صفحات ۹۱ - ۱۰۴
نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی ● دوره ۲۲ ● شماره ۳ ● پاییز ۱۳۹۶

بررسی نقش حیاط در ارتقای راندمان عملکردی مساجد با استفاده از روش چیدمان فضا*

علی اکبر حیدری[۱**]، **یعقوب پیوسته گر**[۲]، **مریم کیایی**[۳]
[۱] استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.
[۲] دکتری شهرسازی، گروه معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران.
[۳] دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران.
(تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۶/۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۵/۱۲/۱۱)

چکیده

نقش حیاط در ساختار فضایی معماری ایران غیرقابل انکار و گاهی از ضروریات طراحی معماری به سبب شرایط اقلیمی و جغرافیایی است. این عضو اصلی بناهای معماری ایران در ساخت و سازهای امروزی به دلیل مشکلات زمین و مسائل مربوط به تراکم شهری، از پیکره‌بندی بسیاری از بناها به خصوص کاربری‌های جمعی مانند مساجد حذف و یا به شکل یک عنصر رها شده تبدیل شده‌است. این در حالی است که نقش آن در تغییر بازده عملکردی بنا نادیده گرفته می‌شود و این امر هدف پژوهش حاضر را در راستای بررسی نقش حیاط بر راندمان عملکردی مساجد سوق داده است. بر همین اساس، عاملی چون وجود یا عدم وجود حیاط در پیکره‌بندی بنا، موقعیت قرارگیری و همچنین نوع هندسه آن به عنوان شاخص‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر در نظر گرفته شد و بر اساس آن هفت مسجد با طرح‌های سنتی و معاصر به عنوان نمونه‌های موردی انتخاب گردید و تحلیل‌های مربوط به سنجش "راندمان عملکردی" با استفاده از دو روش ترسیم گراف و همچنین استفاده از نرم‌افزار Depthmap بر روی آنها انجام پذیرفت. در نهایت نتایج تحقیق نشان داد وجود حیاط مرکزی با هندسه مستطیل در مرکز هندسی بنا، بیشترین مقدار راندمان عملکردی را در مساجد ایجاد می‌کند.

واژه‌های کلیدی
حیاط، مسجد، راندمان عملکردی، چیدمان فضایی.

*این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده سوم با عنوان: «تبیین تحولات کالبدی - عملکردی خانه‌های قاجاری در گذر زمان با تکیه بر مفهوم راندمان عملکردی (نمونه‌ی موردی: تبریز)» است که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج در دست انجام می‌باشد.

**نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۷۱۴۵۵۴۹۴، نمابر: ۳۱۰۰۹۵۵۵-۰۷۴، E-mail: Aliakbar_heidari@yu.ac.ir.

مقدمه

حیاط در ساختار فضایی معماری سنتی ایرانی چه در کاربری‌های عمومی مانند (مسجد، مدرسه، کاروانسرا و ...) و چه در کاربری‌های غیرعمومی (مانند خانه‌ها)، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و علاوه بر کاربردهای اقلیمی، از منظر عملکردی نیز حائز اهمیت فراوانی بوده است. به این ترتیب که با قرارگیری آن در مرکز بنا و چینش سایر فضاها در اطراف آن، علاوه بر تامین نور و منظر مناسب برای فضاهای اطراف خود، کیفیات دسترسی به آنها و همچنین نوع و میزان استفاده از آنها توسط کاربران را نیز تحت‌الشعاع قرار می‌داده که این موضوع در پژوهش حاضر تحت عنوان راندمان عملکردی مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظور از راندمان عملکردی، میزان بهره‌وری فضا یا به عبارتی میزان استفاده‌پذیری از فضا توسط کاربران است. به این معنی که زمانی که فضایی در یک پیکره‌بندی خاص به گونه‌ای قرارگیرد که میزان نفوذ فعالیت‌های غیر مرتبط در آن کاهش و در مقابل امکان خدمات رسانی به فضاهای مجاور آن افزایش یابد، می‌تواند بهتر مورد استفاده کاربران قرار گیرد که در چنین حالتی فضا کارآمد تلقی شده و به تعبیری دارای راندمان عملکردی بالاتری است (Mostafa & Hassan, 2013).

در معماری سنتی ایران، عنصر حیاط در ساختار فضایی مسجد از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. به این معنی که در ساخت بنای مسجد، در مواردی که قصد ساختن مسجد حیاط دار در ذهن سازندگان وجود داشته است، در ابتدا حیاط را با یک هندسه کاملاً منظم در پیکره‌بندی بنا مکان‌یابی نموده و سپس سایر عناصر از جمله شبستان‌ها، ایوان‌ها و ... را حول آن برپا می‌نمودند (کیانی، ۱۳۸۵، ۱۸- ۱۹؛ امین‌زاده، ۱۳۷۸، ۳۴-۳۲). با این حساب چنین به نظر می‌رسد که حیاط مرکزی نه تنها عنصر پایه در ساختار هندسی و فضایی بنای مسجد مد نظر قرار داشته، بلکه عاملی وحدت بخش و مکانی برای حضور و تعامل مردم به عنوان یک فضای شهری نیز به شمار می‌رفته است و این موضوع بر اهمیت اجتماعی و فرهنگی آن نیز صحه می‌گذارد. این در حالی است که در مساجد امروزی با توجه به تراکم ابنیه و مشکلات مربوط به زمین، در بسیاری از موارد حیاط از کالبد بنا حذف و یا به لحاظ پیکره‌بندی، مکان آن تغییر کرده است. به این معنی که در ساخت مسجد، آنچه پس از ساخت بنا باقی می‌ماند، تحت عنوان حیاط مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا بدیهی است که در چنین حالتی، حیاط دیگر آن ماهیت وحدت‌بخش خود را نداشته و تنها به محلی برای عبور تبدیل شده است. بر همین اساس پژوهش حاضر ضمن تحلیل جایگاه حیاط در معماری گذشته و معاصر مساجد، نقش آن بر راندمان عملکردی بنا را مورد تحلیل قرار می‌دهد و با توجه به شاخص‌هایی چون بودن یا نبودن آن در ساختار فضایی بنا، موقعیت آن در پیکره‌بندی بنا و همچنین داشتن هندسه منظم و یا نامنظم آن، به تحلیل این مهم می‌پردازد. با این توضیح سوالات تحقیق در قالب موارد زیر قابل بررسی است:

- آیا اساساً وجود حیاط در پیکره‌بندی مساجد ضروری است یاخیر؟
- مکان‌یابی مناسب حیاط در راستای ارتقای راندمان عملکردی مسجد چگونه است؟
- با توجه به ضرورت ایجاد کیفیت دید مطلوب در ارتقای راندمان عملکردی مساجد، مناسب‌ترین ساختار هندسی حیاط که در آن دسترسی بصری کیفیت مطلوبی را داشته باشد، به چه شکل است؟

با توجه به سؤالات فوق، فرضیات تحقیق به این صورت قابل ارائه می‌باشند:

۱- وجود حیاط در راستای ارتقای راندمان عملکردی مسجد ضروری است.

۲- به منظور ارتقای راندمان عملکردی مسجد، موقعیت حیاط باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که بیشترین ارتباط را با فضای سرپوشیده داشته باشد. لذا قرارگیری آن در مرکز هندسی بنا بیشترین میزان بهره‌وری را برای فضا به همراه دارد.

۳- هندسه حیاط باید به گونه‌ای باشد که فضای محوری مناسب در آن به وجود آید و فضای مقعر در آن به حداقل برسد.

۱- ادبیات تحقیق

در این بخش، ابتدا به بررسی نقش حیاط (با تأکید بر هندسه و مکانیابی آن) در کاربری‌های جمعی و شخصی پرداخته می‌شود. سپس با توجه به موضوع پژوهش، دیدگاه تئورسین‌های نحوفضا در ارتباط با راندمان عملکردی فضا و عوامل موثر بر آن مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت به ارائه چارچوب نظری در این خصوص پرداخته می‌شود.

۱-۱- انواع الگوهای حیاط در پیکره‌بندی مساجد ایران

آنگونه که از شواهد برمی‌آید، حیاط در مسجد از ابتدا یکی از بخش‌های اصلی پیکره‌بندی فضایی به شمار می‌رفته است به نحوی که از نخستین مساجد اسلام تا دوران معاصر، فضای باز یا به تعبیری صحن در مساجد، حضوری چشمگیر داشته است. به عنوان مثال مسجد پیامبر (ص) بنابر اقوال مشهور محققین مستشرق و علمای اسلام، بر مبنای فضای باز محصور شکل گرفته است و اضافاتی که به آن عارض شده، صرفاً به صرف سایه‌اندازی بوده است (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۴، ۳۵). علاوه بر این با تعمیق در نمونه‌های تاریخی و احکام ساخت مسجد، این موضوع برداشت می‌شود که فضای باز در مسجد، چیزی

بیش از یک فضای تقسیم و یا صرفاً تنوع معمارانه است و چه بسا نتوان آن را تنها یک میراث معماری محلی به شمار آورد؛ چنانچه اضافه نمودن حیاط به بسیاری از نیایش‌گاه‌های ماقبل اسلام که بعد از ظهور اسلام تغییر کاربری یافته و به مسجد تبدیل شده‌اند، دلیلی بر این مدعا است (نقره‌کار، ۱۳۷۸). با این حال با بررسی احکام فقهی این موضوع نمایان می‌شود که از منظر دین اسلام، برخی از عبادات باید حتما در فضای باز انجام گیرد که از جمله آنها می‌توان به نمازهای اعیاد فطر و قربان، نماز استسقا (نماز درخواست باران از خداوند)، نماز روز عرفه، نماز استغاثه و مواردی از این دست اشاره نمود (قمی، ۱۳۸۰). این موضوع بر لزوم وجود حیاط در ساختار پیکره‌بندی مسجد نیز صحه می‌گذارد. این در حالی است که در دوران معاصر، بنا به دلایل مختلف از جمله ارزش زمین‌های شهری، بسیاری از مساجد یا فاقد حیاط بوده و یا اینکه بخش کوچکی از زمین که به صورت غیرمسقف در نظر گرفته می‌شود را به عنوان حیاط در نظر می‌گیرند. این در حالی است که از این فضا صرفاً به منظور عبور و مرور از بیرون به شبستان و برعکس استفاده می‌شود. با این حال چنین به نظر می‌رسد که حذف صحن از معماری مسجد و ایجاد ارتباط مستقیم و بی‌واسطه بین بیرون و درون مسجد در طرح‌های معاصر، نظم سلسله مراتبی گذار مؤمن از بیرون به درون را به شدت تحت تاثیر قرار داده و ضمن تقلیل خصوصیت خلوت در درون مسجد، بر امکانات و تمهیدات مورد نیاز جهت حضور قلب مومن از جمله آرامش، تاثیر منفی دارد (امین‌زاده، ۱۳۷۸، ۳۴).

چگونگی ترکیب فضاهای سرپوشیده با فضاهای باز، یکی از موضوعات مهم در طراحی و ساخت فضاهای مختلف معماری است. در همین ارتباط، عوامل و پدیده‌های گوناگونی بر نحوه شکل‌گیری فضاهای باز و چگونگی ترکیب آنها با فضاهای بسته نقش دارند که از جمله آنها می‌توان به نوع کارکرد آن در ساختار بنای مورد نظر اشاره نمود (سلطان‌زاده،۱۳۹۰، ۷۰). حیاط در مساجد سنتی بیشتر به شکل مستطیل و یا مربع ساخته می‌شده است که در قالب الگوهای مختلف چون چهار طرف محصور، سه طرف محصور و در بعضی موارد دو طرف محصور نمود می‌یافته است (Meir, Pearlmutter & Etzion, 1995, 564-566). این در حالی است که با گذشت زمان و به واسطه عوامل مختلفی چون محدودیت توپوگرافی، سایت، جهت ساختمان و ... اشکال جدیدی چون T، L، U و یا حتی Y شکل نیز در طرح هندسی حیاط ظاهر شده است (Ibrahim et al., 2013,173). با این توضیح در پژوهش حاضر، به منظور تحلیل جایگاه حیاط در پیکره‌بندی مساجد، در بررسی نمونه‌های موردی از مدل‌های بدون حیاط و حیاط دار (گونه‌های مختلف حیاط دار با توجه به مدل چیدمان آن)، در انواع پیکره‌بندی مساجد معاصر و مساجد سنتی استفاده می‌شود که در ادامه معرفی می‌گردد.

۱- ۲- تعریف راندمان عملکردی

پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که عواملی چون تکنولوژی ساخت، کیفیت مصالح مصرفی، راهکارهای اقلیمی و ... نمی‌توانند به تنهایی منجر به ساخت فضاهای انسانی شوند (راپوپورت، ۱۳۹۲). این در حالی است که نوع رابطه انسان و یک محیط، بسته به میزان انتظاراتی است که فرد از آن محیط در ذهن دارد و این موضوع عملکرد محیط مورد نظر را تا حد زیادی تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. چنانچه محیط از نظر عملکردی به گونه‌ای باشد که قابلیت استفاده‌پذیری آن توسط افراد افزایش یابد، به این معنی است که توانایی رفع نیازهای مختلف استفاده‌کنندگان از آن را دارا است که این موضوع تحت عنوان راندمان عملکردی شناخته می‌شود (Mostafa & Hassan, 2013). در چنین رویکردی، راندمان یا به عبارتی «بهره‌وری به معنی به حداقل رساندن میزان نفوذ گروه‌های نامربوط به یکدیگر و سازماندهی مناسب فضاهای مرتبط در کنار هم است به نحوی که کارایی آنها در گرو خدمات‌رسانی مناسب به یکدیگر باشد. این نوع سازماندهی فضایی، منجر به شکل‌گیری روابط کارآمد اجتماعی در فضا نیز می‌شود» (Hillier, 2007, 229). یکی از روش‌هایی که کالبد فضا را از منظر مطلوبیت عملکردی مورد بررسی قرار می‌دهد، تکنیک نحوفضا است. این رویکرد که بیش از هر چیز به بررسی ساختار چیدمان فضا می‌پردازد، میزان راندمان یک ریز فضا در یک نظام پیکره‌بندی فضایی را در میزان استفاده پذیری آن توسط کاربران معرفی می‌کند. در این روش، اطلاعاتی جهت توصیف پیکره‌بندی فضا و درک چگونگی روابط فضایی به پژوهشگران ارائه می‌شود که به وسیله آن، نوع رفتار انسان در محیط قابل پیش‌بینی می‌شود (Peponis, 2001). در این ارتباط، عواملی چون موقعیت استقرار فضای مورد نظر در ساختار کلی بنا، میزان هم‌پیوندی و ارتباط آن با فضاهای مجاور خود، میزان دسترسی به فضای مذکور و مواردی از این دست در میزان راندمان فضای مورد نظر تاثیرگذار هستند که با تحلیل این موارد، می‌توان به چگونگی توزیع فضایی، الگوی حرکت و حضورپذیری در فضایی برد (Hillier & Hanson, 1984). در ادامه به معرفی شاخص‌های نحوی جهت تحلیل راندمان عملکردی یک فضای بسته پرداخته می‌شود.

۱-۳- بررسی شاخص‌های راندمان عملکردی

همانگونه که عنوان گردید، در تکنیک نحو فضا، ابزارهایی برای سنجش راندمان عملکردی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ذیل به معرفی این موارد پرداخته می‌شود.

۱-۳-۱- همپیوندی: همپیوندی یا میزان ادغام یک نقطه، نشانگر میزان پیوستگی یا جدا افتادگی یک نقطه از سیستم کلی یا سیستم پایین‌تر می‌باشد (عباس زادگان، ۱۳۸۱، ۶۸). فضایی دارای همپیوندی زیاد است که با فضاهای دیگر دارای یکپارچگی باشد. بر همین اساس این شاخص با شاخص ارتباط دارای رابطه خطی است به این معنی که همپیوندی، بیشتر به معنی ارتباط بیشتر با فضاهای مجاور است.

به منظور بررسی میزان راندمان عملکردی با استفاده از شاخص همپیوندی، از ابزار روابط ریاضی نحو فضا استفاده می‌شود که از آن تحت عنوان " شاخص ساختار فضایی (نسبت

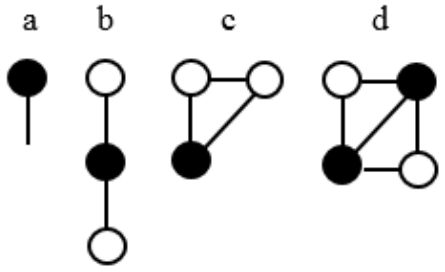
فضا - پیوند)" یاد می‌شود. در این شاخص، نسبت فضا - پیوند،(R) از تقسیم تعداد کل همپیوندهای موجود بین فضاها (L) به اضافه یک بر تعداد کل فضاهای موجود در بنا (K) به دست می‌آید (رابطه ۱) (Bellal, 2007, 7).

$$R = \frac{L+1}{K} \quad (۱)$$

در رابطه فوق، مقادیر R پیرامون عدد یک معانی متفاوتی دارد به این معنی که مقادیر بیشتر از یک نشان‌دهنده درجه بالایی از "حلقه‌ای بودن" و "توزیع شدگی" یک ساختار فضایی است که این موضوع نشان‌دهنده افزایش میزان انعطاف‌پذیری در استفاده از فضا و در نتیجه افزایش راندمان عملکردی فضا است. این در حالی است که مقادیر کمتر از یک، نشان‌دهنده جدا افتادگی بیشتر فضا است که با توجه به عمومی بودن کاربری مسجد، وجود فضاهایی اینچنین در پیکره‌بندی بنا کمتر مورد استفاده عموم قرار می‌گیرد که این موضوع، نشان از پایین بودن راندمان عملکردی آن دارد. (لازم به ذکر است که چنانچه فضایی اینچنین در مسجد وجود داشته باشد، با توجه به پایین بودن راندمان عملکردی آن، نمی‌تواند به عنوان فضای اصلی همچون شبستان و یا حیاط برای استفاده عموم به کار گرفته شود و لذا چنین فضاهایی با این خصوصیات، بیشتر به عنوان فضاهای خدماتی مانند انبارها و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند).

۱-۳-۲- ارتباط: شاخص ارتباط به معنی رابطه بین فضاها است که در کاربری‌های جمعی از اهمیت خاصی برخوردار است. به این معنی که وجود ارتباط میان فضاها، به معنی قابلیت استفاده از آن توسط اقشار مختلف مردم است و هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد، به معنی استفاده پذیری بیشتر فضای مورد نظر، گردش فضایی مطلوب، میزان نفوذپذیری مناسب و در نتیجه افزایش راندمان عملکردی آن می‌شود(Hillier, 2007, 202; Penn et al., 1999, 193-218). به منظور سنجش این شاخص در نحو فضا نیز از روابط ریاضی استفاده می‌شود که از آن با عنوان "شاخص نوع فضا" یا به تعبیری "درجه فضایی بودن" نیز یاد می‌شود.

تصویر۱، انواع فضاها از نظر تعداد ارتباط را نشان می‌دهد. همان‌گونه که از این تصویر پیداست، فضای نوع a فضایی است که تنها با یک فضا و از یک ناحیه ارتباط دارد. فضای نوع b فضایی است که با دو فضا ارتباط دارد در حالی که این سه فضا در کنار هم یک مسیر خطی را شکل می‌دهند. فضای نوع c زمانی به وجود می‌آید که یک حلقه شکل گرفته باشد و در نهایت فضای



تصویر۱- درجه فضایی بودن.
ماخذ: (Manum, 2009:7)

نوع d نیز زمانی به وجود می‌آید که در محل تلاقی دو یا چند حلقه قرار گرفته باشد (Manum, 2009, 7).

با توجه به عمومی بودن کاربری مسجد، هر چه در طرح کلی بنا، فضاهایی با طرح d افزایش یابد، به معنی افزایش استفاده‌پذیری از آن بوده و در چنین حالتی میزان راندمان عملکردی بنا نیز افزایش می‌یابد و به تبع هرچه در یک پیکره‌بندی فضایی، فضاهای نوع a بیشتر شکل گرفته باشند، در این حالت انزوای فضایی بیشتر بوجود آمده و در نتیجه قابلیت استفاده‌پذیری آن توسط عموم کمتر می‌شود؛ لذا در این حالت میزان راندمان عملکردی فضا کاهش می‌یابد.

برای محاسبه درجه a بودن طرح یک بنا، تعداد فضاهای نوع a بر تعداد کل فضاها منهای یک تقسیم می‌شود. درجه b بودن نیز با تقسیم تعداد فضاهای نوع b بر تعداد کل فضاها منهای دو محاسبه می‌شود. درجه c و d بودن نیز با تقسیم تعداد فضاهای نوع c یا d بر تعداد کل فضاها در طرح مربوطه محاسبه می‌شود (Guney, 2005, 626).

$$a^* = \frac{a}{k-1} \quad (۲)$$

$$b^* = \frac{b}{k-2} \quad (۳)$$

$$c^* = \frac{c}{k} \quad (۴)$$

$$d^* = \frac{d}{k} \quad (۵)$$

۱-۳-۳- انتخاب: مفهوم انتخاب، همتراز با واژه تعدد است، به این معنی که هر گاه حق انتخاب در ارتباط با یک پدیده برای فرد وجود دارد، بدان معنی است که بیش از یک روش برای رسیدن به هدف مورد نظر وجود دارد (Jun & John, 1998, 153). در معماری و در ارتباط با کاربری‌های جمعی، هر چه میزان انتخاب مسیر برای رسیدن به یک فضا بیشتر شود، تجمع و تخلیه فضا آسان‌تر صورت می‌گیرد. در چنین حالتی، شناسایی فضا بهتر صورت گرفته و در نتیجه کاربران به راحتی می‌توانند از فضای مورد نظر استفاده کنند. بر این اساس می‌توان چنین اذعان داشت که در کاربری‌های جمعی، تعدد انتخاب منجر به افزایش راندمان عملکردی در فضا می‌شود.

زمانی که تعداد انتخاب‌های موجود در یک فضا زیاد باشد، آن فضا به یک فضای توزیع‌کننده تبدیل می‌شود. نقشی که حیاط در معماری سنتی دارد، در ارتباط با این موضوع صدق می‌کند. به این معنی که با چینش فضاها حول حیاط مرکزی، گردش فضایی افزایش یافته و در نتیجه پیوند میان فضاها افزایش می‌یابد. در چنین حالتی، راندمان عملکردی بنا نیز افزایش می‌یابد. در این پژوهش، شاخص انتخاب با استفاده از کروکی و داده‌های مستخرج از گراف‌ها قابل بررسی می‌باشد.

۱-۳-۴- عمق: در تئوری نحو فضا، عمق به معنی تعداد مراحلی است که فرد برای رسیدن به یک فضا باید طی نماید؛ در نتیجه در یک پیکره‌بندی فضایی، هرچه عمق فضایی بیشتر

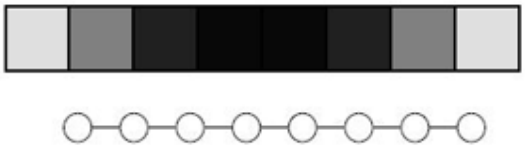
شود، درجه خصوصی بودن فضا نیز افزایش می‌یابد (Mostafa & Hassan, 2010,160). عمق زیاد در یک خانه می‌تواند به عنوان یک خصوصیت مطلوب در جهت افزایش میزان محرمیت قلمداد شود، این در حالی است که این موضوع در کاربری‌های عمومی مانند مسجد، باعث کاهش دسترسی به فضا و در نتیجه کاهش حضورپذیری و در نتیجه کاهش استفاده از فضا می‌شود (تصاویر۲ و ۳). لذا بنا به تعریف راندمان عملکردی، افزایش عمق در کاربری‌های عمومی باعث کاهش دسترسی، حضورپذیری و نفوذپذیری به فضا و در نتیجه کاهش راندمان عملکردی در فضای مورد نظر می‌شود. در این پژوهش شاخص عمق با استفاده از نرم‌افزار Depthmap مورد سنجش قرار می‌گیرد.

۱-۳-۵- تحدب و تقعر فضا: تقعر و تحدب فضا، خصوصیاتی از فضا است که در ارتباط با نوع هندسه وکیفیت دسترسی بصری فضا تبیین می‌شود. در این ارتباط، فضای محدب به فضایی اطلاق می‌شود که از هر نقطه‌ای از آن، تمام نقاط آن قابل رویت باشد. این در حالی است که فضای مقعر، به واسطه تغییر زاویه و پیچش در طرح هندسی آن، مانعی ایجاد می‌شود که به واسطه آن، بعضی از نقاط نسبت به بعضی دیگر پنهان می‌ماند (تصاویر ۴ و۵) (Hillier,1988,68).

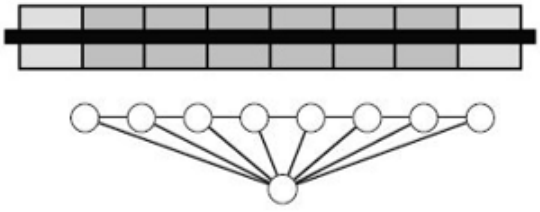
هر کدام از این نوع فضاها (محدب و مقعر)، محدودیت‌ها و فرصت‌های بالقوه‌ای را ایجاد می‌کند که با سنجش جانمایی هر کدام از عناصر سازنده فضا در کنار هم، می‌توان بهترین گزینه را جهت طراحی انتخاب نمود. با این حال در کاربری‌های جمعی، فضاهایی که به منظور حضور و تجمع افراد مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید از نظر شکل هندسی تحدب بیشتری داشته باشد تا علاوه بر جلوگیری از به وجود آمدن فضاهای دنج و غیرقابل استفاده، از منظر بصری نیز برای بیننده ادراک‌پذیر باشد. لذا بنا به این تعبیر، در کاربری‌های عمومی هر چه فضا محدب‌تر باشد، راندمان عملکردی آن نیز افزایش می‌یابد. در این پژوهش، این شاخص با استفاده از قابلیت Convex Map در نرم‌افزار Depthmap قابل سنجش می‌باشد.

۱-۳-۶- فضای محوری: فضای محوری یا خط محوری، نشان‌دهنده طولانی‌ترین خط دید در یک بنا است و این موضوع به طور محسوسی با جهت حرکت انسان در محیط در ارتباط است (Van der Hoeven & Van Nes, 2014, 65). در کاربری‌های عمومی، فضایی برای حضور و انجام فعالیت انسان مناسب است که شفافیت در آن به طور کامل محسوس باشد و کاربر بدون هیچ مشکلی بتواند از فضا استفاده کند. اگر فضایی به هردلیلی دارای دید محوری مستقیم نباشد، در بخش‌های غیرقابل دید از فضا احتمال وقوع اتفاقاتی وجود دارد که به لحاظ عملکردی انتظار انجام آن در آن بخش از فضا وجود ندارد و این امر در نهایت منجر به ایجاد اختلالاتی در عملکرد فضا و در نتیجه کاهش حضور افراد در آن می‌شود. بر این اساس، چنین به نظر می‌رسد که در کاربری‌های تجمعی، به منظور افزایش بهره‌وری و یا به عبارتی راندمان عملکردی فضا، وجود فضاهای محوری ضروری به نظر می‌رسد. در همین ارتباط، در نرم‌افزار Depthmap این موضوع از طریق قابلیت Isovist مورد تحلیل قرار می‌گیرد. باتوجه به ویژگی‌هایی که این بخش از نرم‌افزار دارد، می‌توان سطح فضای دیده شده در هر مرحله را مورد ارزیابی قرار داد و سطوح شفاف و دارای ابهام در هر بخش از فضا (به طور مثال از فضا ورودی) را شناسایی نمود.

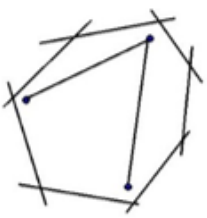
در جمع‌بندی مطالب یاد شده و در راستای تبیین چارچوب نظری تحقیق، می‌توان چنین اذعان داشت که بر اساس تئوری نحوفضا، راندمان عملکردی یک پیکره‌بندی فضایی بواسطه شاخص‌هایی همچون همپیوندی، ارتباط، انتخاب و عمق، تقعر و تحدب فضا و همچنین فضای محوری قابل اندازه‌گیری است که این شاخص‌ها خود با مفاهیم معماری نظیر نفوذپذیری، میزان توزیع‌شدگی، دسترسی‌های فیزیکی و بصری، کیفیت حضورپذیری و میزان جدا افتادگی و یکپارچگی فضایی متناظر می‌باشند. از سویی دیگر، با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، موضوع عواملی چون مکانیابی و هندسه حیاط و تاثیر این دو بر راندمان عملکردی مسجد مدنظر می‌باشد، لذا به منظور تحلیل



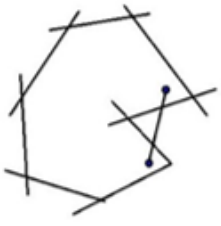
تصویر۲ - فضای تو در تو و نمودار درختی آن؛ عدم وجود ارتباطات پیوسته و مناسب به افزایش عمق فضایی و روابط عملکردی نامطلوب می‌انجامد.
ماخذ: (Hillier, 2007, 80)



تصویر۳- یک فضای رابط در وسط سری فضا (مانند راهرو) و نمودار آن؛ ایجاد ارتباطات فضایی مطلوب و پیوسته به کاهش عمق و در نتیجه عملکرد مناسب فضا می‌انجامد.
ماخذ: (Ibid)



تصویر۴- فضای محدب ، اتصال بدون مانع تمام نقاط در فضا.



تصویر۵- فضای مقعر، عدم اتصال بدون مانع تمام نقاط در فضا.

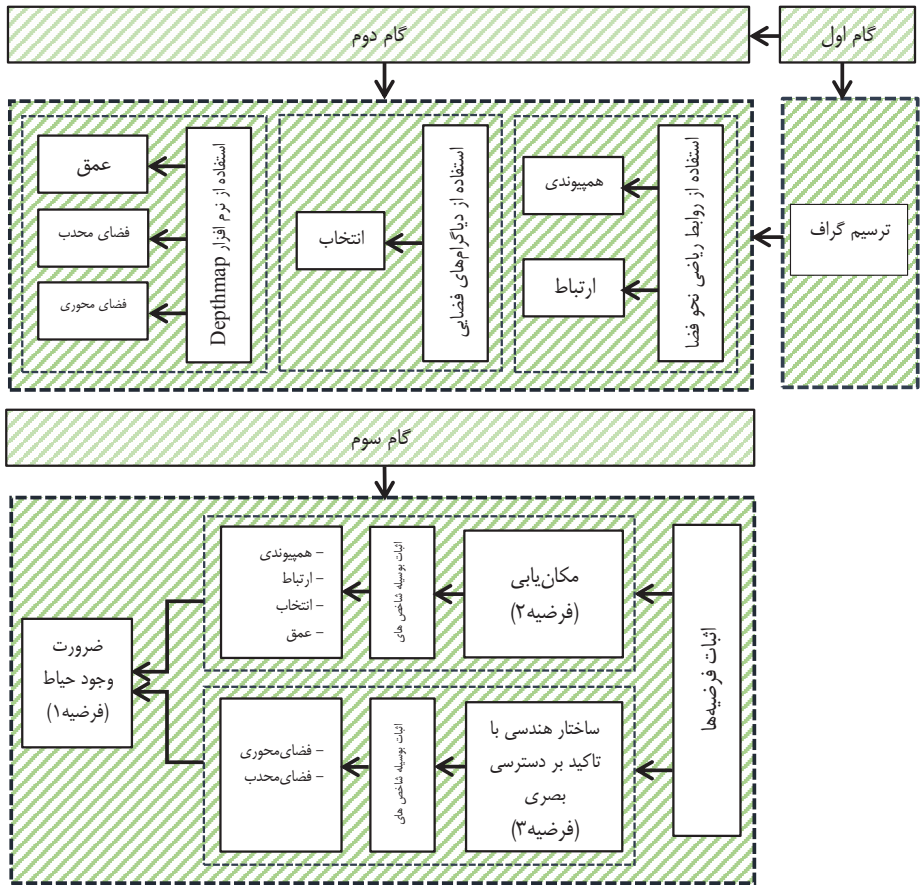
مکان‌یابی حیاط در پیکره‌بندی مساجد از شاخص‌های عمق (به منظور تحلیل میزان حضورپذیری و نفوذپذیری در فضا)؛ همپیوندی (به منظور تحلیل میزان جدا افتادگی و یکپارچگی فضا)؛ انتخاب (به منظور تحلیل کیفیت حضورپذیری در کنار شاخص عمق) و ارتباط (به منظور تحلیل دسترسی فیزیکی به فضا) استفاده شد. همچنین به منظور تحلیل هندسه حیاط نیز از شاخص‌هایی چون میزان تقعر و تحدب فضا (به منظور تحلیل دسترسی بصری نسبت به فضا) و فضای محوری (به منظور تحلیل بصری فضا) استفاده شده است. در نهایت از مجموع نتایج بدست آمده که از جنبه‌های گوناگون به بررسی هندسی و مکان‌یابی حیاط پرداخته است، به مسئله ضرورت و یا عدم ضرورت وجود حیاط پی برده می‌شود. در نمونه‌های مختلف، این شاخص‌ها مورد سنجش قرار گرفته و در نتیجه حالاتی که بیشترین میزان راندمان شکل می‌گیرد، استخراج می‌گردد.

۲- روش تحقیق

همان‌گونه که پیش از این نیز عنوان شد، پژوهش حاضر به دنبال تحلیل دو شاخص "مکان‌یابی" و "طرح هندسی" حیاط در مساجد و تاثیر آن بر میزان راندمان عملکردی آن است. در همین ارتباط از شاخص‌های نحوی همچون همپیوندی، ارتباط، انتخاب و عمق، تقعر و تحدب فضا و همچنین فضای محوری استفاده می‌نماید. لذا به منظور بررسی شاخص‌های "همپیوندی" و "ارتباط"، از استراتژی روابط ریاضی نحو فضا استفاده می‌شود که داده‌های مورد نیاز در این خصوص از تحلیل گراف‌های مربوط به هر کدام از نمونه‌های موردی استخراج شد. شاخص‌های "عمق"، "میزان تقعر و تحدب فضا" و "فضای محوری"، با استفاده از نرم‌افزار Depthmap قابل استخراج است و در نهایت به منظور بررسی شاخص "انتخاب"، از دیاگرام‌های روابط فضایی استفاده می‌شود. با این توصیف، روش تحقیق در پژوهش حاضر از نوع توصیفی- تحلیلی و همچنین استدلال منطقی با استفاده از قیاس تطبیقی است که در این خصوص از دو استراتژی کمی و کیفی به منظور استخراج و تحلیل یافته‌ها استفاده می‌شود. شیوه گردآوری اطلاعات نیز به صورت مطالعات کتابخانه‌ای و برداشت‌های میدانی انجام گرفته است. در همین ارتباط، در تصویر۶، فرایند مرحله‌ای تحقیق به نمایش درآمده است.

- بررسی نمونه‌های موردی

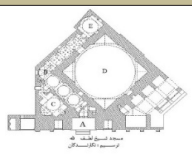
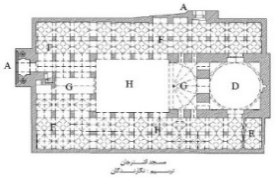
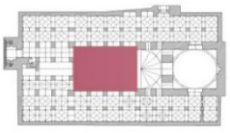
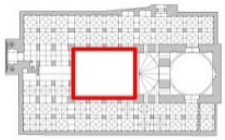
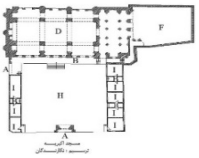
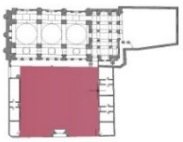
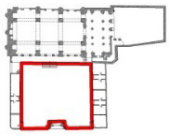
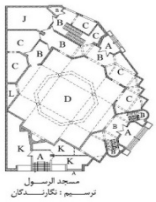
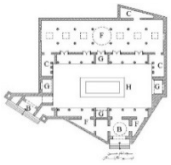
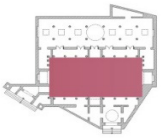
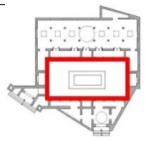
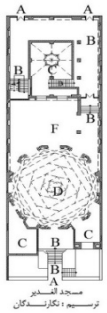
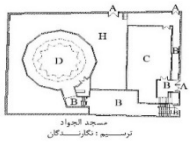
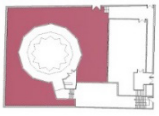
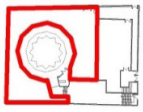
در ادامه فرایند تحقیق، به منظور بررسی نقش حیاط بر راندمان عملکردی بنا، هفت نمونه مسجد شامل سه نمونه سنتی و چهار نمونه معاصر که از این چهار نمونه، دو نمونه دارای طرح سنتی و دو نمونه دارای طراحی نوآورانه بودند، به عنوان نمونه‌های موردی تحقیق انتخاب شد. معیار انتخاب نمونه‌های فوق الذکر، نقش حیاط در پیکره‌بندی بنا بود که بنا



تصویر۶- نمودار فرایند تحقیق.

به این توضیح، سه مورد فاقد حیاط، دو مورد دارای حیاط با طرح هندسی منظم (مستطیل شکل واقع در مرکز بنا)، یک مورد حیاط مستطیل شکل و خارج از محور مرکزی بنا و در نهایت در یک مورد نیز حیاط پیرامون بنا قرار گرفته است. در همین ارتباط مساجد شیخ لطف الله، الغدیر و الرسول به عنوان نمونه‌های فاقد حیاط انتخاب شدند؛ مساجد اشترجان و امام حسین به عنوان نمونه‌های حیاط مرکزی انتخاب شدند؛ مسجد اکبریه به عنوان نمونه‌ای که در آن حیاط در بخش جلویی بنا قرار گرفته است و در نهایت مسجد الجواد به عنوان مسجدی که حیاط آن پیرامون شبستان قرار گرفته است، به عنوان نمونه موردی انتخاب گردید. در جدول ۱، نمونه‌های موردی معرفی شده و مکان‌یابی و ساختار هندسی آنها مورد بررسی قرارگرفته است.

جدول۱- معرفی نمونه‌های موردی و بررسی مکانیابی و ساختار هندسی حیاط در آنها.

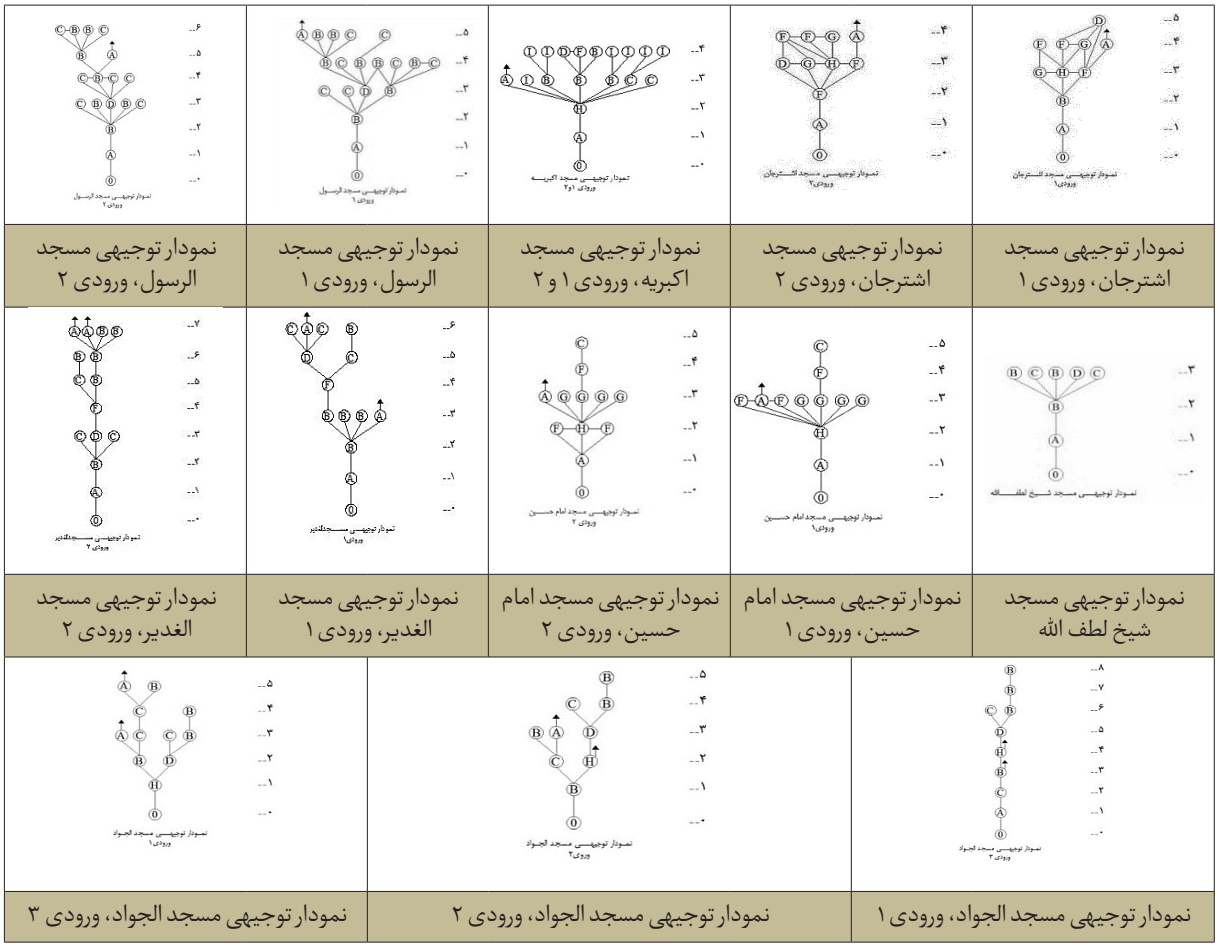
	عنوان مسجد	پلان مسجد	مکانیابی حیاط	هندسه حیاط
مساجد سنتی	مسجد شیخ لطف الله. ماخذ: حاج قاسمی،۱۴۱،۱۳۸۳. ترسیم مجدد: نگارندگان		فاقد حیاط	فاقد حیاط
	مسجد اشترجان. ماخذ: حاج قاسمی،۸۴،۱۳۸۳. ترسیم مجدد: نگارندگان			
	مسجد اکبریه. ماخذ: حاج قاسمی،۲۱۰،۱۳۸۳. ترسیم مجدد: نگارندگان			
مساجد معاصر با طرح سنتی	مسجد الرسول. ماخذ: زمرشیدی،۳۰۸،۱۳۷۴. ترسیم مجدد: نگارندگان		فاقد حیاط	فاقد حیاط
	مسجد امام حسین. ماخذ: فلاحت،۳۸،۱۳۸۴. ترسیم مجدد: نگارندگان			
مساجد معاصر با طرح جدید	مسجد الغدیر. ماخذ: زمرشیدی،۲۳۵،۱۳۷۴. ترسیم مجدد: نگارندگان		فاقد حیاط	فاقد حیاط
	مسجد الجواد. ماخذ: زمرشیدی،۲۴۳،۱۳۷۴. ترسیم مجدد: نگارندگان			

۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها و بحث

همانگونه که پیش از این نیز عنوان شد، استفاده از روابط ریاضی نحو فضا، منوط به ترسیم نمودارهای توجیهی مربوط به هر کدام از مساجد مورد نظر است. بر همین اساس در اولین گام، گراف‌های مربوط به هر مسجد نسبت به هر کدام از ورودی‌های آن ترسیم می‌گردد که در جدول ۲ ارائه شده است:

پس از ترسیم نمودارهای توجیهی، در گام دوم با استفاده از روابط ریاضی که در بخش ادبیات توضیح داده شد، شاخص‌های همپیوندی و ارتباط محاسبه می‌گردد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. داده‌های این جدول به منظور تحلیل مکان‌یابی حیاط مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد. همچنین به منظور بررسی شاخص انتخاب از دیاگرام‌های فضایی و به منظور بررسی شاخص‌های عمق، مکان‌یابی، تحدب و تقعر

جدول۲- نمودارهای توجیهی مربوط به مساجد نمونه موردی بر اساس ورودی‌های مختلف.

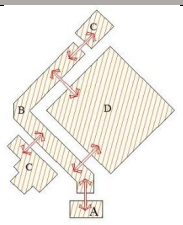
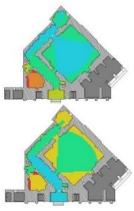
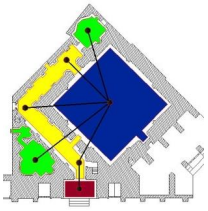
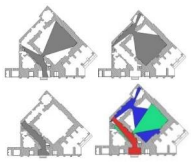
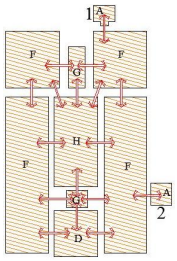
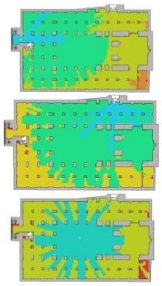
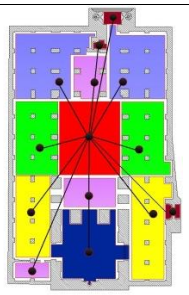
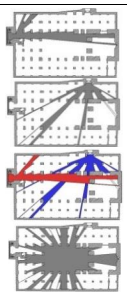
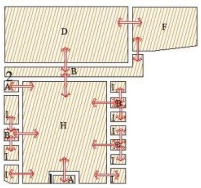
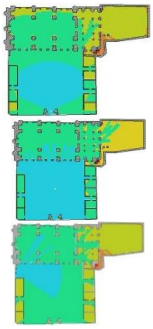
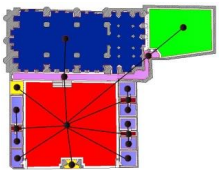
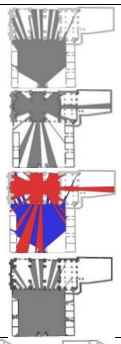
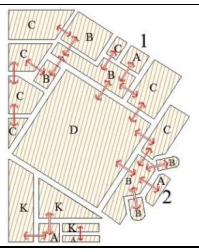
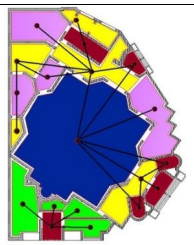
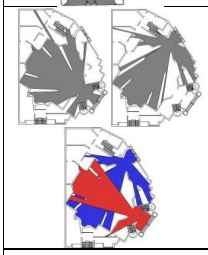
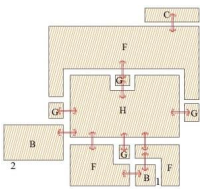
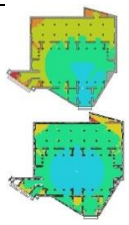
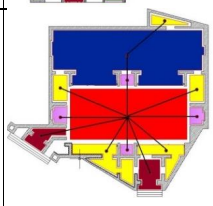
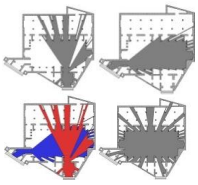
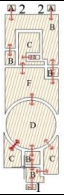
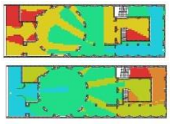
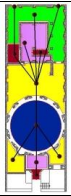
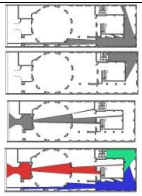
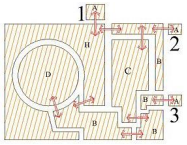
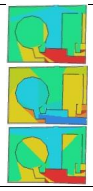
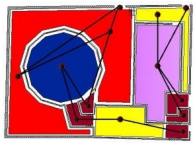
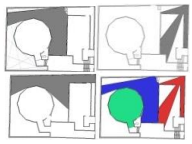


نمودار توجیهی مسجد اشترجان، ورودی ۱	نمودار توجیهی مسجد اشترجان، ورودی ۲	نمودار توجیهی مسجد اکبریه، ورودی ۱ و ۲	نمودار توجیهی مسجد الرسول، ورودی ۱	نمودار توجیهی مسجد الرسول، ورودی ۲
نمودار توجیهی مسجد شیخ لطف الله	نمودار توجیهی مسجد امام حسین، ورودی ۱	نمودار توجیهی مسجد امام حسین، ورودی ۲	نمودار توجیهی مسجد الغدیر، ورودی ۱	نمودار توجیهی مسجد الغدیر، ورودی ۲
نمودار توجیهی مسجد الجواد، ورودی ۱	نمودار توجیهی مسجد الجواد، ورودی ۲	نمودار توجیهی مسجد الجواد، ورودی ۳		

جدول ۳- بررسی الگوی حیاط در مساجد (شاخص‌های هم‌پیوندی و ارتباط).

شاخص / نام مسجد	بررسی با استفاده از روابط ریاضی نحو فضا				
	هم‌پیوندی (مکانیابی)	ارتباط (مکانیابی)			
		*d	*c	*b	*a
شیخ‌لطف‌الله (اصفهان)	R=۱.۱	۰	۰،۴۲	۰	۰،۵
اشترجان (اصفهان)	R= ۱.۸	۰،۶۰	۰،۷۰	۰،۱۲	۰،۱۶
اکبریه (لاهیجان)	R=۱	۰	۰	۰،۱۱	۰،۵۲
الرسول (تهران)	R=۱.۱۴	۰،۰۸	۰،۳۹	۰،۰۶	۰،۴۲
امام حسین (تهران)	R=۱.۱	۰	۰،۲۷	۰،۲۲	۰،۴۵
الغدیر (تهران)	R=۱	۰	۰	۰،۲۲	۰،۶
الجواد (تهران)	R=۱	۰	۰	۰،۵۵	۰،۴۵

جدول ۴- بررسی الگوی حیاط در مساجد (شاخص‌های انتخاب، عمق، فضای محدب، فضای محوری).

شاخص / نام‌مسجد	بررسی با استفاده از کروکی	بررسی با استفاده از نرم افزار		
	انتخاب (مکان‌یابی)	عمق (مکان‌یابی) (Step depth)	فضای محدب (هندسه) (Convex map)	فضای محوری(هندسه) (Isovist)
شیخ‌لطف‌الله (اصفهان)				
اشترجان (اصفهان)				
اکبریه (لاهیجان)				
الرسول (تهران)				
امام حسین (تهران)				
الغدیر (تهران)				
الجواد (تهران)				

فضا و فضای محوری، از نرم افزار Depthmap استفاده شده است که نتایج این بخش نیز در جدول ۴ ارائه شده است. در این ارتباط نیز از شاخص‌های انتخاب و عمق به منظور تحلیل مکانیابی حیاط و از شاخص‌های تحدب و تقعر و فضای هندسی به منظور تحلیل هندسه حیاط استفاده می‌شود.

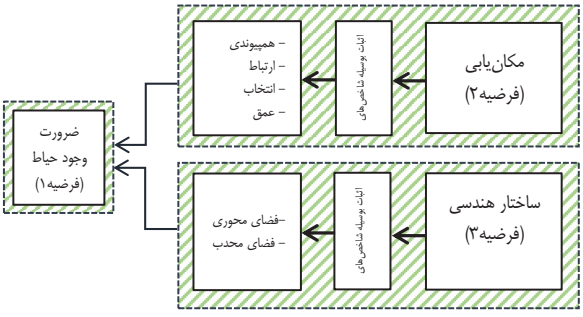
- تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه نتایج مستخرج از جداول ۳ و۴، به تحلیل راندمان عملکردی در انواع الگوهای مورد بررسی پرداخته می‌شود. در همین ارتباط به منظور اثبات فرضیه (۱)، ابتدا باید فرضیه‌های (۲) و(۳) مورد بررسی قرارگیرند و از نتایج این دو، فرضیه شماره (۱) حاصل شود. فرضیه شماره (۱) به ضرورت وجود حیاط و یا عدم وجود آن در ارتقای راندمان عملکردی مساجد می‌پردازد؛ فرضیه شماره (۲)، به نقش مکان‌یابی مناسب حیاط در ساختار فضایی در جهت ارتقای راندمان عملکردی مساجد می‌پردازد و در فرضیه شماره(۳)، نقش ساختار هندسی حیاط در ارتقای راندمان عملکردی بنا مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌گونه که پیش از این نیز اشاره شد، به منظور بررسی نقش مکان‌یابی حیاط در ارتقای راندمان عملکردی، باید شاخص‌های "همپیوندی"، "ارتباط"، "انتخاب" و "عمق" مورد بررسی قرار گیرند؛ همچنین در خصوص بررسی نقش ساختار هندسی حیاط بر راندمان عملکردی مساجد، از شاخص "تحدب و تقعر فضا" و"فضای محوری" استفاده شده است. این بررسی‌ها به شرح تصویر۷ می‌باشد.

- بررسی فرضیه شماره (۲)

۱- همپیوندی

همانگونه که پیش از این نیز مطرح شد، شاخص همپیوندی با استفاده از روابط ریاضی نحوفضا مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. از تعریف نظری شاخص همپیوندی و همچنین نتایج جدول پیداست که مسجد اشترجان که به صورت حیاط مرکزی می‌باشد، دارای بالاترین میزان پیوند(R=۱٫۸) و در نتیجه دارای بالاترین میزان راندمان عملکردی در رابطه با شاخص همپیوندی در بین مساجد ذکر شده است. پس از آن مساجد الرسول، امام حسین و شیخ‌لطف‌الله از نظر شاخص فضا – پیوند، در رتبه‌های بعدی قرار دارند. وجود تشابه در نتایج بدست آمده از شاخص همپیوندی



تصویر۷- فرایند بررسی فرضیات تحقیق.

در مساجد شیخ لطف‌الله (مسجد بدون حیاط) و مسجد امام حسین (دارای حیاط در وسط)، مرتبط با عامل عمق فضایی این دو مسجد است. مسجد شیخ لطف‌الله، به دلیل ارتباطات فضایی مناسب و عمق کم حیاط (۳ مرحله عمق)، دارای شرایط همپیوندی برابری با مسجد امام حسین (با ۵ مرحله عمق) می‌باشد. لذا چنین به نظر می‌رسد که با وجود عمق بیشتر فضاهای مسجد امام حسین به نسبت شیخ لطف‌الله، به دلیل وجود فضای حیاط که خود موجب یکپارچگی فضایی می‌شود، نهایتاً شاخص همپیوندی این دو مسجد با یکدیگر برابر می‌باشد. این در حالی است که اگر فضای حیاط در مرکز فضایی مسجد امام حسین قرار نداشت، قطعاً میزان همپیوندی آن، به دلیل عمق بیشتر، از مسجد شیخ لطف الله پیشی می‌گرفت. از سویی دیگر در مسجد الرسول، وجود کاربری‌های متعدد که بعضاً با کاربری مسجد همخوانی ندارد (مثل کافینت و...)، منجر به شکل‌گیری درجاتی از همپیوندی شده است که علیرغم افزایش نسبت فضا – پیوند، عملاً در میزان راندمان عملکردی مسجد تاثیری نداشته است. همچنین در مسجد امام حسین و شیخ لطف‌الله نیز بدون داشتن این فضاهای اضافی، در عین حال که میزان فضا - پیوند در آن دارای وضعیتی مشابه با مسجد الرسول است، از نظر راندمان عملکردی در وضعیت بهتری قرار دارند. در رابطه با سه نمونه‌ی دیگر(الجواد و الغدیر و اکبریه) که دارای پایین‌ترین میزان نسبت فضا – پیوند هستند، چنین استنباط می‌شود که در مساجد الجواد و اکبریه، به دلیل جانمایی بد حیاط و در مسجد الغدیر به دلیل عدم وجود فضای باز میانی جهت پیوند مناسب با سایر اجزا در پیکره‌بندی طرح، عملاً همپیوندی مناسبی بین فضاها شکل نگرفته است و این موضوع منجر به کاهش راندمان عملکردی در مساجد مذکور شده است.

۲- ارتباط

با توجه به نتایج جدول ۳، میزان درجه d بودن - به معنی شکل‌گیری بیشترین تعداد حلقه و در نتیجه بیشترین میزان استفاده‌پذیری از فضا- در مسجد اشترجان در بالاترین میزان است و پس از آن درجه c بودن نیز در این مسجد دارای بالاترین میزان نسبت به سایر نمونه‌های ذکر شده است. لذا به دلیل میزان ارتباطات بالا و در نتیجه گردش فضایی و نفوذپذیری مناسب، از منظر راندمان عملکردی در شرایط مطلوب‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها قرار دارد. پس از اشترجان، به ترتیب مساجد الرسول، شیخ لطف‌الله و امامحسین، دارای بیشترین میزان ارتباط هستند. ذکر این نکته نیز ضروری به نظر می‌رسد که در مساجد سنتی (و به طور کلی فضاهای سنتی)، "گردش فضایی" از میزان بالایی برخوردار است و به دلیل میزان ارتباطات فضایی زیاد، شاخص ارتباط در سطح بالاتری حتی در مقایسه با نمونه‌های حیاط‌دار معاصر قرار دارد. این در حالی است که چنین فاکتوری (گردش فضایی گسترده) در طراحی فضاهای معاصر در اولویت قرار ندارد. از سویی دیگر، شاخص ارتباطات فضایی که به ایجاد حلقه‌های فضایی گسترده منجر می‌شود،

در مسجدالرسول پررنگ‌تر از سایر مساجد معاصر است. این درحالیست که ارتباطات فضایی مسجدالرسول، به دلیل پیوند با فضاهایی نظیر کافی‌نت که در عملکرد خاص مسجد بی‌تأثیر می‌باشند، به‌وجود آمده که در صورت حذف چنین فضاهایی به دلیل کاهش حلقه‌های ایجاد شده، از میزان گردش فضایی و حلقه‌های آن کاسته می‌شود. در کنار چنین شرایطی در مسجدالرسول، در مسجد شیخ‌لطف‌الله نیز شاهد همین گردش و انتظام فضایی هستیم که به دلیل وجود حلقه‌های فضایی و البته کم بودن تعداد فضاهایی که با سایر فضاها در ارتبط کمی هستند، شاهد میزان قابل توجهی از فضاهایی با درجه c در آن هستیم. لذا عدم وجود حیاط در این مساجد، شرایط عملکردی-راندمانی آنها را به نسبت مساجد سنتی حیاط مرکزی دارای تفاوت چشمگیری کرده است و نه در رابطه با سایر مساجد معاصر که اغلب فاکتور گردش فضاییِ به صورت گسترده، در آنها کمتر به چشم می‌خورد. در رابطه با سه نمونه دیگر یعنی مساجد اکبریه، الجواد و الغدیر، درجه d و c بودن صفر است که این موضوع نشان از عدم شکل‌گیری حلقه در نظام فضایی مسجد دارد. با توجه به تاثیر این موضوع بر استفاده‌پذیری از فضاهای عمومی، چنین به نظر می‌رسد که این عامل، راندمان عملکردی مساجد مذکور را نسبت به چهار نمونه اول بسیار کاهش داده است.

۳- انتخاب

همان گونه که پیش از این نیز مطرح گردید، شاخص انتخاب با استفاده از دیاگرام‌های فضایی مورد بررسی قرار می‌گیرد که نتایج مربوط به آن در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به تعریف شاخص انتخاب و چگونگی تاثیر آن در افزایش میزان راندمان عملکردی، فضایی که بیشترین میزان انتخاب (با توجه به عملکرد حیاط به عنوان فضای توزیع کننده) را دارد، دارای بالاترین میزان راندمان است و وجود چنین فضایی در مسجد نیز منجر به افزایش راندمان عملکردی آن می‌شود. در مسجد اشترجان که فضای حیاط در مرکز آن واقع شده است، بالاترین میزان انتخاب برای ورود به تمامی فضاها شکل گرفته است که این موضوع تضمین کننده جابه‌جایی‌های مناسب در کل مسجد و در نتیجه افزایش استفاده‌پذیری از کلیه فضاهای آن می‌شود. این وضعیت به طور نسبی در مسجد اکبریه[1] و مسجد امام حسین نیز وجود دارد. این در حالی است که در رابطه با مسجد الجواد، با استقرار حیاط پیرامون شبستان، عملاً جنبه توزیع‌کنندگی آن از بین رفته است و لذا کارکرد توزیع‌کنندگی به شبستان که در مرکز فضا قرار دارد، محول شده است. این موضوع با عملکرد شبستان که باید مکانی برای تمرکز و سکون باشد، در تناقض می‌باشد و لذا منجر به کاهش راندمان عملکردی در آن می‌شود. این موضوع در رابطه با مساجد الرسول، الغدیر و شیخ‌لطف‌الله که فاقد حیاط هستند نیز نمود دارد. به این معنی که عدم وجود حیاط در این مساجد، باعث انتقال کارکرد توزیع‌کنندگی به شبستان شده است که این موضوع بر راندمان عملکردی این مساجد از منظر شاخص انتخاب، تاثیرگذار است.

۴- عمق

شاخص عمق با استفاده از نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفته است و همانگونه که از داده‌های جدول ۴ پیداست، در همه مساجد مورد بررسی، این شاخص از ورودی‌های مختلف مساجد مورد سنجش قرار گرفته است. رنگ‌های آبی و سبز نشان‌دهنده کمترین میزان عمق و رنگ‌های زرد و قرمز به معنی بیشترین اندازه مرحله عمق است. نتایج به دست آمده در این خصوص نشان می‌دهند که در مساجد حیاط‌دار اشترجان، اکبریه و امام حسین، مرحله عمق فضایی کمی وجود دارد. این در حالی است که در مساجد شیخ لطف‌الله، الرسول، الغدیر و الجواد، به ترتیب کمترین تا بیشترین میزان عمق فضایی به دست آمده است و این موضوع نشان از کاهش راندمان عملکردی در مساجد ذکر شده به ترتیب عنوان شده دارد. با این حال چنین به نظر می‌رسد که موقعیت حیاط نسبت به ورودی و شبستان در این مساجد و تاثیر این مهم بر شکل‌گیری سلسله‌مراتب فضایی در آنها، علت این پدیده باشد؛ به این ترتیب که در مساجدی که حیاط در مرکز بنا قرار گرفته است، دسترسی به آن از طریق یک هشتی امکان‌پذیربوده و از آنجا امکان دستیابی بلافصل به شبستان فراهم است. این در حالی است که در مساجدی که فاقد حیاط هستند، به دلیل عدم وجود فضای توزیع‌کننده، دسترسی به شبستان به صورت خطی و در گرو عبور از راه‌روهای مختلف امکان‌پذیر است که همین هندسه خطی در طرح پلان مسجد، منجر به افزایش عمق آن و در نتیجه کاهش راندمان عملکردی در آن شده است. از سویی دیگر، مسجد الرسول در مجموع کمترین مرحله عمق فضایی را دارد. چنین شرایطی به دلیل وجود فضاهای متعدد در بدو ورود به فضا که هم موجب کاهش عمق و هم موجب خلق حلقه‌های فضایی متعدد شده‌است که این موضوع به کاهش عمق کمک نموده است.

- بررسی فرضیه شماره (۳)

۱- تحدب و تقعر فضا

این شاخص نیز با استفاده از نرم‌افزار بررسی شده است. همانطور که از تحلیل‌های تصویری موجود در جدول ۴ پیداست، بیشترین میزان فضای محدب در مسجد اشترجان شکل گرفته است. پس از آن مساجد امام حسین و اکبریه، به ترتیب دارای بیشترین مقدار فضای محدب است. پس از آنها مساجد شیخ لطف الله، الرسول و الغدیر به ترتیب دارای بیشترین میزان فضای محدب هستند. این در حالی است که از میان نمونه‌های انتخاب‌شده، مسجد الجواد دارای کمترین میزان فضای محدب (به تعبیری بیشترین فضای مقعر) است. علت این موضوع در ارتباط با طرح هندسی حیاط این مسجد می‌باشد؛ به این معنی که در این مسجد، به علت چرخش حیاط پیرامون فضای شبستان، فضا از حالت تحدب خارج‌شده و نقاط کور از نظر بصری در آن زیاد پیش می‌آید و این امر در کاهش راندمان عملکردی در این مسجد موثر است.

۲- فضای محوری

ارزیابی شاخص فضای محوری در نمونه‌های موردی با استفاده از نرم‌افزار انجام گرفته است. در این ارتباط، زاویه دید افراد در نمونه‌های موردی، یک بار از نقطه ورودی و یک بار از حیاط (برای نمونه‌های دارای حیاط) مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به داده‌های جدول ۴، مشاهده می‌شود که در مساجد حیاط‌دار اشترجان، اکبریه و امام‌حسین، به دلیل هندسه منظم و مستطیل شکل حیاط، بیشترین میزان دید به اطراف فضا از ناحیه حیاط وجود دارد. در این مساجد، حیاط به عنوان یک بخش مستقل در ساختار بنا شناخته می‌شود و با استقرار آن در بخش مرکزی بنا، در شفافیت فضایی، نقش بسزایی دارد (این حالت برای مسجد اشترجان وضوح بیشتری دارد). در واقع در مساجدی با ساختار حیاط مرکزی، نقش حیاط در بالا بردن میزان وضوح و شفافیت فضا بسیار پررنگ است که این موضوع بر راندمان عملکردی آن تاثیر بسزایی دارد. همچنین در رابطه با دید محوری از فضای ورودی، در بین مساجد حیاط‌دار، اکبریه دارای شرایط بهتری است که این موضوع به واسطه نزدیکی حیاط به محل ورودی اتفاق افتاده است. این در حالی است که این موضوع در رابطه با مساجد بدون حیاط به گونه‌ای دیگر است. همان طور که در تصاویر تحلیلی پیداست، در مسجد الغدیر، محورهای دید، زوایای بسیار محدودی دارند و تقریباً این محورها هیچ‌گونه تداخلی با یکدیگر ندارند. اما در رابطه با مساجد شیخ لطف‌الله و الرسول، شرایط کمی متفاوت است و زاویه‌های دید و تداخل آنها میزان مساحت بیشتری را در بر گرفته‌است. البته این میزان دید صرفاً به شبستان اصلی مسجد است و متناسب با عملکرد فضای شبستان نیست. در رابطه با مسجد الجواد نیز به دلیل هندسه نامناسب حیاط، دید محوری مناسبی وجود ندارد و خود حیاط به جای ایجاد وضوح و شفافیت فضایی، به واسطه پیچشی که در طرح هندسی آن وجود دارد، به فضایی ابهام‌آور تبدیل شده است. لذا چنین به نظر می‌رسد که در این مسجد، وجود حیاط نه تنها به افزایش راندمان عملکردی کمکی نکرده است، بلکه به واسطه هندسه پیچشی آن، فضایی غیرشفاف و ناخوانا را در پیکره‌بندی مسجد به وجود آورده است.

۴- بحث

با توجه به سنجش راندمان عملکردی در نمونه‌های موردی و استفاده از شاخص‌های نحوی در این خصوص، جمع‌بندی یافته‌ها در جهت اثبات فرضیه‌های تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

فرضیه۱: "*وجود حیاط در راستای ارتقای راندمان عملکردی مسجد ضروری است*." از یافته‌های تحقیق پیرامون شاخص‌های مختلف مورد بررسی پیداست که مساجدی که دارای حیاط هستند (مانند مساجد اشترجان، امام حسین و اکبریه)، نسبت به مساجدی که فاقد حیاط هستند (مانند مساجد شیخ لطف‌الله، الغدیر و الرسول)، دارای راندمان عملکردی بهتری هستند. این موضوع، فرضیه اول پژوهش مبنی بر وجود حیاط در مساجد و تاثیر آن بر ارتقای راندمان عملکردی آن را تایید می‌نماید. این در حالی است که داده‌های به دست آمده در ارتباط با مسجدالجواد که دارای حیاط می‌باشد، این موضوع را تایید نمی‌کند. به این معنی که داده‌های واصله حاکی از آن است که در این مسجد، علی‌رغم وجود حیاط، راندمان عملکردی بسیار پایین ارزیابی شده است. لذا چنین به نظر می‌رسد که موقعیت قرارگیری حیاط نسبت به بنا و نوع هندسه آن، می‌تواند در راندمان عملکردی بنا تاثیرگذار باشد و همین امر، لزوم پرداختن به این دو متغیر و تاثیر آن بر راندمان عملکردی را در قالب فرضیات ۲ و ۳ ضروری می‌نماید.

فرضیه۲: "*به منظور ارتقای راندمان عملکردی مسجد، موقعیت حیاط باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که بیشترین ارتباط را با فضای سرپوشیده داشته باشد*." همان‌گونه که پیداست، در این فرضیه موضوع جانمایی حیاط در پیکره‌بندی کلی بنا و تاثیر آن بر راندمان عملکردی بنا مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های تحقیق در این خصوص نشان داد که بهترین نوع جانمایی برای حصول حداکثر میزان راندمان عملکردی، استفاده از الگوی حیاط مرکزی است (مساجد اشترجان و امام حسین). چرا که در این حالت، بیشترین میزان ارتباط و دسترسی با فضای سرپوشیده فراهم آمده و در نتیجه حداکثر میزان گردش فضایی در کل مجموعه به وجود می‌آید. این موارد در یک فضای عمومی مانند مسجد، از ویژگی‌های مطلوب فضایی به شمار رفته و نشان‌دهنده راندمان عملکردی بالا در بنای مورد نظر است.

در نمونه‌های موردی در این پژوهش، مسجد اکبریه علیرغم داشتن حیاط، از نظر راندمان عملکردی در سطح پایین‌تری نسبت به دو مسجد اشترجان و امام حسین قرار دارد. در این مسجد، حیاط به گونه‌ای قرار گرفته است که تنها با یک جبهه از بنا در ارتباط بوده و همین امر باعث کاهش نفوذپذیری به بنا نسبت به نمونه‌های حیاط مرکزی (که از چهار جهت با بنای سرپوشیده در ارتباط می‌باشد) شده است. این موضوع باعث کاهش عملکرد توزیع‌پذیری و دسترسی متناسب با کارکرد فضا و در نتیجه کاهش راندمان عملکردی آن نسبت به دو نمونه مذکور شده است. در مسجد الجواد نیز به دلیل استقرار حیاط در بخش پیرامونی شبستان، تاثیر قابل توجهی بر ارتباطات فضایی میان فضای باز و بسته نداشته و عملاً تنها به فضایی برای عبور از بیرون به داخل شبستان تبدیل شده و این امر باعث کاهش راندمان عملکردی این نمونه نسبت به نمونه‌های حیاط‌دار شده است. بر این اساس با توجه به یافته‌های فوق در مجموع می‌توان چنین اذعان داشت که وجود حیاط، صرفاً به ارتقای راندمان عملکردی فضا نمی‌انجامد بلکه مکان‌یابی آن در ایجاد و ارتقای راندمان عملکردی نیز مؤثر است. به بیانی دیگر، وجود حیاط در پیکره‌بندی مسجد، زمانی می‌تواند موجب ارتقای راندمان عملکردی آن شود که در مرکز بنا قرار گرفته باشد، به نحوی که ریزفضاهای موجود در ساختار مسجد پیرامون آن مستقر شده باشند.

فرضیه۳: "*به منظور ارتقای راندمان عملکردی مساجد، هندسه حیاط باید به گونه‌ای باشد که فضای محوری مناسب در آن به وجود آمده و فضاهای مقعر در آن به حداقل برسد*". در

اثبات این فرضیه نیز با توجه به تحلیل‌های نرم‌افزاری مربوط به شاخص‌های تقعر و تحدب فضا و همچنین فضای محوری، مشاهده شد که در الگوی مسجد، حیاط مرکزی با شکل هندسی مستطیل، کمترین میزان فضای مقعر و بیشترین میزان فضای محوری وجود دارد. این موضوع باعث افزایش خوانایی و در نتیجه مسیریابی بهتر در فضا می‌شود ضمن اینکه استفاده از فضای محدب برای حیاط به عنوان یک مکان تجمع عمومی، از به وجود آمدن گوشه‌های دنج و خارج از دید عموم جلوگیری کرده که مجموعه این عوامل باعث افزایش استفاده‌پذیری از فضا و در نتیجه افزایش راندمان عملکردی در فضا می‌شود. این در حالی است که در مسجد الجواد، علی‌رغم وجود حیاط، به دلیل هندسه مقعر آن، امکان درک تمامیت فضا برای کاربر مهیا نبوده و این موضوع علاوه بر ایجاد ابهام، دسترسی به فضاهای سرویس‌دهنده را نیز مختل می‌کند. لذا همین امر باعث نزول راندمان عملکردی مسجد مورد نظر از باب هندسه حیاط شده است. در عین حال ذکر این نکته نیز ضروری به نظر می‌رسد که در مساجد فاقد حیاط، به دلیل هندسه کاملاً پُر (عدم وجود فضای خالی حیاط)، فضاهای محدب و محوری کمی به نسبت مساجد حیاط‌دار به وجود آمده است که این مساله نیز در ایجاد فضاهایی که از دسترس عموم دور می‌باشد، مؤثر بوده و در نتیجه علاوه بر کاهش مراتب فضا (سلسله مراتب فضایی)، میزان استفاده‌پذیری از فضاهایی که در بخش‌ها محدب و محوری قرار ندارند را نیز تحت‌الشعاع قرار داده است.

نتیجه

مطابق با توضیحات فوق در جمع‌بندی کلی می‌توان چنین اذعان داشت که حیاط در معماری مسجد، علاوه بر کاربردهای آن در تعامل با سایر فضاها، به عنوان یک فضای تجمعی و خدمات‌دهنده به سایر فضاها، نقشی اساسی بر عهده دارد که وجود آن در پیکره‌بندی بنا، تأثیر بسزایی در عملکرد مطلوب مسجد به عنوان یک کاربری عمومی دارد. علاوه بر این، نقش وحدت بخش حیاط در معماری مسجد، علاوه بر جنبه‌های کارکردی، از منظر ادراکی نیز حائز اهمیت است و با استقرار آن در مرکز بنا، به عنوان یک فضای خالی در تعامل با توده فضا، ضمن ایجاد گشایش فضایی و افزایش نورگیری آن، امکان ادراک کلیت فضا را برای کاربر فراهم آورده و این موضوع، دسترسی به بخش‌های مختلف بنا و استفاده‌پذیری بیشتر از آن را فراهم می‌آورد که مجموع این عوامل باعث افزایش راندمان عملکردی در مساجد حیاط‌دار نسبت به مساجد فاقد حیاط و یا دارای حیاط‌هایی با طرح‌های غیرهندسی و غیر مرکزی می‌شود.

در انتها ذکر این نکته ضروری است که پژوهش حاضر این ادعا را ندارد که استقرار حیاط در مرکز هندسی بنا در هر صورت و همواره بهترین مقادیر را در ارتباط با شاخص‌های هم‌پیوندی، ارتباط و انتخاب ایجاد می‌کند. این در حالی است که بجز موقعیت قرارگیری حیاط در پیکره‌بندی کلی بنا، متغیرهای دیگری نیز وجود دارند که بر شاخص‌های مذکور تاثیرگذار بوده و مقادیر آنها را تغییر می‌دهند؛ کما اینکه در میان مساجدی با حیاط مرکزی (استقرار حیاط در مرکز هندسی بنا)، همواره مساجدی وجود دارند که بنا به عوامل مختلف، مقادیر متفاوتی برای شاخص‌های فوق در آنها شکل می‌گیرد که از جمله این عوامل می‌توان به تعداد فضاهای مستقر در اطراف حیاط، تعداد بازشوها از این فضاها به حیاط و همچنین میزان عمومی یا خصوصی بودن کاربری آن فضاها اشاره نمود. با این حال همانگونه که در متن مقاله (به طور اخص در تبیین فرضیه شماره ۲) اشاره شده است، از مقادیر به دست آمده از این شاخص‌ها صرفاً به منظور مقایسه مساجدی که حیاط در مرکز هندسی آنها واقع شده است و مساجدی که حیاط در یک جبهه و توده فضا در یک جبهه دیگر مستقر شده است، استفاده شده است و در نهایت این موضوع اثبات شده است که مساجدی که حیاط در مرکز آنها قرار گرفته است در مقایسه با مساجدی که حیاط در یک ضلع و توده بنا در ضلع دیگر واقع شده است، از منظر شاخص‌های راندمانی در وضعیت مناسب‌تری قرار دارند.

پی‌نوشت

۱ ذکر این نکته ضروری است که مسجد اکبریه در واقع مسجد - مدرسه بوده و استقرار حجره‌ها در اطراف حیاط آن، موجب افزایش شاخص انتخاب نسبت به مسجد امام حسین که حیاط در مرکز هندسی آن قرار دارد، شده است. این در حالی است که چنانچه این عامل (استقرار حجره‌ها در اطراف حیاط) وجود نداشت، به تبع استقرار حیاط در یک سمت بنا موجب کاهش شاخص انتخاب در آن می‌شد. چرا که در این حالت، حیاط تنها از یک جبهه با بنا در ارتباط است و این موضوع نسبت به موقعی که حیاط در مرکز بنا قرار گرفته است و فضاهای متعددی پیرامون آن را فرا گرفته‌اند، دارای انتخاب کمتری خواهد بود.

فهرست منابع

امین‌زاده گوهرریزی، بهناز (۱۳۷۸)، حیاط مسجد، بررسی سیر تاریخی و تحول، مجموعه *مقالات همایش معماری مسجد، گذشته، حال آینده*، ج۱، صص ۳۰-۳۴، دانشگاه هنر، تهران.

حاج‌قاسمی، کامبیز (۱۳۸۳)، *گنجنامه‌ی مساجد اصفهان*، انتشارات روزنه، تهران.

راپوپورت، آموس (۱۳۹۲)، *انسان‌شناسی مسکن*، ترجمه‌ی خسرو افضلیان، کتابکده‌ی کسری، تهران.

زمرشیدی، حسین (۱۳۷۴)، مسجد در *معماری ایران*، انتشارات کیهان، تهران.

سلطان‌زاده، حسین (۱۳۹۰)، نقش جغرافیا در شکل‌گیری انواع حیاط در خانه‌های سنتی ایران، *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، شماره۷۵، ۶۹-۸۶.

سلمانی، امیر؛ رحیمی، محمد حسین؛ خاکزند، مهدی (۱۳۹۴)، بررسی اهمیت، اولویت و اصالت فضای باز در مسجد، *نشریه پژوهش‌های معماری اسلامی*، سال سوم، شماره ۹، صص ۳۴-۴۷.

عباس زادگان، مصطفی (۱۳۸۱)، روش چیدمان فضا در فرایند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد، *فصلنامه مدیریت شهری*، ۹، ۶۴-۷۵.

فلاحت، صادق (۱۳۸۴)، نقش طرح کالبدی در حس مکان مسجد، تهران، *فصلنامه هنرهای زیبا*، شماره۲۲، صص ۳۲-۴۵.

قمی، عباس (۱۳۸۰)، *کلیات مفاتیح الجنان*، ترجمه کمرهای، صبا، تهران.

کیانی، محمد یوسف (۱۳۸۵)، *تاریخ هنر معماری ایران در دوره اسلامی*، چاپ هشتم، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، تهران.

نقره‌کار، عبدالحمید (۱۳۷۸)، *درآمدی بر هویت اسلامی در معماری و شهرسازی*، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران.

Bellal, T (2007), Spatial interface between in habitants and visitors in M'zab houses. In: *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*, Istanbul, Turkey, 061, 1–14.

Guney, Y.L (2005), Spatial types in Ankara apartments. In: *Proceed-ings of the 5th International Space Syntax Symposium*, Faculty of Architecture, Technology University, Delft, Netherlands, 623-624.

Hillier, B (1988), Against enclosure. In: Teymus, N., Markus, T., and Woaley, T. (eds.), *Rehumanising housing*, London, Butterworths, pp 63-85.

Hillier, B (2007), *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*, Space Syntax Laboratory, London.

Hillier, B & Hanson, J (1984), *The social logic of space*, Cambridge University press, Cambridge.

Ibrahim, N; Yahya, J; Ahmad, S & Almhafdy, A (2013), Analysis of the Courtyard Functions and its Design Variants in the Malaysian Hospitals, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 105, 171–182.

Jun, H. Jo & John S. Gero (1998), Space layout planning using an evolutionary approach, *Artificial Intelligence in Engineering*, 12, 149-162.

Manum, B (2009), A-graph complementary software for axial-lineAnalysis, In: *Proceeding softhe 7th International Space Syntax Symposium*, Stockholm, Sweden, 070, 1–9.

Meir. I. A, Pearlmutter. D, & Etzion. Y, (1995), On the microclimatic behavior of two semi-enclosed attached courtyards in a hot dry region, *Building and Environment*, 30(4), 563-572.

Mostafa, A & F, Hassan (2010), Using space syntax analysis in detecting privacy:a comparative study of traditional and modern house layouts in erbil city, Iraq, *Asian Social Science*, 6(8), 157-166.

Mostafa, A & F, Hassan (2013), Mosque layout design :An analytical study of mosque layouts in the early Ottoman period, *Frontiers of Architectural Research*, 2, pp 445–456.

Penn, A; Desyllas, J & Vaughan, L (1999), The Space Of innovative: interaction and Communication in the Work Environment, *Environment and planning B: planning and design*, 26, 193-218.

Peponis, J (2001), Interacting questions and descriptions:how do they look from here?, In: *Proceedings of the 3th International Space Syntax Symposium*, Georgia Institute of Technology, Atlanta. Xiii- xxvi.

Van der Hoeven, F & Van Nes, A (2014), Improving the design of urban underground space in metro stations using the space syntax methodology, *Tunnelling and Underground Space Technology*, 40, 64–74.

The Role of the Yard in the Spatial Configuration of Mosques in Order to Improve Operational Efficiency Using Spatial Layout*

Ali Akbar Heidari**[1], Yaghoob Peyvastehgar[2], Maryam kiaee[3]**
[1] Faculty Member of Engineering Department, Yasouj University, Yasouj, Iran.
[2] Faculty Member of Islamic Azad University of Yasooj, Yasooj, Iran.
[3] PhD Candidate in Architecture, Islamic Azad University of Yasooj, Yasooj, Iran.
(Received 23 Aug 2015, Accepted 1 Mar 2017)

The role of "yard" in Iranian architectural spaces is undeniable and sometimes is necessary due to climatic conditions and geographical architectural design. Yard, whether in public applications, such as (mosque and school in Caravanserai, etc.) and non-public (such as houses) are usually not removed from the body design. The members of Iran in the construction of today architecture, Because of the difficult terrain and urban density many private mass configuration of buildings such as mosques has been deleted. While its role in the functional efficiency of the building has been neglected. The aim of this study is to evaluate different role that the yard is guarantee or increase functional efficiency is based on a create or upgrade. Proof of this process the role of the mosque yard using two methods: draw a graph and use that data to mathematical syntax-space as well as software Depthmap. Proof the Functional efficiency, first, define the spatial efficiency Based on this definition, then six indicators of functional efficiency will be introduced and explained. Indicators linked by mathematical relations as space and prove to be justified, the selection criteria will be shown cabriolet. As well as indicators of depth, axial space and convex space using software Depthmap and analysis prove to be its output. And the the clear role of the yard in the mosque courtyard will be changes in operational efficiency in a variety of patterns. The results show a rectangular geometry design central courtyard with its highest operational efficiency in comparison to other models.With regard to this issue in the context of the following research questions can be studied: Are there basically configured in the mosque courtyard is necessary or not? What is the proper positioning of the yard in order to improve function efficiency? What is the most appropriate geometric structure for the yard? The hypothesis of the study is available as follows: 1- The existence of the mosque courtyard is necessary in order to improve of functional efficiency. To achieve this, it seems that the layout of the yard in the mosque should be built in the center (central courtyard) of the complex as well as the geometry is also desirable. 2- To enhance Functional efficiency in the courtyard of the mosque position should be considered to be the most relevant to indoor space. 3- The geometry is such that the yards should be a central space where there is adequate space in which to minimize convex. The findings suggests that the essential of functional efficiency of the yard looks and mosques are having a yard, compared to the mosques that do not have a yard, efficiency better. but this improve functional depends on having appropriate layout and geometry yard the rectangular courtyards in the center of the mosque (such as Oshtorjan Mosque) in increasing the functional efficiency is more effective than other examples. If the yard doesn't have the conditions (in terms of geometry and layout isn't optimal level is not good) is ineffective in increasing the functional efficiency.

Keywords: Courtyard, Mosque, Functional Effeciency, Space Syntex, Graph.

*This article is extracted from third author`s Ph.D. thesis entitled: "Explaining the physical-functional changes of Qajar houses over time using the concept of functional efficiency (Case study: Tabriz)" under supervision of first and second authors.
**Corresponding Author: Tel: (+98-917)1455494, Fax: (+98-74)31009555, E-mail: Aliakbar_heidari@yu.ac.ir.