Archive of SID
علمی-پژوهشی

معیارهای مرکزیت جهت تحلیل چیدمان عملکردی فضا

Centrality Criteria for Analyzing the Functional Layout of Space

رمیصاء رحمتی گواری[۱]، منصوره طاهباز[۲] (نویسنده مسئول)، هادی قدوسی‌فر[۳]
فاطمه زارع میرک‌آباد[۴]

تاریخ ارسال:	تاریخ بازنگری:	تاریخ پذیرش:	تاریخ انتشار:
۱۳۹۷/۰۴/۰۳	۱۳۹۷/۰۷/۰۷	۱۳۹۷/۱۰/۰۵	۱۳۹۸/۰۳/۰۳

چکیده

با پیدایش نظریهٔ نحوفضا در معماری، امکان تبدیل پلان‌های معماری به گراف به وجود آمد و به دنبال آن تئوری گراف به عنوان یکی از اصلی‌ترین روش‌ها جهت تحلیل چیدمان فضائی مطرح شد. از ویژگی‌های مطرح در تئوری گراف که می‌تواند جهت تحلیل کمی چیدمان فضایی به کار گرفته شود، معیارهای مرکزیت است. تحلیل چیدمان فضائی می‌تواند کارایی یک پلان را بالا برده و باعث ایجاد ارتباطات فضائی کاراتر گردد. انجام این تحلیل قبل از ساخت امکان ارزیابی طرح را فراهم می‌نماید. اهمیت این موضوع در پلان‌های عملکردی بیشتر است. در این راستا این پژوهش به دنبال استفاده از مفاهیم موجود در معیارهای مرکزیت جهت تحلیل روابط فضایی به خصوص در پلان‌های عملکردی می‌باشد. برای این منظور یکی از عملکردی‌ترین کاربری‌ها یعنی اورژانس بیمارستان‌ها انتخاب گردیده است. در تحلیل پلان اورژانس باید توجّه کرد که نحوهٔ ارتباط و چیدمان حوزه‌ها و فضاها نقش مهمی را در عملکرد اورژانس بازی می‌کنند. بنابراین در این پژوهش پلان یک اورژانس که دو حوزهٔ درمانی تحت‌نظر و فوریت را دارا است جهت تحلیل عملکرد این حوزه‌ها و فضاهای مرتبط با آنها آورده شده است. در نتیجه ابتدا فضاها و حوزه‌های موجود در پلان کدگذاری شده و سپس با به کارگیری نظریهٔ نحوفضا پلان به گراف تبدیل شده است. در این راستا برای محاسبهٔ معیارهای مرکزیت از نرم‌افزار سایتواسکیپ استفاده شده است. نتایج حاصل از تحلیل نشان می‌دهد که به کمک برخی از معیارهای مرکزیت به خصوص معیارهای مرکزیت بینیت و نزدیکی می‌توان به تحلیل چیدمان حوزه‌ها و فضاهای مرتبط با آنها در پلان‌ها پرداخت.

واژه‌های کلیدی:
نحوفضا، نظریه گراف، معیارهای مرکزیت.

۱. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران. Romissa_rahmati@yahoo.com
۲. دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. m58tahbaz@yahoo.com
۳. استادیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران. h_ghoddusifar@azad.ac.ir
۴. استادیار، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. f.zare@aut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

"استفاده از رویکرد پیکره‌بندی فضایی به هنگام طراحی، موجب اطمینان از ارتباطات فضایی مناسب در طراحی ساختمان‌ها می‌گردد. این موضوع در هنگام طراحی ساختمان‌های عملکردی اهمیتی دو چندان می‌یابد. به علاوه تحلیل حاصل از پیکره‌بندی می‌تواند در ارزیابی چیدمان فضایی در راستای عملکرد مورد انتظار به کار گرفته شود. به خصوص در مورد پلان‌هایی که دارای چیدمان فضایی بزرگ و پیچیده هستند. در اینگونه پلان‌ها معمار نمی‌تواند به صورت شهودی فضاهایی را که در ساختار پلان نقش مهم و مرکزی ایفاء می‌کنند، را بیابد (Nourian, 2016: 77)." "سازمان‌دهی فضا از اصلی‌ترین وظایف یک معمار و زیر مجموعهٔ برنامه‌ریزی فضایی در معماری قرار می‌گیرد. برنامه‌ریزی فضایی در معماری[1] زمینه‌ای تحقیقاتی است که در آن فرآیند تنظیم مجموعه‌ای از عناصر فضایی براساس مسائلی مانند تنظیم فاصله، همسایگی و سایر عملکردها موضوع مورد توجه قرار می‌گیرد (Eastman, 1971, 1973)". چیدمان فضایی صورت گرفته توسط معمار باید به گونه‌ای مناسب و خلاقانه دستیابی به اهداف عملکردی را میسر سازد. چیدمان مناسب در هر طرح معماری باید بر طبق کاربری تعریف شده و ضوابط آن کاربری صورت پذیرد. در غیر این صورت آن بنا نمی تواند عملکرد مطلوب و مناسبی داشته باشد. جهت تحقق این هدف در مرحلهٔ نخست طراحی و در فاز برنامه‌ریزی باید، از عملکرد درست چیدمان فضایی اطمینان حاصل کرد. در پلان‌های عملکردی، مناسب بودن توالی عملکردی فضاها و مدت زمان دسترسی به آنها، می‌تواند از شاخص‌های مهم در تعیین کارائی طراحی باشد. در پلان‌های عملکردی و به خصوص پلان‌های درمانی برخی از حوزه‌ها به عنوان پشتیبان حوزه‌ای دیگر عمل می‌کنند. برای مثال در طراحی پلان بخش اورژانس **حوزهٔ تحت نظر** به عنوان پشتیبان **حوزهٔ فوریت** تعریف شده است. در استاندارد ذکر شده است "در هیچ شرایطی، بیمار مراجعه کننده به اورژانس به صورت مستقیم به **حوزهٔ تحت نظر** منتقل نمی‌شود و بیمار دهی به آن از طریق **حوزهٔ فوریت** صورت می‌گیرد (شهری و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۸)". این مطلب نشان می‌دهد که در پلان‌های اورژانس توالی عملکردی بین حوزه‌ها وجود دارد. برخی از حوزه‌ها در مسیر برخی دیگر قرار می‌گیرند و نقش مهم و تعیین کننده‌ای در چیدمان عملکردی یک پلان دارند. این نقش مرکزی یک حوزه یا فضا در پلان می‌تواند توسط شاخص‌های مرکزیت تفسیر شود. شاخص‌های مرکزیت در تحلیل گراف‌ها به کار برده می‌شوند. این شاخص‌ها اهمیت نسبی یک رأس را در یک گراف تعیین می‌کند. مهم و مرکزی بودن یک رأس در یک گراف از جنبه‌های مختلفی قابل ارزیابی است. با پیدایش نظریهٔ نحو فضا در معماری و امکان تبدیل پلان‌های معماری به گراف می‌توان از این شاخص‌ها جهت تحلیل فضاهای موجود در پلان‌ها استفاده نمود. در گراف منتج از پلان فضاها، حوزه‌ها و عرصه‌های عملکردی رئوس گراف می‌باشند. مرکزیت داشتن یک فضا یا حوزه می‌تواند از جهات مختلف تعریف گردد. بنابراین در ابتدا عملکرد هر فضا و نحوهٔ ارتباط آن با سایر فضاهای موجود در پلان باید تعریف شود. فرض اصلی در این پژوهش این است که می‌توان از مفاهیم موجود در معیارهای مرکزیت جهت تحلیل ارتباطات حرکتی در پلان‌های عملکردی استفاده نمود. سؤال اصلی این است که مفاهیم مرکزیت چگونه در جهت تفسیر عملکرد یک حوزه یا فضا به کار گرفته می‌شوند؟ هدف اصلی این پژوهش اعمال مفاهیم معیارهای مرکزیت بر دیاگرام‌های ارتباط فضائی و یا گراف حاصل از پلان‌های عملکردی برای تحلیل عملکرد فضاها و حوزه‌ها جهت ارزیابی قبل از بهره‌برداری[2] و ارزیابی پس از بهره‌برداری[3] می‌باشد. استفاده از این روش می‌تواند به چیدمان فضایی کارا در پلان‌های عملکردی منجر گردد.

۲- بیان مسئله تحقیق

سازمان‌دهی فضا از اصلی‌ترین وظایف معمار است و سازمان‌دهی درست و مناسب فضاها نقش مهمی را در کارائی یک پلان ایفاء می‌کند. بنابراین اگر بتوان پیش از ساخته شده طرح، ارتباطات فضایی پیشنهاد شده برای آن را مورد ارزیابی قرار داد و خطاهای احتمالی آن را رفع نمود، می‌توان به ارتباطات فضائی کاراتر دست یافت. اهمیت این موضوع در پلان‌های عملکردی دو چندان می‌شود. این ارزیابی پس از ساخت و بهره‌برداری نیز می‌تواند صورت پذیرد که در بسیاری از مواقع موجب صرف وقت و هزینهٔ بسیار می‌گردد. تغییر چیدمان فضایی پس از بهره‌برداری هم اکنون در بسیاری از پلان‌های درمانی و به خصوص اورژانس‌ها که از عملکردی‌ترین کاربری‌ها هستند، جهت بهبود جریان حرکت بیماران صورت می‌گیرد. زیرا چیدمان فضایی نادرست در اینگونه پلان‌ها موجب از دست دادن بیمار می‌شود.

۳- مرور ادبیات تحقیق

گراف‌ها مدل‌هایی جهت نمایش شبکه‌ها می‌باشند. گراف منتج از روابط فضایی پلان، شبکه‌ای است که در آن

www.SID.ir

Archive of SID

گره‌ها معرف فضاها می‌باشند و یال‌ها معرف ارتباط بین فضاها هستند. پژوهش در زمینهٔ تحلیل شبکه‌ها از دههٔ ۱۹۳۰ آغاز شد. "یک روش مطالعهٔ شبکه‌های پیچیده، تحلیل ساختار شبکه (ارتباطات فضایی) است. به این معنا که می‌توان با به کارگیری معیارهایی ناهمگونی گره‌ها (فضاها) را نشان داد و آنها را براساس "اهمیت ساختاری‌اشان" یا "مرکزیت" رتبه‌بندی کرد. لازم به ذکر است که مطالعه در خصوص مرکزیت نباید با جستجو جهت یافتن "بهترین گره‌ها" اشتباه گرفته شود (Nourian, 2016: 78)". "اولین پژوهش کاربردی مربوط به مرکزیت تحت هدایت باولاس[۴] در آزمایشگاه شبکهٔ گروه ام.آی.تی در اواخر دههٔ ۱۹۴۰ صورت گرفت. اولین مطالعات توسط هارولد لیویت[۵] در سال ۱۹۴۹ و سیدنی اسمیت[۶] در سال ۱۹۵۰ انجام شد و توسط باولاس و بارت[۷] (۱۹۵۱) ادامه یافت و برای اولین بار با ذکر جزئیات توسط لیویت (۱۹۵۱) شرح داده شد (Freeman, 1978)". "پیتز[۸] (۱۹۶۵) پیامدهای مرکزیت در مسیرهای ارتباطی را جهت توسعهٔ شهری بررسی کرد. او شبکهٔ حمل و نقل رودخانه‌ای قرن دوازدهم را در روسیهٔ مرکزی با به کارگیری نتایج حاصل از این پژوهش‌ها احیاء کرد. او تلاش کرد تا برتری شهر مدرن مسکو را در میان بسیاری از روستاهای ناحیه نشان دهد. با این پژوهش او ثابت کرد که مسکو، مرکز اصلی در شبکهٔ حمل و نقل و ارتباطات روسیهٔ قرون وسطی بوده است (Pitts, 1965)". "بوچامپ[۹] (۱۹۶۵) و ماکنزی[۱۰] (۱۹۶۶) هر دو به جستجوی مفاهیم مرکزیت جهت طراحی سازمان‌ها پرداختند. بوچامپ پیشنهاد کرد که کارایی یک سازمان جدید را می‌توان باجانمایی درست واحدهای آن با به کارگیری شاخص‌های مرکزیت ارتقاء داد. این کار روابط عملکردی را بهبود می‌بخشید (Beauchamp, 1965)". در یک تقسیم‌بندی از شاخص‌های مرکزیت، می‌توان این شاخص‌ها را به دو دستهٔ خرد و کلان تقسیم‌بندی کرد. شاخص‌های خرد عملکرد (فردی) هر یک از گره‌های موجود در شبکه را مورد بررسی قرار داده و موجودیت‌های مهم و تأثیرگذار را مشخص می‌کنند. این در حالی است که شاخص‌های کلان، به بررسی توپولوژی، ساختار و ویژگی‌های کلی شبکه‌ها می‌پردازند. برخی از شاخص‌های مرکزیت کلان عبارتند از: (چگالی[۱۱]، ضریب خوشه‌بندی[۱۲]، تمرکز شبکه[۱۳] و ...). با پیدایش نظریهٔ نحوفضا در معماری امکان به کارگیری این شاخص‌ها جهت تحلیل پلان‌های معماری فراهم شد.

گرچه نظریهٔ نحو فضا توسط بیل هیلیروجولیانسون درسال ۱۹۸۴، با کتاب منطق اجتماعی فضا پا به عرصهٔ دانشکده‌های معماری گذاشت، محققین و دانشگاهیان ایران برای نخستین بار در سال ۲۰۰۲ به طور مبسوط و روش‌مند با مبانی نظری آن آشنا گشته‌اند. تلاش‌های نامنسجم محققان ایرانی اوایل دههٔ ۸۰ (عباس‌زادگان،۱۳۸۱؛ جمشیدی، ۱۳۸۲)، برای وارد کردن این مباحث در دانشکده‌های معماری و شهرسازی، در اواخر دههٔ مذکور شکل وسیع‌تری به خود گرفته و در اوایل دههٔ ۹۰ به اوج خود می‌رسد. در این برهه، خیل عظیمی از مطالعات شهری بر پایهٔ نظریهٔ مذکور در شهرهای مختلف ایران شکل و نضج می‌گیرد (یزدان‌فر، ۱۳۸۸؛ شکوهی، ۱۳۸۹؛ ریسمانچیان، ۱۳۸۹ الف؛ ریسمانچیان، ۱۳۸۹ ب؛ ریسمانچیان، ۱۳۹۰؛ عباس‌زادگان، ۱۳۹۱ الف؛ عباس‌زادگان، ۱۳۹۱ ب؛ ملازاده، ۱۳۹۱؛ جعفری بهمن، ۱۳۹۱؛ پیله‌ور، ۱۳۹۱).

نکته‌ای که در این میان مشهود است عدم بررسی دیگر جوامع تحقیقاتی است که گاهی بر روی مسائل مشابه مشغول به پژوهش هستند و ممکن است در نگاه اول به یکدیگر مرتبط نبوده و نتایج یکدیگر را تأیید نکنند. امّا اگر شناخت وسیعی در این زمینه وجود داشته باشد می‌توان اتصال آنها به یکدیگر را به طور کامل درک کرد. این پژوهش سعی در بررسیِ ارتباط دو مسئلهٔ مشابه مطرح در دو جامعهٔ پژوهشی ریاضی و علوم کامپیوتر و معماری دارد. مسئلهٔ تحلیل ساختار گراف در زمینه‌های مختلفی چون تحلیل شبکه‌های اجتماعی، طراحی شبکه و ... مطرح است. با پیدایش نظریهٔ نحوفضا در معماری و امکان تبدیل پلان‌های معماری به گراف به نظر می‌رسد که بتوان از این نظریه و مفاهیم مرکزیت مطرح در آن جهت تحلیل ساختار گراف منتج از پلان‌های معماری نیز استفاده نمود. این پژوهش سعی در بررسی مفاهیم شاخص‌های مرکزیت مطرح در نظریهٔ نحوفضا و تئوری گراف دارد. از آنجا که در این پژوهش هدف تحلیل عملکرد یکایک فضاهاست شاخص‌های مرکزیت خرد مطرح در تحلیل شبکه‌ها و تئوری گراف مورد توجّه قرار گرفته‌اند.

۴- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، پژوهشی کاربردی و از نظر ماهیت، پژوهشی کمی می‌باشد. روش انجام پژوهش مبتنی بر شبیه‌سازی کامپیوتری با استفاده از نرم‌افزار سایتواسکیپ بوده است. نمونه‌گیری به صورت مکاشفه‌ای[۱۴] صورت گرفته است. نمونه‌گیری مکاشفه‌ای یا اکتشافی روشی است که در

www.SID.ir

Archive of SID

آن به یک مورد واحد که معرف یک پدیده است دسترسی ایجاد می‌شود در حالی که قبلاً امکان بررسی علمی پدیده وجود نداشته است. چنین مواردی بسیار محدود هستند و دسترسی به آنها بسیار با ارزش است. جهت تفسیر معیارهای مرکزیت یکی از عملکردی‌ترین کاربری‌ها یعنی اورژانس بیمارستان انتخاب گردیده است. بخش اورژانس بیمارستان یکی از بخش‌های مهم و اصلی آن محسوب می‌گردد به گونه‌ای که بر فعالیت سایر قسمت‌های بیمارستان تأثیرگذار است. این بخش موظف است تمام بیمارانی را که با هر نوع بیماری‌ایی که به آن مراجعه می‌کند، پذیرش کرده و اقدامات درمانی لازم را انجام دهد. بویژه باید آمادگی کامل را جهت پذیرش و کاهش خطر برای بیمارانی که دچار حادثه و یا هرگونه وضعیت حاد و فوری شده‌اند داشته باشد. بخش اورژانس شبیه به یک بیمارستان کوچک است و یک واحد کامل و مستقل در یک بیمارستان و در عین حال در تعامل با تمامی واحدهای فعال بیمارستان بوده و در نتیجه روابط عملکردی بین فضاها و حوزه‌های موجود در این بخش از اهمیت بسزایی برخودار است. اصولاً دسترسی به پلان‌های بیمارستانی به لحاظ مسائل امنیتی کار ساده‌ای نیست. امّا از آنجا که در این پژوهش هدف **بیان روشی** است تا با به کارگیری آن بتوان پلان‌های عملکردی را به کمک شاخص‌های مرکزیت موجود در تئوری گراف تحلیل نمود، یک پلان اورژانس جهت تحلیل آورده شده است. این پلان نمونه‌ای از پلان‌های اورژانس معمول طراحی شده در ایران است. در این پلان حوزه‌ها و فضاهای اصلی مربوط به این بخش وجود دارند و چیدمان فضایی در آن قابل مشاهده است. در نتیجه این پلان می‌تواند نمونهٔ خوبی جهت نمایش این **روش** باشد. این پلان در شکل ۱ نمایش داده شده است.

The Names of Spaces	Plan
(0)Hospital yard(Outer Space), (2)Emergency Lobby, (4) Triage, (5) Waiting room, (8) Reception, (9) Hospital Discharge, (10) Cash Desk, (13) Pharmacy, (22) Nurse rest room, (24)W.C, (33) CPR, (34) Surgery Room, (35) Scrub, (36) Clean room, (38) Equipment room,(83) Observation Zone, (91) W.C,(93)Nurse Station,(94) Medicine room,(138) Doctor's office, (166) General Treatment Zone, (167) Acute Treatment Zone, (267) W.C, (268) W.C, (285) Cleaning room, (290) W.C, (335) Isolation room, (336) W.C, (337) ,(95) W.C	

Fig. 1 An example of an emergency department plan

در این پژوهش از نظریهٔ نحوفضا جهت برخوداری از مفاهیم موجود در تئوری گراف و استخراج روابط حرکتی و سکانس‌های فضایی استفاده شده است. در فضاهای موجود در بخش اورژانس به علت انعطاف در پلان طراحی شده بسیاری از فضاها به چندین عملکرد (عرصهٔ عملکردی) اختصاص یافته‌اند که جهت پیشبرد کار به هر یک کد جداگانه اختصاص داده شد (جدول ۲). در این راستا راهروها و فضاهای واسط نیز شماره‌گذاری شدند زیرا در اورژانس بسیاری از روابط حرکتی، عملکردی و چیدمان فضاها توسط راهروها و فضاهای واسط پشتیبانی می‌شوند. از آنجا که هدف از پژوهش تحلیل چیدمان فضایی و در نظر گرفتن روابط حرکتی بود، به فضاهایی چون پذیرش، ترخیص، اطلاعات و ...(به علت داشتن عرصه) نیز کد اختصاص داده شد. سپس با توجّه به ارتباطات فضایی موجود (بین فضاها، حوزه‌ها و عرصه‌ها) در پلان (مورد تحلیل)، یک گراف از این روابط فضایی منتج شد. این گراف در شکل (۲) قابل مشاهده است.

www.SID.ir

Archive of SID

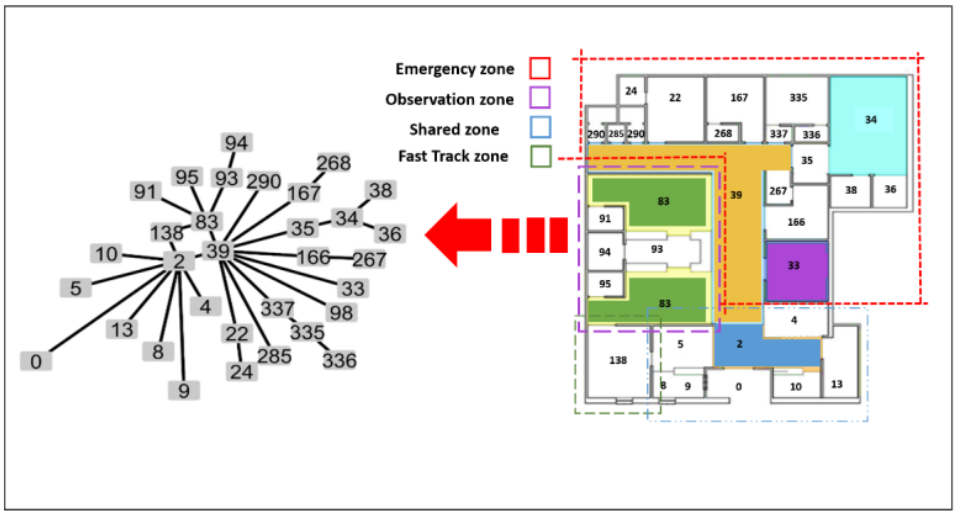


Fig. 2 The emergency department plan its spatial relation graph of it

در این پژوهش به ۳ دلیل شاخص‌های مرکزیت **بینیت** و **نزدیکی** محور اصلی پژوهش قرار گرفتند:

دلیل اول: در نظریهٔ نحو فضا مرکزیت با به کارگیری دو منطق یکپارچگی و انتخاب اندازه‌گیری می‌شود که هم معنا با دو شاخص مرکزیت **بینیت** و **نزدیکی** مطرح در تحلیل گراف و شبکه‌های اجتماعی هستند. **دلیل دوم:** از آنجا که پژوهش به دنبال بررسی **عملکرد** هر یک از فضاهای موجود در گراف منتج از پلان می‌باشد، در نتیجه شاخص‌های خرد موجود در تحلیل گراف هستند که می‌توانند در تحلیل عملکرد فردی هر یک از گره‌های موجود در شبکه مورد بررسی قرار گیرند. همانطور که پیشتر اشاره شد مهمترین شاخص‌های خرد موجود در تحلیل گراف مرکزیت **درجه**، مرکزیت **بینیت**، مرکزیت **نزدیکی**، بردار **ویژه** هستند.

دلیل سوم: هدف از تحلیل پیکره‌بندی فضایی به کمک شاخص‌های مرکزیت بررسی این مطلب است که آیا ارتباطات فضایی موجود بین حوزه‌ها، فضاها و عرصه‌های عملکردی پاسخگوی عملکرد مورد انتظار می‌باشند یا خیر؟ از آنجا که بخش اورژانس به جهت ماهیت عملکردی‌اش (نجات جان بیماران)، نیازمند گردش کاری مناسب و دسترسی سریع به بخش‌های حیاتی (بخش عملیاتی حوزهٔ فوریت) است، در نتیجه نحوهٔ دسترسی سایر فضاها به اینگونه حوزه‌ها و فضاها و همچنین قرارگیری این فضاها در کوتاهترین مسیرها بسیار حائز اهمیت است. این مفاهیم در دو شاخص مرکزیت **بینیت** و **نزدیکی** خلاصه می‌شوند.

با توجه به دلایل ذکر شده در این پژوهش آن دسته از شاخص‌هایی که نقش اصلی در تحلیل عملکردی فضاها یا حوزه‌ها داشته‌اند، مورد بحث و تحلیل قرار گرفته‌اند. برای اندازه‌گیری هریک از این شاخص‌ها برای یکایک فضاها، عرصه‌ها و حوزه‌ها گراف حاصل از ارتباطات فضایی پلان، به نرم‌افزار سایتواسکیپ وارد شد. سپس مقادیر محاسبه شده توسط نرم افزار با توجّه به مفاهیم این شاخص‌های مرکزیت مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحلیل در جداول (۲)، (۳) و (۴) قابل مشاهده است.

۵- شاخص‌های مرکزیت خرد در تحلیل شبکه

مهمترین شاخص‌های مرکزیت خرد عبارتند از: مرکزیت **درجه**، مرکزیت **نزدیکی**، مرکزیت **بینابینی** و مرکزیت **بردار ویژه**. "اطلاعات دربارهٔ اهمیت نسبی گره‌ها و یال‌ها در یک گراف می‌توانند از طریق شاخص‌های مرکزیت مورد تحلیل قرار بگیرند (Kosourukoff, 2011: 77-78)". هر کدام از شاخص‌ها اهداف متفاوتی را ارائه می‌دهند.

۵-۱- مرکزیت درجه

مرکزیت درجه تعداد اتصالاتی است که بر روی یک گره اتفاق می‌افتد. مرکزیت درجه نشان‌دهندهٔ میزان فعالیت یا ارتباطات یک گره با سایر گره‌های موجود در شبکه است. در شکل ۳ برای مثال یک پلان و گراف حاصل از آن جهت نمایش مرکزیت درجهٔ فضاهای موجود در آن آورده شده است. برای مثال فضای شمارهٔ ۱، دارای مرکزیت درجهٔ ۳ می‌باشد. این بدان معناست که این فضا به ۳ فضای ۲، ۰ و ۳ دسترسی مستقیم دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

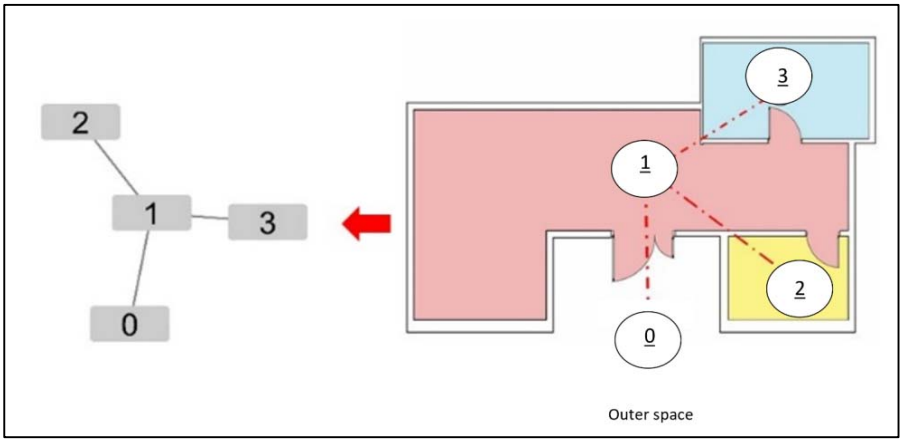


Fig. 3 A plan and its spatial relation graph

۲-۵- مرکزیت بینیت:

مرکزیت بینیت مقیاسی است که میزان دسترسی یک فضا به شبکهٔ فضایی را تعیین می‌کند و توسط فریمن[۱۵] در سال ۱۹۷۷ اختراع شده است. این شاخص در تحلیل شبکه‌های اجتماعی مدرن[۱۶] و شبکه‌های فضایی استفاده می‌شود. از این شاخص در تولید مدل‌هایی جهت تحلیل نحوهٔ حرکت و گردش عابر پیاده و وسایل نقلیه استفاده شده است (Cooper, 2015; Jayasinghe, 2017; Omer et al., 2017; Patterson, 2016; Serra & Hillier, 2017)

شاخص بینیت یک گره، بیانگر تعداد بارهایی است که آن گره در کوتاه‌ترین مسیر میان هر دو گرهٔ دیگر در شبکه قرار می‌گیرد. گره‌های دارای بینیت بالا نقش مهمی در اتصال شبکه ایفاء کرده و از جایگاهی مرکزی در شبکه برخوردار هستند. برای یک گراف $G = (V,E)$ با n رأس، بینیت $C_B(v)$ برای رأس v به صورت زیر محاسبه می‌شود:

عبارت شماره (۱):

$$C_B(v) = \sum_{s,v,t \in V, s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$$

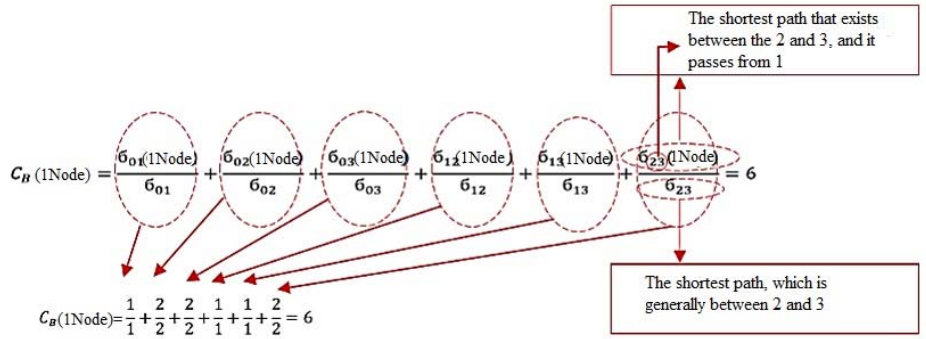
در عبارت شمارهٔ (۱) σ_{st} کوتاه‌ترین مسیر میان اتصال s و t می‌باشد و $\sigma_{st}(v)$ کوتاه‌ترین مسیر میان اتصال s و t است که از رأس v می‌گذرد (Kosourukoff, 2011, 81)". برای مثال در گراف نشان داده شده در تصویر (۱) جهت محاسبهٔ مرکزیت بینیت برای رأس شمارهٔ ۱ همانند جدول ۱ عمل می‌کنیم. در نظریه گراف‌ها مسئلهٔ یافتن کوتاه‌ترین مسیر، در واقع یافتن مسیری بین دو رأس (یا گره) است، به گونه‌ای که مجموع وزن یال‌های تشکیل دهندهٔ آن کمینه شود. در اینجا گراف مورد نظر وزن‌دار نمی‌باشد در نتیجه وزن تمام یال‌ها به صورت پیش فرض یک در نظر گرفته می‌شود.

Table 1: Variables needed to calculate the betweenness centrality of vertex (1)

The shortest path between the two graphs and the length of the one is going to be:	The shortest path in general is between the two graphs:
$\sigma_{01}(1\ Node)$: The shortest path that exists between the 0 and 1, and it passes from 1 = 1	σ_{01} : Between the 0 and 1 = 1
$\sigma_{02}(1Node)$: The shortest path that exists between the 0 and 2, and it crosses the 1st = 2	σ_{02} : Between the 0 and 2 = 2
$\sigma_{03}(1\ Node)$: The shortest path that exists between the 0 and 3, and it passes from 1, = 2	σ_{03} : Between the 0 and 3= 2
$\sigma_{12}(1\ Node)$: The shortest path that exists between the 1 and 2, and it crosses the 1st = 1	σ_{12} : Between the 1 and 2 = 1
$\sigma_{13}(1\ Node)$: The shortest path that exists between the 1 and 3, and is going to be 1 = 1	σ_{13} : Between the 1 and 3 = 1
$\sigma_{23}(1\ Node)$: The shortest path that exists between the two and the 3 and the second one is going = 2	σ_{23} : Between the 2 and 3 = 2

www.SID.ir

Archive of SID



۳-۵- مرکزیت نزدیکی

دو مفهوم **مرکزیت نزدیکی** و یکپارچگی فضایی (همانطور که در نحو فضا مطرح است) نزدیک به هم هستند (Nourian, 2016: 103). "شاخص **مرکزیت نزدیکی**، میزان نزدیکی یک گره به سایر گره‌های موجود در شبکه را نشان می‌دهد. هر چه یک گره به سایر گره‌های موجود در شبکه نزدیک‌تر باشد، از اهمیت بیشتر و جایگاه مرکزی‌تری برخوردار خواهد بود. به عبارت دیگر این شاخص نشان دهندهٔ این مطلب است که یک فضا در شبکه چقدر سریع و آسان می‌تواند به سایر فضاهای موجود در شبکه اتصال یابد (میرزایی، ۱۳۹۴: ۲۲)". "در توپولوژی[۱۷] و زمینه‌های مرتبط در ریاضیات، مرکزیت نزدیکی یکی از مفاهیم اساسی در یک فضای توپولوژیک[۱۸] است (Kosourukoff, 2011: 45)".

"توپولوژی به خصوصیاتی از فضا مرتبط است که تحت تغییر شکل‌های مداوم حفظ می‌شوند. مفاهیمی چون یکپارچگی، ارتباط، تقاطع یا گنجایش مستقیماً می‌توانند در روند طراحی به کار گرفته شوند. این مفاهیم مبنایی را برای ابعاد بعدی طرح ایجاد می‌کنند. توپولوژی ابزاری ساده و قدرتمند جهت نشان دادن و تحلیل راه‌حل‌های مختلف در معماری است. حرکات کاربران معمولاً به صورت انتزاعی توسط خواص توپولوژیکی آنها توصیف می‌شوند که اجازه می‌دهد بر روابط ساختاری بین واحدها بدون توجّه به جزئیات پدیده‌ها تمرکز کنند. به عنوان مثال برنامه‌ریزی عمومی درون یک بیمارستان را می‌توان با استفاده از ساختار اندام‌ها و خطوط بدون در نظر گرفتن جزئیات ضروری مانند اندازه‌ها یا فرم‌ها، تعداد کاربران یا سرعت حرکت توصیف کرد. چنین پیکره‌بندیِ شبکه‌ای همچنین می‌تواند توسط یک گراف یا دیاگرام (ارتباط فضایی) نشان داده شود. گراف روشی جهت نمایش یک شبکه است که در آن گره‌ها به وسیلهٔ مجموعه‌ای از یال‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند (Chías et al, 2019)". "علاوه بر این، توپولوژی امکاناتی را در مراحل ابتدایی طرح ایجاد می‌کند که در آن نیازی به تعیین ابعاد نیست و تعیین ابعاد فقط جهت ارضاء برخی از ویژگی‌های توپولوژی صورت می‌گیرد. این به دلیل توانایی توپولوژی جهت ایجاد نظم عمومی پروژه پیش از مرحلهٔ اندازه‌گذاری است. این ناشی از توانایی توپولوژی در جهت رساندن منظور کلی پروژه در هر مرحله و قبل از اندازه‌گیری می‌باشد. هر یک از این ابزارها به عنوان یک ضمیمه اصلی در مقایسه با دیگر مبانی هنری و علمی مبتنی بر ریاضیات و عبارات نظری شناخته می‌شوند. بنابراین مهم است که یک راه عملی برای نمایش ویژگی‌های معماری ارتباطات فضایی کشف شود (Chías and Abad, 2017) ". "فضای توپولوژیک به مجموعه‌ای از نقاط و همسایگی آنها گفته می‌شود که این نقاط توسط ساخت هندسی با همسایگی‌های خود مرتبط است (Korner, 2015: 15)". "فضای توپولوژیک مفهومی ریاضی و غیراقلیدسی است و در مقابل مفهوم اقلیدسی فضای متریک یا اندازه‌ای قرار می‌گیرد و می‌توان به وسیلهٔ آن مفاهیمی چون پیوستگی و هم‌بندی را تعریف کرد (Batty, 2004)". "در فضای معماری واقعی وقتی دو فضا به هم نزدیک هستند، این مفهوم به صورت طبیعی و در فضای متریک قابل تعریف است. امّا وقتی که این مفهوم به فضای توپولوژیکی تعمیم داده می‌شود، در آن صورت هیچ راه مشخصی برای اندازه‌گیری فاصله‌ها وجود ندارد. در این حالت مرکزیت نزدیکی می‌تواند شاخصی برای اندازه‌گیری میزان نزدیکی یک گره به سایر گره‌ها ایجاد کند (Kosourukoff, 2011: 45)" برای مثال می‌توان به شبکه خیابان‌های یک شهر اشاره داشت. تقاطع‌هایی که مرکزیت نزدیکی بالایی دارند بهترین مکان برای خدمات اضطراری هستند. به طور کلی تمام شاخص‌های مرکزیت از ابزارهای مطرح موجود در توپولوژی هستند. شاخص **مرکزیت نزدیکی** یک گره، بیانگر میانگین طول کوتاه‌ترین مسیرهای موجود میان آن گره و سایر گره‌های موجود در شبکه است.

www.SID.ir

Archive of SID

گره‌های دارای شاخص نزدیکی بالا، از قدرت تأثیرگذاری بیشتری در شبکه برخوردار بوده، نقش مرکزی‌تری در شبکه ایفا کرده و قابلیت دسترسی بیشتری برای سایر گره‌ها دارند. شاخص مرکزیت نزدیکی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

عبارت شماره (۲):

$$C_C(v) = \frac{|V|-1}{\sum_{u,v\in V, u\neq v} d(v,u)}$$

در عبارت شمارهٔ (۲) $d(v,u)$ فاصلهٔ بین دو گرهٔ u و v را اندازه‌گیری می‌کند که برابر با مجموع وزن یال‌های بین این دو گره می‌باشد، اگر یال‌های موجود در گراف (منتج از پلان) وزن نداشته باشند، تعداد یال‌های عبوری در کوتاهترین مسیر بین دو گره به عنوان فاصلهٔ بین دو گره شناخته می‌شود. V تعداد کل گره‌های موجود در شبکه را نشان می‌دهد. برای مثال جهت محاسبهٔ مرکزیت نزدیکی برای گرهٔ شمارهٔ ۱ در گراف موجود در شکل شمارهٔ (۳) به صورت زیر عمل می‌کنیم:

از آنجا که در گراف موجود در شکل شمارهٔ (۳)، ۴ گره وجود دارد، V برابر با ۴ است. فاصلهٔ گرهٔ ۱ با تمامی گره‌های موجود در گراف شمارهٔ ۰، ۲ و ۳ برابر با یک می‌باشد، در نتیجه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$C_C\left(\text{گرهٔ ۱}\right) = \frac{4-1}{d(1,0)+d(1,2)+d(1,3)}$$

$$C_C\left(\text{گرهٔ ۱}\right) = \frac{4-1}{1+1+1} = 1$$

در این پژوهش پلان بخش اورژانس جهت بررسی در نظر گرفته شده‌اند. در بخش اورژانس اهمیت دسترسی به برخی از فضاها نسبت به برخی دیگر حیاتی‌تر است و عدم جانمایی مناسب این قبیل فضاها، می‌تواند خطرات جانی برای بیمار داشته باشد. در نتیجه برای اطمینان از جانمایی درست فضاها و حوزه‌های ضروری مربوط به این بخش، به چگونگی تفسیر معیارهای مرکزیت جهت ارزیابی روابط بین فضاها یا حوزه‌ها پرداخته شده است.

۴-۵- مرکزیت بردار ویژه

"**مرکزیت بردار ویژه** بر این اصل بنا نهاده شده است که همهٔ یال‌های گراف دارای ارزش یکسان نیستند بلکه یال‌هایی که با رئوس تأثیرگذار شبکه پیوند دارند به نسبت سایر یال‌ها از ارزش بالاتری برخوردارند. بنابراین رئوس با مقادیر بالاتر، رئوسی هستند که با رئوس تأثیرگذار پیوند برقرار کرده‌اند (Borgatti, 2007 & Newman, 2010)".

"**بردار ویژه** میزان اتصال یک گره با سایر گره‌های مرکزی و قدرتمند در شبکه را محاسبه می‌کند، یعنی مرکزیت یک گره وابسته به مرکزیت گره‌های مجاور آن است. بدین صورت که هر چه یک گره ارتباطات بیشتر و مستحکم‌تری با سایر گره‌های مرکزی و قدرتمند در شبکه داشته باشد از اهمیت بیشتر و جایگاه مرکزی‌تری در شبکه برخوردار است. گره دارای بردار ویژهٔ بالا، به گره‌هایی متصل است که خود آن گره‌ها دارای مرکزیت درجه و بینیت بالایی بوده و در شبکه از موقعیت راهبردی برخوردارند (ستارزاده، ۱۳۹۵)". یکی از نظریه‌های موجود در معماری که توسط نظریهٔ گراف پشتیبانی می‌شود، نظریهٔ نحوفضا می‌باشد.

۶- نحو فضا

"نظریهٔ نحوفضا در معماری توسط هیلیر[۱۹] و هانسون[۲۰] در سال ۱۹۸۴ میلادی در لندن پایه ریزی شد (Makri & Folkesson, 2000, 9)". این نظریه در دههٔ ۸۰ میلادی با کمک تحلیل‌های رایانه‌ای، باعث توسعهٔ رویه‌ای و نظریه‌ای در تبیین منطق ارتباطی و اجتماعی فضاها در حوزه‌های شهرسازی و معماری گردید. "نظریهٔ نحوفضا به طور سنتی مبتنی بر توپولوژی است و اساساً جهت مطالعات مربوط به دسترسی و اتصال بین فضاهای شهری یا ساختمان‌های معماری پیچیده به کار می‌رود (Penn et al., 1998)". "نمودهای اجتماعی پیکره‌بندی فضائی را نه تنها در محیط‌های بزرگ و پیچیده بلکه در مقیاس‌های کوچک نیز می‌توان مشاهده کرد. تحلیل پیکره‌بندی فضائی ابزار مناسبی جهت مقایسهٔ پلان‌ها ایجاد کرده و روابط اجتماعی موجود در آنها را آشکار می‌کند. شباهت میان ساختمان‌های بومی تنها محدود به شکل و فرم نیست بلکه الگوهای موجود در تعاملات اجتماعی را نیز به نمایش می‌گذارد (Nourian, 2016: 25)". "این نظریه بر نقش هر فضا در ترکیب با دیگر عناصر شهر تأکید دارد. نکته مهم این است که روش چیدمان فضائی تنها یک ابزار مدلسازی ساده نبوده، و روشی برای درک پیچیدگی‌ها، الگوی توسعه و درک الگوهای رفتاری موجود در شهرها می‌باشد (Hillier et al., 1993)". "چیدمان فضا روشی است برای درک پیکره‌بندی فضا به نحوی که منطق عوامل اجتماعی به وجود آورنده آنها نیز قابل تشخیص باشند (Hillier &Vaughan, 2007) ". هارت[۲۱] و مور[۲۲] (۱۹۷۳) شناخت فضایی را آگاهی از بازنمایی درونی یا شناخت ساختارها، موجودیت‌ها و روابط فضایی تعریف کرده‌اند (Hart and Moore, 1973) "نظریهٔ نحو فضا امکان استفاده از مفاهیم موجود و مرتبط در نظریهٔ گراف را جهت تحلیل گراف‌های منتج از پلان‌های موجود و یا حتی قبل از رسیدن به پلان و در دیاگرام‌های روابط فضایی پیشنهادی مهیا می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

۱-۶- به کارگیری معیارهای مرکزیت در نظریهٔ نحوفضا

"در تئوری گراف و تحلیل شبکه، تعاریف متنوعی از مرکزیت یک رأس در یک گراف وجود دارد که اهمیت نسبی یک رأس را در گراف تعیین می‌کند (برای مثال میزان اهمیت یک فرد در یک شبکه اجتماعی یا در نظریه نحو فضا، میزان اهمیت یک فضا در ساختمان یا میزان استفادهٔ مناسب از یک جاده در یک شبکهٔ شهری) (Kosourukoff, 2011: 77-78)". " شاخص‌های مرکزیت، عمدتاً توسط محققین نحو فضا، جهت بررسی نحوهٔ حرکت افراد در فضاها به کار گرفته می‌شود. این شاخص‌ها امکان بررسی پتانسیل اجتماعی- عملکردی فضاها را در پلان فراهم می‌آورند. در واقع نحو فضا مجموعه‌ای از تکنیک‌ها را جهت تحلیل تنظیمات فضایی برای انواع مختلفی از طرح‌های معماری ارائه می‌دهد (Tarabieh et al., 2018)". "شاخص‌های مرکزیت یکی از بهترین ابزار جهت بررسی پتانسیل اجتماعی-عملکردی فضاها می‌باشند. برخی از شاخص‌های مرکزیت در نظریهٔ گراف به عنوان شاخص‌هایی کارا در مسائل ریخت‌شناسی معماری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Nourian, 2016: 76)". در نتیجه زمانی که ارتباطات موجود بین فضاهای موجود در یک پلان، تشکیل یک گراف را دادند، آن گراف می‌تواند به عنوان یک شبکهٔ اجتماعی- فضایی درنظر گرفته شود. در مرحلهٔ بعد گراف حاصل از روابط فضایی می‌تواند با توجّه شاخص‌های مطرح در نحو فضا تحلیل گردد. "این شاخص‌ها عبارتند از:

۱-۱-۶- ارتباط[۲۳]: به عنوان تعداد نقاطی تعریف می‌شود که یک نقطه به طور مستقیم با نقاط دیگر ارتباط پیدا می‌کند. برای مثال میزان ارتباط یک اتاق که دارای دو ورودی به فضاهای مجاور خود باشد، دو می‌باشد.

۲-۱-۶- یکپارچگی[۲۴] (هم‌پیوندی): هم پیوندی یک نقطه نشانگر پیوستگی یا جدایی یک نقطه از سیستم کلی یا سیستم پایین‌تر، درجه دو می‌باشد. فضایی دارای هم پیوندی زیاد است که با فضاهای دیگر دارای یکپارچگی بیشتری باشد. این شاخصه با شاخص «ارتباط» رابطه‌ای خطی دارد بدین صورت که هم پیوندی بیشتر برابر است با ارتباط بیشتر.

۳-۱-۶- کنترل[۲۵]: پارامتری است که درجه اختیار نقطه‌ای از نقاطی دیگر که به آنها متصل شده را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر هر چه یک نقطه به نسبت نقطه‌ای مشخص دارای درجه انتخاب کمتری باشد میزان کنترل بر آن کمتر است.

۴-۱-۶- انتخاب[۲۶]: (برای بررسی هویت فردی فضاهای عملکردی): یک مقیاس کلی از میزان (جریان در یک فضا) می‌باشد. در واقع یک فضا وقتی دارای میزان بالایی از انتخاب است که تعداد زیادی از کوتاه‌ترین مسیرهای ارتباط‌دهنده از آن فضا عبور کنند.

۵-۱-۶- عمق[۲۷]: ایده اولیه عمق به عنوان تعداد قدم‌هایی که برای گذر از یک نقطه به نقاط دیگر باید طی شود، تعریف می‌شود. یک نقطه در صورتی عمیق خوانده می‌شود که قدم‌های زیادی بین آن نقطه و دیگر نقاط موجود باشد (مداحی و معماریان، ۱۳۹۵)"."در نظریهٔ نحو فضا مرکزیت با به کارگیری دو منطق یکپارچگی و انتخاب اندازه‌گیری می‌شود. یکپارچگی همان شاخص مرکزیت نزدیکی[۲۸] مطرح در تحلیل گراف است. انتخاب (به معنای درمیان بودن) همان شاخص مرکزیت بینیت[۲۹] را نشان می‌دهد (Van Nes and Yamu, 2017)". در نتیجه تمرکز اصلی این پژوهش بر مفاهیم موجود در دو شاخص مرکزیت بینیت و نزدیکی قرار گرفته است

۷- یافته‌ها

همانطور که در روش تحقیق بیان شد، جهت تحلیل پلان در مرحلهٔ اول نیاز است تا ارتباطات فضایی موجود در پلان به گراف تبدیل شود، به همین دلیل ابتدا تمامی فضاها، حوزه‌ها و عرصه‌های عملکردی کدگذاری شدند. برای مثال حوزهٔ مشترک که همانند یک لابی برای اورژانس عمل می‌کند دارای کد شمارهٔ (۲) می‌باشد. در این حوزه عرصه های عملکردی چون صندوق، ترخیص، پذیرش و فضای انتظار مراجعین و همراهان وجود دارد. به علاوه این حوزه به حوزهٔ فوریت و حوزهٔ سرپایی دسترسی دارد. در این پلان به علت کوچک بودن اورژانس مورد بررسی حوزهٔ سرپایی به یک اتاق معاینه عمومی محدود شده است. حوزهٔ مشترک به فضاهای عملکردی دیگری چون اتاق تریاژ و داروخانه نیز دسترسی دارد که در نتیجه گراف حاصل از ارتباطات این حوزه در شکل ۴ نمایش داده شده است.

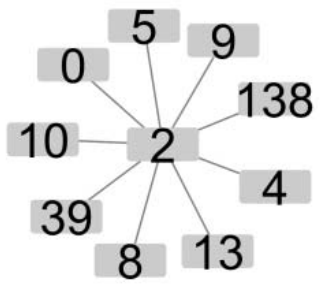


Fig. 4 The Special Relation of Vertex (2)

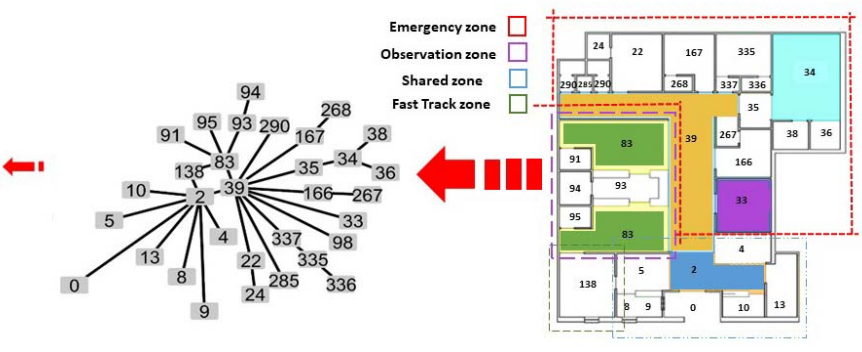
www.SID.ir

Archive of SID

جهت محاسبهٔ معیارهای مرکزیت گراف حاصل از روابط فضایی پلان به نرم‌افزار سایتواسکیپ وارد شد. نتیجهٔ این محاسبه در قالب جداول (۲)، (۳) و (۴) نشان داده شده است. در جدول ۲ **مرکزیت بینیت** برای تمامی گره‌های موجود در گراف محاسبه شده است. از۳۲ گره موجود، ۳ گره نمایندهٔ **حوزهٔ مشترک** (با کد ۲)، **فوریت** (با کد ۳۹) و **تحت نظر** (با کد ۸۳) هستند. بقیهٔ گره‌ها ریزفضاهای مربوط به هر حوزه می‌باشند. همانطور که در جدول شمارهٔ (۲) مشاهده می‌شود، ریزفضاها و حوزه‌ها براساس اندازهٔ **مرکزیت بینیت** از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند. همانطور که مشخص است از ۳۲ گره موجود در گراف، تنها ۱۲ گره دارای **مرکزیت بینیت** هستند و بقیهٔ گره‌ها دارای **مرکزیت بینیت** هستند. همانطور که اشاره شد این شاخص می‌تواند تعیین کند که یک فضا به چه میزان نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در جریان حرکت در یک گراف دارد و چقدر به عنوان یک فضای بینابینی و واسط در کوتاهترین مسیرهای موجود بین هر دو فضای موجود در پلان مشارکت داشته است. در نتیجه از ۳۲ فضا و حوزهٔ موجود در پلان تنها ۱۲ فضا و حوزه هستند که دارای مرکزیت بینیت می‌باشند. در میان این فضاها و حوزه‌ها، **حوزهٔ فوریت** (با کد ۳۹) دارای بالاترین **مرکزیت بینیت** است در نتیجه بالاترین تأثیر را بر روابط موجود در پلان دارد.

Table 2: The calculation of betweenness centrality for all vertexes

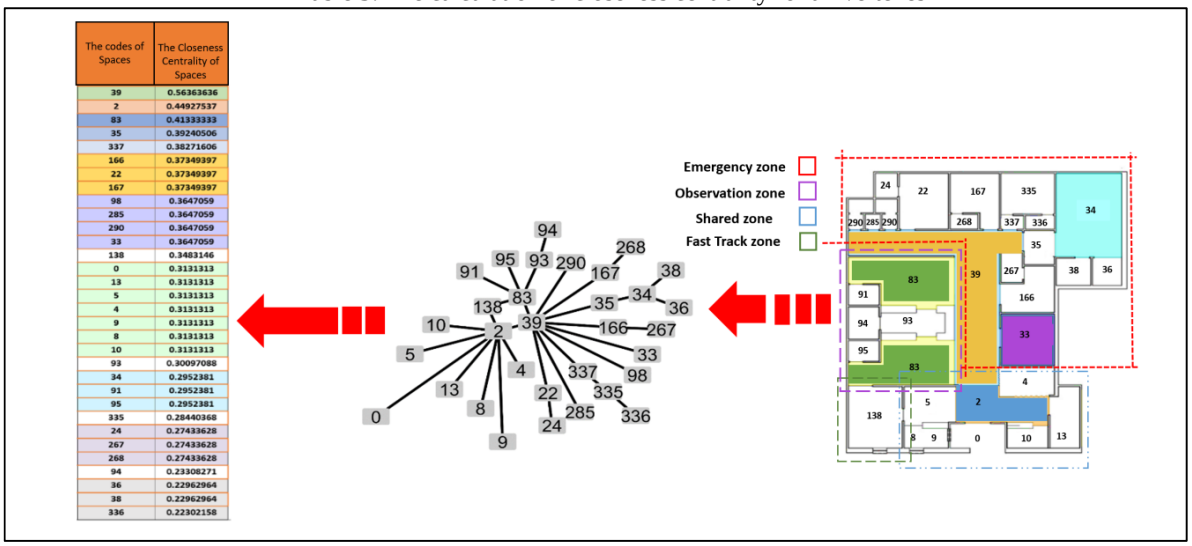
The Codes of spaces	The Betweenness Centrality
39	764.0
2	396.0
83	244.0
35	168.0
34	118.0
337	116.0
335	60.0
167	60.0
166	60.0
93	60.0
22	60.0
138	40.0



در جدول ۳ مرکزیت نزدیکی نیز برای گره‌های موجود در گراف محاسبه شده است. این شاخص نشان می‌دهد که چه میزان یک گره (فضا، حوزه) به سایر گره‌ها (فضاها، حوزه‌ها) نزدیک است. **حوزهٔ فوریت** (با کد ۳۹) دارای بالاترین میزان **مرکزیت نزدیکی** در این گراف است.

Table 3: The calculation of closeness centrality for all vertexes

The codes of Spaces	The Closeness Centrality of Spaces
39	0.56363636
2	0.44927537
83	0.41333333
35	0.39240506
337	0.38271606
166	0.37349397
22	0.37349397
167	0.37349397
98	0.3647059
285	0.3647059
290	0.3647059
33	0.3647059
138	0.3483146
0	0.3131313
13	0.3131313
5	0.3131313
4	0.3131313
9	0.3131313
8	0.3131313
10	0.3131313
93	0.30097088
34	0.2952381
91	0.2952381
95	0.2952381
335	0.28440368
24	0.27433628
267	0.27433628
268	0.27433628
94	0.23308271
36	0.22962964
38	0.22962964
336	0.22302158



www.SID.ir

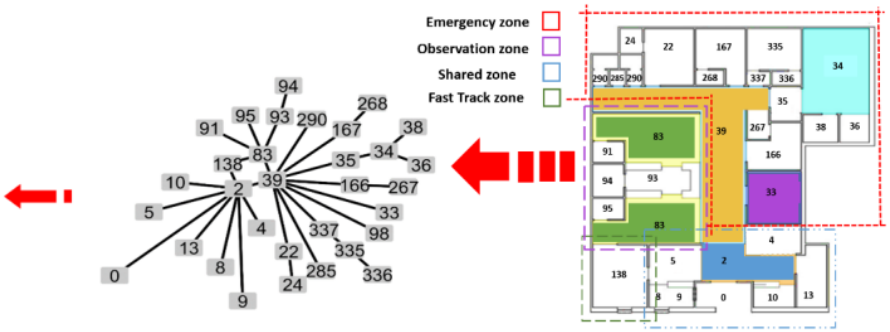
Archive of SID

همانطور کـه در گـراف حاصـل از روابـط فضـایی پـلان مشاهده می‌شود. اتاق احیاء و دیگر فضاهای عملیاتی بخـش اورژانس در این حوزه قرار گرفته‌اند. ایـن مطلـب مـی‌توانـد عملکرد درست این حوزه در طراحی را نشان دهـد، زیـرا در بخش اورژانس در هر زمان احتمال وخیم شدن حـال بیمـار وجود دارد و نزدیکی این حوزه به تمامی فضـاها و حـوزه‌هـا می‌تواند در نجات جان بیماران مؤثر باشد.

در جدول ۴ مرکزیت بردار ویژه برای هـر گـره محاسـبه شده است. همانطور که اشاره شد بردار ویـژه میـزان اتصـال یک گره با سایر گـره‌هـای مرکـزی و قدرتمنـد در شـبکه را محاسبه می‌کند، یعنی مرکزیت یک گره وابسته به مرکزیـت گره‌های مجاور آن است. همانطور که مشاهده مـی‌شـود بـاز هم حوزۀ فوریت دارای بالاترین **مرکزیت بردار ویژه** است.

Table 4: The calculate of eigenvector centrality for all vertexes

The Codes of Spaces	The Eigenvector Centrality
39	0.5840909
2	0.42726025
83	0.26789656
138	0.18863857
35	0.17204571
337	0.17085068
166	0.16983171
22	0.16983171
167	0.16983171
98	0.15758711
285	0.15758711
290	0.15758711
33	0.15758711
5	0.11682996
0	0.11682991
13	0.1168299
4	0.1168299
9	0.1168299
8	0.116829894
10	0.116829835
93	0.07736725
91	0.071808666
95	0.071808666
34	0.05340265
335	0.049026012
24	0.04528273
267	0.04528273
268	0.04528273
94	0.020884164
36	0.01445859
38	0.01445859
336	0.01326355



۸- نتیجه‌گیری

با پیدایش نظریۀ نحو فضا در معماری که به طور سـنتی مبتنی بر توپولوژی است، امکـان تحلیـل روابـط فضـایی بـه کمک شاخص‌های مرکزیـت بـه وجـود آمـد. شـاخص‌هـای مرکزیت مطرح در نظریۀ نحوفضا دارای انواع مختلفی اسـت که بسته به مسئله می‌توانند مورد استفاده قرار گیرنـد. ایـن شاخص‌ها عبارتند از: **ارتباط**، **یکپارچگی**، **کنترل**، **انتخاب** و **عمق**. از آنجـا کـه در نظریـۀ نحـو فضـا مرکزیـت بـا بـه کـارگیری دو منطـق یکپـارچگی و انتخـاب انـدازه‌گیـری می‌شود، این دو مرکزیت معـادل بـا دو شـاخص **مرکزیـت بینیت و نزدیکی** مطرح در تئوری گراف هستند. در نتیجه تمرکز اصلی این پژوهش بر مفـاهیم موجـود در دو شـاخص **مرکزیت بینیت** و **نزدیکی** قـرار گرفـت، هـر چنـد کـه دو شاخص **مرکزیت درجه** و **بـردار ویـژه** نیـز بررسـی شـد. محاسبۀ شاخص‌های مرکزیت در شبکه‌های بزرگ و پیچیده کارِ ساده‌ای نیست در نتیجه برای محاسبۀ این شاخص‌هـا از نرم‌افزار سایتواسکیپ کمک گرفته شد. این شاخص‌ها بـرای هر یک از گره‌های موجود در گراف که معرف یـک فضـا (در پلان در دسـت طراحـی و یـا در پـلان موجـود) مـی‌باشـد، محاسبه می‌گردد. از آنجـا کـه ایـن شـاخص‌هـا بـه صـورت کمـی(عـددی) هسـتند مـی‌تـوان فضـاهای دارای شـاخص مرکزیت بیشتر را به راحتـی یافـت و براسـاس عملکردشـان مورد ارزیابی و تحلیل قرار داد. بنابراین معمار می‌تواند قبـل از طراحی پلان و از روی دیاگرام ارتباطات فضایی و یا حتـی پس از طراحی پلان طـرح را مـورد ارزیـابی قـرار داده و بـا اعمال تغییرات حاصل از تحلیل روابط فضایی کارائی پلان را بهبود بخشد. درک شاخص‌هـای مرکزیـت در گـراف توسـط ذهن انسان و براساس تجربه نیز می‌تواند صورت پـذیرد، امّـا بسیار زمان‌بر بوده و در شبکه‌های پیچیده کـه دارای تعـداد زیاد فضا (مانند مراکز تجـاری بـزرگ، بیمارسـتان، کارخانـه و...) هستند، چالش‌های زیـادی را دربـر خواهـد داشـت. در صورتی‌که این کار به آسانی به کمک نرم‌افزارهـا، بـا دقـت و سرعت بالا صورت می‌پذیرد. در این میان دانستن منطق کار توسط انسان‌ها می‌تواند در ارزیابی نتیجـه و تحلیـل صـورت گرفته توسط کامپیوترها راهگشا باشد. در نتیجه با محاسـبه و تحلیل شاخص‌های مرکزیت مـی‌تـوان فهـم پیکـره‌بنـدی

www.SID.ir

Archive of SID

فضاها را تسریع بخشد. در حقیقت شاخص‌ها به ارزیابی ارتباطات فضایی کمک می‌کنند. فرض مطرح در این پژوهش به کارگیری شاخص‌های مرکزیت موجود در نظریهٔ گراف جهت تحلیل پلان‌های معماری بود. پژوهش حاضر با محاسبهٔ این مرکزیت‌ها توانست ساختار و توپولوژیِ گراف منتج از پلان اورژانسِ یک بیمارستان را مورد ارزیابی و تحلیل قرار دهد. در این تحلیل و با مقایسهٔ مرکزیت نزدیکی فضاها و حوزه‌ها مشخص شد که حوزهٔ فوریت دارای بالاترین مرکزیت نزدیکی است. مرکزیت نزدیکی نشان می‌دهد که یک فضا در یک شبکهٔ فضایی چقدر سریع و آسان می‌تواند به سایر فضاهای موجود در شبکه دسترسی داشته باشد، به دلیل ماهیت عملکردی بخش اورژانس، حوزهٔ فوریتِ موجود در آن باید دارای بالاترین مرکزیت نزدیکی باشد زیرا در این حوزه بخش‌های عملیاتی مانند اتاق احیاء، اتاق عمل و ... قرار گرفته‌اند. در نتیجه جانمایی این حوزه با توجه به عملکردش در پلان به درستی صورت گرفته است. زمانی‌که مرکزیت بینیت یک فضا بالا باشد، بدین معناست که یک فضا در کوتاه‌ترین مسیرهای موجود در شبکهٔ فضایی قرار گرفته است، در نتیجه در پلان‌ها فضاهایی باید دارای مرکزیت بینیت بالایی باشند که نقشی حیاتی را در عملکرد پلان ایفاء می‌کنند. در اورژانس‌ها حوزهٔ فوریت است که حیاتی‌ترین نقش را در عملکرد اورژانس بازی می‌کند. شاخص یکپارچگی و شاخص ارتباط با یکدیگر رابطه‌ای خطی دارند، بدین صورت که یکپارچگی (هم‌پیوندی) بیشتر برابر با ارتباط بیشتر است. شاخص ارتباط در نظریهٔ نحوفضا معادل با شاخص مرکزیت درجه است. بنابراین می‌توان گفت که مرکزیت درجه و مرکزیت نزدیکی نیز رابطهٔ خطی دارند و مرکزیت نزدیکی بیشتر برابر با مرکزیت درجهٔ بیشتر است. این محاسبات منجر می‌شود تا معمار در مراحل ابتدایی طراحی و در فاز برنامه‌ریزی فضایی از سازمان‌دهی درست و عملکردی فضاها که از اصلی‌ترین وظایف او است اطمینان حاصل کند. اهمیت این مطلب به خصوص در مورد پلان‌های عملکردی دو چندان می‌شود. از جمله پلان‌های عملکردی پلان‌های درمانی و پلان کارخانه‌ها می‌باشند که در پلان‌های درمانی با جان انسان‌ها و در چیدمان فضاهایی کارخانه‌ها با افزایش هزینه در انتقال و جابه‌جایی مواد اولیه و محصولات مواجه خواهیم بود. بررسیِ کاربردِ دیگر شاخص‌هایِ مرکزیت موجود در نظریهٔ گراف و شبکه‌های اجتماعی جهتِ تحلیلِ پلان‌هایِ معماری می‌تواند موضوع تحقیقات آتی باشد. برای مثال می‌توان به شاخص‌های کلان مطرح در تئوری گراف اشاره کرد.

پی‌نوشت:

1. SP(Space Planning)
2. Pe.O.E
3. P.O.E
4. Bavelas
5. Leavitt
6. Smith
7. Barett
8. Pitts
9. Beauchamp
10. Mackenzie
11. Density
12. Clustering Coefficient
13. Network Centralization
14. Revelatory Case Sampling
15. Freeman
16. SNA (Social Network Analysis)

۱۷. توپولوژی یا توپوشناسی شاخه‌ای از ریاضیات است که به بررسی فضاهای توپولوژیکی و خواص بنیادی فضا از جمله هم‌بندی می‌پردازد.

۱۸. در توپولوژی و شاخه‌های مربوط به آن در ریاضیات، یک فضای توپولوژیک یک مجموعه از نقاط است، همراه با مجموعه‌ای از همسایگی‌ها برای هر نقطه، که از مجموعه‌ای از اصول که نقاط را به همسایه‌ها مرتبط می‌کنند، پیروی می‌کند.

19. Hillier
20. Hanson
21. Hart
22. Moore
23. Connectivity
24. Integration
25. Control
26. Choice
27. Depth

www.SID.ir

Archive of SID

28. Closeness Centrality
29. Betweenness Centrality

فهرست منابع

- پیله‌ور، علی‌اصغر؛ عطایی، سینا؛ زارعی، عبدالله (۱۳۹۱). بررسی تأثیر میان کنش فضایی بر تعادل فضایی در ساختار شهری بجنورد با استفاده از فن نحو فضا، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۹، صص. ۸۷- ۱۰۲.
- جعفری، بهمن؛ خانیان، مجتبی (۱۳۹۱). مشکل‌یابی طرح‌های جامع از دیدگاه رفتاری و مقایسه آن با وضع موجود به روش نحو فضا، نمونه موردی محله کبابیان شهر همدان، معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، شماره ۹، صص. ۲۸۵-۲۹۵.
- جمشیدی، محمود (۱۳۸۲). ملاحظاتی در مورد نظریهٔ نحو فضا، مجله جستارهای شهرسازی، شمارهٔ ۶، صص. ۲۰-۲۵.
- ریسمانچیان، امید (۱۳۸۹). برخورد روشمند در مدیریت حرکت عابر پیاده، تحلیل و مقایسه میزان دسترسی در نمونه موردی محله نظام‌آباد و یوسف آباد، ماهنامه منظر، مرکز پژوهشی هنر، معماری و شهرسازی، شماره ۸، سال هشتم، صص. ۳۶-۳۸.
- ریسمانچیان، امید؛ بل، سایمون (۱۳۸۹). شناخت کاربردی روش نحو فضا در درک پیکره‌بندی فضایی شهرها، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، شماره ۴۳، صص. ۴۹-۵۶.
- ریسمانچیان، امید؛ بل، سایمون (۱۳۹۰). بررسی جداافتادگی فضایی بافت‌های فرسوده در ساختار شهر تهران به روش نحو فضا، فصلنامه علمی- پژوهشی باغ نظر، مرکز پژوهشی هنر، معماری و شهرسازی نظر، شماره ۱۷، سال هشتم، صص. ۶۹-۸۰.
- ستارزاده، اصغر؛ گلینی مقدم، گلنسا؛ مؤمنی، عصمت (۱۳۹۵). تحلیل ساختار شبکه همکاری‌های علمی پژوهشگران حوزهٔ علوم پایه پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳، مطالعات دانش شناسی، سال دوم، شمارهٔ ۶.
- شکوهی، مهشید (۱۳۸۹). ارتقاء عملکردی-کالبدی گذر تاریخی هفت منبر، نامه معماری و شهرسازی، شماره سوم، صص. ۵۷-۶۴.
- شهری، شقایق؛ معطر، بردیا؛ یکی‌تا، حامد؛ رادفر، نگار (۱۳۹۰). استاندارد برنامه‌ریزی و طراحی بیمارستان ایمن (بخش اورژانس)، تهران: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، جلد ششم.
- عباس‌زادگان، مصطفی (۱۳۸۱). روش نحو فضا در فرآیند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۹، صص. ۶۴-۷۵.
- عباس‌زادگان، مصطفی؛ بیدرام، رسول؛ مختارزاده، صفورا (الف ۱۳۹۱). نگاهی ساختاری به اصلاح شبکه معابر در بافت‌های فرسوده جهت حل مشکل نفوذپذیری و انزوای فضایی این محلات، نمونه موردی: بافت فرسوده مشهد، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۳۰، صص. ۱۶۳-۱۷۸.
- عباس‌زادگان، مصطفی؛ مختارزاده، صفورا؛ بیدرام، رسول (ب ۱۳۹۱). تحلیل ارتباط میان ساختار فضایی و توسعه یافتگی محلات شهری به روش نحو فضا مطالعه موردی: شهر مشهد، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ۱۴، صص. ۴۳-۶۲.
- مداحی، مهدی؛ معماریان، غلامحسین (۱۳۹۵). تجزیه و تحلیل پیکره‌بندی فضایی خانه‌های بومی با رویکرد نحوفضا (نمونه موردی: شهر بشرویه)، مسکن و روستا، شمارهٔ ۱۵۶، صص. ۴۹-۶۶.
- ملازاده، عباس؛ پسیان، وحید بارانی؛ خسروزاده، محمد (۱۳۹۱). کاربرد نحو فضایی در خیابان ولیعصر شهر باشت، مدیریت شهری، شماره ۲۹، صص. ۱-۹۰.
- میرزایی، مریم؛ عرفان‌منش، محمدامین (۱۳۹۴). تحلیل شبکه‌های اجتماعی: روشی جهت ترسیم و تحلیل شبکه‌های اشتراک دانش، نشریه علمی- تخصصی ادکا، شماره دوم، تابستان.
- یزدانفر، عباس؛ موسوی، مهناز؛ زرگر دقیق، هانیه (۱۳۸۸). تحلیل ساختار فضایی شهر تبریز در محدوده بارو با استفاده از تکنیک اسپیس سینتکس، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، سال هفتم، شمارهٔ ۶۷، صص. ۵۸-۶۷.
- Batty M. (2004b). Distance in Space Syntax, Working, Paper 80, CASA, UCL, London, Available on: www.casa.ucl. ac.uk.
- Bavelas A. (1948). A mathematical model for group structures, Human Organization, Vol. 7, No. 3, pp. 16-30.
- Bavelas A. (1950). Communication patterns in task -oriented groups, Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 22, No. 6, pp. 725-730.
- Bavelas A., Barrett D. (1951). An experimental approach to organizational communication, Personnel, Vol. 27, pp. 366-371.
- Beauchamp MA. (1965). An improved index of centrality, Behavioral Science, Vol. 10, No. 2, pp. 161-163.
- Borgatti P. (2007). Centrality and network flow, Social Network Flow, Social Networks, Vol. 27, pp. 55-71.
- Chías P., Abad T. (2017a). Topology for health care facilities' design, XY Digitale, Vol. 3, pp. 156–169.
- Chías P., Abad T., García-Rosales G. (2019). New graphic tools for hospital's spatial analysis and design, Graphic Imprints, pp. 1283-1292.
- Cooper CHV (2015). Spatial localization of closeness and betweenness measures: A self-contradictory but useful form of network analysis, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 29, No. 8, pp. 1293–1309.
- Eastman C. (1971). GSP: A system for computer assisted space planning, In: DAC '71 Proceedings of the 8th Design Automation Workshop.
- Eastman C. (1973). Automated space planning, Artificial Intelligence, Vol. 4, pp. 41-64.
- Freeman L. (1977). A set of measures of centrality based upon betweenness, Sociometry, Vol. 40, pp. 35-41.

www.SID.ir

Archive of SID

- Freeman L. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification, Social Networks, Vol. 1, No. 3, pp. 215-239.
- Hart RA., Moore GT. (1973). The development of spatial cognition: A review, Place and Perception Report 7, Department of Geography, Clark University.
- Hiller B., Hanson J. (1984). The social logical of space, Cambridge University Press, New York.
- Hillier B., Penn A., Hanson J., Grajews kiT, Xu J. (1993), Natural movement: Or, configuration and attraction in urban pedestrian movement, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 20, No. 1, pp. 29-66.
- Hillier B., Vaughan L. (2007). The city as one thing, Progress in Planning, Vol. 67, No. 3, pp. 205-230.
- Jayasinghe AB. (2017). A network centrality-based simulation approach to model traffic volume (Ph.D. Thesis), Nagaoka University of Technology.
- Korner TW. (2015). Metric and Topological Spaces, Available on: www.dpmms.cam.ac.uk.
- Kosourukoff A. (2011). Social Network Analysis: Theory and Applications, Pediapress.
- Leavitt HJ. (1949). Some effects of certain communication patterns on group performance, Unpublished Ph.D. dissertation. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Leavitt HJ. (1951). Some effects of communication patterns on group performance, Journal of Abnormal and Social Psychology, Vol. 46, No. 1, pp. 38-50.
- Mackenzie KD. (1966). The information theoretic entropy function as a total expected participation index for communication network experiments, Psychometrika, Vol. 31, pp. 249-254.
- Makrí M., Folkesson C. (1999). Accessibility measures for analyzes of land use and traveling with geographical information systems, Paper presented at the Urban Transport Systems: Proceedings of 2nd KFB-Research Conference, Lund, Sweden.
- Newman MEJ (2010). Networks, Oxford University press.
- Nourian P. (2016). Configraphic: Graph theoretical methods for design and analysis of spatial configurations, PhD Dissertation, Delft University of Technology.
- Omer I., Gitelman V., Rofe Y., Lerman Y., Kaplan N., Doveh E. (2017). Evaluating crash risk in urban areas based on vehicle and pedestrian modeling, Geographical Analysis, Vol. 49, No. 4, pp. 387-408.
- Patterson JL. (2016). Traffic modelling in cities-Validation of space syntax at an urban scale, Indoor and Built Environment, Vol. 25, No. 7, pp. 1163-1178.
- Penn A., Hillier B., Banister D., Xu J. (1998) Configurational modelling of urban movement networks, Environ Plan B Plan Design, Vol. 25, No. 1, pp. 59-84.
- Pitts FR. (1965). A graph theoretic approach to historical geography, The Pofessional Geographer, Vol. 17, No. 5, pp. 15-20.
- Serra M., Hillier B. (2017). Spatial configuration and vehicular movement, In Proceedings of the 11th Space Syntax Symposium, Lisbon.
- Smith SL. (1950). Communication Pattern and the adaptabilty of task-oriented groups: An experimental study. cambridge, MA: Group Networks Laboratory, Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology.
- Tarabieh Kh., Nassar Kh., Abu-Obied N., Malkawi F. (2018). The statics of space syntax: Analysis for stationary observers, Archnet-Ijar, International Journal of Architectural Research, Vol. 12, No. 1, pp. 280-306.
- Van Nes A., Yamu C. (2017). Space Syntax: a method to measure urban space related to social, Economic and Cognitive Factors, pp. 136-150.

www.SID.ir

Archive of SID

Centrality Criteria for Analyzing the Functional Layout of Space

Romisa Rahmati Gavari[1], Mansoureh Tahbaz[2](Corresponding Author), Seyed Hadi Ghodousi Far[3] Fatemeh Zare Mirakabad[4]

[1]Ph.D. Candidate in Architecture, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University (South Tehran Branch), Tehran, Iran (Romissa_rahmati@yahoo.com)
[2]Associate Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (m58tahbaz@yahoo.com)
[3]Assistant Professor, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University (South Tehran Branch), Tehran, Iran (h_ghoddusifar@azad.ac.ir)
[4]Assistant Professor, Department of Mathematics and Computer Science, Amir Kabir University of Technology, Tehran, Iran (f.zare@aut.ac.ir)

Received	Revised	Accepted	Available Online
24/06/2018	29/09/2018	26/12/2018	24/05/2019

With the emergence of space syntax theory in architecture, the possibility of transforming architectural plans into graphs was created and then the graph theory was introduced as one of the main methods for analyzing the spatial layout. The centrality criteria is regarded as features which can be used for quantitative analysis of spatial layout. In this regard, the present research seeks to use the concepts contained in the centrality criteria for analyzing space relationships, especially in functional plans. For this purpose, the emergency department of hospitals is selected as one of the most functional applications. In order to analyze the emergency plan, it should be noted that there are some areas in which their relationship and spatial layout play a vital role in their performance. Thus, an emergency plan, which includes both the therapeutic and urgency domains, was developed in the present study in order to analyze the performance of these domains and their associated spaces. As a result, the spaces and existed domains were first encoded in the plan and then, the plan transformed into a graph by using the space syntax theory of the plan. In this regard, the Cytoscape software was used to calculate the centrality criteria. The results of the analysis indicates that using some centrality criteria, especially the criteria for the betweenness and closeness centrality, we are able to analyze the layout of the domains and their associated spaces in the plans.

Key words:

Space syntax theory, Graph theory, Centrality criteria.

www.SID.ir