

An In-Depth Exploration of the Spatial Organization of the Academic Closed Environment Through the Analysis of Space Syntax*

Abstract

The spatial organization of university interiors significantly influences social interactions, learning experiences, and overall student performance. As educational institutions strive to create vibrant, inclusive environments, understanding the dynamics of spatial design becomes crucial. This research delves into the intricate interplay between architectural layout, movement patterns, and social life within university walls. The primary goal is to pinpoint areas that foster collaboration, spontaneous interaction, and intellectual exchange. We seek to understand how specific spatial configurations encourage or hinder social engagement. The first phase of this research adopts a qualitative approach and a descriptive-analytical method. We analyzed maps with the help of existing documents and completed them with field research. In order to select a sample with a representative spatial structure and composition, since it is necessary for this study to cover the features of the spatial configuration of closed environments, the target spaces of educational environments were specifically university closed spaces. According to the purpose of the research, the studied sample was selected based on the location of the ground floor spaces to analyze the spatial organization for quantitative calculations. The second part of this research employs a quantitative approach and the data analysis tool is the spatial syntax method. In the analysis, three characteristics of spatial organization, functional efficiency and spatial readability have been investigated in the spatial configuration of the closed environment of the university. Relevant quantitative parameters including depth, connectivity, connection and access, spatial separation and control value have been calculated in A-Graph and Depthmap software. Also, matching of software data with field research and arrangement of architectural spaces and sample components has been done. Convex maps and isovists reveal spatial affordances, highlighting areas conducive to social interaction. Corridors, atriums, and communal spaces emerge as high-connectivity zones. These areas facilitate movement, encourage chance encounters, and promote interdisciplinary collaboration. Their strategic placement influences accessibility and visibility. The findings indicate that in educational spaces, central halls, entrances, and

Citation: Sinaei, Marineh; Azemati, Hamid reza, & Saleh Sedghpour, Bahram (2024). An in-depth exploration of the spatial organization of the academic closed environment through the analysis of space syntax , *Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning*, 29(3), 91-101. (in Persian)

Received: 12 Mar 2024

Received in revised form: 04 Jun 2024

Accepted: 18 Sep 2024

Marineh Sinaei¹  (Corresponding Author)

Master of Architecture, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran. E-mail: marinehsinaei@gmail.com

Hamid Reza Azemati² 

Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran. E-mail: azemati@sru.edu

Bahram Saleh Sedghpour³ 

Associate Professor, Department of Education, Faculty of Humanities, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran. E-mail: sedghpour@sru.edu

<https://doi.org/10.22059/jfaup.2025.373318.672955>

communication corridors are the most connected and less deep than other spaces. These spaces improve the functional efficiency of different spaces with spatial circulation and ease of access. Central halls also contribute to spatial distribution and increasing spatial relations. The entrance and corridors separate public spaces from private spaces by creating a hierarchy of entry and increasing the depth of access. By removing the central halls and wide corridors from the practical educational spaces, the depth of the space increases significantly. To solve this problem, a central communication space (central hall) reduces the depth of the entire building, resulting in more circulation and proper integration in the spaces. Also, assigning functions to spaces has reduced spatial circulation. Private spaces have a lower degree of interconnectedness, are more segregated, and have more depth in the access hierarchy. Our research contributes to the ongoing discourse on spatial design in educational environments. By intentionally shaping sociable spaces, universities can foster a sense of community, creativity, and intellectual curiosity.

Keywords

Academic Environment, Spatial Organization, Space Syntax, Spatial Readability, Sociability



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

*This paper is extracted from the first author's master thesis, entitled "Design and recognition of sociable enclosed spaces with space syntax method based on stress reduction in university environments", under the supervision of the second and third authors at the Shahid Rajaee Teacher Training University.

واکاوی سازمان فضایی محیط بسته دانشگاهی از طریق تحلیل نحو فضا*

چکیده

سازمان‌دهی فضایی محیط بسته‌ی دانشگاه به طور قابل توجهی بر تعاملات اجتماعی، کیفیت یادگیری و عملکرد کلی دانشجویان تأثیر می‌گذارد. مطالعات صورت گرفته بر شناسایی فضاهای اجتماع‌پذیر متمرکز است، مناطقی که همکاری، برخوردهای خودجوش و تبادلات بین دانشجویان، استادان و بازدیدکنندگان را تقویت می‌کند. در این پژوهش، به تعامل پیچیده بین چیدمان معماری و تعاملات اجتماعی در محیط بسته دانشگاهی پرداخته شده است و با استفاده از تکنیک‌های نحو فضا،

بینش‌های ارزشمندی را در مورد اینکه چگونه پیکربندی‌های فضایی بر ایجاد کانون‌های اجتماعی، مناطق مشارکتی و فضاهای تجمع پر جنب‌وجوش در فضای آموزشی تأثیر می‌گذارد، شناسایی شده است. در این تحقیق از راهبرد اکتشافی متوالی استفاده شده است که در گام اول، رویکرد کیفی به روش توصیفی-تحلیلی و جمع‌آوری داده‌ها با مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات میدانی انجام شده است. سپس رویکرد کمی با روش نحو فضا انجام شده است که روابط توپولوژیکی در ساختارهای فضایی را بررسی و روابط متقابل سازمان فضایی و فعالیت‌های اجتماعی را تحلیل می‌کند. محاسبات و تحلیل‌ها با استفاده از تکنیک‌های نقشه محذب، ایزویست و نمودار دید در نرم‌افزارهای دپ‌مپ و آ-گراف انجام شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که حذف یا تغییر در فضاها می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر پویایی فضا و رفتار کاربران داشته باشد و تحلیل نحو فضا می‌تواند به درک بهتر روابط فضایی و طراحی مطلوب‌تر محیط‌های آموزشی کمک کند.

واژه‌های کلیدی

محیط دانشگاهی، سازمان فضایی، نحو فضا، خوانایی فضایی، اجتماع‌پذیر

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۱۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۶/۲۸

مارینه سینائی^۱ (نویسنده مسئول): کارشناس ارشد معماری، گروه معماری، دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

E-mail: marinehsinaei@gmail.com

حمیدرضا عظمتی^۲: استاد گروه معماری، دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

E-mail: azemati@sru.edu

بهرام صالح صادق‌پور^۳: دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت

E-mail: sedghpour@sru.edu

دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

<https://doi.org/10.22059/jfaup.2025.373318.672955>

استناد: سینائی، مارینه؛ عظمتی، حمیدرضا و صالح صادق‌پور، بهرام (۱۴۰۳)، واکاوی سازمان فضایی محیط بسته دانشگاهی از طریق تحلیل نحو فضا، نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۲۹(۳)، ۹۱-۱۰۱.

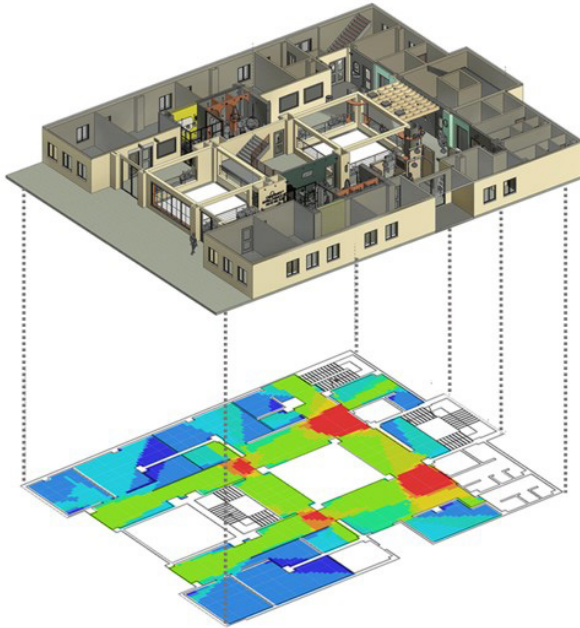
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

نگارنده(گان). ©



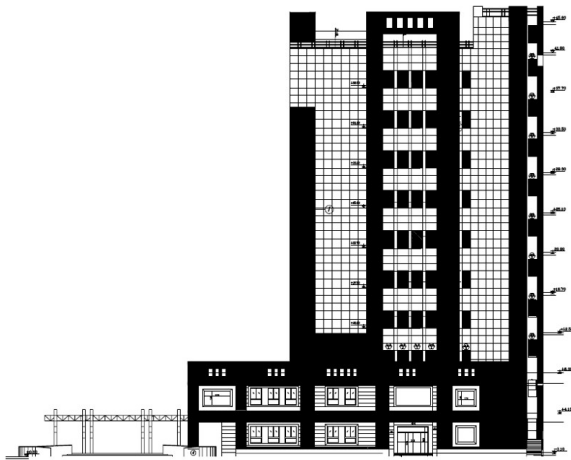
* مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول با عنوان «طراحی و شناسایی فضاهای محصور معاشرتی با روش نحو فضا بر اساس کاهش استرس در محیط‌های دانشگاهی» می‌باشد که با راهنمایی نگارنده دوم در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی ارائه شده است.

آن‌ها با تحقیقات میدانی انجام شده است. برای انتخاب نمونه با ساختار و ترکیب فضایی از آنجایی که لازم است این مطالعه ویژگی‌های پیکربندی فضایی محیط‌های بسته را پوشش دهد، در این پژوهش فضاهای مورد نظر محیط‌های آموزشی به طور خاص فضاهای بسته دانشگاهی بودند و ساختار توپولوژیک طبقه همکف دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی به عنوان نمونه مورد مطالعه انتخاب شده است (تصویر ۱).



تصویر ۱. دیاگرام آگزونومترک طبقه همکف.

ساختمان مورد مطالعه دارای ۱۲ طبقه شامل دو طبقه زیرزمین، طبقه همکف و ۹ طبقه فوقانی است. طبقه همکف عمدتاً شامل فضاهای عمومی مانند ورودی‌های اصلی، راهروهای ارتباطی، سالن‌های مرکزی و برخی فضاهای اداری و خدماتی است. در طبقات فوقانی، فضاهای آموزشی (کلاس‌های درس، استودیوهای طراحی و کتابخانه) و اداری (دفاتر استادان، اتاق جلسات و مدیریت) قرار دارند. طبقات زیرزمین عمدتاً به کارگاه، فضاهای تأسیساتی و خدماتی اختصاص یافته است (تصویر ۲).



تصویر ۲. نمای شرقی دانشکده معماری و شهرسازی.

مقدمه

در راهروهای شلوغ و گوشه‌های آرام دانشکده‌های دانشگاه، شبکه‌ای پنهان از روابط فضایی تعاملات را شکل می‌دهد و بر حس اجتماعی و رفاه تأثیر می‌گذارد. هنگامی که دانشجویان، استادان و کاربران این مناظر دانشگاهی را طی می‌کنند، ناآگاهانه با شبکه پیچیده‌ای از مسیرها، گره‌ها و هاب‌ها درگیر می‌شوند. این پژوهش به کاوش در قلب این سیستم پیچیده می‌پردازد و از روش نحو فضایی برای تشریح سازمان فضایی در محیط بسته دانشکده استفاده می‌کند. با تجزیه و تحلیل آرایش اتاق‌ها، راهروها، راه‌پله‌ها و مناطق تجمع، ما به دنبال شناسایی فضاهای اجتماعی هستیم، گره‌هایی که در آن گفت‌وگوها جریان دارد، همکاری‌ها شعله‌ور می‌شود و دوستی‌ها شکوفا می‌شود. در این پژوهش از طریق نقشه‌های معماری و مدل‌های ریاضی زبان فضا رمزگشایی شده است و داستان‌های ناگفته‌ای را که در دیوارها زمزمه می‌شوند و در طاقچه‌ها تکرار می‌شوند، آشکار گردیده است. چه دانشجویی باشد که در راهروهای پرپیچ و خم حرکت می‌کند یا یک طراح که نسل بعدی محیط‌های آموزشی را شکل می‌دهد، این پژوهش بینش‌هایی را نوید می‌دهد که فراتر از پلان‌های طبقه صرف می‌شوند و آن‌ها جوهر ارتباط انسانی را در دانشگاه روشن می‌کنند.

در این پژوهش با بهره‌گیری از روش نحو فضا و تحلیل نحوه سازمان و انتظام فضایی دانشگاه به نحوه ارتباط آن با ساختارهای رفتاری، اجتماعی و فعالیت‌های دانشجویان دست می‌یابیم (Archea, 1977, 116-137)، با تحلیل داده‌ها همراه با تطبیق نقشه‌های روش نحو فضا و نقشه‌های شناختی، فضاهای عمومی اجتماع‌پذیر در بستر دانشگاه شناسایی می‌شود و با طراحی معماری این فضاها به مطلوبیت فضایی مورد نظر نائل می‌شویم. در فضاهای اجتماع‌پذیر، فعالیت‌ها و مشارکت‌هایی که بدون محدودیت میان انسان‌ها صورت می‌گیرد می‌تواند موجب بهتر شدن کیفیت یادگیری افراد و همچنین ایجاد حس شادی در آنان شود و هر چه این فعالیت‌ها در این محیط‌ها بیشتر باشد و این محیط‌ها دارای خصوصیات محیطی مطلوب‌تری باشد، حس بهتر و شادی عمیق‌تری در افراد ایجاد خواهد شد (Robinson, 2003). می‌توان گفت کاهش این تعاملات اجتماعی در محیط‌های دانشگاهی تبهات مهمی در پی خواهد داشت که فشار روانی و استرس از آن قبیل اند (زهرانی و پژوهان‌فر، ۱۳۹۷، ۱۶۹-۱۸۲). بدین منظور، تحقیق حاضر با هدف درک دینامیک فضایی به چگونگی تأثیر چیدمان فضایی محیط داخلی دانشگاه بر الگوهای حرکتی، تعاملات اجتماعی و عملکرد کلی می‌پردازد و روابط پنهان بین طراحی معماری و تجربیات کاربر در فضاهای دانشگاهی را کشف می‌کند. در این راستا فضاهای اجتماعی شناسایی شده و با بهبود طراحی این فضاها می‌توان در ایجاد محیط‌های دانشگاهی جذاب‌تر، کاربرپسندتر و جامعه‌گرا کمک کرد. این پژوهش به این سؤالات پاسخ می‌دهد که پیکربندی فضایی محیط‌های بسته دانشگاهی چگونه بر تعاملات اجتماعی و جامعه‌پذیری تأثیر می‌گذارد؟ و این فضاهای اجتماع‌پذیر بنا بر روش نحو فضا کدامند؟

روش پژوهش

این پژوهش در گام اول رویکرد کیفی دارد و از روش توصیفی-تحلیلی استفاده شده است. بررسی نقشه‌های با کمک اسناد موجود و تکمیل

بلکه از طریق رابطه بین این متغیرها و کیفیت‌های اجتماعی موجود در بافت، این تحلیل ارزشمند و ابزاری برای درک ساختار فضایی می‌شود (ریسمانچیان و بل، ۱۳۸۹، ۴۹-۵۶). به عبارت دیگر، در این روش، پلان معماری به یک پلان انتزاعی تبدیل می‌شود و کمیت‌های عددی نشان می‌دهد که الگوهای رفتار اجتماعی و همسایگی‌های فضایی چگونه با هم ارتباط دارند. در نگرش نحو فضا این مطلب بیان می‌شود که چطور یک معنای اجتماعی یا فرهنگی توسط وضع پیکره‌بندی فضایی بیان می‌شود، در واقع نحو فضا بر این باور است که پیکره‌ی اجتماعی چون «جنوتایپ» و «فنوتایپ» برای شناسایی و خواندن فضاهای مورد بررسی خود استفاده می‌کنند. آنان برای دسته‌بندی فضاهای به دست آمده نمودارهای توجیهی و برای تحلیل این نمودارها متغیرهایی همچون: «ارتباط»، «کنترل»، «هم‌پیوندی» و «انتخاب» را به کار می‌گیرند و در آخر به الگوریتمی از روابط اجتماعی موجود در محیط‌های مورد مطالعه دست پیدا می‌کنند. مطالعات صورت گرفته در محیط‌های آموزشی، به دو بخش از ساختارهای فضایی رسیدند که تعاملات اجتماعی میان دانشجویان را شکل می‌دهد. در اولین بخش یک محیط آموزشی باید دارای ظرفیت‌های لازم جهت شکل‌دهی به رفتارهای اجتماعی باشد و در بخش دوم، باید به تصاویری که در ذهن دانشجویان از فضاهای محیط آموزشی شکل می‌گیرد پرداخته شود و تعاملات اجتماعی آنان را در باب ادراکی و معنایی تحت تأثیر قرار دهد (حیدری و فرهادی، ۱۳۹۷، ۱۷-۳۰). به طور کل محیط‌های دانشگاهی شامل فضاهای متعددی هستند که هر کدام می‌توانند جداگانه مورد بررسی متمرکزی واقع شوند، این محیط‌ها می‌توانند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر روان دانشجویان اثر گذار باشند، حال در این پژوهش قصد داریم با شناسایی محیط‌هایی که دانشجویان بیشتر از همه در آنجا حضور می‌یابند و به اصطلاح محیط‌های اجتماع‌پذیر دانشگاهی محسوب می‌شوند، به طراحی مطلوبی از فضا

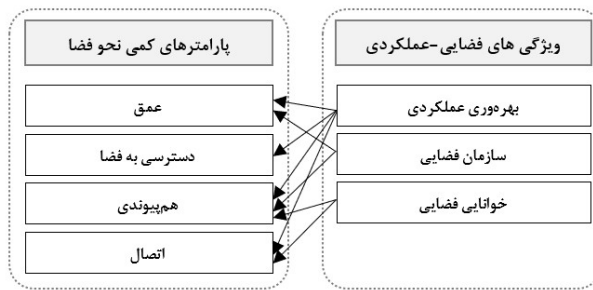
با توجه به هدف پژوهش، نمونه مورد مطالعه بر اساس قرارگیری فضاهای طبقه همکف برای تحلیل سازمان فضایی برای محاسبات کمی انتخاب شد. انتخاب این نمونه به دلیل ساختار فضایی پیچیده و تعاملات بین فضاهای عمومی و آموزشی انجام شده است. از آنجا که طبقه همکف به عنوان حلقه‌ی اتصال بین فضاهای عمومی و خصوصی دانشکده عمل می‌کند، تحلیل آن می‌تواند درک بهتری از نحوه‌ی عملکرد فضاهای آموزشی ارائه دهد. بخش دوم این تحقیق رویکرد کمی دارد و ابزار تحلیل داده‌ها روش نحو فضایی است. در تحلیل، سه ویژگی سازمان‌دهی فضایی، کارایی عملکردی و خوانایی فضایی در پیکره‌بندی فضایی محیط بسته دانشگاه بررسی شده است. پارامترهای کمی مربوطه شامل عمق، هم‌پیوندی، اتصال و دسترسی، جداسازی فضایی و مقدار کنترل در نرم افزارهای آ-گراف^۱ و دپت‌مپ^۲ محاسبه شده است. هم‌چنین تطبیق داده‌های نرم‌افزاری با تحقیقات میدانی و چیدمان فضاهای معماری و اجزای نمونه مورد مطالعه صورت گرفته است.

پیشینه پژوهش

یکی از مهم‌ترین نظریه‌های معماری که به بررسی عوامل روابط فضایی و کارکردهای اجتماعی فضاها می‌پردازد و سلسله مراتب فضایی بصری و حرکتی را تحلیل می‌کند، نظریه نحو فضا است که توسط بیل هیلیر و جولین هانسون در «منطق اجتماعی فضا» (Hillier & Hanson, 1984) مطرح شد. به گزارش بافنا (Bafna, 2003, 17-29)، این نظریه رابطه بین جامعه انسانی و ویژگی‌های کالبدی معماری را نشان می‌دهد. هیلیر معتقد است که ویژگی‌های پیکره‌بندی فضایی نقش مؤثری در شکل‌دهی فعالیت‌های انسانی ایفا می‌کنند و می‌توانند الگوی اجتماعی را منعکس کنند. یک الگوی اجتماعی خاص نیز می‌تواند بر شکل‌گیری سازمان فضایی تأثیر بگذارد (Hillier, 2005, 96-102). در روش نحو فضا، متغیرهای مرتبط با ترسیم و تحلیل نمودارها بر اساس نقشه‌های معماری به دست می‌آیند. این متغیرها به خودی خود مقدار خاصی ندارند.

جدول ۱. نحوه انتخاب تکنیک‌های مناسب برای تحلیل سازمان فضایی نمونه مورد مطالعه.

هدف	فرضیه	تکنیک تحلیل	ابزار تحلیل	پارامتر کمی
بررسی کارایی عملکردی فضاها بر اساس روابط توپولوژیکی در پیکره‌بندی ساختمان.	کارایی عملکردی فضاها به میزان و ماهیت روابط آن‌ها بستگی دارد.	فضای محذب	نمودار طرح توجیه‌شده (JPG) آ-گراف	عمق هم‌پیوندی اتصال نسبت فضا به پیوند
بررسی سلسله مراتب دسترسی به فضاها	نحوه دسترسی به فضاها و مکان آن‌ها به طور مؤثر یک سلسله مراتب فضایی ایجاد می‌کند.	فضای محذب ایزویست	نمودار طرح توجیه‌شده (JPG) آ-گراف دپت‌مپ	هم‌پیوندی اتصال میانگین عمق منطقه ایزویست
بررسی خوانایی فضایی و نحوه مسیریابی افراد	مشاهدات و ادراک بصری افراد به طور مؤثر مسیریابی آن‌ها در ساختمان.	نمودار دید	دپت‌مپ	جزء R _v در نمودار خوانایی فضایی
بررسی چیدمان فضاها، نحوه استقرار و برقراری ارتباط فضایی، مکان‌یابی مناسب، فضاهای کاربردی، خصوصی و عمومی	حریم خصوصی و عمومی فضاها به نحوه چیدمان آن‌ها در پلان و میزان ارتباط آن‌ها با سایر فضاها بستگی دارد.	فضای محذب VGA	نمودار طرح توجیه‌شده (JPG) آ-گراف دپت‌مپ	هم‌پیوندی اتصال عدم تقارن نسبی مقدار کنترل منطقه ایزویست
تحلیل رفتارها و تجربیات فضایی بر اساس توانایی‌های بصری افراد در محیط.	درک بصری افراد از شرایط محیطی به موقعیت آن‌ها در فضا بستگی دارد.	ایزویست VGA	دپت‌مپ	هم‌پیوندی اتصال منطقه ایزویست



تصویر ۳. چارچوب نظری

بر اساس روش‌های ریاضی برای تفسیر ویژگی‌های اجتماعی در فضاها پردازش می‌شوند. هر یک از روش‌ها بر اساس هدف تحقیق انتخاب می‌شوند. تحلیل فضای محدب ویژگی‌های فضایی را در زمینه اجتماعی-فرهنگی ارائه می‌کند و روابط فضایی را در ساختمان‌ها و بناها تحلیل می‌کند (Ostwald & Dawes, 2018). کل پلان در مرحله اول برای تحلیل فضای محدب بر حداقل تعداد فضاهای محدب تقسیم می‌شود. در مرحله دوم، برای رسم نمودار طرح توجیه‌شده، هر فضای محدب به یک گره در نمودار تبدیل می‌شود و ارتباط بین آن‌ها لبه‌های نمودار را تشکیل می‌دهد. اتصال بین دو فضا معمولاً به‌عنوان یک ویژگی مجاورت و رابطه تعریف می‌شود که امکان دسترسی مستقیم را فراهم می‌کند. فضاهای مختلف با توجه به موقعیت آن‌ها نسبت به ریشه (نقطه مبدأ) که در سطح صفر است، به ترتیب در سطوح بعدی نمودار طرح توجیهی قرار می‌گیرند. پس از فرآیند انتزاع و ترسیم نمودار طرح توجیهی، تجزیه و تحلیل پیکربندی با اندازه‌گیری پارامترهای کمی انجام می‌شود. ریاضیات نمودار مبتنی بر مفاهیم اتصال و عمق است. از این تجزیه و تحلیل، مجموعه‌ای از ویژگی‌ها به دست می‌آید. عمق کل^۹ (TD)، عمق میانگین^{۱۱} (MD)، عدم تقارن نسبی^{۱۱} (RA)، هم‌پیوندی^{۱۲} (i)، مقدار کنترل^{۱۳} (CV) و ... مطابق جدول (۲) به دست آمد. نمودار طرح توجیه شده را می‌توان به صورت یک سیستم کامل به صورت ریاضی تجزیه و تحلیل کرد. روابط کمی را می‌توان در برخی از نرم‌افزارها مانند دپت‌مپ و آ-گراف محاسبه کرد.

یکی از مفاهیم کاربردی در پیکربندی فضایی که به نحوه ارتباط فضاها با یکدیگر بستگی دارد «دسترسی فضایی» است که ارتباط مستقیمی با انعطاف‌پذیری فضایی دارد. انعطاف‌پذیری فضا زمانی مطلوب است که دارای عمق کم، دسترسی راحت و ارتفاع متناسب با عملکرد باشد. تعداد نقاط دسترسی می‌تواند به طور مؤثر سازماندهی، سهولت سازگاری و کاربردهای متنوع در یک ساختمان را انجام دهد. در نظریه نحو فضا، «نسبت فضا-پیوند» دسترسی فضایی و روابط عملکردی را بررسی می‌کند. در این روش تمامی فضاها به چهار نوع a, b, c, d تقسیم می‌شوند (تصویر ۴). در نمودار طرح توجیه شده، فضای a فقط به یک فضای دیگر مربوط می‌شود. این نوع فضا باعث افزایش عمق و عدم دسترسی مناسب و کاهش یکپارچگی می‌شود. نوع b شامل فضاهای متصل به حداقل دو فضای دیگر است که اغلب مناطق عمومی و خصوصی را به هم متصل می‌کنند (Manum, 2009).

نوع c، فضاها در یک حلقه هستند و نوع d، فضاها حداقل به دو حلقه متصل می‌شوند. فضاهای نوع c و d باعث کاهش عمق، سهولت دسترسی و انعطاف‌پذیری فضا می‌شوند (Hillier, 1993, 8-27). با

دست پیدا کنیم که موجب ارتقاء تعاملات اجتماعی و تحصیلی آنان شود.

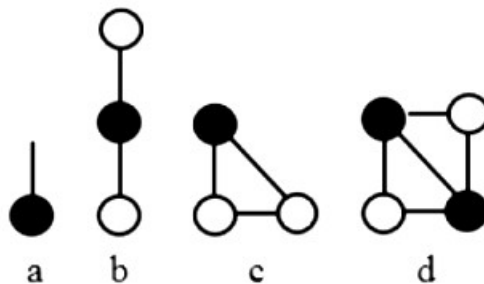
مبانی نظری پژوهش

چارچوب نظری پژوهش بر اساس ویژگی‌های ساختاری فضاها و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های عملکردی فضاها است. بدین ترتیب، چیدمان و مجاورت فضاها، تفکیک فضاهای خصوصی و عمومی، نحوه ارتباط بصری و دسترسی به فضاهای مختلف، خوانایی و کارایی عملکردی فضاها بر اساس پارامترهای کمی تنوری نحو فضا محاسبه و تحلیل می‌شود (جدول ۱). هانسون (Hillier & Hanson, 1984) معتقد است؛ سلسله مراتب فضایی یک معیار اساسی برای درک رابطه متقابل فضاها است که در طی گذار از فضای عمومی به خصوصی پدیدار می‌شود و شامل اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی است. منطقه‌بندی خصوصی و عمومی بر اساس عمق و یکپارچگی مورد بررسی قرار می‌گیرد. هم‌پیوندی نشان می‌دهد که چقدر احتمال دارد یک فضای خصوصی یا عمومی باشد. فضای یکپارچه‌تر، کم عمق‌تر است و به راحتی برای سایر فضاها در یک پیکربندی قابل دسترسی است (Hillier & Hanson, 1984). فضاهایی که بیشترین عمق و کم‌ترین درجه یکپارچگی را دارند، مناطق خصوصی محسوب می‌شوند و این ویژگی را می‌توان در لایه‌های مختلف پیکربندی فضایی تعمیم داد. اتصال درجه‌ای است که هر فضا با فضاهای دیگر ارتباط دارد (Young et al., 2015, 103-121). فضاهای خصوصی کم‌تر یکپارچه هستند و فضاهای عمومی عمق کم‌تری دارند و بیشتر به فضاهای مجاور متصل می‌شوند. تحلیل کمی نحو فضا به درک چگونگی عملکرد فضاها و ارزیابی رابطه متقابل بین تغییرات سبک زندگی و سیستم‌های رفتاری-فعالیتی افراد با سازمان فضایی کمک می‌کند، بنابراین یکی از مهم‌ترین رویکردهایی است که می‌توان به بررسی مفهوم کارایی عملکردی در محیط‌های مصنوعی پرداخت (Manum, 2009). کارایی بهینه یک فضا به حداقل رساندن تأثیر سایر فعالیت‌های غیرمرتبط و سازماندهی مناسب فعالیت‌ها با هماهنگی یکدیگر است که در نهایت منجر به ایجاد فضاهایی با قابلیت دسترسی، نفوذپذیری و یکپارچگی بالا، بهره‌وری بهتر از فضاها و بهبود ساختار روابط اجتماعی کاربران می‌شود (Hillier, 1993, 8-27). قرارگرفتن فضا در سازه ساختمان، میزان یکپارچگی و ارتباط آن با فضاهای مجاور، میزان دسترسی به فضا و عمق آن نسبت به ورودی می‌تواند در کارایی فضا مؤثر باشد. بنابراین، کارایی عملکردی یک پیکربندی فضایی به ویژگی‌های فضایی مانند عمق، یکپارچگی، اتصال و دسترسی بستگی دارد. خوانایی فضایی به طور مستقیم با دو پارامتر هم‌پیوندی و اتصال ارتباط دارد. فضایی که بیشتر به فضاهای مجاور متصل است، خوانایی فضایی بیشتری دارد و برای مسیریابی دسترسی بیشتری خواهد داشت. بنابراین، اندازه‌گیری این ویژگی می‌تواند پیچیدگی یا سهولت روابط فضایی و نحوه مسیریابی افراد را بررسی کند (تصویر ۳).

روش نحوی فضا

تکنیک‌های رایج تحلیل نحو فضا شامل فضاهای محدب^۳ و نمودار طرح توجیهی^۴ (JPG)، خط محوری^۵، ایزوبست^۶، تجزیه و تحلیل نمودار دید^۷ (VGA) و نقاط تقاطع^۸ است (Batty, 2004). در تمامی این تکنیک‌ها، نقشه‌ها به نمودارهای گراف‌بندی شده تبدیل می‌شوند و

دنگمه معلاطمه از یدرفراتفر و یرصد کاردا کینکت زیا (1979, 47-65) است که توصیفی فضایی از دیدگاه افرادی که آن را درک می کنند و در آن حرکت می کنند ارائه می دهد (Turner et al., 2001, 103-121). بر اساس شواهد تجربی، ترنر و پن استدلال می کنند که ایزوویست به وضوح ویژگی های فضای داخلی را از دیدگاه ناظر توصیف می کند و ویژگی های نقاط ایزوویستی با تجربه و رفتار افراد در فضا هماهنگ است (Turner & Penn, 2002, 473-490). ایزوویست میدانی شامل ساخت مجموعه ای از ایزوویست های معمولی در یک ساختمان یا فضا است که به عنوان نمودار دید در دپت مپ تحلیل می شود (Ostwald & Dawes, 2018). این تحلیل ها ویژگی های اساسی هندسه محیط را ارائه می کنند که به ارزیابی کیفیت و قابلیت بصری کمک می کند. نمودار دید از یک مجموعه دو بعدی از نقاط یا یک منطقه خاص با سطح انترزا پایین به دست می آید زیرا هر گره در این نمودار یک نقطه واقعی در فضا است و گره ها می توانند ویژگی های هندسی خاصی مانند موقعیت و ویژگی های ایزوویست داشته باشند (Dawes & Ostwald, 2013, 85-106). بنابراین، در حالی که تکنیک فضای محدب الگوهای اجتماعی را در ویژگی های پیکربندی یک طرح توصیف می کند، ایزوویست یک تجربه بصری در فضا را از یک موقعیت



تصویر ۴. طبقه بندی فضاها از نظر دسترسی (فضاهای a, b, c, d). مأخذ: (Manum, 2009)

توجه به هدف این پژوهش، از روش فضای محدب و ترسیم نمودار طرح توجیه شده برای بررسی ساختار توپولوژیکی و سلسله مراتب فضایی در پیکربندی طبقه همکف دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی استفاده شده است. البته در پلان ممکن است فضاهای محدب به راحتی برای ایجاد گره ها تعریف نشوند. تکنیک هایی که برخی از کاستی های روش فضای محدب را پوشش می دهد، ایزوویست و نمودار دید است. در تکنیک ایزوویستی، هر نقطه در فضا رابطه هندسی خاصی با محیط اطراف خود، شامل یک ناحیه قابل مشاهده و قابل دسترس از آن نقطه دارد و با چندضلعی به نام «ایزوویست» مشخص می شود (Benedikt, 2009).

جدول ۲. پارامترهای کمی روش نحو فضا. مأخذ: (Dawes & Ostwald, 2013; Manum, 2009)

مولفه ها	توضیح	فرمول
عمق کل (TD)	مجموع تعداد اتصالات بین یک گره خاص (مبدأ یا ریشه) و هر گره دیگری در مجموعه.	$TD = (0 \times n_x) + (1 \times n_x) + \dots + (X \times n_x)$ X، تعداد سطوح در نمودار - n _x ، تعداد گره ها در هر سطح گراف.
عمق متوسط (MD)	میانگین درجه عمق یک گره در یک JG.	$MD = \frac{TD}{(K - 1)}$ TD، عمق کل - K، تعداد فضاها
عدم تقارن نسبی (RA)	اندازه گیری عمق یک سیستم (برای یک مبدأ معین) نسبت به یک مدل متقارن یا متعادل از همان سیستم	$RA = \frac{2(MD - 1)}{K - 2}$ MD، عمق متوسط - K، تعداد فضاها.
عدم تقارن نسبی واقعی (RAA)	درجه انزوا یا عمق یک گره را نه تنها در مقایسه با سیستم یا مجموعه آن، بلکه در مقایسه با پیکربندی معیار مقیاس بندی مناسب و ایده آلی، D، توصیف می کند. ساختمان ایده آل شده (D) همیشه نسبت به یک مقدار K خاص است. (نمودار «جستجو» در هیلبر و هانسون [۱۹۸۴] مقداری را برای DK ارائه می دهد)	$RRA = \frac{RA}{D_K}$ $D_K = \frac{2(k \log_2 \left(\frac{k+2}{3}\right) - 1) + 1}{(k - 1)(k + 1)}$ RA، عدم تقارن نسبی - D _K ، عدم تقارن نسبی فضا در یک نمودار الماسی با تعداد فضاها برابر K.
هم پیوندی (i)	معیار درجه هم پیوندی یا مرکزیت نسبی فضاها در یک سیستم، I متقابل RA است.	$i = \frac{1}{RRA} i = \frac{1}{RA}$ RA، عدم تقارن نسبی - RRA، عدم تقارن نسبی واقعی
مقدار کنترل (CV)	دسترسی به فضاها را با در نظر گرفتن تعداد اتصالات در هر یک بررسی می کند. به عنوان میزان نفوذ اعمال شده توسط یک فضای در یک شبکه توصیف می شود. میزان کنترل کم تر از یک نشانگر کنترل ضعیف فضا است.	$Ctrl_i : \sum_{i=1}^n = \frac{1}{D_i}$ D _i ، درجه همسایگی یک گره - n، تعداد تمام گره های همسایه
نسبت فضا به پیوند (R)	این بستگی به ارتباط فضاها با یکدیگر دارد. دسترسی به فضا ارتباط مستقیمی با میزان انعطاف پذیری فضایی دارد.	$R = \frac{L + 1}{K}$ L، تعداد کل پیوندهای بین فضاها. K، تعداد کل فضاها موجود

خاص نشان می‌دهد.

تمایز بین مشاهده‌ی میدانی و تحلیل نحو فضا

در مطالعات مربوط به سازماندهی فضایی، دو روش اصلی برای تحلیل فضا وجود دارد: مشاهده‌ی میدانی و تحلیل نحو فضا. مشاهده‌ی میدانی اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی الگوهای رفتاری کاربران و نحوه‌ی استفاده‌ی واقعی از فضا ارائه می‌دهد، اما این روش محدودیت‌هایی نیز دارد. در مقابل، نحو فضا با بهره‌گیری از شاخص‌های کمی، امکان تحلیل توپولوژیکی فضا را فراهم کرده و الگوهای پنهان تأثیرگذار بر تعاملات اجتماعی و حرکت را آشکار می‌کند. در ادامه، به بررسی تفاوت‌های این دو روش و مزیت‌های نحو فضا نسبت به مشاهده‌ی میدانی پرداخته می‌شود. مشاهده‌ی میدانی ابزاری اساسی برای درک نحوه‌ی استفاده‌ی واقعی کاربران از فضا است، اما به تنهایی قادر به تحلیل ساختارهای پنهان فضایی و روابط توپولوژیکی میان فضاها نیست. از سوی دیگر، تحلیل نحو فضا روشی کمی و نظام‌مند برای بررسی چگونگی سازماندهی فضایی و تأثیر آن بر حرکت، تعاملات اجتماعی و خوانایی فضا ارائه می‌دهد (Hillier & Hanson, 1984). در حالی که مشاهده‌ی مستقیم می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی میزان استفاده از فضاها، رفتار کاربران و جریان‌های حرکتی فراهم کند، این روش در تحلیل الگوهای پنهانی که بر تعاملات و ادراک فضایی تأثیر می‌گذارند، محدودیت دارد. نحو فضا می‌تواند این محدودیت‌ها را جبران کرده و با ارائه‌ی شاخص‌هایی مانند عمق فضایی، میزان هم‌پیوندی، خوانایی و یکپارچگی فضایی نشان دهد که چگونه سازماندهی فضایی، مستقل از نحوه‌ی استفاده‌ی فعلی، می‌تواند بر دسترسی و تعاملات کاربران تأثیر بگذارد (Turner et al., 2001, 103-121). برتری نحو فضا نسبت به مشاهده‌ی میدانی در آن است که:

۱. ساختارهای نامرئی فضا را آشکار می‌کند: برخی روابط فضایی و سلسله‌مراتب دسترسی در مشاهده‌ی میدانی مشهود نیستند، اما تحلیل نحو فضا این روابط را کمی‌سازی کرده و الگوهای پنهان را نشان می‌دهد (Bafna, 2003, 17-29)؛
۲. پتانسیل‌های فضا را مستقل از استفاده‌ی فعلی ارزیابی می‌کند؛

مشاهده‌ی میدانی وابسته به رفتار کاربران در یک بازه‌ی زمانی خاص است، در حالی که نحو فضا امکان بررسی قابلیت‌های بالقوه‌ی فضا را فراهم می‌کند (Ostwald & Dawes, 2018)؛

۳. امکان مقایسه و پیش‌بینی را فراهم می‌کند: تحلیل نحو فضا به معماران و طراحان اجازه می‌دهد تا تأثیر تغییرات فضایی را پیش از اجرا ارزیابی کرده و طراحی‌های بهینه‌تری برای افزایش تعاملات و دسترسی‌پذیری پیشنهاد دهند (Hillier, 2005, 96-102)؛

۴. شاخص‌های کمی و قابل اندازه‌گیری ارائه می‌دهد: برخلاف مشاهده‌ی کیفی، نحو فضا امکان تحلیل ریاضی و مقایسه‌ی داده‌ها را در سطوح مختلف فراهم می‌کند (Batty, 2004).

بنابراین، ترکیب این دو روش می‌تواند به درک جامع‌تری از پیکربندی فضایی منجر شود؛ مشاهده‌ی میدانی واقعیت‌های تجربی را ارائه می‌دهد، در حالی که نحو فضا چارچوبی تحلیلی برای ارزیابی تأثیرات فضایی و بهینه‌سازی طراحی معماری فراهم می‌کند. برای درک بیشتر تفاوت‌های این دو روش، جدول (۳) ویژگی‌های مشاهده‌ی میدانی و تحلیل نحو فضا را در ابعاد مختلف مقایسه می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تحلیل نحو فضا امکان بررسی دقیق‌تری از روابط فضایی و پیش‌بینی تأثیرات تغییرات معماری را فراهم می‌کند، در حالی که مشاهده‌ی میدانی بر رفتارهای فعلی کاربران تمرکز دارد.

یافته‌های پژوهش

سازماندهی فضایی، کارایی عملکردی و خوانایی فضایی در نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از نگاشت محدب و نمودار طرح توجیهی (جدول ۴)، ایزویست و نمودار دید (جدول ۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نقشه‌ها و محاسبات کمی در دیت‌مپ و آ-گراف انجام شد. نتایج محاسبه پارامترهای مورد نظر در قالب مقادیر عددی حداکثر، حداقل و متوسط در جدول (۵) آورده شده و بر اساس مدارک و نقشه‌های مربوطه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌است.

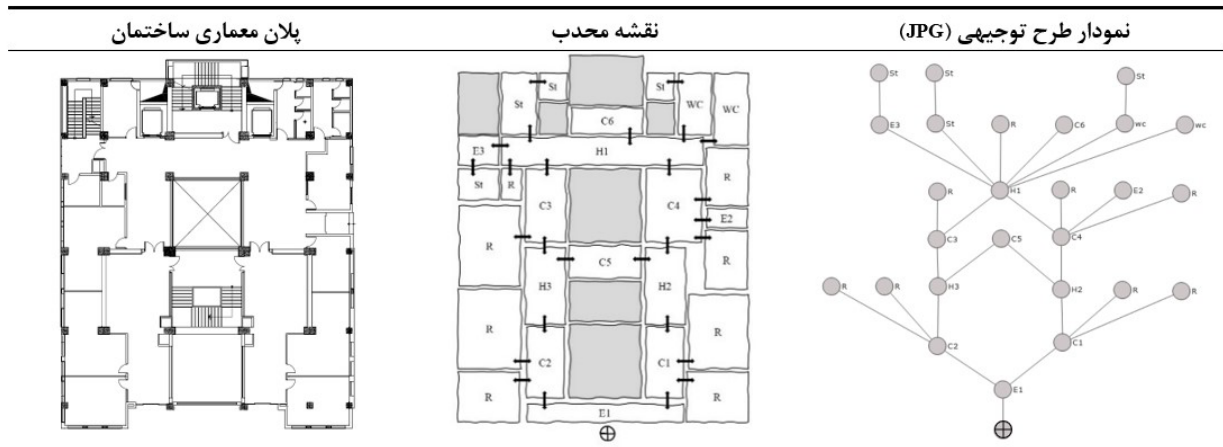
سازمان فضایی

محاسبات نرم‌افزاری نشان می‌دهد که هم‌پیوندی سالن مرکزی شماره

جدول ۳. مقایسه بین مشاهده‌ی میدانی و تحلیل نحو فضا

معیار	تحلیل نحو فضا	مشاهده‌ی میدانی
روش کلی	کمی (تحلیلی)	کیفی (توصیفی)
هدف	تحلیل ساختار فضایی و روابط توپولوژیکی میان فضاها	بررسی رفتارهای کاربران و نحوه‌ی استفاده از فضا
نوع داده‌ها	شاخص‌های عددی مانند عمق، پیوندی هم، خوانایی و یکپارچگی فضایی	مشاهدات مستقیم، ثبت تعاملات اجتماعی، مسیرهای حرکتی
محدودیت‌ها	نیاز به مدل‌سازی و نرم‌افزارهای تحلیلی، عدم بررسی مستقیم رفتار کاربران	وابسته به رفتار کاربران در یک زمان و مکان خاص، عدم امکان تحلیل پتانسیل‌های فضا
توانایی در پیش‌بینی تغییرات	بالا، امکان شبیه‌سازی تغییرات فضایی و تأثیر آن‌ها بر تعاملات	محدود، نیازمند دوره‌های طولانی مشاهده
ارزیابی روابط فضایی	روابط پنهان فضایی که ممکن است در مشاهده‌ی میدانی آشکار نشوند	روابط مستقیم و قابل مشاهده بین کاربران و فضا
کابرد در طراحی	ارائه پیشنهادهای طراحی بر اساس الگوهای فضایی و پیش‌بینی تأثیر تغییرات	بهبود طراحی بر اساس رفتارهای فعلی کاربران
قابلیت تعمیم	امکان تعمیم نتایج به فضاها مشابه با ساختار فضایی یکسان	محدود به شرایط خاص زمانی و مکانی
ابزارهای مورد استفاده	نرم‌افزارهای تحلیل نحو فضا (Depthmap, A-Graph)، نقشه‌های محدب، نمودارهای ایزویست	مشاهدات مستقیم، مصاحبه، پرسش‌نامه، نقشه‌های رفتاری

جدول ۴. معرفی نمونه مطالعه، نقشه محذب و نمودار طرح توجیهی



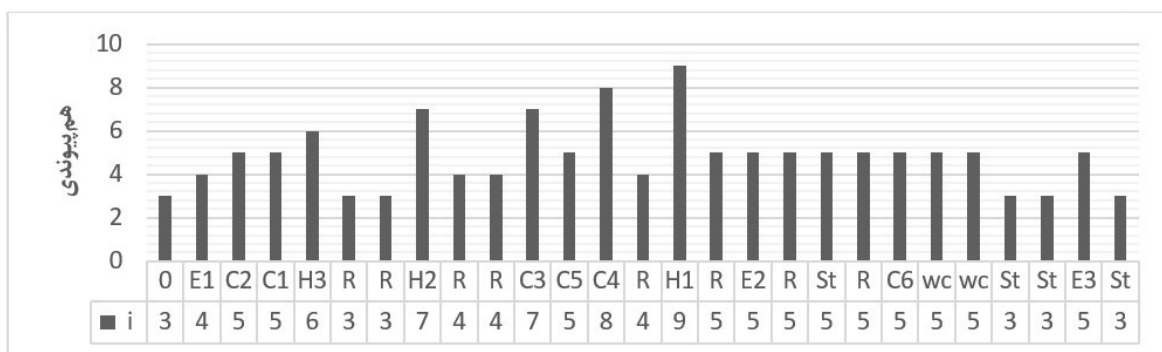
اختصارات در نقشه‌ها و نمودارها: ورودی (E)، فضای ارتباطی / راهرو (C)، دفتر (R)، سالن مرکزی (H)، فضای سرویس / انباری (St)، توالت (Wc). بخش‌های خاکستری در پلان‌ها شامل پاسیو، پله‌های عمومی و آسانسور است.

دسترسی به فضاها نیز در کارایی عملکردی مؤثر است. فضاها بسته به میزان ارتباط با فضاها مجاور خود به قابلیت‌های عملکردی متفاوتی پاسخ داده‌اند. یک حلقه بین دفاتر اجازه می‌دهد تا در صورت لزوم برای افراد بیشتری از این فضاها به طور هم‌زمان استفاده شود. کم‌ترین مقدار RA در جدول (۶) برابر با ۰/۱۰ در سالن مرکزی شماره یک است که نشان‌دهنده تمایل به هم‌پیوندی بیشتر و عملکرد بهتر فضاها مربوط به یکدیگر است. این مقدار در فضاها دیگر افزایش می‌یابد. شاخص هم‌پیوندی و تفکیک، نشانه کارایی فضایی و نوع کاربری عملکردی افراد از فضاها است. مقادیر RRA از ۰/۵۴ تا ۱/۴۵ است و نرخ بالاتر نشان‌دهنده تفکیک عملکردی فضاها در ساختمان است. بیشترین مقدار انتخاب به‌دست آمده در جدول (۶) و نمودار (۳) برابر است با ۱/۲۳ در سالن مرکزی شماره یک، که بیشترین میزان اجتماع‌پذیری در این محدوده را نشان می‌دهد.

یک (۹) و مقدار کنترل (۵) از تمام فضاها بالاتر است. نمودار (۱) مقایسه بین هم‌پیوندی در نمونه مورد مطالعه را به دلیل شباهت فعالیت‌های اجتماعی و عملکردی در پیکربندی نشان می‌دهد. جدول (۷) و نمودار (۲) نشان می‌دهد که تعداد بسیار زیاد فضاها در اعماق میانی قرار دارند. در نمونه مورد مطالعه، سالن‌های مرکزی و بعدی راهروهای مرکزی وظیفه توزیع فضایی و پهنه بندی عملکردی را بر عهده دارند.

کارایی عملکردی

محاسبات نشان می‌دهد که در نمونه مورد مطالعه، بیشترین میزان هم‌پیوندی (۹) و کم‌ترین میانگین عمق (۲) مربوط به سالن مرکزی شماره یک، شماره دو و سه و هم‌چنین فضای ارتباطی / راهروی شماره سه و چهار است. سالن مرکزی شماره یک به‌عنوان یک گره ارتباطی، عمق فضاها را مجاور خود را کاهش داده و امکان تنوع عملکردی در فضاها و سهولت گردش فضایی را فراهم کرده است.



نمودار ۱. مقایسه هم‌پیوندی در فضاها مورد مطالعه.

جدول ۵. مقایسه حداکثر، میانگین و حداقل پارامترهای اصلی در نمونه مورد مطالعه.

پارامترهای اصلی	TD	MD	RA	i	CV
Min	60,00	2.	0.	3.	0.
Mean	89	3.	0.	5.	1,00
Max	11	4.	0.	9.	5.

جدول ۶. پارامترهای نحوی فضا در نمونه مورد مطالعه (گراف طرح توجیه شده با فضای ورودی به عنوان مبدأ).

فضا	نام	TD	MD	RA	Choice	i	CV	RRA
۰	0	117	4.	0.28	0	3.	0.	1.459
۱	E1	92	3.	0.20	0.24	4.	1.	1.058
۲	C2	85	3.	0.18	0.41	5.	2.	0.945
۳	C3	81	3.	0.16	0.45	5.	2.	0.881
۴	H3	74	2.	0.14	0.45	6.	1.	0.768
۵	R	110	4.	0.25	0	3.	0.	1.346
۶	R	110	4.	0.25	0	3.	0.	1.346
۷	H2	70	2.	0.13	0.58	7.	0.	0.705
۸	R	106	4.	0.24	0	4.	0.	1.282
۹	R	106	4.	0.24	0	4.	0.	1.282
۱۰	C3	69	2.	0.13	0.49	7.	1.	0.689
۱۱	C5	83	3.	0.17	0.11	5.	0.	0.813
۱۲	C4	65	2.	0.12	0.81	8.	3.	0.625
۱۳	R	94	3.	0.20	0	4.	0.	1.090
۱۴	H1	60	2.	0.10	1.23	9.	5.	0.545
۱۵	R	90	3.	0.19	0	5.	0.	1.026
۱۶	E2	90	3.	0.19	0	5.	0.	1.026
۱۷	R	90	3.	0.19	0	5.	0.	1.026
۱۸	St	83	3.	0.17	0.15	5.	1.	0.913
۱۹	R	85	3.	0.18	0	5.	0.	0.945
۲۰	C6	85	3.	0.18	0	5.	0.	0.945
۲۱	wc	83	3.	0.17	0.15	5.	1.	0.913
۲۲	wc	85	3.	0.18	0	5.	0.	0.945
۲۳	St	108	4.	0.25	0	3.	0.	0.467
۲۴	St	108	4.	0.25	0	3.	0.	0.467
۲۵	E3	83	3.	0.17	0.15	5.	1.	0.913
۲۶	St	108	4.	0.25	0	3.	0.	0.467

جدول ۷. مقایسه عمق فضاها در نمونه مورد مطالعه.

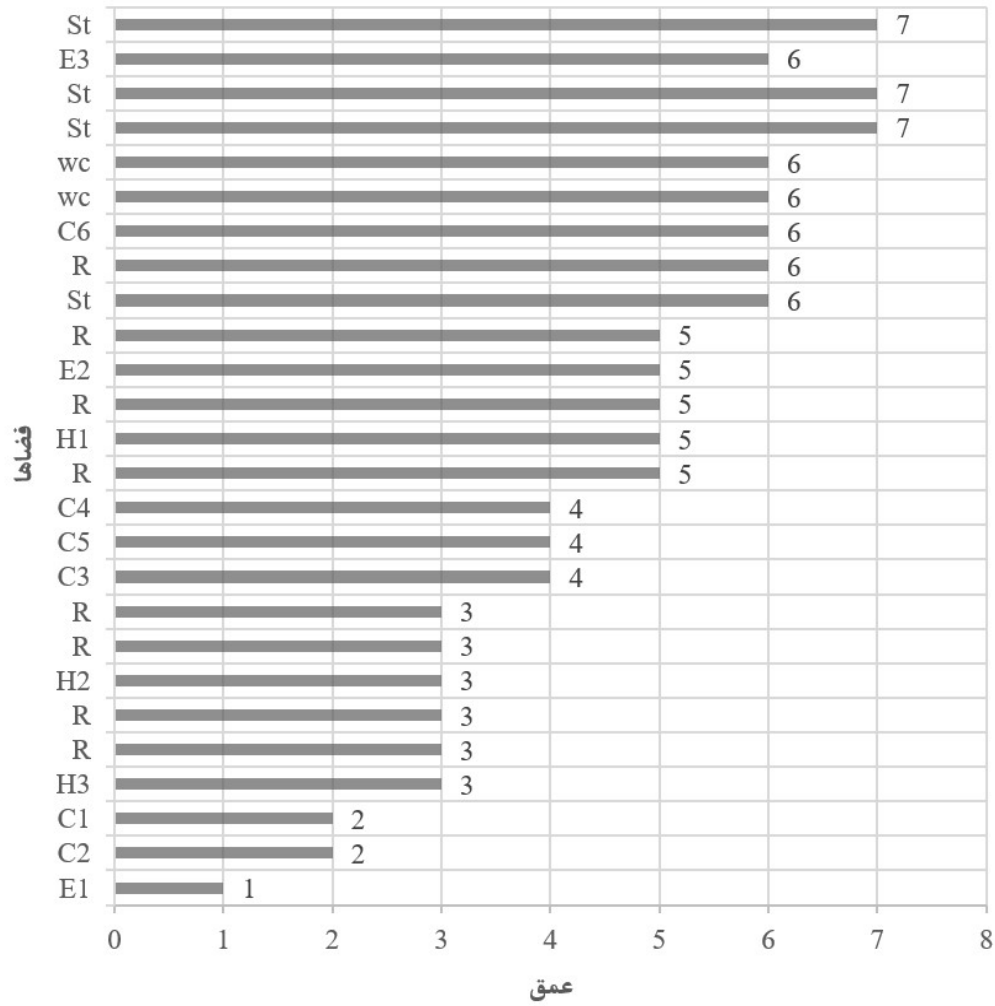
عمق	1	2	3	4	5	6	7
	تعداد فضاها						
	1	2	6	3	5	6	3

d 0 0

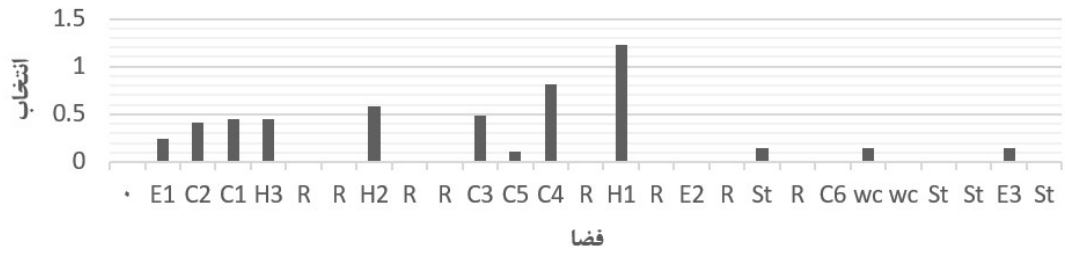
جدول (۸) و نمودار (۴) نشان می‌دهد که در فضاها دانشکده، تنوع فعالیت در فضاها و دسترسی بیشتر، کارایی عملکردی را بهبود بخشیده است. روابط فضایی به تدریج در دهه‌های اخیر کاهش یافته و به دلیل کاهش تنوع عملکردی و تفکیک عملکردی فضاها اغلب دارای فضاهایی از نوع a و b هستند. با این حال، در نمونه مورد مطالعه، ما یک حلقه بین راهروها و سالن‌های ارتباطی را می‌بینیم که طول مسیر دسترسی به بخش

جدول ۸. انواع فضاها بر اساس دسترس پذیری فضاها در نمونه مورد مطالعه

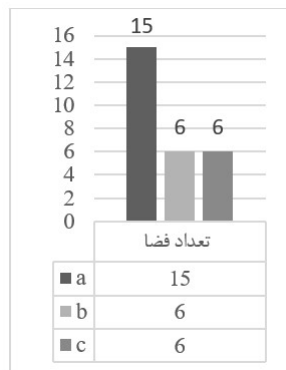
نوع فضا	تعداد	درصد
a	15	56%
b	6	22%
c	6	22%



نمودار ۲. مقایسه عمق فضاها در نمونه مورد مطالعه.



نمودار ۳. مقایسه میزان انتخاب فضاها در نمونه مورد مطالعه.



نمودار ۴. انواع فضاها بر اساس دسترس پذیری فضاها در نمونه مورد مطالعه.

یک مشاهده کرد. این فضا با ایجاد سهولت حرکت و گردش فضایی، پیکربندی و کارایی عملکردی روابط فضایی را افزایش داده و به عنوان درز میانی، فضاهای مختلف اطراف خود را سامان می‌دهد. نمودار خوانایی سلسله مراتب فضایی را با توجه به دیدگاه سایر نقاط تعریف می‌کند. طیف رنگ‌های گرم و سرد نشان می‌دهد که راهروها و سالن‌های مرکزی دید بیشتری نسبت به سایر فضاها دارند. پس از ورود به فضای داخلی، فضاهای راهروها و سالن‌های مرکزی بعد رنگی گرم دارند. فضاهای مربوط به محوطه خصوصی رنگ سردی دارند. این فضاها کم‌تر دیده می‌شوند و تماس کم‌تری با فضاهای دیگر دارند. فضاهایی که رنگ‌ها به رنگ آبی تیره‌تر تمایل دارند، این ویژگی تشدید می‌شود. شاخص $R2$ در نمودار خوانایی در این نمونه ($0.81 < R2$) و به معنای ارتباط بصری و سهولت مسیریابی در فضاها است. اعداد کم‌تر حاکی از جدایی بیشتر بخش خصوصی از سایر فضاها است.

تأثیر فعالیت‌های طبقات بالایی بر طبقه همکف

بررسی یافته‌ها نشان می‌دهد که طبقه همکف به عنوان گره‌ی ارتباطی اصلی میان دانشجویان، استادان و کارکنان دانشکده، بیشترین میزان جریان حرکتی را دارد. این موضوع ناشی از تردد مداوم دانشجویان بین کلاس‌های خود و فضاهای عمومی همچون ورودی‌ها، راهروهای ارتباطی و سالن‌های مرکزی است. تحلیل نحو فضا نشان می‌دهد که راهروهای ارتباطی و سالن‌های مرکزی در طبقه همکف، بالاترین میزان هم‌پیوندی را دارند. این فضاها به دلیل توزیع حرکت کاربران از طبقات بالاتر به پایین، به نقاطی با بیشترین سطح تعاملات اجتماعی تبدیل شده‌اند. هم‌چنین، توزیع فضایی دفاتر استادان و کتابخانه، باعث ایجاد جریان‌های حرکتی عمودی خاصی شده است که تأثیر مستقیم بر ازدحام مسیرهای ارتباطی همکف دارد. تحلیل ایزوویست‌ها نشان می‌دهد که در ساعات اوج تغییر کلاس‌ها، خوانایی فضایی در برخی نقاط همکف کاهش یافته و منجر به افزایش ازدحام در مسیرهای اصلی می‌شود. این یافته‌ها تأیید می‌کند که طبقه همکف نه تنها تحت تأثیر جریان‌های حرکتی بین طبقات است، بلکه به عنوان یک فضای توزیعی نقش مهمی در کنترل تراکم فضایی و پویایی محیط آموزشی ایفا می‌کند. این تحلیل‌ها نشان می‌دهد که طراحی بهینه‌ی فضاهای ارتباطی، مانند عرض راهروها و دسترسی به ورودی‌ها، می‌تواند تأثیر مستقیمی بر عملکرد همکف و تعاملات اجتماعی در این فضا داشته باشد. بنابراین، در طراحی فضاهای آموزشی مشابه، لازم است ارتباط میان فضاهای آموزشی، کتابخانه و دفاتر استادان با طبقه همکف به گونه‌ای باشد که ضمن کاهش ازدحام، دسترسی به فضاهای کلیدی

اداری و خدماتی را کاهش می‌دهد. بنابراین ایجاد فضاهایی با تعداد زیاد از کوتاه‌ترین مسیرهای ارتباطی با سایر فضاها باعث افزایش کارایی عملکردی فضاها می‌شود.

خوانایی فضایی

خوانایی فضایی و مجاورت برای ارزیابی قابلیت‌های بصری در نظر گرفته شده است. در این مورد از تکنیک ایزوویست و نمودار دید استفاده شده است. در جدول (۹)، نمودار خوانایی بر اساس ارتباط فضاها با یکدیگر است، VGA با توجه به پارامتر هم‌پیوندی و نمودار خوانایی فضاها با شاخص $R2$ که مربوط به پارامترهای هم‌پیوندی و اتصال است، ارائه شده است. $R2$ مقداری بین صفر تا یک دارد. اگر مقدار عددی آن به یک نزدیکتر باشد، ارتباط بهتر بین فضاها و خوانایی بیشتر را نشان می‌دهد و اگر به صفر نزدیکتر باشد، مسیریابی مناسب کم‌تر و ارتباطات فضایی کم‌تری دارد. در این نمودارها رنگ‌های گرم (قرمز، نارنجی و ...) به معنای اتصال بیشتر و عمق کم‌تر است و نمایان‌ترین نقاط را نشان می‌دهد. رنگ‌های سرد (آبی و ...) نشان‌دهنده نقاطی هستند که ارتباط کم‌تر و عمق بیشتری دارند و به عبارتی کم‌تر دیده می‌شوند.

تکنیک ایزوویست دید را از نقاط مورد نظر به قسمت‌های دیگر بررسی می‌کند. شکل و ابعاد ایزوویست به هندسه فضا و مکان ناظر بستگی دارد. ورودی‌ها و مرکز سالن‌های مرکزی به عنوان نقاط رصد در دیت‌مپ انتخاب شده و دید 360° درجه به سایر فضاها را بررسی کرده است. ایزوویست از محل ورودی نشان می‌دهد که دید از ورودی به سالن‌های مرکزی محدود نمی‌باشد و مساحت ایزوویست سالن‌های مرکزی نیز قابل توجه می‌باشد که نشان‌دهنده دید بیشتر از این نقاط می‌باشد.

نزدیکی مقادیر RA به صفر (حداکثر و حداقل $0.28/0$ و $0.10/0$) در نمونه مورد مطالعه نشان‌دهنده ارتباط فضایی در این نمونه است. عملکرد مناسب و بهینه فضاها منجر به سازماندهی فعالیت‌های فردی و کارایی ساختار فضایی می‌شود. قرار دادن دو راهرو عریض در دو طرف، نقش یک فضای اتصال را ایفا می‌کند. ویژگی اصلی وجود یک راهرو ارتباطی نسبتاً وسیع است که بر اساس محاسبات کمی دارای حداقل عمق میانگین (۲) و حداکثر درجه هم‌پیوندی (۹) است. این راهرو یکپارچه‌ترین فضای داخلی با بیشترین ارتباط با فضاهای دیگر است. ایجاد مسیرها و حلقه‌های مدور بین فضاها باعث توزیع فضایی بهتر و تسهیل سیستم حرکتی در فضاها می‌شود که باعث کاهش عمق متوسط و افزایش درجه هم‌پیوندی می‌شود. با توجه به نمودار (۱)، حداکثر درجه هم‌پیوندی بین فضاها را می‌توان در سالن مرکزی شماره

جدول ۹. تجزیه و تحلیل نمونه مورد مطالعه با استفاده از تکنیک‌های ایزوویست و نمودار دید.



بهبود یابد.

۱۳۸۹، ۴۹-۵۶).

بحث

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر برای شناخت ساختار توپولوژیک پلان فضای بسته‌ی دانشگاهی، ویژگی‌های سازمان‌دهی فضایی، کارایی عملکردی و خوانایی فضایی به‌وسیله نحو فضایی مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته‌است. بر اساس نتایج تحلیل کمی راه‌حل مناسبی برای عملکرد بهینه فضاها، سلسله مراتب دسترسی و حریم خصوصی، سازماندهی نقش‌های اجتماعی و تأمین نیازهای انسانی ارائه شده‌است. یافته‌ها حاکی از آن است که در فضاهای آموزشی به ترتیب سالن‌های مرکزی، ورودی‌ها و نیز راهروهای ارتباطی بیشترین هم‌پیوندی و عمق کم‌تری نسبت به سایر فضاها دارند. می‌توان گفت این فضاها با گردش فضایی و سهولت دسترسی، کارایی عملکردی فضاها را مختلف را بهبود می‌بخشد. سالن‌های مرکزی در توزیع فضایی و افزایش روابط فضایی نیز مؤثر بوده‌است. ورودی و راهروها با ایجاد سلسله‌مراتب ورود و افزایش عمق دسترسی، فضاهای عمومی را از فضاهای خصوصی جدا کرده‌است. با حذف سالن‌های مرکزی و راهروهای عریض از فضاهای کاربردی آموزشی به نظر می‌رسد که عمق فضا به میزان قابل توجهی افزایش یابد. برای حل این مشکل یک فضای ارتباطی مرکزی (سالن مرکزی) باعث کاهش عمق در کل ساختمان و در نتیجه گردش بیشتر و یکپارچگی مناسب در فضاها می‌شود. هم‌چنین اختصاص کارکردها به فضاها باعث کاهش گردش فضایی شده‌است. فضاهای خصوصی درجه هم‌پیوندی پایین‌تری دارند، تفکیک بیشتری دارند و در سلسله مراتب دسترسی عمق بیشتری دارند. در نهایت برای شناسایی فضاهای اجتماع‌پذیر در دانشکده معماری و شهرسازی طبق بررسی‌های انجام‌شده فضاهای ارتباطی مرکزی دارای بیشترین انتخاب‌پذیری می‌باشند و خوانایی بیشتری نسبت به دیگر فضاها دارند، لذا این مکان‌ها فضای مناسبی برای تجمع دانشجویان است و می‌تواند مکانی اجتماع‌پذیر در فضای داخلی دانشکده به حساب بیایند. اگرچه برخی از ویژگی‌های عملکردی و اجتماعی در روند تغییرات ساختار توپولوژیک فضاهای بسته دانشگاهی فراموش شده‌است. امید است نتایج این مطالعه راهگشای مطالعات آتی در تحقیقات مرتبط باشد.

در مورد بررسی سؤال پژوهش، که مربوط به شناسایی فضاهای اجتماع‌پذیر در نمونه مورد مطالعه بود از روش نحو فضا استفاده شد. برخی از محققان معماری، از جمله فرانتس و وینر (Franz et al., 2008, 574-592)، استدلال کرده‌اند که سازمان فضایی و پیکربندی محیطی بر رفتارها و تجربیات فضایی انسان تأثیر می‌گذارد. از این رو در تحقیقات معماری برای شناسایی یک فضا، ویژگی‌های فیزیکی فضا در رابطه با رفتارها و فعالیت‌های افراد مورد بررسی قرار می‌گیرد. به گفته دیوی و استوالد (Ostwald, 2011, 445-470)، نظریه نحو فضا مجموعه‌ای از تکنیک‌ها برای تجزیه و تحلیل پیکربندی‌های فضایی و انطباق آن‌ها با فعالیت‌های انسانی است. این نظریه یک مدل انتزاعی برای مطالعه ویژگی‌های فضایی تولید می‌کند که با تبدیل ویژگی‌ها به نمودارهای توپولوژیک، می‌تواند ویژگی‌های اجتماعی طرح معماری را بدون در نظر گرفتن جنبه‌های رسمی کمیت کند. بنابراین در این تحقیق برای تحلیل ساختار توپولوژیک طبقه همکف دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی از تحلیل نحو فضا استفاده شده‌است. در تحلیل، سه ویژگی سازمان‌دهی فضایی، کارایی عملکردی و خوانایی فضایی در پیکربندی فضایی طبقه همکف دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی و تغییرات کالبدی و عملکردی آن‌ها بررسی شده‌است. پارامترهای کمی مربوطه شامل عمق، ادغام، اتصال و دسترسی، جداسازی فضایی، انتخاب‌پذیری و مقدار کنترل در نرم افزارهای آ-گراف و دپتمپ محاسبه شده‌است و نتایج نشان می‌دهد که سالن‌ها و راهروهای مرکزی نقاط اجتماع‌پذیرتر هستند. بنابر مطالعات انجام شده یکی از مهم‌ترین نظریه‌های معماری که تعامل روابط فضایی و کارکردهای اجتماعی فضاها را بررسی می‌کند و سلسله مراتب فضایی بصری و حرکتی را تحلیل می‌کند. در روش نحو فضا، متغیرهای مرتبط با ترسیم و تحلیل نمودارها بر اساس نقشه‌های معماری به دست می‌آیند. این متغیرها به خودی خود مقدار خاصی ندارند. بلکه از طریق رابطه بین این متغیرها و کیفیت‌های اجتماعی موجود در بافت، این تحلیل ارزشمند و ابزاری برای درک ساختار فضایی می‌شود (ریسمانچیان و بل،

doi.org/10.22059/jfaup.2019.244088.671846

ریسمانچیان، امید و بل، سایمون (۱۳۸۹). شناخت کاربردی روش چیدمان فضا درک پیکره بندی فضایی شهرها. نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی ۲(۴۳)، ۴۹-۵۶. https://jfaup.ut.ac.ir/article_23063.html?lang=en

زهرائی، سید بهشاد؛ پژوهان‌فر، مهدیه (۱۳۹۷). تأثیر کیفیت بصری فضاهای دانشگاهی بر تعاملات اجتماعی دانشجویان (نمونه موردی: گرگان). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۰(۴)، ۱۶۹-۱۸۲. <https://doi.org/10.22034/jest.2018.13781>

Archea, J (1977). The Place of Architectural Factors In Behavioral Theories of Privacy, *The Journal of Social Issues*, (33)3, 116-137. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1977.tb01886.x>

Bafna, S (2003). Space Syntax: A Brief Introduction to its Logic and Analytical Techniques. *Environment and Behavior*

پی‌نوشت‌ها

1. Agraph.
2. Depthmap.
3. Convex spaces.
4. Justified Plan Graph.
5. Axial Line.
6. Isovist.
7. Visibility Graph Analysis.
8. Intersection points.
9. The total depth.
10. Mean depth.
11. Relative Asymmetry.
12. Integration.
13. Control value.

فهرست منابع

حیدری، احمد و فرهادی، مریم (۱۳۹۷). واکاوی ارتباط بین مدل‌سازی رایانه ای نرم افزار نحو فضا و نقشه‌های شناختی در شناخت محیط‌های اجتماع‌پذیر (نمونه موردی: دانشکده هنر و معماری بوعلی و دانشکده معماری و شهرسازی بهشتی). نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۲۳(۲)، ۱۷-۳۰. <https://doi.org/10.22034/jest.2018.13781>

(35)1, 17-29. <https://doi.org/10.1177/0013916502238863>

Batty, M. (2004). *A New Theory of Space Syntax*. *CASA Working Papers Series*; London, UK: Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL). <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/211>

Benedikt, M. (1979). To take hold of space: Isovist and Isovist fields. *Environment and Planning B Planning and Design*, (6)1, 47-65. <https://doi.org/10.1068/b060047>

Dawes, M., & Ostwald, M. (2013). Using Isovists to Analyse Architecture. *The International Journal of the Constructed Environment*, (3)1, 85-106. <http://doi.org/10.18848/2154-8587/CGP/v03i01/37373>

Franz, G., & Wiener, J. M. (2008). From space syntax to space semantics: a behaviorally and perceptually oriented methodology for the efficient description of the geometry and topology of environments. *Environment and planning b: planning and design*, 35(4), 574-592. <https://doi.org/10.1068/b33050>

Hillier, B. (1993). Architecture as Theory: Specifically. *Architectural Knowledge*, in *Harv. Archit. Rev.*, (9), 8-27. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1027/1/hillier_1993-specifically_architectural.pdf

Hillier, B. (2005). The art of place and the science of space. *World Architecture*, 185, 96-102. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1678>

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

Manum, B. (2009). A graph complementary software for axial-line analysis. In *Proceedings of the 7th International Space*

Syntax Symposium (pp.70). Stockholm, Sweden. <https://www.semanticscholar.org/paper/AGRAPH-Complementary-Software-for-Axial-Line/c2d9dad964398e96c87550ee52bc11836fc303ae>

Ostwald, M. J. (2011). The mathematics of spatial configuration: Revisiting, revising, and critiquing justified plan graph theory. *Nexus Network Journal*, (13), 445-470. <https://doi.org/10.1007/s00004-011-0075-3>

Ostwald, M. J., & Dawes, M. J. (2018). *The mathematics of the modernist villa: Architectural analysis using space syntax and isovists*, (3). Birkhäuser. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71647-3>

Robinson, K. (2003). *Out of our minds: Learning to be creative*. Capstone Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780857086549>

Turner, A., & Penn, A. (2002). Encoding natural movement as an agent-based system: an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment. *Environment and planning B: Planning and Design*, 29(4), 473-490. <https://doi.org/10.1068/b12850>

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. <https://doi.org/10.1068/b2684>

Young, O., Chung, H., Kong, E., & Heo, J. (2015). A study on the design methodologies for activating large-scale underground commercial complexes. In *Space Syntax tenth International Symposium* (p. 16). <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/83274/2/125361.pdf>