the Pedestrian Level: A Real-Time Measurement Case Study in a High-Density City Luyao Xiang. *Georgios Papastefanou*, 4, 463–471.

• Zhang, S., Kim, J., Shih, S.Y., Koo, C. & Cha, S. H. (2017). Immersive Virtual Environment (IVE) as a Potential Tool for Interior Colour Study in Office Environments. *Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, 34, 1-5.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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:
حسینی علمداری، آرش؛ دانشجو، خسرو و یگانه، منصور. (۱۴۰۱). متدولوژی متکی بر طراحی در محیط مجازی خاص، جهت تدوین ارتباط کیفیت فضایی و ساختار فضایی. *باغ نظر*، ۱۹(۱۱۰)، ۲۱-۳۴.

DOI:10.22034/BAGH.2022.305973.5009
URL:http://www.bagh-sj.com/article_145714.html