

بررسی میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول ایران بر اساس شاخص‌های نحوی فضا در منطق فازی؛ مطالعه موردی: شهر شیراز

طاهره نصر*، فاطمه کاکایی**

تاریخ دریافت مقاله:

۱۴۰۰/۰۹/۱۷

تاریخ پذیرش مقاله:

۱۴۰۱/۰۳/۲۵

چکیده

مفهوم راندمان عملکردی فضا در معماری خانه‌های مسکونی به معنی به حداقل رساندن میزان نفوذ فعالیت‌های غیرمرتبط بر یکدیگر و نیز سازمان‌دهی فضایی فعالیت‌های مرتبط در کنار یکدیگر است؛ به‌طوری‌که بهره‌وری مناسب آن‌ها در گرو خدمات‌رسانی بهینه به یکدیگر است. بر این اساس، این پژوهش درصدد آن است تا به بررسی میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول ایران بر اساس شاخص‌های نحوی فضا در منطق فازی بپردازد و شهر شیراز نیز به‌عنوان نمونه‌ی موردی، انتخاب گردیده است. از آنجایی‌که متغیرهای مستقل پژوهش، شاخص‌های کیفی و نحوی فضا در منطق فازی و متغیر وابسته‌ی پژوهش، میزان راندمان عملکردی هستند؛ راهبرد پژوهش، ترکیبی از نوع پیمایشی است. از این رو، مجموعه اطلاعات استخراج‌شده‌ی روش نحو یا چیدمان فضا به‌صورت نمره‌ی حاصل از روابط نحوی و اطلاعات استخراج‌شده از مفاهیم کیفی منتج‌شده از منابع و اسناد تاریخی و کتابخانه‌ای و نمود آن‌ها در شاخص‌های نحوی موردسنجش و ارزیابی قرار گرفته و آنگاه می‌توان با استفاده از نرم‌افزار متلب و مجموع اعداد به‌دست‌آمده برای هر خانه در رویکرد ترکیبی نحوی - محتوایی، به تحلیل مفهوم راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضایی پرداخته و میزان آن را سنجید. نتایج نشان می‌دهند که خانه‌های افشاریان (گونه‌ی A. حیاط + چهارطرف‌ساخت)؛ صداقتی (گونه‌ی B. حیاط + سه‌طرف‌ساخت)؛ مستغنی (گونه‌ی C. حیاط + دوطرف‌ساخت L شکل)؛ رزمجو (گونه‌ی D. حیاط + دوطرف‌ساخت دو جبهه‌ی متقابل) و ذاکری (گونه‌ی E. حیاط + یک‌طرف‌ساخت)، به ترتیب دارای میزان راندمان عملکردی بیشتر و به‌تبع آن، در نظام «حرکتی فضا» که با «قابلیت دسترسی» معرفی شد، دارای قابلیت دسترسی بیشتر و انعطاف‌پذیری بیشتر؛ در نظام «عرصه‌بندی فضا» که با «قابلیت نفوذپذیری» معرفی شد، دارای میانگین عمق نسبی کمتر و نفوذپذیری بیشتر؛ و در نظام «کارکردی فضا» که با «قابلیت انعطاف‌پذیری» معرفی شد، دارای هم‌پیوندی بیشتر و مرتبه‌ی نسبی کمتر و یکپارچگی بیشتر و تفکیک کمتر هستند.

کلمات کلیدی: راندمان عملکردی، شاخص‌های نحوی فضا، منطق فازی، معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول ایران، شیراز.

* دانشیار، گروه معماری، دانشکده‌ی هنر و معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران. nasr@iaushiraz.ac.ir

** دانشجوی دکتری باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، گروه معماری، دانشکده‌ی هنر و معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

مقدمه

بررسی و شناخت معماری پهلوی اول به جهت تلاش وسیع در تغییر نمادهای مختلف و نمایش تغییرات فکری و فرهنگی از اهمیت بالایی برخوردار است و معماری این دوره، سرفصل تازه‌ای در ایجاد فضا است (کیانی، ۱۳۸۳، ۱۵). در این دوران، واحدهای سکونتی شهری نیز دچار دگرگونی گردید. با عوض شدن شیوه‌ی زندگی، مفهوم «خانه» و «سکونت»، جای خود را به «واحد مسکونی» و «اسکان» داد (نصر، ۱۳۸۴، ۱۶). در دوره‌ی پهلوی، کم‌کم خانه‌ها از درون‌گرایی خارج شده و بنا به صورت حجمی خالص در محوطه‌ی حیاط قرار می‌گیرد. سبک معماری و آرایش ساختمان تغییر کرده و احجام هندسی، ساده‌تر خود را به نمایش می‌گذارند. این تغییر در فرم و ابعاد ورودی‌ها، پنجره‌ها، ستون‌ها و سرستون‌ها، پله‌ها و ... نمایان است (نصر، ۱۳۸۴، ۸۲). خانه‌های مسکونی از مجموعه‌ای از فضاها و عناصر تشکیل شده است که هرکدام، امکان انجام فعالیت‌های مختلفی را در خود دارند و مجموعه‌ی این فعالیت‌ها در کنار یکدیگر، عملکرد خانه را به منزله‌ی مکانی برای زندگی و تأمین نیازهای ساکنین آن تعریف می‌کند (پوردیهمی، ۱۳۹۴) در چیدمان فضایی و عناصر خانه‌های مسکونی توجه به بهره‌وری مناسب هر فضا مسئله‌ای بسیار مهم است. در این زمینه رویکرد نحو فضا، علاوه بر معرفی میزان راندمان عملکردی یک ریزفضای معماری، با بررسی ارتباط متقابل رفتار مردم و کالبد محیط، الگوهای محیطی را استخراج می‌نماید. بنابراین، با توجه به مفاهیم نسبی فضا - زمان بایستی به پویا بودن و تغییرات شرایط زمان و مکان (عدم قطعیت آنان)، توجه خاص نمود (نگارندگان به نقل از ذبیحی، ۱۳۹۰، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۸۷). بر این اساس، این پژوهش درصدد آن است تا به بررسی میزان راندمان عملکردی

در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول ایران بر اساس شاخص‌های نحوی فضا در منطق فازی بپردازد و شهر شیراز نیز به عنوان نمونه‌ی موردی، انتخاب گردیده است. بدین منظور، متغیرهای مستقل پژوهش، شاخص‌های کیفی و نحوی فضا در منطق فازی و متغیر وابسته‌ی پژوهش، میزان راندمان عملکردی هستند؛ لذا ضمن استخراج مؤلفه‌های راندمان عملکردی فضا، مفاهیم کیفی با استفاده از روش نحو یا چیدمان فضا توسط نرم‌افزارهای ای‌گراف و دپ‌مپ در نمونه‌های انتخابی موردبررسی قرار می‌گیرند؛ آنگاه می‌توان با تکیه بر منطق فازی در رویکرد ترکیبی نحوی-محتوایی و با استفاده از نرم‌افزار متلب به تحلیل مفهوم راندمان عملکردی پرداخته و میزان آن را مشخص نمود.

پرسش پژوهش

(Q₁): چه نوع رابطه‌ای میان راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضایی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز و منطق فازی، وجود دارد؟
(H₁): به نظر می‌رسد، همبستگی معنی‌داری میان راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضایی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز و منطق فازی، وجود دارد.

ادبیات موضوع

پیشینه‌ی تحقیق

از آنجایی که هدف اصلی از انجام پژوهش، بررسی میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز بر اساس شاخص‌های نحوی فضا در منطق فازی است؛ مهم‌ترین پژوهش‌هایی که قابلیت استفاده در این پژوهش را نیز دارند، در جدول شماره‌ی ۱ ارائه شده است.

از آنجایی که بررسی‌های انجام‌شده، بیشتر در خانه‌های باقی‌مانده از شهرهایی بوده‌اند که زمانی به عنوان

پایتخت‌های قاجار و پهلوی اول بشمار می‌رفته‌اند و تاکنون، پژوهش‌اندکی در خانه‌های شهر شیراز انجام شده است و نیز آنچه تاکنون در پژوهش‌های مذکور مورد توجه قرار نگرفته است، نحوه‌ی نمودپذیری مفهوم راندمان عملکردی در معماری به‌گونه‌ای دقیق‌تر در گذر

زمان و در انواع گونه‌ی تیپولوژی خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز بوده است؛ بنابراین، باتوجه‌به مفاهیم نسبی فضا- زمان بایستی به پویا بودن و تغییرات شرایط زمان و مکان (عدم قطعیت آنان)، توجه خاص نمود که یکی از مشخصه‌های برنامه‌ریزی فازی بیان می‌گردد.

ج ۱. پژوهش‌های صورت گرفته در مورد گونه و گونه‌شناسی

حوزه‌ی بررسی	پژوهشگران و سال	روش تحلیل	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج
راندمان عملکردی	Mustafa; Sanusi & Hassan. (2010)	کیفی و نحوی با نرم‌افزارهای ای‌گراف و دپ‌مپ	هدف از این پژوهش، تجزیه و تحلیل فضایی و راندمانی حیاط در پیکره‌بندی خانه‌های حیاط مرکزی دار شهر اربیل عراق و نفوذ آن در فعالیت‌های فرهنگی و اجتماعی خانه‌ها است. نتایج به‌دست‌آمده گویای آن است که مؤلفه‌های اجتماعی نشأت گرفته از فرهنگ و شیوه‌ی زندگی مردم بومی منطقه، با تأثیر بر الگوهای رفتاری و نحوه‌ی چیدمان فضاها، بر راندمان عملکردی فضا تأثیرگذار بوده است.
	پیوسته‌گر؛ حیدری و کیایی (۱۳۹۵)	نحوی با نرم‌افزارهای ای‌گراف و دپ‌مپ	هدف از این پژوهش‌ها، بررسی نقش حیاط بر ارتقاء راندمان عملکردی خانه و ارزیابی دو متغیر تعداد و موقعیت حیاط‌ها در نمونه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ حیاطه است. نتایج به‌دست‌آمده، گویای آن است که خانه‌های یک حیاطه با حیاط مرکزی به همراه توده و فضا اطراف آن، از میزان سیرکولاسیون حرکتی، نفوذپذیری، انعطاف‌پذیری، اتصال و یکپارچگی و عملکرد فضایی و مطلوبیت فضایی بالاتری در مقایسه با نمونه‌های دیگر برخوردار است.
	قاسمیان اصل و نصر (۱۳۹۷)	نحوی با نرم‌افزارهای ای‌گراف و دپ‌مپ	هدف از این پژوهش، بررسی و مقایسه‌ی میزان راندمان عملکردی خانه در ۳ الگوی خانه با نظام‌های پیمون بزرگ، کوچک و خرده‌پیمون از ۳ شهر کاشان، اصفهان و یزد است. نتایج به‌دست‌آمده، گویای آن است که خانه با پیمون بزرگ دارای بیشترین ارزش فضایی، میزان عمق و میزان ادغام نسبی است که در نهایت منجر به ارتقاء راندمان عملکردی این الگوی خانه نسبت به ۲ الگوی دیگر شده است.
	حیدری، اکبری و اکبری (۱۳۹۸)	کیفی و نحوی با نرم‌افزارهای ای‌گراف و دپ‌مپ	هدف از این پژوهش، تحلیل نقش شاخص‌های فرهنگی بر ارتقاء راندمان عملکردی خانه‌ها است که به تحلیل دو نمونه از الگوهای بومی خانه‌های روستایی پرداخته است. نتایج به‌دست‌آمده، گویای آن است که وجود ارزش‌های فرهنگی، با تأثیر بر الگوهای رفتاری و نحوه‌ی چیدمان فضاها در محیط داخلی خانه، بر ارتقاء راندمان بهینه‌ی عملکردی فضا تأثیرگذار بوده است.
حیدری و کیایی (۱۳۹۹)	حیدری و کیایی (۱۳۹۹)	کیفی و نحوی با نرم‌افزارهای ای‌گراف و دپ‌مپ	هدف از این پژوهش، تجزیه و تحلیل فضایی و راندمانی حیاط در پیکره‌بندی خانه‌های حیاط مرکزی دار شهر اربیل عراق و نفوذ آن در فعالیت‌های فرهنگی و اجتماعی خانه‌ها است. نتایج به‌دست‌آمده گویای آن است که مؤلفه‌های اجتماعی نشأت گرفته از فرهنگ و شیوه‌ی زندگی مردم بومی منطقه، با تأثیر بر الگوهای رفتاری و نحوه‌ی چیدمان فضاها، بر راندمان عملکردی فضا تأثیرگذار بوده است.

راندمان عملکردی فضا

مفهوم راندمان در لغت‌نامه‌ی فارسی به معانی همچون «کارایی»، «کارکرد»، «قابلیت» و ... تعبیر شده است (دهخدا، ۱۳۷۷). دراین‌باره، مفهوم راندمان عملکردی فضا، به معنی به حداقل رساندن میزان نفوذ فعالیت‌های غیرمرتبط بر یکدیگر و نیز سازمان‌دهی فضایی فعالیت‌های مرتبط در کنار یکدیگر است؛ به‌طوری‌که بهره‌وری مناسب آن‌ها در گرو خدمات‌رسانی بهینه به یکدیگر است که این نوع سازمان‌دهی فضایی، منجر به شکل‌گیری روابط کارآمد اجتماعی در فضا نیز می‌شود (Hillier, 2007, 229). از مهم‌ترین رویکردهایی که مفهوم راندمان عملکردی فضا را در محیط‌های انسان‌ساخت بیان می‌دارد، رویکرد نحو فضا است که مهم‌ترین هدف آن، تمرکز بر الگوی ارتباطات فضایی

یا همان الگوی زیستی فضا است (سعادت‌ی و قار و همکاران، ۱۳۹۸، ۱۷۷)؛ به‌گونه‌ای که میزان راندمان یک ریزفضا در یک نظام پیکره‌بندی فضایی را در میزان استفاده‌پذیری آن توسط کاربران، معرفی می‌کند (Van nes & Lopez, 2007) و با استفاده از اطلاعات صرف معماری و تحلیل داده‌های گرافیکی و ریاضی منتج‌شده از آن، ارتباط متقابل رفتار مردم و کالبد محیط را بررسی نموده و تأثیر و یا تغییر آن‌ها را در گذر زمان، پیش‌بینی می‌کند و الگوهای فضایی را استخراج می‌نماید (Jeong & Un Ban, 2011).

ترسیم نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌ها و بررسی شاخص‌های نحوی راندمان عملکردی فضا در ابتدا نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌های خانه که ساختار آن از دایره و خط تشکیل شده و اجزای آن،

ترجمان روابط فضایی بنا است، ترسیم می‌گردد (معماریان، ۱۳۸۱)؛ سپس، به بررسی شاخص‌های نحوی راندمان عملکردی فضا پرداخته می‌شود که عبارت‌اند از:

قابلیت دسترسی: در شاخص قابلیت دسترسی، به منظور بررسی دسترسی‌هایی که ایجاد آن‌ها در فضا موجب تسهیل در روابط عملکردی کل بنا می‌گردد، از شاخص «نسبت فضا - پیوند»، استفاده می‌گردد که در این خصوص، همه‌ی فضاها به ۴ نوع (a) (فضا با یک اتصال (سکون و فعالیتی))، (b) (فضا با دو اتصال یا بیشتر (اتصال))، (c) (فضا با دو اتصال یا بیشتر و بخشی از یک حلقه‌ی (اتصال) انعطاف‌پذیرتر)) و (d) (فضا با سه اتصال یا بیشتر و اتصال‌دهنده‌ی حداقل دو حلقه‌ی (ارتباطی)) تقسیم می‌شوند؛ هرچه تعداد دسترسی‌ها برای یک فضا بیشتر باشد، فضا انعطاف‌پذیرتر و یکپارچه‌تر است و هرچه کمتر باشد، به این معنی است که حداکثر تفکیک و کاهش میزان انعطاف‌پذیری را دارد (Hillier et al., 1986).

عمق: در شاخص عمق، به منظور بررسی عمق هر فضا تعداد فضاهایی که از مبدأ طی می‌شود تا به آن فضا برسد، محاسبه می‌گردد و به منظور محاسبه‌ی میانگین عمق نسبی، اگر در نمودارهای توجیهی، ورودی، فضای ریشه در نظر گرفته شود، از این رابطه استفاده می‌شود:

$$M.D = \frac{\sum D}{K - 1}$$

یک، بیانگر حداکثر تفکیک است که از این رابطه محاسبه می‌شود (Manum, 2009): $R.A = \frac{R.A}{D_K}$ شاخص عدم تقارن نسبی فضا به منظور دستیابی به یکپارچگی فضایی است که از طریق رابطه‌ی زیر قابل استخراج است:

$$R.A = \frac{2(M.D - 1)}{K - 2}$$

$M.D$ = میانگین عمق فضا نسبت به فضای ریشه؛ K = تعداد کل فضاهای موجود در بنا یا نمودار توجیهی؛ D_K = شاخص استانداردکننده‌ی میزان هم‌پیوندی یا به بیان دیگر، میزان حلقوی بودن گراف است که بر پایه‌ی احتمالات به دست می‌آید و مقدار آن از رابطه‌ی زیر قابل استخراج است (Jeong & Un Ban, 2011):

$$D_K = 2\{K((\log_2(\frac{K+2}{3}) - 1) + 1)\} / [(K-1)(K-2)]$$

بررسی میزان راندمان عملکردی در منطق فازی

با تکیه بر منطق فازی که یک نوع منطق چند ارزشی و پلی بین روش‌های کمی و کیفی است، می‌توان گفت که باتوجه به تعداد و ماهیت گزاره‌ها، نوع اعداد فازی مورد استفاده، مشخص می‌گردند و در نوع اعداد فازی مثلثی، هر گویه با یک عدد فازی مثلثی به صورت (m, α, β) ، نمایش داده می‌شود که در آن، m نشانگر میانگین و α و β به ترتیب پهنای (تلرانس) چپ و راست هستند. بر این اساس، باتوجه به دامن‌های ترتیبی مجموعه اعداد نحوی و از آنجاکه قدرمطلق اختلاف اعداد نحوی در محدوده‌ی تغییر می‌کند، برای تبدیل اعداد فازی نرمال (اعدادی که مقدار X آن‌ها در محدوده‌ی $[0, 1]$ تغییر می‌کند) به مقادیر قطعی، ابتدا یک تابع ماکزیمم و یک تابع مینیمم به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{aligned} \mu_{Max}(x) &= \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & x \leq 0, x \geq 1 \end{cases} \quad \& \quad \mu_{Min}(x) \\ &= \begin{cases} 1-x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & x \leq 0, x \geq 1 \end{cases} \end{aligned}$$

پس از تعریف توابع فوق، مقدار ماکزیمم با بازوی راست عدد فازی و مقدار مینیمم با بازوی چپ عدد فازی، قطع داده می‌شوند و بدین ترتیب، مقدار امتیاز

عملکردی به عنوان متغیر وابسته‌ی پژوهش هستند؛ بر این اساس، راهبرد پژوهش، ترکیبی از نوع پیمایشی است؛ نخست به بررسی مفهوم نظری راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضایی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول ایران با استفاده از منابع و اسناد تاریخی و کتابخانه‌ای پرداخته می‌شود تا مؤلفه‌های راندمان عملکردی فضا، استخراج گردند؛ بنابراین، جامعه‌ی آماری این پژوهش شامل کل خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز است و از تعداد کل خانه‌های ثبت‌شده در وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی اداره کل استان فارس، در شهر شیراز، تعداد ۵۷ خانه به دوره‌ی پهلوی اول اختصاص دارد که با طبقه‌بندی تیپولوژی ساختاری - فضایی معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، به انتخاب نمونه‌ی موردی از هر تیپولوژی ساختاری - فضایی پرداخته می‌شود. از این رو، با انتخاب نمونه‌های موردی از انواع گونه‌ی تیپولوژی خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز و مراجعه به خانه‌های انتخابی، داده‌های اولیه از راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضایی در حوزه‌ی کالبدی - فضایی معماری استخراج می‌گردند؛ سپس، نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌های هر خانه با استفاده از نرم‌افزار ای‌گراف، ترسیم می‌گردد و به بررسی نحوی مفاهیم کیفی منتج‌شده پرداخته می‌شود و وجوه عینی و چگونگی نمودپذیری شاخص‌های راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضایی بر اساس تئوری نحو یا چیدمان فضا در راستای تحلیل سازمان فضایی خانه از منظر ۳ نظام حرکتی، عرصه‌بندی و کارکردی پرداخته می‌شود. بر همین اساس، با استفاده از نرم‌افزار دپت‌مپ، نخست با بررسی مؤلفه‌ی قابلیت دسترسی، نظام حرکتی در فضا مورد تحلیل قرار می‌گیرد و با مشخص کردن نوع فضا

راست و چپ برای عدد فازی به دست می‌آید. این مقادیر، همان درجه‌ی عضویت عدد فازی $(\mu(x))$ در نقاط تقاطع هستند. لذا، امتیاز راست و چپ به ترتیب با $(\mu_L(x))$ و $(\mu_R(x))$ ، نمایش داده می‌شوند. با محاسبه‌ی امتیازهای راست و چپ، مقدار امتیاز کل از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$D_K = 2\{K((\log_2(\frac{K+2}{3}) - 1) + 1)\} / [(K-1)(K-2)]$$

آنگاه، مقادیر قطعی امتیاز راست و چپ و درنهایت، امتیاز کل از روابط زیر به دست می‌آیند (Silver, 2000):

$$\mu_R(x) = 1 - \frac{1}{1+\beta}(1-m), \mu_L(x) = 1 - \frac{1}{1+\alpha}(m), \mu_T(x) = \frac{m+\beta}{2(1+\beta)} + \frac{m}{2(1+\alpha)}$$

روش تحقیق

باتوجه به هدف اصلی پژوهش، ابتدا بر اساس ادبیات تحقیق، مفهوم راندمان عملکردی فضا بررسی گردید که به معنی به حداقل رساندن میزان نفوذ فعالیت‌های غیرمرتبط بر یکدیگر و نیز سازمان‌دهی فضایی فعالیت‌های مرتبط در کنار یکدیگر است؛ به‌طوری‌که بهره‌وری مناسب آن‌ها در گرو خدمات‌رسانی بهینه به یکدیگر است که این نوع سازمان‌دهی فضایی، منجر به شکل‌گیری روابط کارآمد اجتماعی در فضا نیز می‌شود. از این رو، برای بررسی مفهوم راندمان عملکردی در معماری باید بر الگوی ارتباطات فضایی یا همان الگوی زیستی فضا تمرکز نمود. بر این اساس، با بررسی ۳ نظام حرکتی، عرصه‌بندی و کارکردی فضا و شاخص‌های نحوی متناظر با ۳ نظام مطرح‌شده، می‌توان مفهوم راندمان عملکردی را به‌گونه‌ای جامع و گویا بیان نمود. بدین ترتیب، شاخص‌های کیفی و نحوی فضا در منطق فازی به عنوان متغیرهای مستقل و میزان راندمان

از نظر حرکتی (ارتباطی، اتصالی و سکون و فعالیت) به تحلیل مفهوم انعطاف پذیری فضاها در خانه پرداخته می شود. سپس، با بررسی مؤلفه‌ی عمق، نظام عرصه بندی فضایی مورد تحلیل قرار می گیرد و با عرصه بندی فضاها (خصوصی، نیمه خصوصی - نیمه عمومی و عمومی) به تحلیل مفهوم نفوذ پذیری فضاها در خانه پرداخته می شود؛ و نیز با بررسی مؤلفه‌ی هم پیوندی، نظام کارکردی فضا مورد تحلیل قرار می گیرد و با مشخص کردن فضاها‌ی سرویس دهنده و سرویس گیرنده و با در نظر گرفتن مؤلفه‌ی عمق به تحلیل مفهوم تفکیک و یکپارچگی فضاها در خانه پرداخته می شود. در ادامه، بر اساس منطق فازی که یک نوع منطق چند ارزشی و پلی بین روش های کمی و کیفی است و در واقع با ایجاد ارتباطی منطقی بین آن ها از طریق هم جنس کردن داده های کمی و کیفی در بازه هایی از جنس اعداد فازی و انجام عملیات ریاضی فازی روی آن ها، زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم گیری شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. از این رو، با انتخاب اعداد فازی مثلی که دارای ۳ پارامتر و متناظر با ۳ نظام حرکتی، عرصه بندی و کارکردی هستند، مجموعه اطلاعات استخراج شده ی روش نحو یا چیدمان فضا به صورت نمره ی حاصل از روابط نحوی و اطلاعات استخراج شده از مفاهیم کیفی منتج شده از منابع و اسناد تاریخی و کتابخانه ای و نمود آن ها در شاخص های نحوی مورد سنجش و ارزیابی قرار می گیرند. نخست برای تبدیل اطلاعات کیفی به داده های فازی، از تکنیک دلفی فازی استفاده می شود؛ به این ترتیب که با مراجعه به ۱۲ نفر از اساتید معماری دانشگاه های شیراز (که هم با فرهنگ سنتی زندگی شیرازیان در عهد پهلوی اول آشنایی داشته و هم نسبت به خانه های انتخابی، شناخت کامل داشته و تجربه ی

حضور و بازدید مستقیم از آن ها را داشته باشند)، از آن ها خواسته می شود تا خانه ها را از منظر ۴ ویژگی انعطاف پذیری، تفکیک، یکپارچگی و نفوذ پذیری ارزش گذاری نمایند و با فازی سازی عبارات کلامی، میانگین نمرات گرد آمده از مجموع ۱۲ کارشناس، به عنوان نمره ی آن شاخص در ارتباط با فضاها ی خانه ها در نظر گرفته می شود. آنگاه می توان با استفاده از نرم افزار متلب و مجموع اعداد به دست آمده برای هر خانه در رویکرد ترکیبی نحوی - محتوایی، به تحلیل مفهوم راندمان عملکردی پیکره بندی فضایی پرداخته و میزان آن را سنجید. در نهایت، ساختار و فرایند کلی پژوهش را می توان مطابق با تصویر شماره ی ۱، این گونه بیان نمود.

بررسی نمونه های موردی

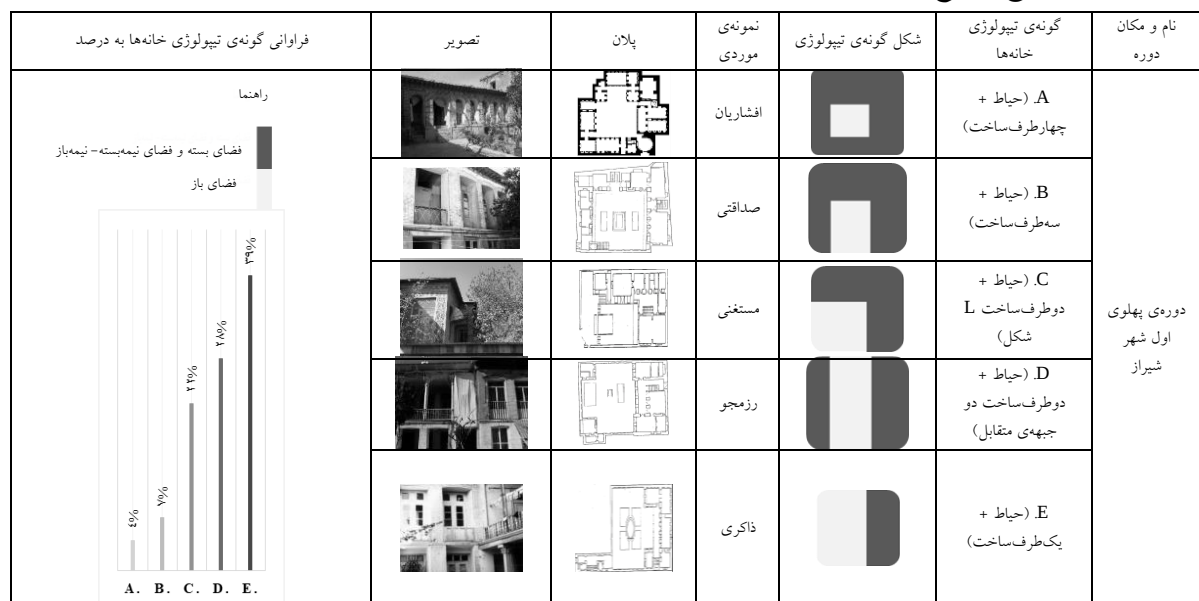
جامعه ی آماری این پژوهش شامل کل خانه های دوره ی پهلوی اول شهر شیراز است که تعداد ۵۷ خانه ثبت شده در اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی است. با طبقه بندی تیپولوژی ساختاری - فضایی معماری خانه های دوره ی پهلوی اول شهر شیراز و با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی ساده، به انتخاب نمونه ی موردی از هر تیپولوژی ساختاری - فضایی پرداخته می شود؛ به طوری که نمونه ی انتخابی کاملاً جامع و حاوی اطلاعات درخوری از گونه ی مورد نظر باشد. بدین ترتیب، معماری خانه های دوره ی پهلوی اول شهر شیراز ۵ تیپولوژی ساختاری - فضایی مختلف دارند که عبارت اند از: A. حیاط + چهارطرف ساخت و با سهم ۴ درصد؛ B. حیاط + سه طرف ساخت و با سهم ۷ درصد؛ C. حیاط + دوطرف ساخت L شکل و با سهم ۲۲ درصد؛ D. حیاط + دوطرف ساخت دو جبهه ی متقابل و با سهم ۲۸ درصد و E. حیاط + یک طرف ساخت و با سهم ۳۹ درصد

درصد؛ و نیز خانه‌های افشاریان (گونه‌ی A)؛ صداقتی و ذاکری (گونه‌ی E) به‌عنوان نمونه‌های موردی، (گونه‌ی B)؛ مستغنی (گونه‌ی C)؛ رزمجو (گونه‌ی D) انتخاب گردیده‌اند (جدول شماره‌ی ۲).



۱. ساختار و فرایند کلی پژوهش

۲. انواع گونه‌ی تیپولوژی خانه‌های دوره پهلوی اول شهر شیراز و فراوانی آن‌ها به درصد



یافته‌ها

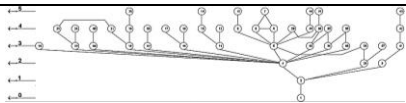
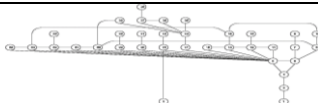
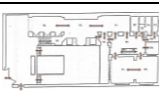
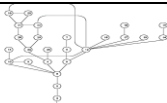
ترسیم نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌ها و بررسی

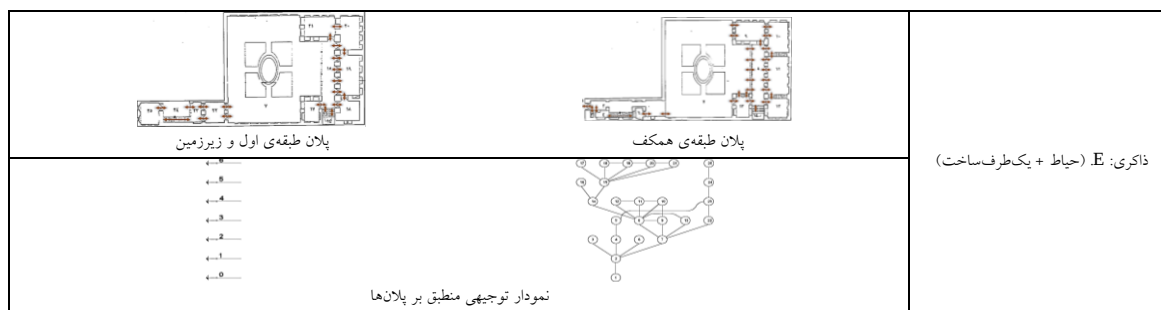
شاخص‌های نحوی راندمان عملکردی فضا

در ابتدا نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌های خانه که ساختار آن از دایره و خط، تشکیل شده و اجزای آن، ترجمان روابط فضایی بنا است، توسط

نرم‌افزار ای‌گراف ترسیم می‌گردد که در این باره، فضای ورودی در طبقه‌ی همکف به‌عنوان مبدأ و سایر فضاها با توجه به عمقی که نسبت به مبدأ و نیز ارتباطاتی که با سایر فضاها در نظام فضایی خانه دارند، به‌عنوان تنه‌ی نمودار ترسیم می‌گردند (جدول شماره‌ی ۳).

ج ۳. ترسیم نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌ها با استفاده از نرم‌افزار ای‌گراف

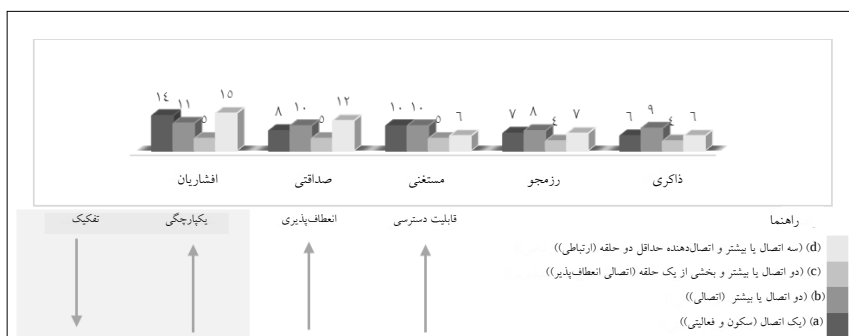
نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌های نمونه‌ی موردی		نمونه‌ی موردی
 پلان طبقه زیرزمین	 پلان طبقه همکف	 پلان پشت‌بام
 نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌ها		افشاریان: A. (حیاط + چهارطرف ساخت)
 پلان طبقه زیرزمین	 پلان طبقه همکف	صدائقی: B. (حیاط + سه‌طرف ساخت)
 نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌ها		
 پلان طبقه زیرزمین	 پلان طبقه همکف	مستغنی: C. (حیاط + دوطرف ساخت L شکل)
 نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌ها		
 پلان طبقه زیرزمین	 پلان طبقه همکف	رزمجو: D. (حیاط + دوطرف ساخت دو جبهه‌ی متقابل)
 نمودار توجیهی منطبق بر پلان‌ها		



با بررسی نمودار توجیهی منطبق بر پلانهای خانه و ترسیم شده توسط نرم افزار ای گراف، نظام «حرکتی فضا» که با «قابلیت دسترسی» معرفی می شود، مورد تحلیل قرار می گیرد (جدول شماره ی ۴ و تصویر شماره ی ۲). در ادامه، نظام های «عرضه بندی فضا» (جدول

ج ۴. بررسی تعداد و درصد تخصیص انواع فضاهای a, b, c و d در بنا

نمونه موردی	افشاریان A (حیات + چهار طرف ساخت)		صدائتی B (حیات + سه طرف ساخت)		مستغنی C (حیات + دو طرف ساخت L شکل)		رزمجو D (دو طرف ساخت دو جبهه ی متقابل)		ذاکری E (حیات + یک طرف ساخت)	
	تعداد در گراف	درصد از کل	تعداد در گراف	درصد از کل	تعداد در گراف	درصد از کل	تعداد در گراف	درصد از کل	تعداد در گراف	درصد از کل
a	۱۴	٪۳۱.۱۱	۸	٪۲۲.۸۶	۱۰	٪۳۲.۲۶	۷	٪۲۶.۹۲	۶	٪۲۴.۰۰
b	۱۱	٪۲۴.۴۵	۱۰	٪۲۸.۵۷	۱۰	٪۳۲.۲۶	۸	٪۳۰.۷۷	۹	٪۳۶.۰۰
c	۵	٪۱۱.۱۱	۵	٪۱۴.۲۹	۵	٪۱۶.۱۳	۴	٪۱۵.۳۸	۴	٪۱۶.۰۰
d	۱۵	٪۳۳.۳۳	۱۲	٪۳۴.۲۸	۶	٪۱۹.۳۵	۷	٪۲۶.۹۳	۶	٪۲۴.۰۰

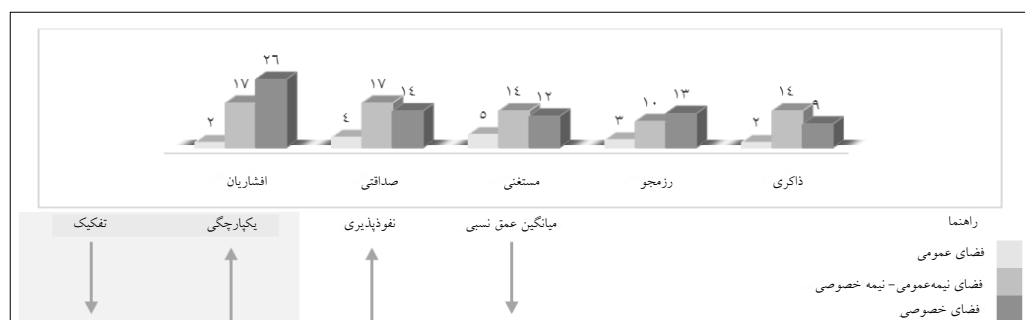


ت ۲. تعیین نظام حرکتی فضا با استفاده از شاخص قابلیت دسترسی

ج ۵. بررسی تعداد و عمق قرارگیری فضاها در بنا

نمونه ی موردی	افشاریان A (حیات + چهار طرف ساخت)	صدائتی B (حیات + سه طرف ساخت)	مستغنی C (حیات + دو طرف ساخت L شکلی)	رزمجو D (دو طرف ساخت دو جبهه ی متقابل)	ذاکری E (حیات + یک طرف ساخت)
	تعداد فضاها				
عمق	۱	۲	۱	۱	۱
۰	۱	۱	۱	۱	۱

۴	۱	۳	۱	۳	۲
۵	۱	۳	۲	۱۴	۳
۵	۴	۲	۱۵	۱۹	۴
۳	۵	۹	۹	۷	۵
۶	۷	۴	۴	-	۶
-	۴	۶	۱	-	۷
-	۲	۲	-	-	۸
۲۵	۲۶	۳۱	۳۵	۴۵	مجموع فضاها



ت ۳. بررسی تعداد و عمق قرارگیری فضاها در بنا

ج ۶. بررسی مؤلفه‌های R.A, M.D و R.R.A در بنا

نمونه‌ی موردی مؤلفه	افشاریان A (حیاط + چهارطرف ساخت)	صدائتی B (حیاط + سه‌طرف ساخت)	مستغنی C (حیاط + دوطرف ساخت L شکل)	رزمجو D (دوطرف ساخت دو جبهه‌ی متقابل)	ذاکری E (حیاط + یک‌طرف ساخت)
M.D	۳.۶۴	۴.۲۶	۵.۰۳	۵.۳۲	۵.۹۶
R.A	۰.۱۲	۰.۲۰	۰.۲۸	۰.۳۶	۰.۴۶
R.R.A	۰.۶۳	۰.۸۸	۱.۱۴	۱.۲۹	۱.۳۲



ت ۴. تعیین نظام کارکرد فضا با استفاده از شاخص هم‌پیوندی

بر همین اساس، خانه‌های افشاریان (گونه‌ی A. حیاط + چهارطرف ساخت) با ۴۵ دسترسی و میانگین عمق نسبی ۳/۶۴ و مرتبه‌ی نسبی ۰/۱۲ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۰/۶۳؛ صدائتی (گونه‌ی B. حیاط + سه‌طرف ساخت) با ۴۲ دسترسی و میانگین عمق نسبی ۴/۲۶ و مرتبه‌ی نسبی ۰/۲۰ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۰/۸۸؛ مستغنی (گونه‌ی C. حیاط + دوطرف ساخت L شکل) با ۳۱ دسترسی و میانگین عمق نسبی ۵/۰۳ و مرتبه‌ی نسبی ۰/۲۸ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۱/۱۴؛ رزمجو (گونه‌ی D. دوطرف ساخت دو جبهه‌ی متقابل) با ۵/۳۲ دسترسی و میانگین عمق نسبی ۰/۳۶ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۱/۲۹؛ و ذاکری (گونه‌ی E. حیاط + یک‌طرف ساخت) با ۵/۹۶ دسترسی و میانگین عمق نسبی ۰/۴۶ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۱/۳۲.

بررسی میزان راندمان عملکردی در منطق فازی

در ادامه در فرموله کردن دستورات شرطی منطق فازی از قواعد «اگر- آنگاه» استفاده می‌شود؛ به گونه‌ای که این قواعد شامل یک یا چند فرض و یک نتیجه است. از این رو، هر خانه بر اساس شاخص‌های کمی نحوی (قابلیت دسترسی، عمق، هم‌پیوندی و مرتبه‌ی نسبی) و مفاهیم کیفی (انعطاف‌پذیری، نفوذپذیری، یکپارچگی و تفکیک)، مورد بررسی قرار می‌گیرد و در بازه‌ی سطوح فازی پنج‌گانه طیف لیکرت، ارزش‌گذاری می‌شود (جدول شماره‌ی ۷).

مرتبه‌ی نسبی ۰/۲۸ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۱/۱۴؛ رزمجو (گونه‌ی D. حیاط + دوطرف‌ساخت دو جبهه‌ی متقابل) با ۲۶ دسترسی و میانگین عمق نسبی ۵/۳۲ و مرتبه‌ی نسبی ۰/۳۶ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۱/۲۹ و ذاکری (گونه‌ی E. حیاط + یک‌طرف‌ساخت) با ۲۵ دسترسی و میانگین عمق نسبی ۵/۹۶ و مرتبه‌ی نسبی ۰/۴۶ و مرتبه‌ی نسبی حقیقی ۱/۳۲، به ترتیب دارای قابلیت دسترسی بیشتر، انعطاف‌پذیری بیشتر، میانگین عمق نسبی کمتر، نفوذپذیری بیشتر، هم‌پیوندی بیشتر، مرتبه‌ی نسبی کمتر، یکپارچگی بیشتر و تفکیک کمتر هستند.

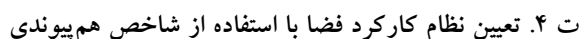
ج ۷. بررسی عامل منطق فازی در رویکرد ترکیبی نحوی- محتوایی با استفاده از نرم‌افزار متلب

نمونه‌ی موردی	مجموع اعداد فازی مثلی	مجموع اعداد قطعی	منطق فازی در رویکرد ترکیبی نحوی- محتوایی
A: افشاریان: (حیاط + چهارطرف‌ساخت)	(۵,۱,۰,۶)	۴,۶۲	
B: صداقتی: (حیاط + سه‌طرف‌ساخت)	(۴,۵,۱,۲,۱,۲)	۴,۳۱	
C: مستغنی: (حیاط + دوطرف‌ساخت L شکل)	(۴,۱,۲,۱,۲)	۴,۰۰	
D: رزمجو: (حیاط + دوطرف‌ساخت دو جبهه‌ی متقابل)	(۳,۵,۱,۲,۱,۲)	۳,۶۹	
E: ذاکری: (حیاط + یک‌طرف‌ساخت)	(۳,۰,۶,۱)	۳,۳۸	

راهنما

گزینه (۰,۰,۰,۰,۲۰,۱,۰۰) = بسیار خوب و عدد ۰,۸۱۰
گزینه (۰,۷۵,۰,۱۵,۰,۱۵) = خوب و عدد ۰,۶۵۵
گزینه (۰,۱۵,۰,۱۵,۰,۵۰) = متوسط و عدد ۰,۵۰۰
گزینه (۰,۲۵,۰,۱۵,۰,۱۵) = ضعیف و عدد ۰,۳۴۵
گزینه (۰,۲۰,۰,۰۰,۰,۰۰) = بسیار ضعیف و عدد ۰,۱۹۰





۷. مؤلفه‌ی «یکپارچگی» در نظام کارکردی فضا به‌عنوان

راندمان عملکردی فضا در معماری خانه‌های مسکونی بیان می‌دارد. بر این اساس و باتوجه به هدف اصلی پژوهش صورت گرفته، شاخص‌های کمی نحوی (قابلیت دسترسی، عمق، هم‌پیوندی و مرتبه‌ی نسبی) و مفاهیم کیفی (انعطاف‌پذیری، نفوذپذیری، یکپارچگی و تفکیک) در هر خانه بررسی و در بازه‌ی سطوح فازی پنج‌گانه‌ی طیف لیکرت، ارزش‌گذاری گردید و سنجش راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضایی باتوجه به رویکرد ترکیبی نحوی-محتوایی صورت پذیرفت. نتایج نشان می‌دهند که خانه‌های افشاریان (گونه‌ی A. حیاط + چهارطرف‌ساخت)؛ صداقتی (گونه‌ی B. حیاط + سه‌طرف‌ساخت)؛ مستغنی (گونه‌ی C. حیاط + دوطرف‌ساخت L شکل)؛ رزمجو (گونه‌ی D. حیاط + دوطرف‌ساخت دو جبهه‌ی متقابل) و ذاکری (گونه‌ی E. حیاط + یک‌طرف‌ساخت)، به ترتیب دارای میزان راندمان عملکردی بیشتر و به تبع آن، در نظام «حرکتی فضا» که با «قابلیت دسترسی»، معرفی شد، دارای قابلیت دسترسی بیشتر و انعطاف‌پذیری بیشتر؛ در نظام «عرصه‌بندی فضا» که با «قابلیت نفوذپذیری»، معرفی شد، دارای میانگین عمق نسبی کمتر و نفوذپذیری بیشتر؛ و در نظام «کارکردی فضا» که با «قابلیت انعطاف‌پذیری»، معرفی شد، دارای هم‌پیوندی بیشتر و مرتبه‌ی نسبی کمتر و یکپارچگی بیشتر و تفکیک کمتر هستند. بدین ترتیب، مؤلفه‌های «قابلیت دسترسی» و «انعطاف‌پذیری» در نظام حرکتی فضا، مؤلفه‌های «نفوذپذیری» در نظام عرصه‌بندی فضا و مؤلفه‌های «هم‌پیوندی» و «یکپارچگی» در نظام کارکردی فضا به‌عنوان شاخص‌های مثبت بر میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز، تأثیر افزایش‌دهنده دارند؛ و نیز مؤلفه‌ی «میانگین عمق نسبی» در نظام عرصه‌بندی فضا و مؤلفه‌های «مرتبه‌ی نسبی» و

یک شاخص مثبت بر میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز، تأثیر افزایش‌دهنده دارد.

۸. مؤلفه‌ی «تفکیک» در نظام کارکردی فضا به‌عنوان یک شاخص منفی بر میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز، تأثیر کاهش‌دهنده دارد.

باتوجه به هدف اصلی انجام پژوهش حاضر باتوجه به عنوان تحقیق که به‌نوعی بررسی و مقایسه‌ی میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌ها است، سعی شده است تا اهم مطالب باتوجه به حداکثر تعداد صفحات مشخص شده در مجله مطرح گردد و در نهایت باتوجه به دستاوردهای نهایی پژوهش که مؤلفه‌های «قابلیت دسترسی» و «انعطاف‌پذیری» در نظام حرکتی فضا، مؤلفه‌ی «نفوذپذیری» در نظام عرصه‌بندی فضا و مؤلفه‌های «هم‌پیوندی» و «یکپارچگی» در نظام کارکردی فضا به‌عنوان شاخص‌های مثبت بر میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز، تأثیر افزایش‌دهنده دارند؛ و نیز مؤلفه‌ی «میانگین عمق نسبی» در نظام عرصه‌بندی فضا و مؤلفه‌های «مرتبه‌ی نسبی» و «تفکیک» در نظام کارکردی فضا به‌عنوان شاخص‌های منفی بر میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز، تأثیر کاهش‌دهنده دارند؛ و این در راستای تأیید نتایج پژوهش‌های پیشین ارائه‌شده در بخش پیشینه‌ی تحقیق است.

نتیجه

به حداقل رساندن میزان نفوذ فعالیت‌های نامرتبط در فضاهای خانه‌های مسکونی بر یکدیگر و در واقع سازماندهی مطلوب فضایی می‌تواند به بهره‌وری مناسب فضاهای منجر شود و در واقع این مفهومی است که

«تفکیک» در نظام کارکردی فضا به عنوان شاخص‌های منفی بر میزان راندمان عملکردی در معماری خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شهر شیراز، تأثیر کاهنده دارند و این به معنای دستاوردهای نهایی پژوهش در راستای توسعه‌ی ادبیات تحقیق است. بر این اساس، همبستگی معنی‌داری میان راندمان عملکردی (متغیر وابسته‌ی پژوهش) خانه‌های دوره‌ی پهلوی اول شیراز و شاخص‌های کیفی و نحوی فضا در منطق‌فازی (متغیرهای مستقل پژوهش)، وجود دارد و این به معنای تأیید فرضیه‌ی پژوهش است.

فهرست منابع

- ۸ (۱۶). ۱۵۳-۱۸۰. قاسمیان اصل، عیسی و نصر، طاهره. (۱۳۹۷). بررسی مطلوبیت فضایی خانه‌های سنتی بر اساس مؤلفه‌های راندمان عملکردی (مطالعه‌ی موردی: خانه‌های دوره‌ی قاجار در شهر یزد). مطالعات محیطی هفت‌حصار. ۲۳ (۶). ۱۰۷-۱۲۱.
- کیانی، مصطفی. (۱۳۸۳). معماری دوره‌ی پهلوی اول: دگرگونی اندیشه‌ها، پیدایش و شکل‌گیری معماری دوره‌ی بیست‌ساله معاصر ایران (۱۳۲۰-۱۲۹۹ ش.). ناشر: مؤسسه‌ی مطالعات تاریخ معاصر ایران. تهران. ۷۵-۸۳. ۱۲ (۳۵).
- معاریان، غلامحسین. (۱۳۸۱). نحو فضای معماری. نشریه‌ی صفا. ۱۲ (۳۵). ۷۵-۸۳.
- نصر، طاهره. (۱۳۸۴). معماری و شهرسازی شیراز در دوره‌ی پهلوی (۱۳۵۷-۱۳۰۰ ش.). ناشر: روزنه کار. تهران. ۱-۱۳۴.
- 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. 61.
- Hillier, B. (2007). Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture. 1st. Cambridge. Cambridge University Press.
- Hillier, B., & Hanson, J., & Graham, H. (1986). Ideas are in Things: An Application of the Space Syntax Method to Discovering House Genotypes Environment and Planning B: Planning and Design. 14. 363-385.
- Jeong, S., & Un Ban, Y. (2011). Computational Algorithms to Evaluate Design Solutions Using Space Syntax in Computer-Aided Design. No. 43. 664-676.
- Manum, B. (2009). E-graph Complementary Software for Axial-Line Analysis. Proceeding of the 7th International Space Syntax Symposium. Stockholm. Sweden. 070.
- Mustafa, A., & Sanusi, F A., & Hassan, F. (2010). Mosque Layout Design: An Analytical Study of Mosque Layouts in the Early Ottoman Period. Frontiers of Architectural Research. 2. 445-456.
- Silver, w. (2000). Fuzzy Indices of Environmental Conditions. Ecological Modelling. 130 (1-3). 111-119.
- Van nes, A., & Lopez, M. (2007). Space and Crime in Dutch Built Environments: Macro and Micro Scale Spatial Conditions for Residential Burglaries and Thefts from Cars in Proceedings. 6th International Space Syntax Symposium. Istanbul. 26. 1-14. - <https://doi.org/10.22034/41.177.75>
- پوردیهمی، شهرام. (۱۳۹۴). منظر انسانی در محیط مسکونی. ناشر: آرمان‌شهر. تهران. ۱-۲۸۰.
- پیوسته‌گر، یعقوب؛ حیدری، علی‌اکبر؛ کیایی، مریم. (۱۳۹۵). ارزیابی نقش حیاط در ارتقاء راندمان عملکردی خانه. نشریه‌ی صفا. ۲۶ (۲). ۳۹-۶۰.
- حیدری، علی‌اکبر؛ اکبری، الهه؛ اکبری، آرمان. (۱۳۹۸). مقایسه‌ی تطبیقی راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضاها در سه نظام خانه با پیمون بزرگ، پیمون کوچک و خرده‌پیمون با استفاده از روش چیدمان فضا. نشریه‌ی معماری و شهرسازی آرمان‌شهر. ۱۲ (۲۸). ۳۵-۴۸.
- حیدری، علی‌اکبر و کیایی، مریم. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر ارزش‌های فرهنگی بر ارتقاء راندمان عملکردی فضا در خانه‌های روستایی با تکیه بر نقش الگوهای رفتاری. نشریه‌ی هویت شهر. ۱۴ (۲). ۶۵-۸۰.
- دهخدا، علی‌اکبر. (۱۳۷۷). لغت‌نامه. ناشر: دانشگاه تهران. تهران.
- ذبیحی، حسین. (۱۳۹۰). کنکاش در نظریه‌ها، تئوری‌ها و اقدامات شهرسازی و معرفی برنامه‌ریزی شهری فازی. ناشر: جهاد دانشگاهی. دانشگاه تربیت‌معلم. تهران. ۱-۲۱۶.
- سعادت‌ی و قار، پوریا؛ ضرغامی، اسماعیل؛ قنبران، عبدالحمید. (۱۳۹۸). واکاوی تعامل بین گونه‌های شکلی مسکن سنتی و ارتباطات فضایی با استفاده از ابزار نحو فضا (نمونه‌ی موردی: خانه‌های سنتی کاشان). دو فصلنامه‌ی مطالعات معماری ایران.