

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
Decoding Architectural Design Elements Through Shape Grammar
(Typology of 64 traditional houses of Kashan, Yazd, and Isfahan)
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

مقاله پژوهشی

رمزگشایی عناصر معماری به کمک دستور زبان شکل (گونه‌شناسی فضاهای ۶۴ خانه تاریخی از کاشان، یزد و اصفهان)*

سید امیر حسینی^۱، شهاب‌الدین فتحی^{۲*}، محمدرضا بمانیان^۳، محمدجواد مهدوی‌نژاد^۴

۱. دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲. کارشناس ارشد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۳. استاد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۴. استاد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۲

چکیده

بیان مسئله: گونه‌شناسی توصیفی ساده و دیگرام از یک دسته از پدیده‌ها انجام می‌شود و میزانی از ارتباط و تشابه میان آن دسته از پدیده‌ها برقرار می‌شود. مطالعات فراوانی در گونه‌شناسی فضاهای خانه‌های تاریخی انجام شده است اما اغلب این مطالعات یک یا چند فضای محدود را بررسی کرده‌اند که عدم ارتباط ساختاری میان فضاهای مختلف، روش و ساختار مشخصی که بتوان همه فضاهای را به کمک آن گونه‌شناسی کرد و ارتباط ساختاری میان فضاهای را توضیح داد، مشهود است.

هدف پژوهش: هدف از این پژوهش، برقراری ارتباط میان فضاهای مختلف در خانه‌های تاریخی درون‌گرای فلات مرکزی ایران و ارتباط شکلی-ساختاری میان نتایج مطالعات مختلفی است که پیرامون گونه‌شناسی فضاهای خانه‌های تاریخی در معماری ایرانی انجام شده است.

روش پژوهش: در این پژوهش، براساس دستور زبان شکل خانه‌های تاریخی کاشان، به گونه‌شناسی ریزفضاهای ۶۴ خانه تاریخی از شهرهای یزد و اصفهان و کاشان پرداخته شده است. در ضمن مطالعه، گونه‌شناسی اولیه ریزفضاهای توسعه و نظامی منسجم از ارتباط میان گونه‌های شکلی در خانه‌های تاریخی این سه شهر حاصل شده است.

نتیجه‌گیری: در بخش یافته‌ها نخست یک دستور زبان دو مرحله‌ای برای تولید ساختار شکلی و سپس برقراری روابط فضایی میان اجزای ارائه شده است. به کمک این دستور زبان طیفی از ساختارهای شکلی و روابط فضایی موجود در نمونه‌های بررسی شده به صورت یک ساختار درختی ارائه شده است. این گونه‌شناسی به خوبی روابط ساختاری میان گونه‌های مختلف شکلی را توضیح می‌دهد. به علاوه به کمک آن می‌توان تفاوت گونه‌های مختلف میان شهرهای دیگر را نیز توضیح داد. به این ترتیب، مدلی ارائه شده است که میان فضاهای مختلف در خانه‌های تاریخی درون‌گرای فلات مرکزی ایران ارتباط ساختاری شکلی برقرار می‌کند.

واژگان کلیدی: گونه‌شناسی، دستور زبان شکل، کاشان، یزد، اصفهان.

مقدمه

توجه به گونه در تاریخ معماری به ویتروویس، آلبرتی و غیاث‌الدین جمشید کاشانی نیز می‌رسد اما از اواسط قرن

۱۸ م. در معماری و باستان‌شناسی عمومیت یافته و در ایران نزدیک به چهار دهه مورد توجه قرار گرفته است. غلامحسین معماریان و محمدعلی طبرسا (۱۳۹۲)، گونه را «نماینده گروهی از اشیا با ویژگی‌های مشترک می‌دانند» اما تعریف «ویژگی‌ها» را محل اختلاف و وابسته به تفسیر آن قابل تغییر می‌دانند. این ویژگی‌های مشترک می‌تواند شامل کارکرد، شکل پلان، داشتن عنصر مشترک ساختمانی (همان) یا فضا،

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری «سید امیر حسینی» با عنوان «بازشناسی سازمان فضایی معماری ایرانی» است که به راهنمایی دکتر «محمدرضا بمانیان» و مشاوره دکتر «محمدجواد مهدوی‌نژاد» در سال ۱۴۰۱ در دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس به انجام رسیده است.

** نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۵۸۷۲۱۵۹، Shahaboddin.fathi@modares.ac.ir

(Gholami & Kavian, 2017) وجود دارد که تا اندازه‌ای به این مسئله آن‌هم تنها در یک الگوی فضایی پرداخته‌است.

پیشینه پژوهش • گونه‌شناسی شکلی

از جمله مطالعات معماری ایرانی که روی الگوهای فضایی کار کرده‌اند، می‌توان به نمونه‌هایی اشاره کرد که در ادامه خواهد آمد و در اغلب این موارد یک یا دو الگوی فضایی مطالعه شده‌اند. اغلب این مطالعات به گونه‌شناسی الگوهای فضایی پرداخته‌اند. به‌طور مثال می‌توان به مقاله «گونه‌شناسی الگوی چهارصفه در معماری ایرانی و سیر تحول آن» اشاره کرد که نویسندگان در این مقاله، الگوی چهارصفه در معماری و آثار هنری را مطالعه کرده‌اند؛ آن‌ها علت این فراگیری را غیر از ملاحظات اقلیمی و دیگر ویژگی‌های کالبدی مناسب چهارصفه، در نوعی جهان‌بینی کهن نیز معرفی می‌کنند. همچنین ضمن مطالعه این الگو از معماری پیشاسلامی و دوره‌های بعد از آن، چهارصفه را در دو دسته کلی که یکی دارای میانسرا و دیگری فاقد میانسرا است، جای داده‌اند. «گروه اول در یک استاندارد مشخص، از ابتدای شکل‌گیری تا سده‌های اخیر در پلان‌های موسوم به چهار ایوانی پایدار مانده‌اند و گروه دوم، خود به دو نوع مشخص تقسیم می‌شوند؛ در الگویی، طرح کلی در عدد پنج تقسیم می‌شود و الگویی دیگر، کالبد بنا را در تقسیم نه بخشی نمایش می‌دهد که با الگوی «نه گنبد درونگرا» در تباین هستند» (Jodaki Azizi et al., 2015). اسدالله جودکی و سید رسول مسعودی (Jodaki Azizi & Mousavi, 2016) مدعی هستند که برخی از الگوهای معماری عنوانی دارند که با نام‌های اصیل و نخستین‌شان برابر نیستند، آن‌ها با مطالعه تطبیقی متون ادبی سده‌های چهارم تا دهم هجری و آثار معماری که عمدتاً از کاخ و کوشک‌ها هستند، به مطالعه الگوی نه‌بخشی پرداخته‌اند. نخستین گونه نه‌گنبد در آپادانا هخامنشی مثالی از آسمان‌های نه‌گانه بوده که بعدها در دوران اسلامی به «هشت‌بهشت» معروف شده است. این دو محقق میان الگوی چهارصفه و نه‌گنبد تفاوت قائل شده‌اند (ibid.).

از دیگر مطالعاتی که روی الگوی چهارصفه انجام شده است می‌توان به مطالعه غلامحسین غلامی و مجتبی کاویان (Gholami & Kavian, 2017) اشاره کرد. آن‌ها در این مقاله روی خانه‌های بشرویه، طبس، زواره و چند شهر دیگر کار کرده‌اند. چهارصفه کهن‌ترین الگوی معماری ایرانی است که از جهات اسطوره‌شناختی و معنایی نیز اهمیت دارد، چنانکه در تزئینات معماری نیز از این الگو استفاده‌های فراوان شده است. آن‌ها نمونه‌های کاربرد این الگو در خانه‌های مسکونی را در سه دسته معرفی می‌کنند. اول خانه‌های بشرویه و طبس که در آن‌ها چهارصفه با خلوص و جامع‌تر در نقش یک حیاط مرکزی کوچک با چهار ایوان ظاهر شده است، دوم خانه‌های زواره که در

فرم، ساختار، تجربه زیسته، معنا، ریخت و مواردی از این دست باشد (Memarian & Dehghani Tafti, 2018).

به‌طور کلی دو سنت جنوب و شمال اروپا به‌ترتیب دو نگاه به گونه‌شناسی را توسعه داده‌اند. اولی تفسیری تاریخی-تکاملی متأثر از زیست‌شناسی و نظریه تکامل داروینی به گونه دارد و بیشتر به شکل می‌پردازد و تکامل گونه‌ها در تاریخ و دومی در تفسیری اجتماعی نهایتاً به‌نحو فضا می‌انجامد (ibid.). معماریان و دهقانی تفتی (ibid.) در مقاله «در جستجوی معنایی نو برای مفهوم گونه و گونه‌شناسی در معماری (مطالعه موردی: خانه گونه تالاردار شهر تفت)» به دنبال تعریفی جامع از گونه‌شناسی متناسب با سنت معماری ایرانی است. وی ضمن اشاره به تناقض‌ها و نارسایی‌های تعریف گونه از دیدگاه غرب، مفهوم «دستگاه معماری» را معرفی می‌کند. دستگاه معماری یک گونه، چندبعدی است که شامل اندام‌های کالبدی و طرح واره‌های غیرکالبدی است (ibid. (تصویر ۱).

در مورد گونه‌شناسی محمدحسین خادم‌زاده و همکاران (Khadem-zadeh et al., 2022) ضمن مرور تعاریف مختلف این‌طور جمع‌بندی می‌کنند که «اولاً در گونه‌شناسی نوعی سلسله‌مراتب که می‌تواند بر پایه تقدم-نه لزوماً تاریخی- باشد، وجود دارد، دوم آنکه گونه‌شناسی می‌تواند از جنبه‌های مختلفی انجام شود، سوم آنکه میزانی از ارتباط و تشابه در عین نیاز به تفاوت، برای انجام گونه‌شناسی لازم است و چهارم آنکه توصیف ساده‌شده (دیگرامی) از موضوعات مورد مطالعه می‌توان شیوه‌ای بسیار کارآمد برای انجام گونه‌شناسی محسوب شود».

گونه‌شناسی یکی از زمینه‌های اساسی در مطالعه اجزای معماری تاریخی ایران و از طرفی خانه و مسکن به‌عنوان یک بخش اساسی از اجزای معماری ایران نیازمند توجه و تأکید مضاعف است. گونه‌شناسی راهبردی برای شناخت و فهم معماری گذشته است. با نگاه به مطالعات پیشین در زمینه گونه‌شناسی فضاهای موجود در خانه‌های تاریخی چند مشکل به چشم می‌خورد: نخست اینکه میان الگوهای فضایی یا گونه‌ها ارتباطی شکلی-ساختاری برقرار نشده است. به‌طور مثال به‌جز یک مورد (پارسی، ۱۳۹۰) یک قاعده یا قانون بیان نشده است که نشان دهد الگوی فضایی چلیپا با شکم‌دریده چه نسبتی دارد؟

مدل منسجم یا الگوی مشخصی وجود ندارد که تفاوت میان الگوهای فضایی موجود در شهرهای مختلف را نشان دهد. تنها یک مطالعه روی چهارصفه در بشرویه، یزد، سبزواری و زواره



تصویر ۱. نحوه ایجاد و تأثیر طرح‌واره بر گونه معماری و دست‌ساخته‌های معمار. مأخذ: نگارندگان.

طباطبایی و همکاران (Tabatabaie Zavareh et al., 2018) به بررسی خانه‌های چهارصفه و حوضخانه‌ای سنتی شهر زواره پرداخته‌اند. برای مقایسه شباهت‌ها و تفاوت‌های کالبد این دو گونه بنا شاخص‌هایی در سه بخش هندسه، تناسبات عددی و تغییر شکل پلان مشخص کرده‌اند. در مقاله «کاربرد اسناد تصویری و تاریخ شفاهی معماری در بازنمایی ریزفضاها و مدل‌سازی سه‌بعدی خانه‌ی تاریخی نواب رضوی یزد» ریزفضاهای خانه نواب رضوی یزد با مدل‌سازی سه‌بعدی این بنا به خوبی بازنمایی و گونه‌شناسی شده است (Valibeig & Karimi, 2018). در میان مطالعات انجام‌شده روی خانه‌های چهارصفه، مطالعه سید مهدی مداحی و همکاران (Madahi et al., 2017) به‌طور ویژه به خود خانه‌های بشرویه پرداخته است. در این پژوهش آن‌ها ضمن معرفی عناصر خانه‌های این شهر تاریخی، هر یک از الگوهای فضایی این خانه‌ها را در مدل پیشنهادی حائری مازندرانی در کتاب خانه فرهنگ طبیعت معرفی کرده‌اند. آن‌ها همچنین در تحلیل خود به عوامل فرهنگی، اقلیمی، اقتصادی و عوامل دیگر در به‌کارگیری این الگوهای فضایی می‌پردازند (ibid.).

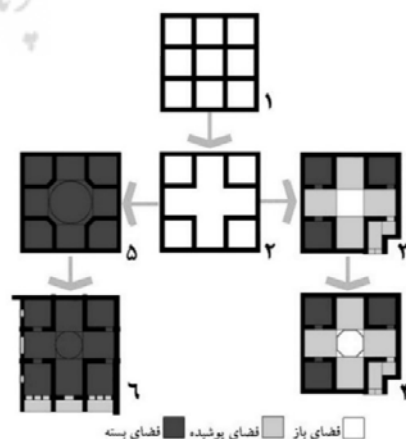
در این بین مطالعه فرامرز پارسی (۱۳۹۰)، هماهنگی بیشتری دارد. ایشان در مقاله «روش طراحی در معماری تاریخی ایران» شیوه سازماندهی کلی یک خانه را شرح داده است. ابتدا به معرفی الگوهای فضایی مختلف و سپس نحوه قرارگیری این الگوها در کنار هم برای ایجاد یک کل منسجم را شرح داده است. در بخشی از این مقاله ارتباط شکلی میان الگوهای چلیپا، شکم‌دریده و... شرح داده شده است.

• کاربرد دستور زبان شکل در مطالعه و طراحی معماری سنتی

کاربرد دستور زبان شکل در تحلیل و طراحی معماری سنتی یا تاریخی به اولین مطالعات به‌روش دستور زبان شکل بر می‌گردد، همچنین مقالات و رساله‌های دکتری زیادی در این زمینه تعریف شده‌اند که از آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

بررسی باغ‌های مغولی (Stiny, 1977; Stiny & Mitchell, 1980; Knight, 1981)، خانه‌های سنتی حیاطدار بوسنی و استفاده از دستور زبان برای تولید خانه‌های جدید (Colakoglu, 2002; 2000) و خانه‌های سودان (AbdulRaheem & Rayis, 2016) همگی بر تحلیل پلان خانه‌ها و ساختار کلی پلان و حجم بنا تمرکز داشته‌اند. در مقاله معماری چین (Li, 2015) و مطالعه معماری خانه‌های سنتی تایوان (Chiou & Krishnamurti, 1995) مقطع یا نمای ساختمان مطالعه شده است. مطالعه مدارس مملوک (Eilouti & Al-Jokhadar, 2007b; 2007a) و خانه‌های سنتی ترکیه (Çağdaş, 1996; Torus, 2011; Guzelci, 2014)، بر پلان خانه‌ها و مدارس خاورمیانه تأکید داشته‌اند. تولید سقف خانه‌های سنتی مالزی، با توجه به مقطع، ارتباط با زمین و همچنین سازه توسط برخی پژوهشگران از معدود مطالعاتی است که در مقطع

آن چهارصفه فضای مرکزی سرپوشیده است و در نهایت حضور چهارصفه به‌عنوان یک فضای فرعی مثل حوض‌خانه در خانه‌های حیاطدار فلات مرکزی ایران ظاهر شده است (ibid.) (تصویر ۲). در این مقاله پژوهشگران سعی کرده‌اند تا تحول و گوناگونی کاربرد الگوی چهارصفه را در خانه‌های شهرهای مختلف دنبال کنند. همین ایده به‌صورت مبسوط در مقاله ساناز رهروی پوده و همکاران (Rahravi Poodeh et al., 2019) دنبال شده است و می‌گوید «ویژگی‌های شکلی خانه‌های چهارصفه، در ساختار خرد و کلان خانه‌های تاریخی درون‌گرا، نقش مؤثری داشته است». مطالعه آن‌ها به گونه‌شناسی اجزای خانه‌های چهارصفه و سپس پیگیری شیوه بروز و پیدایش آن‌ها در خانه‌های اصفهان می‌پردازد که دو نوع کلی خانه‌های چهارصفه معرفی شده در ابتدای مقاله براساس شکل فضای میانی و پوشش سقف آن عبارتند از خانه‌های زواره با سقف طاق کلبه و خانه‌های بشرویه با مرکز بدون پوشش، البته در انتهای مقاله نوع سوم را نیز معرفی می‌کنند که در آن خانه‌ای با گوشک میان دو فضای باز قرار گرفته است و فضای میانی چهارصفه نیز سرپوشیده است. آن‌ها با بررسی خانه‌های اصفهان فضاهایی چون تالار، تهرانی، اتاق‌های پایزنشین و بهارنشین و حوض‌خانه را متأثر از ویژگی‌های شکلی چهارصفه می‌دانند (ibid.). آن‌ها در مقاله دیگری روی خانه‌های درون‌گرای اصفهان متمرکز شده و سایر الگوهای فضایی بررسی دقیق‌تری شده‌اند و به گونه‌شناسی کالبدی فضاهای اصلی خانه‌های چندطرف ساخت شهر اصفهان پرداخته‌اند (Rahravi Poodeh et al., 2018). رضا شکوری و سمالسادات سید خاموشی (Shakouri & Seyyed-Khamoushi, 2017) در مقاله‌ای به مطالعه شکم‌دریده پرداخته‌اند و دو الگوی شکم‌دریده را یکی از مصادیق انعطاف‌پذیری در معماری ایرانی معرفی می‌کنند، این مقاله به خوبی کارکردهای مختلف و شیوه زندگی محتمل در این الگوی فضایی را معرفی می‌کند.



تصویر ۲. طرح هندسی چهارصفه و ۴: الگوی خانه‌های بشرویه، ۵: الگوی خانه‌های یزد و سبزواری. ۶: الگوی خانه‌های زواره. مأخذ: Gholami & Kavian, 2017.

محدودیت در ابعاد و اندازه اولیه‌ای است که به دستور زبان داده می‌شود (Eilouti & Hamamieh Al Shaar, 2012) و دیگری می‌تواند محدودیت قائل شدن با نحو فضا باشد (Eloy & Duarte, 2015). در بررسی نمونه‌های مورد مطالعه از دستور زبان خانه‌های کاشان که توسط حسینی و بمانیان (Hosseini & Bemanian, 2022) توسعه یافته، استفاده شده است. در اینجا این دستور زبان و گونه‌شناسی حاصل از آن روی خانه‌های هر سه شهر کاشان، یزد و اصفهان به کار گرفته و متناسب با این نمونه‌ها بازبینی و تصحیح شده است.

این دستور زبان که برای خانه‌های کاشان توسعه داده شده، شامل چهار مرحله اصلی است. در مرحله اول، پلان اولیه بنا، به جبهه‌های مختلف تقسیم و حیاط شکل می‌گیرد. در مرحله دوم، جبهه‌های مختلف براساس یافته‌های آماری پژوهشگران به حالت‌های مختلف تقسیم‌بندی و حاصل شبکه‌ای از خطوط است که در داخل این شبکه، فضاهای مختلف قرار می‌گیرند. در مرحله سوم، با تکیه بر گونه‌شناسی شکلی، ساختار شکلی کلی فضاها داخل سلول‌های حاصل از شبکه‌بندی مرحله قبل تولید می‌شود. این ساختار شکلی براساس گونه‌شناسی فضاهای خانه‌های تاریخی کاشان انجام می‌شود. در مرحله آخر، نیز ساختار شکلی کلی هر فضا به حالت‌های مختلفی به پلان تبدیل می‌شود. یعنی ارتباط میان فضاها با هم در این مرحله تولید می‌شود (تصویر ۳). بر این اساس با مبنا نهادن این دستور زبان اولیه و با حفظ ساختار چهار مرحله‌ای آن به مطالعه خانه‌های تاریخی سه شهر کاشان، یزد و اصفهان پرداخته‌ایم. برای این منظور سعی شده تا در ساختار پیشنهادی برای کاشان به سراغ خانه‌های تاریخی دو شهر دیگر رفته و روایی و پایایی دستور کاشان برای این دو شهر نیز سنجیده شود. در مواردی که مغایرت‌هایی وجود داشته سعی شده تا با تغییر قواعد و دستورهای اولیه، دستور زبان متناسب با خانه‌های هر سه شهر توسعه داده شود.

نمونه‌های موردی

جامعه مورد مطالعه در این پژوهش، خانه‌های شهرهای کاشان، یزد و اصفهان هستند^۱، این سه شهر از این جهت انتخاب شده‌اند که خانه‌های تاریخی آنها، نسبت به شهرهای دیگر فلات مرکزی ایران به خوبی جمع‌آوری و مستند شده‌اند. به علاوه، به جهت پراکندگی جغرافیایی نیز به میزان خوبی معرف گستره جغرافیایی وسیع این منطقه هستند. اغلب قریب به اتفاق، خانه‌های تاریخی این سه شهر متعلق به دوره قاجار و نهایتاً صفویه هستند و انگشت شمار خانه‌هایی از دوره‌های صفویه و قبل تر می‌توان یافت. بنابراین دامنه پژوهش به دوره قاجار محدود شده است. در مورد برخی شهرها نظیر کاشان، علت فقدان خانه‌های تاریخی دوره‌های قبل تر وقوع زلزله در دوره قاجار و در مورد سایر شهرها نیز کم‌وبیش دلایلی از این دست را می‌توان بر شمرد. به هر روی، آنچه امروز از خانه‌های

انجام شده است (Said & Embi, 2008). دستور زبانی براساس رساله آلبرتی (Figueiredo et al., 2013b; Figueiredo et al., 2011) یکی از نمونه‌های نزدیک به این پژوهش است که در آن تأکید بر ساختار شکلی پلان و همچنین ابتدا ایجاد خطوط کلی و سپس افزایش گام به گام جزئیات در ادامه دستور زبان است. علاوه بر این‌ها، چندین مطالعه به روش دستور زبان شکل روی معماری ایران انجام شده است که از آن‌ها می‌توان به مطالعه کیانوش حسینی و همکاران (Hasani et al., 2017) روی فرم حیاط و فضاهای وابسته آن در خانه‌های کاشان، دستور زبان و ابعاد معناشناختی در خانه‌های مجموعه‌ای قاجاری تبریز و تهران (Hasani & Nourouzborazjani, 2018) و تحلیل الگوهای ریخت‌شناختی شهر کاشان (Darabi, 2016) اشاره کرد.

فرضیه پژوهش

فرض این پژوهش بر این است که میان فضاهای مختلف خانه‌های تاریخی درونگرای فلات مرکزی ایران، ارتباط شکلی و ساختاری برقرار است، به نحوی که می‌توان به کمک دستور زبان شکل، یک مدل منسجم ایجاد کرد که به کمک آن به گونه‌شناسی این فضاها اقدام کرد. بنابراین در این پژوهش، روی فضاهای ۶۴ خانه تاریخی از کاشان، یزد و اصفهان گونه‌شناسی انجام شده است تا به ارتباط منسجمی میان انواع فضاهای این خانه‌ها رسید.

مبانی نظری

• دستور زبان شکل

دستور زبان شکل توسط جرج استینی ابداع شده است (Stiny, 1976) و پس از آن، در دهه ۸۰-۹۰ م. به ابزاری تحلیلی برای مطالعه سبک‌های معماران و همچنین همزمان برخی گونه‌های معماری سنتی و تاریخی تبدیل شد اما پس از آن مقاله تری نایت (Knight, 1999) در سال ۱۹۹۹ که در آن دستور زبان شکل را به صورت ابزاری برای تحلیل و طراحی همزمان، تحلیلی و ترکیبی معرفی کرد. از دستور زبان شکل برای طراحی مولد (Generative design) در معماری نیز استفاده فراوان شده است، این قابلیت وجود دارد که در موضوعات مختلف دستور زبان‌های اختصاصی توسعه یابند. دستور زبان شکل در حالت کلی شامل اشکال پایه، قوانین، برچسب‌های هدایت قوانین است. ممکن است در برخی صورت‌های اختصاصی اجزای دیگری نیز به این دستور اضافه شوند اما شاکله اصلی شامل این سه بخش است. اغلب دستورها را به صورت جبری بیان می‌کنند. این کار کمک می‌کند تا دستور زبان قابل پردازش و محاسبه نیز باشد.

یکی از مشکلات دستور زبان شکل، گستره گزینه‌های تولید شده در آن است. برای حل این مشکل دو راهکار پیشنهاد شده است، یکی

سه شهر گونه‌شناسی شده‌اند و ارتباط میان آنها ترسیم شده است. بنابراین می‌توان به فضاهای اصلی پرداخت، یعنی الگوهایی که پنج پیمون عرض دارند. توضیح اینکه، در تمامی تصاویر ضلع پایینی هر گونه ضلع مجاور حیاط است. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود به‌طور مثال ۵۲۱a می‌تواند ساختار شکلی یک شکم‌دریده باشد که قسمت شاه‌نشین در قسمت انتهایی قرار گرفته است اما در ۵۲۱d با ساختار شکلی مشابه اما با دو کفش‌کن در مجاورت حیاط و سپس وارد یک شکم‌دریده با شاه‌نشین مجاور به حیاط وارد می‌شود.

• گونه‌شناسی براساس روابط فضایی

تصویر ۷ روابط فضایی میان اجزای درونی ساختارهای شکلی مختلف خانه‌های سه شهر را نمایش می‌دهد. بدین ترتیب، مطابق **تصویر ۷** یک فضا با ساختار شکلی ۵۲۲ در خانه‌های بررسی شده، می‌تواند پنج حالت داشته باشد، بسته به اینکه ریزفضاهای داخلی آن چگونه به هم متصل شده باشند.

• گونه‌شناسی براساس ساختار شکلی و روابط فضایی

زمانی که نتایج **تصویر ۵** با یافته‌های **تصویر ۷** تقاطع داده می‌شود، دیگرامی که در **تصویر ۸** است به دست می‌آید. در **تصویر ۸** هر ستون نماینده ساختار شکلی و هر سطر الگوی فضایی را نمایش می‌دهد. در مورد الگوهای پنج به‌طور مشخص با بزرگ‌نمایی قسمتی از دیگرام بالا می‌توان **تصویر ۹** را بررسی کرد.

بحث

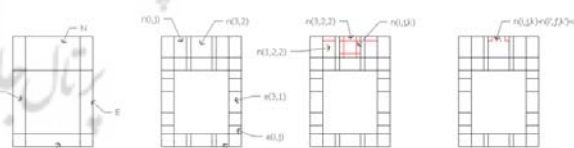
این پژوهش با سه سؤال انجام شده است، نخست اینکه گونه‌ها و الگوهای شکلی فضایی معماری خانه‌های تاریخی چه ارتباطی با یکدیگر دارند و آیا می‌توان به مدل منسجمی رسید که این ارتباط را توضیح دهد؟ همان‌طور که مشاهده می‌شود گونه‌های شناسایی شده، علاوه بر اینکه گستره وسیعی از انواع فضاها را در خود جای داده‌اند به‌علاوه ارتباط ساختاری و شکلی میان آنها نیز به خوبی شرح داده شده است. نمودارهای ارائه شده به‌صورت درختی گونه‌های مختلف در کنار هم، در طول یکدیگر و با توجه به پیمون‌ها دسته‌بندی شده‌اند. هرچند در کار رهروی پوده و همکاران (Rahravi Poodeh et al., 2019) می‌توان نمونه‌هایی از توجه به الگوها و گونه‌های مشابه را یافت اما همه فضاها مورد توجه قرار نگرفته و همچنین ارتباط شکلی میان گونه‌ها تشریح نشده است. سؤال دوم پژوهش، در مورد امکان ارتباط برقرار کردن میان گونه فضاهای موجود در خانه‌های تاریخی شهرهای مختلف بود. مدل منسجمی ارائه شده که به‌سادگی می‌توان پراکندگی گونه‌ها در میان خانه‌های هر سه شهر را مطالعه کرد. با رجوع به **تصویر ۱۰** می‌توان تفاوت خانه‌های تاریخی سه شهر را در استفاده و تکرار و تعدد استفاده از برخی الگوها شناسایی کرد. به‌طور مثال، همان‌طور که در **تصویر ۱۰** مشاهده می‌شود خانه‌های اصفهان

تاریخی این سه شهر باقی مانده، عمدتاً مربوط به دوره قاجار است. بخشی از خانه‌های تاریخی بازارش این سه شهر در مجموعه گنج‌نامه (حاجی قاسمی و همکاران، ۱۳۷۵، ۱۳۷۷، ۱۳۸۳) مستند شده‌اند. ۱۹ خانه از کاشان، ۲۴ خانه از یزد و ۲۱ خانه از اصفهان در مجموعه گنج‌نامه مستند شده‌اند؛ مجموعاً ۶۴ خانه تاریخی بررسی شد. در **تصویر ۴** خانه آل‌یاسین در کاشان مشاهده می‌شود، در سمت چپ نیز درخت‌واره انواع ریزفضاهای خانه‌های تاریخی سه شهر وجود دارد که همزمان با مطالعه پلان خانه‌های این سه شهر، هرکدام مورد بازبینی و اصلاح قرار می‌گرفت تا در نهایت درخت وارهای به حد کافی جامع و مانع و البته خلاصه از انواع فضاها به دست آید.

یافته‌ها

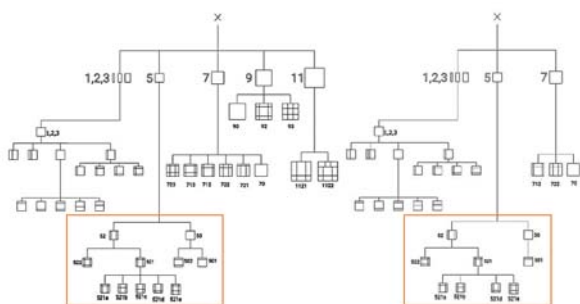
• گونه‌شناسی براساس ساختار شکلی

با اتکا به مرحله اول دستور زبان خانه‌های کاشان و تصحیح همزمان گونه‌شناسی ریزفضاهای خانه‌های کاشان (Hosseini & Bermanian, 2022) با خانه‌های دو شهر یزد و اصفهان می‌توان به شکل زیر دست یافت. همان‌طور که گفته شد در یک فرایند رفت‌وبرگشتی درخت‌واره انواع فضاها براساس ساختار شکلی به‌مرور کامل و تصحیح شده است (**تصویر ۵**). همان‌طور که در بخش روش پژوهش بیان شد، پیش از این، حسینی و بمانیان (ibid) دستور زبانی را روی خانه‌های کاشان توسعه داده بودند و براساس آن گونه‌شناسی ارائه داده‌اند. همان‌طور که در شکل زیر مشخص است با توسعه دستور زبان کاشان روی خانه‌های سه شهر، سعی شد تا این دستور زبان همه خانه‌های سه شهر را در بر گیرد. به این ترتیب، نمودار سمت چپ **تصویر ۶** به دست آمده است که ساختار شکلی فضاهای اصلی اقامتی خانه‌های تاریخی

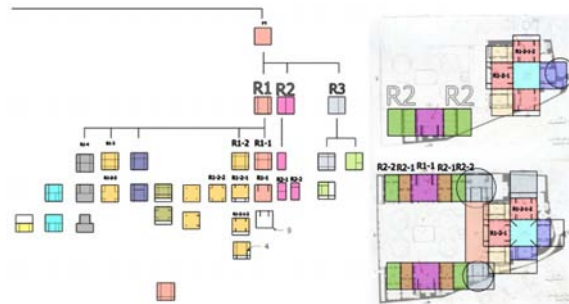


1	$RA(initial\ shape: n, e, w, s)$ $n, s \in \{5, 10, 13, 3, 8, 11, 4, 7\}$ $e, w \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$	$initial\ shape$ $\rightarrow N, E, W, S$
2	$rb(i, j) = \sum RB(ra: b_x, b_y)$ $rb \in \{N, E, W, S\}$ $b_x \in \{210, 211, 212, 213, 214, 215, 216\}$ $b_y \in \{220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229\}$	N, E, W, S $\rightarrow rb(i, j)$
3	$rc(i, j, p) = RC(rb(i, j): c * c')$ $rb \in \{N, E, W, S\}$ $i, j \in N$ $c\ and\ c' \in \{311, 322, 332, 342, 352, 353, 362, 363, 372, 373, 382\}$	$rb(i, j)$ $\rightarrow rc(i, j, p)$
4	$RD(rb(i, j, p), rb(i', j', p'): d)$ $p\ and\ p' \in \{1, 2, 3, \dots, (c\%10 * c'\%10)\}$ $rb \in \{N, E, W, S\}$ $i, j \in N$ $d \in \{1, 2, 3, 4\}$	

تصویر ۳. دستور زبان خانه‌های کاشان و بیان جبری آن.
 مأخذ: Hosseini & Bermanian, 2022.



تصویر ۵. راست: گونه‌شناسی اولیه از ریزفضاهای خانه‌های تاریخی کاشان. مأخذ: (Hosseini & Bemanian, 2022) / چپ: گونه‌شناسی توسعه‌داده‌شده روی خانه‌های تاریخی هر سه شهر. مأخذ: نگارندگان.



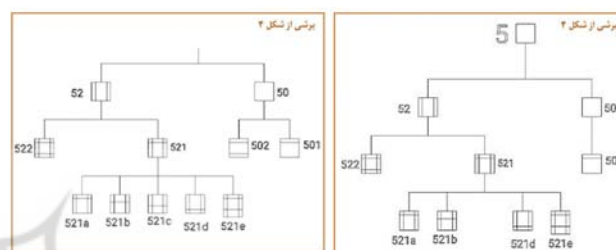
تصویر ۴. تطبیق و تصحیح همزمان گونه‌شناسی ریزفضاهای خانه‌های تاریخی کاشان با نمونه خانه‌های تاریخی یزد و اصفهان و توسعه آن.
مأخذ: نگارندگان.

و کاشان در استفاده از الگوی ۵۲۱ (شکم‌دریده) از خانه‌های یزد متمایز می‌شوند. همچنین خانه‌های اصفهان در الگوی ۷۲۱ (تالارکشیده معروف به سفره‌خانه) از خانه‌های دو شهر دیگر متمایز شده است. نمونه توجه به تفاوت‌های یک الگوی فضایی یا گونه‌ی شکلی در شهرهای مختلف را می‌توان در کار غلامی و کاویان (Gholami & Kavian, 2017) یافت اما آن‌ها تنها بر یک الگوی فضایی متمرکز بوده‌اند. هرچند توانسته‌اند یک رابطه‌ی ساختاری شکلی میان گونه‌های مختلف شناسایی کنند.

با مقایسه داده‌های سه شهر در **تصویر ۱۰**، الگوی فضایی شمارهٔ سه و چهار در میان اجزای درونی الگوهای شکلی خانه‌های سه شهر بیشترین فراوانی را دارند. خانه‌های یزد و خانه‌های کاشان دارای الگوهای شکلی پنج پیمون با روابط فضایی درونی شمارهٔ سه زیادی هستند در حالی که در اصفهان این رابطهٔ فضایی میان اجزای درونی الگوهای شکلی اغلب در الگوهای شکلی هفت و نه پیمون دیده می‌شود (**جدول ۱**).

نتیجہ گیری

اگر نتایج یافته‌ها براساس **تصویر ۹** با هم جمع بسته شود، تفاوت‌هایی در ارتباط با فراوانی الگوهای شکلی خانه‌های هر سه شهر نمایان می‌شود. با وجودی که الگوی ۵۰ (می‌تواند تالار یا ایوان باشد) در خانه‌های هر سه شهر فراوان است (بیشترین فراوانی در میان همه الگوهای شکلی) اما در خانه‌های یزد بیشترین تعداد را دارد. اغلب نمونه‌های یزد تالارهای سه در پنج و بیشتر ایوان‌های پرمق پنج در پنج و پنج در هفت هستند. الگوی ۷۰ نیز هرچند تعداد بسیار کمی در کل خانه‌ها دارد اما در هر سه شهر دیده می‌شود. الگوی شکلی مشترک دیگر ۵۲۱a است. براساس برخی معیارها این الگوی شکلی در خانه‌های کاشان بیشتر دیده می‌شود. از منظر ویژگی‌های فضایی درون الگو ۵۲۱a در اصفهان به‌تمامی از الگوی چهار فضایی، در یزد نیمی سه و نیمی چهار و در کاشان اغلب چهار یک سوم سه و کمی دو هستند. بنابراین اینطور می‌توان گفت که ۵۲۱a یک الگوی مشترک شکلی میان خانه‌های



تصویر ۶. راست: گونه‌شناسی الگوی پنج پیمون در خانه‌های تاریخی کاشان. مأخذ: (Hosseini & Bemanian, 2022) چپ: گونه‌شناسی الگوی پنج پیمون در خانه‌های سه شهر، توسعه و تصحیح از گونه‌شناسی کاشان. مأخذ: نگارندگان.

									
					0	0	1-2	افقی یا عمودی	
					0	0	2-3		
									
	0	0	0	0	0	0	1-2	افقی عمودی	
	0	0	0	0	0	0	2-3		
	1	1	1	1	1	0	4-5		
	1	1	1	1	1	0	5-6		
	1	1	0	0	0	0	1-4		
	1	1	2	1	0	0	2-5		
1	0	0	0	0	0	3-6			
									
	1	1	1	1	1	0	1-2	افقی عمودی	
	1	1	1	1	1	0	2-3		
	0	0	0	0	0	0	4-5		
	0	0	0	0	0	0	5-6		
	1	1	0	0	0	0	1-4		
1	1	2	1	0	0	2-5			
1	0	0	0	0	0	3-6			
									
	1	0	0	0	0	0	1-2	افقی عمودی	
	1	0	0	0	0	0	2-3		
	1	1	1	1	1	0	4-5		
	1	1	1	1	1	0	5-6		
	1	0	0	0	0	0	7-8		
	1	0	0	0	0	0	8-9		
1	1	0	0	0	0	1-4	عمودی		
1	1	1	1	1	0	2-5			
1	1	0	0	0	0	3-6			
1	1	1	1	0	0	4-7			
1	1	1	1	1	0	5-8			
1	1	1	1	0	0	6-9			

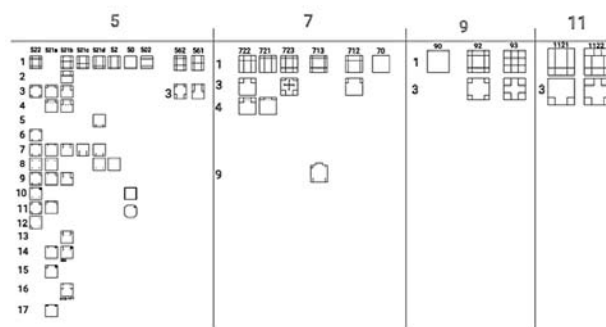
تصویر ۷. گونه‌شناسی شکلی - فضایی الگوی پنج در خانه‌های سه شهر.
 مأخذ: Hosseini & Bemanian, 2022.

هر سه شهر است اما در کاشان هم فراوانی بیشتری دارد و هم تنوع بیشتری از نظر روابط فضایی درونی الگو. ۵۲۱b الگوی شکلی مشترک میان خانه‌های کاشان و یزد است. الگوی فضایی ۵۲۱d نیز وجه مشترک خانه‌های کاشان و اصفهان است که اغلب به صورت الگوی شکلی چهار بروز دارد. الگوی شکلی ۷۲۲ با روابط فضایی سه، ویژگی خاص خانه‌های کاشان و الگوی شکلی ۱۱ با روابط فضایی نوع سه کم تعداد ولی تنها در یزد است (تصویر ۱۱). الگوی فضایی ۹۰ (اغلب به صورت تالاری کشیده سه در نه) پرتعداد و تنها در اصفهان، ۹۲ و ۹۳ (کم تعداد ولی تنها در اصفهان) از ویژگی‌های خاص اصفهان هستند. این الگوهای فضایی هرچند کم تعداد هستند اما تنها در شهرهای مذکور دیده می‌شوند. ۵۲۲ نیز بیشتر در اصفهان و نوع چهار آن فراوان است، هرچند نوع سه نیز دیده می‌شود. همچنین ۵۲۱d نیز از نوع چهار فضایی از نظر تعداد خانه‌هایی که این الگوی شکلی را دارند، در اصفهان بیشتر دیده می‌شود، هرچند تعداد فضاهای کمتری دارد (تصویر ۱۲) (جدول ۱).

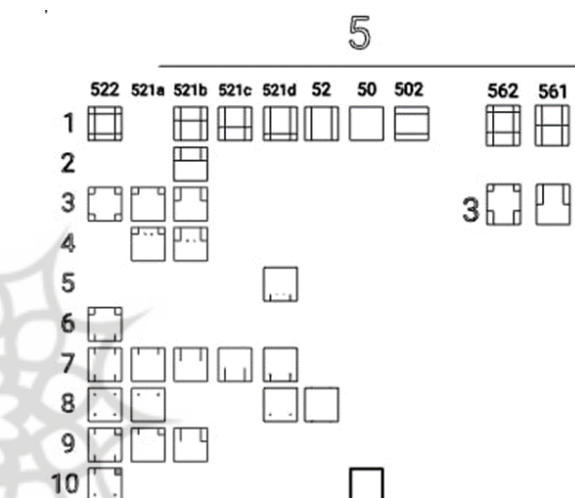
در پاسخ به سؤال سوم نیز باید گفت یکی از مزایای به کارگیری دستور زبان شکل، ایجاد یک مدل منسجم و یکپارچه است که علاوه بر توضیح رابطه میان گونه‌ها و الگوها به خوبی می‌تواند گونه‌های معدوم تاریخی یا محتمل آینده را نیز پیش‌بینی کند. به نظر می‌رسد به کارگیری دستور زبان شکل می‌تواند روش مطمئن و کارآمدی برای گونه‌شناسی در معماری ایرانی باشد. استفاده از دستور زبان شکل در معماری ایرانی بی سابقه نبوده (Darabi, 2016; Hasani et al., 2017) اما در این پژوهش سعی شده است تا همه ریز فضاهای خانه‌های تاریخی سه شهر اصفهان، یزد و کاشان بررسی شود. به علاوه دستور زبان شکل به عنوان یک الگو توانسته است روابط ساختاری میان انواع فضاها را به خوبی تشریح کند. دستاورد دیگر پژوهش این است که با اتکا به این دستور زبان و گونه‌شناسی شکلی-فضایی آن می‌توان شباهت‌ها و تفاوت‌های ریز فضاهای خانه‌های سه شهر را توضیح داد.

این مطالعه با هدف گونه‌شناسی فضاهای خانه‌های تاریخی درونگرایی فلات مرکزی ایران انجام شد. در این مطالعه، ۶۴ خانه از سه شهر که همگی متعلق به دوره قاجار هستند، بررسی قرار شدند. با بررسی این فضاها، سعی شد تا با گونه‌شناسی و به کمک دستور زبان شکل، یک مدل منسجم از ساختار شکلی آنها ارائه شود. علاوه بر گونه‌شناسی این فضاها، دستور زبان شکل این فضاها نیز برای خانه‌های سه شهر به صورت مجزا ارائه شده است که می‌تواند دستوری برای شناسایی زبان و لهجه‌های محلی معماری خانه‌های این سه شهر باشد.

دستور زبان شکل می‌تواند ابزار مناسبی برای مطالعات گونه‌شناختی در زمینه خانه‌های درونگرایی معماری ایرانی باشد. با کمک یک دستور زبان منسجم می‌توان میان گونه‌ها و الگوهای شکلی-فضایی مختلف ارتباط ساختاری برقرار کرد و روابط میان آن‌ها را



تصویر ۸. جمع‌بندی الگوهای شکلی، فضایی و گونه‌بندی همه فضاها در خانه‌های سه شهر. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۹. گونه‌بندی شکلی (محور افقی، ستون‌ها) و فضایی (محور عمودی، سطرها) (محور افقی، سطرها) و فضایی (محور عمودی، ستون‌ها) فضای پنج پیمون در خانه‌های سه شهر. مأخذ: نگارندگان.

City	House Type	Spatial Layout (Grid)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kashan	5a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	5b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	5c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yazd	6a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	6b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	6c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Isfahan	7a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	7b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	7c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

تصویر ۱۰. پراکندگی الگوی شکلی-روابط فضایی میان هر الگو در خانه‌های سه شهر. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۱. الگوهای شکلی و فضایی مشترک و اختصاصی در خانه‌های سه شهر منتخب (با توجه به تصاویر ۶، ۷ و ۸). مأخذ: نگارندگان.

اصفهان	کاشان	یزد	الگوی اختصاصی هر شهر
۵۲۲ از نوع چهار و سه ۵۲۱ ج از نوع ۴ ۹۰ پر تعداد و تنها در اصفهان ۹۲ و ۹۳ کم تعداد و تنها در اصفهان	۷۲۲ از نوع سه ۵۲۱a (تا حدودی)	۱۱ از نوع سه، کم تعداد ولی تنها در یزد ۵۰ مشترک اما پرتکرار در یزد	الگوهای شکلی و فضایی مشترک
۵۰ مشترک اما پرتکرار در یزد ۵۲۱a مشترک ولی براساس برخی معیارها بیشتر در کاشان ۷۰ هرچند کم تکرار اما در هر سه شهر دیده می‌شود.			
الگوهای مشترک میان دو شهر ۵۲۱b در یزد به‌تمامی سه و در کاشان سه و چهار			
۵۲۱d بیشتر نوع چهار			

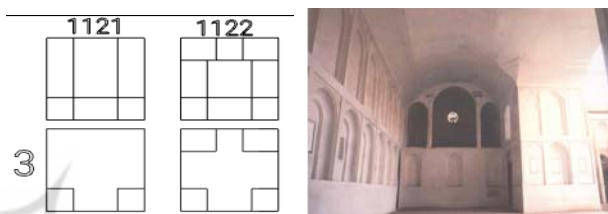
بناها می‌توان از همین روش استفاده کرد. همچنین می‌توان برای مطالعه و گونه‌شناسی تزئینات، فرم سقف‌ها، جزئیات و... نیز از دستور زبان شکل کمک گرفت.

پی‌نوشت‌ها

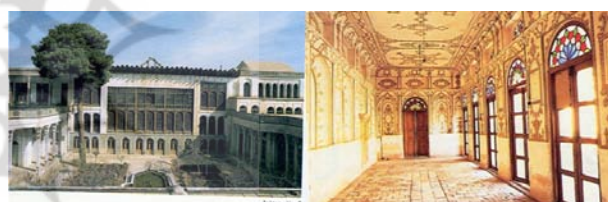
۱. خانه‌های بررسی‌شده؛ کاشان: خانه آل‌یاسین، خانه اصفهانیان، خانه باکوچی، خانه بروجردی‌ها، خانه بنی‌کازمی، خانه تهامی، خانه جهان‌آرای، خانه خیریه، خانه دستمالچی، خانه رضا حسینی، خانه سجادی، خانه شریفیان، خانه صالح، خانه طباطبایی، خانه عباسیان، خانه عطاری‌ها، خانه علاءالدین، خانه کارخانه‌چی، خانه مرتضوی / یزد: خانه اخوان سیگاری، خانه اردکانیان، خانه تهرانی‌ها، خانه رسولیان، خانه روحانیان، خانه ریسمانیان، خانه سمسار، خانه شفیع‌پور، خانه عرب (بی‌بی رقیه)، خانه عرب (علیرضا)، خانه عرب کرمانی، خانه عرب‌ها، خانه علومی‌ها، خانه فاتح‌ها، خانه فرهنگی و مظفری، خانه کراوغلی، خانه گرامی، خانه گلشن، خانه لاری‌ها، خانه مرتاض، خانه مس‌تروای، خانه مشروطه، خانه مشکیان، خانه ملک/اصفهان: خانه انگورستان ملک، خانه چرمی، خانه حاج حسن غفوری، خانه حاج رسولی‌ها، خانه حاج مصورالملکی، خانه دارید، خانه دکتر اعلم، خانه ده‌دشتی، خانه زوولیان، خانه سرتیپی، خانه سوکیاسیان، خانه شیخ‌الاسلام، خانه شیخ هرنندی، خانه عکافزاده و شریف، خانه قدسیه، خانه کریمی، خانه کهکشان، خانه لباف، خانه مارتا پیترز، خانه وثیق انصاری، خانه یداللهی.

فهرست منابع

- پارسی، فرامرز. (۱۳۹۰). الگوهای فصل مشترک در معماری ایرانی، مجله معمار، (۶۸)، ۶۸-۸۲.
- حاجی قاسمی، کامبیز، موسوی روضاتی، مریم‌دخت و سلطان‌زاده، حسین. (۱۳۷۵). گنجنامه، فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران: دفتر اول خانه‌های کاشان. دانشگاه شهید بهشتی.
- حاجی قاسمی، کامبیز، موسوی روضاتی، مریم‌دخت و منصوره طاهباز. (۱۳۷۷). گنجنامه، فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران: دفتر چهارم: خانه‌های اصفهان. دانشگاه شهید بهشتی.
- حاجی قاسمی، کامبیز؛ نوربخش، هدیه؛ رسولی، جلیل؛ فرجو، غزال؛ صابونیان یزد، مهدی؛ خرم، بابک؛ جلیلیان، شهلا؛ موسوی روضاتی، مریم‌دخت؛ شهنواز، آرش و زرینی، حسین. (۱۳۸۳). گنجنامه، فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران: خانه‌های یزد. دانشگاه شهید بهشتی.
- معماریان، غلامحسین و طبرسا، محمدعلی. (۱۳۹۲). گونه و گونه‌شناسی معماری. انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، (۲)، ۱۰۳-۱۱۴. https://www.isau.ir/article_61978.html?lang=fa
- AbdulRaheem, O. B., & Rayis, O. A. (2016). Design of generative



تصویر ۱۱. ارتباط فضایی ایوان به تالار کشیده پشت و بسط به یکدیگر، خانه اردکانیان، یزد، ۷۰۲. مأخذ: حاجی قاسمی و همکاران، ۱۳۸۳.



تصویر ۱۲. راست: سفره‌خانه جبهه جنوبی خانه اعلم در اصفهان، تالاری کشیده به طول نه پیمون ۱۵۰۷، چپ: تالار نه پیمون جبهه شمالی خانه چرمی در اصفهان ۱۵۰۲. مأخذ: حاجی قاسمی و همکاران، ۱۳۷۷.

توضیح داد تا به درک و فهم مناسبی از چگونگی شکل‌گیری این فضاها رسید. معماری کهن ایران با هویت و پیشینه غنی خود تابع الگوهایی است که از قواعدی خاص و مشخص پیروی می‌کند و همین امر موجب انسجام و ماندگاری این الگوها شده است. یکی از مهم‌ترین کاربردهای دستور زبان شکل، تولید و بازسازی الگوهای گذشته است که پس از رمزگشایی و یافتن نحوه شکل‌گیری این الگوها می‌توان به آن دست یافت و الگوهای جدیدی خلق کرد. این روش یکی از دغدغه‌های انسان امروزی که بحران هویت است را می‌تواند به‌خوبی پاسخ دهد.

در پایان به نظر می‌رسد دستور زبان شکل ارائه‌شده برای این خانه‌ها به‌همراه گونه‌شناسی فضاهای موجود در آنها، به‌خوبی توانسته نتایج متعدد و گسترده دیگر پژوهش‌های پیشین را نیز در قالب یک مدل منسجم، به یکدیگر مرتبط سازد. این مطالعه می‌تواند در مورد کاربری‌های دیگر معماری ایرانی نیز انجام شود. به‌طور مثال در معماری مدارس، مساجد، کاروان‌سراها و دیگر

model for the language of traditional Suakin using parametric shape grammar. *International Journal of Computer-Aided Technologies*, 3(2/3), 01-18. <http://dx.doi.org/10.5121/ijcax.2016.3301>

• Çağdaş, G. (1996). A shape grammar: The language of traditional Turkish houses. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 23(4), 443-464. <https://doi.org/10.1068/b230443>

• Chiou, S. C., & Krishnamurti, R. (1995). The grammar of Taiwanese traditional vernacular dwellings. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 22(6), 689-720. <http://dx.doi.org/10.1068/b220689>

• Colakoglu, B. (2002). *An informal shape grammars for interpolations of traditional Bosnian Hayat houses in a contemporary context*. Generative Art, 5th International Conference GA2002, Milan,. <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Informal-Shape-Grammars-for-Interpolations-of-in-Colakoglu-Ph/c4ad06f3fcc5bd0b7173c583f70c0731dc5ade9e>

• Colakoglu, M. B. (2000). *Design by grammar: algorithmic design in an architectural context* [Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology]. MIT Libraries; Dspace@MIT. <http://hdl.handle.net/1721.1/8372>

• Darabi, M. (2016). *Analysis and Explanation of Morphological Patterns of Kashan through Urban Grammar Approach* [Master's thesis, Art University of Isfahan]. Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc). <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/d459bc896f0138356049a51b2fbd5f3b>

• Duarte, J. P., Krüger, M., Coutinho, F., Figueiredo, B., & Castro, E. (2011). *Alberti Digital: Investigando a influência de Alberti na arquitetura portuguesa da Contrarreforma*. In 2º Colóquio Internacional "Gêneses das Racionalidades Modernas-em torno de Alberti". https://www.researchgate.net/publication/265014177_Alberti_Digital_Investigando_a_influencia_de_Alberti_na_arquitetura_portuguesa_da_Contrarreforma

• Eilouti, B. H., & Al-Jokhadar, A. M. I. (2007a). A generative system for Mamluk madrasa form-making. *Nexus Network Journal*, 9, 7-30. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8519-4_2

• Eilouti, B. H., & Al-Jokhadar, A. M. I. (2007b). A computer-aided rule-based Mamluk madrasa plan generator. *Nexus Network Journal*, 9, 31-58. <https://doi.org/10.1007/s00004-006-0028-4>

• Eilouti, B. H., & Hamamieh Al Shaar, M. J. (2012). Shape grammars of traditional Damascene houses. *International Journal of Architectural Heritage*, 6(4), 415-435. <http://dx.doi.org/10.1080/15583058.2011.575530>

• Eloy, S., & Duarte, J. P. (2015). A transformation-grammar-based methodology for the adaptation of existing housetypes: the case of the 'rabo-de-bacalhau'. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 42(5), 775-800. <http://dx.doi.org/10.1068/b120018p>

• Figueiredo, B. R. U. N. O., Castro e Costa, E., Duarte, J. P., & Krüger, M. Á. R. I. O. (2013a). Digital Temples: A Shape

Grammar to Generate Sacred Building according to Alberti's Theory'. In *Proceedings of Future Traditions, Rethinking Traditions and Envisioning the Future in Architecture Through the Use of Digital Technologies* (pp. 63-67). https://www.researchgate.net/publication/265014111_Digital_Temples_a_Shape_Grammar_to_generate_sacred_building_according_to_Alberti%27s_theory

• Figueiredo, B., Duarte, J. P., & Kruger, M. (2013b). Albertian grammatical transformations. In R. Stouffs & S. Sariyildiz (Eds.), *eCAADe 2013: Computation and Performance-Proceedings of the 31st International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, Delft, The Netherlands, September 18-20 (pp. 687-696). Faculty of Architecture, Delft University of Technology; eCAADe (Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe). <https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2013.2.687>

• Gholami, G. H., & Kavian, M. (2017). Examining "Chahar Soffeh" in the Spatial Structure of Iranian Residential Architecture in Hot and Arid Areas. *Journal of Housing and Rural Environment*, 36(157), 149-161. <http://jhre.ir/article-1-802-fa.html>

• Guzelci, O. Z. (2014). A shape grammar based expert system to generate traditional Turkish house plan layouts abstract. In *XVII Generative Art Conference* (pp. 294-30). <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Shape-Grammar-Based-Expert-System-to-Generate-Guzelci/b575d329077730ac83fa4ec337d05ce6d562e854>

• Hasani, K., Norouz borazjani, V., & Nasiralamani, M. (2017). Re-read of Court's Form and Related Spaces with Shape Grammar Case Study: 100 Houses of Qajar Dynasty in Kashan City. *Bagh-e Nazar*, 13(44), 65-76. https://www.bagh-sj.com/article_42148.html?lang=en

• Hasani, K., & Nourouzborazjani, V. (2018). A Specification of a New Pattern of Shape Grammar in Architecture of Today's houses; Case study: Qajar houses in Tabriz and Tehran. *Bagh-e Nazar*, 15(63), 29-40. <https://doi.org/10.22034/bagh.2018.67365>

• Hosseini, S. A., & Bemanian, M. (2022). Shape Grammar of Kashan's traditional Houses: Investigation of the formal structure and spatial relations of 19 historical houses of Kashan. *Naqshejahan*, 12(2), 1-20. <http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-56632-fa.html>

• Jodaki Azizi, A., & Mousavi Haji, S. R. (2016). Recognition and the analysis of Nohgonbad Pattern in Iranian Architecture Through Literary Texts. *Comparative Literature Research*, 4(4), 168-207. <http://clrj.modares.ac.ir/article-12-6211-fa.html>

• Joodaki Azizi, A., Mousavi Haji, S. R., & Mehrafarin, R. (2015). Chaharsofeh Pattern Typology at Iranian Architecture and Its Evolution. *Journal of Research in Islamic Architecture*, 2(5), 64-86. <http://jria.iust.ac.ir/article-1-111-fa.html>

• Khadem-zadeh, M., Me'marian, G., & Salavati, K. (2022). Analytical Typology of Historic Mosques in the Cultural Kurdistan Region. *Journal of Iranian Architecture Studies*, 6(11), 103-124. https://jias.kashanu.ac.ir/article_111783.html?lang=en

- Knight, T. W. (1981). The Forty-One Steps. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 8(1), 97-114. <https://doi.org/10.1068/b080097>
- Knight, T. W. (1999). *Applications in architectural design, and education and practice* [Report for the NSF/MIT Workshop on Shape Computation 2]. Massachusetts Institute of Technology. <https://www.semanticscholar.org/paper/Applications-in-architectural-design-and-education-Wright-Murcutt/31aa232e80d698a35f00c24c300ab8a7d9744b5d>
- Li, A. I. (2015). Algorithmic architecture in twelfth-century China: The Yingzao Fashi. In K. Williams & M. Ostwald (Eds.), *Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future: Volume I: Antiquity to the 1500s* (pp. 389-397). Birkhäuser. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-00137-1_27
- Madahi, S. M., Memarian, G. H., Bemani Naeini, M., & Khodadadi Fakhr Abadi, T. (2017). A Formal Analysis of Houses in Vernacular Architecture of Khorasan; Case Study: Boshrouyeh City in Pre-Pahlavi Period. *Journal of Housing and Rural Environment*, 36(159), 63-78. <http://jhre.ir/article-1-751-fa.html>
- Memarian, G., & Dehghani Tafti, M. (2018). Seeking to Find a Novel Concept to Type and Typology in Architecture (Case study: Vernacular Houses in Taft, Type of Tallardar). *Journal of Housing and Rural Environment*, 37(162), 21-38. <http://jhre.ir/article-1-1519-fa.html>
- Rahravi Poodeh, S., Valibeig, N., Dehghan, N., & Masoud, M. (2018). The Structural Typology of the Main Spaces in Isfahan's Historical Houses with A Central Yard in Terms of Their Plan. *Soffeh*, 28(3), 127-148. https://soffeh.sbu.ac.ir/article_100441.html?lang=en
- Rahravi Poodeh, S., Valibeig, N., Dehghan, N., & Masoud, M. (2019). Analysis of the Formal Features of Chaharsofe Houses and its Influence on the Formal Structure of Introverted Houses in the City of Isfahan. *Bagh-e Nazar*, 16(72), 5-20. <https://doi.org/10.22034/bagh.2019.87455>
- Said, S., & Embi, M. R. (2008). A parametric shape grammar of the traditional Malay long-roof type houses. *International Journal of Architectural Computing*, 6(2), 121-144. <https://doi.org/10.1260/147807708785850113>
- Shakouri, R., & Seyyed-Khamoushi, S. (2017). Spatial Affordance in Domestic Persian Architecture; Case Study: Shekam Darideh Room, Lariha's Residence, Yazd. *Journal of Housing and Rural Environment*, 36(159), 119-132. <http://jhre.ir/article-1-1137-fa.html>
- Stiny, G. N. (1976). Two exercises in formal composition. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 3(2), 187-210. <https://doi.org/10.1068/b030187>
- Stiny, G. N. (1977). Ice-ray: A note on the generation of Chinese lattice designs. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 4(1), 89-98. <https://doi.org/10.1068/b040089>
- Stiny, G. N., & Mitchell, W. J. (1980). The grammar of paradise: On the generation of Mughul gardens. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 7(2), 209-226. <https://doi.org/10.1068/b070209>
- Tabatabaie Zavareh, S. M., Valibeig, N., Azimi, M., & Shahbazi Chegeni, B. (2018). Comparing the architectural body of traditional Chahar-Soffeh and Hozkhaneh houses in the city of Zavareh. *Journal of Architecture in Hot and Dry Climate*, 6(7), 101-125. <https://doi.org/10.29252/ahdc.2018.1414>
- Torus, B. (2011). Learning from vernacular Turkish house: Designing mass-customized houses in Mardin. *Intercultural Understanding*, 1(1984), 105-112. https://www.researchgate.net/publication/313376045_Learning_from_Vernacular_Turkish_House_Designing_Mass-Customized_Houses_in_Mardin
- Valibeig, N., & Karimi, F. (2018). Application of Architectural Visual Documents and Oral History of in the Representation of Micro-Spaces and Three-Dimensional (3D) Modeling of Nawab Razavi Historical House in Yazd. *Cultural History Studies (Pejuhesh Nameh Anjoman-e Iraniye Tarikh)*, 10(38), 157-186. https://www.chistorys.ir/article_205380.html?lang=en

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله:

حسینی، سید امیر؛ فتحی، شهاب‌الدین؛ بمانیان، محمدرضا و مهدوی نژاد، محمدجواد. (۱۴۰۳). رمزگشایی عناصر معماری به کمک دستور زبان شکل (گونه‌شناسی فضاهای ۶۴ خانه تاریخی از کاشان، یزد و اصفهان). *باغ نظر*, ۲۱(۱۴۱), ۵-۱۴.

DOI: 10.22034/BAGH.2025.424282.5497

URL: https://www.bagh-sj.com/article_212709.html

