

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
Recognition of the Pavilion in Relation to the Persian Garden
from the Perspective of Fractal Geometry
(Case Study: Pavilions of the Fathabad Garden in Kerman)
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

مقاله پژوهشی

بازشناسی ارتباط کوشک با باغ ایرانی از منظر هندسه فرکتال (مطالعه موردی: کوشک‌های باغ فتح آباد کرمان)

محمدعلی اشرف گنجوئی

دکترای معماری، استادیار دانشکده هنر و معماری صبا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

محمد ایرانمنش*

دکترای معماری، استادیار دانشکده هنر و معماری صبا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰ تاریخ قرارگیری روی سایت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

چکیده | با وجود مطالعات متعددی که بر روی باغ ایرانی صورت گرفته است، بررسی نقش باغ در شکل‌گیری کوشک به‌طور تحلیلی چندان مورد توجه نبوده است. در پژوهش حاضر با کمک هندسه فرکتال می‌توان مشاهده و تحلیل کیفیات معماری را با دقت و تفصیل ریاضی و کمیت‌پذیری بیشتری همراه کرد. این عمل می‌تواند برای بازخوانی و بررسی ادراکات بصری در کوشک‌ها و تشخیص هندسه مفقوده باغ به کمک آید. در این مقاله ارتباط کوشک با باغ با کمک هندسه فرکتال مورد تحلیل و یافته‌ها مورد بحث و تعمق قرار می‌گیرد تا از این طریق پیچیدگی‌های معماری کوشک که متأثر از باغ و طبیعت آن است مورد کندوکاو قرار گیرد. یک باغ تاریخی به نام فتح آباد در شهر کرمان به‌عنوان مورد مطالعه انتخاب شد. برای تحلیل بُعد فرکتالی از روش شمارش خانه در سه مقیاس برای دو کوشک آن استفاده می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد که هر چند نماهای مختلف از عناصر معماری متشابه بهره می‌برند اما دارای بُعد فرکتالی متنوعی هستند که نشان‌دهنده موقعیت هر نما نسبت به هندسه است و بُعد فرکتالی متغیر در هر طبقه مبین ارتباط متفاوت هر طبقه با محورهای باغ است. همچنین نماهایی که موازی حوض اصلی باغ هستند یا دیدی به آن ندارند بُعد فرکتالی کمتری دارند. هر چند که سطح بازشوی هر نما می‌تواند به‌عنوان میزانی برای سنجش ارتباط آن نما با طبیعت استفاده شود، اما بُعد فرکتال نشان داد که نماهای با بازشوی متعدد ارتباط متنوعی با باغ دارند. همچنین تحلیل تزینات نشان داد در بخش‌هایی که میزان بازشوها کم است تزینات نما می‌تواند متأثر از طبیعت باغ باشد. به‌طور خلاصه هندسه فرکتال مشخص کرد چگونه باغ و عناصر آن در بخش‌های مختلف نماها تأثیر دارد.

واژگان کلیدی | هندسه فرکتال، هندسه باغ ایرانی، کوشک ایرانی، باغ فتح آباد.

مقدمه | کوشک جزء لاینفک باغ‌های ایرانی بوده است. رابطه نزدیک کوشک با آب، درختان باغ و مسیرهای حرکتی توسط هندسه باغ سازماندهی شده است و پژوهش‌های متعددی این رابطه را بررسی کرده‌اند (مسعودی، ۱۳۸۸، Laurie, 1975, Ardalan & Bakhtiar, 1973). با این وجود تعداد کمی از این منابع تحلیلی هستند. هندسه فرکتال به‌عنوان ابزاری برای تحلیل ارتباط کوشک با باغ استفاده می‌شود. لازم به ذکر است در پژوهش‌های قبلی نیز از هندسه فرکتال برای تحلیل باغ ایرانی استفاده شده است (شرقی و همکاران، ۱۳۹۹،

اما این پژوهش‌ها چندان به کوشک، ارزش‌های معماری آن و ارتباطی که با باغ دارند متمرکز نبوده است. در این راستا پژوهش حاضر با کمک هندسه فرکتال ابعاد ارزشمندی از معماری کوشک را مورد کنکاش قرار می‌دهد. مراحل مقاله به این ترتیب است که در ادامه، مروری بر هندسه باغ ایرانی و سپس فرکتال و کاربردهای آن در معماری و همین‌طور پژوهش‌های فرکتال بر باغ ایرانی و محدودیت‌های آن‌ها ارائه می‌کند. بخش دوم سؤال پژوهش را طرح می‌کند و در بخش سوم بُعد شمارش خانه توضیح داده می‌شود. بخش چهارم، یافته‌های تجربی را در مورد باغ فتح آباد شرح می‌دهد. بحث و نتیجه‌گیری در ادامه ارائه شده است.

مقدمه | کوشک جزء لاینفک باغ‌های ایرانی بوده است. رابطه نزدیک کوشک با آب، درختان باغ و مسیرهای حرکتی توسط هندسه باغ سازماندهی شده است و پژوهش‌های متعددی این رابطه را بررسی کرده‌اند (مسعودی، ۱۳۸۸، Laurie, 1975, Ardalan & Bakhtiar, 1973). با این وجود تعداد کمی از این منابع تحلیلی هستند. هندسه فرکتال به‌عنوان ابزاری برای تحلیل ارتباط کوشک با باغ استفاده می‌شود. لازم به ذکر است در پژوهش‌های قبلی نیز از هندسه فرکتال برای تحلیل باغ ایرانی استفاده شده است (شرقی و همکاران، ۱۳۹۹،

* نویسنده مسئول: ۰۰۹۱۳۱۴۱۵۴۵۰ mhmd14@uk.ac.ir

مبانی نظری

• کوشک و هندسه باغ ایرانی

نظم هندسی دقیق، تقارن و محور از ویژگی‌های بارز باغ ایرانی است. این اعتقاد وجود دارد که مفهوم باغ ایرانی از کیهان الهام گرفته شده است (Ardalan & Bakhtiar, 1973) و هندسه نقش مهمی در بیان این اندیشه دارد. هندسه باغ ایرانی قرن‌ها پیش در عصر هخامنشی (۳۰۰ تا ۵۰۰ قبل از میلاد) گسترش یافته است. تقارن و تقارن شعاعی، پایه و اساس هندسه باغ‌های ایرانی است (مسعودی، ۱۳۸۸، Crowe et al., 1972). جهت محور در باغ ایرانی مربوط به مسیر حرکت آب و موقعیت منبع آن است (Wilber, 1994) و می‌تواند در راستای قناتی باشد که آب را به باغ می‌رساند (Khansari et al., 1998). معماری کوشک به محوطه اطراف خود باز می‌شود تا جریان هوا و رابطه صمیمی بین داخل و خارج را فراهم کند. جایگاه کوشک همچنین در ارتباط با موقعیت کانال‌های آب و یک حوض هندسی بزرگ است (Laurie, 1975). موقعیت کوشک به‌عنوان بنای اصلی باغ ایرانی براساس محور باغ است و رابطه‌ای نزدیک بین فضای داخل کوشک و باغ و محور آن وجود دارد. در خصوص این رابطه دو حالت وجود دارد: کوشک بر روی تقاطع دو محور در وسط باغ است یا در انتهای یک محور قرار می‌گیرد (نعیم، ۱۳۹۳، ۳۲). در ادامه کاربرد هندسه فرکتال در معماری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

• کاربرد هندسه فرکتال در تحلیل بناهای معماری

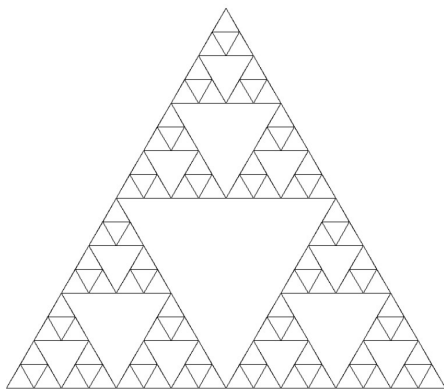
مندل بروت پژوهش‌های زیادی در خصوص توسعه هندسه فرکتال و کاربردهای آن انجام داد. هندسه فرکتال مطالعه تصاویر ریاضی است که نشان‌دهنده اشکال طبیعی هستند. آن‌ها زنجیره‌ای از جزئیات بی‌پایان، خود متشابه و پرپیچ و خم را ارائه می‌کنند (Benoit, 1977) (تصویر ۱). اشکال و ریتم‌های طبیعی، مانند برگ‌ها، شاخه‌های درختان، کوه‌ها، سطوح سیلابی رودخانه، الگوهای امواج و تکانه‌های عصبی، نمونه‌هایی از شکل‌های متشابه هستند (Lam & De Cola, 1993, Mandelbrot, 1967, Porter et al., 2001). بنابراین مفاهیم فرکتال در بسیاری از زمینه‌ها از فیزیک تا هنر استفاده می‌شود.

در معماری، کاربردهای متفاوتی از هندسه فرکتال وجود دارد (بویل، ۱۳۸۶). برخی معتقدند که اصول فرکتال در بسیاری از هنرها مانند شکل موزاییک، تزیینات کف و ... رعایت می‌شود (Joye, 2007)؛ هندسه فرکتال می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای یافتن ایده‌های جدید در مورد بناهای قدیمی و کلاسیک استفاده شود (Capo, 2004). در اینجا مهم نیست اثبات شود که این‌گونه از معماری واقعاً فرکتال است، بلکه فرکتال ابزاری برای ارائه تفسیر پیچیده‌تری از نظم معماری است (ibid.). یک روش تحلیلی شناخته شده که در آن هندسه فرکتال در تحلیل‌های بناهای معماری کاربرد دارد، استفاده از روش بُعد شمارش خانه است (بویل، ۱۳۸۶). در یک

پژوهش با این روش، نمونه‌هایی از معماری ارگانیک با معماری غیر ارگانیک مقایسه شد (Salingaros, 1999). در معماری ارگانیک رایت «زنجیره‌ای از جزئیات» در مقیاس‌های مختلف وجود دارد، در حالی که بُعد شمارش خانه در معماری لوکوربوزیه، به سمت ۱ کاهش می‌یابد. این نتایج نشان می‌دهد که معماری ارگانیک رایت خواستار استفاده از مصالح به گونه‌ای است که پیچیدگی و نظم طبیعت را به تصویر می‌کشد، اما معماری لوکوربوزیه به دنبال خلوص، کارایی و مفاهیم صنعتی است (بویل، ۱۳۸۶). بویل همچنین با مطالعه تعدادی از خانه‌های بومی در ترکیه و مقایسه بُعد فرکتال آن‌ها با طبیعت زمینه این بناها، نشان داد که بُعد فرکتال بالای آن‌ها نشان از ارتباط این بناها با زمینه طبیعی اطراف آن‌هاست (همان). در برخی پژوهش‌ها باغ ایرانی با کمک هندسه فرکتال مورد مطالعه قرار گرفته است (شرقی و همکاران، ۱۳۹۹، Agnès & Francisca, 2021). شرقی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که هندسه باغ ایرانی دارای ویژگی‌های فرکتالی مانند خودمتشابهی و تکرار هستند. البته این موضوع برای برخی تزیینات نما نیز بررسی شده است (شرقی و همکاران، ۱۳۹۹). در پژوهش دیگر نیز به الگوی چهارباغ توجه می‌شود و تکثیر این الگو در مقیاس‌های مختلف با کمک روش شمارش خانه ارزیابی شده و ارتباط سمبلیک آن در ارتباط با باغ اسلامی مورد بررسی قرار می‌گیرد (Agnès & Francisca, 2021). هر چند این پژوهش‌ها از فرکتال در تحلیل باغ ایرانی استفاده کرده‌اند، اتکای آن‌ها اغلب بر محوطه و هندسه باغ است و نگاه چندانی به کوشک و نوع ارتباط آن با باغ و طبیعت آن ندارد.

سؤال پژوهش

همان‌طور که قبلاً اشاره شد کوشک‌ها عنصر مهمی از باغ ایرانی محسوب می‌شوند و ارتباط نزدیکی با طبیعت و مناظر باغ دارند. بنابراین استفاده از هندسه فرکتال که مبنای آن طبیعت و ویژگی‌های طبیعی است می‌تواند ارتباط بین کوشک و زمینه را از نگاهی دیگر مورد بررسی قرار دهد. سؤال پژوهش از این قرار است: چگونه می‌توان نظام شکل‌گیری بدنه‌های کوشک‌های باغ فتح آباد را با کمک هندسه فرکتال تحلیل کرد؟ پاسخ به این سؤال



تصویر ۱. منحنی سرپینسکی نمایشی از هندسه فرکتال. مأخذ: بویل، ۱۳۸۶، ۲۷.

«کوشک دوم» نام دارد. حوض‌های باغ در تصویر ۳ مشخص شده است.

بعد شمارش خانه برای تحلیل نمای کوشک‌ها در سه مقیاس استفاده می‌شود: برای مقیاس اول و دوم با توجه به پژوهش قبلی (بویل، ۱۳۸۶)، اگر فاصله ناظر از ساختمان حدود ۲۲/۳ متر باشد، واحد اول خانه ۸ و متعاقباً اندازه‌های دیگر ۴، ۲ و ۱ متر خواهد بود. برای نمای داخلی بال‌ها فاصله حدود ۱۶/۸ متر و واحد خانه از ۶ متر شروع می‌شود. برای جزئیات (مقیاس سوم) مشابه پژوهش قبلی (همان) فاصله تقریباً ۱/۴ متر، اندازه هر خانه ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵ و ۰/۰۶۳ متر است.

- مقیاس اول

اولین مقیاس تحلیل، شامل نماهای دو کوشک می‌شود (تصویر ۵). برای محاسبه روی هر یک از نماها شبکه خانه با ابعاد هر واحد ۸ در ۸ متر قرار گرفت. در تصویر ۶ این محاسبه روی نمای جنوبی کوشک اصلی نشان داده شده است. تعداد خانه‌های بردارنده تصویر ۶، تا و تعداد خانه‌ها در ردیف پایین تا سه است (تصویر ۶). سپس ابعاد هر خانه نصف شد. در این وضعیت تعداد خانه‌های بردارنده تصویر، ۲۰ تا و تعداد آن‌ها در ردیف افقی شش تا است. براساس فرمول (۱) بعد فرکتال بین این دو وضعیت

جدول ۱. محدوده مقیاس‌ها نسبت به زاویه چشم و فاصله ناظر از ساختمان. مأخذ: بویل، ۱۳۸۶، ۱۳۷.

زاویه چشم	فاصله ناظر تا بنا				
	۵°	۱۰°	۲۰°	۴۰°	۸۰°
۲	۳"	۴"	۸"	۴/۱۴	۸/۲۴
۵	۵"	۱۰"	۸/۱۴	۵/۳۴	۷
۱۰	۱۰"	۸/۱۴	۵/۳۴	۷	۱/۱۴
۱۵	۳/۱۴	۷/۲۴	۴/۵۴	۷/۱۰۴	۴/۲۱۴
۲۰	۸/۱۴	۶/۳۴	۳/۷۴	۶/۱۴۴	۱/۲۹۴



تصویر ۲. نمای کوشک اصلی و بال‌های آن. مأخذ: آرشیو نگارندگان.

ویژگی‌هایی از کوشک‌ها را کشف می‌کند که در ارتباط با هندسه و منظر باغ است.

روش تحلیل

همان‌طور که اشاره شد بویل از بعد شمارش خانه برای اندازه‌گیری بعد فرکتالی بناهای معماری استفاده کرد. این روش توسط بسیاری از محققان برای تجزیه و تحلیل بناها از مقیاس شهر تا تزیینات استفاده شده است (Capo, 2004, Lorenz, 2002, Ostwald & Vaughan, 2008, Shen, 2002). در این روش، شبکه‌ای از خانه‌های مربعی روی تصویر قرار می‌گیرد. (1/S) تعداد خانه‌ها در طول شبکه است. تعداد خانه‌های حاوی تصویر (Ns) است. این روش را با تغییر (s) به اندازه‌های کوچکتر (نصف اندازه قبلی) تکرار می‌شود. سپس نمودار نسبت $\log(n(s))$ بر $\log(s/1)$ ترسیم می‌شود. شیب خط مستقیم که داده‌ها را به بهترین شکل نشان می‌دهد، تخمینی از واحد شمارش خانه (D) است (بویل، ۱۳۸۶):

$$D = \frac{\log(N(s2)) - \log(N(s1))}{\log(\frac{1}{s2}) - \log(\frac{1}{s1})} \quad (1)$$

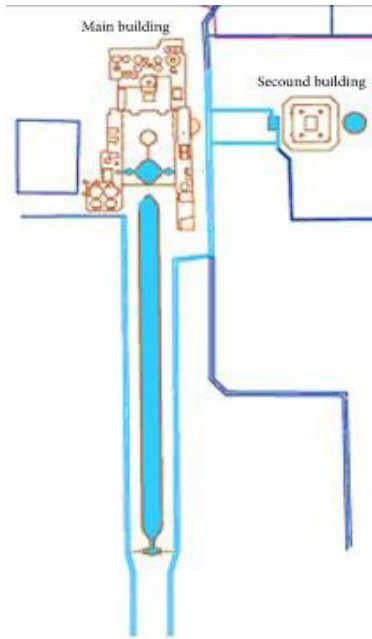
در این روش یک نکته مهم، اندازه خانه‌ها است. در این مورد ادراک بصری و محدوده فرکتال به هم مرتبط هستند. اندازه‌های واحد اندازه‌گیری که برای یک مکان ناظر معین معنا دارند را می‌توان با استفاده از معادله زیر تعیین کرد (همان):

$$(2) \text{ (اندازه واحد اندازه‌گیری)} = \tan(\text{angle}) * (\text{فاصله تا بنا})$$

در جدول ۱ بهترین زوایای چشم برای دیدن جزئیات و محدوده مناسب مقیاس برای فردی که نما را مشاهده می‌کند ارائه شده است. برای کل نما ۸۰ فوت و برای جزئیات ۵ فوت فاصله خواهد بود. هنگامی که اندازه جعبه برای مرحله بعدی انتخاب می‌شود اندازه آن بر دو تقسیم می‌شود و این روند سه تا چهار بار تکرار و دو تا سه بعد فرکتال تولید می‌شود. سپس با توجه به روش رگرسیون خطی، که کمترین فاصله را با نقاط دارد ترسیم می‌شود. شیب خط نشان‌دهنده میانگین بعد فرکتال است (همان). نتیجه محاسبه بعد فرکتال شامل اعداد غیر صحیح است که باید بین ۱ و ۲ باشد.

• تحلیل بعد فرکتال برای کوشک‌های باغ فتح آباد

باغ فتح آباد (تصاویر ۲-۵ و ۷) از باغ‌های تاریخی شهر کرمان است. زمان ساخت این باغ به حدود ۱۷۰ سال پیش در عصر قاجار برمی‌گردد (سلطان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). در باغ فتح آباد پوشش گیاهی خشک شده و بخش‌هایی از آن توسط کشاورزان تغییر عملکرد یافته است. فقط برخی از قسمت‌های حوض‌ها هنوز بدون تغییر باقی مانده است (تصویر ۲). دو کوشک در باغ وجود دارد (تصاویر ۳ و ۴). عمارت بزرگ‌تر دارای پلانی U شکل است و «کوشک اصلی» نامیده می‌شود. دیگری که کوچکتر است



تصویر ۳. چپ: پلان محوطه باغ فتح آباد، بالا راست: نمای جنوب کوشک اصلی. پایین راست: نمای باغ از نمای جنوبی. مأخذ: سلطانزاده و همکاران، ۱۳۹۳، ۵۷، ۱۶۱.

است، بنابراین حاوی نظم فرکتال نیست (بوئل، ۱۳۸۶). در خصوص کوشک دوم، نماهای موازی هم باهم مشابه هستند، بنابراین فقط نماهای غربی و جنوبی تحلیل شد. یافته‌ها نشان داد نمای غربی دارای ویژگی‌های فرکتالی بیشتر از نمای جنوبی است (جدول ۱).

- مقیاس دوم

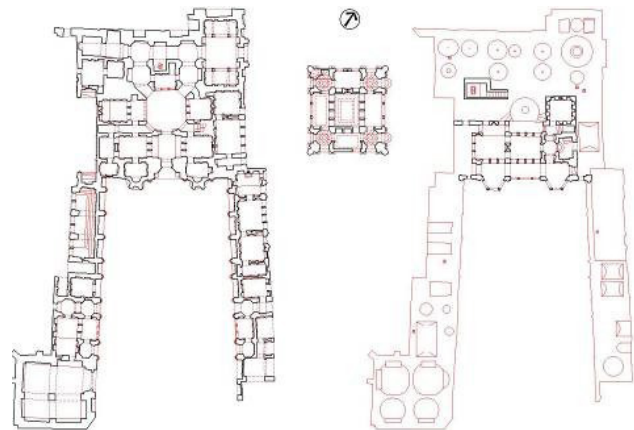
در این مرحله، نمای هر طبقه از کوشک اصلی به صورت جداگانه تحلیل می‌شود (تصویر ۷). نمای شمالی در این مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. در نمای شمالی فرم سقف طبقه همکف، نمای طبقه اول را می‌پوشاند (تصویر ۵) و مانعی برای طبقه اول است تا ناظر نتواند دید خوبی به مناظر باغ داشته باشد. در ابتدا طبقه همکف و اول نمای جنوبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. طبقه اول دارای بُعد فرکتال بالاتری است (جدول ۳). در خصوص نمای دو طبقه در سمت شرق، طبقه همکف بُعد فرکتالی بالاتری نسبت به طبقه اول دارد (جدول ۳). نمای غربی دو طبقه تقریباً بُعد فرکتالی یکسانی دارند.

- مقیاس سوم

سومین مقیاس مطالعه، تحلیل فرکتالی تزیینات است (جدول ۴). با در نظر گرفتن مقیاس اول و دوم، نمای جنوبی کوشک اصلی مهمترین نما است. در این مرحله تزیینات نمای جنوبی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. بُعد فرکتال سه قسمت مختلف تحلیل شد (تصویر ۸). تزیینات ورودی اصلی دارای بُعد فرکتالی بالاتر از سایرین است.

بحث

در این پژوهش، بدنه‌های دو کوشک باغ فتح آباد با کمک هندسه فرکتال مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور نماهای آن‌ها با



تصویر ۴. پلان کوشک‌های فتح آباد، چپ: طبقه همکف کوشک اصلی، وسط: پلان کوشک دوم، راست: طبقه اول کوشک اصلی. مأخذ: نگارندگان.

(اختلاف لگاریتم ۲۰ منهای ۶ بر لگاریتم ۶ منهای لگاریتم ۳) $1/73$ می‌شود. با ادامه این روند و کاهش اندازه خانه‌ها اعداد $1/76$ و $1/74$ نیز حاصل می‌شود. با توجه به رگرسیون خطی شیب مناسب با این نقاط (بُعد فرکتال میانگین) $1/731$ است. نتایج بُعد فرکتال همه نماها در جدول ۲ ارائه شده است. برای کوشک اصلی همه نماها دارای ویژگی فرکتالی هستند و نمای جنوبی دارای بالاترین بُعد فرکتال است. نماهای غربی و شرقی دارای بُعد فرکتالی کمتری هستند (جدول ۲).

در بررسی نماهای کوشک اصلی، نماهای داخلی آن نیز تحلیل شد. این‌ها نماهای دو بال و موازی با محور اصلی باغ و تقریباً مشابه هم هستند (تصویر ۳)، بنابراین یکی از آن‌ها (نمای غربی) مورد تحلیل قرار گرفت (جدول ۱). بُعد فراکتال $1/914$ کمتر از ۱

بازشناسی ارتباط کوشک با باغ ایرانی از منظر هندسه فرکتال ...



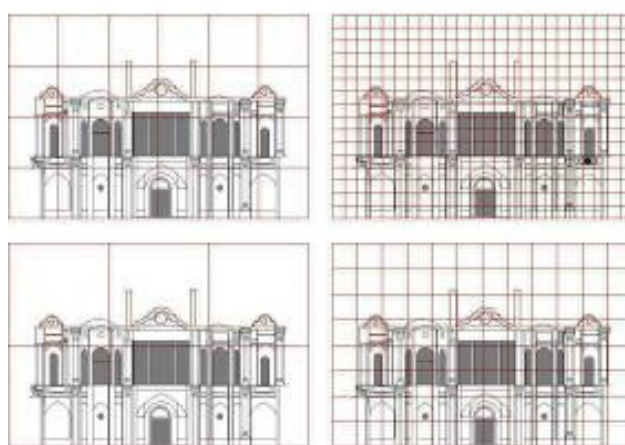
تصویر ۷. نماهای کوشک اصلی، ۱: نمای جنوبی، ۲: نمای غربی، ۳: نمای شرقی. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۵. نمای دو کوشک، ۱: نمای جنوبی کوشک دوم، ۲: نمای غربی کوشک دوم، ۳: نمای شمالی کوشک اصلی، ۴: نمای جنوبی کوشک اصلی، ۵: نمای غربی کوشک اصلی، ۶: نمای داخلی بال غربی، ۷: نمای شرقی کوشک اصلی. مأخذ: نگارندگان.

با باغ می‌تواند رابطه نزدیک‌تری داشته باشد. اما نماهای شرقی و غربی کوشک اصلی بُعد فرکتالی کمتری دارند بنابراین احتمالاً محوطه روبروی آن‌ها به اندازه حوض روبروی کوشک اصلی قابل توجه نبوده است. نمای شرقی، بُعد فرکتالی بالاتری نسبت به نمای غربی دارد که احتمالاً به دلیل اهمیت حوض بین دو کوشک است (تصویر ۳). در خصوص نماهای کوشک اصلی که موازی با حوض هستند اگرچه این نماها نزدیک حوض هستند و دارای عناصر مشابه سایر نماهای مربوط به کوشک اصلی هستند، ارتباط چندانی بین آن‌ها با باغ دیده نمی‌شود.

کوشک‌ها بناهای برونگرایی هستند و رابطه نزدیکی با محوطه باغ دارند (Laurie, 1975). معماری برونگرایی کوشک به هر کسی اجازه می‌دهد هنگام حضور در کوشک باغ را از نماهای مختلف ببیند (نعیم، ۱۳۹۳). نمای جنوبی و شرقی کوشک اصلی و نمای غربی و شرقی کوشک دوم دارای بُعد فرکتال بیشتری هستند. آن‌ها در انتهای محور قرار دارند. بنابراین استفاده کنندگان می‌توانند هندسه باغ را از طریق بازشوهای آن نماها ببینند. باید توجه داشت که بُعد فرکتال نتیجه دقیق تری نسبت به سطح بازشو ارائه می‌کند؛ چراکه در ضلع غربی مشابه شرقی، بازشوهای متعددی در هر طبقه وجود دارد. اما در روبروی این نما، محوری وجود ندارد. نتایج بُعد فرکتال این موضوع را نشان می‌دهد که نمای غربی نسبت به شرقی بُعد فرکتال کمتری دارد. اکنون با توجه به بُعد فرکتال دو نمای کوشک اصلی، رابطه کوشک با هندسه باغ و جهت محور باغ را می‌توان حدس زد. اولاً برای کوشک اصلی، نمای جنوبی بیشترین ارتباط را با باغ دارد، بنابراین احتمالاً اصلی‌ترین محور باغ در جلوی آن قرار دارد و از آنجایی که نمای شمالی بُعد فرکتال پایین‌تری دارد، محور به سمت شمال کوشک اصلی ادامه نمی‌یابد (تصویر ۹). در خصوص بالا بودن بُعد فرکتال نماهای شرقی و غربی کوشک دوم نسبت به نماهای شمالی و جنوبی، این



تصویر ۶. نمای جنوبی کوشک اصلی با شبکه‌های شمارش خانه روی آن. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۲. بُعد فرکتال نمای دو کوشک. مأخذ: نگارندگان.

نام بنا	نما	بُعد شمارش خانه
کوشک اصلی	نمای جنوبی	۱/۷۳۱
	نمای شمالی	۱/۷
	نمای شرقی	۱/۶۸۹
	نمای غربی	۱/۶۶۷
	داخلی نمای غربی(و شرقی)	۰/۹۱۴
کوشک دوم	نمای غربی	۱/۷۷۶
	نمای جنوبی	۱/۷۲۱

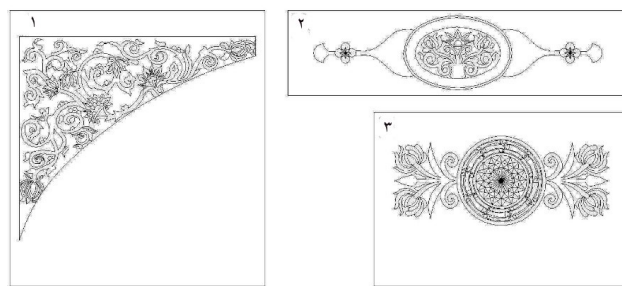
کمک روش شمارش خانه تحلیل شد. در مرحله اول بُعد فرکتال نماهای هر یک از دو کوشک به‌طور مجزا بررسی گردید. در خصوص کوشک اصلی، نمای جنوبی بالاترین بُعد فرکتالی را دارد و در انتهای حوض اصلی باغ قرار دارد (تصویر ۳). بنابراین این نما

جدول ۳. بعد فرکتال دو طبقه نماهای کوشک اصلی. مأخذ: نگارندگان.

نما	طبقه	بعد فرکتال
نمای جنوبی	همکف	۱/۶۶۴
	اول	۱/۷۷۷
نمای شرقی	همکف	۱/۸۰۴
	اول	۱/۶۸۵
نمای غربی	همکف	۱/۶۸۲
	اول	۱/۶۸۶

جدول ۴. بعد فرکتالی تزیینات. مأخذ: نگارندگان.

تزیینات	بعد فرکتال
تزیینات (۱): ورودی اصلی	۱/۷۲
تزیینات (۲)	۱/۶۱۸
تزیینات (۳)	۱/۵۸۱



تصویر ۸. تزیینات نمای جنوبی آلاچیق اصلی، ۱: تزیینات ورودی اصلی، ۲ و ۳: دو تزیینات نمای جنوبی. مأخذ: نگارندگان.

موضوع می‌تواند به دلیل حضور حوض‌ها باشد. بنابراین احتمالاً محور از غرب تا شرق کوشک دوم ادامه دارد (تصویر ۹).

در مقیاس دوم، نما به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شود و بعد فرکتال هر بخش به‌طور مجزا بررسی می‌شود. در واقع فرض بر این است که نظم فرکتالی می‌تواند در مقیاس‌های کوچک‌تر هم تکرار شود. براساس نتایج، طبقه اول نمای جنوبی (نسبت به همکف) ارتباط نزدیکتری با باغ دارد به خصوص برای ناظری که محور باغ و حوض را از طبقه دوم می‌بیند. اگر بعد فرکتال طبقه اول با جدول ۱ مقایسه شود، رابطه بین آن و نمای غربی و شرقی کوشک دوم مشخص می‌شود: هر سه، بعد فرکتالی تقریباً یکسانی دارند، به عبارت دیگر هر سه نما براساس تحلیل فرکتالی ارتباط مشابه با باغ و محورهای آن دارند. باید در نظر گرفت که برای کوشک اصلی محور طولانی‌تر است بنابراین از طبقه اول مشاهده می‌شود، اما برای کوشک دوم محور کوتاه‌تر است و از همکف می‌توان آن را تجربه کرد. از آنجایی که نمای شرقی کوشک اصلی در طبقه همکف دارای بعد فرکتالی بالاتری نسبت به طبقه اول

است، بنابراین برخلاف نمای جنوبی، در نمای شرقی، محور باغ اثر بیشتری بر طبقه همکف دارد، بنابراین در اینجا نیز محور دوم بر نمای طبقه همکف اثر بیشتری دارد. در خصوص نمای غربی کوشک اصلی، دو طبقه تقریباً بعد فرکتالی یکسانی دارند. این اعداد را می‌توان با سایر بعدهای فرکتال مقایسه کرد. آن‌ها شبیه نماهایی هستند که ارتباطی به محور ندارند. بنابراین این تحلیل نیز نشان می‌دهد که روبروی نماهای غربی هر چند مرتبط با محوطه باغ است، اما احتمالاً هیچ محوری در مقابل آن‌ها وجود نداشته است. تحلیل فرکتالی در مقیاس سوم مبتنی بر جزئیاتی است که ناظر از فاصله نزدیک درک می‌کند. با توجه به نتایج مقیاس اول و دوم، نمای جنوبی مهمترین نمای کوشک است در نتیجه تزیینات آن مورد تحلیل قرار گرفت. براساس نتایج، بعد فرکتالی تزیینات مربوط به ورودی از سایرین است. بنابراین هر چند در این نما براساس یافته‌های مقیاس قبلی، بعد فرکتال طبقه دوم بیشتر بود اما از جهت تزیینات، بخش ورودی در طبقه همکف بیشترین ارتباط با طبیعت باغ دارد. این موضوع نشان از پیچیدگی نوع ارتباط بین بخش‌های مختلف کوشک با طبیعت اطراف خود دارد. براساس تحلیل‌های انجام‌شده (مقیاس ۲ و ۳)، می‌توان قسمت‌هایی از نمای جنوبی را که بیشترین تأثیر از طبیعت مجاور خود گرفته‌اند را مشخص کرد (تصویر ۹). به‌طور خلاصه تحلیل‌های انجام‌شده در سه مقیاس به سؤال پژوهش پاسخ می‌دهد. خلاصه‌ای از یافته‌ها در جدول ۵ ارائه شده است.

خلاصه جدول ۵ در تصویر ۱۰ ارائه شده است. از جهت بعد فرکتال نماها و اجزای آن‌ها در پنج دسته قرار می‌گیرند که چهار دسته اول دارای بعد فرکتال بین ۱ و ۲ و یک دسته آخر زیر یک (نبود پیچیدگی فرکتالی) هستند. بالاترین بعد فرکتال به دلیل قرارگیری در راستای دید، محور آب است. برای سه دسته دیگر، بعد فرکتال پایین‌تری وجود دارد. قرارگیری دونمای شمالی کوشک‌ها در یک دسته نشان از ایده معمار در تشابه این دو کوشک در ارتباط با محوطه شمالی باغ است. در ضمن نمای طبقات کوشک اصلی با هم (همکف و اول غربی، همکف جنوبی و اول شرقی) دارای تشابه بعد فرکتالی هستند که می‌تواند مبین هماهنگی آن‌ها به لحاظ جزئیات و پیچیدگی باشد. در تصویر ۱۱ خلاصه عوامل مؤثر بر تغییر بعد فرکتال بر نماهای کوشک‌ها مشخص شده است. با این حال، در آن پژوهش‌ها توجه چندانی به کوشک و معماری آن نشده است. بنابراین پژوهش حاضر با تمرکز بر بنای کوشک در مقیاس‌های مختلف و نحوه ارتباط آن با باغ و هندسه آن، وجه دیگری از تأثیر طبیعت در طراحی باغ ایرانی را آشکار کرد.

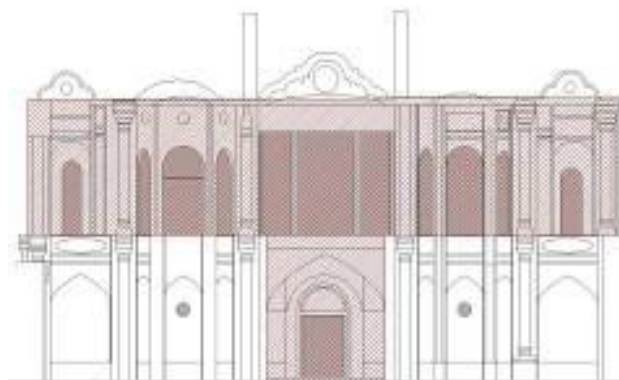
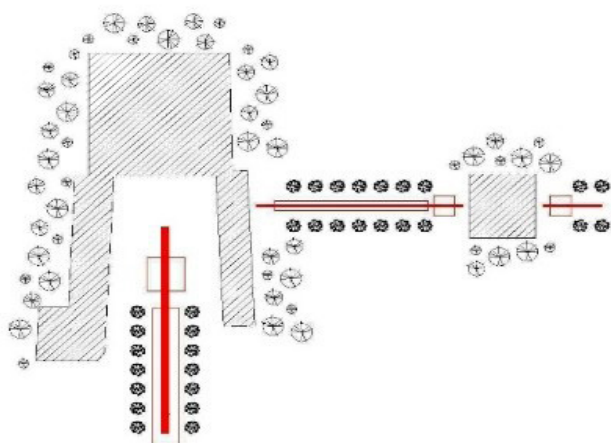
نتیجه‌گیری

در این پژوهش کوشک‌های باغ فتح آباد به کمک هندسه فرکتال بررسی شد تا ارتباط آن‌ها با باغ و عناصر طبیعی آن مورد کندوکاو قرار گیرد. تجزیه و تحلیل فرکتالی کوشک‌های فتح آباد ارتباط بین

بازشناسی ارتباط کوشک با باغ ایرانی از منظر هندسه فرکتال ...

نماها و بخش‌های مختلف آن‌ها با باغ و هندسه آن مشخص کرد. بر این اساس تأثیر باغ بر معماری کوشک از مقیاس کل تا جز بررسی شد. بُعد فرکتال نشان داد چگونه نماهایی که با عناصر متشابه بهم طراحی شده‌اند تأثیرات متفاوتی از زمینه طبیعی اطراف خود گرفته‌اند. از طرفی تشابه بُعد فرکتالی برخی از نماها که نشان از

هماهنگی بین آن‌هاست، بیان‌کننده ارزش‌هایی است که توسط این روش تحلیل آشکار شد. همچنین می‌توان جهت محورها را براساس بُعد فرکتال نماهای مختلف و یا بخش‌های مختلف نما حدس زد، که این موضوع می‌تواند در پژوهش‌های بعدی، جهت تحلیل بهتر هندسه باغ‌های تاریخی مورد استفاده قرار گیرد.



تصویر ۹. راست: نمای جنوبی کوشک اصلی، قسمت‌هایی با بُعد فرکتال بالا از هم جدا شده است. چپ: موقعیت محورهای احتمالی باغ براساس تحلیل فرکتال. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۵. جمع‌بندی یافته‌های بُعد فرکتال دو کوشک در ارتباط با باغ. مأخذ: نگارندگان.

نام بنا	تصویر مورد بررسی	یافته‌های بُعد فرکتال	توجیه تغییر بُعد فرکتال
کوشک اصلی (مقیاس اول)	نمای جنوبی	بالاترین بُعد فرکتال	این نما روبروی محور و حوض اصلی قرار دارد.
	نمای شمالی	بُعد فرکتالی کمتر نسبت به نمای جنوب	این نما رو به پشت باغ و محوطه آن دارد.
	نمای شرقی	بُعد فرکتالی کمتر از دو نمای شمالی و جنوبی	به کوشک دوم و حوض (فرعی) بین دو کوشک، دید دارد.
	نمای غربی	بُعد فرکتالی کمتر از دو نمای شمالی و جنوبی	محوطه مجاور این نما، بخش جانبی باغ است
کوشک دوم	نمای داخلی غربی	بُعد فرکتالی زیر یک (نداشتن ویژگی‌های طبیعی)	رو به حوض اصلی نیست و موازی حوض اصلی باغ است.
	نمای غربی (و شرقی)	بُعد فرکتالی بیشتر از دو نمای شمالی و جنوبی همین کوشک	جلوی هر نما یک حوض قرار دارد.
	نمای جنوبی (و شمالی)	بُعد فرکتالی کمتر از دو نمای شرقی و غربی	هر دو نما دید به پوشش گیاهی باغ دارد که اهمیت کمتری نسبت به حوض دارد
	طبقه همکف نمای جنوبی	بُعد فرکتالی کمتر نسبت به طبقه اول	این نما دید کمتری به حوض اصلی دارد.
کوشک اصلی (مقیاس دوم)	طبقه اول نمای جنوبی	بُعد فرکتالی بیشتر از طبقه همکف	دید بیشتر به حوض اصلی (بلندترین حوض باغ) دارد.
	طبقه همکف نمای شرقی	بُعد فرکتالی بیشتر از طبقه اول	دید بیشتری به حوض بین دو کوشک دارد.
	طبقه اول نمای شرقی	بُعد فرکتالی کمتر از طبقه همکف	دید کمتری به حوض بین دو کوشک دارد.
	طبقه همکف نمای غربی	تشابه بُعد فرکتالی با طبقه اول	مشابه طبقه اول دید به محوطه جانبی باغ دارد.
کوشک اصلی (مقیاس سوم)	طبقه اول نمای غربی	تشابه بُعد فرکتالی با طبقه همکف	مشابه طبقه همکف دید به محوطه جانبی باغ دارد.
	تزیینات ورودی	بُعد فرکتالی بیشتر نسبت به (۲ و ۳)	این بخش روبروی محور اصلی و حاکثر دید به آن است.
	تزیینات (۲)	بُعد فرکتالی کمتر نسبت به تزیینات ورودی	در راستای محور و حوض اصلی نیست.
	تزیینات (۳)	بُعد فرکتالی کمتر نسبت به تزیینات ورودی	در راستای محور و حوض اصلی نیست.



تصویر ۱۰. دسته‌بندی نماها براساس بُعد فرکتال (افزایش به سمت بالا و کاهش به سمت پایین). مأخذ: نگارندگان.

Persian architecture. University of Chicago press.

- Benoit, M. (1977). *Fractals: Form, chance and dimension*. San Francisco, Freeman.
- Caputo, D. (2004). The fractal nature of the architectural orders. *Nexus Network Journal*, 6, 30–40. <https://doi.org/10.1007/s00004-004-0004-9>
- Crowe, S., Haywood, S., Jellicoe, S., & Patterson, G. (1972). *The gardens of Mughul India: A history and a guide*. Thames and Hudson.
- Joye, Y. (2007). Fractal architecture could be good for you. *Nexus Network Journal*, 9, 311–320. <https://doi.org/10.1007/s00004-007-0045-y>
- Khansari, M., Moghtader, M. R. & Yavari, M. (1998). *The Persian garden: Echoes of paradise*. Mage Publishers.
- Lam, N. S. N. & De Cola, L. (1993). *Fractals in geography*. PTR Prentice Hall.
- Laurie, M. (1975). *An introduction to landscape architecture*. American Elsevier Publishing Company.
- Lorenz, W. E. (2002). *Fractals and fractal architecture*. Vienna University of Technology.
- Mandelbrot, B. (1967). How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. *Science*, 156(3775), 636–638. <https://doi.org/10.1126/science.156.3775.636>
- Ostwald, M. J., & Vaughan, J. (2008). Determining the fractal dimension of the architecture of Eileen Gray. *ANZAScA 2008*, 9–16. <https://nova.newcastle.edu.au/vital/access/services/Download/uon:4272/ATTACHMENT04>
- Porter, E., Gleick, J. & Russek, J. (2001). *Nature's chaos*. Viking.
- Salinger, N. A. (1999). Architecture, patterns, and mathematics. *Nexus Network Journal*, 1, 75–86. <https://doi.org/10.1007/s00004-998-0006-0>
- Shen, G. (2002). Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas. *International Journal of Geographical Information Science*, 16(5), 419–437. <https://doi.org/10.1080/13658810210137013>
- Wilber, D. N. (1994). *Persian gardens & garden pavilions*. Tuttle Publishing.



تصویر ۱۱. خلاصه عوامل مؤثر بر بُعد فرکتال نماها. مأخذ: نگارندگان.

فهرست منابع

- بویل، کارل. (۱۳۸۶). هندسه فرکتال در طراحی و معماری (ترجمه محمدعلی اشرف گنجوئی و حسین فلاح). چاپ اول. انتشارات دانشگاه شهیدباهنر کرمان.
- شرقی، علی، جمالی گندمانی، زهرا و عزیزمقدم، محمدامین. (۱۳۹۹). بازشناسی تطبیقی الگوهای هندسه ی فرکتال در معماری و منظر باغ ایرانی (نمونه موردی: باغ گلشن طبس). *باغ نظر*، ۱۷، (۸۵)، ۳۱–۴۴. <https://doi.org/10.22034/BAGH.2019.164706.3927>
- مسعودی، عباس. (۱۳۸۸). *بازشناسی باغ ایرانی - باغ سازده*. نشر فضا.
- نعیم، غلامرضا. (۱۳۹۳). *باغ‌های ایران: که ایران چو باغیست خرم بهار* (چاپ پنجم). انتشارات پیام.
- سلطان زاده، محمد؛ هاشمی نژاد، علیرضا؛ کشاورز، محسن؛ اشرف گنجوئی، محمدعلی و گلچین، حجت. (۱۳۹۳). *تاریخ و معماری باغ فتح آباد*. انتشارات دانشگاه شهیدباهنر کرمان.
- Agnès, P. & Francisca, L. M. (2021). The fractal dimension of Islamic and Persian four-folding gardens. *Humanities & Social Sciences Communications*, 8(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00766-1>.
- Ardalan, N. & Bakhtiar, L. (1973). *The sense of unity: The Sufi tradition in*

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

اشرف گنجوئی، محمدعلی و ایرانمنش، محمد. (۱۴۰۳). بازشناسی ارتباط کوشک با باغ ایرانی از منظر هندسه فرکتال (مطالعه موردی: کوشک‌های باغ فتح آباد کرمان). *منظر*، ۱۶، (۶۷)، ۶–۱۳.



DOI: 10.22034/MANZAR.2024.425783.2265
URL : https://www.manzar-sj.com/article_195725.html