Journal of Iranian Architecture & Urbanism
(JIAU)
Homepage: https://www.isau.ir/

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Expansion of parametric analysis on William M. Pena's programming matrix theory based on graph theory *

Ali Ziaee [1], Hamed Moztarzadeh [2,], Khosro Movahed [3]**

[1] *Ph.D. Candidate in Architecture. Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.*
[2] *Assistant professor, Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.*
[3] *Associate Professor, Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.*

ARTICLE INFO

Article History:

Received	2020/12/28
Revised	2021/04/23
Accepted	2021/07/05
Available Online	2022/09/22

Keywords:

Parametric Paradigm
William M Peña Matrix Theory
Grounded Theory
Graph Theory
Gephi Software

Use your device to scan and read the article online

Number of References
29

Number of Figures
14

Number of Tables
10

Extended ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: William M. Pena described his Matrix theory, or the network information table, in 1987 in his book entitled "problem seeking". This theory presented a mechanism for architectural programming. On the other hand, the parametric paradigm has massively addressed various aspects of architecture and criticism in the past four decades. Parametric paradigm developed from formal parametric to parametric BIM in the initial dozens and ultimately to parametric automation. Parametric automation encompasses an extensive and undeniable level in the process of architectural design and criticism. This research tries to expand the William M. Pena matrix based on the parametric paradigm and develop a parametric mechanism for complex data analysis on a very large scale to help designers and critics. In other words, this research is trying to expand Pena's theory in the context of the parametric paradigm by defining variables and facilities today so that it can serve as a model to guide the design process and criticism to architects and designers.

METHODS: With the help of triple coding, Strauss' and Corbin's grounded theory has provided the research platform. In the following, graph theory has been used as a parametric analysis mechanism under the Gephi-version 0.9.2. The research steps are 1- Selection of the Pena Matrix and its expansion. 2- Completing content related to each cell of Matrix base and one-way communication of cells. 3- Referring the information to the team of experts for review 4- Achieving theoretical saturation measure. 5. Transfering information to Gephi software. 6-Preparation of required outputs using multiple software filters. 7- Analysis of outputs in line with the answer to the research question.

FINDINGS: The output facilities in the Gaffe program are the degree of nodes, the weight of the vectors, the index nodes, and the shortest path between the two specified nodes, which the filters can access in the Gaffe program. On the other hand, two basic data were obtained based on the collected questionnaires. First, the one-way communication of each matrix item and then the weight of each of these communications. In order to obtain the results, the information was transferred to the Gephi program. At first, the edge weight filter, which is one of the filters of the Gephi program, was implemented on the extractive data. (These filters are based on the mathematical theory of graphs for specific outputs and standard graph theory in the program). It is possible to display only the communications of matrix cells located in this range by specifying the desired range Using app filters. As a result, more accurate and quality categorization will be possible even in countless matrix cells altogether. This mechanism also applies to the direction of another filter called grade. The degree in the theory of graphs refers to the number of connections entered and exited to each node. In this stage, the graph can be investigated based on the number of vectors entered on the base matrix cells. Finally, by citing the order of our shortest distance between the two nodes, nodes and their communications can be achieved at this stage. The output will be obtained based on node analysis and communication between them. This is precisely

© 2022, JIAU. All rights reserved.

https://doi.org/10.30475/isau.2022.329872.1876

OPEN ACCESS

* This article is derived from the first author`s Doctoral thesis entitled "An Analytical Study Using Parametric Design Basics in Contemporary World Architecture (Case Study of Impact in Iranian Contemporary Architecture)", supervised by the second and advised by the third, at Islamic Azad University Shiraz Branch.

** Corresponding Author:
Email: *hamed.moztarzadeh@gmail.com*
Phone: +98(917)3138122

Extended ABSTRACT

one of the most widely used practices of graph theory. Repeating this command in the program makes it possible to get the shortest route between the first cell in the first row and the fifth cell in all rows.

CONCLUSION: Based on codings, cells with a greater degree and weight in the defined range and the shortest distance between the two cells and related graphs are drawn. With repetition of this stage, the ability to analyze, including a comparison of frequency and analysis of alternatives, will be possible. The graph drawn in the Gephi software will determine which content exactly defined in the Matrix cells will play a role in connecting the cells of the first columns to the cells of the fifth columns and will determine the shortest communication path between them. In other words, the mechanism designed firstly, like an initial index, will play a role in the collective concept of information, and parametric analysis of unidirectional communication between Matrix cells will be able to analyze communication on a macro scale. These analyzes are available to designers graphically and parametrically. By changing each parameter or basic communication, the ability to analyze and compare changes to the word humanity will be provided. As a result, by reference to the research question, this parametric mechanism based on William M. Pena's matrix theory with multiple accurately adjustable outputs in the Gephi program will be able to first create a parametric structure and simply observe and compare the changes in the output graphs by changing the basis information. As a guide, it will also determine the path of the required data and communication and open the path to design and criticism.

.....

HIGHLIGHTS:

- Expansion of William M. Pena's programming matrix theory based on parametric paradigm and based on the theory of graphs with Gephi software version 0.9.2
- Using the Strauss and Corbin Grounded Theory using triad coding to create a research platform.
- The use of output possibilities in the Gephi program such as degrees of nodes، the weight of vectors، specifies the shortest path between two nodes.
- Creating a parametric structure that can be analyzed by changing the basis information of changes in output graphs.

ACKNOWLEDGMENTS:
This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-forprofit sectors.

CONFLICT OF INTEREST:
The authors declared no conflicts of interest.

COPYRIGHTS
©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

HOW TO CITE THIS ARTICLE
Ziaee, A.; Moztarzadeh, H.; Movahed, Kh., (2022). Expansion of parametric analysis on William M. Pena's programming matrix theory based on graph theory. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism*., 13(1): 391-410.

https://doi.org/10.30475/isau.2022.329872.1876
https://www.isau.ir/article_157772.html

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران
(JIAU)
https://www.isau.ir/

مقاله علمی- پژوهشی

گسترش تحلیل پارامتریک بر روی نظریه ماتریس برنامه‌دهی معماری ویلیام ام پنا با استناد به نظریه گراف‌ها *

علی ضیایی[۱]، حامد مضطرزاده[۲]و**، خسرو موحد[۳]

۱. دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.
۲. استادیار، گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.
۳. دانشیار، گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

مشخصات مقاله

تاریخ ارسال ۱۳۹۹/۱۰/۰۸
تاریخ بازنگری ۱۴۰۰/۰۲/۰۳
تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۴/۱۴
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۱/۰۶/۳۱

واژگان کلیدی
پارادایم پارامتریک
نظریه ماتریس ویلیام ام پنا
روش تحقیق داده‌بنیاد
نظریه گراف‌ها
نرم‌افزارگفی

چکیده

ویلیام ام پنا نظریه ماتریس یا جدول اطلاعات شبکه‌ای خود را در سال ۱۹۸۷ در کتاب مسئله‌کاوی تشریح نمود. این نظریه مکانیسمی جهت برنامه‌دهی معماری ارایه داده است. پارادایم پارامتریک در چهار دهه گذشته به صورت گسترده جنبه‌های مختلف معماری و نقد را به خود اختصاص داده است. پارادایم پارامتریک از پارامتریک فرمال در دهه‌های اولیه به پارامتریک بیم و نهایتاً به پارامتریک اتوماسیون توسعه یافته است. پارامتریک اتوماسیون سطح گسترده و غیرقابل‌انکاری را در روند طراحی معماری و نقد را شامل می‌شود. این تحقیق سعی دارد بر مبنای پارادایم پارامتریک، ماتریس ویلیام ام پنا را گسترش داده و مکانیسمی پارامتریک جهت تحلیل پیچیده داده‌ها را در مقیاس بسیار وسیع برای کمک به طراحان و منتقدان ایجاد نماید. روش داده‌بنیاد استراوس و کوربین به کمک کدگذاری سه‌گانه بستر تحقیق را فراهم کرده است و در نهایت نظریه گراف‌ها به عنوان مکانیسم تحلیل پارامتریک تحت برنامه گفی، نسخه ۰,۹,۲ مورد استفاده قرار گرفته است. مراحل تحقیق عبارتند از: ۱- انتخاب ماتریس پنا و گسترش آن. ۲- تکمیل محتواهای مرتبط با هر خانه ماتریس مبنا و ارتباطات یک طرفه خانه‌های آن ۳- ارجاع اطلاعات جهت بازبینی به تیم متخصصان ۴- ادامه تا رسیدن به سنجه اشباع نظری. ۵- انتقال اطلاعات به نرم‌افزار گفی. ۶- تهیه خروجی‌های مورد نیاز با استفاده از فیلترهای متعدد نرم‌افزار. ۷-تحلیل خروجی‌ها در راستای پاسخ به سوال تحقیق بر مبنای کدگذاری انجام شده، خانه‌هایی با درجه و وزن بیشتر در محدوده تعریف شده و همچنین کوتاه‌ترین فاصله بین دو خانه بدست آمده و گراف‌های مرتبط ترسیم می‌گردند. با تکرار مکرر این مرحله قابلیت تحلیل شامل مقایسه، فراوانی و تحلیل آلترناتیوها امکان‌پذیر خواهد بود.

نکات شاخص

- گسترش نظریه ماتریس برنامه‌دهی ویلیام. ام. پنا بر مبنای پارادایم پارامتریک و با استناد بر نظریه گراف‌ها با نرم‌افزار گفی نسخه ۰,۹,۲.
- استفاده از روش داده‌بنیاد استراوس و کوربین به کمک کدگذاری سه‌گانه جهت ایجاد بستر تحقیق.
- استفاده ازامکانات خروجی در برنامه گفی مانند درجه گره‌ها، وزن بردارها، کوتاه‌ترین مسیر بین دو گره مشخص.
- ایجاد ساختاری پارامتریک که با تغییر اطلاعات مبنا تغییرات در گراف‌های خروجی قابلت تحلیل خواهد داشت.

نحوه ارجاع به مقاله

ضیایی، علی؛ مضطرزاده، حامد و موحد، خسرو. (۱۴۰۱). گسترش تحلیل پارامتریک بر روی نظریه ماتریس برنامه‌دهی معماری ویلیام ام پنا با استناد به نظریه گراف‌ها، *نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران*، ۱۳(۱)، ۳۹۱-۴۱۰.

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده نخست با عنوان «بررسی تحلیلی استفاده ازمبانی طراحی پارامتریک در معماری معاصر جهان (مطالعه موردی تاثیر بر معماری معاصر ایران)» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، انجام گرفته است.

** نویسنده مسئول
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۷۳۱۳۸۱۲۲
پست الکترونیک: hamed.moztarzadeh@gmail.com

مقدمه

طبیعت اغلب به عنوان منبع الهام معماران و طراحان بوده است. فن آوری رایانه‌ای ابزارهایی را در اختیار طراحان و معماران قرار داده است تا پیچیدگی‌های مشاهده شده در طبیعت را تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی کنند و آن‌ها را در اشکال ساختاری و الگوهای سازمانی بکار بندد (Frazer, 2016). در دهه ۱۹۹۰ شرکت‌های طراحی و مهندسی در جهان توسعه یافته، کامپیوترهای کوچک را با معرفی نرم‌افزارهایی مانند CAD در خط مقدم قرار دارند. آن‌ها برنامه‌های سازمانی را بر روی کامپیوترهای شخصی پیاده‌سازی کردند. پس از آن از اوایل دهه ۲۰۰۰ به بعد انجام اتوماسیون‌های[1] ساده، شروع گسترده استفاده از نرم‌افزارهای پارامتریک و برنامه‌نویسی را برای توسعه فرایند طراحی پارامتریک[2]، گسترش دادند. در این دهه پارادایم پارامتریک[3] در حال گسترش و توسعه بود. در ابتدا بیشتر به صورت فرمال مطرح گشت و اکثر نرم‌افزارها در این راستا با یکدیگر رقابت داشتند. ولی با شروع قرن جدید میلادی این روند در کلیه زمینه‌ها توسعه یافت و تمامی جنبه‌های طراحی و اجرا را به خود اختصاص داد. شاید امروزه به ندرت بتوان نشانه‌های پارادایم پارامتریک را در جنبه‌های مختلف معماری ندید (Andia & Spiegelhalter, 2015). از منظر دیگر نظریه ماتریس برنامه دهی ویلیام ام پنا[4] مکانیسمی جهت طراحی فرایند طراحی است. تا جایی که پنا را به عنوان پدر برنامه‌ریزی معماری نامیده‌اند (Duerk, 1993).

در مجموع این تحقیق در تلاش است که نظریه پنا را در چهار چوب پارادایم پارامتریک با تعریف متغیرها و با امکانات امروزی گسترش داده تا بتواند به عنوان الگویی جهت راهنما در فرایند طراحی و نقد در اختیار معماران و طراحان باشد. در این راستا به معرفی نمونه‌هایی از این روند نگرش و ورود پارادایم پارامتریک در عرصه‌های مختلف معماری اشاره خواهد شد و سپس در یک فرایند کیفی به ایجاد چهارچوب تعریف شده اقدام می‌شود. تا ماتریس ویلیام پنا را به روز رسانی کرده و آن را که در ماهیت دارای کیفیت‌های پارامتریک آنولوگ[5] است را با امکانات گسترده امروزی همراه گرداند. این چهار چوب بر مبنای نظریه داده بنیاد[6] و کدگذاری آن‌ها آغاز می‌گردد و سپس با استناد به داده‌های گردآوری شده از فهرست متخصصین بر مبنای نظریه گراف‌ها[7] در نرم‌افزار گفی[8] که بر مبنای نظریه ریاضی گراف‌ها طراحی شده است، تحلیل و نتیجه‌گیری خواهد شد. طراحی سوال تحقیق یکی از مهمترین بخش‌های تحقیق است. در این مرحله ابتدا سوال تحقیق طراحی شده است. به بیان دیگر روند شکل‌گیری سوال تحقیق تشریح شده است.

پنا معتقد است کافی نبودن اطلاعات باعث ارائه تعریفی ناقص از مسئله و در نتیجه ارائه راه‌حل ضعیف و نا کارآمد می‌گردد. این یک اصل کلی است و در تجربه‌های تیم تحقیق نیز به وضوح دیده شده است. اما نکته اصلی این است که اولاً این اطلاعات کافی از کجا و چگونه جمع‌آوری شوند و دوماً روند تحلیل و نتیجه‌گیری آن‌ها به چه صورت و یا مکانیسمی صورت گیرد. این دو نکته بسیار با اهمیت است. پنا راه‌حل مشخصی را برای این دو مهم ارائه می‌دهد که آن ماتریس یا جدول اطلاعات شبکه‌ای پنا نام دارد. به بیان دیگر پنا معتقد است که ادغام مراحل پنج‌گانه و ملاحظات چهارگانه چهارچوبی برای پوشش اطلاعات کل مسئله به وجود خواهد آورد. در ادامه معتقد است که باید روند تصفیه‌ای وجود داشته باشد، روندی که بتواند ابعاد اصلی اطلاعات را بدست دهد (Pena, 2012). این مکانیسم به بیان دقیق‌تر چهار چوب ماتریس پنا را شکل خواهد داد که می‌تواند اطلاعات را جمع‌آوری و در نهایت آنالیز کرده و خروجی مشخص را ارائه دهد. این مکانیسم در نظریه پنا نهایتا به صورت دیاگرام و تصاویری گرافیکی جهت هدایت پروژه تبدیل خواهد شد.

Fig.1. The output of information is ultimately in the form of charts and graphical forms (Pena, 2012)

یکی از اعضاء پس از تحقیق چندین ساله بر روی نظریه پنا و همچنین تدریس چندین ترم کلاس برنامه‌دهی و فرایند طرحی در مقطع کارشناسی و کارشناسی‌ارشد، سعی در طراحی مکانیسمی امروزی جهت این مهم در راستای طراحی و نقد معماری داشته است. طراحی این تحقیق در روند مطالعات این مبحث شکل گرفته است. در این مرحله با توجه به مکانیسم پارامتریک در ساختار معماری معاصر و نقشی که این نظریه در معماری چند بعدی معاصر مطرح می‌کند سعی شد تا نظریه پنا را با ادغام با مکانیسم پارامتریک به صورت روندی گرافیکی در نظر گرفته شود تا این روند قابلیت جمع‌آوری، تحلیل و هدایت پروژه‌ها در روند طراحی و نقد را داشته باشد. به بیان دیگر، تحقیق به این نکته در پیش فرض مطالعات خود رسیده که نظریه پنا، از سال ۱۹۸۷ تا کنون با نشر کتاب مسئله کاوی (Duerk, 1993)، با امکانات امروزه به چه صورت می‌تواند در روند طراحی و نقد نقش‌آفرینی کند. چه ابزار امروزی قابلیت ترکیب و به‌روزرسانی این نظریه را دارند.

مطالعات اولیه، با توجه به گسترش گسترده کامپیوتر در زمینه معماری، فرضیه اولیه تحقیق را از

منظر پارامتریک به عنوان راه‌حل کلیدی این مهم پیشنهاد کرده و با کمک گرفتن از پارادایم پارامتریک در ترکیب با نظریه پنا، پیش‌بینی می‌کند که قابلیت به روز رسانی آن را مورد تحقیق قرار گیرد و همچنین بر مبنای پارامترهای متعدد که متغیرهای این معادله هستند، قابلیت تغییر و تعمیم چندبعدی آن را به احتمال قوی با آزمایش می‌توان اثبات نمود. با تکیه بر این فرضیه جهت گسترش ماتریس پیشنهاد نمود تا ماتریس پنا در تعداد سطر با مفاهیم و محتوی‌های بیشتری افزایش یابد. افزایش تعداد سطرهای پایه بیشتر از چهار آیتم (عملکرد، فرم، اقتصادو زمان)، امکان اضافه نمودن مفاهیم بیشتری در روند نظریه را امکان‌پذیر خواهد کرد. از منظر دیگر امکان ایجاد ارتباط بین آیتم‌های ماتریس به جز در سطر که برمبنای نظریه پنا است (Pena, 2012)، پیشنهاد گردید. این ارتباطات قابلیت تعمیم مابین ستون‌ها و همچنین به صورت مورب بین آیتم‌های متعدد ماتریس را خواهد داشت. نهایتاً ضرورت یک مکانیسم، جهت تحلیل ارتباطات پیچیده و بیشمار مابین متغیرهای معادله احساس می‌شد. نظریه گراف‌ها به عنوان گزینه مناسب جایگزین مکانیسم مورد نیاز پیشنهاد شده است.

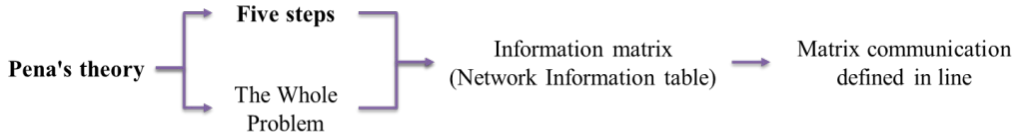

Fig.2. Pena matrix theory (Pena, 2012)

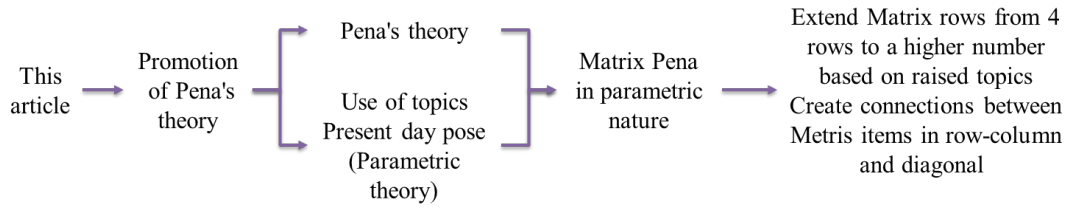

Fig.3. Design research question by combining parametric paradigm with Pena theory

در کل سوال تحقیق را می‌توان چنین بسط داد: نظریه پنا بر مبنای پارادایم پارامتریک چگونه می‌تواند در جمع‌آوری، تحلیل و نتیجه‌گیری در روند طراحی و نقد به معماران و طراحان به صورت کلی و یا در یک پروژه خاص کمک نماید؟ در نهایت فرضیه تحقیق بیان می‌دارد که خروجی‌های مستخرج از نظریه گراف‌ها که به صورت داده‌ها و گراف‌های تصویری است، قابلیت تحلیل فرایند طراحی و نقد را به طراحان در پروژه‌ها به صورت کلی و خاص را خواهند داشت. روش تحقیق داده بنیاد، از میان تحقیق تحلیل محتوی و تحقیق کیفی به عنوان ساختار پژوهش در نظر گرفته شده است. علت این امر توانایی بسط ساختار فرضیه در روند تحقیق داده بنیاد است. این قابلیت با توجه به ماهیت تحقیق پیش‌رو، بهترین گزینه جهت تحقیق بوده است. جزئیات سوال تحقیق و فرضیه، در روند تحقیق و بر مبنای نظریه داده بنیاد شکل گرفته و تکمیل خواهد شد.

پیشینه پژوهش

امروزه پروژه‌های بیشماری از منظر تعداد، در معماری بر مبنای پارادایم گسترده پارامتریک طراحی و اجرا می‌شوند و این پارادایم در کلیه جنبه‌های طراحی و اجرا قابل تحلیل است. به عنوان نمونه پارامتریک فورمال یکی از نرم‌های استفاده از پارادایم پارامتریک در معماری است. این نرم برای اشاره به سیستم‌های طراحی محاسباتی بکار برده می‌شود. شروع این روند در معماری را شاید بتوان درآثار آنتونی گائودی دید که از مدل‌های آنالوگ برای کشف فضای طراحی استفاده می‌کرده است (Frazer, 2016). در یک روند فرایندی می‌توان اشاره نمود که پارامتریک فورمال به علت ماهیت پارامتریک خود سه مرحله دارد که عبارتند از: پارامترهای ورودی، معادله و خروجی. این سه مرحله در طراحی آنولوگ گائودی نیز دیده می شود (Davis, 2014). از نگاه تاریخی پارادایم‌های گرافیک کامپیوتری که در دهه‌های گذشته شکل گرفتند، وابستگی بسیاری به برنامه‌های کامپیوتری در این دوره دارند. این پارادایم در روند طراحی Park Xerox در سال ۱۹۷۰ به بلوغ رسیدند و در دهه بعدی یعنی ۱۹۸۰ به محبوبیت گسترده‌ای دست یافتند (Andia & Spiegelhalter, 2015). در روند طراحی گائودی کشف فورم[۹] پارامتریک حضور دارد. به نحوی که گائودی با تغییر پارامترهای معادله‌ی خود، می‌توانست نسخه‌های متعددی از مدل پروژه را تولید کند. در حالی که بجای تغییرات دستی، می‌توانست در پارامترهای معادله پروژه تغییرات را اعمال و نتیجه را بر روی مدل‌ها بررسی کند (Davis, 2014).

از جنبه دیگر تحقیق انجام گرفته در زمینه بوم‌شناسی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، سعی می‌کند تا پارادایم پارامتریک را به صورت مکانیسمی ترکیبی جهت تحلیل فرایند بوم‌شناختی ارائه دهد. این تحقیق بیان می‌دارد که سیستم پارامتریک با اتکا به مبانی ریاضی و الگوریتم‌های طراحی شده و با تکیه برنظریه گراف، می‌تواند پنج اصل معماری سیم ون در رین را به عنوان مکانیزمی جهت طراحی و نقد بوم شناختی آثار معماری به کار گیرد (Ziaee, Moztarzadeh & Movahed, 2020).

نمونه دیگر از قابلیت تحلیل پارادایم پارامتریک را می‌توان در اتوماسیون سبز جستجو کرد. اتوماسیون سبز، بهینه‌سازی طراحی، تولید و پایداری زندگی، یکی دیگر از جنبه‌های اتوماسیون پارامتریک را تشکیل می‌دهد. در این راستا اتوماسیون‌های وابسته به پارادایم پارامتریک به بهره‌گیری از هوش مصنوعی و الگوریتم‌های پیچیده در این راستا کوشا هستند (Andia & Spiegelhalter, 2015) و یا به گفته تحقیق انجام شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، الگوریتم طراحی شده تحقیق، بر آمده از اتوماسیون پارامتریک می‌تواند جهت طراحی و نقد آثار معماری مورد استفاده قرار گیرد (Ziaee, Moz-tarzadeh & Movahed, 2020).

در زمینه‌ای دیگر در شهرسازی پارامتریک، به مطالعه و پیش‌بینی الگوهای سکونتگاه‌ها می‌پردازد. فری اتوی به عنوان یک معمار، اشغال و اتصال را به عنوان دو فرایند اساسی که با کلیت شهر نسینی درگیر است، متمایز می‌کند. و این دو فرایند اساسی پارامتر های تحلیلی را سامان دهی خواهند کرد (Da-vis, 2014). زاها حدید نیز در طراحی گالری ریاضیات در موزه علوم لندن، مبنای کار خود را بر روی مفاهیم پارامتریک که مبانی و ساختار ریاضی دارند، بنا نهاده است. در این روند ایده طراحی بر اساس حرکت یک هواپیمای ملخی در حال پرواز می‌باشد. مبنا بر اساس حرکت هوای پشت ملخ‌های متصل به بال هواپیما است. حدید با طراحی معادله حرکت مسیر هوا در پشت ملخ این مسیر را به مکانیزم ساماندهی فضای گالری تبدیل کرده است. به عبارت دیگر تقسیم‌بندی فضای گالری بر مبنای معادله حرکت هوای ایجاد شده توسط چرخش ملخ‌ها در حال پرواز می‌باشد (Madsen, 2014).

از جنبه دیگر رویکرد نوظهور اتوماسیون پارامتریک در معماری بیش از همیشه در حال توسعه است. دیدگاه ساخت و ساز و مونتاژ ساختمان بخش عمده‌ای از این رویکرد را به خود اختصاص داده است. با یک نگاه ساده اقتصادی در مقابل هریک دلار هزینه در طراحی، ۲۰ دلار هزینه در ساخت انجام می‌گیرد. این تفاوت اهمیت اتوماسیون پارامتریک را در ایجاد پس‌انداز مالی و همچنین بهینه‌سازی ساخت را بسیار قابل توجه و اقتصادی کرده است (Andia & Spiegelhalter, 2015: 141). در ارتباط طراحی پارامتریک و ساخت، مارک بری به عنوان یک پیمانکار مستقل، پیمانکاری بنای کلیسای ساگارادا فامیلیا آنتونی گائودی را به عهده گرفته است. بری از معادلات پارامتریک جهت طراحی هندسی نقوش این کلیسا استفاده نموده است. نهایتاً این نقوش پارامتریک پس از تایید نتیجه نهایی در طراحی فرم نقوش جهت تراش بر روی سنگ از تکنولوژی برش CNC استفاده می‌کند (Hudson, 2010: 81). پارادایم پارامتریک از منظر برنامه‌ریزی نیز قابل بررسی است. رویکرد برنامه‌ریزی فضا با تجربه کاربر مصنوعی، رویکرد تحلیل است که بر مبنای پارادایم پارامتریک قابل تحلیل می‌باشد. به صورت سنتی رسانه‌های بازنمایی در معماری مانند انواع پرسپکتوها، ماکت، نقشه‌ها و غیره، جهت برقراری ارتباط با شرایط و خواص فضایی برای کاربر و طراحان مورد استفاده قرار می‌گرفته است. با ورود قابلیت‌های مستتر در پارادایم پارامتریک، این قابلیت‌ها بسیار گسترده شده و جنبه‌های متنوعی را در بر می‌گیرند که عبارتند از تحلیل فضا به عنوان یک اکتشاف سازمان‌یافته، طراحی مدل بر مبنای کاربر (فرهنگ و غیره)، مدل کردن ساکنان به عنوان کاربران فضا، می‌توان به این کیفیت نزدیک شد، نمایش رابطه مابین ساکنان و هندسه فضا، معماری فعال در نظریه شناختی جهت تعامل با محیط کالبدی برای یادگیری فضای بصری، عملکردهای عمومی ساختمان، طراحی با رویکرد ارگانیک، بکارگیری از کهن الگوهای محاسباتی تحلیل فضا (Andia & Spiegelhalter, 2015: 47).

در زمینه کدنویسی و اسکریپ نیز پارادایم پارامتریک نقش گسترده‌ای را ایفا می‌نماید. به عنوان نمونه یو و همکاران در مقاله‌ای با عنوان مقایسه رفتار طراحان در پاسخ به اکتشافات غیرمنتظره در محیط‌های طراحی پارامتریک و محیط های مدل‌سازی هندسی، روند مشخص را مورد استفاده قرار می‌دهند. آن‌ها در پروژه‌های خود از اسکریپت‌های مشخص در رابطه با اشکال هندسی بهره می‌برند. این ارتباط بر مبنای الگوریتم‌های گرافیکی که توسط یو و همکارن برمبنای اسکریپت‌ها تعریف می‌شوند، به پیش می‌رود. این اسکریپت‌ها در نرم‌افزارهای سه‌بعدی از جمله راینو، در پلاگین گرس‌هوپر، قابل اجرا است. لازم به ذکر است که با استناد به زبان برنامه‌نویسی پایتون امکان کدنویسی و گسترش اسکریپت‌های شخصی‌سازی شده نیز وجود خواهد داشت (Lee & Ostwald, 2020).

در پروژه مقر جدید شورای سرمایه‌گذاری ابوظبی در امارات متحده، طراحی نمای آن بر مبنای پارادایم پارامتریک شکل گرفته است. دفتر معماری ادوس برنده این پروژه در پی فرایند یک مسابقه بین‌المللی است. نمای پارامتریک آن از الگوهای معماری اسلامی ایده گرفته است. ایده اولیه طراحی از شکل دایره دوبعدی و کره سه‌بعدی و ترکیب آن‌ها طبق یک الگو آغاز شده است. مراحل طراحی الگوریتم این پروژه بر مبنای مراحل مشخصی است که عبارتند از طراحی‌های دست آزاد، مدل‌های کاغذی اریگامی، بررسی معیارهای عملکردی بر روی مدل کاغذی، ساخت مدل دوبعدی اتوکدی، ساخت مدل سه‌بعدی اتوکدی، تنظیم اولین مجموعه از اصول الگوریتمی، برنامه‌نویسی چهاربعدی جاوا، مدل چهاربعدی پارامتریک (بیم)، بهینه‌سازی هندسی مدل‌ها، مطالعات خورشیدی، بهینه‌سازی سیستم، راهنمای ساخت و عملکردی هندسی، به روز رسانی اصول الگوریتم تطبیقی و نهایتاً نوشتن کد برای نرم‌افزار

نهایی (Andia & Spiegelhalter, 2015: 65). در پروژه‌ای دیگر در دفتر فرانک گری و شرکا، برای استفاده از پارادایم پارامتریک، ابتدا مدل‌هایی را به صورت فیزیکی از طرح ایجاد می‌نمایند. این مدل‌ها به صورت سه‌بعدی اسکن شده و در نرم‌افزار کتیا مورد تحلیل و آنالیز قرار می‌گیرند. این آنالیزها می‌تواند شامل تحلیل پارامتریکی فرم‌های گسترده بر روی ورق‌های فلزی باشد (Hudson, 2010: 83). در زمینه مطالعات بر پایه پارادایم پارامتریک، می‌توان به لی و همکاران اشاره نمود. آن‌ها آزمایشی را جهت طراحی یک برج طراحی کردند. آن‌ها از تعداد محدودی طراح حرفه‌ای که تجربه طولانی در طراحی پارامتریک با نرم‌افزار راینو و پلاگین گرس‌هوپر داشته و مسلط به کدنویسی زبان پایتون در این دو نرم‌افزار بودند، دعوت کردند تا طراحی یک برج را بر مبنای تعداد مشخصی پرتوکل طراحی نمایند. زمان به حدود یک ساعت محدود شد و سپس نتیجه نهایی با یکدیگر مقایسه گردید. شباهت‌ها و تفاوت‌های برج‌ها و میزان انعطاف‌پذیری پروژه‌ها بر مبنای پارامترهای برخاسته از پروتوکل‌های پایه، قابل توجه بود. به عنوان نمونه حدود پنج نفر از طراحان تمایل به طراحی الگوریتم‌های جدید و نوآورانه‌ای داشته‌اند. درحالی که گرایش دیگر طراحان سعی در استفاده از الگوریتم‌های معمول بوده است (Lee & Ostwald, 2020).

امروزه پارادایم پارامتریک در حیطه‌های مختلف و پیچیده‌ای وارد شده و نمونه‌های بیشماری از این روند قابل ارایه هستند. این گستره با استفاده از برنامه‌های گرافیکی ساده و حتی نرم‌افزارهای صفحه گسترده آغاز شده و نهایتاً با اتوماسیون‌های پیچیده و بسیار گسترده در استفاده از پارادایم پارامتریک ادامه یافته است (JABI, 2013). در نتیجه پارادایم پارامتریک در همه جنبه‌های ساختار زندگی امروزه ایفای نقش می‌نماید و نهایتاً می‌توان نتیجه‌گیری کرد که احتمال زیاد این مکانیسم قابلیت تعمیم و تاثیر در فرایند معماری را خواهد داشت. این تحقیق مکانیسمی ترکیبی را جهت تحلیل پارامتریکی نظریه پنا ارائه خواهد داد.

مبانی نظری

روش تحقیق کیفی

تحقیق کیفی، ماهیتی چند وجهی دارد و رویکرد تفسیری- طبیعت‌گرا، موضوع بحث مورد نظر را شامل می‌شود. به این معنا که پژوهشگر کیفی، پدیده‌ها را در شرایط طبیعی خود مطالعه می‌کند (Denzin & Lincoln, 1994). رویکردهای متفاوت تحقیق کیفی عبارتند از: نمادین و پدیدارشناسی، روش‌شناسی قوم‌نگارانه و ساختارگرایی یا روانکاوی (Flick, 2018). تلاش آن‌ها فهم یا تفسیر پدیده‌ها از نظر معانی مورد نظر مردم است. تحقیق کیفی، شامل استفاده آگاهانه و گردآوری مجموعه‌ای از داده‌های تجربی است (Denzin & Lincoln, 1994).

روش داده بنیاد

روش داده بنیاد (Grounded Theory)، یک روش‌شناسی سیستماتیک است که تا حد زیادی در تحقیقات کیفی بکار گرفته می‌شود. این روش شامل ساخت فرضیه‌ها و نظریه از طریق جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل داده‌هاست (Martin & Turner, 1986). در مواردی که امکان تدوین فرضیه وجود ندارد بجای استفاده از نظریه‌های از پیش تعیین شده، به تدوین یک تئوری جدید اقدام می‌نماید. این تئوری جدید نه بر مبنای ایده شخصی محقق، بلکه بر اساس داده‌های فراهم آمده از محیط و شرایط واقعی بدست می‌آید. به بیان دیگر روش داده بنیاد فرایند طراحی و ساخت نظریه مدون و مستند از راه گردآوری سامان یافته‌ی داده‌ها و تحلیل استقرایی آن‌هاست (Cre-swell, 2017). به بیان دیگر نظریه داده بنیاد یک روش استقرایی با رویکرد کاملاً کیفی و یک شیوه پژوهش اکتشافی است (Martin & Turner, 1986). در این روش محقق می‌خواهد نظریه‌هایی را تولید کند که پیوند عمیقی با داده‌ها داشته باشد (Creswell, 2017). مطالعه مبتنی بر نظریه زمینه‌ای احتمالاً با یک سوال و یا حتی فقط با جمع‌آوری داده‌های کیفی آغاز می‌گردد. همانطور که محققان داده‌های جمع‌آوری شده را بررسی می‌کنند، ایده‌ها و یا مفاهیم برای محققان آشکار می‌گردد. محققان با برچسب‌هایی ایده‌ها و مفاهیم را کدگذاری می‌کنند، این مهم ایده‌ها و مفاهیم را خلاصه و دسته‌بندی می‌کند. این دسته‌بندی‌ها به عنوان مبنایی جهت ارایه فرضیه و یا تئوری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Allan, 2003). روش سیستماتیک استراوس و کوربین[10] کدگذاری سه مرحله‌ای را اجرا می‌نماید: ۱- کدگذاری باز. فرایندی تحلیلی است که از طریق آن مفاهیم شناسایی شده و ویژگی‌ها و ابعاد آن‌ها در داده‌ها کشف می شوند، ۲- کدگذاری محوری: فرایند ارتباط مقوله‌ها به زیر مقوله‌ها و پیوند دادن مقوله‌ها در سطح ویژگی‌ها و ابعاد است، ۳- کدگذاری انتخابی: فرایند یکپارچه‌سازی و بهبود مقوله‌ها است (Straus, Corbin & Juliet, 1990). کدگذاری محوری به دنبال کدگذاری باز انجام شده و فرایند تبدیل مفاهیم به مقوله‌ها و یا خلاصه کردن داده‌ها تحت عنوان مقوله‌های اصلی است (Goulding, 2002). سنجه اشباع نظری[11] در نظریه داده بنیاد به عنوان یک اصل روش شناختی در تحقیق کیفی به محبوبیت گسترده‌ای دست یافته است. این سنجه معمولاً نشان می‌دهد که جمع‌آوری یا تجزیه و تحلیلی که تا کنون صورت گرفته است، به نتیجه رسیده و ضرورتی در ادامه آن وجود نداشته و به نتایج جدیدی دست نمی‌یابد (Benjamin, 2017).

پارادایم پارامتریک

طراحی پارامتریک یک پارادایم در طراحی است

که در آن از رابطه بین عناصر برای دستکاری و اطلاع‌رسانی در طراحی هندسه‌ها و سازه‌های پیچیده استفاده می‌شود. طراحی پارامتریک فرایندی مبتنی بر تفکر الگوریتمی است که امکان بیان پارامترها و قوانینی را فراهم می‌کند که با هم، رابطه بین هدف طراحی و پاسخ طراحی را تعریف، کدگذاری و روشن می‌کند (Woodbury, 2010). واژه پارامتریک از ریاضیات (معادله پارامتریک) سرچشمه می‌گیرد و به استفاده از پارامترها یا متغیرهای خاصی اشاره دارد که می‌وانند برای دستکاری یا تغییر نتیجه نهایی یک معادله و یا سیستم بکار برده شوند (Frazer, 2016).

کدگذاری همانند نوشتن یک داستان خوب است. مجموعه سازماندهی شده از کلمات در یک زبان خاص که خط داستانی را قالب‌بندی می‌کند و شخصیت‌ها، اعمال و زمینه‌ها را توصیف می‌کند (Cantrell & Mekies, 2018). کدگذاری از ارکان اصلی برنامه‌نویسی است ولی ماهیت برنامه‌نویسی یکپارچه نیست، بلکه مهارتی چند وجهی است که به صورت متوالی انجام می‌گیرد (Woodbury, 2010). پارادایم پارامتریک که بر مبنای برنامه و کدنویسی انجام می‌گیرد، بجای تکیه بر یک جستجوی شهودی جهت یک راه‌حل، اغلب شامل تکنیک‌های دقیق و گام به گام است که بر اساس قوانین و داده‌های ورودی پاسخ‌دهی خواهد کرد. این روند در فرایند طراحی به عنوان یک سیستم سخت‌گیرانه مبتنی بر قوانین، تفکر الگوریتمی نامیده می‌شود (JABI, 2013). الگوریتم‌ها نیز مانند کدگذاری در قالب برنامه‌ها تحقق می‌یابند، که به نوبه خود در زبان‌های برنامه‌نویسی دقیق، تجویز شده، نوشته می‌شوند (Woodbury, 2010).

پارادایم پارامتریک اساساً بر مبنای الگوریتم‌ها پایه‌گذاری شده‌اند، بنابراین کنترل محاسباتی پیرامون معادلات ریاضی و هندسی در طول فرایند اجرای الگوریتم افزایش می‌یابد. سازگاری و پاسخ‌دهی این ابزارها به تغییر معیارها و الزامات فرایند را به ویژه برای اکتشاف مدل‌های طراحی پیچیده و پویا مناسب می‌سازد (Bastian et al., 2009). تقریباً طراحان با یادگیری یک زبان برنامه‌نویسی برای انجام کارهای طراحی، یاد می‌گیرند که الگوریتمی فکر کنند (Woodbury, 2010). این روند امروزه در بستر معماری معاصر دیده می‌شود، معماران امروزه ناگزیر به تفکر الگوریتمی هستند تا بتوانند حیطه‌های بیشماری که معماری را احاطه کرده‌اند، تشرح نمایند (JABI, 2013). دراین راستا پارادایم پارامتریک درحال گسترش در عرصه طراحی و معماری است. این گسترش در دهه‌های مختلف بر مبنای سه محور اصلی شکل گرفته‌اند. سه محور اصلی عبارتند از: پارامتریک فورمال، پارامتریک BIM و پارامتریک اتوماسیون (Andia & Spiegelhalter, 2015). اصطلاح فرم در پارامتریک فرمال یکی از استراژی‌هایی است که از طریق سیستم‌های مبتنی بر انتشار اجرا می‌شوند. ایده کشف فورم، بهینه‌سازی اهداف طراحی خاص در برابر مجموعه‌ای از محدودیت‌های طراحی است. (Woodbury, 2010). طراحی تغییر است و مدل‌سازی پارامتریک نماد تغییرات. طراحان با تکیه به پتانسیل پارامترهای پروژه خود، ایده‌های اساسی سیستم پارامتریک را با ایده‌های به همان اندازه اساسی از هندسه و برنامه‌نویسی کامپیوتری ترکیب می‌نمایند (Woodbury, 2010). در نتیجه می‌توان بیان نمود که پارامتریک فرمال مدل‌سازی و اسکریپت‌های پارامتریک، توسط تعداد زیادی از طراحان آوانگارد دیجیتال در ترکیب‌بندی‌های رسمی پیچیده استفاده شده است (Andia & Spiegelhalter, 2015).

پارامتریک بیم به معماران و مهندسان اجازه می‌دهد که با ساخت مدل مجازی، به صورت کاملاً دقیق فرایندهای سیستم ساختمانی، مولد، عملکرد، فرایند چرخه عمر و تعمیر و نگهداری را مدیریت نماید (Andia & Spiegelhalter, 2015). بستر پارامتریک BIM/CAD به معماران و مهندسان این امکان را می‌دهد که فرم را در محیط دیجیتال سازماندهی و تجزیه و تحلیل نمایند (Woodbury, 2010).

پارامتریک اتوماسیون مرحله سوم از نگاه پارادایم پارامتریک در دسته‌بندی سه‌گانه ارائه شده است. اصطلاح اتوماسیون توسط صنعت خودروسازی آمریکا در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ رایج گردید. این اصطلاح برای توصیف مکانیزاسیون خودکاری که در آن زمان در تمام انواع خطوط تولید در حال بلوغ بود استفاده می‌شد (Andia & Spiegelhalter, 2015). در این راستا دهه آینده اتوماسیون موضوعیت کامپیوتر را در طراحی، فراتر از روایت دو دهه گذشته که گرافیکی رایانه‌ای و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یا بیم بود است، خواهد برد (Andia & Spiegelhalter, 2015). در این راستا گسترش پارادایم پارامتریک در زمینه‌های گوناگون مورد توجه است و پارامتریک ازمحدوده فرم خارج شده و در زمینه‌های گسترده‌ای ایفای نقش ساختاری را به عهده گرفته است (JABI, 2013) تا جایی که پارادایم پارامتریک ساختار نظام‌مندی در فرایند طراحی ایجاد کرده است که به رشته‌های علوم انسانی و فنی معطوف است (Davis, 2014).

نظریه ویلیام ام پنا

پیدایش ساختمان‌های خوب اتفاقی نیست، بلکه حاصل تلاش و همکاری معماران و کارفرمایان خوب است. در این راستا طراحی که به کل مسئله شناخت دقیقی ندارد چگونه می‌تواند به راه‌حل مشخص و جامع دست یابد. در راستای شناخت و برنامه‌ریزی معماری، پنا نظریه ماتریس خود ارائه می‌دهد. این ماتریس در حقیقت ادغام مراحل پنج‌گانه (تعیین هدف، جمع‌آوری و تحلیل واقعیت‌ها، کشف و بررسی مفاهیم، تشخیص نیازها و نهایتاً تبیین گزاره مسئله) و ملاحظات چهارگانه (عملکرد، فورم، اقتصاد

و زمان) است که چهارچوبی برای پوشش اطلاعات کل مسئله به وجود می‌آورد. ماتریس یا جدول اطلاعات شبکه‌ای حاصل باعث ایجاد چهارچوبی از کلمات کلیدی جهت طبقه‌بندی اطلاعات می‌گردد. طبقه‌بندی بدست آمده مانع داده‌زدگی هنگام کار با حجم وسیعی از اطلاعات می‌شود. این ماتریس دارای خانه‌های مشخص است که از ۴ سطر و ۵ ستون تشکیل شده است. هر یک از این چهار سطر در زیر مجموعه خود قابل تقسیم بوده تا جایی که می‌توان خانه‌های ماتریس را از ۲۰ خانه به ۶۰ خانه و بیشتر تکثیر نماید. همچنین ارتباطات تعریف شده‌ای توسط برنامه‌ریز در درون خانه‌های ماتریس ایجاد می‌گردد، که البته این ارتباطات در راستای افقی بین ستون‌ها، ایجاد خواهند شد.

جهت ارائه خروجی ماتریس، پنا دیاگرام‌ها، جدول‌ها و یا در کل فلوچارت‌ها را به متن‌های طولانی ترجیح می‌دهد. زیرا که یک فلوچارت قابل فهم‌تر از یک توضیح نوشتاری است. فلوچارت‌ها باید در حدی تخصصی باشند که تفکرات را به وضوح نمایش دهند و به حدی انتزاعی باشند تا بتوان مجموعه‌ی وسیعی از گزینه‌های طرح را بدست دهد (Peña & Parsha, 2012). نهایتاً خروجی این ماتریس تبیین گزاره مسئله است که به صورت معیارهایی مشخص و تعریف شده از پروژه، جهت طراحی به عنوان سوال درادامه روند طراحی بکار برده می‌شوند.

نظریه گراف‌ها

مفهوم گراف در سال ۱۷۳۶ توسط اویلر و با طرح راه‌حلی برای مسئله پل‌های کونیگسبرگ ارایه شد و به تدریج توسعه یافت (Saberian et al., 2012). در دو دهه اخیر افزایش علاقه و فعالیت در زمینه نظریه گراف ها به ویژه در میان ریاضیدانان و ومهندسان کاربردی بوده است. شاهد این امر، افزایش میزان مقالات و کتاب‌های منتشر شده در این زمینه است (Deo & Narsingh, 1974).

یک گراف مجموعه‌ای متشکل از رئوس یا گره‌ها و ارتباطات بین آن‌ها است. مجموعه‌ای از گره‌ها که توسط تعدادی خطوط به هم متصل شده‌اند، ساده‌ترین نوع گراف را شکل می‌دهند (Saberian et al., 2012). بسیاری از موقعیت‌های دنیای واقعی را می‌توان با استفاده از نموداری متشکل از مجموعه‌ای از نقاط همراه با خطوطی که جفت‌های خاصی از این نقطه را به هم می‌پیوندند، به راحتی توصیف کرد (Bondy & Murty, 1976).

از انواع گراف می‌توان به: a. یک گراف ساده بدون جهت و با یک نوع یال یا گره ثابت، b. یک گراف با گره‌ها و یال‌های متفاوت، c. یک گراف با وزن‌های متفاوت برای یال‌های خود وقتی که بین دو گره بیش از یک یال وجود داشته باشد، d. یک گراف با یال های جهت دار، اشاره نمود (شکل ۴) (Saberi-an et al., 2012).

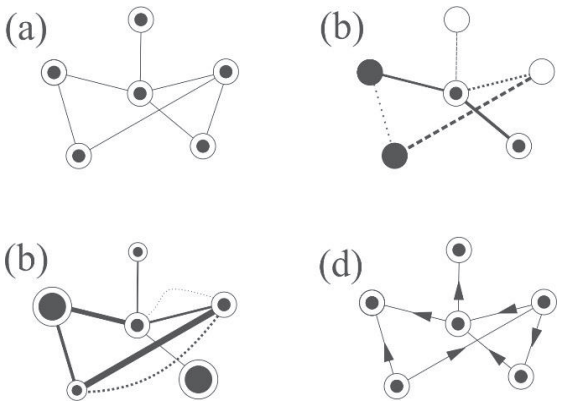

Fig.4. Types of graph (Saberian et al., 2012)

برنامه گفی

گفی یک بسته نرم‌افزاری تحلیل و تجسم شبکه، منبع باز که به زبان جاوا بر روی بستر نت بینز نوشته شده است، می‌باشد (Bastian et al., 2009). این نرم‌افزار در ابتدا توسط دانشجویان دانشکده تکنولوژی Compiègne (UTC) در فرانسه برنامه‌نویسی شده است (Desmedt, 2011). گفی در تعدادی از پروژه‌های تحقیقاتی در دانشگاه‌ها و روزنامه‌های معتبر مورد استفاده قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان پژوهش تجسم ارتباط جهانی در بخش محتوای نیویورک تایمز اشاره کرد (Leetaru, 2011). نمونه‌های دیگر بررسی ترافیک شبکه توییتر در زمان نا آرامی‌های اجتماعی و همچنین به صورت گسترده در مبحث علوم انسانی دیجیتال به کار رفته است (Aouragh, 2011). در این تحقیق از نرم‌افزار گفی نسخه ۰.۹.۲ استفاده شده و تحلیل‌های این تحقیق با آن صورت گرفته است.

روش پژوهش

این تحقیق بر پایه تحقیق کیفی استوار است. به بیان دیگر تحقیق پیش رو یک پژوهش کیفی است. در این پژوهش داده‌ها بر اساس روش تحقیق داده بنیاد استراوس و کوربین جمع‌آوری شده و سپس برای کدگذاری آن‌ها بر مبنای روش داده بنیاد مراحل سه‌گانه کدگذاری را طی می نماید و از پادایم پارامتریک جهت این مهم کمک گرفته شده است. در راستای تحقق این مهم نظریه گراف‌ها برمبنای نظریه پارامتریک کدگذاری را سامان‌دهی کرده است.

به بیان خلاصه این تحقیق یک تحقیق کیفی بر مبنای روش داده بنیاد است که سیستم کدگذاری سه‌گانه آن بر مبنای سیستم پارامتریک صورت گرفته است. پارادایم پارامتریک این تحقیق بر عهده نظریه گراف‌ها است. در این تحقیق پارادایم پارامتریک یک سیستم انعطاف‌پذیر کیفی را به عنوان یک مکانیسم نهایی در اختیار تحقیق قرار خواهد داد که با تغییر هریک از پارامترها امکان تغییر مکانیسم و به بیان دقیق‌تر به روز شدن، امکان پذیر خواهد بود. در نهایت با تعریف پارامترها نظریه گراف‌ها امکان دریافت خروجی‌های مختلف جهت

تحلیل‌های پیچیده داده‌ها را میسر خواهد کرد. این مکانیسم می‌تواند در موارد متعدد مورد استفاده قرار گیرد و در هر مرحله امکان بازبینی و تغییر مکانیسم وجود خواهد داشت و به بیان ساده‌تر مکانیسم به روز رسانی خواهد شد.

تحقیق یک تحقیق کاربردی است و می‌تواند به عنوان مکانیسم تحلیلی و قابل اتکایی بر مبنای پارادایم پارامتریک مورد استفاده قرار گیرد و مخاطب تحقیق کاربردی، معماران جهت برنامه‌دهی، نقد و در نهایت فرایند طراحی خواهد بود. جهت اجرای تحقیق در ابتدا دفتر طراحی شماره ۳۵۲ نظام مهندسی فارس به همراه تیم تحقیق به عنوان مرجع، در نظر گرفته شده است. در این مرحله ابتدا ماتریس پنا در سطر گسترش پیدا کرده و خانه‌های آن بر اساس مرحله اول کدگذاری (کدگذاری باز) می‌گردد. سپس با بررسی‌های متعدد و باز بینی‌ها جهت جلوگیری از مخدوش شدن داده‌ها بر اثر کثرت در یک لایه تکمیل گردید (ماتریس خلاصه‌شده در ادامه تشریح خواهد شد). این ماتریس به عنوان ماتریس پایه در نظر گرفته شد و به معماران و دفاتر و یا همکارن مستقل ارجاع شد. جهت این ارجاع قابلیت تحلیل و تخصص گروه مخاطب مد نظر بود و فهرستی دارای اولویت ایجاد شده و ماتریس پایه به این فهرست به ترتیب اولویت ارجاع داده شد. البته هر فرد و یا گروه به صورت متوسط ۵۵ دقیقه بحث و گفتگوی اولیه جهت معرفی و شناخت کامل مکانیسم ماتریس پایه پنا زمان صرف شده است (Duerk, 1993). از فهرست متخصصین خواسته شد تا ماتریس پایه پنا را بررسی کرده و خانه‌های آن را طبق ماتریس مبنا تصحیح و ارتباطات مد نظر را مابین هر یک از خانه‌ها را معرفی و ترسیم نمایند. در این مرحله کدگذاری مرحله دوم یعنی کد گذاری محوری، انجام گرفت. این روند تا مرحله سنجه اشباع نظری ادامه پیدا کرد. بدین معنی که تغییرات و اعمال نظر افراد تکراری و یا بدون تغییر شده بود. این روند تا ۲۷ مورد از فهرست صورت گرفت و از شماره ۲۴ فهرست به بعد تکرار و عدم تغییر دیده شد. سپس اطلاعات و ارتباطات بدست آمده از فهرست، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در این مرحله، کدگذاری مرحله آخر یعنی کدگذاری انتخابی انجام شد. بدین صورت که ارتباطات با ضریب فراوانی بیش از ۵۰ درصد در فهرست مورد انتخاب و با ضریب وزن ۱ قرار گرفته و تعداد بیشتر از ۵۰ درصد نیز طبق یک نسبت خطی دارای وزن‌های بیشتر از ۱ شدند. این مفاهیم به همراه ارتباطات تعریف شده ما بین خانه‌های ماتریس به همرا وزن هر یک از این ارتباطات جهت تحلیل در فایل‌های اکسل دسته‌بندی و ذخیره شدند تا جهت تحلیل توسط نظریه گراف‌ها در برنامه گفی مورد استفاده قرار گیرند. در نهایت نظریه گراف‌ها که در این تحقیق توسط برنامه گفی قابل اجرا است، امکان تحلیل داده‌ها که در اینجا ارتباطات بین خانه‌ها و وزن هر یک از این ارتباطات است را، مورد تحلیل قرار می‌دهد و امکان دریافت خروجی‌های متعددی را امکان‌پذیر می‌کند که هر یک از این خروجی‌ها می‌توانند بر اساس تحلیل مشخص معنای قابل استنادی را داشته باشند. به عنوان نمونه می‌توان به کوتاه‌ترین مسیر بین دو خانه ماتریس مبنا و یا میزان تجمع ارتباطات در خانه‌های مشخص اشاره نمود. این موارد در ادامه مورد تحلیل قرار خواهد گرفت.

یافته‌ها

در ابتدا ماتریس پنا (شکل ۵) را به عنوان پایه اصلی تحقیق قرار داده و پس از تحلیل، موارد پایه‌ای ماتریس را در فهرستی مشخص نمودند که عبارت است از :

۱. ستون‌ها، مراحل پنج‌گانه.
۲. سطرها، ملاحظات چهارگانه.
۳. گسترش چهار سطر ملاحظات چهارگانه به ۱۲ سطر.
۴. ارتباطات سطری بین خانه‌های ماتریس.

	1	2	3	4	5
Function					
Form					
Economy					
Time					

Fig.5. Expansion of the Pena Matrix

سپس در راستای گسترش ماتریس طبق نظریه پنا ماتریس را در سطر و ستون گسترش داده و به ملاحظات چهارگانه طبق جمع‌بندی‌های انجام شده، سطرهایی اضافه گردید و هر یک از این سطرها مطابق با ماتریس پایه شامل زیر مجموعه در سطر شد. نهایتاً ماتریس نهایی مراحل پنج‌گانه و ملاحظات را در چهار ستون و سطر گسترش داده و هر یک از خانه‌ها را کدگذاری شدند. این کدگذاری باز در مرحله اول کدگذاری است. این کدگذاری بر مبنای حروف لاتین برای سطرها و شماره ۱ تا ۵ برای ستون‌ها در نظر گرفته شد و در خانه ماتریس در مبنای این کدگذاری نام مشخص و معنی‌داری دریافت نمود (جدول ۱). بر مبنای ماتریس ایجاد شده خانه‌هایی را با جمع‌بندی به عنوان خانه‌های پایه تعریف نموده و برای هر یک از خانه‌های پایه مفاهیمی اضافه گردید. بر مبنای این روند خانه‌های وابسته با اتکا به تحلیل‌های انجام شده قابلیت تکمیل خواهند داشت. در ابتدای این روند مشخص شد که این تقسیم‌بندی ماتریس نیازمند گسترش بیشتر در سطر و ستون می‌باشد. به بیان دیگر در بخش‌هایی از این ماتریس مشخص شد که باید تقسیم‌بندی و جزئیات بیشتری اضافه گردد (جدول ۲).

Table 1. Expansion of the Pena Matrix

		1				2				3				4				5			
A	A1	(A1-1)1	(A1-1)2	(A1-1)3	(A1-1)4	(A1-2)1	(A1-2)2	(A1-2)3	(A1-2)4	(A1-3)1	(A1-3)2	(A1-3)3	(A1-3)4	(A1-4)1	(A1-4)2	(A1-4)3	(A1-4)4	(A1-5)1	(A1-5)2	(A1-5)3	(A1-5)4
	A2	(A2-1)1	(A2-1)2	(A2-1)3	(A2-1)4	(A2-2)1	(A2-2)2	(A2-2)3	(A2-2)4	(A2-3)1	(A2-3)2	(A2-3)3	(A2-3)4	(A2-4)1	(A2-4)2	(A2-4)3	(A2-4)4	(A2-5)1	(A2-5)2	(A2-5)3	(A2-5)4
	A3	(A3-1)1	(A3-1)2	(A3-1)3	(A3-1)4	(A3-2)1	(A3-2)2	(A3-2)3	(A3-2)4	(A3-3)1	(A3-3)2	(A3-3)3	(A3-3)4	(A3-4)1	(A3-4)2	(A3-4)3	(A3-4)4	(A3-5)1	(A3-5)2	(A3-5)3	(A3-5)4
	A4	(A4-1)1	(A4-1)2	(A4-1)3	(A4-1)4	(A4-2)1	(A4-2)2	(A4-2)3	(A4-2)4	(A4-3)1	(A4-3)2	(A4-3)3	(A4-3)4	(A4-4)1	(A4-4)2	(A4-4)3	(A4-4)4	(A4-5)1	(A4-5)2	(A4-5)3	(A4-5)4
B	B1	(B1-1)1	(B1-1)2	(B1-1)3	(B1-1)4	(B1-2)1	(B1-2)2	(B1-2)3	(B1-2)4	(B1-3)1	(B1-3)2	(B1-3)3	(B1-3)4	(B1-4)1	(B1-4)2	(B1-4)3	(B1-4)4	(B1-5)1	(B1-5)2	(B1-5)3	(B1-5)4
	B2	(B2-1)1	(B2-1)2	(B2-1)3	(B2-1)4	(B2-2)1	(B2-2)2	(B2-2)3	(B2-2)4	(B2-3)1	(B2-3)2	(B2-3)3	(B2-3)4	(B2-4)1	(B2-4)2	(B2-4)3	(B2-4)4	(B2-5)1	(B2-5)2	(B2-5)3	(B2-5)4
	B3	(B3-1)1	(B3-1)2	(B3-1)3	(B3-1)4	(B3-2)1	(B3-2)2	(B3-2)3	(B3-2)4	(B3-3)1	(B3-3)2	(B3-3)3	(B3-3)4	(B3-4)1	(B3-4)2	(B3-4)3	(B3-4)4	(B3-5)1	(B3-5)2	(B3-5)3	(B3-5)4
	B4	(B4-1)1	(B4-1)2	(B4-1)3	(B4-1)4	(B4-2)1	(B4-2)2	(B4-2)3	(B4-2)4	(B4-3)1	(B4-3)2	(B4-3)3	(B4-3)4	(B4-4)1	(B4-4)2	(B4-4)3	(B4-4)4	(B4-5)1	(B4-5)2	(B4-5)3	(B4-5)4
C	C1	(C1-1)1	(C1-1)2	(C1-1)3	(C1-1)4	(C1-2)1	(C1-2)2	(C1-2)3	(C1-2)4	(C1-2)1	(C1-2)2	(C1-2)3	(C1-2)4	(C1-4)1	(C1-4)2	(C1-4)3	(C1-4)4	(C1-5)1	(C1-5)2	(C1-5)3	(C1-5)4
	C2	(C2-1)1	(C2-1)2	(C2-1)3	(C2-1)4	(C2-2)1	(C2-2)2	(C2-2)3	(C2-2)4	(C2-2)1	(C2-2)2	(C2-2)3	(C2-2)4	(C2-4)1	(C2-4)2	(C2-4)3	(C2-4)4	(C2-5)1	(C2-5)2	(C2-5)3	(C2-5)4
	C3	(C3-1)1	(C3-1)2	(C3-1)3	(C3-1)4	(C3-2)1	(C3-2)2	(C3-2)3	(C3-2)4	(C3-2)1	(C3-2)2	(C3-2)3	(C3-2)4	(C3-4)1	(C3-4)2	(C3-4)3	(C3-4)4	(C3-5)1	(C3-5)2	(C3-5)3	(C3-5)4
	C4	(C4-1)1	(C4-1)2	(C4-1)3	(C4-1)4	(C4-2)1	(C4-2)2	(C4-2)3	(C4-2)4	(C4-2)1	(C4-2)2	(C4-2)3	(C4-2)4	(C4-4)1	(C4-4)2	(C4-4)3	(C4-4)4	(C4-5)1	(C4-5)2	(C4-5)3	(C4-5)4
D	D1	(D1-1)1	(D1-1)2	(D1-1)3	(D1-1)4	(D1-2)1	(D1-2)2	(D1-2)3	(D1-2)4	(D1-2)1	(D1-2)2	(D1-2)3	(D1-2)4	(D1-4)1	(D1-4)2	(D1-4)3	(D1-4)4	(D1-5)1	(D1-5)2	(D1-5)3	(D1-5)4
	D2	(D2-1)1	(D2-1)2	(D2-1)3	(D2-1)4	(D2-2)1	(D2-2)2	(D2-2)3	(D2-2)4	(D2-2)1	(D2-2)2	(D2-2)3	(D2-2)4	(D2-4)1	(D2-4)2	(D2-4)3	(D2-4)4	(D2-5)1	(D2-5)2	(D2-5)3	(D2-5)4
	D3	(D3-1)1	(D3-1)2	(D3-1)3	(D3-1)4	(D3-2)1	(D3-2)2	(D3-2)3	(D3-2)4	(D3-2)1	(D3-2)2	(D3-2)3	(D3-2)4	(D3-4)1	(D3-4)2	(D3-4)3	(D3-4)4	(D3-5)1	(D3-5)2	(D3-5)3	(D3-5)4
	D4	(D4-1)1	(D4-1)2	(D4-1)3	(D4-1)4	(D4-2)1	(D4-2)2	(D4-2)3	(D4-2)4	(D4-2)1	(D4-2)2	(D4-2)3	(D4-2)4	(D4-4)1	(D4-4)2	(D4-4)3	(D4-4)4	(D4-5)1	(D4-5)2	(D4-5)3	(D4-5)4
E	E1	(E1-1)1	(E1-1)2	(E1-1)3	(E1-1)4	(E1-2)1	(E1-2)2	(E1-2)3	(E1-2)4	(E1-2)1	(E1-2)2	(E1-2)3	(E1-2)4	(E1-4)1	(E1-4)2	(E1-4)3	(E1-4)4	(E1-5)1	(E1-5)2	(E1-5)3	(E1-5)4
	E2	(E2-1)1	(E2-1)2	(E2-1)3	(E2-1)4	(E2-2)1	(E2-2)2	(E2-2)3	(E2-2)4	(E2-2)1	(E2-2)2	(E2-2)3	(E2-2)4	(E2-4)1	(E2-4)2	(E2-4)3	(E2-4)4	(E2-5)1	(E2-5)2	(E2-5)3	(E2-5)4
	E3	(E3-1)1	(E3-1)2	(E3-1)3	(E3-1)4	(E3-2)1	(E3-2)2	(E3-2)3	(E3-2)4	(E3-2)1	(E3-2)2	(E3-2)3	(E3-2)4	(E3-4)1	(E3-4)2	(E3-4)3	(E3-4)4	(E3-5)1	(E3-5)2	(E3-5)3	(E3-5)4
	E4	(E4-1)1	(E4-1)2	(E4-1)3	(E4-1)4	(E4-2)1	(E4-2)2	(E4-2)3	(E4-2)4	(E4-2)1	(E4-2)2	(E4-2)3	(E4-2)4	(E4-4)1	(E4-4)2	(E4-4)3	(E4-4)4	(E4-5)1	(E4-5)2	(E4-5)3	(E4-5)4
F	F1	(F1-1)1	(F1-1)2	(F1-1)3	(F1-1)4	(F1-2)1	(F1-2)2	(F1-2)3	(F1-2)4	(F1-2)1	(F1-2)2	(F1-2)3	(F1-2)4	(F1-4)1	(F1-4)2	(F1-4)3	(F1-4)4	(F1-5)1	(F1-5)2	(F1-5)3	(F1-5)4
	F2	(F2-1)1	(F2-1)2	(F2-1)3	(F2-1)4	(F2-2)1	(F2-2)2	(F2-2)3	(F2-2)4	(F2-2)1	(F2-2)2	(F2-2)3	(F2-2)4	(F2-4)1	(F2-4)2	(F2-4)3	(F2-4)4	(F2-5)1	(F2-5)2	(F2-5)3	(F2-5)4
	F3	(F3-1)1	(F3-1)2	(F3-1)3	(F3-1)4	(F3-2)1	(F3-2)2	(F3-2)3	(F3-2)4	(F3-2)1	(F3-2)2	(F3-2)3	(F3-2)4	(F3-4)1	(F3-4)2	(F3-4)3	(F3-4)4	(F3-5)1	(F3-5)2	(F3-5)3	(F3-5)4
	F4	(F4-1)1	(F4-1)2	(F4-1)3	(F4-1)4	(F4-2)1	(F4-2)2	(F4-2)3	(F4-2)4	(F4-2)1	(F4-2)2	(F4-2)3	(F4-2)4	(F4-4)1	(F4-4)2	(F4-4)3	(F4-4)4	(F4-5)1	(F4-5)2	(F4-5)3	(F4-5)4
G	G1	(G1-1)1	(G1-1)2	(G1-1)3	(G1-1)4	(G1-2)1	(G1-2)2	(G1-2)3	(G1-2)4	(G1-2)1	(G1-2)2	(G1-2)3	(G1-2)4	(G1-4)1	(G1-4)2	(G1-4)3	(G1-4)4	(G1-5)1	(G1-5)2	(G1-5)3	(G1-5)4
	G2	(G2-1)1	(G2-1)2	(G2-1)3	(G2-1)4	(G2-2)1	(G2-2)2	(G2-2)3	(G2-2)4	(G2-2)1	(G2-2)2	(G2-2)3	(G2-2)4	(G2-4)1	(G2-4)2	(G2-4)3	(G2-4)4	(G2-5)1	(G2-5)2	(G2-5)3	(G2-5)4
	G3	(G3-1)1	(G3-1)2	(G3-1)3	(G3-1)4	(G3-2)1	(G3-2)2	(G3-2)3	(G3-2)4	(G3-2)1	(G3-2)2	(G3-2)3	(G3-2)4	(G3-4)1	(G3-4)2	(G3-4)3	(G3-4)4	(G3-5)1	(G3-5)2	(G3-5)3	(G3-5)4
	G4	(G4-1)1	(G4-1)2	(G4-1)3	(G4-1)4	(G4-2)1	(G4-2)2	(G4-2)3	(G4-2)4	(G4-2)1	(G4-2)2	(G4-2)3	(G4-2)4	(G4-4)1	(G4-4)2	(G4-4)3	(G4-4)4	(G4-5)1	(G4-5)2	(G4-5)3	(G4-5)4

Table 2. Add concepts to basic cells in the expanded Matrix . Possibility of final completion of cells with concepts

		1		2		3		4		5	
		Establish Goals		Collect and Analyze Facts		Uncover and Test Concepts		Determine Needs		State the Problem	
Function	Performance expectations from space	Designing a relationship diagram		Project microspaces in general (General) mode			Project-specific functional items available	Project-specific space design		Diagram of relations based on zoning and in specified layers	
Form	Project Shell	Responsive shell design	Symbols	Site area	Site specific shape	Environmental graphics of the substrate (natural and artificial)				Approved shell	Three-dimensional locating
	Composition	Proportions	Composition								
	Structural and executive topics										
Economy	Total project costs	Direct project costs	High Series costs	Political concepts in economics	Administrative and organizational costs		Legal and illegal ways to deduct expenses				
	Special benefit										
	Project economic plan										
Time	The right time to invest	Sleep time capital									
	Project timeline										
Climate	weather			Geographical location of the platform	Topography	Elevation above sea level	Available materials	Little need for light and radiation in microspaces	Qualitative need for lighting and radiation	Design of shaders	Climatically suitable shapes
	Sustainability										
	Ecology										
	Energy										
Culture	Lifestyle										
Humanities	Social interaction										
	Phenomenology										
	Environmental Psychology										Approved materials

در ادامه ملاحظه گردید که در صورت ادامه این روند قابلیت انتقال مفاهیم به فهرست متخصصان بسیار دشوار خواهد شد و جمع‌بندی و کدگذاری نهایی دستخوش اختشاش می‌گردد. این تحقیق در راستای یافتن مکانیسمی تحلیلی در راستای ارتباط یک طرفه بین مفاهیم است. در صورتی که با گسترش بدون محدودیت، این مهم دستخوش سردرگمی خواهد شد. در نتیجه تصمیم بر آن شد که گسترش سطر و ستون‌ها را محدود به یک لایه کرده و تحقیق با این محدودیت ادامه یابد. در این مرحله تنها یکی از مفاهیم قابلیت گسترش خواهد داشت ولی امکان تحلیل ارتباط بدون محدودیت و به صورت مدیریت شده وجود خواهد داشت. در نهایت ماتریس با گسترش محدود به ماتریس یک لایه‌ای از

منظر گسترش تبدیل گردید و بر مبنای این ماتریس اطلاعات را جمع آوری شده است. در این تحقیق ماتریس یک لایه‌ای به عنوان ماتریس مبنا نام‌گذاری شد. ماتریس مبنا به عنوان شروع جمع‌آوری داده قرار داده شد و در ادامه مفاهیم پایه در ماتریس مبنا قرار گرفت و نهایتاً ماتریس مبنا تکمیل گردید (جدول ۳).

Table 3. Single-layer finite Matrix (Base Matrix)

	1	2	3	4	5
	Establish Goals	Collect and Analyze Facts	Uncover and Test Concepts	Determine Needs	State the Problem
Function	Designing a relationship diagram	Project microspaces in general (General) mode	Project-specific functional items available	Project-specific space design	Diagram of relations based on zoning and in specified layers
Form	Responsive shell design	Environmental graphics of the substrate (natural and artificial)	Capabilities of bed formula in terms of quantitative and qualitative	Analysis of the relationship between composition and site	Three-dimensional locating
Economy	Economic plan design	Effective parameters in prices and conditions	Legal and illegal ways to deduct expenses	Types of costs and topics related to yen	The amount of boujeh and the process of assignment
Time	The right time to invest	Withdrawal of timing of economic conditions of the platform	The relationship between different events on the project and the recognition of the impact time yen	Identify different timelines affecting the project	Timing
Climate	Sustainability	Platform analysis	Five principles of sustainable architecture	Site potentials in the field of sustainability	Applicable items in the field of sustainability
Culture	Lifestyle	Understanding the context or neighborhood based on lifestyle	Category of space users by lifestyle	Categories of styles in the neighborhood and categories and summary	Based on the final analysis of residents ' lifestyles
Social interaction	Partnership	Neighborhood and context analysis based on participation	Discover the degree of desire to participate in residents	Platform partnership potentials	On the ultimate level of participation of space consumers
Environmental Psychology	Choosing the right color	Recognizing space users	Psychological effects of color on the basis of different	User accepted colors based on theory	Final choice of colors

بر روی ماتریس مبنا دو کدگذاری انجام گرفت.

۱. کدگذاری خانه‌های ماتریس بر مبنای سطر و ستون ماتریس. ستون‌ها با اعداد ۱ تا ۵ و سطرها با حروف لاتین کدگذاری شده‌اند (جدول ۴).

Table 4. Encoding the base matrix based on Latin letters and numbers

	1	2	3	4	5
A	A1	A2	A3	A4	A5
B	B1	B2	B3	B4	B5
C	C1	C2	C3	C4	C5
D	D1	D2	D3	D4	D5
E	E1	E2	E3	E4	E5
F	F1	F2	F3	F4	F5
G	G1	G2	G3	G4	G5
H	H1	H2	H3	H4	H5

۲. کدگذاری هر یک از خانه‌ها با اعداد از ۰ تا ۳۹ به ترتیب ردیفی (جدول ۵).

از این پس هر یک از خانه‌های ماتریس مبنا دارای شماره منحصر به فردی است (این مهم بر مبنای گره‌ها در نظریه گراف‌ها هدف‌گذاری شده است).

این مرحله به منزله مرحله دوم کدگذاری یا کدگذاری محوری از مراحل سه‌گانه کدگذاری صورت گرفت.

در ادامه مقاله به صورت جداگانه ارتباطات یک طرفه معناداری را بین خانه‌های ماتریس در سطر، ستون و مورب ایجاد کرده و در در نهایت با ترکیب داده‌ها کنار یکدیگر، مجموع فراوانی دو و بیشتر ارتباطات تعریف شده مورد تایید قرار گرفت و ارتباطات سطری، ستونی و نهایتاً مورب تجمیع شده، بر روی کاغذ پوستی به صورت جداگانه نهایی گردید.

این مکانیسم به فهرست دفاتر و معماران همکار که به صورت اولویت‌بندی شده بر اساس توانایی و قدرت در تحلیل و فرایند طراحی دسته‌بندی شده بود، به ترتیبی ارجاع داده شد. البته قبل از آن به فهرست انتخابی به صورت جداگانه توضیح مفصل ساختار و مفاهیم پایه داده شد تا هر یک از همکاران در جریان مکانسم تحقیق قرار گیرند. در این مرحله از فهرست همکاران خواسته شد که ابتدا مفاهیم منتصب شده در خانه‌های ماتریس مبنا را در زمینه مشخص شده مورد بازبینی قرار داده و سپس ارتباطات پیشنهادی یک طرفه خود را بین خانه‌ها بر روی کاغذ پوستی به سبکی که در ابتدای مصاحبه توضیح داده شده در سه حالت سطری، ستونی و مورب اعمال کنند.

Table 5. Encoding houses of the base matrix from 0 to 39

	1	2	3	4	5
	Establish Goals	**Collect and Analyze Facts**	**Uncover and Test Concepts**	**Determine Needs**	**State the Problem**
Function	Designing a relationship diagram	Project micro spaces in general (General)mode	Project-specific functional items available	Project-specific space design	Diagram of relations based on zoning and in specified layers
	0	1	2	3	4
Form	Responsive shell design	Environmental graphics of the substrate (natural and artificial)	Capabilities of bed formula in terms of quantitative and qualitative	Analysis of the relationship between composition and site	Three-dimensional locating
	5	6	7	8	9
Economy	Economic plan design	Effective parameters in prices and conditions	Legal and illegal ways to deduct expenses	Types of costs and topics related to yen	The amount of boujeh and the process of assignment
	10	11	12	13	14
Time	The right time to invest	Withdrawal of timing of economic conditions of the platform	The relationship between different events on the project and the recognition of the impact time yen	Identify different timelines affecting the project	Timing
	15	16	17	18	19
Climate	Sustainability	Platform analysis	Five principles of sustainable architecture	Site potentials in the field of sustainability	Applicable items in the field of sustainability
	20	21	22	23	24
Culture	Lifestyle	Understanding the context or neighborhood based on lifestyle	Category of space users by lifestyle	Categories of styles in the neighborhood and categories and summary	Based on the final analysis of residents ' lifestyles
	25	26	27	28	29
Social interaction	Partnership	Neighborhood and context analysis based on participation	Discover the degree of desire to participate in residents	Platform partnership potentials	On the ultimate level of participation of space consumers
	30	31	32	33	34
Environmental Psychology	Choosing the right color	Recognizing space users	Psychological effects of color on the basis of different	User accepted colors based on theory	Final choice of colors
	35	36	37	38	39

این فهرست تا مرحله سنجه اشباع نظری در شماره ۲۴ فهرست همکاران ادامه پیدا کرد. سپس سه نفر اضافه نیز جهت اطمینان از فهرست مورد پرسش قرار گرفتند و سنجه اشباع نظری مورد تایید واقع گردید. در نهایت ۲۷ نفر از فهرست همکاران در این تحقیق مورد پرسش مشخص و ساختارمند قرار گرفتند. طبق مراحلی که در جمع‌بندی نتایج قبلا انجام شده بود اطلاعات را دسته‌بندی و کدگذاری نمودند. این مرحله کدگذاری مرحله نهایی از مراحل سه‌گانه کدگذاری یعنی کدگذاری انتخابی است.

بدین ترتیب که مفاهیم اختصاص داده شده به خانه‌ها بر اساس فراوانی بالای ۵۰ درصد مورد تایید قرار گرفت و مواردی محدودی که زیر ۵۰ درصد بودند با بالاترین فراوانی تایید شدند. سپس ارتباطات یک طرفه زیر ۵۰ درصد حذف و ارتباطات ۵۰ درصد با وزن ۱ تعریف گردید. از ۵۰ تا ۱۰۰ نیز بر اساس یک مکانیسم خطی تا وزن ۵ تقسیم شد و به هر یک ار ارتباطات یک طرفه نسبت داده شد. کلیه این اطلاعات توسط برنامه پاورپوینت در سه جدول نهایی گردید (جدول ۶، ۷ و ۸). سپس دو فایل اکسل جداگانه تهیه گردید.

اولی شامل معرفی گره‌ها جهت برنامه گفی است. از گره شماره ۰ تا ۳۹ تعریف شده و برچسب آن‌ها بر اساس کدگذاری حروف لاتین و اعداد جدول ۳ و در فایل اکسل ذخیره گردید. شکل ۶ بخشی از این فایل را نشان می‌دهد.

Table 6. Communication of one side of the row along with the weight of each in the base Matrix

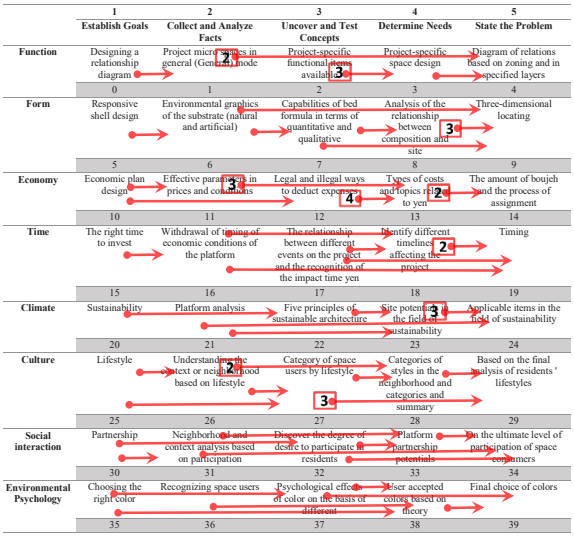

Table 7. Communication of one side of the column along with the weight of each in the base Matrix

	1 Establish Goals	2 Collect and Analyze Facts	3 Uncover and Test Concepts	4 Determine Needs	5 State the Problem
Function	Designing a relationship diagram	Project micro spaces in general (lateral)mode	Project-specific functional goals available	Project-specific space design	Diagram of relations based on grading and in specified layers
	0	1	2	3	4
Form	Responsive shell design	Environmental graphics of the substrate (natural and artificial)	Capabilities of bed formula in terms of quantitative and qualitative	Analysis of the relationship between composition and site	Three-dimensional locating
	5	6	7	8	9
Economy	Economic plan design	Effective parameters in prices and conditions	Legal and illegal ways to deduct expenses	Types of costs and topics related to yen	The amount of boujeh and the process of assignment
	10	11	12	13	14
Time	The right time to invest	Withdrawal of timing of economic conditions of the platform	The relationship between different events on the project and the recognition of the impact time yen	Identify different timelines affecting the project	Timing
	15	16	17	18	19
Climate	Sustainability	Platform analysis	Five principles of sustainable architecture	Site potentials in the field of sustainability	Applicable items in the field of sustainability
	20	21	22	23	24
Culture	Lifestyle	Understanding the context or neighborhood based on lifestyle	Category of space users by lifestyle	Categories of styles in the neighborhood and categories and summary	Based on the final analysis of residents' lifestyles
	25	26	27	28	29
Social interaction	Partnership	Neighborhood and context analysis based on participation	Discover the degree of desire to participate in residents	Platform partnership potentials	On the ultimate level of participation of space consumers
	30	31	32	33	34
Environmental Psychology	Choosing the right color	Recognizing space users	Psychological effects of color on the basis of different	User accepted colors based on theory	Final choice of colors
	35	36	37	38	39

Table 8. Connections of one side of the diagonal with the weight of each in the base Matrix

	1 Establish Goals	2 Collect and Analyze Facts	3 Uncover and Test Concepts	4 Determine Needs	5 State the Problem
Function	Designing a relationship diagram	Project micro spaces in general (lateral)mode	Project-specific functional goals available	Project-specific space design	Diagram of relations based on grading and in specified layers
	0	1	2	3	4
Form	Responsive shell design	Environmental graphics of the substrate (natural and artificial)	Capabilities of bed formula in terms of quantitative and qualitative	Analysis of the relationship between composition and site	Three-dimensional locating
	5	6	7	8	9
Economy	Economic plan design	Effective parameters in prices and conditions	Legal and illegal ways to deduct expenses	Types of costs and topics related to yen	The amount of boujeh and the process of assignment
	10	11	12	13	14
Time	The right time to invest	Withdrawal of timing of economic conditions of the platform	The relationship between different events on the project and the recognition of the impact time yen	Identify different timelines affecting the project	Timing
	15	16	17	18	19
Climate	Sustainability	Platform analysis	Five principles of sustainable architecture	Site potentials in the field of sustainability	Applicable items in the field of sustainability
	20	21	22	23	24
Culture	Lifestyle	Understanding the context or neighborhood based on lifestyle	Category of space users by lifestyle	Categories of styles in the neighborhood and categories and summary	Based on the final analysis of residents' lifestyles
	25	26	27	28	29
Social interaction	Partnership	Neighborhood and context analysis based on participation	Discover the degree of desire to participate in residents	Platform partnership potentials	On the ultimate level of participation of space consumers
	30	31	32	33	34
Environmental Psychology	Choosing the right color	Recognizing space users	Psychological effects of color on the basis of different	User accepted colors based on theory	Final choice of colors
	35	36	37	38	39

	A	B
1	ID	Label
2	0	A1
3	1	A2
4	2	A3
5	3	A4
6	4	A5
7	5	B1
8	6	B2
9	7	B3
10	8	B4
11	9	B5
12	10	C1
13	11	C2
14	12	C3
15	13	C4
16	14	C5

Fig.6. Introducing nodes for Gephi program

دومین فایل به تعریف ارتباطات یک طرفه یا بردارها مابین خانه‌های ماتریس مبنا اختصاص داده شد. در این فایل ستون اول به مبداء و ستون دوم به خانه‌ی هدف اختصاص داده شده است. شکل ۷ بخشی از این فایل را نمایش می‌دهد.

	A	B
1	Source	Target
2	0	1
3	1	4
4	2	3
5	3	4
6	5	6
7	6	7
8	6	9
9	7	8
10	7	9
11	8	9
12	10	11
13	10	12
14	11	13
15	12	13
16	13	14

Fig.7. Introducing vectors for Gephi program

در نهایت با ورود این دو فایل در مسیر مشخص جهت تحلیل گراف در برنامه گفی گراف نهایی این ارتباطات و گره‌های تعریف شده توسط برنامه گفی محاسبه و ترسیم می‌گردد. پس از تنظیمات گرافیکی اولیه در این برنامه، گراف ترسیم شده در شکل ۸ بدست آمد. در شکل ۸ به وضوح و به صورت گرافیکی می‌توان تمام ۴۰ گره تعریف شده و ارتباطات میان آن‌ها را در یک نگاه مشاهده نمود. با توجه به تعریف وزن هر بردار می‌توان ضخامت هر بردار را که مبین وزن آن است مشاهده نمود. در نتیجه در ابتدا و قبل از استفاده از امکانات و تحلیل‌های گسترده نظریه گراف‌ها در برنامه گفی، در یک نگاه می‌توان نحوه ارتباطات کلی مابین گره‌ها را به وضوح مشاهده نمود و با تاکید و درشت‌نمایی گره‌های شاخص آن‌ها را از دیگر گره‌ها تفکیک کرد.

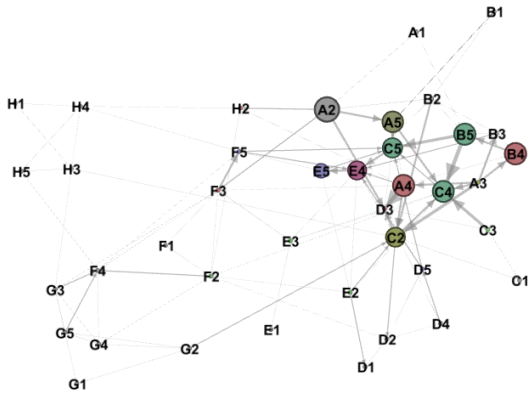

Fig.8. Drawn graph of cells and communications defined in matters of basis in the Gephi program

در این مرحله می‌توان سوال تحقیق را مجدداً مرور کرد و بر مبنای امکانات نظریه گراف‌ها نتیجه‌های متعدد و تحلیل مورد نیاز را استخراج نمود. این امکانات می‌تواند شامل درجه گره‌ها، وزن بردارها، گره‌های شاخص، کوتاه‌ترین مسیر بین دو گره مشخص که توسط فیلترهای موجود در برنامه گفی قابل دسترس می‌باشد.

همچنین با کوچکترین تغییردر فایل‌های اکسل تعریف شده که در شکل ۶ و ۷ نمایش داده شده

است، می‌توانیم شاهد تغییرات اعمال شده در گراف ترسیمی بوده و گراف‌های نهایی را با یکدیگر مقایسه نماییم. در نتیجه تغییرات اعمال شده به سادگی و به صورت کاملا پارامتریک با تغییرات پارامتر ها ایجاد و قابل مقایسه خواهد بود.

بحث و نتیجه‌گیری

پس از انتقال اطلاعات بدست آمده در ساختار مشخص و تعریف شده در برنامه گفی نوبت آن است که تحلیل‌های نهایی ازآنالیز داده‌ها صورت گیرد. در این مرحله امکان استخراج تحلیل‌های مشخص و تعریف شده‌ای از برنامه گفی تحت نظریه گراف‌ها وجود دارد. ابتدا می‌توان بر مبنای سوال تحقیق پاسخ‌هایی که از آنالیز داده‌ها بدست آمده را به ترتیب شرح نماییم. سوال این تحقیق به دنبال این مسئله بود که نظریه پنا بر مبنای نظریه پارامتریک چگونه می‌تواند در جمع‌آوری، تحلیل و نتیجه‌گیری در روند طراحی و نقد به معماران و طراحان به صورت کلی و یا در یک پروژه خاص کمک نماید. در ابتدا بر مبنای نظریه داده بنیاد همانطور که پیش‌بینی می‌شد جزییات سوال و فرضیه تحقیق شکل گرفت. در این مرحله طبق شکل ۸ می‌توان جزییات مشخصی که قابلیت راهنمایی و هدایت پروژه را دارند، مشخص نمود. این جزییات در ادامه در شکل‌های ارائه شده شفافیت بیشتری خواهند داشت. طبق تحلیل نظریه گراف‌ها در برنامه گفی، خروجی‌های متعددی را می‌توان از تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده در برنامه گفی بدست آورد. بر مبنای تحلیل داده‌ها هر یک از این خروجی‌ها می‌توانند نتایج مشخص و قابل تعمیمی را بدست دهد که در ادامه به تشریح آن‌ها خواهیم پرداخت.

بر مبنای پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده، دو دسته اطلاعات اولیه بدست آمد. دسته اول ارتباط یک‌طرفه هریک از آیتم‌های ماتریس و سپس میزان وزن هر یک از این ارتباطات. اولین خروجی که این برنامه در اختیار قرار داده، گراف ترسیمی شامل کلیه ارتباطات یک‌طرفه بین خانه‌های ماتریس بوده که در شکل ۸ نمایش داده شده است. در این گراف به وضوح می‌توانند خانه‌هایی که تراکم بیشتری در ارتباطات را داشته‌اند، مشاهده کرد. با بزرگ‌نمایی تصویر می‌توان خانه‌های مشخص شده را دقیق‌تر بررسی کرد (شکل ۹).

با توجه به خانه‌های مشخص شده با بیشترین تراکم می‌توان آن‌ها را در ماتریس یک‌لایه‌ای کدگذاری شده، مشخص نمود (جدول ۹). در جدول ۹ خانه‌های ماتریس با دو طیف کم‌رنگ و پررنگ مشخص شده‌اند که بر مبنای وزن هر یک از ارتباطات یک‌طرفه، محاسبه شده است. در این ماتریس به وضوح می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین خانه‌های ماتریس مورد توجه یا به بیان دیگر با اهمیت بالا، کدام خانه‌ها می‌باشد و در روند طراحی و با نقد باید تمرکز تیم طراحی یا نقد بر روی کدام خانه‌های ماتریس بیشتر باشد. این اولین نتیجه قابل توجه از این تحقیق است. در این مرحله در روند طراحی و نقد مشخص می‌گردد که چه خانه‌هایی از ماتریس مبنا باید مورد بررسی بیشتر و دقیق‌تر قرار گیرد و از کدام خانه‌ها باید فرایند شروع شود.

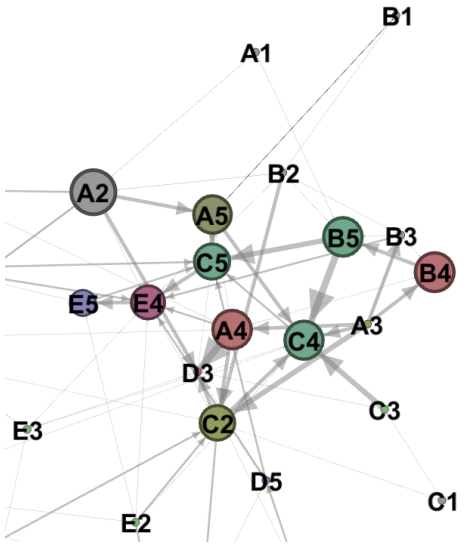

Fig.9. Layout of Matrix cells where the greatest density of our communications has occurred between

Table 9. Transmission of Matrix cells with the highest density on the encoded single-layer Matrix

	1	2	3	4	5
A	A1	A2	A3	A4	A5
B	B1	B2	B3	B4	B5
C	C1	C2	C3	C4	C5
D	D1	D2	D3	D4	D5
E	E1	E2	E3	E4	E5
F	F1	F2	F3	F4	F5
G	G1	G2	G3	G4	G5
H	H1	H2	H3	H4	H5

در خروجی‌های دقیق‌تر می‌توان این طیف را با دقت و جزییات بیشتری مورد بررسی قرار داد. با اجرای فیلتر وزن لبه که یکی از فیلترهای برنامه گفی است (این فیلترها بر مبنای نظریه ریاضی گراف‌ها جهت خروجی‌های مشخص و استاندارد نظریه گراف‌ها در برنامه تعبیه شده است)، می‌توان با مشخص کردن محدوده مورد نظر فقط ارتباطات خانه‌های ماتریسی که در این محدوده قرار دارند را، به نمایش گذاشت. در نتیجه دسته‌بندی با کیفیت و دقت بیشتری حتی در تعداد بیشماری از خانه‌های ماتریس، امکان‌پذیر خواهد بود. شکل ۱۰ و ۱۱، دو نمونه از طیف‌های متفاوت را به نمایش می‌گذارند.

این مکانیسم جهت فیلتر دیگر که محدوده درجه نام دارد نیز صادق است. درجه در نظریه گراف‌ها به تعداد ارتباطهای وارد و خارج شده به هر گره مرتبط است. در این مرحله می‌توان گراف را بر مبنای تعداد بردارهای وارد شده بر خانه‌های ماتریس مبنا

مـورد بررسـی قـرار داد. در ایـن مرحلـه می‌تـوان بـه خانه‌هایـی از ماتریـس مبنـا دسـت یافـت کـه بیشـترین ارتباطـات بـا آن‌هـا ارجـاع شـده اسـت. نتیجـه قاطـع ایـن فیلتـر، مشـخص شـدن خانه‌هایـی از ماتریـس مبنـا اسـت کـه بیشـترین ارتباطـات را داشـته‌اند و از نظـر میـزان فراوانـی در ارتبـاط بـا دیگـر خانه‌هـا مـورد بررسـی قـرار خواهنـد گرفـت. ایـن مرحلـه نیـز بـا توجـه بـه قابلیـت برنامـه، می‌تـوان در محدوده‌هـای تعریـف شـده توسـط تیـم تحقیـق، بررسـی و تحلیـل انجـام داد و خروجـی آن مشـخص و تفکیک‌کـردن خانه‌هایـی از ماتریـس از میـان بیشـمار خانـه کـه در ماتریـس تعریـف شـده اسـت، می‌باشـد (شـکل ۱۲).

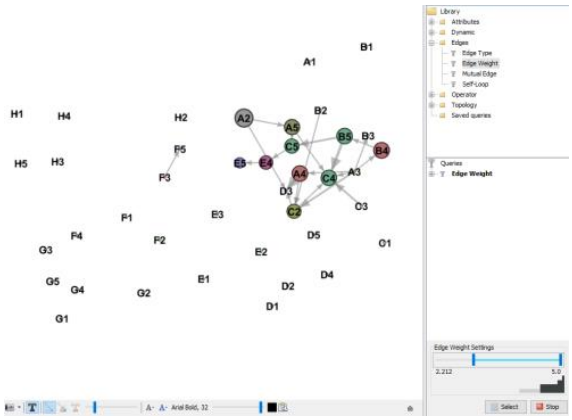

Fig.10. Identify connections between cells with weights between 2.2 and 5

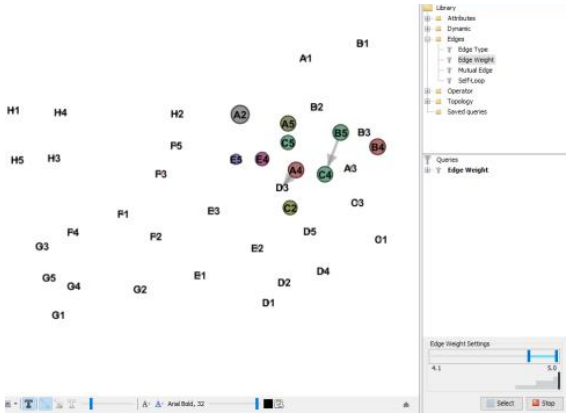

Fig.11. Identify connections between cells with weights between 4 and 5

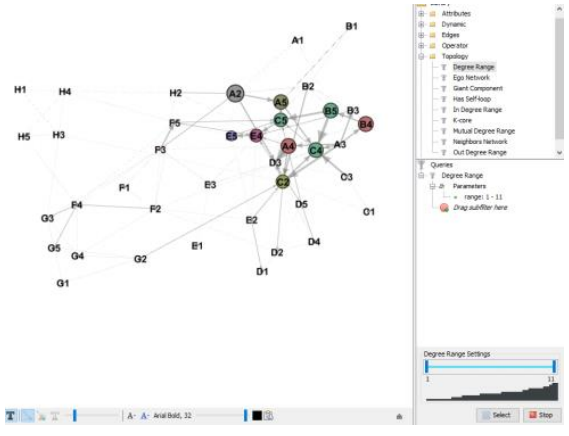

Fig.12. Communication of baseline Matrix cells with Grade 1 to 11

بـا تغییـر محـدوده فیلتـر مـورد نظـر از ۱ بـر روی ۸، خانه‌هایـی کـه دارای درجـه بیـن ۸ تـا ۱۱ هسـتند را بـه همـراه ارتباطـات آن‌هـا بـه نمایـش خواهـد گذاشـت (شـکل ۱۳). بـا مقایسـه ایـن تصاویـر متوجـه می‌شـویم کـه گره‌هـای بـا وزن و درجـه بیشـتر بـا یکدیگـر هم‌پوشـانی دارنـد. ایـن خـود تاکیـد مضاعـف بـر اهمیـت خانه‌هـای انتخابـی اسـت.

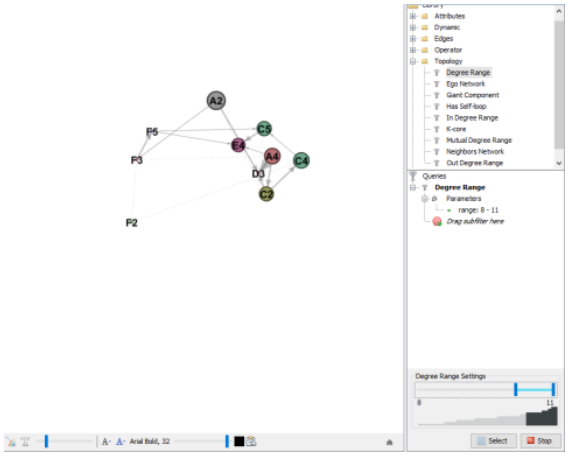

Fig.13. Communication of base Matrix cells with Grade 8 to 11

تـا ایـن مرحلـه اطلاعـات مربـوط بـه خانه‌هـا بـر مبنـای ارتباطـات تعریـف شـده مابیـن خانه‌هـا توسـط فهرسـت متخصصیـن بدسـت آمـد. در اینجـا بـا دسـتور کوتاه‌تریـن فاصلـه مـا بیـن دو گـره می‌تـوان بـه گره‌هـا و ارتباطـات آن‌هـا در ایـن مرحلـه دسـت یافـت و خروجـی بـر مبنـای تحلیـل گـره و ارتباطـات بیـن آن‌هـا توامـان بدسـت خواهـد آمـد. ایـن دقیقـاً یکـی از پرکاربردتریـن مصـارف نظریـه گراف‌هـا می‌باشـد.

بـه بیـان دیگـر در ایـن مرحلـه می‌تـوان مسـیر حرکـت بیـن گره‌هـا را بـر مبنـای داده‌هـای وارد شـده بدسـت آورد. کـه ایـن خروجـی مهمتریـن نتیجه‌گیـری و برداشـت از داده‌هـای وارد شـده بـه نظریـه گراف‌هـا خواهـد بـود. بـه عنـوان نمونـه می‌تـوان کوتاه‌تریـن مسـیر مابیـن خانـه A1 و C5 را از برنامـه دریافـت کـرد. ایـن برنامـه دقیقـاً کوتاه‌تریـن مسـیر را بـا توجـه بـه داده‌هـای دریافتـی در اختیـار تیـم تحقیـق قـرار خواهـد داد. شـکل ۱۴ کوتاه‌تریـن مسـیر را مـا بیـن دو خانـه ماتریـس نمایـش می‌دهـد کـه بـا تغییـر رنـگ بردارهـا بـه قرمـز مشـخص خواهـد شـد.

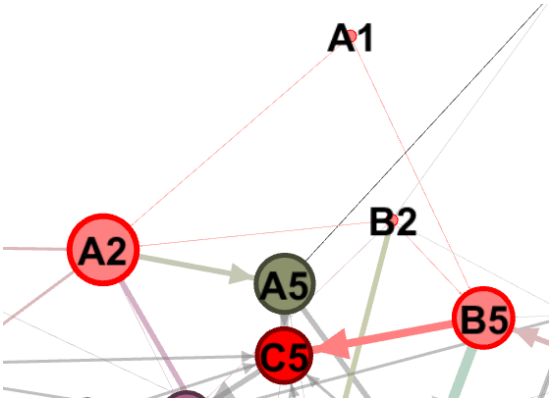

Fig.14. Shortest route between cell 11 and cell 5

با تکرار این فرمان در برنامه می‌توان کوتاه‌ترین مسیر مابین اولین خانه در اولین سطر ماتریس مبنا را با پنجمین خانه در کلیه سطرها بدست آورد (جدول ۱۰). این گراف دقیق مشخص خواهد کرد که کدام یک از محتوی‌های تعریف شده در خانه‌های ماتریس در اتصال خانه‌های ستون‌های اول به خانه‌های ستون‌های پنجم نقش خواهد داشت و کوتاه‌ترین مسیر ارتباطی مابین آن‌ها به چه صورت خواهد بود.

Table 10. The shortest communication path between the first row of the first column of the matrix with the fifth column of all rows

	1	2	3	4	5
A	A1	A2	A3	A4	A5
B	B1	B2	B3	B4	B5
C	C1	C2	C3	C4	C5
D	D1	D2	D3	D4	D5
E	E1	E2	E3	E4	E5
F	F1	F2	F3	F4	F5
G	G1	G2	G3	G4	G5
H	H1	H2	H3	H4	H5

در مجموع در این مرحله بر مبنای محتوی‌های تعریف شده در ماتریس یک لایه مبنا و همچنین تعریف ارتباطات یک‌طرفه بین آن‌ها، می‌توان خروجی‌های گرافیکی دقیق با طیف‌بندی قابل تنظیم را بدست آورد که هر یک از این گراف‌ها قادر خواهند بود در مسیر فرایند طراحی و نقد به عنوان راهنمای عمل، نمونه و مسیر را مشخص نماید. به بیان دیگر مکانیسم طراحی شده اولاً مانند یک فهرست اولیه درهدایت جمع‌آوری اطلاعات نقش آفرینی خواهد داشت و همچنین تحلیل پارامتریک ارتباطات یک‌طرفه مابین خانه‌های ماتریس قابلیت تحلیل ارتباطات را در مقیاس کلان خواهد داشت. این تحلیل‌ها به صورت گرافیکی و پارامتریک در دسترس طراحان قرار داشته و با تغییر هر یک از پارامترها و یا ارتباطات پایه، قابلیت تحلیل و مقایسه تغییرات به آسانی فراهم خواهد بود. در نتیجه با ارجاع مجدد به سوال تحقیق این مکانیسم پارامتریک بر مبنای نظریه ماتریس ویلیام ام پنا با خروجی‌های متعدد با دقت قابل تنظیم در برنامه گفی قادر خواهد بود که اولاً ساختاری پارامتریک را ایجاد کرده و با تغییر اطلاعات مبنا به سادگی تغییرات را در گراف‌های خروجی مشاهده و مقایسه نمود. همچنین به عنوان راهنما مسیر حرکت و داده‌های مورد نیاز و ارتباطات آن‌ها را مشخص و در مسیر طراحی و نقد راه‌گشا خواهد بود.

در اینجا با توجه به محدودیت ارائه اطلاعات می‌توان مراحل تشریح شده را با جزییات بیشتر تفسیر نمود تا با وضوح بیشتری بتوان قابلیت بدست آمده را به نمایش گذاشت. در این راستا خانه‌های شاخص شده در شکل ۹ عبارتند از A2, A4 ,A5 ,C2 ,C4 ,C5 ,B4, E4 ,E5 که هر یک از این کدها طبق جدول ۵ به ترتیب عبارتند از: ریزفضای پروژه در حالت عام، طرح‌ریزی فضای خاص پروژه، دیاگرام روابط بر مبنای زون‌بندی‌ها و لایه‌های مشخص، پارامترهای موثر در قیمت‌ها و شرایط، انواع هزینه‌ها و مباحث مربوط به آن، میزان بودجه و روند اختصاص آن، تحلیل ارتباط بین ترکیب‌بندی و سایت، تشخیص زمان‌بندی‌های مختلف متاثر کننده پروژه و زمان‌بندی.

این آیتم‌هایی است که بر مبنای ماتریس یک لایه‌ای پنا بر مبنای پارادایم پارامتریک از بین خانه‌های ماتریس انتخاب شده و دارای بیشترین وزن ودرجه گره بوده‌اند. همانطور که اشاره شد می‌توان طیف انتخاب این خانه‌ها (محتوی‌ها) را با اجرای دقیق فیلتر در برنامه با دقت بالا و در محدوده مشخص بدست آورد. در ادامه به عنوان نمونه با تکیه بر خروجی کوتاه‌ترین فاصله بین دو خانه ماتریس بر مبنای نظریه گراف‌ها، می‌توان خانه‌های میانی و ترتیب ارتباط آن‌ها را ما بین دو خانه تعریف شده به عنوان نمونه A1 و C5 را به ترتیب از چپ به راست مشخص نمود. C5-B5-B2-A2-A1 که به ترتیب معادل طراحی دیاگرام روابط- ریزفضاهای پروژه در حالت عام- گرافیک محیطی بستر (طبیعی و مصنوعی)- جانمایی سه بعدی- میزان بودجه و روند اختصاص آن، است. این میسر مشخص می‌کند که جهت جمع‌آوری داده‌ها و همچنین فرایند طراحی با محوریت دو خانه مبنا یعنی طراحی دیاگرام روابط و میزان بودجه و روند اختصاص آن به ترتیب از چه محتوی‌هایی باید استفاده نمود تا چرخه اطلاعات و طراحی تکمیل گردد. سپس با تکرار مسیرهای دیگر که به عنوان نمونه در شکل ۱۴ نمایش داده شده و قابلیت تعمیم جهت کلیه سطرها را خواهد داشت، می‌توان از مسیرهای مختلف اطلاعات و طرح‌های متفاوت را بدست آورد و سپس در کلیت به دسته‌بندی اطلاعات و طرح‌های حاصل شده پرداخت. این دقیقاً می‌تواند در مرحله طراحی به عنوان مثال بررسی و تحلیل بر روی آلترناتیوهای مختلف بدست آمده، باشد. این مهم می‌تواند با ارائه تصاویر، گراف‌ها، حجم‌ها و حالت‌های مختلف تهیه و بر روی دیواری قرار گرفته تا طبق پشنهاد ویلیام ام پنا در شکل ۱ مورد استفاده قرار گیرد.

در نهایت در این تحقیق می‌توان کل مراحل را به صورت ذیل تشریح نمود. ۱- ماتریس ویلیام ام پنا انتخاب و در سطر گسترش پیدا کرد (از ۴ سطر اصلی به ۱۲ سطر). ۲- ماتریس بر مبنای مرحله اول کدگذاری سه‌گانه، یعنی کدگذاری باز، کدگذاری گردید. ۳- به علت پیچیده شدن محتوی‌ها از نظر تعداد جهت انتقال به فهرست متخصصان، ماتریس در یک سطر و ستون محدود گردید و آن را ماتریس

مبنا نامیدند. ۴- محتوی‌های مرتبط با هر خانه ماتریس مبنا و ارتباطات یک‌طرفه خانه‌های آن را با کمک تیم دفتر شماره ۳۵۲ نظام مهندسی استان فارس تکمیل شد. این مرحله طبق کدگذاری مرحله دوم یعنی کدگذاری محوری، مرحله دوم از مراحل کدگذاری سه‌گانه، کدگذاری گردید. ۵- فهرستی از دفاتر و همکاران بر مبنای اولویت آن‌ها در قابلیت تحلیل و توانایی آن‌ها در فرایند طراحی تهیه گردید. ۶- اطلاعات جهت بازبینی و تحلیل تیم متخصصان به ترتیب اولویت و با آموزش اولیه دراختیارشان به ترتیب قرار گرفت. ۷- این فرایند تا رسیدن به سنجه اشباع‌نظری ادامه پیدا کرد. ۸- اطلاعات بدست آمده دسته‌بندی نهایی شد و بر روی ماتریس مبنا پیاده‌سازی می‌شود و ارتباطات ترسیم می‌شوند. این مرحله کدگذاری، مرحله سوم از مراحل کدگذاری سه‌گانه بوده و کدگذاری انتخابی نام دارد. ۹- اطلاعات در فایل‌های اکسل جمع‌بندی می‌شود. ۱۰- اطلاعات به برنامه گفی منتقل می‌شوند. ۱۱- گراف مرتبط با تحقیق توسط برنامه گفی تهیه می‌شود. ۱۲- خروجی‌های مورد نیاز شامل خانه‌های با وزن مشخص، درجه هر خانه، کوتاه‌ترین فاصله و موارد مورد نیاز گرفته می‌شود. ۱۳- بر مبنای فرضیه‌ها و محتوی‌های تعریف شده از خروجی‌های بدست آمده تحلیل‌ها استخراج و مدارک مورد نیاز جهت راهنمایی طراحان و منتقدان بدست می‌آید. ۱۳- بر مبنای کدهای تعریف شده، خانه‌هایی با درجه و وزن بیشتر در محدوده تعریف شده و همچنین کوتاه‌ترین فاصله بین دو خانه بدست آمده و محتوی‌های مرتبط با هر یک لیست می‌گردد. با تکرا مکرر این مرحله قابلیت تحلیل شامل مقایسه، فراوانی و تحلیل آلترناتیوها امکان‌پذیر خواهد بود.

جهت تحقیقات آتی امید است با بودجه مشخص و تعریف شده، این تحقیق در مقیاس بسیار کلان مابین متخصصان در کشور و همچنین تعداد بیشماری از مصرف‌کنندگان فضاهای معماری در محدوده زمانی بین ۱۵ تا ۲۰ سال انجام گیرد و گراف‌های خروجی بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده در این مقیاس بدست آیند. هر چه دقت و سطح آماری این تحقیق در پایه وسیع‌تر باشد این تحقیق دقیق‌تر و قابل اتکاتر خواهد بود و می‌توان تفاوت‌های تحلیلی محدوده‌های جغرافیایی متفاوت کشور را نیز در آن تفکیک کرد.

پی نوشت

1. Automation
2. Parametric Design
3. Parametric Paradigm
4. William M Peña
5. Analogue Parametric
6. Grounded Theory
7. Graph Theory
8. Gephi Softwear
9. Form-Finding
10. Strauss and Corbin

رهیافت نظام‌مند یا سیستماتیک درروش داده بنیاد را با نام استراوس و کوربین می‌شناسند. این روش سیستمانیک از دو محقق یاد شده در سال ۱۹۹۸ شروع شده است. این رهیافت برای تدوین نظریه در رابطه با پدیده به صورت استقرایی مجموعه‌های سیستماتیک از رویه‌ها به کار گرفته شده است.

11. Theoretical saturation

تشکر و قدردانی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است.

تاییدیه‌های اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیهٔ اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

منابع مالی/ حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت و مسئولیت نویسندگان

نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته و به طور برابر مسئولیت تمام محتویات و مطالب گفته‌شده در مقاله را می‌پذیرند.

References

1. Allan, G (2003) "A Critique of Using Grounded Theory as a Research Method," Electronic Journal of Business Research Methods, vol. 2, no. 1 pp. 1-10.
2. Andia, Alfredo. Spiegelhalter, Thomas. (2015). Post-Parametric Automation in Design and Construction. Artech House. ISBN-13: 978-1-60807-693-2.
3. Aouragh, Miriyam (2011), "Collateral Damage: Oslo Attacks and Proliferating Islamophobia", Jadaliyya, retrieved 2011-11-22
4. Bastian, Mathieu. Heymann, Sebastien. Jacomy, Mathieu. 2009. Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. AAAI Publications, Third International AAAI Conference on Weblogs and Social Media, retrieved 2011-12-14.
5. Bastian, Mathieu; Heymann, Sebastien; Jacomy, Mathieu (2009), "Gephi : An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks", AAAI Publications, Third International AAAI Conference on Weblogs and Social Media, retrieved 2011-11-22
6. Bondy, J. A. Murty, U. S. R. 1976. Graph Theory

with Applications. The·Macmillan Press Ltd.
7. Cantrell, Bradley. Mekies, Adam. (2018). Codify, Parametric and Computational Design in Landscape Architecture. Routledge, ISBN: 978-1-138-12503-2 (hbk).
8. Creswell. J.W. and Creswell, J.D. (2017) Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 4th Edition, Sage, Newbury Park.
9. Davis, Daniel. "A History of Parametric". Res trieved 5 April 2014.
10. Denzin, N., & Lincoln, Y. S. 1994, Handbook of Qualitative Research3) rd ed ,(.Thousand Oaks, CA :Sage.
11. Deo ,Narsingh .1974 .Graph Theory with Applications to Engineering & Computer Science. Dover Publications ,INC .Mineola ,New York.
12. Desmedt ,Patrice" ,(2011) Sébastien Heymann-Le cartographe des données ,"L'Usine Nouvelle, retrieved2011-12-14
13. Duerk, Donna P .1993 .Architectural Programming :Information Management for Design .Wiley
14. Flick, Uwe. 2018, An Introduction to Qualitative Research, SAGE Publications Ltd, ISBN: 9781526464217
15. Frazer, John (2016). Parametric Computa) tion: History and Future. Architectural Deu sign. 86 (March/April): 18–23. doi:10.1002/ ad.2019. S2CID 63435340
16. Hudson, Roland. 2010. Strategies for parametric design in architecture. An application of practice led research. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy University of Bath. Department of Architecture and Civil Engineering. University of Bath. UK.
17. Goulding, Chris tina (2002), Grounded Theory: A Practical Guide for Management, Business and Market Researchers. SAGE Publications Ltd, London
18. JABI, WASSIM .(2013) .Parametric Design for Architecture .Laurence King Publishing Ltd.
19. Lee ,Ju Hyun .Ostwald ,Micheal J .2020 .Creative Decision-Making Processes in Parametric Design .UNSW Built Environment ,The University of New South Wales ,Sydney ,NSW,2052 Australia .MDPI
20. Leetaru ,Kalev H" ,(2011) .Culturomics:2.0 Forecasting Large-scale human behavior using global news media tone in time and space ,"First Monday ,retrieved2011-11-22
21. Madsen ,Deane .2014.Zaha Hadid Architects Designs London Science Museum Mathematics Gallery. Architects, The Journal of the American Institute of Architects.
22. Martin, Patricia Yancey.Turner, Barry A., (1986), "Grounded Theory and Organizational Research," The Journal of Applied Behavioral Science, vol. 22, no. 2
23. Peña, William M . Parsha, Steven A. (2012). Problem Seeking an Architectural Programming Primer. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
24. Saberian, J., Mak, M., Hamrah, M., 2012. Classification of Dual graphs and their application in improving routing analyses, Journal of Transportation Engineering, 4:2
25. Saunders, Benjamin. Sim, Julius. Kingstone, Tom. Baker, Shula. Waterfield, Jackie. Bartlam, Bernadette. Burroughs, Heather. Jinks, Clare. 2017. Saturation in qualitative research: exploring its conceptualization and operationalization. Springer. Published online: 14 September.
26. Schumacher, Patrik (2009). "Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design". AD Architectural Design.79 (4).
27. Strauss, Anselm L., & Corbin, Juliet (1990), Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques, Sage.
28. Woodbury, Robert. (2010). Elements of Parametric Design. Routledge. ISBN10: 0-415-77986-3 (hbk) ISBN10: 0-415-77987-1 (pbk)
29. Ziaee, A., Moztarzadeh, H., & Movahed, K. (2020).The Role of Parametric System in the Analysis of Sim Van Der Ryn's Ecological Architecture Principles in Iranian Plateau. Armanshahr Architecture & Urban Development Journal. 13 (30), 149-163.