

تحلیل ارتباط میان ساختار فضایی و رفتار حرکتی کاربران به روش چیدمان فضا (مطالعه موردی: پردیس مرکزی دانشگاه تهران)

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۶/۱۰/۱۸

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۰۳/۱۳

سعیده کلانتری (دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری، گرایش فناوری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران)
احمد اخلاصی* (استادیار، گروه معماری، گرایش فناوری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران)
علی اندجی گرمارودی (دکتری، گروه فناوری معماری، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران)
آرمان خلیل بیگی خامنه (کارشناسی ارشد، گروه فناوری معماری، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران)

چکیده

طراحی فضای معماری، به‌طور خاص در این پژوهش، فضای دانشگاهی، بی‌توجه به ساختار فضایی منسجم، باعث ایجاد تراکم بالا و یا متروکه شدن بخش‌های مختلف فضا می‌شود. این مقاله ارتباط میان ساختار فضایی و حرکت کاربران در مسیرها در پردیس مرکزی دانشگاه تهران را بررسی می‌کند. به این منظور فضای دانشگاه با هفت دانشکده و سایر ساختمان‌های مربوطه مورد آزمون قرار گرفت که برای تحلیل ساختار فضایی آن از روش «چیدمان فضا» استفاده شده است. روش انجام این پژوهش شبیه‌سازی از طریق نرم‌افزار دپت مپ می‌باشد و نیز دانشگاه تهران به عنوان مکانی شناخته شده که واجد ارزش‌های چندگانه معماری، علمی و فرهنگی است، به عنوان نمونه موردی انتخاب گردیده است. در این تحلیل تعداد چهار شاخص در زیرگروه‌های اجتماعی، کالبدی و رفتارشناسی مورد بررسی قرار گرفته است که در نهایت با شاخص حرکت طبیعی مورد مقایسه قرار می‌گیرد. نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته، همچنین جداول مربوط به این شبیه‌سازی استخراج و مورد بحث قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد ارتباط معنادار قوی و مستقیم میان ارزش هم‌پیوندی فضاهای حاصل از تحلیل چیدمان فضا و رفتارهای حرکتی کاربران برقرار است که به‌صورت گرافیکی نشان داده می‌شود. بنابراین یکی از دلایل مهم تراکم و ازدحام کاربران در بعضی نقاط فضا و همچنین متروکه بودن و خلوتی بعضی نقاط دیگر، وجود ساختار کالبدی معماری در سایت مورد نظر می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، می‌توان تغییراتی را در

* نویسنده رابط: ekhlassi@iust.ac.ir

تحرکات کاربران، با توجه به طرح‌های پیشنهادی مربوط به کالبد معماری در فضای دانشگاه، پیش‌بینی کرد. این پژوهش همچنین بر روی روش تحلیل و ارزیابی به روش چیدمان فضا بر روی یک نمونه موردی تمرکز دارد.

واژه‌های کلیدی: ساختار فضایی، رفتارهای حرکتی کاربران، چیدمان فضا، اتصال، هم‌پیوندی، عمق، دسترسی.

۱- مقدمه

مشکلات ناشی از رفتار کاربران که در فضاهای معماری و شهرسازی وجود دارد، از جمله ازدحام، خلوتی و متروکه ماندن بعضی از قسمت‌ها که خود روی مفاهیمی از جمله کیفیت فضایی و امنیت و آرامش فضای معماری تأثیر دارد، وابسته به عواملی از جمله کالبد فضای معماری و یا شهرسازی می‌باشد.

همچنین می‌توان به مکان‌یابی نادرست مراکز خدماتی اشاره نمود که بر ارائه خدمات به ذی‌نفعان اثر منفی می‌گذارد. اگر محل خدمات از محل تقاضا دور باشد، ذی‌نفعان ممکن است نتوانند یا علاقه نداشته باشند که از آن مراکز خدماتی، خدمات دریافت کنند (زنگی آبادی، سعیدپور، ۱۳۹۵).

نظریه‌ی چیدمان فضا^۱، در تلاش است برای ایجاد یک رابطه علی، بین جامعه‌ی انسانی انسانی و کالبد معماری (Bafna, 2003). یکی از پایه‌های این نظریه به بیان این نکته می‌پردازد که در مقابل ویژگی‌های فیزیکی فضا، این ویژگی‌های پیکره‌بندی فضا است که تأثیر مستقیم در شکل دادن به فعالیت‌های انسانی دارد (Vaghaun, 2007, 208). به عبارت دیگر، توزیع نسبی جمعیت همواره ارتباطی با میزان هم‌پیوندی فضا دارد (همدانی گلشن، ۱۳۹۳). همچنین نگرشی که نظریه چیدمان فضا مطرح می‌کند، پرداختن به چگونگی بیان یک معنی اجتماعی یا فرهنگی توسط وضعیت پیکره‌بندی فضایی است (Pelın Dursun, 2007). این شبیه‌سازی‌ها آمادگی تطبیق با مسائل جامعه‌شناختی یا اقتصادی را پیدا می‌کنند، مخصوصاً زمانی که مسائل اجتماعی مستقیماً دلالت بر تعداد افرادی که در یک مجموعه حضور دارند بنماید (Hillier et al, 2007).

از اهداف این پژوهش این است که با بررسی نمودارهای تحلیلی و جداول تولید شده توسط نرم‌افزار، مشخص شود آیا رابطه‌ای بین کالبد فضا و رفتارهای حرکتی کاربران وجود دارد؟ و در صورت وجود چگونه و به چه صورت است؟

و در نتیجه با پیدا کردن رابطه بین دو شاخص ذکر شده، بررسی شود آیا می‌توان با اصلاح الگوی هر کدام از شاخص‌ها در بهبود کیفیت فضا و نیز ارتقای کیفیت ارتباط و تعامل انسان‌ها با یکدیگر و با فضاهای معماری قدمی برداشت؟

برای معرفی کلی پژوهش می‌توان گفت ساختار این پژوهش به صورت منطقی و با اشاره به سایر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه پیش می‌رود. سپس به صورت روشن به

¹ Space syntax

روش‌شناسی پژوهش پرداخته شده است، با بررسی پیشینه‌ی پژوهش، نتایج به‌دست آمده توسط سایر پژوهشگران ذکر شده است. در قسمت مبانی نظری سعی شده با توجه به مفاهیم عمیق و زمینه‌های فلسفی، جغرافیایی و رفتارشناسی که در پایه‌های نظریه مطرح می‌شود به‌صورت خلاصه، مفید و کاربردی به این مفاهیم کلی پرداخته شود. همچنین به ادبیات موضوع اشاره شده و در قسمت بعدی شاخص‌هایی که در این پژوهش استفاده شده است به‌صورت دقیق تعریف می‌شوند. در قسمت شبیه‌سازی رایانه‌ای^۱ از پلان ناحیه‌ی مورد بررسی استفاده می‌شود که در حقیقت نقطه‌ی شروع تجزیه و تحلیل‌ها می‌باشد.

از پلان مجموعه، پلان فضاهای محدب به‌دست می‌آید و بعد از آن نقشه‌های خطی تولید می‌شود، در تبدیل پلان محدب به پلان خطی بعضی فضاهای محدب که در امتداد یکدیگر قرار دارند در هم ترکیب می‌شوند و یک خط را تشکیل می‌دهند. این مسأله به دلیل تفاوت‌هایی که در روش تولید این دو دسته نقشه وجود دارد و نیز نواقصی که در تولید نقشه‌های خطی وجود دارد پیش می‌آید (Turner, 2007, 2).

در این مرحله گرافی^۲ که پایه‌ی تحلیل‌هاست، تولید شده است. شبکه‌ی گراف (توپولوژی^۳) نمایشی انتزاعی از روابط اجتماعی موجود در فضا است، که به بیانی دیگر وجود یا عدم وجود روابط را به تصویر می‌کشد. فضاهای معماری با هندسه‌های متمایز در این شبکه با توجه به نقش شبکه‌ای خود وارد تحلیل‌ها می‌شوند و بعضاً ارزش همسانی با هم دارند (Bafman, 2003, 18). در انتها مطالعات و بررسی‌ها بیان می‌شود و نتایج و یافته‌های پژوهش در قالب دیاگرام‌های تحلیلی و جداول ارائه شده و بعد از بحث، نتیجه‌گیری ذکر می‌شود.

با توجه به این‌که استفاده از روش چیدمان فضا طراحان را قادر می‌سازد که رفتارهای حرکتی کاربران را در فضا پیش‌بینی کنند، از این مدل می‌توان در فرآیند طراحی بهره‌گرفت و رابطه‌ای تعاملی بین کالبد فضا و رفتار کاربران ایجاد کرد (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).

لازم به ذکر است که حضور حرکت پیاده در فضاهای شهری، افزایش امنیت، ایمنی و روبرط اجتماعی، دسترسی‌ها، هویت محله‌ای، حس تعلق محله، کیفیت محله و کاهش مشکلات زیست محیطی نظیر آلودگی هوا و صوتی و... را در پی خواهد داشت (صفراری‌راد و شمس، ۱۳۹۶).

¹ computer simulation

² graph

³ topology

۲- روش پژوهش

روش پژوهش در پژوهش حاضر، به لحاظ هدف کاربردی بوده و از نظر ماهیت، ترکیب روش شبیه‌سازی و توصیفی-تحلیلی می‌باشد. همچنین در نهایت از استدلال منطقی استفاده شده است. روش جمع‌آوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای و مشاهده بوده و به تناسب نیاز از روش برداشت میدانی نیز بهره گرفته شده است.

مطالعات کتابخانه‌ای: با مراجعه به منابع دست اول موجود در نوشتارهای مربوط به نظریه‌ی چیدمان فضا برای قسمت پیشینه، اسناد و منابع موجود درباره تاریخچه، مشخصات، نقشه و آمارهای مربوط به دانشگاه تهران برای نمونه‌ی موردی جمع‌آوری شده است.

مشاهده و برداشت میدانی: در ادامه با استفاده از روش مطالعات میدانی، نقشه‌های GIS مربوط به دانشگاه تهران که از سایت رسمی شهرداری تهران دریافت شده بود، تدقیق و به روز رسانی شد.

شبیه‌سازی و تحلیل: پس از تکمیل نقشه، پلان نمونه‌ی موردی توسط نرم‌افزار دپت مپ مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. و در نهایت با تولید نقشه‌های تحلیلی و جداول مربوط، نتایج با استفاده از روش استدلال منطقی تحلیل و بررسی شدند.

فرضیه‌ی این پژوهش این است که بین پیکره‌بندی و ترکیب شکلی فضا و شاخص‌های یکپارچگی، دسترسی، اتصال ارتباط وجود دارد و نیز بین تحلیل‌های به دست آمده مبتنی بر نظریه‌ی گراف و رفتارهای حرکتی کاربران در نمونه‌ی موردی ارتباط قوی وجود دارد. در نتیجه پرسش‌های پژوهش به صورت زیر مطرح می‌شوند:

رابطه‌ی رفتارهای حرکتی کاربران و شاخص‌های پیکره‌بندی فضا چگونه است؟
 چگونه با استفاده از شاخص‌های چیدمان فضا مثل عمق، هم‌پیوندی و ارتباط می‌توان پیکره‌بندی فضایی را در نمونه‌ی موردی بررسی نمود؟

۳- پیشینه پژوهش

نزدیک به چند دهه از مطرح شدن نظریه چیدمان فضا توسط چند صاحب نظر و دانشمند انگلیسی می‌گذرد، در این میان استدمن^۱، هیلیر^۲ و هانسون^۳ پژوهش‌های مؤثری

¹ Steadman

² Hillier

³ Hanson

انجام داده‌اند. استدمن کتاب **"شکل‌شناسی معماری"** را در معرفی این نظریه تدوین کرده است (Steadman, 1989) که بیشتر به مبانی نظری شکل‌شناسی معماری پرداخته است و احتمالات مختلف در ترکیب فضاهای معماری را بررسی کرده است، در حالی که هیلیر و جانسون سعی در کاربردی کردن این نظریه داشته‌اند (معماریان، ۱۳۸۱). بیل هیلیر و جولیا هانسون در ۱۹۸۴ در کتابی با عنوان **"منطق اجتماعی فضا"**^۲ به تبیین این نظریه پرداختند و ترسیم نمودارهای توجیهی را برای شبیه‌سازی الگوهای فضایی معرفی کردند (Hillier et al, 1984). بعد از گذشت چندین سال و تحصیل دانشجویان از نقاط مختلف دنیا در مراکزی که در این زمینه پژوهش می‌کنند، چیدمان فضا بسط و گسترش جهانی پیدا کرد. در حال حاضر بیش از هفتاد مؤسسه‌ی تحقیقاتی مرتبط در جهان وجود دارد که روی این مبحث پژوهش می‌کنند (Jin Duan and Etal, 2013, 2). مطالعاتی توسط هیلیر و همکارانش روی شهر سانتیاگو در شیلی و نیز شهر لندن، همچنین توسط ووگان در شهر لندن انجام شده است و از روش چیدمان فضا و تحلیل شاخص‌های مطرح شده در این نظریه استفاده شده است (Hillier et al, 2000: 61-96; Hillier & Vaughan, 2007: 205-230; Vaughan, 2005: 231-250).

در دهه‌های گذشته پژوهش‌ها و کارهای تطبیقی و اصلاحی زیادی بر پایه‌ی این نظریه انجام شده است، ولی در ایران مبانی نظری و روش‌های این نظریه برای اولین بار در سال ۲۰۰۲ مطرح شده است (عباس زادگان، ۱۳۸۱؛ جمشیدی، ۱۳۸۲).

همچنین معماریان (۱۳۸۱) جزء اولین محققانی بوده است که نظریه چیدمان فضا را معرفی کرده است. بعد از آن با استفاده از این روش تحلیل‌هایی در زمینه‌ی شهری در ایران انجام شده است (یزدانفر و همکاران، ۱۳۸۷، ریسمانچیان و بل؛ ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰، مختارزاده و همکاران، ۲۰۱۲).

نظریه‌ی چیدمان فضا در نهایت به دنبال پیدا کردن رهیافت‌هایی برای توصیف و تحلیل فضای پیکره‌بندی شده معماری و یا شهرسازی می‌باشد. این توصیف می‌تواند منطق اجتماعی نهان در لایه‌های زیرین را کشف کند و راهنمایی برای نظریه‌های بعدی باشد که رفتارهای اجتماعی و فرهنگی را پوشش بدهد (گروت، ۱۳۸۴).

1 Achitectoral Morphology

2 The social logic of space

۴- مبانی نظری

نظریه‌ی چیدمان فضا: این نظریه به منزله‌ی رویکردی می‌باشد که ارتباط کالبد فضا و اتفاقات جاری در آن را بررسی می‌کند و نتایج را به‌صورت داده‌های گرافیکی و ریاضی ارائه می‌کند. با استفاده از این تحلیل‌ها می‌توان به ارتباط متقابل کالبد فضا و رفتارهای کاربران پی برد و حتی آنها را پیش‌بینی کرد (یزدانفر و همکاران، ۱۳۸۷).

نظریه‌ی چیدمان فضا به‌عنوان یکی از سامانه‌های پژوهش معماری در کتاب روش‌های پژوهش معماری لیندا گروت و دیوید ونگ مطرح شده است و اشاره شده است که بیشتر از بقیه‌ی نظریه‌ها در معماری معاصر مورد توجه قرار گرفته است (گروت، ۱۳۸۴، ۳۰۷).

عبارت اسپیس سینتکس برای توصیف آن دسته از رفتارهای اجتماعی و فرهنگی که به صورت گزینشی و اختیاری انجام می‌گیرد، استفاده می‌شود. این روش توسط معماران و طراحانی هم‌چون نورمن فاستر^۱ و ریچارد راجرز^۲ مورد استفاده قرار گرفته است (یزدانفر و همکاران، ۱۳۸۷). نظریه‌ی چیدمان فضا با قدمتی حدود یک دهه، واژگان فارسی معادل عبارات اصلی را در ادبیات معماری و شهرسازی وارد کرده است. واژه‌ی چیدمان فضا، نحو فضا و یا دستور زبان فضا، برای این نظریه عنوان گردیده است (همدانی گلشن، ۱۳۹۳).

چیدمان فضا به‌صورت کلی از سه نظریه در حوزه‌ی فلسفی، جغرافیای انسانی و ریاضی استفاده می‌کند، از نرم‌افزار مرتبط برای مدل‌سازی و محاسبات سود می‌برد و با کمک شاخص‌ها به انجام تحلیل می‌پردازد. نقش رایانه در مرحله مدل‌سازی و تحلیل‌ها بسیار تأثیرگذار و غیر قابل اجتناب می‌باشد. در حوزه‌ی مبانی فلسفی باید به فلسفه نو به‌عنوان مبانی این نظریه اشاره کرد، جمشیدی در این باره به جوهره پوزیتویستی^۳ نظریه چیدمان فضا اشاره می‌کند و اظهار می‌کند نحوه‌ی نگرش آن به پدیده‌ها و فضاهای شهری تحت تأثیر منطق و تفکر پوزیتویسم منطقی و اندیشه‌های وینگشتاین^۴ در رساله منطقی-فلسفی است. و نیز در حوزه‌ی مبانی جغرافیایی درباره مفهوم فضا در این نظریه توضیح می‌دهد که منظور فضاهای باز مثل خیابان‌ها، بازارها، اتاق‌ها و راهروها و... است که توسط موانع بصری و حرکتی مثل دیوار از هم جدا شده‌اند. در حوزه‌ی ریاضیات به ریاضیات گسسته به‌عنوان مبانی این نظریه اشاره می‌کند که شاخه‌های مختلفی مثل ریاضیاتی

1 Foster

2 Rogers

3 positivist

4 Wittgenstein

ترکیباتی، پیچیدگی و نظریه‌ی گراف تشکیل شده است که دارای ظرفیت‌های بالقوه فراوانی است (جمشیدی، ۱۳۸۲).

نظریه‌ی گراف: یکی از ابزارهای تحلیل فضا با استفاده از این روش، نمودارهای توجیهی است که بر اساس نظریه‌ی گراف شکل گرفته است. بدین ترتیب که هر محیط یک گره و ارتباط میان هر دو فضا به صورت خط مرتبط کننده‌ی دو گره ترسیم می‌شود. این گراف ساختار پلان را به صورت ساده و خوانا نشان می‌دهد. (Brown & Bellal, 2001) نظریه‌ی گراف‌ها چکیده‌ای از جنبه‌های ساختاری مدل است و شبکه را در قالب ریاضیات شبیه‌سازی می‌کند (Brandes and Erlebach, 2005).

۵- شاخص‌های تحلیل ساختار فضا با استفاده از روش چیدمان فضا:

اتصال^۱: ارتباط و یا درجه، تعداد خطوطی را که به یک گره می‌رسد، اتصال می‌نامند. هر گره که تعداد اتصال بیشتری داشته باشد با گره‌های بیشتری ارتباط دارد و از حمایت‌های بیشتری بهره‌مند می‌شود (افتاده، ۱۳۹۵). این شاخص همچنین معرف گره‌های فعال است (Wasserman & Faust, 1999). اتصال فضاها به هم برای شناخت فضاها، جمعی و نیز تسهیل در گردش میان فضاها شاخص مناسبی است (Young & et al, 2015, 16:2). مقدار اتصال برای هر گره را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$C_i = k$$

که در آن k تعداد گره‌های مستقیماً ارتباط داده شده است (یزدانفر و همکاران، ۱۳۸۷).

هم‌پیوندی^۲: واژه‌ی یکپارچگی و نیز هم‌پیوندی برای ترجمه واژه‌ی integration به کار رفته است (همدانی گلشن، ۱۳۹۳). منظور از هم‌پیوندی میزان یکپارچگی یک فضا با فضاهای دیگر است که با مفهوم عمق ارتباط معکوس دارد؛ به این معنی که یک فضا یا همان گره وقتی دارای یکپارچگی بالایی است که بقیه‌ی گره‌ها در عمق کمی نسبت به آن قرار گرفته باشند و همین هم‌پیوندی باعث می‌شود که تغییر جهت در کاربر برای رفتن از یک فضا به فضای دیگر صورت بگیرد (Penn, 1990: 765; Peponis & et al, 2003:45). شاخص هم‌پیوندی با شاخص اتصال رابطه‌ی مستقیم و خطی دارد. یعنی هرچه تعداد ارتباط‌های یک فضا بیشتر باشد و با گره‌های بیشتری اتصال داشته باشد، میزان

¹. degree

². Integration

هم‌پیوندی بیشتری نیز دارد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۶). هم‌پیوندی را می‌توان از طریق عدم تقارن نسبی (RA) و یا عدم تقارن نسبی حقیقی (RRA) اندازه‌گیری کرد:

$$RA_i = \frac{2(MD_i - 1)}{n - 2} \text{ and } RRA_i = \frac{RA_i}{D_n}$$

که در آن D_n ارزش D است که ارزش استاندارد را برای اندازه‌گیری هم‌پیوندی فراهم می‌آورد و به صورت زیر به دست می‌آید:

$$D_n = 2\{n(\log_2(n + 2)(n - 1) + 1)\}[(n - 1)(n - 2)]$$

(Kruger, 1989)

عمق^۱: این شاخص در روش چیدمان فضا دو قسمت می‌شود، قسمت اول به معنی عمق متریک و یا همان فاصله میان دو گره است. قسمت دوم به معنای تعداد گره‌هایی است که برای رفتن از گره یک به گره دو باید طی شود (معماریان، ۱۳۸۱). لازم به ذکر است شاخص عمق و یکپارچگی رابطه‌ی معکوسی با یکدیگر دارند (Haq, 1999: 4). پارامتر عمق پارامتر مستقلی از ترکیب فضا حساب نمی‌شود. عمق کلی گره d_{ij} برابر است با جمع فاصله‌ها که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$MD_i = \frac{\sum_{j=1}^i d_i}{n - 1}$$

که در آن n تعداد تمامی گره‌های گراف است (یزدانفر و همکاران، ۱۳۸۷).

دسترسی^۲: در دو قسمت دسترسی بصری و دسترسی فیزیکی بررسی می‌شود. دسترسی بصری با اسم ایزویست^۳ و دسترسی فیزیکی به صورت عمق متریک محاسبه می‌شود (حیدری و همکاران، ۱۳۹۶). ایزوویست را می‌توان در حقیقت مخروط دید کاربر نسبت به فضای اطراف در یک نقطه‌ی مورد نظر نامید (Benedikt, 1979: 47).

حرکت طبیعی^۴: فضاهای شهری در رفع نیاز تعاملات اجتماعی انسان‌ها که بخش مهمی از آن با تعاملات چهره‌به‌چهره مرتفع می‌شود، نقش مهمی ایفا می‌کنند. فقدان ارتباط چهره‌به‌چهره و بی‌واسطه انسان‌ها با یکدیگر تبعات زیادی بر سلامت روانی افراد می‌گذارد (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱). حتی می‌توان اظهار داشت عملکرد اجتماعی طرح شهری تا حدی از الگوی حرکت روزمره‌ی آنها مشخص می‌شود (Legeby, 2013, 99). همان‌گونه که ذکر

¹. Depth

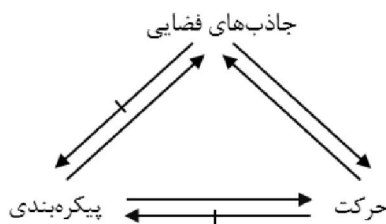
² connectivity

³. Isovist

⁴ Natural movement

شد تجلی‌گاه این ارتباط و تعامل، فضاهای شهری و معماری می‌باشد و نیز قسمتی از رفتار کاربران در محیط را شامل می‌شود.

نظریه‌ی چیدمان فضا حرکت طبیعی افراد را در فضا که در حقیقت تردد برای رسیدن از مبدأ به مقصد می‌باشد، به صورت مستقیم با ساختار چیدمان فضا مرتبط می‌داند. همچنین بیان می‌دارد عواملی چون توزیع کاربری اراضی و جاذب‌های فضایی تأثیر کمتری بر حرکت طبیعی کاربران دارند (Hillier and et al, 1993). منطق حرکت طبیعی به گونه‌ای است که پیکره‌بندی فضایی روی حرکت و جاذب‌های فضایی تأثیر می‌گذارد، درحالی‌که خود از آنها تأثیر نمی‌گیرد. به بیانی دیگر افراد از فضایی تحت تأثیر پیکره‌بندی فضایی بیشتر عبور می‌کنند، در نتیجه کاربری‌هایی متناسب با تراکم جمعیت در آن نواحی ایجاد می‌شود و همین خود باعث افزایش تراکم عبوری می‌شود (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).



شکل ۱: منطق نظریه حرکت طبیعی، مأخذ: (Hillier and et al, 1993)

۶- شناخت محدوده‌ی مورد مطالعه (فضای پژوهش)

دلیل انتخاب دانشگاه تهران به عنوان نمونه‌ی موردی

سایت مرکزی دانشگاه تهران به دلیل حضور فعال کاربران و نیز وجود دانشکده‌هایی از گروه‌های مختلف، برای پژوهش حاضر انتخاب شد. از آنجایی که ساختمان‌های این بنا از نظر طراحی در دوره‌ی معماری معاصر ایران دارای ارزش والایی است و نیز فضایی فرهنگی و علمی محسوب می‌شود، همچنین یک فضای بسته‌ی بین معماری و شهرسازی است، نمونه‌ی موردی مناسبی برای تحلیل و بررسی چیدمان فضا به حساب می‌آید.

تاریخچه طراحی و تأسیس دانشگاه تهران:

دانشگاه تهران در پانزدهم بهمن سال ۱۳۱۳ خورشیدی، با شش دانشکده (علوم معقول و منقول، علوم طبیعی و ریاضی، ادبیات، فلسفه و علوم تربیتی، طب، حقوق، علوم سیاسی و اقتصاد و فنی) تأسیس شد (صدی افشار، ۱۳۵۵: ۱۴۴-۱۴۳). در سایت مستطیلی شکل مجموعه به مساحت ۱۰ هکتار مجموعاً ۱۹ ساختمان طراحی شده بود که شامل: مجموعه‌ی دانشکده‌ی پزشکی به طراحی آندره گدار و ماکسیم سیرو، دانشکده‌ی حقوق و دانشکده‌ی علوم به طراحی محسن فروغی، دانشکده‌ی هنرهای زیبا به طراحی رولان دوبرول و با همکاری زینا آفتاندیلیان، باشگاه دانشگاه به طراحی رولان دوبرول، مسجد به طراحی عبدالعزیز فرمانفرمائی، کتابخانه‌ی مرکزی دانشگاه به طراحی بهمن پاک‌نیا بوده است (بانی مسعود، ۱۳۸۸، ۲۷۹ و ۲۸۰).



شکل ۲: چشم‌انداز هوایی دانشگاه تهران، مأخذ: بانی مسعود، آرشیو تصاویر قدیمی

وضعیت کنونی: با مراجعه به سایت دانشگاه تهران آمار دانشجویان دانشگاه در سال ۱۳۹۷ در پردیس مرکزی دانشگاه تهران به این صورت است:

جدول ۱: آمار دانشجویان دانشکده‌های پردیس مرکزی دانشگاه تهران

تعداد دانشجویان	پردیس / دانشکده
۱۵۸۴	ادبیات و علوم انسانی
۷۷۰۶	پردیس دانشکده‌های فنی
۲۴۰۳	پردیس علوم
۲۵۹۰	پردیس هنرهای زیبا
۱۸۱۶	حقوق و علوم سیاسی
۱۲۵۱	داروسازی

۵۸۳۹	پزشکی
۲۹۲۵	پردیس البرز
۴۱۲	پردیس بین‌المللی ارس

مأخذ: سایت دانشگاه تهران به آدرس: www.ut.ac.ir

نقشه‌های GIS دانشگاه نیز جهت استفاده در نرم‌افزار depth map از شهرداری تهران دریافت شد^۱ که با توجه به گذشت زمان، با برداشتهای انجام شده نقشه‌ها طبق وضعیت کنونی اصلاح و ساده سازی شدند.

۷- مطالعات و بررسی یافته‌ها



شکل ۳. گراف اتصال خروجی از نرم‌افزار (مأخذ: نویسندگان)

جدول ۲. مقدار شاخص اتصال مربوط به چند گره به صورت نمونه خروجی از نرم‌افزار

Ref	cx	cy	Connectivity
0	533052.8	3950952	2
1	533045.5	3950948	2
2	533038	3950946	2
3	533030.1	3950942	2
4	533048.1	3950929	4
5	533033.9	3950965	6
6	533145.6	3950956	2
7	533134.3	3950985	2

مأخذ: نگارندگان

^۱ این نقشه به روش فتوگرامتری رقومی تهیه شده است. عکس بردای هوایی، عملیات زمینی و مثلث بندی هوایی، توسط سازمان نقشه برداری کشور و عملیات تبدیل، تکمیل و کارتوگرافی توسط شرکت رایان نقشه انجام یافته است.

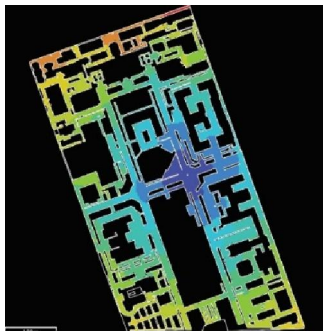
جدول ۳. مقدار شاخص هم‌پیوندی مورد بررسی از گراف اتصال مربوط به چند گره به صورت نمونه خروجی از نرم‌افزار

	Total Depth	Reinforced Pathology	RERA	R.A [Perm]	R.A	Node Count	Mean Depth	Intensity	Integration [Tact]	Integration [P-value]	Integration [HII]	Harmonic Mean Depth	Entropy	Controlability	Control	Connectivity	Choice [Mean]	Choice	ex	Rad
0	533053	3950952	33	0.0041	2	0.42	0.29	2.723	7.6422	1.0867	1.0867	0.662	0.665	5.133	129	0.065	0.52	0.920238	2.482631	657
1	533045	3950948	150	0.0185	2	0.42	0.29	2.723	7.6422	1.0867	1.0867	0.662	0.665	5.133	129	0.065	0.52	0.920238	2.482631	657
2	533038	3950946	28	0.0035	2	0.42	0.29	2.723	7.6422	1.0867	1.0867	0.662	0.665	5.133	129	0.065	0.52	0.920238	2.482631	657
3	533030	3950942	37	0.0046	2	0.42	0.29	2.723	7.6422	1.0867	1.0867	0.662	0.665	5.133	129	0.065	0.52	0.920238	2.482631	657
4	533048	3950929	6	0.0007	4	2	0.3	2.731	4.8205	0.8844	0.8844	0.641	0.547	6.079	129	0.080	0.47	1.130727	2.836247	778
5	533034	3950965	2324	0.2840	6	2.27	0.3	2.668	11.104	1.4229	1.4229	0.692	0.834	4.156	129	0.030	0.59	0.70279	2.135437	532
6	533146	3950956	49	0.0060	2	0.45	0.229	3.042	8.6245	0.911	0.9110	0.644	0.623	5.930	129	0.080	0.48	1.097675	2.650867	759
7	533134	3950985	120	0.0148	2	0.53	0.25	3.030	8.5208	0.902	0.9024	0.643	0.614	5.977	129	0.080	0.48	1.108113	2.662873	765

مأخذ: نگارندگان

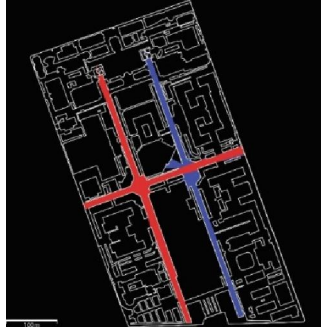


شکل ۴. گراف شاخص هم‌پیوندی خروجی از نرم‌افزار (مأخذ: نگارندگان)



شکل ۵. گراف شاخص عمق خروجی از نرم‌افزار (مأخذ: نگارندگان)

برای بررسی این شاخص، چند نقطه در نمودار مورد بررسی قرار گرفت که دو نقطه‌ی نشان داده شده در نمودار Isovist دارای بیشترین میزان عمق بودند و از این دو نقطه نیز فضای سمت راست که برای بررسی شاخص دسترسی، در نقاط مختلف بستر پژوهش بررسی شد، و بیشترین میزان آن در دو نقطه‌ی نشان داده شده در شکل ۶ مشخص شد.



شکل ۶. گراف شاخص دسترسی خروجی از نرم‌افزار (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۴. مقدار شاخص عمق مورد بررسی از گراف step depth مربوط به چند گره به صورت نمونه خروجی از نرم‌افزار

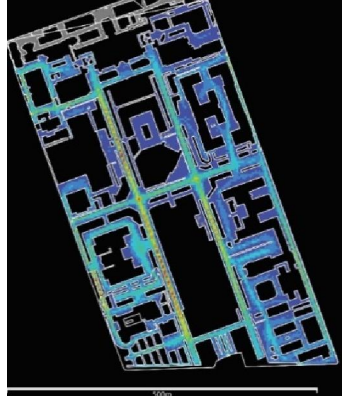
Ref	x	y	Connectivity	Metric Step Shortest-Path Angle	Metric Step Shortest-Path Length	Metric Straight-Line Distance	Point First Moment	Point Second Moment
65710	532692	3951426	5	6.525519	452.9354	371.128	98.19914	3357
65711	532692	3951429	4	6.747554	455.9354	372.8337	16.95084	81
65712	532692	3951432	31	6.747554	458.9354	374.5557	1127.33	61047
131248	532695	3951432	3	7.247554	460.178	372.1089	10.24264	36
131249	532695	3951435	71	6.375058	459.4486	373.8583	3519.903	277227
196785	532698	3951435	64	6.57989	456.983	371.431	3051.709	239652
262321	532701	3951435	40	6.579891	454.5175	369.0122	1189.717	47997
262322	532701	3951438	92	5.784723	452.7404	370.8005	3718.371	258678

مأخذ: نگارندگان

جدول ۵. مقدار شاخص دسترسی مورد بررسی از گراف isovist خروجی از نرم‌افزار

Ref	cx	cy	Isovist Area	Isovist Compactness	Isovist Drift Angle	Isovist Drift Magnitude	Isovist Max Radial	Isovist Min Radial	Isovist Occlusivity	Isovist Perimeter
0	532998.5	3951212	11646.44	0.036001	242.2696	24.14575	307.7985	14.61114	661.1699	2016.238
1	532905.6	3951179	11424.43	0.033588	338.9205	25.3023	285.396	15.63663	688.0897	2067.437

مأخذ: نگارندگان



شکل ۷. گراف حرکت طبیعی خروجی از نرم افزار (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۶ مقدار شاخص‌های مورد بررسی از گراف حرکت طبیعی مربوط به چند گره به صورت نمونه خروجی از نرم افزار

Ref	x	y	Connectivity	Gate Counts	Point First Moment	Point Second Moment
65710	532692	3951426	5	-1	98.199142	3357
65711	532692	3951429	4	-1	16.950844	81
65712	532692	3951432	31	-1	1127.33	61047
131248	532695	3951432	3	-1	10.24264	36
131249	532695	3951435	71	-1	3519.9033	277227
196785	532698	3951435	64	-1	3051.7087	239652
262321	532701	3951435	40	-1	1189.717	47997
262322	532701	3951438	92	-1	3718.3708	258678

مأخذ: نگارندگان

برای قسمت بررسی یافته‌ها سعی شده است گراف گرافیکی تمام شاخص‌ها آورده شود، لازم به ذکر است از آن جایی که مساحت بستر انتخاب شده زیاد می‌باشد و همین امر باعث شده است تعداد فضاهای محدب مطالعه شده بالا رود، به همین دلیل امکان ذکر عدد هر شاخص در مکان‌های مجزای مورد بررسی وجود نداشت. از طرفی به دلیل وجود گراف ضرورتی برای بیان عدد هر فضا نیز وجود ندارد و با بررسی گراف به راحتی می‌توان از روی طیف رنگی قرمز به آبی (زیاد به کم) متوجه شد که در کدام نقاط عدد مربوط به شاخص

مورد نظر بالاتر است. به همین ترتیب در هر شاخص نمونه‌ای از اعداد به دست آمده از فضاهای مورد بررسی در جدول شاخص آورده شده است و همچنین بالاترین عدد مربوط به شاخص که متعلق به فضای با طیف رنگی قرمز می‌شود، بیان شده است.

برای اعتبار سنجی نتایج لازم است به چند مورد از پژوهش‌های انجام شده و نتایجی که حاکی از اهمیت مشارکت کاربران در فضا می‌باشد اشاره کرد:

همان گونه که بیان شد، در طراحی فضاهای معماری لازم است که به مباحث اجتماعی، فرهنگی و رفتاری کاربران پرداخته شود. راپپورت (1969) عوامل فرهنگی را به عنوان عوامل مؤثری در طراحی معماری می‌داند و اظهار می‌کند فضا دارای معنی است (1982). همچنین بر توجه طراحان به تأثیرات فرهنگ و اجتماع بر معماری تأکید شده است (Gerout & wang, 2002). در نتیجه چگونگی سازماندهی فضایی برای کشف ارتباط بین طراحی و عوامل فرهنگی مورد تحلیل قرار می‌گیرد (Nopadon, 2001).

از اهداف مهم طراحی در حیطه شهری ارتقای کیفیت فضای زیست شهروندان و نیز تعامل مثبت آنها با کالبد شهر است. برای رسیدن به این هدف، روش‌هایی برای ارتقای ارتباط انسان‌ها با یکدیگر و با فضاهای معماری شهری ارائه می‌شود. از جمله این روش‌ها که در چند دهه‌ی اخیر ارائه شده است، روش چیدمان فضا است (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).

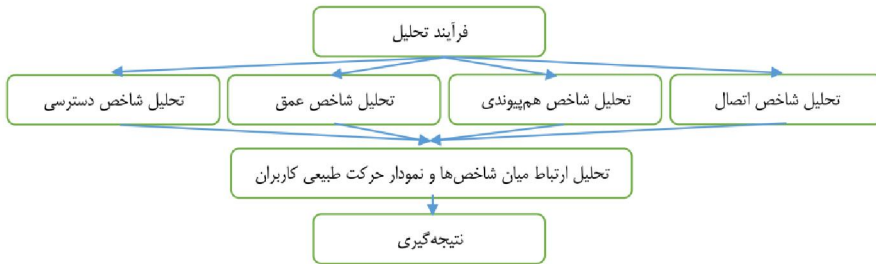
جمشیدی در پژوهش خود ذکر می‌کند که فضا بدون انسان‌های اجتماعی و رفتار آنها و نیز انسان‌های اجتماعی بدون فضا واقعیت خارجی ندارند (جمشیدی، ۱۳۸۲).

حاتمی و همکارانش یکی از اجزاء اصلی شکل دهنده ساختار شهری را محورهای شهری (معبّر شهری) می‌داند که نقش زیادی را در سازمان فضایی شهرها ایفا می‌نمایند. در واقع شبکه‌های ارتباطی بستر ایجاد ارتباط مناسب بین انسان، فضا و فعالیت می‌باشند (حاتمی و همکاران، ۱۳۹۷).

۸- نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش در فضاهای اجتماعی سایت دانشگاه تهران، با مقایسه‌ی گراف‌های شاخص‌های اتصال، هم‌پیوندی، عمق، دسترسی و نیز مقایسه‌ی آن با نمودار حرکت طبیعی، متوجه می‌شویم ارتباط قوی و مستقیم بین شاخص‌های بررسی شده و حرکت طبیعی کاربران در فضا وجود دارد. هر فضایی که در گراف شاخص‌ها دارای طیف رنگی قرمز است، در نمودار حرکت طبیعی نیز دارای طیف رنگی قرمز می‌باشد و این مقایسه تأیید کننده‌ی فرضیه‌ی پژوهش می‌باشد.

در نتایج حاصله می‌توان دید که پژوهش به سؤالات جواب داده شده است، در تحلیل‌های ارائه شده می‌توان ملاحظه کرد رفتارهای حرکتی کاربران و شاخص‌های پیکره‌بندی فضا به چه صورت است. همچنین نشان داده شد که چگونه با خروجی گرفتن از شاخص‌های چیدمان فضا و تحلیل آنها می‌توان پیکره‌بندی فضایی را در نمونه‌ی موردی بررسی نمود. دو فضای نشان داده شده در گراف شاخص‌ها چهارراه روبه‌روی مسجد و کتابخانه‌ی مرکزی دانشگاه می‌باشد که دارای بیشترین میزان دسترسی است، هم‌پیوندی بالایی با سایر فضاها دارد، عمق کمتری دارد و همچنین حرکت طبیعی افراد در همین نقاط بیشتر است. نسبت افزایش و کاهش تراکم کاربران در فضا نیز قابل تأمل می‌باشد.



شکل ۸: نمودار فرآیند تحلیل (مأخذ: نگارندگان)

منابع و مآخذ:

- ۱- حیدری، علی‌اکبر؛ قاسمیان اصل، عیسی؛ کیایی، مریم، (۱۳۹۶)، "تحلیل ساختار فضایی خانه‌های سنتی ایران با استفاده از روش نحو فضا، مطالعه‌ی موردی: مقایسه‌ی خانه‌های یزد، کاشان و اصفهان"، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، سال هفتم، شماره بیست و هشتم، تابستان ۱۳۹۶، ۳۳-۲۱.
- ۲- زنگی آبادی، علی؛ سعیدپور، شراره، (۱۳۹۵)، "تحلیل فضایی پراکنش «بانک» و مکان‌یابی بهینه آنها (مطالعه‌ی موردی: شهر سقز)"، فصلنامه آمایش محیط، ۴۰، ۴۱-۲۱.
- ۳- بل، سایمون؛ ریسمانچیان، امید، (۱۳۸۹)، "شناخت کاربردی چیدمان فضا در درک پیکره‌بندی فضایی شهرها"، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، ۴۳، ۴۹-۵۶.
- ۴- بل، سایمون؛ ریسمانچیان، امید، (۱۳۹۰)، "بررسی جدا افتادگی فضایی بافت‌های فرسوده در ساختار شهر تهران به روش چیدمان فضا"، باغ نظر، ۱۷، ۶۹-۸۰.
- ۵- عباس‌زادگان، مصطفی، (۱۳۸۱)، "روش چیدمان فضا در فرآیند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد"، فصلنامه‌ی مدیریت شهری، ۹، ۶۴-۷۵.
- ۶- صفاری راد، علی؛ شمس، مجید؛ (۱۳۹۶)، "بررسی تطبیقی معیارهای قابلیت پیاده‌مداری در سطح محلات شهری (مطالعه موردی: محلات جدید و قدیمی شهر رشت)"، فصلنامه‌ی آمایش محیط، ۳۹، ۱۸۳-۲۰۴.
- ۷- یزدانفر، عباس؛ موسوی، مهناز؛ دقیق، هانیه زرگر، (۱۳۸۷)، "تحلیل ساختار فضایی شهر تبریز در محدوده بارو با استفاده از تکنیک اسپیس سینتکس"، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، ۶۷، ۵۸-۶۹.
- ۸- معماریان، غلامحسین، (۱۳۸۱)، "نحو فضای معماری"، مجله صفا، ۳۵، ۷۴-۸۴.
- ۹- جمشیدی، محمود، (۱۳۸۲)، "ملاحظات در مورد نظریه تحلیل چیدمان فضا"، جستارهای شهرسازی، ۶، ۲۵-۲۰.
- ۱۰- همدانی گلشن، حامد، (۱۳۹۴)، "بازاندیشی نظریه نحو فضا، رهیافتی در معماری و طراحی شهری، مطالعه موردی: خانه بروجردی‌ها، کاشان"، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی، دوره ۲۰، شماره ۲، ۹۲-۸۵.
- ۱۱- صدری افشار، غلامحسین، (۱۳۵۵)، "سرگذشت سازمان‌ها و نهادهای علمی و آموزشی در ایران"، تهران: وزارت علوم و آموزش عالی.

- ۱۲- بانی مسعود، امیر، (۱۳۸۸)، "معماری معاصر ایران: در تکاپوی بین سنت و مدرنیته"، تهران: نشر هنر معماری قرن.
- ۱۳- افتاده، جواد، (۱۳۹۵)، "تحلیل شبکه‌های اجتماعی (همراه با آموزش نرم‌افزارهای تحلیل شبکه نودایکسال و گفی)"، تهران: انتشارات ثانیه.
- ۱۴- حاتمی، یاسر؛ ذاکر حقیقی، کیانوش؛ رضایی‌راد، هادی؛ "تأثیر محورهای ساختار شهری (محورهای عملکردی) بر الگوهای سفر شهروندان با توجه به اهداف و انگیزه‌های سفر (مطالعه موردی: منطقه یک شهر همدان)"، فصلنامه آمایش محیط، ۴۰، ۱۱۵-۱۴۲.

- 15- Duan, Jin; Lu, Han; (2013), "APPLICATION OF SPACE SYNTAX IN URBAN MASTER PLANNING: A case study of Fuyang in China", Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium Edited by Y O Kim, H T Park and K W Seo, Seoul: Sejong University, PP 1-12.
- 16- Bafna, Sonia (2003), "Space Syntax A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques", Environment and Behaviour, Vol. 35 No. 1, January 2003 17-29.
- 17- Vaughan, L (2007), "The spatial syntax of urban segregation", Progress in Planning, No 67, pp 205-294.
- 18- Turner, A (2007), "from axial to road-centre lines: A new representation for space syntax and a new model of route choice for transport network analysis", Environment and Planning B: Planning and Design, 34(3), pp 539-555.
- 19- Hillier, B. & Hanson, J. (1984), "The social logic of space", Cambridge, Cambridge University press.
- 20- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J., (1993), "Natural movement: Or, configuration and attraction in urban pedestrian movement", Environment and Planning B: Planning and Design, 20 (1), 29 - 66.
- 21- Brown. F., & Bellal. T. (2001), "Comparatve analysis of Mzabite and other Berber domestic spaces", Pro ceedings of the 3th Internatonal Symposium on Space Syntax, Atlanta, GA.
- 22- Young, k.; Chung, J.; Kong, E.; Shin, H. & Heo, J. (2015), "A study on the design methodologies for activating".

- 23- Bendikt, M. (1979), "To take hold of space: Isovist and Isovist fields", *Environment and Planning B*, Vol. 6.
- 24- Dursun, Pelin, "Space Syntax In Architectural Design". 6th International Space Syntax Symposium, Istanbul. 2007.
- 25- Groat, Linda N. & Wang, D., "Architectural research methods", New York, J. Wiley, 2002.
- 26- Rapaport, Amos, "The meaning of the built environment: a nonverbal communication approach", Beverly Hills, Sage Publications, 1982.
- 27- Rappaport, Amos, "House form and culture", United State Of America, University of Wisconsin Milwaukee, 1969.
- 28- Hillier, B., Greene, M., Desyllas, J., (2000), "Self-Generated Neighbourhoods: The Role of Urban Form in the Consolidation of Informal Settlements", *Urban Design International* 5 (2), pp. 61-96.
- 29- Vaughan, L, (2005), "The spatial form of poverty in Charles Booth's Lndon", *PROGRESS IN PLANNING*, Vol.67, Issue 4.
- 30- Hillier, B., & Vaughan, L, (2007), "The city as one thing", *Progress in Planning*, 67 (3), pp. 205-230.
- 31- Steadman, J.P, "Achitectural Morphology", London, Poin Limited, 1989.
- 32- Brandes U., Erlebach T., (2005), "Network analysis: Methodological Foundations", Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- 33- Legeby, A, (2013), "Patterns of co-presence: Spatial configuration and social segregation", (Doctoral dissertation), KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, Retrieved from <http://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A662753&dswid=1607>
- 34- www.tehran.ir
- 35- www.ut.ac.ir