

ارزیابی نقش حیاط در ارتقای راندمان عملکردی «خانه»^۱

علی اکبر حیدری^۲

استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج

یعقوب پیوسته گر^۳

استادیار دانشکده فنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج

مریم کیایی^۴

کلیدواژگان: حیاط، راندمان عملکردی، خانه، نحو فضا، خانه‌های سنتی ایران.

چکیده

در اندام خانه‌های سنتی، به دلایل گوناگونی، گشایش (فضای باز) ایجاد می‌شده که از جمله آن‌ها می‌توان به عواملی چون شرایط اقلیمی، مناسبات فرهنگی و اجتماعی، و... اشاره کرد. اما به نظر می‌رسد عوامل دیگری نیز در ایجاد این‌گونه فضاها در کالبد خانه نقش داشته‌اند. از جمله دلایل مهم در ایجاد چنین فضاهایی، در پیکره‌بندی خانه‌های سنتی ایران، پیشامدهای عملکردی-فضایی است. این موضوع می‌تواند تأثیر بسزایی بر کیفیت عملکردی این‌گونه خانه‌ها داشته باشد. بر این اساس هدف در پژوهش حاضر بررسی نقش حیاط بر ارتقای «راندمان عملکردی» خانه است. در این خصوص منظور از راندمان عملکردی مطلوب فضا، افزایش سیرکولاسیون گردشی مناسب، ایجاد یکپارچگی مطلوب، و افزایش میزان نفوذپذیری و انعطاف‌پذیری در خانه‌ها تعریف شده است. به منظور بررسی فرایند ارزیابی نقش حیاط در خانه‌ها و دو متغیر «تعداد» و «مکان‌یابی یا موقعیت» مطلوب در این حیاط‌ها، هشت نمونه یک، دو، سه، و چهار حیاطه، به منظور برگزیده شد. حیاط(های) چهار

مورد از این هشت خانه مرکزی هستند و چهار نمونه دیگر حیاطی(هایی) دارند که در مرکز فضا قرار ندارد و یکی از جداره‌های حیاط را دیوار کوچک یا همسایه مجاور تشکیل می‌دهد. ابزار مورد نظر در تجزیه و تحلیل خانه‌ها روش نحو فضا یا چیدمان فضا است که در آن با استفاده از راهبرد کمی، به بررسی موضوع پرداخته شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که خانه‌های یک حیاطه، که حیاط آن‌ها در مرکز هندسی بنا است و چهار طرف آن نیز توده قرار گرفته است، به دلایلی، از جمله افزایش میزان نفوذپذیری (عمق کمتر نسبت به سایر نمونه‌های دو، سه، و چهار حیاطه) و انعطاف‌پذیری بالاتر و همچنین میزان یکپارچگی مطلوب و نیز افزایش قابلیت دسترسی مناسب به فضاها در مقایسه با نمونه‌های دیگر، عملکرد مطلوب‌تری دارند.

۱. مقدمه

بخش زیادی از فعالیت‌های روزانه ساکنین خانه، بخصوص در مسکن سنتی، در فضای حیاط صورت می‌گرفته است. این عنصر نقشی اساسی در سازمان فضایی خانه داشته و بخش زیادی از عملکردهای مختلف خانه تحت تأثیر آن بوده است. در این خصوص، برخی از

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری نگارنده سوم است با عنوان تبیین تحولات کالبدی-عملکردی خانه‌های قاجاری در گذر زمان با تکیه بر مفهوم راندمان عملکردی (نمونه موردی تبریز) که با راهنمایی نگارندگان اول و دوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج در حال انجام است.

2. peyvastegar@gmail.com

۳. نویسنده مسئول؛

Aliakbar_heidari@iust.ac.ir

۴. پژوهشگر دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج؛

maryam.kiaee@qiau.ac.ir

پژوهشگران عرصه معماری، با اتخاذ روش‌های عملی، چگونگی استفاده افراد از فضاهای مختلف محیط زندگی‌شان، با استناد بر اصل «طبقه‌بندی فعالیت روزانه ساکنین» بررسی کرده‌اند.^۵ از سویی دیگر، پژوهشگرانی، مانند راپوپورت، به بررسی تأثیر عوامل فرهنگی بر شکل‌گیری فضای حیاط در خانه پرداخته‌اند.^۶ همچنین پژوهش‌های دیگری نیز در باب نقش حیاط در تعدیل شرایط اقلیمی و تأثیر جغرافیا در شکل‌گیری فضای حیاط به انجام رسیده است.^۷ در کنار نظریه‌های مذکور، به نظر می‌رسد که حیاط، این اصلی‌ترین فضای خدمات‌دهنده، عملکردهای دیگری نیز دارد که برخی از ویژگی‌های آن را تحت الشعاع قرار داده است. بر این اساس در این پژوهش حاضر قصد بر آن است که جایگاه حیاط در ارتباط با راندمان عملکردی خانه بررسی شود. بنا بر این پرسش‌های اصلی تحقیق به این صورت قابل طرح است که:

– نقش حیاط در ارتقای راندمان عملکردی خانه‌ها چیست؟
– با در نظر گرفتن دو فاکتور «تعداد» و «هندسه»، کدام الگوی حیاط مرکزی راندمان عملکردی بهتری را برای خانه ایجاد می‌کند؟

بر این اساس، فرضیه‌های پژوهش نیز به این صورت تعریف می‌شود که:
– فرضیه اول: وجود حیاط مرکزی در ساختار پیکره‌بندی فضایی در خانه‌های سنتی ایران، به دلیل ارتقای عواملی نظیر میزان نفوذپذیری، انعطاف‌پذیری، و ایجاد یکپارچگی فضایی، تأثیر بسزایی بر ارتقا راندمان عملکردی در این نوع خانه‌ها دارد.

– فرضیه دوم: استقرار یک حیاط در مرکز هندسی خانه، به گونه‌ای که چهار طرف آن را توده بنا فرا گرفته باشد، بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد مطلوب خانه دارد، به طوری که میزان راندمان عملکردی در این نوع خانه‌ها به مراتب بیشتر از خانه‌هایی است که در آن‌ها چند حیاط و در موقعیت‌های مختلف قرار گرفته‌اند.

۱.۱. پیشینه تحقیق

تاکنون در خصوص موضوع بررسی جایگاه حیاط در ساختار کالبدی خانه پژوهش‌های بسیاری انجام شده است.^۸ همچنین درباره ارزیابی میزان راندمان عملکردی در انواع فضاها، از جمله درمانی، تجاری، مسکونی، و... نیز تحقیقات دیگری صورت گرفته است.^۹ در اکثر آن‌ها، با استفاده از روش نحو

پرسش‌های تحقیق

۱. نقش حیاط در ارتقای راندمان عملکردی خانه‌ها چیست؟
۲. با در نظر گرفتن دو فاکتور «تعداد» و «هندسه»، کدام الگوی حیاط مرکزی راندمان عملکردی بهتری را برای خانه ایجاد می‌کند؟

۵. نک:

B. Hillier & J. Hanson, "The Space Syntax Settlement"; Hillier, "Architecture as Theory: Specifically Architectural Knowledge".

۶. آموس راپوپورت، انسان‌شناسی مسکن، ص ۲۴.

۷. نک: سلطان‌زاده، «نقش جغرافیا در شکل‌گیری انواع حیاط در خانه‌های سنتی ایران»؛ شاهین حیدری و همکاران، «بررسی کارکرد اقلیمی حیاط زمستان‌نشین در مناطق سردسیر، نمونه موردی شهر اردبیل»؛ حیدری و همکاران، «تعیین الگوی بهینه حیاط مرکزی در مسکن سنتی دزفول با تکیه بر تحلیل سایه دریافتی سطوح مختلف حیاط».

۸. نک:

A. Bajunid, et al, "Cul-de-sac Courtyard Physical Environment Evaluation Toolkit (CPEET)"; Almhafdy, et al, "Analysis of the Courtyard Functions and its Design Variants in the Malaysian Hospitals"; Mustafa, et al, "Spatial-Functional Analysis of Kurdish Courtyard Houses in Erbil City"; Li, *Reinterpretation of Traditional Chinese Courtyard House*.

۹. نک:

Mostafa, et al, *ibid*; Mostafa, *Spatial Configuration*



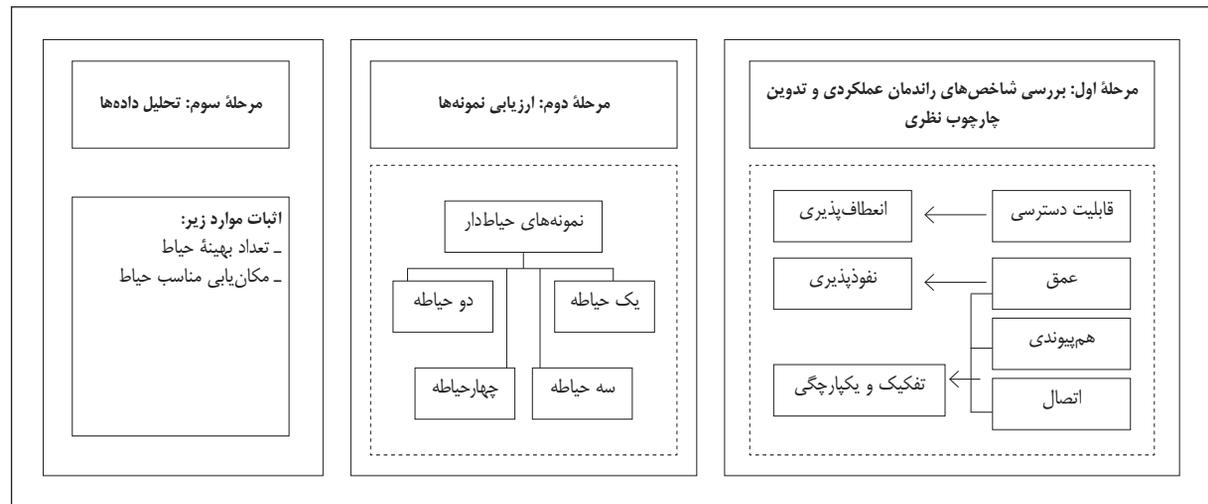
راندمان عملکردی یک محیط، به‌ویژه محیط‌های مسکونی، تأثیرگذار هستند. بنا بر این در مرحله نخست این تحقیق، پس از بیان تعاریف مختلف از این مفهوم، به معرفی مجموعه عواملی پرداخته شد که بر ارتقای آن تأثیرگذار هستند. این امر در نهایت منجر به استخراج چارچوب نظری شد که در آن شاخص‌هایی معرفی گردیدند که به منظور بررسی هر کدام از دو متغیر تعداد و موقعیت حیاط مورد نیاز بودند.

مرحله دوم شامل معرفی نمونه‌های موردی تحقیق بود که در این خصوص هشت خانه، از میان خانه‌های یک، دو، سه، و چهار حیاط سنتی شهر یزد، انتخاب گردید. نمونه‌های انتخاب‌شده علاوه بر اینکه بر اساس تعداد حیاط با یکدیگر متفاوت بودند، از منظر موقعیت قرارگیری حیاط نیز تفاوت داشتند، به طوری که از این هشت مورد، در چهار مورد حیاط در مرکز هندسی و در چهار مورد حیاط (حداقل یکی از حیاط‌ها) در مجاورت دیوار معبر و یا همسایه قرار گرفته بود. در ادامه این مرحله، برای هر کدام از نمونه‌های انتخابی، نمودارهای توجیهی ترسیم گردید. لازم به ذکر است که، با توجه به اینکه در بعضی از پلان‌ها بیش از یک ورودی وجود داشت، به ازای هر ورودی

فضا یا به تعبیری مدل چیدمان فضا، به بررسی انواع شاخص‌ها و مؤلفه‌های راندمان فضا پرداخته شده است و طی این فرایند، انواع الگوهای کالبدی فضا، به لحاظ عملکرد مطلوب آن‌ها، از جنبه‌ها گوناگون بررسی و تجزیه و تحلیل شده است. عموماً در پژوهش‌های مذکور، از روش‌هایی چون استفاده از روابط ریاضی نحوی، که با استفاده از خروجی‌های نرم‌افزار Agraph نیز قابل بهره‌برداری است، و همچنین استفاده از نرم‌افزار Depthmap و ارزیابی با تئوری‌های نظری نحو فضا، به بررسی موضوع راندمان فضا پرداخته شده است.

۲. روش تحقیق

همان‌گونه که در بخش مقدمه نیز اشاره شد، هدف اصلی از انجام پژوهش حاضر، تحلیل و بررسی نقش حیاط مرکزی در ارتقای راندمان عملکردی خانه‌های سنتی ایرانی است. به این منظور، دو متغیر «تعداد حیاط» و «موقعیت حیاط» در نظام فضایی خانه متغیر مستقل و راندمان عملکردی حیاط متغیر وابسته معرفی گردیدند. بر این اساس پیش از هر چیز، می‌بایست مجموعه شاخص‌هایی استخراج شوند که بر میزان



and Functional Efficiency of House Layouts; Khan, "Analyzing Patient flow: Reviewing Literature to Understand the Contribution of Space Syntax to Improve Operational Efficiency in Healthcare Settings".

ت ۱. نمودار فرایند پژوهش، تدوین: نگارندگان.

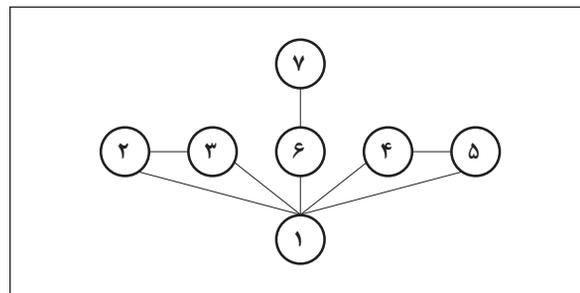
یک نمودار توجیهی ترسیم گردید.

مرحله سوم، برای تأیید و یا رد فرضیات تحقیق، به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود. در این مرحله با جای‌گذاری داده‌ها در روابط ریاضی، که پیشتر به منظور ارزیابی هر کدام از شاخص‌ها معرفی شده بود، پرداخته می‌شود و نتایج کمی به دست آمده برای هر خانه در جداول مربوط ثبت و با یکدیگر مقایسه شد. لازم به ذکر است که داده‌های مورد نیاز در این مرحله برای جای‌گذاری در فرمول‌ها از تحلیل نمودارهای توجیهی مربوط به مرحله قبل به دست می‌آید (ت ۱).

۳. ادبیات پژوهش

همان‌طور که اشاره گردید، به منظور انجام فرایند مطرح شده در این پژوهش و به منظور اثبات فرضیه «نقش حیاط در ارتقای راندمان فضایی خانه، به معرفی برخی از شاخص‌های عملکردی پرداخته می‌شود. در این تحقیق، این مؤلفه‌ها با «نمودارهای توجیهی نحو فضا»^{۱۰} مشخص می‌شوند که ابزار و داده‌های روابط ریاضی نحو فضا را فراهم می‌کند.

سینتکس یا نحو به معنی بررسی ارتباط هر واحد فضایی در یک مجموعه با فضاهای هم‌جوار خود است که این مفهوم درست همانند بررسی یک واژه در داخل یک متن و ارتباط آن با دیگر واژه‌ها است.^{۱۱} هدف اصلی این نظریه تحلیل نحوه ترکیب چیدمان فضاهای موجود در یک ساختار فضایی است.^{۱۲} روش «نحو فضا» بر مبنای مفهوم پیکره‌بندی فضایی است



10. Space syntax
۱۱. غلامحسین معاریان، «نحو فضای معماری»، ص ۷۷.
۱۲. وحید بارانی پسیان و همکاران، «کاربرد چیدمان فضا در خیابان ولی عصر شهر باشت»، ص ۸۲.

13. P. Steadman, *Architectural Morphology: An Introduction to the Geometry of Building* Plannin, p. 276; J. Hanson, *Decoding of Homes and Houses*, p. 328.

۱۴. امید ریسمانچیان و دیگران، «روابط بین «ویژگی‌های شناختی» و «پیکره‌بندی» فضایی محیط مصنوع، تجربه‌ای در دزفول»، ص ۴۰.

15. N. Khan, "Analyzing Patient flow: Reviewing Literature to Understand the Contribution of Space Syntax to Improve Operational Efficiency in Healthcare Settings", p. 8183:1.

ت ۲. یک نمودار توجیهی فرضی و نمایش انواع فضاهای نوع a, b, c, d، فضای ۷: نوع a. فضای ۶: نوع b. فضاهای ۴، ۵، ۳، ۲: نوع c. فضای ۱: نوع d. مأخذ: Amorim, "The Sector's Paradigm...", p. 11. ترسیم مجدد: نگارندگان.

که در قالب ارتباط بین فضاهای داخلی معماری و با تأکید بر ارتباط میان سیستم‌های فضایی-اجتماعی شکل گرفته است. این روش نشان می‌دهد که روابط اجتماعی نه تنها در شکل‌گیری تعاملات مورد نظر تأثیرگذار هستند، بلکه در بطن سیستم‌های فضایی نیز جای گرفته است.^{۱۳} در این خصوص منظور از پیکره‌بندی مجموعه‌ای از روابط بین فضاهایی است که در یک موقعیت ویژه در زمان وجود دارند. پیکره‌بندی ممکن است شرایطی برای تسهیل یا محدودیت پیوندهای بصری و فیزیکی فراهم کند.^{۱۴}

در روش نحو فضا به توصیف عملکردهای موجود در فضا می‌پردازند و بر اساس ارزش‌های عددی استخراج‌شده از این روش، تفاسیر اجتماعی- فرهنگی خاصی در مورد فضای مورد نظر قابل عرضه است. از نتایج تحلیل‌های کمی و کیفی در این روش، علاوه بر کشف و تفسیر منطق اجتماعی- فرهنگی حاکم بر فضا، ارزیابی و پیش‌بینی الگوهای بهینه چیدمان فضایی نیز امکان‌پذیر است.^{۱۵} به همین منظور در پژوهش حاضر استفاده از این قابلیت در تحلیل جایگاه عنصر حیاط مرکزی و در دستیابی به عملکرد مطلوب فضایی در خانه‌های سنتی ایرانی پیگیری می‌شود.

مفهوم راندمان عملکردی فضا: مفهوم راندمان در لغت‌نامه فارسی به معانی همچون «کارایی»، «کارکرد»، «قابلیت»، و... تعبیر شده است.^{۱۶} این واژه در قالب مفهوم «کارایی» نخستین بار در نظریات ویتروویوس مطرح گردید. وی سه عامل «استحکام»، «کارایی»، و «زیبایی» را اساسی‌ترین و ضروری‌ترین شاخص‌های یک بنای مطلوب تعریف کرد.^{۱۷} بنا به این تفسیر از فضا، طراحان باید، با هدف پدید آوردن شرایطی مطلوب و مناسب، محیط را به گونه‌ای طراحی و سازمان‌دهی می‌کردند که، علاوه بر داشتن استحکام و زیبایی لازم، قابلیت تأمین بیشترین سطح از نیازهای استفاده‌کنندگان از فضا را نیز داشته باشد. در همین خصوص، یکی از مهم‌ترین فضاهایی که در

کلی در راندمان ابعاد گوناگون یک بنا مؤثر هستند.

یکی از مهم‌ترین رویکردهایی که مفهوم راندمان را در محیط‌های انسان‌ساخت می‌رساند، رویکرد نحو فضا است.^{۳۳} این روش، «میزان راندمان یک ریزفضا در یک نظام پیکره‌بندی فضایی را در میزان استفاده‌پذیری آن توسط کاربران معرفی می‌کند. در این باره، شاخص‌هایی، چون موقعیت استقرار فضای مورد نظر در ساختار کلی بنا، میزان پیوند و ارتباط آن با فضاهای مجاور خود، میزان دسترسی به فضای مذکور، میزان عمق فضای مورد نظر نسبت به ورودی، و مواردی از این دست، در میزان راندمان آن فضا تأثیرگذار هستند. به طور مثال عمیق بودن زیاد فضاها در برخی از عملکردهای جمعی موجب افزایش جرم‌پذیری محیط و نبود احتمال استفاده مناسب از آن می‌شود.^{۳۴} این در حالی است که ایجاد عمق و فضاهای تودرتو، بخصوص در مسکن سنتی، موجب خلق کیفیتی به نام «محرمیت و یا خلوت» می‌گردد که در صورت فقدان آن به‌نوعی عملکرد فضا دچار اغتشاش و آشفتگی و در نتیجه آن بخشی از فضا ناکارآمد می‌گردد.

در تحقیقات حوزه نحوه فضا به بیان روش‌هایی کمی برای

زندگی انسان‌ها جایگاه ویژه‌ای دارد و افراد بیشترین مدت زمان زندگی‌شان را در آن می‌گذرانند، محیط‌های مسکونی است. خانه از مجموعه‌ای از فضاها و عناصر تشکیل شده است که هر کدام امکان انجام فعالیت‌های مختلفی را در خود دارند و مجموعه این فعالیت‌ها در کنار یکدیگر عملکرد خانه را به منزله مکانی برای زندگی و تأمین نیازهای ساکنین آن تعریف می‌کند. در این باره، کارایی یک خانه، به میزان هماهنگی و هم‌نشینی عناصر مختلف خانه در کنار یکدیگر مرتبط است، به طوری که از ارتباط این فضاها با یکدیگر نیازهای مختلف مادی و معنوی ساکنین آن مرتفع گردد.^{۱۸}

مفهوم کارایی در ارتباط با محیط‌های مسکونی را برای اولین بار جیمز گیسون مطرح کرد.^{۱۹} او با معرفی مفهوم قابلیت در محیط‌های انسان‌ساخت، به نقش این مفهوم در رفع نیازهای مختلف افراد تأکید و این امر را زمینه‌ای برای ارزیابی محیط‌های مطلوب معرفی کرد. پس از وی دونا دورک قابلیت را با اصطلاح «جوه کیفی و ابعاد کارآمدی محیط» معرفی کرد.^{۲۰} درباره همین موضوع، جان لنگ نیز کارایی‌های محیط را به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم کرد. به اعتقاد او کارایی مستقیم توسط محیط تعریف می‌شوند و کارایی‌های غیرمستقیم جنبه‌هایی مانند معانی نمادین است که وابسته به الگوها هستند.^{۲۱} ایاموس راپوپورت نیز در کتابی، با عنوان معنای محیط ساخته‌شده، معانی مختلف محیط را در سه سطح شامل معانی سطح بالا، سطح متوسط، و سطح پایین دسته‌بندی می‌کند. منظور از معانی سطح بالا همه معانی نمادین و سمبلیک محیط است. معانی متوسط نیز با ابعاد کیفی محیط و هویت، شأن، و حریم فضایی مرتبط است و در نهایت او معانی سطح پایین را به وجوهی مانند دسترسی و شیوه‌های استفاده از فضا مربوط می‌داند.^{۲۲} او همچنین اشاره می‌کند که، اگرچه معانی سطح پایین کمتر مورد توجه و مطالعه محققان بوده است، اما آن‌ها نقش مهمی در فرایندهای رفتاری در فضا دارند و به طور

۱۶. نک: لغتنامه دهخدا، ذیل:

«راندمان».

۱۷. نک: یورگ کورت گروتس،

زیبایی‌شناسی در معماری.

۱۸. نک: شهرام پوردیهیمی، منظر

انسانی در محیط مسکونی.

۱۹. نک:

J. Gibson, *An Ecological Approach to Visual Perception*.

۲۰. نک:

D. Dureck, *Architectural Programing: Information Management for Design*.

۲۱. نک: جان لنگ، آفرینش نظریه

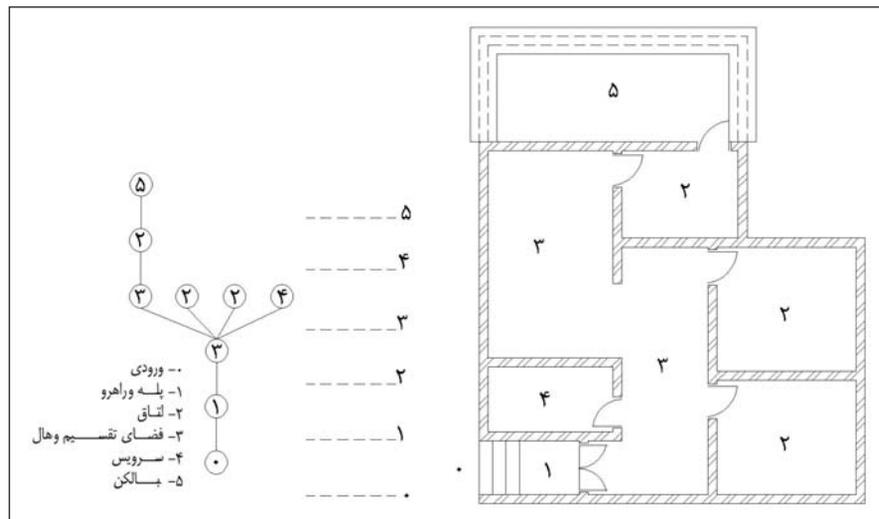
معماری: نقش علوم رفتاری در

طراحی محیط.

ت ۳. بخشی از پلان یک خانه

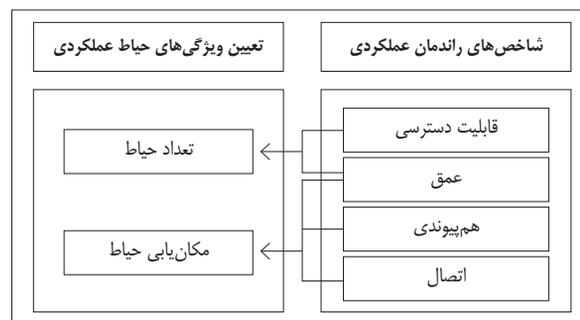
و نمودار توجیهی آن، ترسیم:

نگارندگان.



تحلیل فضا پرداخته شده است که به درک چگونگی عملکرد فضا کمک می‌کند. در این تجزیه و تحلیل‌ها به چگونگی توزیع فضایی، الگوی حرکت، و حضورپذیری در فضا پرداخته می‌شود.^{۲۵} بر این اساس به کمک برخی از شاخص‌های آن نظیر «عمق»، «اتصال»، «هم‌پیوندی»، «انواع دسترسی‌ها»، و... می‌توان به بیان ویژگی‌های فضا پرداخت. این روش اطلاعاتی برای توصیف پیکره‌بندی فضا و درک چگونگی روبری فضایی به پژوهشگران می‌دهد. همچنین این تکنیک قادر به پیش‌بینی رفتار انسان در چارچوب محیط انسان ساخت نیز هست.^{۲۶} لذا با تعریف ذکرشده و همچنین توانایی ابزارهای این روش، به منظور بررسی شاخص‌های راندمان عملکردی، نظیر «میزان یکپارچگی فضا»، «میزان نفوذپذیری»، و «انعطاف‌پذیری». به نظر می‌رسد که مطلوبیت فضا با شاخص‌های راندمان عملکردی با استفاده از این تکنیک قابل بررسی خواهد بود.

طبق تعریف راندمان بهینه فضا که با شاخص‌های نحوی قابل بررسی و اثبات است، راندمان بهینه فضا به معنی به حداقل رساندن میزان نفوذ فعالیت‌های غیرمرتبط بر یکدیگر و همچنین سازمان‌دهی فضایی فعالیت‌های مرتبط در کنار یکدیگر است، به طوری که بهره‌وری مناسب آن‌ها در گروه خدمات‌رسانی بهینه به یکدیگر است. این نوع از سازمان فضایی، در کنار افزایش میزان راندمان عملکردی، منجر به شکل‌گیری روابط اجتماعی کارآمد نیز می‌گردد.^{۲۷} از طرفی فضاهای خدمات‌دهنده، مانند



فضاهای ارتباطی و یا حیاط در خانه، نقش مهمی در چگونگی این مهم دارند، زیرا کارکرد مناسب و بهینه آن‌ها موجب عملکرد کارآمد کل فضا می‌شود و گردش فضایی و فعالیت‌های روزمره را سامان‌دهی می‌کند. در ادامه پژوهش و به منظور انجام مرحلهٔ اول تحقیق، به معرفی شاخص‌های مؤثر بر راندمان عملکردی خانه پرداخته می‌شود.

۴. مرحلهٔ اول: بررسی شاخص‌های راندمان عملکردی

قابلیت دسترسی: این ویژگی مرتبط با میزان انعطاف‌پذیری^{۲۸} فضا است، به این معنی که عملکرد انعطاف‌پذیر فضا در مقیاس خرد هنگامی مطلوب است که میزان عمق کم، دسترسی مناسب، و ارتفاع کم (متناسب بافضا) داشته باشد.^{۲۹} بنا بر این تعداد نقاط دسترسی می‌تواند یکی از عوامل کلیدی برای سازمان‌دهی، سهولت تطبیق، و تنوع کاربری‌ها در یک ساختمان باشد. در تئوری نحو فضا، به منظور بررسی دسترسی‌هایی که ایجاد آن‌ها در فضا موجب تسهیل در روابط عملکردی کل بنا می‌گردد، از شاخص «نسبت فضا- پیوند» استفاده می‌شود. در این خصوص، همهٔ فضاها به چهار نوع $c b a d$ تقسیم می‌شوند. در هر نمودار توجیهی، فضای a فضایی است که تنها با یک فضای دیگر در ارتباط است. عموماً وجود این گونه فضاها منجر به افزایش عمق و عدم دسترسی مناسب می‌شود (کاهش سطح یکپارچگی مورد نظر). نوع b به فضاهایی گفته می‌شود که حداقل با ۲ فضای دیگر در ارتباط است. نتایج تحقیقی نشان می‌دهد که ایجاد فضاهایی از نوع b در بناهای مسکونی باعث اتصال حوزه‌های عمومی به حوزه‌های خصوصی می‌شود.^{۳۰} فضاهای نوع c فضاهایی هستند که در یک حلقه^{۳۱} قرار دارند و فضاهای نوع d فضاهایی هستند که حداقل با دو حلقه در ارتباط هستند. وجود فضاهای نوع d و c موجب کاهش میزان عمق، سهولت دسترسی، و انعطاف‌پذیری فضا می‌گردد (ت ۲).^{۳۲}

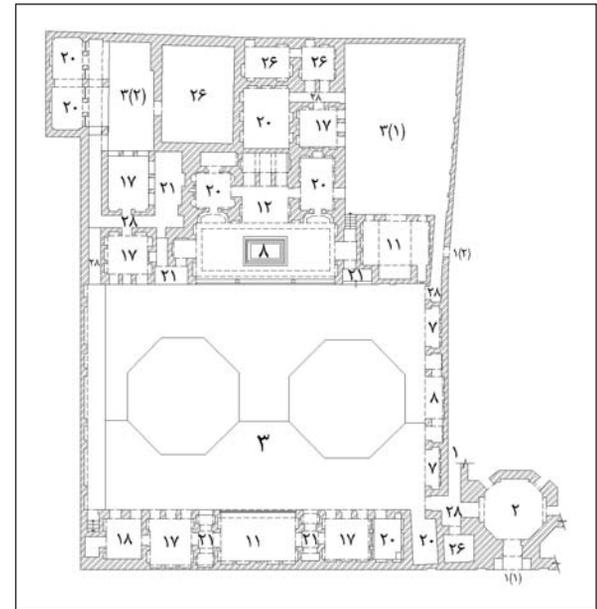
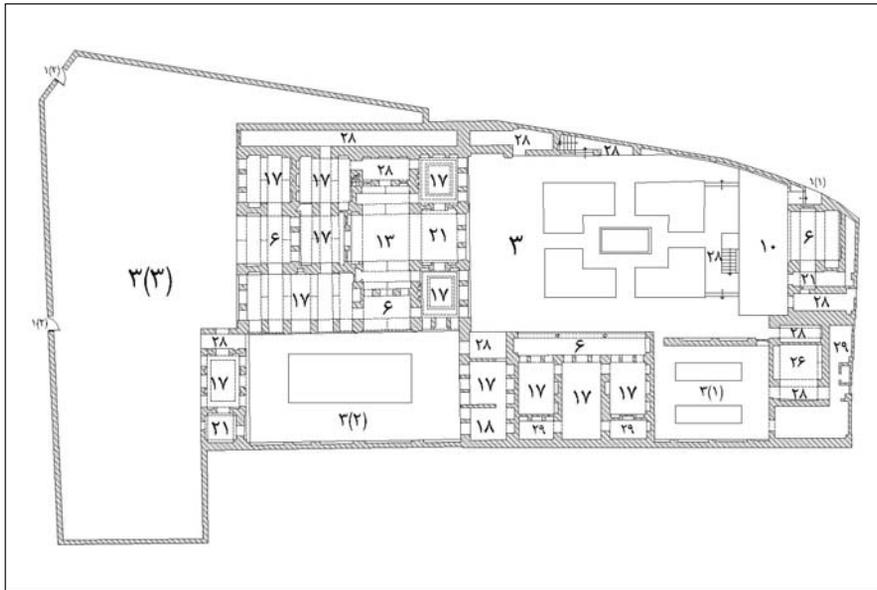
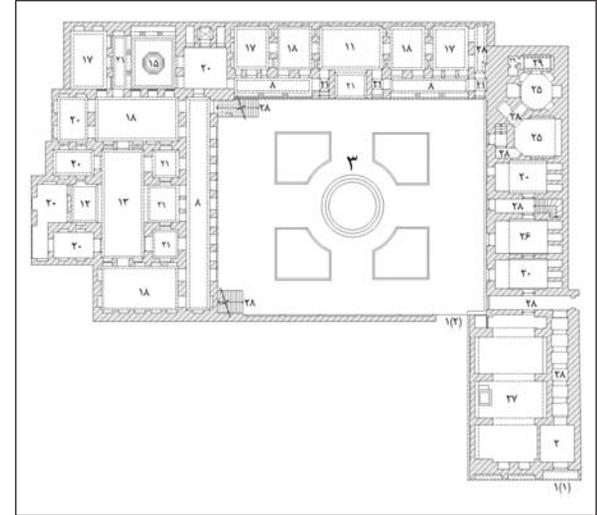
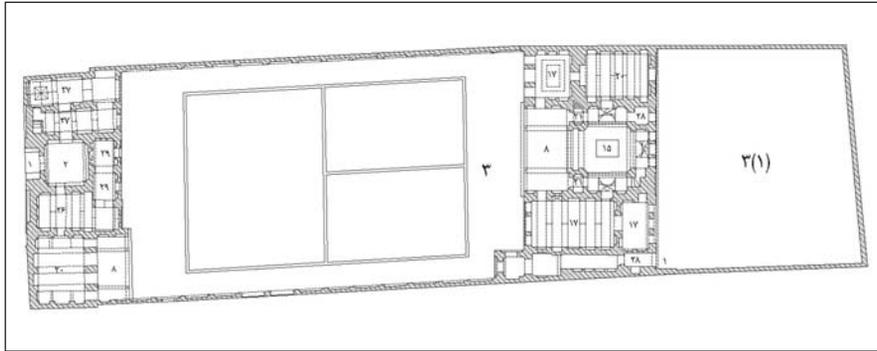
عمق: عمق فضا یا به بیانی «میانگین عمق نسبی»^{۳۳} به معنی مرحله فضایی است که هر بخش از فضا نسبت به بخش‌های دیگر دارد و مرتبط با میزان نفوذپذیری و یکپارچگی فضا است.^{۳۴} به طور مثال نتایج پژوهشی در این خصوص نشان می‌دهد که

یک حیاطه		دو حیاطه		سه حیاطه		چهار حیاطه	
گوشه	مرکزی	گوشه	مرکزی	گوشه- مرکزی	گوشه- مرکزی	گوشه- مرکزی	گوشه- مرکزی
الگو							

ت ۱۲ (پایین، راست). خانه
 شیخ الاسلام، مأخذ: همان، ص
 ۹۸، ترسیم مجدد: نگارندگان.
 ت ۱۳ (پایین، چپ). خانه پیترز،
 مأخذ: همان، ص ۱۵۰، ترسیم
 مجدد: نگارندگان.

عمیق‌تر قرار گرفته‌اند. این بخش‌ها نیز به طور عمده در اطراف
 حیاط اندرونی خانه جانمایی شده‌اند و فضاهای آن مربوط به
 فعالیت زنان (مهمانان زن) است. همچنین نتایج دیگر این تحقیق
 بیانگر این مطلب است که هر چه فضاها نسبت به حیاط خانه در
 فاصله دورتری باشند، از میزان یکپارچگی آن‌ها با کل ساختار
 بنا کاسته می‌شود. این مطالب به طور عمده در همه خانه‌های
 سنتی مورد مطالعه هست، در حالی که این مطلب در خانه‌های
 معاصر مورد مطالعه ثابت نشده است.^{۳۵} وجود فضاهای عمیق و

فضاهای کم‌عمق به فضاهای خدمات‌دهنده و عمومی اطراف
 حیاط بیرونی اختصاص یافته‌اند و این‌گونه فضاها عموماً مربوط
 به حوزه فعالیت مردان است (مهمانان مرد) و فضاهای خصوصی،
 که مختص فعالیت‌های بخش اندرونی خانه است، در قسمت‌های



تفکیک شده بیانگر ایجاد روابط اجتماعی ضعیف است که معمولاً تعداد فضاهای محدودی در این بخش‌ها قرار دارند، زیرا اتصال اندکی با سایر فضاها دارند و میزان نفوذپذیری به آن‌ها کم است.^{۳۶}

از سویی دیگر، وجود برخی فضاهای خدمات‌رسان و توزیع‌کننده موجب ارتباطات بیشتر فضاها با یکدیگر می‌شود که در نتیجه این امر، میزان یکپارچگی فضا افزایش و نفوذپذیری به فضاها نیز توسعه می‌یابد. پس به طور متوسط هرچه فضاها (بخصوص فضاهای خدمات‌رسان و توزیع‌کننده، مانند حیاط) در عمق کمتری نسبت به فضا(ها)ی ورودی باشند، عملکرد فضا نیز بهینه می‌گردد. در چنین حالتی گردش فضایی به طور مناسبی صورت می‌پذیرد و در نهایت موجب ارتقای میزان راندمان عملکردی می‌گردد. در پژوهش حاضر علاوه بر بررسی‌های کیفی، مطالب فوق از طریق «روابط ریاضی نحوی» نیز ارزیابی می‌گردد. به منظور ترسیم نمودارهای توجیهی، هر فضا با یک دایره و ارتباط آن با سایر فضاها با یک خط نمایش داده می‌شود و هر مرحله که فضا عوض می‌شود فضای بعدی در عمق بالاتری قرار می‌گیرد (ت ۳-۳۷).

معرفی روابط ریاضی نحو فضا: در این بخش به معرفی روابط ریاضی پرداخته می‌شود که به منظور محاسبه میزان راندمان عملکردی در فضا استفاده می‌شود:

- به طور کلی به منظور محاسبه میانگین عمق نسبی، اگر در نمودارهای توجیهی ورودی فضای ریشه در نظر گرفته شود، از

رابطه (۱) استفاده می‌شود:

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

در رابطه فوق

$M.D$: میانگین عمق فضا نسبت به فضای ریشه،
 $\sum D$: مجموع فضاهای هر عمق ضرب در مرحله عمق آن فضاها در ساختمان مورد نظر نسبت به فضای ریشه، و
 K : تعداد کل فضاهای موجود در بنا یا نمودار توجیهی است.^{۳۸}

هرچه عدد حاصل از رابطه به «صفر» نزدیک‌تر باشد (حداکثر ادغام یا یکپارچگی: هیچ عمقی وجود ندارد) به این معنی است که فضا یکپارچه‌تر است و شرایط نفوذپذیری مناسب‌تری دارد (راندمان عملکردی بالاتر) و هرچه مقادیر به دست آمده «دورتر از صفر» باشد به معنی حداکثر تفکیک و کاهش میزان نفوذپذیری است (راندمان عملکردی پایین‌تر).^{۳۹}

- محاسبه میزان هم‌پیوندی و اتصال: اتصال به معنی تعداد ارتباطات هر فضا با فضاهای دیگر است. همچنین فضایی هم‌پیوند خوانده می‌شود که در عمق نسبی کم و با فضاهای نسبتاً زیادی در ارتباط باشد.^{۴۰} هم‌پیوندی یک نقطه نشان‌دهنده پیوستگی یا جدایی یک نقطه از سیستم کلی یا پایین‌تر است.^{۴۱} هم‌پیوندی و اتصال دو مفهوم مرتبط با میزان نفوذپذیری و یکپارچگی فضا است، به این معنی که هرچه فضا هم‌پیوندتر و

→ محدودی حق انتخاب‌های بیشتری را به کاربران عرضه می‌دارند. محیط‌هایی که قابلیت عرضه چنین گزینه‌هایی را داشته باشند کیفیت بیشتری دارند که آن را «انعطاف‌پذیری» می‌نامیم (ای یسن بنتلی و همکاران، محیط‌های پاس‌ساخته (کتاب راهنمای طراحان)، ص ۱۵۷).

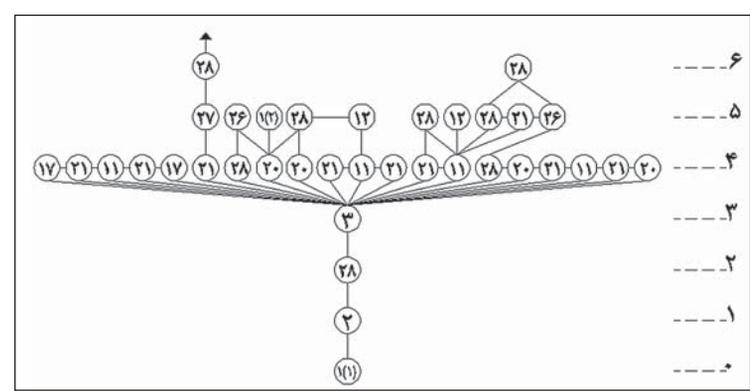
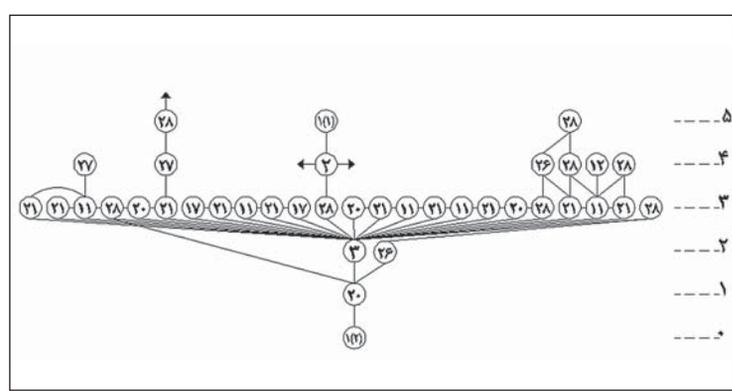
۲۹. بنتلی و همکاران، همان، ص ۱۶۲.

30. Mustafa, et al, "Spatial-Functional Analysis of Kurdish Courtyard Houses in Erbil City", p. 564.

ت ۱۴ (راست و چپ). نمودار توجیهی خانه حاج رسولی، ترسیم: نگارندگان.

ت ۱۵ (صفحه روبه‌رو، بالا). نمودار توجیهی خانه مهریان، ترسیم: نگارندگان.

ت ۱۶ (صفحه روبه‌رو، پایین، راست و چپ). نمودار توجیهی خانه روحانیان، ترسیم: نگارندگان.



$R.A$: عدم تقارن نسبی به منظور دستیابی به یکپارچگی فضایی،
 $M.D$: میانگین عمق نسبی فضا، و
 K : تعداد کل فضاهای موجود در نمودار توجیهی است.^{۴۸}

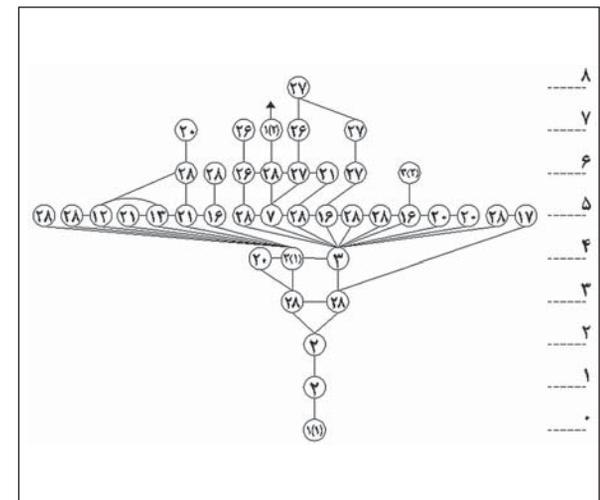
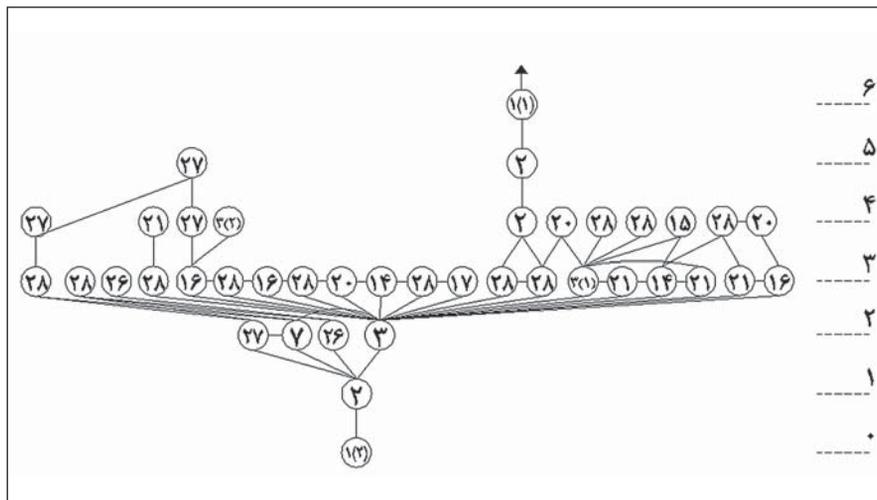
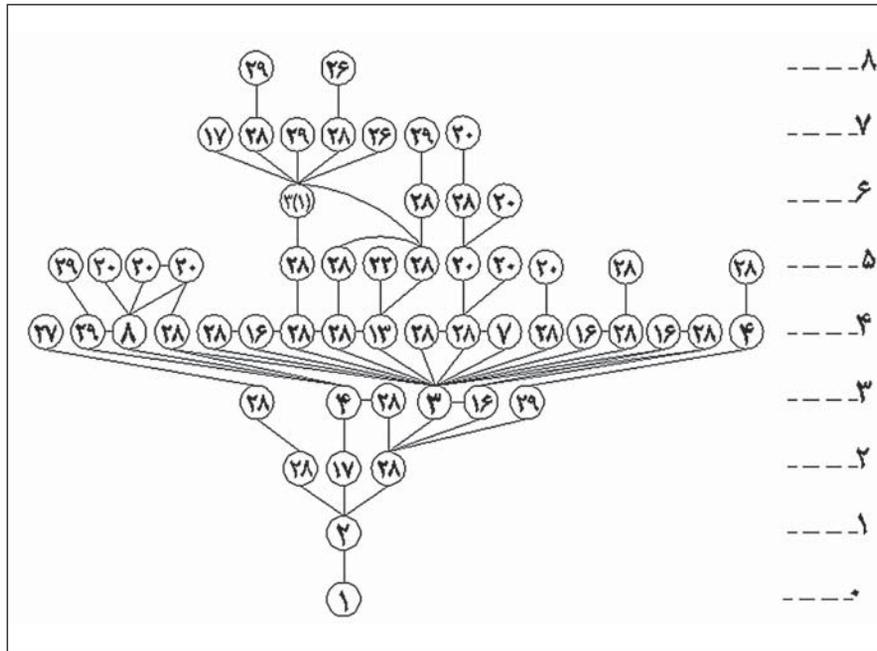
ارتباطات فضایی آن بیشتر باشد، آن فضا در کل یکپارچه‌تر و میزان نفوذپذیری آن بیشتر است. طبق تعریف راندمان فضایی، سازمان‌دهی افراد در فضا از طریق سازمان‌دهی روابط آن‌ها با یکدیگر حاصل می‌شود که این موضوع نیز بستگی به درجه تفکیک یا یکپارچگی فضا دارد و بر روی بازده عملکردی فضا تأثیرگذار است.^{۴۳} در بررسی راندمان عملکردی فضا با شاخص‌های نحوی علاوه بر محاسبه و تحلیل میانگین عمق نسبی، میزان هم‌پیوندی و اتصالات در فضا نیز باید بررسی شود. این باره از طریق محاسبه «درجه یکپارچگی نسبی» (عدم تقارن نسبی واقعی)^{۴۳} یا $R.R.A$ به دست می‌آید.^{۴۴} در این خصوص نیز اعداد کمتر از ۱ (پیرامون صفر و ۱) بیانگر حداکثر یکپارچگی و اعداد بالای ۱ بیانگر حداکثر تفکیک است.^{۴۵}

$$R.R.A = \frac{R.A}{D_k} \quad (۲)$$

در رابطه فوق شاخص $R.A$ ^{۴۶} شاخص عدم تقارن نسبی فضا^{۴۷} است که از طریق رابطه زیر قابل استخراج است:

$$R.A = \frac{2(M.D - 1)}{K - 2} \quad (۳)$$

در این رابطه:



نزدیک تر باشد، فضا یکپارچه تر و هرچه از آن دورتر شود، تفکیک فضایی بیشتر می شود.

۱.۴. تدوین چارچوب نظری

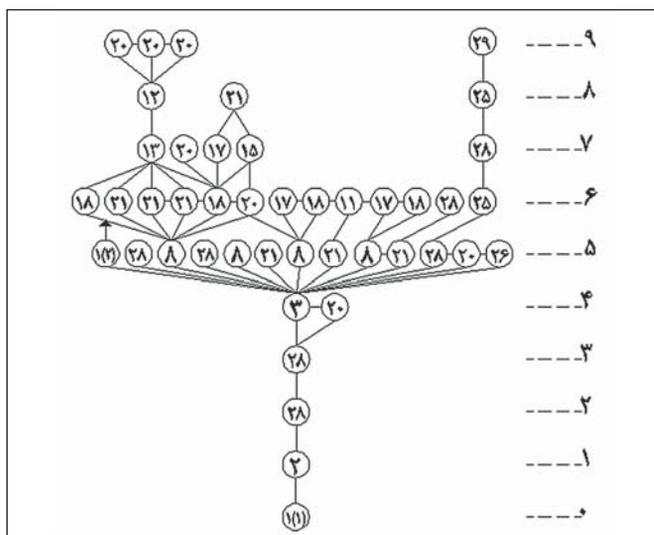
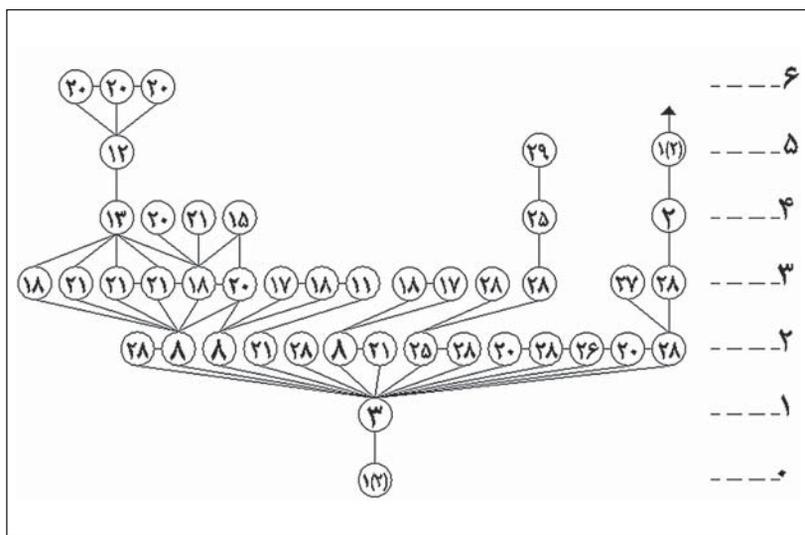
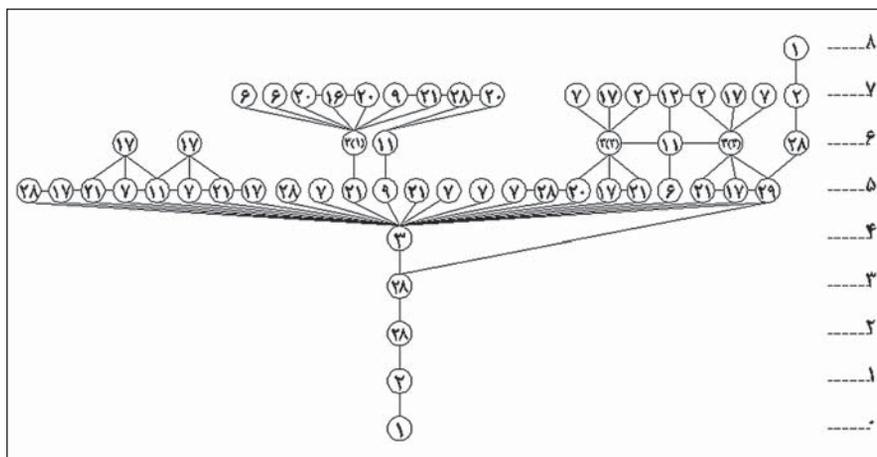
همان طور که اشاره شد، در این مرحله به جمع بندی و عرضه چارچوب نظری پژوهش پرداخته می شود. در بخش ادبیات تحقیق، شاخص های راندمان عملکردی معرفی و ارزیابی شد و تأثیر تغییرات هر یک از این مؤلفه ها بر شکل گیری میزان راندمان عملکردی فضا ذکر گردید. در این بخش، با توجه به ویژگی این مؤلفه ها، ارتباط میان هر یک از این شاخص ها در خصوص شاخص «مکان یابی» و شاخص «تعداد» حیاط (ها) بررسی می شود (ت ۴). به منظور ارزیابی شاخص «تعداد حیاط (ها)» بر میزان راندمان عملکردی خانه، از فاکتورهای «قابلیت دسترسی» و «عمق» استفاده می شود و برای ارزیابی شاخص «مکان یابی حیاط» بر راندمان عملگری از فاکتورهای «هم پیوندی» و «اتصال» و همچنین «عمق» استفاده می شود.

در رابطه شماره $(2) D_k$ ، شاخص استانداردکننده میزان هم پیوندی یا به بیان دیگر «میزان حلقوی بودن گراف» است که بر پایه احتمالات به دست می آید و مقدار آن از طریق رابطه زیر قابل استخراج است^{۵۰}:

$$D_k = 2 \left\{ k \left(\log_2 \left(\frac{k+2}{3} \right) - 1 \right) + 1 \right\} / [(k-1)(k-2)] \quad (4)$$

در این رابطه $(R.R.A)$ نیز هرچه عدد کسب شده به صفر

ت ۱۷ (بالا). نمودار توجیهی خانه طباطبایی، ترسیم: نگارندگان. ت ۱۸ (پایین، راست و چپ). نمودار توجیهی خانه لباف، ترسیم: نگارندگان.



گزینه‌های انتخابی» تقسیم می‌شود.

۵. مرحله دوم: نمونه‌های موردی

با توجه به اینکه اعتبار پژوهش‌های نحوی به منظور قابل تعمیم کردن آن، مبتنی بر لحاظ کردن گزینه‌های متعدد است، انتخاب نمونه‌های موردی در پژوهش حاضر به دو «بخش طبقه‌بندی شکلی خانه‌ها» و «با توجه به گونه‌شناسی خانه‌ها» «معرفی

۵.۱. طبقه‌بندی شکلی خانه‌ها بر اساس جانمایی و تعداد حیاط

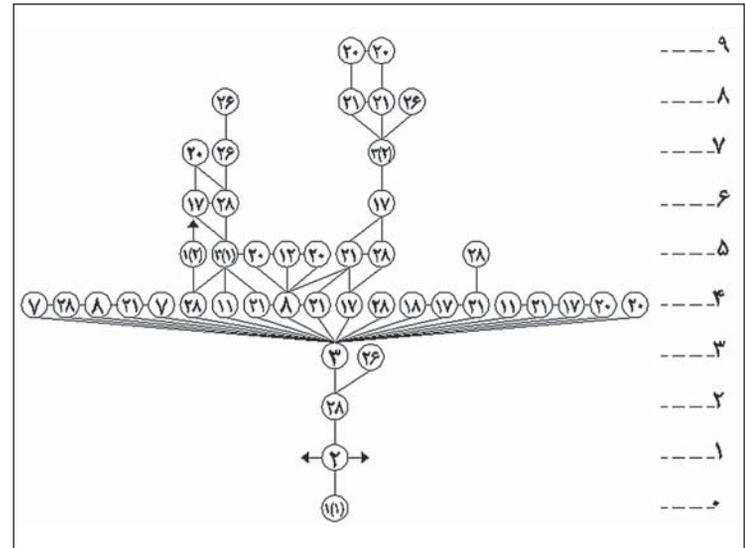
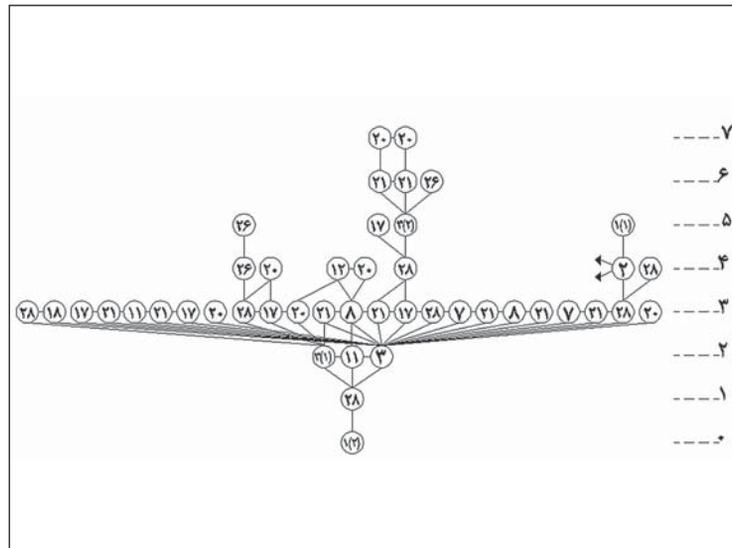
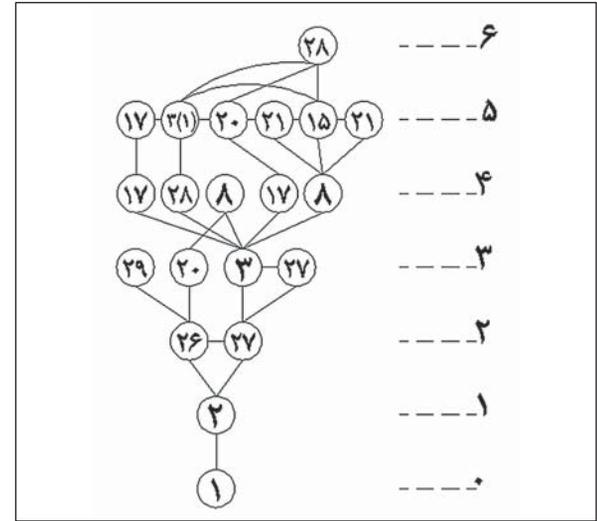
تنوع میزان انتخاب نسبت به انواع فضاها در خانه بیانگر نحوه ایجاد روابط فرهنگی و اجتماعی در خانه است. علاوه بر آن، از نگاهی دیگر، به افزایش یکپارچگی فضا و در نتیجه ایجاد فضاهایی می‌گردد که به گردش فضایی مناسب و بهینه کمک می‌کنند. پس وجود فضاهایی، که شمار زیادی از کوتاه‌ترین مسیرهای ارتباط‌دهنده با یک فضا را دارند، به عملکرد بهینه فضا کمک می‌کند میزان انتخاب به فضاهایی باید در حد ماکسیمم باشد که عملکرد آن فضاها یا دست کم یکی از وظایف عملکردی آن‌ها توزیع فضا باشد و حیاط یکی از این فضاها است که هرچه با فضای‌های دیگر در پیکره‌بندی طرح بیشتر در تماس باشد، گردش فضایی بهبود می‌یابد و در نتیجه افزایش بازده عملکردی را در پی دارد. در کالبد مسکن سنتی حیاط قلب خانه است که بعضاً به شکل مستطیلی متناسب در امتداد محور

۳۱. حلقه به معنی وجود یک دور در رسیدن به فضا است. هنگامی که چند فضا در یک حلقه باشند، کاربر فضا به بن‌بست برخورد نمی‌کند و می‌تواند از همان فضای که وارد شده، خارج شود، مانند فضای ۱ و ۲ و ۳ در «ت ۲».

32. Hillier, "Architecture as Theory: Specifically Architectural Knowledge", p. 480.

33. Mean depth

ت ۱۹ (بالا). نمودار توجیهی خانه سوکیاسیان، ترسیم: نگارندگان. ت ۲۰ (پایین، راست و چپ). نمودار توجیهی خانه شیخ‌الاسلام، ترسیم: نگارندگان.



37. Hillier, et al, "The Space Syntax Settlement", p. 228.

38. S. Jeong, et al, "The spatial configurations in South Korean apartments built between 1972 and 2000", p. 93.

39. Hillier, et al, "Ideas Are in Things: an Application of the Space Syntax Methods to Discovering House Genotypes", p. 368-371.

40. Hillier, et al, ibid, p. 364.

۴۱. معماریان و همکاران، «ترکیب شکلی و پیکره‌بندی فضایی در مسکن بومی، مقایسه تطبیقی عرصه‌بندی فضای مهمان در خانه‌های سنتی کرمان»، ص ۴.

42. Mustafa, et al, ibid, p. 561.

ت ۲۲ (بالا). بررسی تعداد انواع فضاهای a, b, c, d، و درصد تخصیص هرکدام در کالبد بنا در مؤلفه قابلیت دسترسی در خانه‌ها، تدوین: نگارندگان (اعداد به‌دست‌آمده میانگین اطلاعات نمودارهای توجیهی در خانه‌هایی با بیش از یک ورودی است).

ت ۲۳ (پایین). بررسی انواع مؤلفه‌های میانگین عمق نسبی، هم‌پیوندی، و اتصال در خانه‌ها، تدوین: نگارندگان (اعداد به‌دست‌آمده میانگین اطلاعات نمودارهای توجیهی در خانه‌هایی با بیش از یک ورودی است).

۶.۱. قابلیت دسترسی

همان‌گونه که پیش از این اشاره شد، انواع فضاها در خانه‌های مذکور در چهار دسته a, b, c, و d تقسیم شدند که نتایج آن در «ت ۲۲» جمع‌بندی شده است. با نگاهی به اعداد به‌دست‌آمده مشاهده می‌شود که:

– در همه خانه‌های مذکور (به‌جز خانه مهربان) فضای d و پس از آن c بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده است (ت ۲۴). طبق تعریف قابلیت دسترسی، وجود این‌گونه فضاهای موجب سهولت در عملکرد، کاهش عمق، و انعطاف‌پذیری فضا می‌گردد. این یعنی این دسته از عملکردهای مثبت تقریباً در همه خانه‌های هشت‌گانه هست. از طرفی همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد این نوع از فضاها در اطراف حیاط(ها) – به منزله اصلی‌ترین گره ارتباطی میان انواع بخش‌های بنا – ایجاد شده

هرکدام دو نمونه برای بررسی نحوی برگزیده شد. به منظور محاسبات ریاضی-نحوی، نمودارهای توجیهی هریک از این خانه‌ها نسبت به فضای ورودی(ها)^{۵۳} ترسیم می‌گردد. در «ت ۲۲» فرایند مربوط به بررسی قابلیت دسترسی آورده می‌شود و در «ت ۲۳» مقادیر محاسبه‌شده مرتبط با مؤلفه‌های مطرح‌شده در بخش شاخص‌های راندمان عملکردی در خانه‌های هشت‌گانه آورده شده است.

۶.۲. مرحله سوم: تحلیل داده‌ها

در این مرحله، به منظور بررسی داده‌ها و اعداد به‌دست‌آمده از محاسبات نحوی، نتایج برای هریک از شاخص‌های «قابلیت دسترسی»، «عمق فضایی»، «هم‌پیوندی»، و «اتصال» بررسی می‌شود.

خانه	حاج رسولی		مهربان		روحانیان		طباطبایی		لباف		سوکیاسیان		شیخ الاسلام		پیتروز	
	تعداد در گراف	درصد از کل														
a	۶	۱۶٪	۱۷	۳۲٪	۸	۲۰٪	۱۳	۲۳٪	۹	۲۱٪	۲	۱۰٪	۸	۱۸٪	۶	۱۴٪
b	۴	۱۱٪	۱۱	۲۰٪	۲	۵٪	۶	۱۱٪	۵	۱۲٪	۰	۰٪	۳	۶٪	۰	۰٪
c	۱۱	۲۸٪	۱۲	۲۲٪	۱۳	۳۳٪	۱۲	۲۲٪	۱۴	۳۱٪	۸	۴۰٪	۱۳	۲۸٪	۱۱	۲۶٪
d	۱۷	۴۵٪	۱۴	۲۶٪	۱۷	۴۲٪	۲۴	۴۴٪	۱۶	۳۶٪	۱۰	۵۰٪	۲۲	۴۸٪	۲۵	۶۰٪

خانه	مؤلفه	حاج رسولی	مهربان	روحانیان	طباطبایی	لباف	سوکیاسیان	شیخ الاسلام	پیتروز
MD		۳/۶۲	۴/۶۴	۴/۲۳	۵/۶۴	۴/۴۵	۳/۸۹	۴/۱۹	۴/۴۱
RA		۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۱۷
RRA		۰/۴	۰/۶۸	۰/۸۲	۰/۴	۰/۶۹	۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۷۴

نوع a و b موجب تک‌عملکردی بودن فضا و کاهش میزان انعطاف‌پذیری فضا می‌شود و تعلق گرفتن کمیته فضاها به این بخش‌ها در افزایش انعطاف‌پذیری تأثیر می‌گذارد.

– با نگاهی به درصد تخصیص هر کدام از انواع فضاها در خانه، در می‌یابیم که یکی از خانه‌های چهار حیاطه (پیترز) بالاترین تعداد فضاهای نوع d را دارد. همچنین در یکی از خانه‌های دو حیاطه (سوکیاسیان) بیشترین فضاها از نوع c را جای داده شده است. از سویی دیگر، این دو خانه کمترین میزان فضای a و b را دارند و این به طور کلی بیانگر این مطلب است که این نوع از دسترسی‌ها علاوه بر ایجاد سهولت عملکرد در این دو بنا، انعطاف‌پذیری بیشتر آن‌ها را به نسبت خانه‌های دیگر موجب شده است.

– کمترین تعداد فضاهای c و d و بیشترین تعداد فضاهای a و b متعلق به خانه دو حیاطه مهربان است که این امر نشان‌دهنده عملکرد ضعیف‌تر این خانه به نسبت سایر نمونه‌ها در خصوص شاخص قابلیت دسترسی است. همچنین تعداد زیادی از انواع فضاهای a و b در این خانه در فاصله نسبتاً دورتری از حیاط‌ها هستند که این مرتبط با شاخص عمق نیز هست و به نظر می‌رسد یکی از دلایل تعدد این نوع از فضاها در خانه مهربان به همین دلیل باشد.

۲.۶. میانگین عمق نسبی

با نگاهی به مجموعه اعداد به دست آمده از «ت ۲۳» می‌توان دریافت که:

– به طور کلی، میانگین عمق نسبی (MD) در همه خانه‌های مورد مطالعه پژوهش مقادیر نسبتاً بالایی دارند (اعداد بالای ۱ میانگین عمق نسبی بالایی دارند) که این امر موجب پدیده «تفکیک فضایی» می‌شود.^{۵۴} این بیانگر تعمد طراحان و کارفرمایان در ایجاد فضاهای خصوصی بیشتر است که این امر منجر به ایجاد سکوت و آرامش در برخی از فضاهای خانه

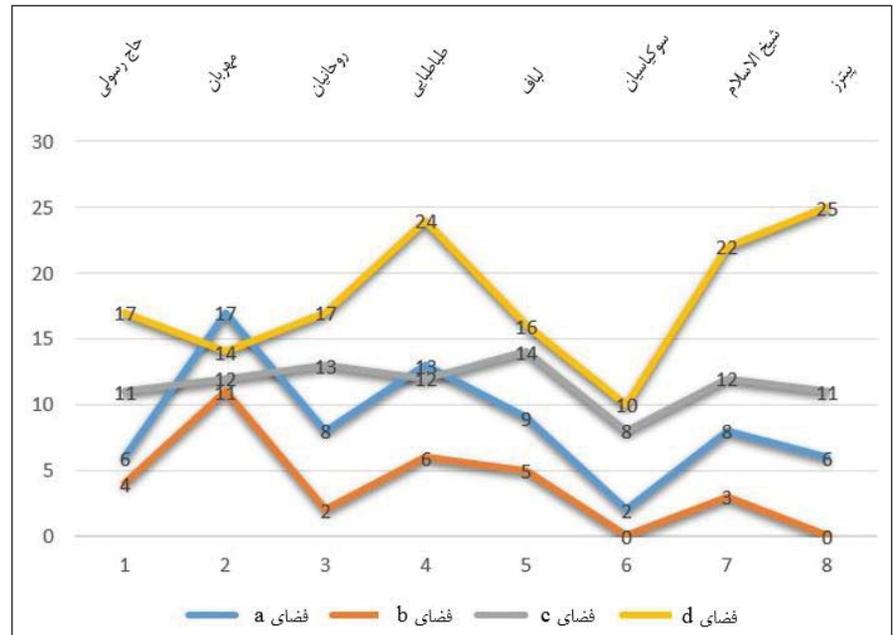
است و حتی به نوعی خود فضای حیاط موجب خلق این فرایند (ایجاد فضای d) در خانه می‌شود و چه بسا اگر این فضا از کالبد خانه حذف شود، ارتباطات فضایی به گونه‌ای دیگر رقم می‌خورد. بنا بر این امر مذکور نشان از اهمیت حیاط در ارتقای راندمان عملکردی خانه دارد.

– در همه نمونه‌های مورد بررسی، فضای b کمترین تعداد را دارد. وجود این اتفاق در خانه‌ها به معنی به حداقل رساندن ایجاد ارتباط میان فضاهای خدماتی و سایر فضاهای عمومی در خانه به نسبت سایر ارتباطات فضایی است. با نگاهی به نمودارهای توجیهی می‌توان دریافت که انواع فضاهای a و b در دورترین بخش نسبت به حیاط (ها) قرار دارند. زیرا حیاط به منزله یکی از مهم‌ترین فضاهای خدمات‌دهنده است که موجب تسهیل در ارتباط میان انواع فضاها می‌شود. پس هر چه فضاهای خانه از حیاط (ها) در جایگاه دورتری باشند احتمال فضای a و b یا b بودنشان افزایش می‌یابد. از سویی دیگر، تعدد فضاهای

43. Real Relative Asymmetry
44. Hillier, "Architecture as Theory: Specifically Architectural Knowledge", p. 9-14
۴۵. نک:

Hillier, et al, "Ideas Are in Things: an Application of the Space Syntax Methods to Discovering House Genotypes".

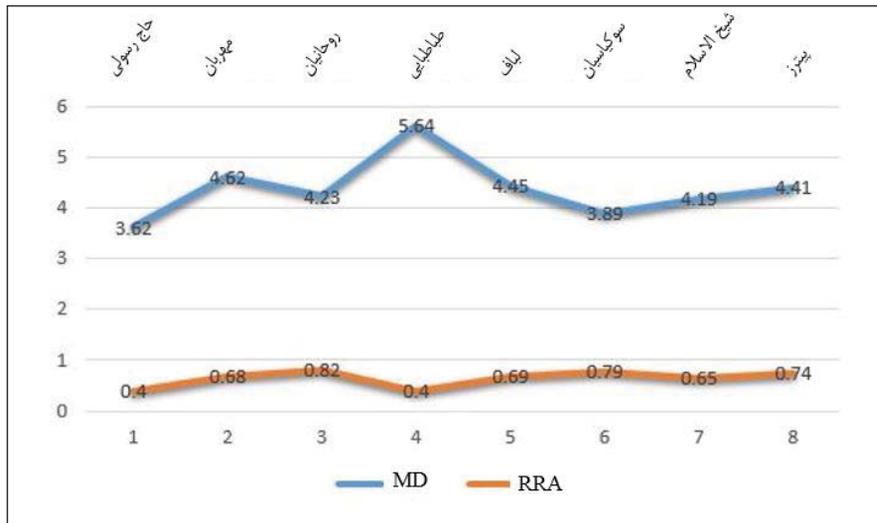
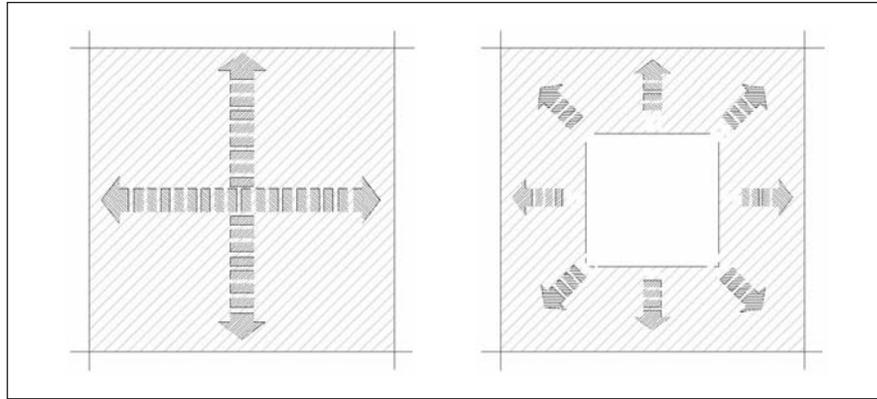
ت ۲۴. نمودار بررسی تطبیقی انواع فضاهای a, b, c, و d, تدوین: نگارندگان.



ت ۲۵ (بالا). بنای صلب و خانه‌داری حیاط مرکزی، که حیاط موجب کاهش عمق و افزایش یکپارچگی فضای گردد، ترسیم: نگارندگان. ت ۲۶ (پایین). نمودار بررسی تطبیقی میانگین عمق نسبی و عدم تقارن نسبی واقعی در خانه‌ها، ترسیم: نگارندگان.

وجود حیاط(ها) است)، میزان عمق برخی از فضاها افزایش یافته است که البته اگر در فضای همین خانه تعداد حیاطها کم و یا به‌طور کلی حذف گردند، شاهد افزایش عمق بسیار بیشتری خواهیم بود که این اتفاق گردش مطلوب فضا و در نتیجه عملکرد آن را تحت الشعاع قرار می‌دهد (ت ۲۶).

– از سویی دیگر، همان‌طور که در نتایج «ت ۲۷» مشاهده می‌شود، بیشینه فضاها در بیشتر خانه‌های مورد بررسی پژوهش در عمق میانه هستند (عمق ۴ و ۵) که این امر نشان می‌دهد



می‌شود. بنا بر این همان‌طور که در «ت ۲۵» مشاهده می‌شود، اگر کل بنا به شکل توپر (صلب) در نظر گرفته شود، عمق فضا و در نتیجه تفکیک فضایی به طرز محسوسی به نسبت خانه حیاطدار افزایش می‌یابد. به این معنی که، برای رسیدن به عمیق‌ترین قسمت بنا، باید از تعداد فضاهای زیادی عبور کرد. در حالی که در خانه‌های حیاطدار، به دلیل ایجاد این فضا در عمق میانه (حیاط مرکزی)، موجب کاهش عمق در کل بنا و در نتیجه سیرکولاسیون گردش بالاتر و یکپارچگی مناسب در فضا می‌شود. این مطلب نشان می‌دهد که در عین ایجاد فضاهای نسبتاً عمیق در کالبد خانه، به منظور ایجاد برخی از شاخص‌های حسی مانند آرامش و سکوت و ایجاد حریمیت مناسب در فضا، وجود حیاط به منزله واسطه در میان سایر اندام‌های خانه، باعث کاهش عمق و افزایش میزان یکپارچگی فضا شده است که در عملکرد بهینه مجموع فضاها مؤثر است.

– با نگاهی به اعداد «ت ۲۲» مشاهده می‌شود که خانه یک حیاطه مرکزی (حاج رسولی) کمترین میزان عمق (۳/۶۲) و یکی از خانه‌های چهار حیاطه (طباطبایی) بیشترین میزان عمق نسبی (۵/۶۴) را دارد. همچنین از طرفی، میانگین عمق نسبی خانه یک حیاطه، که حیاط آن هم‌جوار با دیوار معبر ساخته شده است (لباف) معادل ۴/۴۵ است و یکی از عمیق‌ترین مجموعه فضاها در میان نمونه‌های مورد بررسی محسوب می‌شود. این امر نشان می‌دهد که در خانه‌های حیاط مرکزی یک حیاطه، زمانی که حیاط در مرکز هندسی بنا قرار گیرد، شاخص عمق در آن به طور محسوسی کاهش می‌یابد و در مقابل سیرکولاسیون در فضا افزایش می‌یابد.

– میانگین عمق نسبی در خانه طباطبایی (چهار حیاطه وسط) ۴/۶۴ و پس از آن در خانه مهربان (دو حیاطه وسط) ۴/۶۴ بالاترین میزان است. این مسئله بیانگر این مطلب است که در خانه‌های چهار حیاطه، به دلیل تعداد نسبتاً زیاد فضاها (که البته می‌توان ادعا کرد که یکی از دلایل امکان ایجاد تعدد فضاها

46. Relative Asymmetry
 ۴۷. در خصوص این شاخص نیز صفر نشان‌دهنده حذاکثر ادغام است، یعنی هیچ عمقی وجود ندارد (بازده عملکردی بالا) و یک نشان‌دهنده حذاکثر تفکیک و جداسازی است، یعنی حذاکثر عمق (بازده عملکردی پایین)
 (R. Zako, "The Power of the Veil: Gender Inequality in the Domestic Setting of Traditional Courtyard Houses"; Hillier, et al, "The Space Syntax Settlement"; D.E. Onder, "A New Housing Group for Sub-residential Area in Samarkand: a Morphological Comparison"; U. Toker & Z. Toker, "Family Structure and Spatial Configuration in Turkish House form in Anatolia from Late Nineteenth Century to Late Twentieth Century").
 48. Jeong, et al, ibid, p. 93.
 ۴۹. منظور از این تابع حالتی از گراف است که در آن حذاقل عمق از طریق سازمان‌دهی فضاها در قالب گراف لوزی‌شکل (الماسی‌شکل) حاصل می‌شود.

ت ۲۷ (بالا). تعداد فضاهای و عمق آن‌ها، تدوین: نگارندگان (اعداد به‌دست‌آمده، میانگین اطلاعات نمودارهای توجیهی در خانه‌هایی با بیش از یک ورودی است).

که فضای حیاط اصلی‌ترین نقش را در توزیع فضا و در نتیجه افزایش نفوذپذیری مطلوب به سایر اجزای خانه دارد و اگر از اندام‌های خانه حذف گردد، این میزان کاهش خواهد یافت (ت ۲۸).

۳.۶. هم‌پیوندی و اتصال

این تحلیل با مؤلفه‌های یکپارچگی فضا یا عدم تقارن نسبی واقعی (RRA) ارزیابی و تحلیل می‌شود و همان‌طور که ذکر گردید هرچه عدد کسب‌شده به صفر نزدیک‌تر باشد، فضا یکپارچه‌تر و هرچه از آن دورتر شود، تفکیک فضایی بیشتر می‌شود. نتایج «ت ۲۳» نشان می‌دهد که:

- در خانه چهار حیاطه مرکزی (طباطبایی)، در مقایسه با سایر نمونه‌ها، RRA یا عدد مربوط به عدم تقارن نسبی واقعی کمترین مقدار است (۰/۴۰). این نشان می‌دهد که در این خانه

یکپارچگی (با وجود عمیق بودن مجموع فضاها، با توجه به نمودار توجیهی و میانگین عمق نسبی) و ارتباطات فضایی میان اجزای مختلف آن بیشترین میزان است.

- از سویی دیگر، با نگاهی به نمودارهای توجیهی آشکار می‌شود که در خانه‌هایی که فضای حیاط اصلی آن در عمق میانه بنا است، بیشترین تعداد پیوند در اطراف آن حیاط شکل گرفته است. که این امر موجب افزایش هم‌پیوندی مجموع فضاها شده است. این نشان می‌دهد که با وجود داشتن میانگین عمق نسبی نسبتاً بالا در این خانه‌ها، تعدد ارتباطات فضایی و نیز میزان هم‌پیوندی افزایش می‌یابد که این امر در نهایت منجر به یکپارچگی بیشتر کل مجموعه و در نهایت افزایش عملکرد فضایی حیاط می‌شود. - در کنار خانه طباطبایی، خانه یک حیاطه مرکزی (حاج‌رسولی) نیز عملکرد مطلوب‌تری در خصوص شاخص هم‌پیوندی و اتصال دارد. در این خانه، با توجه به نتایج «ت ۲۷» و بررسی عوامل

خانه	حاج‌رسولی	مهربان	روحانیان	طباطبایی	لباف	سوکاسیان	شیخ الاسلام	پیترز
عدد عمق	تعداد فضا							
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱
۲	۱	۳	۱	۱	۱	۲	۱	۵
۳	۱	۶	۲	۱	۱	۴	۲	۹
۴	۲۰	۱۸	۳	۱	۲	۵	۲۰	۱۱
۵	۱۰	۱۳	۱۸	۲۴	۱۳	۶	۸	۹
۶	۲	۴	۶	۸	۱۳	۱	۳	۴
۷	-	۷	۵	۱۷	۵	-	۳	۲
۸	-	۲	۱	۱	۳	-	۴	-
۹	-	-	-	-	۴	-	۲	-
مجموع فضاها	۳۵	۵۴	۳۷	۵۴	۴۳	۲۰	۴۴	۴۱

50. Jeong, et al,
"Computational Algorithms
to Evaluate Design
Solutions Using Space
Syntax", p. 666.

۵۱. اخوت، بازشناسی هویت دینی
در مسکن سنتی (نمونه موردی: شهر
یزد)، ص ۱۳۵.

52. N. Ibrahim, et al,
"Analysis of the Courtyard
Functions and its Design
Variants in the Malaysian
Hospitals", p. 173.

۵۳. در خانه‌هایی که بیش از
یک ورودی دارند، برای هر یک
از ورودی‌های نمودار توجیهی
جداگانه‌ای ترسیم می‌گردد و
محاسبات برای هر کدام از ←

ت ۲۸. بنای صلب و خانه
دارای حیاط مرکزی، که حیاط
موجب افزایش میزان نفوذپذیری
می‌شود، ترسیم: نگارندگان.

«قابلیت دسترسی» و «عمق»، به نظر می‌رسد که در خانه یک حیاطه، به نسبت سایر نمونه‌ها، شرایط مطلوب‌تر است. چراکه در این الگو، میانگین عمق نسبی، در مقایسه با سایر خانه‌های چند حیاطه، مقدار کمتری است. این در حالی است که با افزایش تعداد حیاطها (از نوع مرکزی) در خانه‌ها، این مؤلفه به تدریج افزایش می‌یابد. این شرایط نشان‌دهنده نقش حیاط در افزایش گردش فضایی مناسب در خانه است که، علاوه بر ایجاد فضاهایی با حریمت نسبی، در ایجاد خلوت در فضای خانه نقش بسزایی دارند (به دلیل داشتن میانگین عمق نسبی بالای ۱)، و منجر به افزایش میزان دسترسی به فضاهای مختلف خانه می‌شود و در نتیجه میزان نفوذپذیری نیز تا حد زیادی افزایش می‌یابد. از سویی دیگر، با نگاهی به ۲۰ نمونه از خانه‌های کاشان، که به طور تصادفی برگزیده شده‌اند، این موضوع نمایان می‌شود که خانه‌های یک حیاطه بیشترین مقدار فراوانی در میان نمونه‌های موردی دارد (ت ۲۹). این پدیده نشان می‌دهد که، علاوه بر تأثیر مسائل اقتصادی و اجتماعی و... بر کالبد خانه‌ها، عملکرد مطلوب این‌گونه چیدمان فضا موجب استقبال شایان توجهی از این نوع خانه‌ها از سوی کاربران فضا شده است.

مکان‌یابی: در بخش ارزیابی مؤلفه‌های «هم‌پیوندی» و «اتصال» معین شد که میزان یکپارچگی فضاها بر افزایش

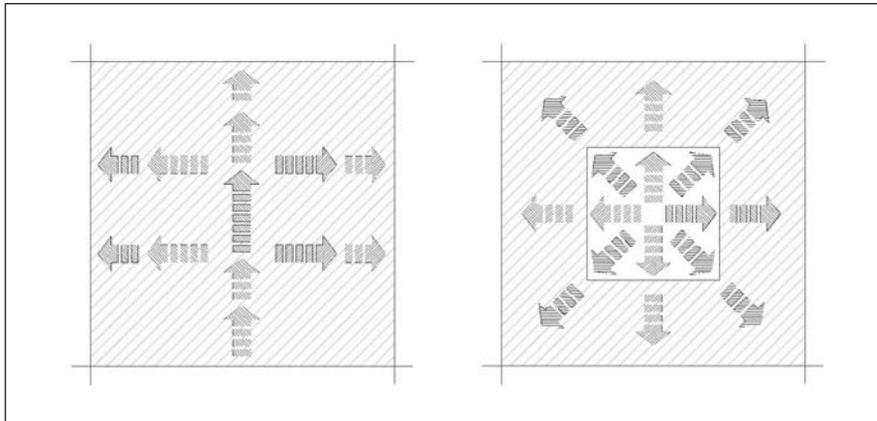
مذکور، عمیق‌ترین فضاها در عمق ۶ هستند که در مقایسه با سایر خانه‌های مورد ارزیابی پژوهش، عمق کمتری دارند. از طرفی میزان یکپارچگی بنای مذکور نیز در حالت نسبتاً مطلوبی است (۰/۴). یکی از دلایل ایجاد این ویژگی در این خانه وجود فضای حیاط است. زیرا در حیاط، به دلیل نقش توزیع‌کنندگی فضایی، پیوند با سایر بخش‌های خانه بالاترین میزان است. این فضا در عمق میانه است و میزان نفوذپذیری به سایر اجزای خانه را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار داده است.

– خانه چهار حیاطه مستقر در گوشه خانه (پیترز) دارای یکی از بالاترین مقادیر عدم تقارن نسبی است (بالاترین میزان تفکیک فضایی). این پدیده نشان می‌دهد که صرف وجود حیاط در هر نقطه و یا تعدد آن نمی‌تواند منجر به یکپارچگی شود و مکان‌یابی مناسب آن نیز در میزان تفکیک و یا یکپارچگی فضا تأثیر می‌گذارد.

۷. نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی نقش حیاط در ارتقای راندمان عملکردی خانه‌های سنتی ایران است. بر این اساس دو متغیر «تعداد» و «مکان‌یابی» حیاط(ها) در نظام فضایی خانه را متغیرهای مستقل دانسته و بررسی شده است، که به منظور دستیابی به این مهم، شاخص‌های تأثیرگذار بر روی کیفیت کارکردی هر یک از این دو متغیر مورد نظر لحاظ شد و بر این مبنای مؤلفه‌های راندمان عملکردی «مربوط به هر کدام از متغیرهای «تعداد» و «مکان‌یابی» (که در بخش چارچوب نظری تشریح شد) معرفی و تبیین شدند. بر این اساس علاوه بر تأیید فرضیه اول، مبنی بر تأثیرگذاری عنصر حیاط بر راندمان عملکردی خانه، علت این موضوع در دو متغیر تعداد و موقعیت حیاط ارزیابی می‌شود (فرضیه ۲) که در این خصوص می‌توان این توضیحات را بیان کرد:

تعداد: با توجه به نتایج به دست آمده از بندهای مربوط به بررسی



ت ۲۹. بررسی خانه‌ها و تعداد حیاط‌های آن‌ها در شهرکاشان در ۲۰ نمونه، مأخذ: حاج‌قاسمی، گنجنامه خانه‌های کاشان.

تعداد حیاط در خانه‌ها	تعداد خانه‌ها
۱- خانه‌های یک حیاطه	۱۰
۲- خانه‌های دو حیاطه	۶
۳- خانه‌های سه حیاطه	۳
۴- خانه‌های چهار حیاطه	۱
مجموع	۲۰

میزان عملکرد مطلوب آن مؤثر است و میزان تفکیک فضایی بر گردش فضا و اتصال انواع فضاها به یکدیگر، بخصوص فضاهای خدمات‌دهنده به فضاهای خدمات‌شونده، تأثیرگذار است. همان‌طور که در بخش تحلیل داده‌ها نیز ذکر گردید، خانه‌های چهار حیاطه مرکزی یکپارچگی مطلوبی نسبت به سایر نمونه‌ها دارند و پس از آن خانه یک حیاطه، در شرایطی که حیاط در مرکز بنا قرار گرفته باشد، عملکرد بهتر و یکپارچگی مناسب‌تری در مقایسه با خانه‌های دیگر دارد. این مطلب بیانگر این نکته است که حیاط(های) واقع در مرکز خانه موجب ارتقای عملکرد کلی خانه شده‌اند. از طرفی، خود فضای حیاط(ها) نقش بسیار مهمی در ایجاد یکپارچگی فضایی دارد. بنا بر این با توجه به نتایج حاصل، چنین برداشت می‌شود که نمونه‌های با حیاط مرکزی، که حیاط آن‌ها در مرکز هندسی پلان واقع شده‌است، در خصوص مؤلفه مکان‌یابی، عملکرد مطلوب‌تری را نسبت به خانه‌های حیاط‌داری دارند، که حیاط آن‌ها در مجاور بدنه

→ ورودی‌ها به طور مجزا انجام می‌پذیرد و میانگین اعداد به‌دست‌آمده در جداول «ت ۲۲ و ۲۳» آورده می‌شود.

54. Hillier, et al, "The Space Syntax Settlement", p. 227.

۵۵. برای مطالعه بیشتر در این زمینه ر.ک. به حیدری، علی‌اکبر و یعقوب پیوسته‌گر و مریم کیایی «تحلیل دانه‌بندی بلوک‌های مسکونی از منظر جرم‌شناسی با استفاده از تکنیک نحو فضا» (هنرهای زیبا، ۱۳۹۵، ص ۸۹-۹۹).

منابع و مأخذ

ای بین بنتلی، آلن الکک، پال مورین، سو مکگین، گرام اسمیت. محیط‌های پاسخ‌ده (کتاب راهنمای طراحان)، ترجمه مصطفی بهزادفر، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۹۳.

اخوت، هانیه. بازشناسی هویت دینی در مسکن سنتی (نمونه موردی: شهر یزد)، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۹۲.

پیرامونی مستقر شده است. با در نظر گرفتن مطالب فوق، به نظر می‌رسد که نمونه یک حیاطه که حیاط آن در مرکز بنا است، عملکرد مطلوب‌تری (نفوذپذیری مناسب‌تر، انعطاف‌پذیری بالاتر و گردش فضایی بهتر) نسبت به سایر نمونه‌های حیاط‌دار دارد. درنهایت آنچه در این پژوهش مهم‌ترین نتیجه قابل ذکر است، تأکید بر جایگاه حیاط مرکزی در ارتقای راندمان عملکردی خانه‌ها در معماری سنتی ایران است. به این معنی که وجود این عنصر در سازمان فضایی خانه موجب افزایش گردش فضایی، نفوذپذیری مناسب، و افزایش انعطاف‌پذیری در ساختار فضایی-عملکردی خانه می‌شود. با این حال وجود یک حیاط و استقرار آن در مرکز هندسی بنا عملکردهای مذکور را به‌نسبت توسعه خواهد داد. بنا بر این چنین به نظر می‌رسد که از نتایج پژوهش می‌توان در الگوی چیدمان بلوک‌های مسکونی در طراحی مجتمع‌های مسکونی استفاده کرد. به این معنی که با توجه به اهمیت مطالب بیان‌شده، الگوی چیدمان بلوک‌ها می‌تواند به گونه‌ای سازمان‌دهی شود که تشکیل حیاط‌های مرکزی دهد و به این ترتیب، علاوه بر اینکه عملکردهای مذکور در این فضاها ارتقا می‌یابد، فضاهایی خصوصی را برای ساکنین بلوک‌ها ایجاد می‌شود و این امر زمینه ارتقای تعاملات اجتماعی را فراهم می‌آورد. ضمن اینکه وجود این فضا در نظام استقرار این بلوک‌ها سلسله‌مراتب فضایی و ایجاد فضایی محرم و امن برای خانوارها را نیز به دنبال دارد.^{۵۵}

بارانی پسبان، وحید و عباس ملازاده و محمد خسروزاده. «کاربرد چیدمان فضا در خیابان ولی عصر شهر باشت»، در فصلنامه مدیریت شهری، ش ۲۹ (بهار و تابستان ۱۳۹۱)، ص ۸۱-۹۰.

پوردیپیمی. شهرام. منظر انسانی در محیط مسکونی، تهران: انتشارات آرمان‌شهر، ۱۳۹۴.

- Almhafdy, A. & N. Ibrahim & S. Ahmad & J. Yahya. "Analysis of the Courtyard Functions and its Design Variants in the Malaysian Hospitals", in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, No.105 (2013), pp. 171 – 182.
- Amorim, L. "The Sector's Paradigm: Understanding Modern Functionalism and its Effects in Configuring Domestic Space", in *Proceeding of the 1th International Space Syntax Symposium*, London: University College London, Apr. 1997, pp. 1-14.
- Bajunid. Anniz & Ibrahim Fazli & Mohamed Yusoff Abbas & Abdul Hadi Nawawi & Wan Norhishamuddin Wan Rodi. "Cul-de-sac Courtyard Physical Environment Evaluation Toolkit (CPEET)", in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, No.153 (2014), pp. 148– 158.
- Deshpande, R. Rajashree Kotharkar. "Dwellings' then and now: A Topological Approach for Privacy Analysis of 'Wada' and Modern Houses", in *Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium*, London, 2015.
- Dureck, D. *Architectural Programing: Information Management for Design*, New York: John Wiley and Son, 1996.
- Eika, A. "Physical Integration and Ethnic Housing Segregation", in *Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium*, London, 2015.
- Gibson, J. *An Ecological Approach to Visual Perception*, Erlbaum, Mahwah, 1986.
- Hanson, J. *Decoding of Homes and Houses*, 1st Edn., Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- Hillier, B. "Architecture as Theory: Specifically Architectural Knowledge", in *Harv. Archit. Rev.*, No. 9 (1993), pp. 8-27.
- _____. *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*, 1st Edn, Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- _____. *The Social Logic of Space*, 1st Edn, Cambridge: Cambridge University Press, 1984
- _____. *What Do We Mean By Building Function*. Bartlett School of Architecture and Planning, University College London, 1985.
- Hillier, B. & H. Graham. "Ideas Are in Things: an Application of Space Syntax to the Design of a Hospital", in *Journal of the Royal Institute of British Architects*, 1981, pp. 16-3.
- حاج قاسمی، کامبیز. *گنجنامه خانه‌های اصفهان*، تهران: نشر روزنه، ۱۳۷۷.
- _____. *گنجنامه خانه‌های کاشان*، تهران: نشر روزنه، ۱۳۷۵.
- _____. *گنجنامه خانه‌های یزد*، تهران: نشر روزنه، ۱۳۸۳.
- حیدری، شاهین و فاطمه هاشمی. «بررسی کارکرد اقلیمی حیاط زمستان‌نشین در مناطق سردسیر، نمونه موردی شهر اردبیل»، در *فصلنامه علمی پژوهشی نامه معماری و شهرسازی*، ش ۶ (بهار و تابستان ۱۳۹۰)، ص ۱۲۹-۱۵۴.
- حیدری، شاهین و محمدرضا پورجعفر و محمدرضا بمانیان و محسن تابان. «تعیین الگوی بهینه حیاط مرکزی در مسکن سنتی دزفول با تکیه بر تحلیل سایه دریافتی سطوح مختلف حیاط»، در *فصلنامه علمی پژوهشی باغ نظر*، ش ۲۷ (زمستان ۱۳۹۲)، ص ۳۹-۴۸.
- حیدری، علی‌اکبر و یعقوب پیوسته‌گر و مریم کیایی «تحلیل دانه‌بندی بلوک‌های مسکونی از منظر جرم‌شناسی با استفاده از تکنیک نحو فضا» در *فصلنامه علمی پژوهشی هنرهای زیبا*، دوره ۲۱، ش ۳، (پاییز ۱۳۹۵)، ص ۸۹-۹۹.
- راپوپورت، آموس. *انسان‌شناسی مسکن*، ترجمه خسرو افضلیان، تهران: انتشارات کتابکده کسری، ۱۳۹۲.
- ریسمانچیان، امید و شهرام پوردیهیمی و محمد دیدبان. «روابط بین ویژگی‌های شناختی و "پیکره‌بندی" فضایی محیط مصنوع، تجربه‌ای در دزفول»، در *فصلنامه مطالعات معماری ایران*، ش ۴ (پاییز و زمستان ۱۳۹۲)، ص ۳۷-۶۴.
- سلطان‌زاده، حسین. «نقش جغرافیا در شکل‌گیری انواع حیاط در خانه‌های سنتی ایران»، در *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ش ۷۵ (بهار ۱۳۹۰)، ص ۶۹-۸۶.
- گروتو. یورگ کورت. *زیبایی‌شناسی در معماری*، ترجمه جهان‌شاه پاکزاد، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۸.
- لنگ، جان. *آفرینش نظریه معماری: نقش علوم رفتاری در طراحی محیط*، ترجمه علی‌رضا عینی‌فر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.
- معماریان، غلامحسین. «نحو فضای معماری»، در *فصلنامه صفا*، ش ۳۵ (پاییز و زمستان ۱۳۸۱)، ص ۷۴-۸۳.
- معماریان، غلامحسین و محسن فیضی و حسام کمالی‌پور و محمدفرید موسویان. «ترکیب شکلی و پیکره‌بندی فضایی در مسکن بومی، مقایسه تطبیقی عرصه‌بندی فضای مهمان در خانه‌های سنتی کرمان»، در *فصلنامه مسکن، محیط، و روستا*، ش ۱۳۸ (تابستان ۱۳۹۱)، ص ۳-۱۶.

- Frontiers of Architectural Research* 2, (2013), pp. 445–456.
- Mustafa, F. Ali & Hassan Ahmad Sanusi. "Spatial-Functional Analysis of Kurdish Courtyard Houses in Erbil City", in *American J. of Engineering and Applied Sciences*, No.3 (3) (2010), pp.560-568.
- Onder, D.E. "A New Housing Group for Sub-residential Area in Samarkand: a Morphological Comparison", in *Cities*, 19 (5) (2002), pp. 327–339.
- Peponis, J. & C. Zimring & Y.K. Choi. "Finding the Building in Wayfinding", in *Environment and Behavior*, 22 (1990), pp. 555-590.
- Rapoport, A. *Levels of Meaning in the Built Environment in Poyatos*, F(ED), 1988.
- _____. *The Meaning of the Built Environment*, University of Arizona press Tucson, 1990.
- Steadman, P. *Architectural Morphology: An Introduction to the Geometry of Building Plannin*, 1st Edn, London: Pion, 1983.
- Toker, U. & Z. Toker. "Family Structure and Spatial Configuration in Turkish House form in Anatolia from Late Nineteenth Century to Late Twentieth Century", in *Proceedings of the 4th International Space Syntax Symposium*, London, 55 (2003), pp. 1–16.
- Van nes. A. & M. López. "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*, İstanbul. 26 (2007), pp. 1-14.
- Zako, R. "The Power of the Veil: Gender Inequality in the Domestic Setting of Traditional Courtyard Houses", in Edward, B. & M. Sibley & M. Hakmi & P. Land. (Eds.), *Courtyard Housing: Past, Present, and Future; Individual Chapters*, New York: Taylor & Francis Group, 2006, pp. 65–75.
- of the Space Syntax Methods to Discovering House Genotypes", in *Environment and Planning B: Planning and Design*, No.14 (1) (1987), pp. 363–385.
- Hillier, B & J. Hanson, "The Space Syntax Settlement", in *Arch. & Comport/Arch .Behav*, Vol. 3, No. 3 (1987), pp. 217-231.
- Ibrahim .N. & J. Yahya & S. Ahmad & A. Almhafdy. "Analysis of the Courtyard Functions and its Design Variants in the Malaysian Hospitals", in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, No. 105 (2013), pp. 171 – 182.
- Jeong, S. & Y. Un Ban. "The spatial configurations in South Korean apartments built between 1972 and 2000", in *Habitat International*, Vol. 42 (2014), pp. 90-102.
- Jeong, S. & Y. Un Ban. "Computational Algorithms to Evaluate Design Solutions Using Space Syntax", in *Computer –Aided Design*, No.43 (2011), pp. 664-676.
- Khan .N. "Analyzing Patient flow:Reviewing Literature to Understand the Contribution of Space Syntax to Improve Operational Efficiency in Healthcare Settings", in *Proceedings: 8th International Space Syntax Symposium*, Santiago de Chile, 2012.
- Li , Chen. *Reinterpretation of Traditional Chinese Courtyard House*, Master Theses, University of Tennessee – Knoxville, 2008-9.
- Mostafa. F.U. A. Al-Juboori. "Assessing the Efficiency of Functional Performance of Shopping Malls in the Kingdom of Bahrain", in *International Transaction Journal of Engineering, Management & Applied Sciences & Technologies*, No. 5 (3) (2014),pp. 143-165.
- Mostafa. F. *Spatial Configuration and Functional Efficiency of House Layouts*, LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarland, Germany, 2014.
- Mostafa .A.F. Hassan. "Mosque Layout Design: An Analytical Study of Mosque Layouts in the Early Ottoman Period", in