

Evolution Course of Iranian Architectural Styles Based on the Theory of Salingrus: Characteristics of Living Architectural Structures

Ilgar Ardabilchi¹ 

1. Master of Architecture, Faculty of Architecture, Tabriz University of Islamic Art. e.ardabilchi@tabriziau.ac.ir

Article Info:

Article type:

Research Article

history:

Received:

2024/2/1

Received:

2024/4/8

Accepted:

2024/6/6

Published:

2024/8/5

Keywords:

development,
Iranian architecture,
Salingrus, living
structures.

Abstr**act**: A method for studying the historical development of architectural styles from a structuralist perspective involves examining them through theories that explore this category in relation to living structures. These theories are based on the assumption that the inherent qualities of living structures positively influence people's perceptions, providing a solid foundation for such studies. Consequently, investigating the history of architectural buildings in terms of their adaptability to concepts such as immortality, vitality, and human expectations of architecture becomes feasible. This approach also allows for a stylistic analysis of the evolution of architectural styles while focusing solely on the body and structure of the buildings, excluding other influencing factors. The theory of living structures, proposed by Salingrus in 2006, is one such framework that generalizes thermodynamic rules governing natural structures to architectural contexts through comparative studies. The purpose of the present study is to investigate the evolution of Iranian architectural styles based on Salingrus's theory, aiming to present an evolutionary history of buildings from the perspective of their "lives." For this analysis, samples were selected from Iranian monumental buildings recorded in the UNESCO World Heritage List and the Iranian National Heritage List. These monuments are regarded as exemplary representations of Iranian architecture. Using a structuralist approach and comparative methods, these samples were analyzed formally and structurally, allowing for the determination of their change and development over time. The study reveals that Iranian architectural styles, particularly the Khorasani, Razi, and Tehrani styles in the post-Islamic period, have experienced a decline in terms of life structure and development processes compared to other styles. This decline appears to be linked to the simplification of structural designs, and its rate is lower than the decline observed in the modern architectural era within the evolution of Western architecture.

Cite this article: Ardabilchi, I. (2024) Evolution Course of Iranian Architectural Styles Based on the Theory of Salingrus: Characteristics of Living Architectural Structures, *Architectural & Environmental Research* 2(2), 74-93. <https://doi.org/10.30470/jaer.2020.104750.1049>

© The Author(s).

Homepage: jaer.znu.ac.ir

Publisher: University of Zanjan





دانشگاه تبریز

سیر تکوین معماری ایران

مبتنی بر نظریه شاخصه‌های ساختارهای زنده معماری سالینگاروس

ایلقار اردبیلچی^۱ ID

۱. کارشناس ارشد معماری، دانشکده هنر اسلامی تبریز. e.ardabilchi@tabriziau.ac.ir

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۲

بازنگری: ۱۴۰۳/۱/۲۰

پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۱۷

انتشار: ۱۴۰۳/۵/۱۵

واژگان کلیدی:

سیر تکوین، معماری ایران، سالینگاروس، ساختارهای زنده

چکیده: یکی از روش‌های بررسی سیر تاریخی تکوین سبک‌های معماری از نگاه ساختارگرایانه، مطالعه آن‌ها بر مبنای نظریاتی است که این مقوله را در ارتباط با ساختارهای زنده واکاوی کرده‌اند. این نظریات، از آنجا که مبتنی بر فرض اثرگذاری مثبت کیفیت ذاتی ساختارهای زنده بر ادراک افراد شکل گرفته‌اند، بستر مناسبی برای این دست از مطالعات، نیز، فراهم می‌کنند. در این صورت، بررسی تاریخ بناهای معماری در چارچوب تطبیق‌پذیری ماهیت آن‌ها با مفاهیمی چون جاودانگی، حیات‌بخشی و تأمین انتظارات انسان از معماری، ممکن می‌شود. همچنین شرایط مناسبی برای سبک‌شناسی و بررسی سیر تحول سبک‌ها فارغ از همه عوامل مؤثر جزء کالبد و ساختار بنا فراهم می‌گردد. نظریه شاخصه‌های ساختارهای زنده توسط سالینگاروس (۲۰۰۶م) در زمره این نظریات است که بر مبنای مطالعات تطبیقی، قواعد ترمودینامیک حاکم بر ساختارهای طبیعی را به ساختارهای معماری تعمیم می‌دهد. براین اساس هدف پژوهش حاضر، بررسی سیر تکوین سبک‌های معماری ایرانی متکی بر نظریه سالینگاروس است تا بر مبنای آن سیر تاریخ تکوین آن را از این نقطه‌نظر میزان حیات‌آینه ارائه کند. بدین منظور از میان بناهای شاخص معماری ایران، نمونه‌هایی که در لیست میراث جهانی یونسکو و میراث فرهنگی ایران ثبت شده و مبتنی بر نظر هنرشناسان نمونه‌های مناسبی برای سبک‌های معماری ایران، گزینش شدند؛ بنابراین با رویکردی ساختارگرایانه و به روش مقایسه تطبیقی، این نمونه‌ها تحلیل شکلی و ساختاری شدند و بر مبنای داده‌ها به دست آمده، سیر تغییر و تکوین آن‌ها در زمان مشخص گردید. بررسی این سیر نشان می‌دهد که سبک‌های معماری ایران در دوره‌های؛ سبک خراسانی، اواسط سبک رازی و سبک تهرانی در دوره بعد از انقلاب اسلامی، از نظر ساختاری در میزان زندگی و سیر تکوین در قیاس با سیر تکاملی سایر سبک‌ها با افول همراه بوده‌اند. چنین به نظر می‌رسد که این افول، بیشتر به دلیل ساده‌گرایی در طرح ساختارهاست و میزان آن در قیاس با افول ایجاد شده در دوره معماری مدرن در سیر تکوین معماری کمتر است.

استناد: اردبیلچی، ایلچار (۱۴۰۳)، سیر تکوین معماری ایران مبتنی بر نظریه شاخصه‌های ساختارهای زنده معماری سالینگاروس، پژوهش‌های معماری و محیط، (۲۳)، ۷۵-۹۳. <https://doi.org/10.30470/jaer.2020.104750.1049>

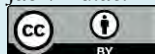
© نویسندگان .

ناشر: دانشگاه زنجان.

DOI: <https://doi.org/10.30470/jaer.2020.104750.1049>

Homepage:

jaer.znu.ac.ir



مقدمه

مطالعات ساختارگرایانه کریستوفر الکساندر که به صورت مدون در سال ۲۰۰۴م. در قالب نظریه‌ی سرشت نظم ارائه شد، نشان می‌دهد که ساختمان‌هایی که از منظر شکلی از اصولی تبعیت می‌کنند که بر ساختارهای زنده^۱ طبیعی یا غیرطبیعی، حاکم‌اند، در ادراک انسان‌ها زیبا و جاودانه تلقی می‌شوند. داده‌های گردآوری شده توسط الکساندر طی بیست سال (اکبری، ۱۳۹۱) نشان می‌دهد که با وجود نسبی بودن این برداشت، افراد در مورد زنده بودن این ساختارها توافق دارند؛ به بیان ساده‌تر اکثر افراد در ادراک شاخصه‌ی حیات در ابنیه با هم موافق‌اند هرچند که در میزان برخورداری از این شاخصه اختلافاتی نیز می‌تواند وجود داشته باشد. پس از این نظریه، انجام مطالعات مقایسه‌ای - تطبیقی میان ساختارهای زنده و ساختارهای معماری ادامه یافت تا منجر به ارائه‌ی راهکارهایی شود که به کمک آن‌ها بتوان کالبد ابنیه

را با تکیه بر برداشت افراد مورد تحلیل قرار داده، کاستی‌ها و اضافات ساختارهای معماری را رفع کرده و ارائه‌ای زیبا و جاودانه از آن‌ها داشت. براین اساس سالینگروس (۲۰۰۶م.) با مطالعه‌ی تطبیقی قوانین ترمودینامیک حاکم بر ساختارهای زنده با ساختارهای معماری نظریه‌ای را ارائه می‌دهد. این نظریه بر مبنای کمی‌سازی محتوای بصری و هندسی ابنیه شکل گرفته است. به بیان دیگر در این نظریه احساس و کیفیت ارزیابی شده‌ی انسان‌ها از ساختارهای معماری؛ که واجد کیفیت‌های شهودی و هنری هستند، به روش کمی و به کمک کمیت‌های علمی سنجیده می‌شود. هر چند این روش برای سنجش وضعیت درونی و غیرعینی، از بین رفتن مفاهیمی را همراه خواهد داشت، با این وجود روشی علمی است که در سنجش‌هایی که بر مبنای طیف لیکرت یا افتراق معنایی؛ به عنوان دو مقیاس برای سنجش برداشت افراد از محیط، نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. نظریه‌ی

۱. در این نظریه منظور از ساختارهای زنده، ساختارهایی است در آن‌ها تناسب میان نیروهای درونی به وضوح قابل رویت است و ادراک‌شان توسط افراد

منجر به تولید حس زندگی در آن‌ها می‌شود (الکساندر، ۲۰۰۴: ۲۵-۳۲).

روش تحقیق

پژوهش حاضر رویکردی کمی و ساختارگرایانه دارد؛ بنابراین به دلیل توجه به ساختار و کالبدی ابنیه ماهیتی تقلیل گرایانه نیز دارد. گردآوری داده‌ها مبتنی بر تحلیل‌های شکلی است که بر اساس مبانی نظری پژوهش امتیازدهی می‌شود. تحقیق نیز به صورت مقایسه‌ای - تطبیقی میان سبک‌های معماری ایران است.

باهدف انتخاب مناسب‌ترین ساختارهای معماری مربوط به هر سبک که در بررسی سیر تکوین کمک‌کننده باشند، از فهرست میراث ثبت شده در میراث جهانی یونسکو استفاده شد؛ چرا که این نحوه گزینش موجب می‌شود نمونه‌های انتخابی مبتنی بر معیارهای مدنظر این سازمان بوده^۱ برای سبک‌هایی

سالینگاروس مبنایی منسجم و ابزاری قدرتمند برای تحلیل ساختارهای معماری بر اساس ماهیت یا ذات طرح ارائه می‌دهد که به کمک آن می‌توان تاریخ معماری را از طریق کیفیت‌های ذاتی بنا نیز مورد مطالعه قرار داد؛ عنوانی که تاکنون مورد تدقیق و بررسی قرار نگرفته است.

بنابراین، پژوهش حاضر باتکیه بر این پرسش که تغییرات در حیات سبک‌های معماری ایران به چه میزان و چگونه است؟ بررسی تاریخ تکوین سبک‌های معماری ایران بر مبنای ماهیت طرح آن‌ها را مبنا قرار داده است. براین اساس، بناهای شاخص هر سبک معماری ایرانی از منظر ساختارگرایی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در ادامه به کمک مقایسه تطبیقی الگوی سیر تغییرات آن در بستر زمان ترسیم شود. این الگو در نهایت منجر به نمودار تکوین تاریخی معماری ایران می‌شود.

تاریخ بشر باشد، ۵) نمونه‌ای از ارتباط متقابل میان معماری و محیط باشد، ۶) همبستگی با رخدادهایی چون آداب و رسوم، ایده‌ها، باورها و رفتارهای هنری و ادبی داشته باشد، ۷) دارای اهمیت زیباشناختی باشد، ۸) نمونه‌ای از تاریخ زمین چون شیوه زندگی و ویژگی‌های روان‌شناسانه و ۹) اکولوژیکی و

۱. معیارهای این سازمان در سنجش شامل این موارد است که بنا: ۱) شاهکاری باشد که قدرت خلاقه‌ی انسان را نمایش دهد، تغییر، ۲) توسعه و تکمیل ارزش‌های انسانی را در بستر زمانی و محدودی فرهنگی نشان دهد، ۳) سندی یکتا یا حداقل قابل انتظار از یک فرهنگ باشد، ۴) نمونه‌ای از جنبه‌های معنایی در

که بنایی در ثبت میراث جهانی ندارند یا تعدادشان اندک است، از لیست بناهای ثبتی در میراث ملی استفاده شد. جهت‌گزینش نمونه آثار مربوط به زمان معاصر که عمر کافی برای ثبت در این دو لیست را ندارد، مبتنی بر میزان دریافت جوایز مسابقات معماری عمل شد.

ویژگی‌های ساختارهای مطلوب معماری بر مبنای قوانین ترمودینامیک

بررسی نظریات سالینگاروس صرف نظر از پژوهش‌های الکساندر امکان‌پذیر نیست؛ یافته‌های مطالعات الکساندر (۲۰۰۴م.) در اصل، بخش مهمی از مبانی نظری آرای سالینگاروس را شکل می‌دهند. این مطالعات منجر به ارائه پانزده ویژگی ساختارهای زنده از جمله ساختارهای معماری شده است که توسط سالینگاروس تلخیص شده و در قالب قوانین نظم ساختاری تدوین شد. این قوانین با رویکرد نسبتاً متفاوتی به مسئله نظم ساختاری شکل گرفته‌اند که پایه آن‌ها مبتنی بر نظامی است که باید میان عناصر

خرد مقیاس، بزرگ مقیاس و مقیاس ارتباط‌دهنده این دو؛ مقیاس میانه حاکم باشد تا حاصل کار منجر به ارائه ساختار معماری شود که جاودانه، حیات‌بخش و در نتیجه در برداشت افراد زیبا و مطلوب است. لازم به ذکر است که این قوانین ریشه در مطالعات بیولوژی، عصب‌شناسی، هندسه، ریاضیات، فیزیولوژی، روان‌شناسی و نظریه داده‌ها دارد (Hosey, 2012: 119).

آنچه پایه نظری نظریه سالینگاروس را شکل می‌دهد نیز تدقیق بیشتر بر این سه مقیاس است که در قیاس با قوانین حاکم بر ساختارهای زنده طبیعی باید چگونه عمل کنند تا در نهایت منجر به برداشت ذهنی مطلوب از معماری شوند؛ بنابراین در پی شناسایی عواملی است که در ادراک کیفیت ساختارهای معماری در سه مقیاس دخیل‌اند. این عوامل با تنظیم یک مدل ساده ریاضی بر اساس قوانین ترمودینامیک باعث سنجش و نظم‌دهی کیفیتی اصلی که انسجام هندسی یک

ساختار معماری را تعیین می کند، می شوند. این عوامل با تمرکز بر پانزده ویژگی ساختارهای زنده ارائه شده توسط الکساندر، دمای معماری؛ T ، هماهنگی؛ H و درهم تنیدگی؛ L, C هستند.

دمای معماری؛ T ، مفهومی است که به عنوان گریز از یک نواختی ارائه شده است. این مفهوم برای عناصر خرد مقیاس در ساختارها کاربرد دارد و در اصل سنجش میزان جزئیات و تضادهای موجود برخاسته از تمایزات را هدف قرار می دهد؛ بنابراین برای محاسبه آن، یک ساختار کلی باید بر "عوامل ذاتی چون خوانایی و تراکم تمایزات طرح، انحنا، خطوط و لبه ها و طیف های رنگی" (سالینگاروس، ۲۰۰۶: ۱۸۴) متمرکز شد که موجب گریز بنا از ایجاد حس یکنواختی در فرد می شود. بر اساس عوامل ذکر شده و مبتنی بر قوانین ترمودینامیک، دمای

معماری، حاصل جمع پنج عامل T_1 تا T_5 است.^۱ T_1 ؛ کثرت جزئیات قابل درک از فاصله یک بازو تا بنا را نشان می دهد. این فاصله در اصل درک جزئیات تا ابعاد یک میلی متر را مدنظر دارد.^۲ T_2 تراکم تمایزات بدون در نظرگیری الگوهای رنگی،^۳ T_3 انحنا، خطوط یا فرم ها، تعداد منحنی ها، T_4 کثرت طیف های رنگی و T_5 تعامل و تضاد بین طیف های رنگی را نشان می دهد. در نظریه سالینگاروس، برای هر یک از عوامل T_i مقادیری بین صفر تا ۲ (= خیلی کم، ۱ = کم و ۲ = زیاد) در نظر گرفته می شود؛^۴ بنابراین دمای معماری T مقداری معادل صفر تا ۱۰ خواهد داشت؛ هرچه این مقدار بیشتر باشد، ساختار معماری بیشتر با نیازهای عمیق و ذاتی نوع بشر هماهنگ است (همان: ۱۸۶). در میان این پنج عامل، مقدار T_5 که گونه ای از تضاد مطلوب را

$$2.T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

۱. لازم به ذکر است که همانند نظریه ی نظم الکساندر (۲۰۰۴م)، این نظریه نیز ادراک را مبتنی بر دید ناظر از ساختار معماری و محیط اطراف آن است. بنابراین پلان به سبب عدم درک توسط افراد مورد توجه قرار نخواهد گرفت (سالینگاروس؛ ۲۰۰۶: ۲۱۷).

۲. این مقدار در حالتی که ساختار هندسی به صورت مسطح و سیاه-سفید باشد، محاسبه می شود.
۳. دقت نظر سالینگاروس در کمی سازی سه بخشی (خیلی کم=۰، کم=۱ و زیاد=۲) مفاهیم کیفی مطرح در نظریه از میزان خطا و اعمال نظر شخصی تا حد قابل قبولی می کاهد.

مطرح می‌کند، نقش مهمی در نظریات الکساندر دارد. این عامل در اصل، بخشی از شاخصه تضاد؛ به عنوان یکی از پانزده ویژگی ساختارهای زنده، را پوشش می‌دهد.

هماهنگی معماری؛ عدم بی‌نظمی یا عدم تصادف؛ H ، معادل مفهوم فقدان آنتروپی در ساختارهای طبیعی است. "این مفهوم با ساماندهی بصری ارتباط دارد" (همان: ۱۸۹) که برای جلوگیری از بی‌نظمی، عناصر خرد مقیاس را ساماندهی می‌کند. هماهنگی معماری یک ویژگی از کل ساختار است که به هم‌بستگی میان بخش‌های گوناگون که در سطوح متمایز مقیاس هست، بستگی دارد. این مفهوم از پنج عامل تشکیل می‌شود^۱ که هر یک مقادیری تقریبی مابین صفر تا ۲ را خواهند داشت. بنابراین مقدار H عددی بین صفر تا ۱۰ خواهد بود؛ هرچه این مقدار به ۱۰ نزدیک‌تر باشد، طرح معماری از آشفتگی و بی‌نظمی کمتری برخوردار است. H_1 ؛ تقارن‌های انعکاسی در همه‌ی مقیاس‌ها، H_2 ؛ تقارن‌های

دورانی و انتقالی در همه‌ی مقیاس‌ها، H_3 ؛ میزان شباهت شکلی فرم‌های متمایز (خودمانایی)، H_4 ؛ میزان ارتباط هندسی داخلی و خارجی فرم‌ها به یکدیگر و H_5 ؛ میزان هماهنگی رنگ‌ها را می‌سنجد.

در میان پنج عامل مطرح، مقدار H_3 در ارتباط نزدیکی با شاخصه پژواک از میان پانزده ویژگی ساختارهای زنده الکساندر (۲۰۰۴م.) است. پژواک ناظر بر نشانه‌های فرمی و شکلی در میان عناصر سازنده‌ی ساختارهای زنده است که به موجب آن قابل دسته‌بندی در یک گروه هم‌خانواده می‌شوند (الکساندر، ۲۰۰۴: ۲۱۸).

سومین مفهوم مطرح در این نظریه درهم‌تنیدگی معماری است که در دو نوع قابل‌بررسی است. در نوع اول درهم‌تنیدگی سازمان‌نیافته؛ C ، مطرح می‌شود که از ارتباط میان دما و هماهنگی معماری قابل محاسبه است. این کمیت می‌تواند احساس افراد را از درهم‌تنیدگی ساختار پیش‌بینی کند. براین‌اساس کم‌بودن مقدار این کمیت به معنای

4. $H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

ساختار با این تعداد داده کمتر می شود
(Berlyne, 1971: 200, Hort et al. 2017: 314).
این کمیت به کمک رابطه $C=T(10-H)$
(H قابل محاسبه است. با فرض اینکه
مقادیر T و H بین صفر تا ۱۰ متغیر
خواهد بود، این کمیت عددی مابین صفر
تا ۱۰۰ است.

نوع دوم درهم تنیدگی؛ نوع
سازمان یافته آن است که سالینگاروس آن
را L یا زندگی ساختار معماری می داند.
مقدار زندگی معماری از طریق رابطه
 $L=TH$ قابل محاسبه است. از آنجا که
مقادیر T و H محدود به صفر تا ۱۰
هستند، این کمیت از مقدار صفر تا ۱۰۰
متغیر خواهد بود.

زندگی ساختار معماری، در اصل،
اشاره به نوعی انسجام فراتر از هم بستگی
دارد که یکی از مهم ترین مبانی در نظریه
سرشت نظم الکساندر نیز هست. این
کمیت "دقیقاً آن چیزی است که مردم
به عنوان زندگی یک ساختار زنده احساس
می کنند" (سالینگاروس، ۲۰۰۶).
براین اساس مبانی کار الکساندر در
استخراج شاخصه های ساختارهای

ملال آور بودن ساختار بر مبنای
درهم تنیدگی عناصر است. مقدار متوسط
برای C به معنای هیجان آور و مقدار بالای
آن به معنای ساختار نامنسجم خواهد بود.
بر همین اساس سالینگاروس همبستگی
سازمان یافته را "شاخص سنجش معکوس
میزان خسته کنندگی ساختمان" می داند
(سالینگاروس، ۲۰۰۶). مشابه چنین
استنتاجی را می توان در مطالعات دیگری
نیز مشاهده کرد. نمودار برلاین (۱۹۷۱م).
سطح سازگاری یک ساختار هنری را بر
مبنای داده های محرک آن نشان می دهد.
مطابق این نمودار با افزایش تعداد
محرک ها، سطح سازگاری فرد افزایش
می یابد تا به مقدار بهینه برسد. این جایگاه
مناسب ترین تعداد داده ها را برای
دست یابی به بهترین احساس در فرد که نه
سادگی و نه پیچیدگی؛ بلکه پیچیدگی
بهینه است، نشان می دهد. بعد از این بخش
از نمودار با افزایش تعداد داده ها، سطح
سازگاری کاهش می یابد؛ چرا که تعداد
داده ها به قدری زیاد است که ادراک آن
برای ذهن انسان امکان پذیر نیست؛
بنابراین سطح رضایت فرد نیز از این

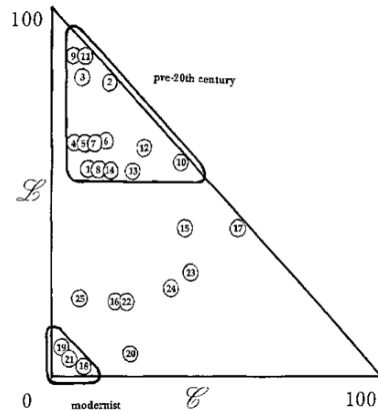
دست نمی‌آورد. بناهای معاصر نیز به نحوی متفاوت این شاخصه‌ها را در طرح خود دارند که به موجب آن امتیاز این دسته از ابنیه نیز بیشتر شود. همچنین هوسی اذعان می‌کند که "رابطه میان زیبایی‌شناسی و ترمودینامیک که توسط سالینگاروس برقرار شده، صحیح و دقیق است" (Hosey, 2012: 119).

سیر تکوین زندگی و درهم‌تنیدگی معماری

سالینگاروس بر مبنای محاسبه L و C در ۲۵ ساختار معماری مربوط به سبک‌ها و دوره‌های زمانی مختلف، نمودار تکوین سبک‌های معماری را برخاسته از رویکردی ساختارگرایانه و مبتنی بر شاخصه مطلوبیت در ادراک افراد ارائه می‌دهد (نمودار ۱).

در این نمودار محور عمودی مقدار زندگی در ساختار معماری را نشان می‌دهد و محور افقی نمایانگر کمیت درهم‌تنیدگی؛ C است. محاسبات در ارتباط با این دو کمیت نشان می‌دهد که بناهای مربوط به قبل از ۲۰ م.؛ بخش گوشه‌ی سمت راست-بالا، مقدار زندگی بالایی داشته و مقدار درهم‌تنیدگی

جاودانه همین احساس زندگی موجود در آنهاست که به موجب نسبی بودن میان



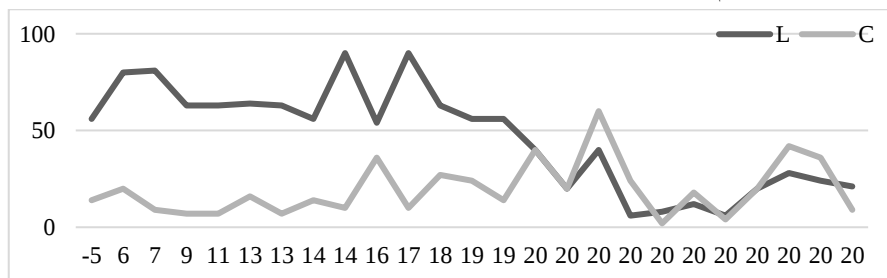
نمودار (۱): تکوین سبک‌های معماری مبتنی بر مقدار L و C
بیست و پنج ساختار معماری، منبع: سالینگاروس، ۲۰۰۶.

افراد، باعث شد که سالینگاروس در نظریه خود مقادیر نسبت داده‌شده به عامل‌ها را عددی تقریبی بداند. مفهوم زندگی ساختار معماری در ظاهر به ویژگی‌هایی اشاره می‌کند که در معماری سنتی بیشتر به چشم می‌آیند؛ پیش‌آمدگی بام، قوس‌ها، قرنیزها، ردیف طاق‌ها، طاقچه‌ها و طاق‌نماها جزء عواملی هستند که در محاسبه مفاهیم این نظریه تأثیری غیرقابل‌انکار دارد. با این وجود مطالعه هوسی (۲۰۱۲ م.) نشان می‌دهد با وجود اثرگذاری این ویژگی‌ها بر محاسبه این مفاهیم، تنها بناهای سنتی امتیازهای بالا به

مربوط به سبک مدرن، دچار تغییرات شده و دیگر مسیر تکاملی خود را برای ارائه‌ی ساختارهای مطلوب ادامه نداده‌است.

چنین به نظر می‌رسد که نمودار بالا به دلیل اتکا بر مقادیر زندگی و درهم‌تنیدگی داده‌ی کافی، به‌ویژه زمانی که بحث بر سر سیر تکوین است، ارائه نمی‌دهد؛ بنابراین نمودار ۲ مبتنی بر سه متغیر زمان، زندگی و درهم‌تنیدگی سازمان‌نیافته تدوین شد. این نمودار بر مبنای محاسبات سالینگاروس از ۲۵ ساختار معماری است که پایه‌ی ترسیم نمودار ۲ قرار گرفته‌اند. در این نمودار محور پررنگ‌تر مقادیر L و محور کم‌رنگ‌تر مقادیر C را نمایش می‌دهد. محور افقی نیز محور زمان است که از قرن پنجم پیش از میلاد تا قرن ۲۰م. درجه‌بندی شده‌است.

سازمان‌نیافته‌ی آن‌ها بسیار بالا نیست. بنابراین این ابنیه برخاسته از اهداف معماران در راستای تأمین نیازها و انگیزه‌های نوع بشر بودند. این درحالی است که به مرور زمان و به تعبیر سالینگاروس با افزایش تمایل معماران برای ارائه‌ی تجارب جدید از معماری و ابداعات نو در این حوزه؛ که بعد از انقلاب صنعتی؛ ۱۸م، بیشتر به چشم می‌خورد، ساختارهای ارائه شده، سطح زندگی و درهم‌تنیدگی کمتری دارند. به این دلیل معماری مدرن به‌عنوان غالب‌ترین سبک با این رویکرد در گوشه‌ی راست-پایین نمودار تمرکز بیشتری دارد. هرچند که سایر ساختارهای معماری مربوط به این سبک و دوره‌های بعدی در سایر جهات نیز پراکنده شده‌اند. این، به این دلیل است که سالینگاروس معتقد است سیر تکوین معماری به‌ویژه بعد از سده‌ی ۲۰م. به بعد؛ دوره‌ی زمانی



نمودار (۲): سیر تکوین سبک‌های معماری با تکیه بر سه متغیر زمان، زندگی و درهم‌تنیدگی سازمان‌یافته، مبتنی بر نمودار ۱، منبع: نگارنده.

هستند: دو بنای تخت جمشید و زیگورات چغازنبیل از سبک پارسی، طاق کسری و کاخ سروستان از سبک پارتی، مسجد جامع فهرج و تاریخانه‌ی دامغان از سبک خراسانی، گنبد قابوس و گنبد سرخ مراغه از سبک رازی، گنبد سلطانیه و مسجد کبود از سبک آذری، کوشک

هشت‌بهشت و مسجد شیخ لطف‌الله از سبک اصفهانی و چهار بنای شمس‌العماره، تئاتر شهر، پردیس ملت و پروژه‌ی حضور در هرمز؛ مرکز فرهنگی رونگ برای مورد پژوهشی انتخاب شدند. جدول ۱ تمامی این بناها را به تفکیک تاریخ و کمیت‌های مطرح شده در

این نمودار اطلاعات بیشتر در قیاس با نمودار شماره ۱ ارائه می‌دهد؛ بنابراین سیر تکوین سبک‌های معماری را بهتر نشان می‌دهد. در نتیجه مبنای بهتری برای بررسی روند تغییر و تحول سبک‌های معماری مبتنی بر نظریه‌ی سالی‌نگاروس را در اختیار قرار می‌دهد.

مورد پژوهی

سبک‌های معماری ایران به ترتیب زمان، سبک‌های پارسی (حدوداً قرن ۷ تا ۷ ق.م.)^۱ سبک پارتی (حدوداً قرن ۳ ق.م. تا قرن ۶ م.)، سبک خراسانی (حدوداً قرن ۱ تا ۴ ه.)، سبک رازی (حدوداً قرن ۳ تا ۶ ه.)، سبک آذری (حدوداً قرن ۸ تا ۹ ه.)، سبک اصفهانی (حدوداً قرن ۱۱ تا ۱۳ ه.) و سبک تهرانی (حدوداً قرن ۱۳ تا کنون) هستند (پیرنیا، ۱۳۹۱). نمونه‌های موردی گزینش شده برای مورد پژوهشی با رجوع به ابنیه ثبت میراث جهانی یونسکو و لیست ابنیه ثبت میراث ملی به این شرح



تصویر (۲): نمایرات و تراکم اندک در جزئیات، استفاده اندک از خطوط منحنی در طرح بنا، منبع: www.destription.com.

۱. تعیین دقیق زمان شروع و پایان یک سبک معماری کاری علمی نبوده و عملاً امکان‌پذیر نیست. به همین دلیل از واژه‌ی "حدوداً" استفاده شده‌است.

نظریه‌ی سالینگاروس ارائه می‌دهد. لازم به ذکر است که این ارزیابی‌ها مبتنی بر وضعیت فعلی ابنیه است و شرایط آن‌ها در گذشته مدنظر قرار داده نشده است.

به عنوان مثال، در محاسبه مقادیر دمای معماری در چغازنبیل چنین عمل شد که مقدار T_1 (کثرت جزئیات قابل درک از فاصله یک بازو تا بنا؛ جزئیات تا ابعاد یک میلی‌متر) بسیار کم ($=0$) است، چراکه این بنا در وضعیت فعلی جزئیات اندکی دارد (تصویر ۱). مقدار T_2 (تراکم تمایزات بدون در نظرگیری الگوهای رنگی) در این بنا نیز



تصویر (۱): جزئیات قابل درک در فاصله یک بازو

از بنا، منبع: www.travelingoiran.com

بسیار اندک ($=0$) است؛ چراکه در بررسی بنا در حالت مسطح و سیاه-سفید، به دلیل جزئیات اندک، تمایزات و تراکم آن‌ها، نیز، کم است (تصویر ۲). به علاوه مقدار

T_3 (انحنای خطوط یا فرم‌ها، تعداد منحنی‌ها) در چغازنبیل بسیار کم است چون در طرح این بنا خطوط منحنی مورد استفاده اندک بوده است (تصویر ۲).

مقدار T_4 (کثرت طیف‌های رنگی) در این بنا، نیز، هم بسیار کم است؛ چراکه در چغازنبیل، مواجه با رنگ ممکن نیست. مقدار T_5 (تعامل و تضاد بین طیف‌های رنگی) نیز زیاد است؛ چرا که استفاده از مصالح در طیف رنگی خاکی در تعامل با یکدیگر است (تصویر ۳). بنابراین دمای معماری برای این بنا برابر ۲ است.

در سنجش هماهنگی در بنای چغازنبیل، نیز، H_1 (تقارن‌های انعکاسی در همه‌ی مقیاس‌ها) زیاد ($=2$) است؛ چراکه در این بنا، این نوع از تقارن در هر سه مقیاس بزرگ، متوسط و خرد قابل رویت است. مقدار H_2 (تقارن‌های دورانی و انتقالی در همه‌ی مقیاس‌ها) کم ($=1$) است؛ در چغازنبیل تقارن انتقالی در بخش‌های مختلف بنا چون پیش‌آمدگی و فرورفتگی‌های نما وجود دارد درحالی که تقارن دورانی در طرح این بنا مورد استفاده قرار نگرفته است (تصویر ۴).



تصویر (۴): تقارن انتقالی و انعکاسی در طرح نمای چغازنبیل، منبع: www.parvazearameabi.com



تصویر (۳): طیف رنگی خاکی حاکم بر بنا و تعامل، منبع: www.destription.com

بحث

مطابق جدول ۱ دمای معماری برای ساختارهای شاخص سبک‌های معماری ایرانی از مقدار ۲ تا ۱۰ متغیر است و این نشان می‌دهد که توجه به جزئیات و تضاد برخاسته از تمایزات در دوره‌ی زمانی ۱۳ سال پ.م. تا امروز همواره دچار تغییرات بوده است. ساختارهای گنبد سرخ، سلطانیه، مسجد کبود، مسجد شیخ لطف‌الله، کوشک هشت‌بهشت، شمس‌العماره به ترتیب بیشترین مقدار دمای معماری را در میان ساختارهای بررسی شده دارند. این درحالی است که کمیت هماهنگی که در بازه‌ی کوچک‌تر ۷ تا ۱۰ تغییر می‌کند؛ بنابراین می‌توان اذعان کرد که هماهنگی معماری مفهومی

مقدار H3 (میزان شباهت شکلی فرم‌های متمایز) و مقدار H4 (میزان ارتباط هندسی داخلی و خارجی فرم‌ها به یکدیگر) زیاد (=۲) است؛ چراکه در طرح چغازنبیل مبنای فرم‌های متمایز، اشکال چهارگوش است. مقدار H5 (میزان هماهنگی رنگ‌ها) نیز در چغازنبیل زیاد (=۲) است؛ چراکه رنگ‌های این بنا همه جزء طیف‌های رنگ خاکی است (تصویر ۳). بر این اساس مقدار هماهنگی این بنا برابر ۹ است که در ارتباط با مقدار زندگی (=۰)، مقادیر زندگی و درهم‌تنیدگی برابر با ۱۸ و ۲ می‌شوند. در صورتی که داده‌های جدول ۱ را در نمودار دو متغیره‌ی درهم‌تنیدگی و زندگی، رسم شود؛ نمودار ۳ و ۴ حاصل می‌شود.

است که همواره در طرح‌های معماری مدنظر قرار داده می‌شود. با این وجود پردیس ملت و مجتمع فرهنگی رونگ؛ معاصرترین ساختارها در میان نمونه‌های موردی، کمترین مقدار هماهنگی را دارد؛ چراکه در این ساختارها تقارن‌های دورانی و انتقالی در حد بسیار کم مدنظر بوده است. نمودار ۳ نشان می‌دهد که ساختارهای مربوط به سبک آذری و اصفهانی به ترتیب بیشترین سطح زندگی را دارند. این خود نتیجه‌ی امتیاز بالای دمای معماری و هماهنگی آن‌هاست. کم‌ترین سطح زندگی نیز به ترتیب برای ساختارهای مرکز فرهنگی رونگ، کاخ سروستان، پردیس ملت، مسجد فهرج و گنبد قابوس است؛ چراکه این ابنیه با دارا بودن سطوح تکرنگ و جزئیات کم، دمای معماری اندکی دارند. این نشان می‌دهد که برخی بناهای سنتی نیز گاهی به ساده‌گرایی گرایش دارند. به ویژه ابنیه‌ای که در سبک خراسانی و قرون اولیه‌ی اسلام در معماری ایرانی ساخته شده‌اند. کمیت C که درهم‌تنیدگی سازمان‌نیافته را نشان می‌دهد در

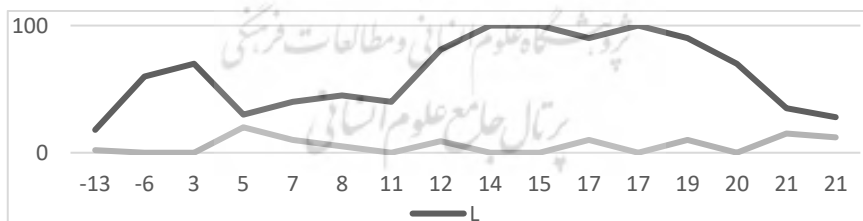
ساختارهای بررسی شده در بازه ۰ تا ۲۰ است؛ این خود نشان می‌دهد که با فرض حداقل و حداکثر بازه‌ی ممکن؛ صفر تا ۱۰۰ برای این کمیت، ساختارهای مدنظر از درهم‌تنیدگی سازمان‌نیافته‌ی کمتری برخوردارند. بنابراین می‌توان اذعان کرد که این ساختارها بیشتر ترکیب‌هایی سازمان‌یافته و منسجم هستند بنابراین در حد فاصل ملال‌آور تا هیجان‌آور تجربه می‌شوند. در این میان ساختارهای تخت جمشید، طاق کسری، گنبد قابوس، سلطانیه، مسجد کبود، کوشک هشت بهشت و تئاتر شهر کمترین مقدار انسجام‌نیافتگی را در طرح خود دارند. کاخ سروستان، پردیس ملت و مرکز فرهنگی رونگ بیشترین امتیاز را در این کمیت دارند که نشان می‌دهد این ابنیه در قیاس با سایرین درهم‌تنیدگی سازمان‌نیافته‌ی بیشتری دارند؛ یعنی ملال‌آور درک می‌شود. مبتنی بر نمودار ۴ می‌توان اذعان کرد که تمرکز ساختارهای مربوط به سبک‌های آذری، اصفهانی و تهرانی (پیش از معماری دوره بعد از انقلاب اسلامی) در بخش مربوط به

بالاترین سطح زندگی و سطح بهینه‌ی
درهم‌تندگی سازمان‌نیافته؛ مثلث بالا-

جدول (۱): مقادیر کمیت‌های دما، هماهنگی، زندگی معماری و درهم‌تندگی در ساختارهای معماری گزینش شده،

منبع: نگارنده

سبک معماری	ردیف	ساختار معماری	دما (م.ق)	دما (م.ق)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	C	زندگی
پارسی	۱	چغازنبیل	۱۳.۴۰ م.ق	۲	۰	۰	۰	۰	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۱۸
	۲		۶.۰ م.ق	۶	۲	۲	۰	۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۶۰
پارتی	۳	طاق کسری	۳.۰ م.ق	۷	۱	۲	۲	۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۷۰
	۴	کاخ سروستان	۵.۰ م.ق	۵	۰	۱	۲	۰	۲	۰	۰	۲	۲	۲	۲۰	۳۰
اسلامی	۵	مسجد فخر	۷.۰ م.ق	۵	۰	۱	۲	۰	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۱۰	۴۰
	۶	تاریخانه دامغان	۸.۰ م.ق	۵	۰	۱	۲	۰	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۵	۴۵
رازی	۷	گنبد قابوس	۱۱.۰ م.ق	۴	۰	۱	۰	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۴۰
	۸	گنبد سرخ	۱۲.۰ م.ق	۹	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۹	۸۱
آذری	۹	سلطانیه	۱۴.۰ م.ق	۱۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۱۰۰
	۱۰	مسجد کبود	۱۵.۰ م.ق	۱۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۱۰۰
اصفهان	۱۱	مسجد شیخ	۰ م.ق	۱۰	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۱۰	۹۰
	۱۲	کوشک ۸ بهشت	۱۷.۰ م.ق	۱۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۱۰۰
تهران	۱۳		۰ م.ق	۱۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۱۰	۹۰
	۱۴	تئاتر شهر	۲۰.۰ م.ق	۷	۲	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۷۰
	۱۵	پردیس ملت	۲۱.۰ م.ق	۵	۱	۱	۱	۰	۲	۱	۰	۲	۲	۲	۱۵	۳۵
	۱۶	مرکز فرهنگی رونگ	۲۱.۰ م.ق	۴	۰	۰	۰	۰	۲	۲	۰	۲	۱	۲	۱۲	۲۸



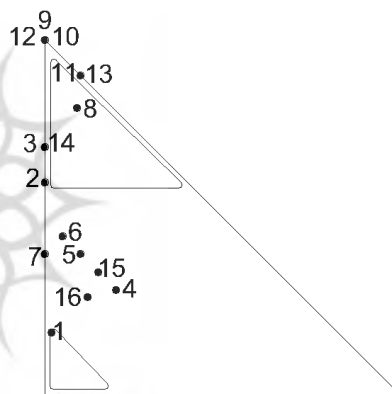
نمودار (۳): سیر تکوین سبک‌های معماری ایرانی مبتنی بر کمیت‌های زندگی و درهم‌تندگی سازمان‌نیافته، منبع: نگارنده.

البته معماری این دوره هر چند در قیاس با سایر سبک‌ها دچار افول شده است؛ ولی باوجود این افول، همچنان، مقدار زندگی و درهم‌تندگی سازمان‌نیافته نمونه‌های

این دوره در حد قابل قبول است. این در حالی است که برخلاف نمودار ۲ در نظریه‌ی سالینگاروس، کمترین سطح زندگی و درهم‌تندگی سازمان‌نیافته در

سیر تکوین سبک‌های معماری غرب، مربوط به سبک مدرن است. هرچند که ادعای او مبتنی بر کاهش سطح زندگی در ساختارهای معاصر مبتنی بر این نمودار نیز قابل تایید است؛ چراکه هرچه به ساختارهای معاصر نزدیک می‌شویم از مقادیر این کمیت‌ها کاسته می‌شود.

نمودار (۴): تکوین سبک‌های معماری مبتنی بر مقدار L و C برای ساختارهای مربوط به سبک‌های معماری ایرانی، منبع:



نگارنده.

لازم به ذکر است که با این وجود این کاهش تا مقادیر بسیار اندک ادامه نداشته است؛ چنین به نظر می‌رسد که دلیل آن برخاسته از وجود نوعی گذشته‌نگری و بوم‌گرایی در آثار معماری مربوط به سبک تهرانی بعد از انقلاب اسلامی است که به موجب آن، تبعیت از اصول معماری

مدرن مطابق آنچه در غرب رخ داده‌است، برای این ساختارها به طور تمام‌وکمال نیست.

نتیجه‌گیری

این پژوهش بر مبنای رویکردی ساختارگرایانه و باتکیه بر نظریه سالینگاروس مبتنی بر تبعیت ساختارهای معماری مطلوب از قوانین ترمودینامیک حاکم بر ساختارهای زنده انجام شده است تا سیر تکوین معماری ایران را از آغاز تاکنون مورد واکاوی قرار دهد؛ بنابراین ابنیه شاخص در سبک‌های معماری ایرانی مبتنی بر کمیت‌های ریشه‌دار در قوانین ترمودینامیک حاکم بر ساختارهای زنده؛ دمای معماری، هماهنگی، درهم‌تنیدگی و شاخصه زندگی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی (ر. ک. به جدول ۱) نشان می‌دهد که شاخصه زندگی در نیمی از ساختارهای معماری مدنظر از ۶۰ بیشتر است. تدقیق بیشتر بر این موضوع نشان می‌دهد که از سبک پارسی تا اوایل سبک پارتی این شاخصه سیر تکاملی داشته است؛ ولی در برهه مربوط سبک خراسانی تا اواسط سبک رازی به دلیل گرایش به ساده‌سازی ابنیه به‌ویژه مساجد برخاسته از تعالیم دین اسلام و مبنای قرار گرفتن مسجد نبی در مدینه، پایین‌ترین سطح زندگی در معماری تاریخی ایران وجود دارد. در ادامه این کاهش،

پ.م). تا اوایل سبک تهرانی (حدوداً تا اواسط قرن ۲۰ م). به استثنای ساختارهای مربوط به سبک خراسانی و ابتدای سبک رازی؛ آن هم به موجب گرایش به ساده‌سازی، سیر تکاملی داشته‌است. به همین سبب مقادیر مربوط به دمای معماری، هماهنگی و زندگی ساختارهای شاخص این برهه‌ی زمانی، در اکثر موارد، رو به افزایش است. این درحالی است که ساختارهای معماری مربوط به سبک تهرانی از اواسط قرن ۲۰ م. تاکنون به سبب گرایش به حذف جزئیات و شکستن تقارن امتیاز کمی در چهار کمیت مطرح در نظریه‌ی سالینگاروس دارند. با این وجود مقدار افول در سیر تکوین معماری ایران در قیاس با معماری غرب بسیار اندکی است؛ چراکه توجه به معماری گذشته‌ی ایران، الهام گرفتن از آن‌ها برای طرح‌های جدید به ویژه بناهای شاخص و بوم گرایی همواره مدنظر معماران معاصر بوده است.

به‌مرور زمان سبک‌های معماری در سیر تکمیلی خود قرار می‌گیرند؛ به‌نحوی که با گذر زمان ساختارهای معماری با مقادیر بالایی از کمیت زندگی ساخته می‌شود. این سیر تکاملی به طور تقریبی تا سبک تهرانی پیش از انقلاب اسلامی ادامه پیدا می‌کند؛ به‌نحوی که ساختارهای مربوط به سبک آذری، اصفهانی و اوایل سبک تهرانی بیشترین امتیاز را در کمیت زندگی دارند. این در حالی است که از نیمه دوم قاجار تاکنون ساختارهای معماری از منظر این کمیت در سیر نزولی قرار می‌گیرند و رفته‌رفته از مقادیر منسوب به زندگی این ابنیه کاسته می‌شود؛ دلیل اصلی برای چنین تغییری تمایل به ساده‌سازی است که به‌موجب آن کاهش تنوع طیف‌های رنگی، حذف جزئیات، تبعیت کمتر از قوانین تقارن و خودمانایی را به همراه داشته است.

بنابراین، سیر تکوین سبک‌های معماری ایرانی از سبک پارسی (حدوداً از تاریخ ۵۰

ملاحظات اخلاقی:

حامی مالی: این پژوهش هیچ کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی دریافت نکرده است.

تعارض منافع: طبق اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

برگرفته از پایان نامه/ رساله: این مقاله مستخرج از رساله/ پایان نامه نمی باشد.

منابع

- اکبری، علی (۱۳۹۰). سرشت نظم. کتاب ماه هنر. شماره ۱۵۹، ۸۲-۸۵.
- اکبری، علی (۱۳۹۲). از زبان ریاضیات تا ساختارگرایی در معماری؛ بررسی تحولات در آرای سه دهه کریستوفر الکساندر با مروری بر آثار وی. کتاب ماه هنر. شماره ۱۷۹: ۱-۳.
- پیرنیا، محمد کریم (۱۳۹۱). سبک‌شناسی معماری ایرانی. تدوین و گردآوری: غلامحسین معماریان، تهران: نشر سروش دانش.
- پیرنیا، محمد کریم (۱۳۹۲). آشنایی با معماری اسلامی ایران. تدوین و گردآوری: غلامحسین معماریان، تهران: سروش دانش.
- رحمانی، مهسا و امین، نادرثاد (۱۳۹۲). بازشناسی توانایی احساس برای خلق یک معماری زنده با استناد به آرای کریستوفر الکساندر. صفه، شماره ۶۲، ۴۶-۳۷.
- سالینگاروس، نیکولاس ای (۱۳۸۹). یک نظریه معماری. مترجم: سعید زرین مهر و زهیر متکی، تهران: مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- سیروس صبری، رضا و اکبری، علی (۱۳۹۲). مفهوم نظم. کریستوفر الکساندر و علم جدید، صفه، شماره ۶۱، ۴۱-۳۱.
- مهاجری، ناهید و قمی، شیوا (۱۳۸۷). رویکردی تحلیلی بر نظریه‌های طراحی کریستوفر الکساندر از یادداشت‌های بر ترکیب فرم و زبان الگو تا مفاهیم جدیدی از نظریه‌ی پیچیدگی. هویت شهر، دوره ۲، شماره ۲، ۵۶-۴۵.
- نقره‌کار، عبدالحمید، حمزه نژاد، مهدی و فروزنده، آيسان (۱۳۸۸). راز جاودانگی آثار معماری (تحلیلی بر نگرش نوگرا و فرانوگرا و رویکردهای فراگیرتر). باغ نظر، سال ششم، شماره ۱۲، ۴۴-۳۱.
- Alexander, Christopher (1977), A pattern language, New York: oxford university press.
- Alexander, Christopher (1964), Notes on the synthesis of form, Cambridge & Massachusetts: Harvard University press.
- Alexander, Christopher (2004), the nature of order: an essay on the art of building and the nature of universe,

- architecture from a termodinamic analogy, physics essays, volume 10, 165-173.
- Salingaro., Nikos A. (2013), Unified Architectural Theory: Form, Language, Complexity, with additional contributions by Christopher Alexander, Zaheer Allam, Michael Carey, Peter Eisenman, Léon Krier, Kenneth G. Masden, Michael W. Mehaffy, and Edward O. Wilson, US. Portland: Sustasis Press.
 - Salingaro., Nikos A., von der Heyde, Markus and H. Bqlthoff, Heinrich(2005), An empirical approach to the experience of architectural space in virtual reality—exploring relations between features and affective appraisals of rectangular indoor spaces, Automation in Construction, volume 14, 165 – 172.
 - (four books) New York: oxford university press.
 - Berlyne, D. E. (1971), aesthetics and psychobiology, East Norwalk. CT. US: Appleton-Century-Crofts.
 - Clayton, Mark J.; Vasquez de Velasco, Guillermo P. (2000), ACADIA 2000 Proceedings: Proceedings of the Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture. Association for Computer-Aided Design in Architecture.
 - Gerald, Franz(2006), An Empirical Approach to the Experience of Architectural Space, Germany, Berlin: Logos Verlag.
 - Hort, Joanne; E. Kemp, Sarah and Hollowood, Tracey(2017), time-dependent measures of perception in sensory evaluation. UK: west Sussex: wiley Blackwell.
 - Hosey, Lance(2012), The Shape of Green: Aesthetics, Ecology, and Design. Washington: DC: Island press.
 - Salingaro., Nikos A. (1997), life and complexity in