

بررسی نقش فرایند «نزول عمق نسبی» فضا در ارتقاء راندمان عملکردی «حیاط» در خانه‌های سنتی ایران

دکتر علی‌اکبر حیدری*، دکتر مریم کیایی**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۶/۲۵

چکیده

کنش‌های عملکردی در هر فضا تأثیر مستقیم بر میزان بازده عملکردی و در نتیجه تخصیص اوزان به فضاهای پیرامون خود دارد. یکی از این فضاها که بر تغییرات این میزان تأثیر بسزایی دارد، فضای حیاط است. بر این اساس هدف از انجام این پژوهش، سنجش میزان راندمان عملکردی فضای حیاط با تأکید بر مفهوم شعاع عملکردی در انواع مختلف الگوهای خانه‌های سنتی ایران است. به منظور انجام فرایند مذکور از روابط ریاضی نحو فضا و به‌طور خاص از تابع نزول عمق نسبی برای تجزیه و تحلیل و اثبات مسئله‌ی یادشده، بهره گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان داد که کاهش میزان عمق و در نتیجه کاهش میزان شعاع عملکردی و البته افزایش حوزه نفوذ مؤثر، در تعیین میزان راندمان عملکردی در فضای حیاط مؤثر است. همچنین داده‌ها حاکی از آن بود که افزایش تعداد حیاط در الگوی خانه‌های سنتی، باعث افزایش راندمان عملکردی این عنصر در نظام پیکره‌بندی خانه می‌شود.

واژه‌های کلیدی

تابع نزول عمق نسبی، حوزه نفوذ مؤثر، راندمان فضایی، حیاط مرکزی.

* استادیار معماری، عضو هیئت‌علمی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. (مسئول مکاتبات)

Email: Aliakbar_heidari@yu.ac.ir

Email: maryam.kiaee@qiau.ac.ir

** مدرس گروه معماری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

مقدمه

دو شاخص مذکور، این روابط جهت سنجش در محیط، در شش نمونه موردی به آزمون گذاشته می‌شود که شامل سه خانه یک، دو سه حیاطه در شهر کاشان و همین تعداد خانه و با همین ویژگی‌ها در شهر یزد می‌باشند.

نخستین گام در این پژوهش ترسیم نمودارهای توجیهی یا گراف‌های مربوط به هر خانه بود که برای این منظور از نرم‌افزار «ای‌گراف ۱» استفاده شد. در این ارتباط فضای «حیاط» به‌عنوان فضای ریشه (فضای سرویس‌دهنده) در نظر گرفته شده و مرتبه‌ی فضاهای دیگر به نسبت جانمایی حیاط به‌عنوان فضاهای سرویس‌دهنده سنجیده می‌شود. در این مرحله، اطلاعات موردنیاز از نمودارهای توجیهی استخراج شده و به‌منظور استفاده در روابط نحوی به‌کاربرده می‌شود؛ بنابراین می‌توان چنین ادعان داشت که روش تحقیق در این پژوهش از نوع کمی و استدلال آن قیاسی و از نوع توصیفی تحلیلی هست (شکل ۱).

ادبیات پژوهش

راهبرد نحوفاضا

نحو فضا روشی برگرفته از مجموعه‌ای از نظریه‌ها و ابزارها است که به‌منظور تحلیل ارتباط میان ساختار یک پیکره‌بندی فضایی و رفتارهای فضایی ساکنین در آن پیکره‌بندی می‌پردازد (Hillier & Iida, 2005, 553). از این روش می‌توان جهت تحلیل مناطق مختلف شهری و همچنین در انواع ساختمان‌ها استفاده نمود (Turner, 2001, 146). دامنه تفسیری نحو فضا یا مدل چیدمان فضا، این قابلیت را دارد که در انواع محیط‌های سنتی و معاصر به‌منظور تشریح و تصدیق انواع فعالیت‌های انسانی مورداستفاده قرار گیرد (Hillier, 2007, 61). از این روش به‌عنوان یک رویکرد توصیفی و تحلیلی که مبانی تئوری آن هم در زمینه‌های کمی و هم کیفی کاربرد دارد استفاده می‌شود (Griffiths, 2012, 8193).

مبنای تحلیل در روش نحو فضا، مفهوم گراف است (Dalton, 2003, 63). بر اساس این تئوری، فضاهای مختلف در یک پیکره‌بندی فضای و نیز ارتباطات میان آن‌ها، قابل‌نمایش به‌صورت یک گراف می‌باشند. با این شیوه می‌توان روابط میان فضاهای مختلف در آن پیکره‌بندی فضایی را در قالب داده‌هایی کمی مورد تحلیل قرار داد؛ بنابراین استفاده از روابط ریاضی حاکم بر این داده‌ها، امکان تحلیل بیشتری را برای پژوهشگران در این حوزه فراهم می‌آورد (Dalton & Turner, 2005).

مفهوم راندمان عملکردی فضا

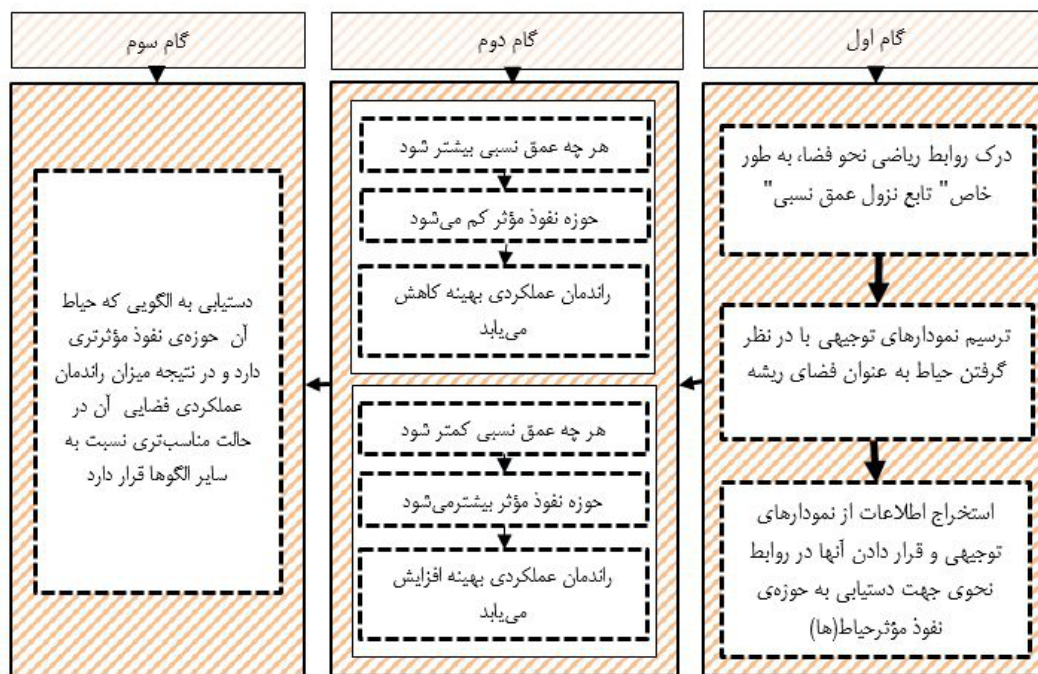
راندمان عملکردی یک فضا به معنای عملکرد مطلوب آن فضا در برابر

قسمت‌های مختلف هر خانه، همانند بسیاری از فضاهای دیگر، دارای اولویت‌های فضایی و رتبه‌بندی خاص به‌منظور خدمات‌رسانی بهتر و در نتیجه عملکرد مناسب آن بنا است. در ترکیب کالبدی هر خانه، فضاها به دو قسمت تقسیم می‌شوند: «فضاهای خدمات‌دهنده» و «فضاهای خدمات‌شونده» که چگونگی ترکیب‌بندی فضاها در کنار یکدیگر رابطه مستقیم با عملکرد فضای خدمات‌دهنده یا خدمات‌شونده دارد. مدل چیدمان فضاهای هر خانه، بیان‌گر نوع خاص روابط فضایی آن خانه است که گاه در بناها به‌صورت منحصربه‌فرد بوده و گاه با یک الگوی پایدار، در رابطه‌ی فضایی خانه‌ها به‌طور مشترک مشاهده می‌شود. هدف از تدوین این مقاله، ارائه روشی مبتنی بر تبیین میزان راندمان عملکردی حیاط در انواع الگوهای خانه‌ی ایرانی است که این مفهوم مبتنی بر تعریف شعاع عملکردی حیاط در الگوهای مختلف خانه است. به‌منظور آزمون فرایند فوق، سه الگوی مختلف یک حیاطه، دو حیاطه و سه حیاطه در شهر کاشان و سه نمونه با مشخصات مذکور در شهر یزد به‌عنوان نمونه‌های موردی انتخاب شد. در این پژوهش، به‌منظور تعیین میزان راندمان عملکردی فضا، از نمودارهای توجیهی و نیز روابط ریاضی نحو فضا استفاده می‌گردد. بر این اساس سال پژوهش در راستای هدف تحقیق این‌گونه تبیین می‌گردد:

تغییر شعاع عملکردی در فضا چگونه موجب افزایش یا کاهش میزان راندمان عملکردی حیاط در خانه ایرانی می‌شود؟
بر همین اساس فرضیه مطرح‌شده در باب پاسخ به سؤال تحقیق بدین شرح است:

روش پژوهش

همان‌گونه که عنوان شد هدف از انجام این پژوهش، سنجش میزان راندمان عملکردی فضای حیاط با تأکید بر بررسی مفهوم شعاع عملکردی و حوزه‌ی نفوذ مؤثر در آن (ها) است که این موضوع خود یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده میزان راندمان عملکردی عنصر حیاط به‌عنوان یک فضای سرویس‌دهنده به شمار می‌رود. با توجه به ماهیت کالبدی این پژوهش که مبتنی بر بررسی نقش عملکردی حیاط در نظام پیکره‌بندی خانه هست، از روش نحو فضا استفاده بهره گرفته می‌شود که در این ارتباط و به‌منظور اثبات و تشریح فرایند مربوط به سنجش شعاع عملکردی و حوزه‌ی نفوذ مؤثر، از روابط ریاضی با عنوان «توابع نزولی عمق» استفاده می‌شود. پس از اثبات، در راستای تبیین



شکل ۱. نمودار فرایند پژوهش

از ویژگی‌های کارآمدی فضا را تحت‌الشعاع قرار دهد. شعاع عملکردی نیز به میزان عمق نسبی فضا بستگی دارد که در تحقیق حاضر فرایند بررسی حوزه‌ی نفوذ، به‌وسیله‌ی «تابع نزول عمق» مورد بررسی قرار می‌گیرد. ذکر این نکته نیز ضروری به نظر می‌رسد که به‌طور کلی وجود فضاهای عمیق در خانه‌ها به دلایلی از جمله خلق فضاهایی جهت نگهداری آذوقه، اشیاء گران‌قیمت و یا ایجاد محرمیت فضایی هست و برآورده‌کننده‌ی نیازهای فرهنگی و اجتماعی ساکنین خانه است (راپوپورت، ۱۳۹۲). لذا از این منظر در ارتقاء حس مطلوبیت فضا می‌تواند مؤثر واقع گردد. اما از نگاهی دیگر وجود فضاهای عمیق، شعاع عملکردی فضاهای سرویس‌دهنده را نسبت به فضاهای سرویس‌شونده افزایش داده و در نتیجه حوزه‌ی نفوذ مؤثر به آن‌ها را کاهش می‌دهد. در چنین شرایطی، سهولت خدمات‌رسانی به فضاهایی که نزدیک به بخش‌های سرویس‌دهنده قرار دارند، به نسبت فضاهای دورتر، بیشتر است. در نتیجه هر چه تعداد فضاهای عمیق (میانگین عمق نسبی آن‌ها) یا به عبارتی فضاهایی که دور از دسترس سرویس‌دهنده‌ها قرار دارند کمتر باشد، فضاهای سرویس‌دهنده عملکرد مطلوب‌تری خواهند داشت و گردش فضایی مناسب‌تری در آن‌ها صورت می‌پذیرد.

انتظاراتی است که استفاده‌کنندگان از آن فضا در ذهن دارند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۶؛ پیوسته گر و همکاران، ۱۳۹۶). این موضوع علاوه بر اینکه جنبه عینی (فیزیکی و کالبدی) دارد، دارای جنبه‌های ذهنی (غیر فیزیکی و معنایی) نیز هست. با این حال آنچه تاکنون در پژوهش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است، تأکید بیشتر بر جنبه‌های ذهنی و ادراکی این موضوع بوده است (راپوپورت، ۱۳۹۲؛ حیدری، ۱۳۹۲؛ Altman & Low, 1992) و کمتر از جنبه‌های عینی و کالبدی، این موضوع مورد بررسی قرار گرفته است. به‌طور کلی مؤلفه‌هایی نظیر انعطاف‌پذیری (چند عملکردی بودن فضا)، میزان نفوذپذیری (بسته به نوع کاربری) و کیفیت انواع دسترسی در ارتقاء راندمان عملکردی فضا مؤثر هستند (پوردیپیمی، ۱۳۹۴، ۲۱؛ Khan, 2012, 8183). هیلیر در کتاب فضا ماشین است، کارایی مطلوب فضا را در گرو عدم نفوذ گروه‌های نامربوط به هم تعریف می‌کند و چنین ویژگی‌هایی را منتهی به روابط اجتماعی کارآمد می‌داند (Hillier, 2007). لذا شعاع حوزه‌ی نفوذ هر فضا (به‌خصوص فضاهای سرویس‌دهنده) در ارتقاء عملکرد فضا مؤثر است؛ به این معنی که با افزایش شعاع عملکردی فضا، حوزه‌ی نفوذ کارآمد (به عبارتی مؤثر) آن نیز کاهش می‌یابد و این موضوع می‌تواند برخی

شعاع عملکردی و راندمان عملکردی

منظور از شعاع عملکردی یک فضا، حوزه‌ای است که فضای موردنظر به‌عنوان یک فضای سرویس‌دهنده به فضاهای اطراف خود به‌عنوان فضاهای سرویس‌شونده، خدمات ارائه می‌دهد. این فضاها می‌توانند در لایه‌های مختلفی نسبت به فضای ریشه قرار گرفته باشند. به این معنی که بعضی از این فضاها به‌صورت مستقیم با فضای موردنظر اتصال دارند و بعضی دیگر به‌صورت غیرمستقیم با فضای مذکور ارتباط دارند. لذا چنین به نظر می‌رسد که مفهوم عمق در این خصوص دارای اهمیت هست. به این معنی که با افزایش عمق نسبت به فضای مذکور، شعاع عملکردی آن نیز افزایش می‌یابد و برعکس (Mustafa, 2014, 160). در همین ارتباط می‌توان چنین ابراز داشت که کاهش عمق فضایی نسبت به فضای ریشه، منجر به افزایش میزان ارتباط و نفوذپذیری از فضای مذکور به فضاهای اطراف آن شده که این امر در نهایت منجر به افزایش سیر کولاسیون فضایی در فضای موردنظر و در نتیجه افزایش میزان راندمان عملکردی در آن می‌شود (الکک و همکاران، ۱۳۹۳، ۲۰-۱۷).

تابع نزولی عمق نسبی

به‌منظور تحلیل ساختار یک پیکره‌بندی فضایی در روش نحو فضا و استخراج الگوهای پنهان در آن، از ابزار نمودارهای توجیهی استفاده می‌شود در این سیستم هر «گره یا فضا» با یک دایره و هر «لبه یا پیوند» با استفاده از یک خط ترسیم می‌شود. البته هیچ فاصله حقیقی بین دو خط محوری وجود ندارد و در آنالیزهای نحو فضا، فاصله یا عمق بین هر دو فضا همیشه ۱ در نظر گرفته می‌شود. عمق بین هر

دو فضا در نمودار توجیهی، مساوی با طول کوتاه‌ترین مسیر در فضای داخلی یا خارجی یک بنا است (Dalton & Dalton, 2007, 89). در پژوهش‌هایی که به بررسی عمق با استفاده از روابط ریاضی نحو فضا پرداخته‌اند، از معادله میانگین عمق نسبی به‌منظور سنجش این مفهوم استفاده می‌نمایند که به‌صورت زیر قابل‌ارائه است:

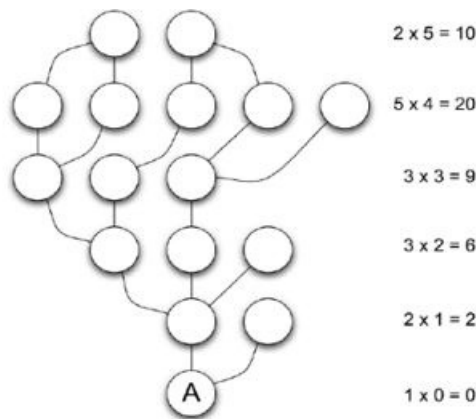
$$\text{رابطه (۱)} = \frac{\sum_{i=0}^{i=n} d_{i,k}}{(n-1)} = \text{معادله‌ی میانگین عمق نسبی یا MD}$$

در این رابطه، MD میانگین عمق نسبی فضا و n تعداد فضاها و $d_{i,k}$ حاصل ضرب تعداد فضا در رده عمق آن هست (al et., 1987, 51). (Hillier (شکل ۲). به‌طور مثال برای نمودار توجیهی در شکل ۲ عدد میانگین عمق نسبی، ۳،۱۳ خواهد بود. هر چه عدد به‌دست‌آمده از معادله بیشتر باشد نشان‌دهنده‌ی تفکیک فضاها از یکدیگر است و هر چه این عدد به صفر نزدیک‌تر باشد به معنی یکپارچگی بیشتر فضا است. عدد صفر بیانگر یکپارچگی مطلق است یعنی هیچ عمقی وجود ندارد (Jeong, 2011, 666).

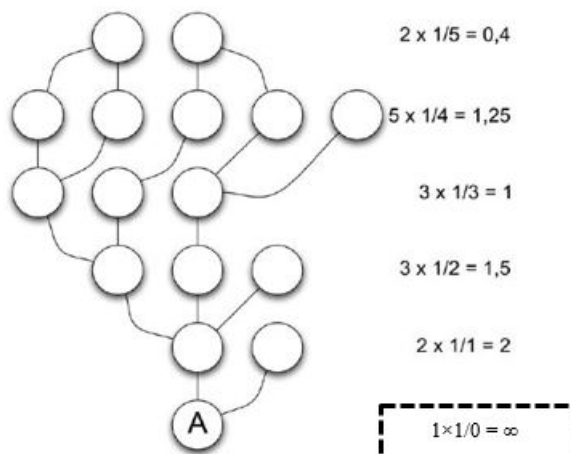
محاسبه میانگین عمق نسبی در یک فضا با استفاده از فرمول فوق، این نکته را روشن می‌نماید که گره‌هایی که بیشترین فاصله را از گره مبدأ دارند، ارزش بیشتری به سنج داده و این بدین دلیل است که حاصل جمع با معکوس عمق میانگین متناسب است. حال اگر یک تابع معکوس را مستقیماً در نمودار توجیهی اولیه وارد کنیم، نتیجه به‌صورت زیر قابل‌ارائه خواهد بود.

$$\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^{i=N} \frac{1}{(d_i)}$$

رابطه (۲)



شکل ۲. نمودار توجیهی یک پلان فرضی که با جمع اعداد به‌دست‌آمده $\sum d_i$ حاصل می‌شود (Dalton & Dalton, 2007, 89)



شکل ۳. نمودار توجیهی با عمق‌های معکوس (Dalton & Dalton, 2007, 89)

به‌طور مثال یکی از کاربردهای احتمالی تابعی که به گره یا لبه ارزش بیشتری می‌دهد (تابع با توان منفی) را می‌توان در آنالیز فضایی «مکان وقوع جرم» مشاهده کرد. نتایج تحقیقات مختلف در این خصوص نشان می‌دهد که مجرمان به‌ندرت در همسایگی خود ارتکاب جرم می‌نمایند، این در حالی است که آن‌ها برای این کار، یک حداقل فاصله‌ای را از خانه خود طی می‌کنند (Van Nes, 2005, 806). این نوع سنجش با استفاده از تابع نزول عمق نسبی، هنگام بررسی چنین رفتارهایی در سطح فضاهای شهری می‌تواند بسیار کارآمد باشد. اما در رابطه با احتمالاتی که در آن تابع نزول عمق نسبی به گره‌هایی ارزش بیشتری می‌دهد که در کمترین فاصله نسبت به گره‌ی مبدأ قرار دارند (تابع با توان مثبت)، می‌توان فضاهای معماری به‌ویژه کاربری خانه را مثال زد. در کالبد خانه انواع فضاها به دودسته تقسیم می‌شوند: فضای سرویس‌دهنده و فضای سرویس‌شونده. هر کدام از این فضاها عملکرد خاصی دارند و سازمان فضا برای هر کدام از آن‌ها تعریف ویژه‌ای دارد. جانمایی صحیح هر یک از این فضاها با توجه به قرار گرفتن در دسته خدمات‌دهنده یا شونده، بخش اعظمی از فعالیت‌های داخلی خانه را سازمان‌دهی و کنترل می‌کند. یکی از این فضاهای خدمات‌رسانی حیاط است. حیاط در خانه ایرانی فضایی است که وجود آن علاوه بر بحث‌های اقلیمی، به دلیل مناسبات فرهنگی داخلی هر خانه نیز هست (راپوپورت، ۱۳۹۲، ۳۹؛ سلطان‌زاده، ۱۳۹۰، ۷۶). در پژوهش حاضر، این فضا به‌عنوان متغیر در نظر گرفته‌شده و میزان تأثیر تغییرات عمق و شعاع عملکردی بر تغییر اندازه راندمان فضا در خانه ایرانی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اکنون کاملاً واضح است که در محاسبه‌ی میانگین عمق نسبی یک گراف، آن گره‌هایی که مجاورتر یا نزدیک‌تر به گره A هستند، ارزش بیشتری به مجموع معادله می‌افزایند و آن‌هایی که دورتر هستند، کمترین نقش را در محاسبه عمق میانگین دارند. در این حالت، معادله‌ی مذکور با عنوان «عمق معکوس میانگین» نامیده می‌شود (Dalton, 2005, 105).

به‌رحال با وارد کردن معکوس در معادله‌ی مربوط به نمودار توجیهی، به طرز مؤثری محاسبه عمق میانگین را به یک مدل نزول فاصله‌ای تبدیل می‌کنیم. این رویکرد در تفسیر معادلات نحوی را می‌توان به یک نسخه انعطاف‌پذیرتر و بنابراین مفیدتر تعمیم داد.

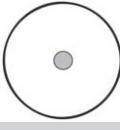
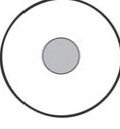
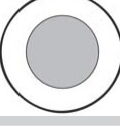
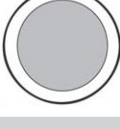
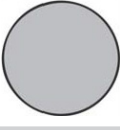
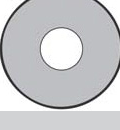

در شکل ۳ می‌توان دید که با تخصیص عمق صفر به گره‌ی آغازین، مشکلی در محاسبه ایجاد می‌شود؛ زیرا معکوس صفر بی‌نهایت می‌شود. با افزودن مقدار ۱ به همه عمق‌ها این مشکل حل خواهد شد: $d \rightarrow (d+1)$ لذا معادلات برای نزول عمق نسبی‌ها و نزول عمق نسبی میانگین را می‌توان به‌صورت زیر تعمیم داد:

$$MD^{-1} = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^{i=N} \frac{1}{(1+d_i)}$$

رابطه (۳)

در این فرمول، با دادن توان مثبت می‌توان به سنجش میزان عمق فضاهایی که به فضای ریشه نزدیک‌تر هستند (شعاع نزدیک‌تر نسبت به فضای ریشه)، دست‌یافت و با دادن توان منفی، به محاسبه عمق نسبی فضاهایی که در لبه‌ها قرار دارند (شعاع دورتر نسبت به فضای ریشه) دست‌یافت (جدول ۱).

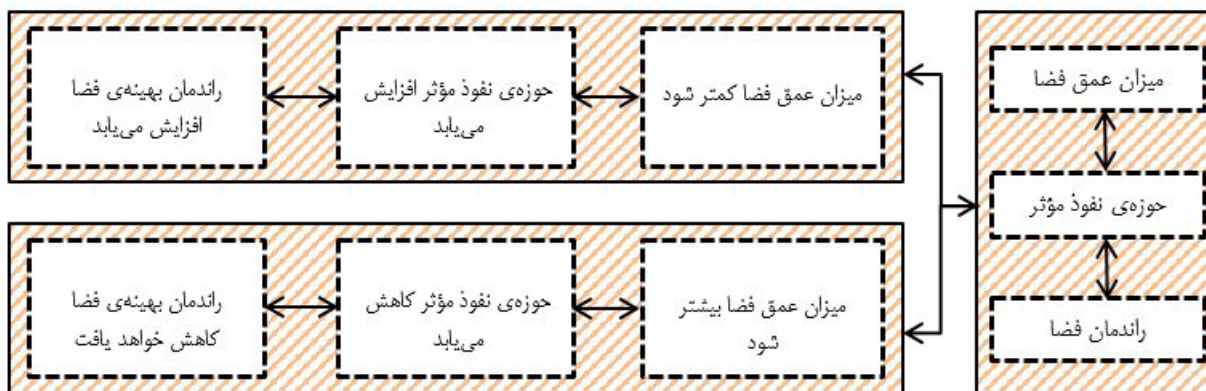
جدول ۱. سنجش انواع شعاع با توجه به تغییرات عمق. همان طور که مشاهده می شود در شعاع های مثبت به مرکز ارزش بیشتری داده شده است و در شعاع های منفی لبه ها ارزش بیشتری دارند همچنین هرچه عدد به دست آمده از معادله شده شعاع نیز افزایش یافته است (Dalton & Dolton, 2007, 89)

معادله	مقدار x	نمودار	معادل تقریبی
$\frac{1}{(1+d)^x}$	>6.5		وقتی شعاع بیشتر ۳ باشد (فوق العاده موضعی) (شعاع بین ۱۰-۱۵ به مفهوم اتصال است)
$\frac{1}{(1+d)^{6.5}}$	6.5		شعاع تقریبی ۳،
$\frac{1}{(1+d)^{1.6}}$	1.6		شعاع تقریبی ۷
$\frac{1}{(1+d)}$	1		= تابع نزول پایه ای > شعاع ۷ (اما کمتر از R ∞)
$\frac{1}{(1+d)^0}$	0	بی معنی	$\equiv N$ یا تعداد مرتبه گراف شبکه
$\frac{1}{(1+d)^{-1}}$	-1		\approx معکوس پیوند کروی مجموع
$\frac{1}{(1+d)^x}$	<-1		= کروی صحیح
$\frac{1}{(1+d)^x}$	$\ll -1$		= سنجش آستانه (فرا کروی)

شعاع سه برای همه گره هایی که در عمق ۳ یا کمتر از آن تا گره آغازین هستند به کار برده می شود. این شبیه به قرار دادن یک پنجره متحرک در شبکه گراف ها و حذف همه گره هایی است که در بیرون از شعاع یا گستره ی پنجره قرار می گیرند. مفهوم شعاع را می توان نوعی مدل نزولی فرض کرد که گره های نزدیک به گره مبدأ را در اولویت قرار داده و از گره های دور افتاده تقریباً صرف نظر می کند (Dalton & Dalton, 2007, 89). پس در نتیجه هر مرحله ای که عمق فضا بیشتر شود، شعاع مؤثر کاهش پیدا می کند و در نتیجه راندمان عملکردی در راستای ارزش کالبدی فضا نیز کاهش می یابد و بلعکس (شکل ۴).

تعریف حوزه نفوذ مؤثر

برای بحث درباره کاربرد محدوده توابع نزولی، درک مفهوم شعاع که در تبیین مدل ترکیب چیدمان فضا استفاده شده است، لازم هست. با مراجعه به نمودار توجیهی در شکل ۲ می توان دید که به هر ردیف از گره ها، یک عمق صعودی نسبت داده شده تا اینکه همه گره ها در یک شبکه قرار گیرند و با گذشتن از هر مرحله در فضا، عددی که به عمق نسبت داده شده افزایش می یابد. در تئوری نحو فضا، مفهوم حوزه نفوذ مؤثر به «بریدن نمودار توجیهی بعد از دستیابی به یک عمق ماکزیمم» اطلاق می شود (Dalton, 2001, 26). برای مثال، سنجش



شکل ۱. نمودار فرایند پژوهش

بررسی و تحلیل نمونه‌های موردی

به‌منظور سنجش تابع نزول عمق نسبی و شعاع عملکردی مؤثر، شش خانه از دو شهر یزد و کاشان به‌عنوان نمونه‌های موردی برگزیده شده‌اند: خانه‌های یک حیاطه و دو حیاطه و سه حیاطه که هر شش خانه در دوره قاجار بنا شده‌اند. روش انتخاب داده‌ها به‌صورت تصادفی بوده و با دسته‌بندی خانه‌ها به گونه‌های یک دو سه حیاطه، به‌صورت اتفاقی از میان آن‌ها تعداد شش خانه برگزیده شد. از سویی دیگر خانه‌ها از دو شهر بافاصله جغرافیایی کم و با اقلیم تقریباً مشابه انتخاب شده تا ویژگی‌های کالبدی نسبتاً مشابهی در بررسی خانه‌ها داشته باشند. فضای حیاط در این پژوهش به‌عنوان فضای ریشه در نمودارهای توجیهی در نظر گرفته شده است و فضاهای دیگر به ترتیب با توجه به جایگاه آن‌ها نسبت به حیاط در عمق‌های بعدی قرار دارند. نظر به اینکه رابطه ۳، معادله پایه در سنجش تابع نزول عمق نسبی محسوب می‌گردد، از این تابع استفاده شده و نتایج جدول ۳ به‌دست آمده است. با توجه به اینکه برای بررسی معادله نزول عمق نسبی، به نتایج حاصل از محصول گراف‌ها که مستخرج از پلان هر بنا است نیاز هست، پلان و گراف‌ها یا نمودارهای توجیهی هر کدام از خانه‌ها در جدول ۲ شرح داده شده است.^۲ با در نظر گرفتن پلان‌ها و نمودارهای توجیهی مستخرج از آن‌ها و قرار دادن داده‌های حاصل از گراف‌ها در معادله «نزول عمق نسبی (رابطه ۳)» جدول ۴ در این راستا تنظیم گردیده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و بحث

همان‌طور که گفته شد، سنجش میزان نزول عمق نسبی و شعاع عملکردی فضا در راستای تعیین سطح راندمان فضا است. همچنین از نتایج به‌دست آمده از پژوهش پیداست که هرچه عمق فضا و شعاع

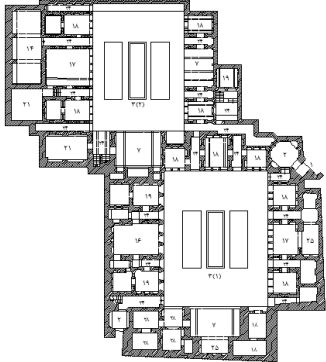
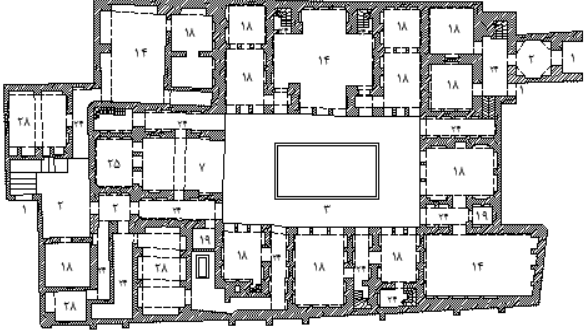
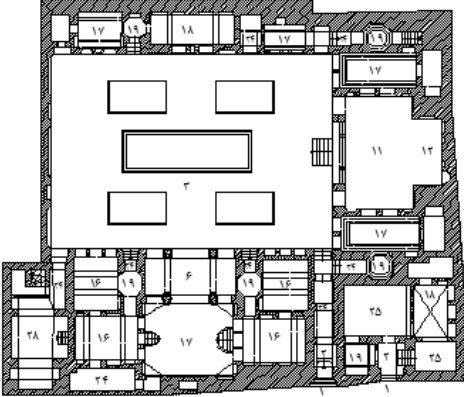
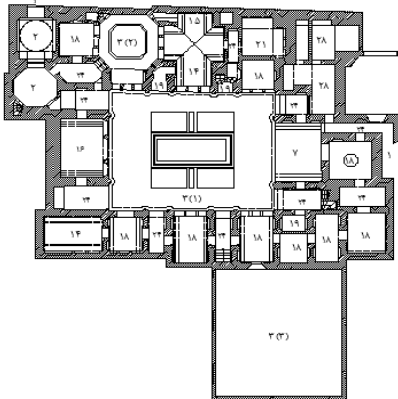
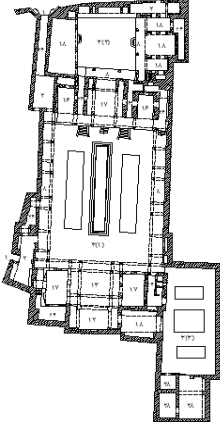
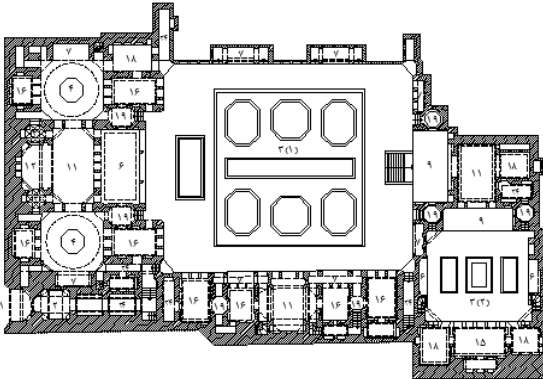
عملکردی کمتر باشد، حوزه نفوذ مؤثر نیز افزایش یافته در نتیجه میزان راندمان فضا افزایش می‌یابد و البته هرچه عدد به‌دست آمده از معادله نحوی نزول عمق نسبی بیشتر باشد شعاع عملکردی افزایش خواهد یافت.

مقایسه اعداد به‌دست آمده از جدول ۳ و بررسی و تجزیه و تحلیل آن‌ها در راستای جمع‌بندی مطالب ذکر شده به این شرح است:

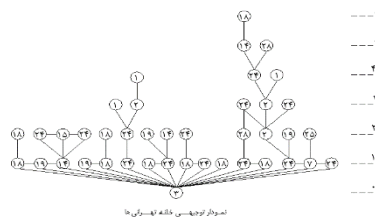
- **بررسی خانه‌های یک حیاطه:** همان‌طور که مشاهده می‌شود، عدد به‌دست آمده در خانه یک حیاطه تهرانی‌ها در مقایسه با نمونه دو حیاطه و سه حیاطه در یزد مقدار بیشتری دارد (۰/۶۶) و نکته جالب توجه اینجاست که در مقایسه عدد به‌دست آمده از خانه‌های یک حیاطه‌ی عطارها (۰/۷۹) با دو سه حیاطه در کاشان نیز وضعیت مشابهی برقرار است و عدد حاصل از خانه یک حیاطه بالاترین مقدار را نسبت به خانه‌های دیگر در کاشان دارد. شرایط موجود در نمونه‌های مورد بررسی نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که شعاع عملکردی فضای حیاط در خانه‌های یک حیاطه به نسبت نمونه‌های دیگر دو سه حیاطه بیشتر است در نتیجه میزان حوزه‌ی نفوذ مؤثر کاهش یافته و راندمان عملکردی حیاط در این خانه‌های با تأکید بر حوزه‌ی نفوذ به نسبت نمونه‌های دیگر، در جایگاه پایین‌تری قرار دارد. همچنین به نظر می‌رسد حیاط به‌عنوان فضای سرویس‌دهنده، وظیفه «توزیع فضایی» بیشتری را به نسبت نمونه‌های دیگر بر عهده دارد (شکل ۲۴).

- **بررسی خانه‌های دو حیاطه:** با بررسی اعداد خانه‌های دو حیاطه فرهنگی و مظفری در یزد (۰/۵۰ و ۰/۶۰) و خانه‌ی دو حیاطه طباطبایی کاشان (۰/۶۹ و ۰/۴۱) مشاهده می‌شود که این اعداد در خانه‌ی فرهنگی و مظفری فاصله کمتری نسبت به هم و در مقایسه با خانه‌ی طباطبایی در کاشان دارند. با نگاهی به پلان

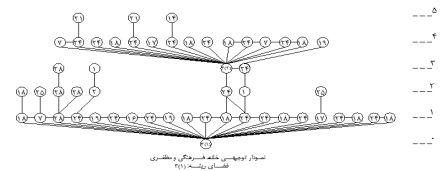
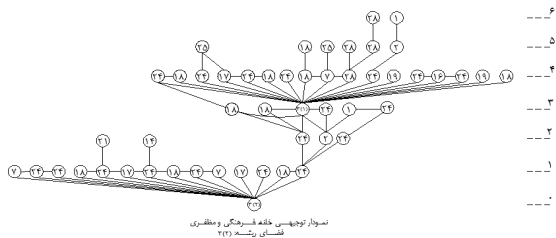
جدول ۲. پلان خانه‌های یزد و کاشان

	
<p>شکل ۶. خانه فرهنگی و مظفری در یزد (۲ حیاطه) (مآخذ: حاج قاسمی، ۱۳۸۳، ۱۳۸)</p>	<p>شکل ۵. خانه تهرانپها در یزد (۱ حیاطه) (مآخذ: حاج قاسمی، ۱۳۸۳، ۳۴)</p>
	
<p>شکل ۸. خانه عطارها در کاشان (۱ حیاطه) (مآخذ: حاج قاسمی، ۱۳۷۵، ۱۱۲)</p>	<p>شکل ۷. خانه روحانیان در یزد (۳ حیاطه) (مآخذ: حاج قاسمی، ۱۳۸۳، ۵۲)</p>
	
<p>شکل ۱۰. خانه اصفهانیان در کاشان (۳ حیاطه) (مآخذ: حاج قاسمی، ۱۳۷۵، ۲۲)</p>	<p>شکل ۹. خانه طباطبایی در کاشان (۲ حیاطه) (مآخذ: حاج قاسمی، ۱۳۷۵، ۹۴)</p>

جدول ۳. گراف‌های مربوط به هر پلان. (فضای ریشه حیاطها هستند که به شماره‌های ۳، ۳(۱)، ۳(۲)، ۳(۳) مشخص شده‌اند)

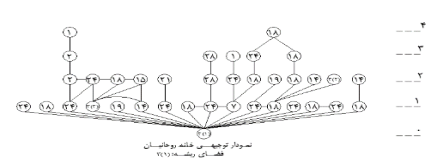
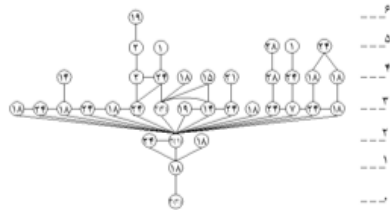
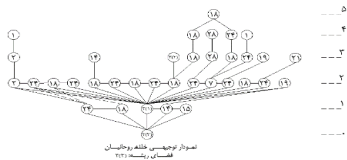


شکل ۱۱. نمودار توجیهی خانه تهرانیها. فضای ریشه: ۳. ترسیم: نگارندگان



شکل ۱۲. نمودار توجیهی خانه فرهنگی و مظفری. فضای ریشه: ۳(۲). ترسیم: نگارندگان

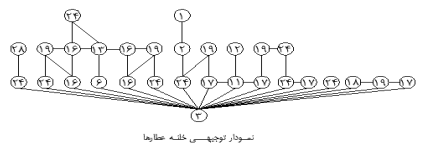
شکل ۱۳. نمودار توجیهی خانه فرهنگی و مظفری. فضای ریشه: ۳(۱). ترسیم: نگارندگان



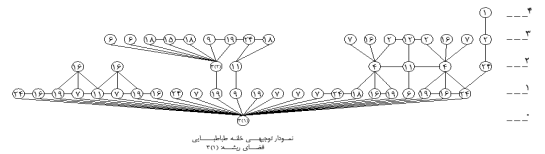
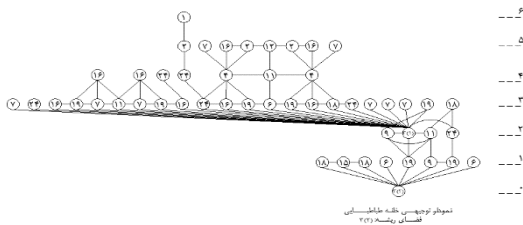
شکل ۱۴. نمودار توجیهی خانه روحانیان فضای ریشه: ۳(۲). ترسیم: نگارندگان

شکل ۱۵. نمودار توجیهی خانه روحانیان فضای ریشه: ۳(۲). ترسیم: نگارندگان

شکل ۱۶. نمودار توجیهی خانه روحانیان فضای ریشه: ۳(۱). ترسیم: نگارندگان



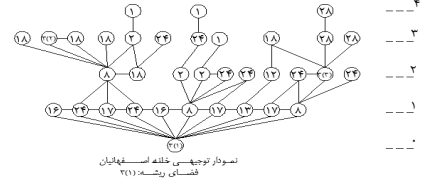
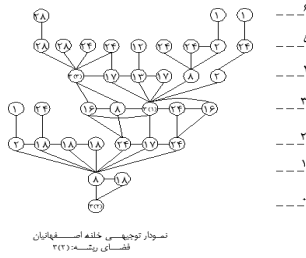
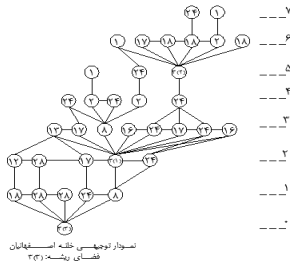
شکل ۱۷. نمودار توجیهی خانه عطارها. فضای ریشه: ۳. ترسیم: نگارندگان



شکل ۱۸. نمودار توجیهی خانه طباطبایی. فضای ریشه: ۳(۲). ترسیم: نگارندگان

شکل ۱۹. نمودار توجیهی خانه طباطبایی. فضای ریشه: ۳(۱). ترسیم: نگارندگان

ادامه جدول ۳. گراف‌های مربوط به هر پلان. (فضای ریشه حیاطها هستند که به شماره‌های ۳، ۳(۱)، ۳(۲)، ۳(۳) مشخص شده‌اند)



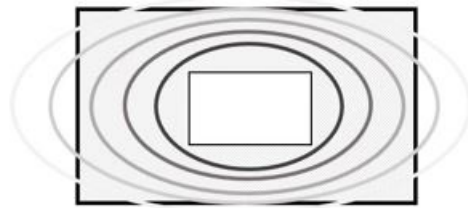
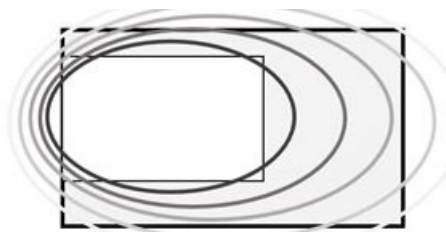
شکل ۲۳. نمودار توجیهی خانه اصفهانیان فضای ریشه: ۳(۳). ترسیم: نگارندگان

شکل ۲۲. نمودار توجیهی خانه اصفهانیان فضای ریشه: ۳(۲). ترسیم: نگارندگان

شکل ۲۱. نمودار توجیهی خانه اصفهانیان فضای ریشه: ۳(۱). ترسیم: نگارندگان

جدول ۳. بررسی تابع نزول عمق نسبی در انواع الگوهای ۱، ۲ و ۳ حیاطه

MD ⁻¹					
فضای ریشه ۳(۳)	فضای ریشه ۳(۲)	فضای ریشه ۳(۱)	فضای ریشه ۳		
-	-	-	۰/۶۶	تهرانیها (۱ حیاطه)	یک حیاطه
-	۰/۵۰	۰/۶۰	-	فرهنگی و مظفری (۲ حیاطه)	دو حیاطه
۰/۳۳	۰/۴۹	۰/۶۵	-	روحانیان (۳ حیاطه)	سه حیاطه
-	-	-	۰/۷۹	عطارها (۱ حیاطه)	یک حیاطه
-	۰/۴۱	۰/۶۹	-	طباطبایی (۲ حیاطه)	دو حیاطه
۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۶۰	-	اصفهانیان (۳ حیاطه)	سه حیاطه

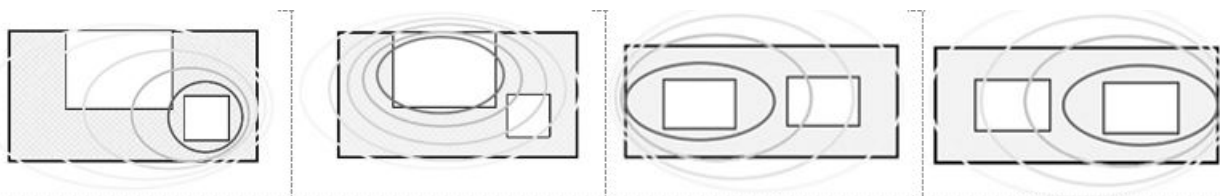


شکل ۲۴. شعاع عملکردی خانه‌های یک حیاطه. با افزایش شعاع، حوزه نفوذ مؤثر کاهش می‌یابد

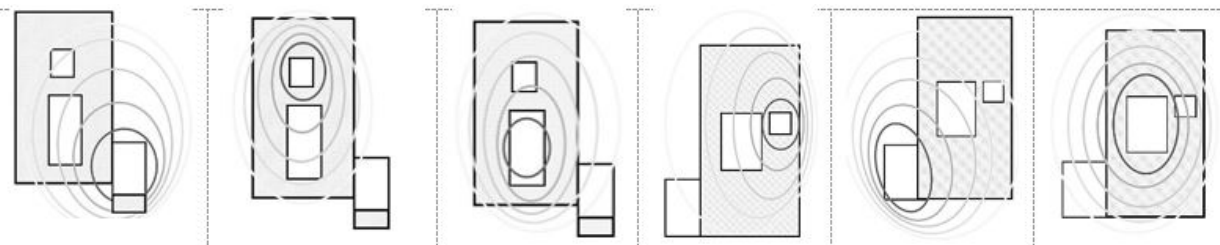
دلیل وجود سه فضای سرویس‌دهنده که وظیفه‌ی توزیع خدمات را بر عهده‌دارند، میزان راندمان فضایی متغیر است. همان‌طور که از مقایسه اعداد جدول در رابطه با خانه‌های سه حیاطه پیداست، کمترین اعداد به‌دست‌آمده متعلق به یکی از سه حیاط خانه‌های روحانیان در یزد (۳۳/۰) و پس از آن اصفهانیان در کاشان (۴۲/۰) است. همان‌گونه که ذکر گردید، هر چه عدد به‌دست‌آمده کمتر باشد، حوزه نفوذ مؤثر افزایش یافته در نتیجه میزان راندمان فضایی از منظر کیفیت خدمات‌رسانی از طریق حیاط به سایر فضاها افزایش می‌یابد. لذا مشاهده می‌شود که در این خانه‌ها، نقش توزیع فضایی، بین این حیاط‌ها تقسیم‌شده و حیاط‌های کوچک‌تر حوزه‌ی نفوذ مؤثر کمتری نسبت به حیاط‌های بزرگ‌تر دارند. در نتیجه ارزش فضایی حیاط در مقایسه با خانه‌های یک حیاطه متفاوت است. بر این اساس با تقسیم حوزه‌های نفوذ و قرارگیری فضای حیاط به‌عنوان فضای سرویس‌دهنده در نقاط مختلف فضا، توزیع‌پذیری و ایجاد نفوذ-پذیری مناسب در کل پیکره‌بندی فضایی افزایش یافته که در نتیجه این امر منجر به ارتقاء میزان راندمان فضایی مجموعه می‌گردد (شکل ۲۶).

معماری این دو خانه مشاهده می‌شود که در خانه واقع در شهر یزد، حیاط‌ها مساحت‌های تقریباً مشابهی دارند و جانمایی حیاط‌ها به‌منظور سرویس‌دهی به‌عنوان فضای خدمات‌دهنده در جایگاه مشابه قرار دارد و میزان شعاع عملکردی بین آن‌ها اختلاف کمی دارد؛ این در حالی است که در خانه‌ی طباطبایی یک حیاط به‌عنوان حیاط اصلی و بزرگ‌تر و حیاط دیگر به‌عنوان حیاط خدماتی و کوچک‌تر بنا شده است که در این میان حیاط بزرگ‌تر، شعاع عملکردی بیشتری نیز دارد. در نتیجه حوزه‌ی نفوذ مؤثر حیاط بزرگ‌تر کمتر از حیاط کوچک‌تر است در حالی که این میزان در خانه‌ی دو حیاطه یزد، از تفاوت کمتری برخوردار است؛ چراکه در خانه دو حیاطه یزد، ابعاد حیاط‌ها تقریباً به یک‌میزان ساخته شده است. تفاوت کم میان شعاع عملکردی حیاط از تمایز عملکردی کم و تفاوت زیاد نشان از تمایز عملکردی زیاد در بین دو حیاط دارد و این موضوع بر ایجاد ارزش‌های فضایی متفاوت برای حیاط‌ها در پیکره‌بندی خانه و در نتیجه راندمان عملکردی آن‌ها تأثیرگذار است (شکل ۲۵).

- بررسی خانه‌های سه حیاطه: در خانه‌های سه حیاطه به



شکل ۲۴. شعاع عملکردی خانه‌های یک حیاطه. با افزایش شعاع، حوزه نفوذ مؤثر کاهش می‌یابد



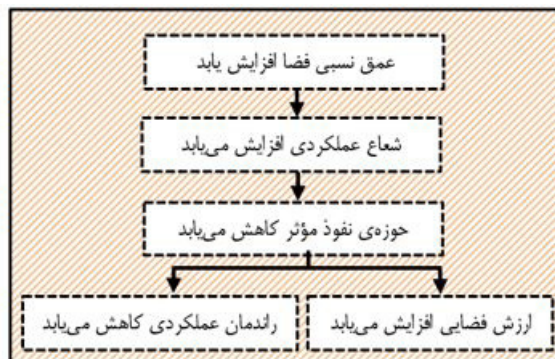
شکل ۲۶. شعاع عملکردی خانه‌های سه حیاطه.

نتیجه‌گیری

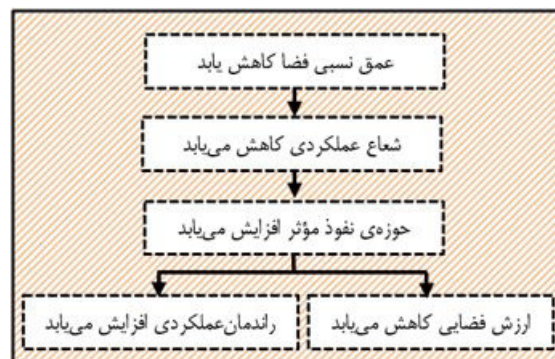
این معنی که با افزایش عمق، میزان شعاع عملکردی افزایش یافته و در نتیجه حوزه نفوذ مؤثر و راندمان فضا کاهش خواهد یافت. از سویی دیگر به دلیل افزایش شعاع عملکردی، حیاط به تعداد فضاهای بیشتری سرویس‌دهی می‌کند. لذا از این منظر دارای ارزش فضایی بیشتری است. رابطه نحوی نزول عمق نسبی به منظور بررسی کمی این مهم بسیار کارآمد است و تغییرات آن از این حیث به این بررسی کمک می‌کند که هر چه عدد به دست آمده از این معادله کمتر باشد میزان عمق کمتر بوده و در نتیجه راندمان فضایی افزایش می‌یابد و بالعکس. به منظور درک بهتر نمودار فرایند فوق به شرح اشکال ۲۷ و ۲۸ تنظیم گردیده است.

بر این اساس در خانه‌های یک حیاطه به دلیل واگذاری خدمات‌رسانی مربوط به حوزه دسترسی‌های فیزیکی (و البته بصری) به یک ارگان در پیکره‌بندی فضا، عمق نسبی افزایش یافته و در نتیجه شعاع عملکردی آن نیز افزوده می‌یابد. بر این مبنا، حوزه نفوذ مؤثر کاهش یافته و ارزش فضایی به‌طور متوسط و یکپارچه به نسبت نمونه‌های دو سه حیاطه

انعطاف‌پذیری تابع نزول عمق نسبی در حوزه‌های مختلف تحقیقاتی - نحوی نوین، ارزیابی پیکره‌بندی فضا - همچون بررسی اثر تخصیص اوزان (همان ارزش فضایی) به گره‌ها در گراف‌ها - را تسهیل می‌کنند. یکی از این حوزه‌ها بررسی فضای کالبدی معماری است که یک نمونه از کاربرد تابع نزول عمق نسبی در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت. اثبات فرضیه مطرح شده در این راستا به شرح زیر است: فرضیه: «هر چه حوزه نفوذ مؤثر بیشتر شود (شعاع خدمات‌رسانی مؤثر به فضا افزایش یابد) راندمان عملکردی نیز افزایش خواهد یافت». همان‌طور که در طول فرایند پژوهش - هم در بخش مبانی نظری و هم در قسمت تجزیه و تحلیل نمونه‌های موردی - دیده شد، با افزایش شعاع عملکردی، حوزه نفوذ مؤثر کاهش می‌یابد. این شعاع در رابطه با فضاهای سرویس‌دهنده مانند حیاط مرکزی در خانه‌های سنتی ایرانی تأثیر بسزایی بر تغییر میزان ارزش و راندمان فضایی دارد. تغییر شعاع عملکردی در رابطه‌ی مستقیم با میزان عمق هر فضا است. به



شکل ۲۷. فرایند کاهش میزان ارزش فضا



شکل ۲۸. فرایند افزایش میزان ارزش فضا

خانه‌های سنتی ایران، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۷۵، ۸۶-۶۹

10. Altman, I., & Low, S. M. (1992). *Place attachment*, New York: Plenum Press.

11. Dalton, N. (2001). Fractional Configurational Analysis and a Solution to the Manhattan Problem, *Proceedings, 3th International Space Syntax Symposium*, Atlanta.

12. Dalton, N. (2003). Storing Directionality in Axial Lines using Complex Node Depths, *In 10th International Symposium of Space Syntax*, July, (pp. 63:1-63:5). London: UCL.

13. Dalton, N. (2005). New Measures for Local Fractional Angular Integration: or Towards General Relativisation in Space Syntax, A. van Nes (Ed.), *In Space Syntax tenth International Symposium*, July, (pp. 103-115). Delft: Delft university.

14. Dalton, N., Turner, A. (2005). A Simplified Route Choice Model Using the Shortest Angular Path Assumption, *In 8th International Symposium of Geocomputation*, July, (pp. 1-14), USA: University of Michigan.

15. Dalton, R., & Dalton, N. (2007). Applying depth decay functions to space syntax network graphs, *In International Symposium of Space Syntax*, Jun. (pp. 89:1-89:14), Istanbul: Istanbul university.

16. Griffiths, S. (2012). The use of space syntax in historical research: current practice and future. *In 8th international Symposium of Space Syntax*, June, (pp. 8193:1- 8193:26). Lincoln: Santiago University.

17. Hillier, B., Iida, S. (2005). Network Effects and Psychological Effects: A Theory of Urban Movement, A. van Nes (Ed.), *In 5th International Symposium of Space Syntax*, July, (pp. 553-564). Delft: Delft university.

18. Hillier, B., Hanson, J., Peponis, J. (1984). *What do we mean by building function?*. In: Powell, J.A., Cooper, I., Lera, S. (Eds.), *Design for Building Utilization*, London: Spon.

19. Hillier, W. R. G., Hanson, J., & Peponis, J. (1987). Syntactic analysis of settlements. *Architecture et comportement/ Architecture and Behaviour*, 3(3), 217-231. Hillier, B. (2007). *Space is the Machine: A Configurational Theory of*

افزایش می‌یابد. این در حالی است که چون تمایزی در کیفیت ارزش خدمات‌رسانی به دلیل تک بودن حیاط وجود ندارد، کارایی فضای حیاط به نسبت خانه‌های دو سه حیاطه کمتر می‌شود. لذا با در نظر گرفتن یافته‌های فوق، به این دلیل که در خانه‌های بیش از یک حیاطه، وظیفه توزیع خدمات مربوط به دسترسی‌ها به بیش از یک فضا واگذار می‌شود؛ شعاع عملکردی کاهش و شعاع نفوذ مؤثر افزایش می‌یابد؛ بنابراین با تغییر در کیفیت نفوذپذیری‌ها، در ارزش عملکردی فضا تمایز به وجود آمده و در نتیجه کارایی فضاها از این لحاظ افزایش می‌یابد.

پی‌نوشت‌ها

1. A-Graph

۲. به منظور بررسی این معادله در خانه‌های دو حیاطه و سه حیاطه، نمودار توجیهی برای هر کدام از حیاط‌ها در این خانه‌ها، به طور جداگانه ترسیم گردیده است.

فهرست مراجع

۱. الکک، آلن؛ مورین، پال؛ بنتلی، ای ین؛ مک‌گین، سوو؛ و اسمیت، گرام. (۱۳۹۳). *محیط‌های پاس‌ساخته (کتاب راهنمای طراحان)*، (مصطفی بهزادفر، مترجم)، تهران: دانشگاه علم و صنعت، تهران. (نشر اثر اصلی ۱۹۴۵).
۲. پوردیهیمی، شهرام. (۱۳۹۴). *منظر انسانی در محیط مسکونی*، چاپ اول، تهران: شهیدی- آرمان‌شهر.
۳. پیوسته‌گر، یعقوب؛ حیدری، علی اکبر؛ و کیایی، مریم. (۱۳۹۶). ارزیابی نقش حیاط در ارتقا راندمان عملکردی خانه، *صفه*، ۷۳، ۶۰-۳۹.
۴. حاج قاسمی، کامبیز. (۱۳۷۵). *گنجنامه‌ی خانه‌های کاشان*، تهران: نشر روزنه.
۵. حاج قاسمی، کامبیز. (۱۳۸۳). *گنجنامه‌ی خانه‌های یزد*، تهران: نشر روزنه.
۶. حیدری، علی اکبر. (۱۳۹۲). *معنای خانه بررسی ابعاد مختلف معنای خانه در مسکن آپارتمانی و مستقل حیاط دار (نمونه موردی شیراز)*. رساله‌ی دکتری، دانشگاه علم و صنعت، تهران.
۷. حیدری، علی اکبر؛ پیوسته‌گر، یعقوب؛ و کیایی، مریم. (۱۳۹۶). بررسی نقش حیاط در پیکره بندی فضایی مساجد در راستای ارتقاء راندمان عملکردی با استفاده از روش چیدمان فضایی، *هنرهای زیبا*، ۲۲(۳)، ۱۰۶-۹۳.
۸. راپوپورت، ایموس. (۱۳۹۲). *انسان شناسی مسکن*، (خسرو افضلیان، مترجم)، تهران: کتابکده کسری.
۹. سلطان‌زاده، حسین. (۱۳۹۰). نقش جغرافیا در شکل‌گیری انواع حیاط در

Architecture, London: Space Syntax Laboratory.

20. Jeong, Y. (2011). *Computational algorithms to evaluate design solutions using Space Syntax*, Computer-Aided Design, -43, 664–676.

21. Khan, N. (2012). Analyzing patient flow: reviewing literature to understand the contribution of space syntax to improve operational efficiency in healthcare settings. *In 8th international Symposium of Space Syntax*. June, (pp. 8183:1-8183:11). Lincoln: Santiago University.

22. Mustafa, F. (2014), *Spatial Configuration and Functional Efficiency of House Layouts*, Berlin: LAP LAMBERT Academic Saarland Germany.

23. Turner, A. (2001). Angular analysis. *In 3th international symposium of space syntax*. May (pp. 30-1). Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology.

24. van Nes, A. (2005). Burglaries in the burglar's vicinity. *In 5th international symposium of space syntax*. March (Vol. 1, pp. 479-493).

Investigating the Process of the Relative Depth Decent of Space in Improving the Efficiency of the "Courtyard" in Traditional Houses

*Ali Akbar Heidari**, Assistant Professor, Faculty of Engineering, Yasooj University, Yasooj, Iran.

Maryam Kiaee, Ph.D. in Architecture, Department of Architecture, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

Abstract

There are different types of space in each house, which have different positions in terms function . the functional action of each of these spaces has a direct impact on the performance efficiency and consequently allocation of weights to different spaces. one of these spaces that has a great impact on the variation of this area is the space of the "yard". The aim of this study is to investigate and evaluate the functional efficiency of the yard space by emphasizing the concept of functional radius in different types of patterns of traditional Iranian homes. In order to perform the mentioned process, mathematical relations will be used in terms of space syntax, which is specifically applied to the relative depth decline function in order to analyze and prove the problem. In the study using relative depth descent function, we need to convert qualitative information to quantitative data. The extraction and conversion of these data is made possible by drawing graphs or briefings, which is actually the use of space syntax method. by examining the relative depth in different types of house patterns, indicators such as functional radius, effective diffusion domain and optimal space efficiency can also be extracted which is effective in determining the value of the yard space as a service space is effective in dealing with the needy Serve space. The first step in this study was to draw the explanatory plots or graphs of each house used for this purpose by the "Agraph" software. In this connection, the "courtyard" space is considered as the root zone (server space) and the order of other spaces to the courtyard layout is measured as needyly serve spaces. The results show that the decrease in the depth and thus reduce the amount of functional radius and, of course, an increase in effective penetration area is effective in determining the functional efficiency in the yard. Furthermore, the results of the study show that, according to the definition of the "optimum functional efficiency" index, effective performance radius - which is under the set of operating radius of contract - each of the space (which is defined in the framework of space definition) has a direct relationship with the value of space. At this level, the required information is extracted from the justification diagrams and used to use in syntactic relationships. Therefore, the method of research in this study is descriptive analytical. In this research, in order to determine the functional efficiency of space, justification graphs and syntactical maths are used. Accordingly, the research question in relation to the research goal is as follows: How does changing the functional radius in space increase or decrease the efficiency of the yard in the Iranian home? Accordingly, the hypothesis on the answer to the research question is as follows: The greater the functional radius of a space in the configuration of the building, the effective radius and the sphere of influence of that space decrease, and thus the efficiency of the space increases.

Keywords: Relative Depth Descent, Effective Sphere Domain, Spatial Efficiency, Central Yard.

* Corresponding Author Email: aliakbar_heidari@iust.ac.ir