



Exploring the Place of Systems Thinking in the Sustainable Design Process

Farhad Karvan^{1*}, Jamal-e-Din MahdiNeinejad darzi² and Hedieh Jamshidi³

Received: 06/Oct/2024

Revised: 06/Oct/2024

Accepted: 07/Apr/2025

(PP.: 49-70)

Abstract

Introduction: Systems thinking, as a holistic method for analyzing the interrelationships between components in a system, allows designers to comprehensively and systematically examine complex design problems. The present study was conducted to examine the role of systems thinking in the sustainable design process and to explain the impact of this approach on enhancing performance and coordination in designs. The research aimed to answer two main questions: How does systems thinking contribute to improving the design process? What are the components of systems thinking in improving the design process?

Research Method: The method of collecting information was library and field methods. First, various sources were reviewed, and using the content analysis, the components of systems thinking in the design process, as well as the principles, advantages, and challenges of applying systems thinking in the design process, were identified. In other words, using scientific and reliable sources in the fields of systems thinking and design process, the position of these two concepts was examined together. For searching and reviewing, available scientific sources, including research articles, books, and electronic resources, were utilized. These sources were collected from reputable scientific databases such as Google Scholar, SID, Scopus, and Civilica, both domestic and international. Then, using the SPSS software, Delphi method and the opinions of selected referees, the components were finally approved. The statistical population consisted of professors from the Department of Architecture and Industrial Design. Six people were selected as a sample on a convenience basis to ensure internal validity.

Results and Discussion: The findings revealed that the systems thinking model in design encompassed three main themes, six subthemes, and twenty components. The internal validity of the model was examined using the Delphi method, with one component being eliminated. The Kendall correlation coefficient, based on the opinions of six referees for the model components, was 0.93, which was significant at the 0.001 level.

Conclusion: Based on these results, it can be said that the use of systems thinking in design can significantly improve the design process and create more sustainable solutions in the categories of having a comprehensive and holistic view in design, reducing errors and problems, improving coordination between components, increasing efficiency and productivity, and increasing design sustainability. However, there are limitations, including the complexity of the design process, the need for additional time and resources, as well as the requirement for multidisciplinary expertise and skills, as well as resistance to change during the implementation of this approach.

Keywords: Thinking; Systems Thinking; Design Process; Sustainable Design.

¹ Assistant Prof. Department of Architecture, Ha.C., Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran, (Corresponding Author) f.karvan@iau.ac.ir

² Prof. Department of Architecture and Urban Design, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

³ PhD. Student in architecture, Department of Architecture, Ha.C., Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

واکاوی جایگاه تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار

فرهاد کاروان^{1*}، جمال‌الدین مهدی نژاد² و هدیه جمشیدی³

تاریخ پذیرش: 1404/اردیبهشت/08	تاریخ بازنگری: 1403/بهمن/24	تاریخ دریافت: 1403/آذر/14
(صفحات 49-70)		

چکیده

مقدمه: تفکر سیستمی به عنوان یک روش کلی‌نگر با تحلیل روابط متقابل میان اجزا در یک سیستم، این امکان را به طراحان می‌دهد تا مشکلات پیچیده طراحی را به‌طور جامع و نظام‌مند بررسی کنند. پژوهش حاضر با هدف بررسی جایگاه تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار و تبیین این رویکرد بر بهبود عملکرد و هماهنگی در طراحی‌ها را شکل گرفت. پژوهش در پی پاسخ‌گویی به دو سؤال اصلی بود؛ چگونه تفکر سیستمی در بهبود فرایند طراحی عمل می‌کند؟ مؤلفه‌های تفکر سیستمی در بهبود فرایند طراحی کدامند؟

روش تحقیق: پژوهش حاضر از نوع کیفی و از نظر زمانی جزو مطالعات مقطعی است. شیوه گردآوری اطلاعات در پژوهش حاضر به روش کتابخانه‌ای و میدانی بود. ابتدا منابع مختلف بررسی و با استفاده از روش تحلیل محتوا مؤلفه‌های تفکر سیستمی در فرایند طراحی، اصول، مزایا، و چالش‌های به‌کارگیری تفکر سیستمی در فرایند طراحی مشخص شد. به عبارتی، با استفاده از منابع علمی و معتبر در حوزه‌های تفکر سیستمی و فرایند طراحی، جایگاه این دو مفهوم در کنار هم بررسی شد. جهت جستجو و بررسی از منابع علمی موجود مانند مقالات پژوهشی، کتب و منابع الکترونیکی شامل پایگاه‌های علمی معتبر داخلی و بین‌المللی مانند Google Scholar، SID، Scopus، Civilica به کار گرفته شد. سپس با استفاده از روش دلفی و نظر داوران انتخابی مؤلفه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. جامعه آماری شامل استادان گروه معماری بودند. در پژوهش حاضر 6 نفر به عنوان نمونه به صورت در دسترس انتخاب شدند. داده‌ها به‌صورت کیفی و کمی با استفاده از نرم افزار Spss نسخه 22 تحلیل شد. **نتایج و بحث:** یافته‌ها نشان داد که الگوی تفکر سیستمی در طراحی شامل 3 مضمون اصلی 6 مضمون فرعی و 20 مؤلفه بود. اعتبار درونی الگو با روش دلفی بررسی شد که 1 مؤلفه حذف شد و ضریب هماهنگی کندال براساس نظر 6 داور برای مؤلفه‌های الگو 0.93 به دست آمد که در سطح 0.001 معنادار بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس این نتایج می‌توان گفت که استفاده از تفکر سیستمی در طراحی می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای منجر به بهبود فرایند طراحی و ایجاد راه‌حل‌های پایدارتر در مقولات برخورداری از دیدگاه جامع و همه‌جانبه در طراحی، کاهش خطاها و مشکلات، بهبود هماهنگی بین اجزاء، افزایش کارایی و بهره‌وری و نیز افزایش پایداری طراحی شود. با این حال، محدودیت‌هایی نظیر پیچیدگی فرایند طراحی و نیاز به زمان و منابع بیشتر، تخصص و مهارت‌های چندرشته‌ای، و نیز مقاومت در برابر تغییر در پیاده‌سازی این رویکرد وجود دارد. **واژگان کلیدی:** تفکر، تفکر سیستمی، فرایند طراحی، طراحی پایدار.

¹ استادیار، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران، (نویسنده مسئول). f.karvan@iau.ac.ir

² استاد، گروه معماری، دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

³ دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

1- مقدمه

در دنیای امروز، پیچیدگی‌های فزاینده‌ای که در حوزه‌های مختلف به چشم می‌خورد، از فناوری و صنعت گرفته تا مسائل اجتماعی و محیط‌زیستی، نیازمند رویکردهای جامع و کل‌نگرانه است. با افزایش وابستگی‌های میان اجزا و بخش‌های مختلف هر سیستم، روش‌های سنتی که بیشتر بر حل مشکلات به صورت جزئی و موضعی تمرکز داشتند، کارایی کمتری در دستیابی به راه‌حل‌های بلندمدت و پایدار دارند. در این زمینه، تفکر سیستمی به‌عنوان رویکردی مدرن و جامع وارد عمل می‌شود (Cabrera & Cabrera, 2023). این رویکرد با نگاهی کلی به سیستم‌ها، به شناسایی و تحلیل روابط متقابل میان اجزاء، الگوهای پویای تغییر و تأثیرات بلندمدت تصمیمات می‌پردازد. در تفکر سیستمی، هر جزء از سیستم نه تنها به صورت مستقل بلکه به عنوان بخشی از یک کل یکپارچه مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ این موضوع به طراحان و تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا درک دقیق‌تری از سازوکارهای درونی و پیامدهای مختلف اقدامات داشته باشند (Ping, 2015). از سوی دیگر، فرایند طراحی یکی از مراحل کلیدی در توسعه محصولات، خدمات و راه‌حل‌های جدید است که شامل مراحل مختلفی از قبیل تحقیق، تحلیل، ایده‌پردازی، نمونه‌سازی و ارزیابی است. فرایند طراحی به طور کلی به دنبال یافتن راه‌حلهایی است که به نیازها و خواسته‌های کاربران پاسخ دهد و در عین حال منابع و محدودیت‌های موجود را در نظر گیرد (Mononen, 2017). با توجه به پیچیدگی‌های موجود در پروژه‌های امروزی، اهمیت پیاده‌سازی تفکر سیستمی در فرایند طراحی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. ترکیب این دو مفهوم می‌تواند به طراحان این امکان را بدهد تا به جای تمرکز صرف بر مشکلات موضعی، به تأثیرات گسترده‌تر تصمیمات خود در سطح کلان و در بلندمدت بپردازند (Monat & Gannon, 2018).

با پیچیده‌تر شدن ساختارها و نیازهای سیستم‌های مختلف در دنیای امروز، طراحی کارآمد و پایدار به یکی از ضروریات اصلی تبدیل شده است. مشکلات و چالش‌های طراحی امروزی فراتر از مسائل جزئی و

سطحی بوده و نیازمند نگرشی کل‌نگرانه است. در این زمینه، تفکر سیستمی به عنوان ابزاری مؤثر به طراحان این امکان را می‌دهد که به جای تمرکز صرف بر اجزای منفرد، بر کل سیستم و نحوه تعامل اجزا تمرکز کنند و به درک جامعی از تأثیرات متقابل درون سیستم برسند (Bassanese & Rodeghiero, 2014). این امر به‌ویژه در پروژه‌هایی که پایداری، صرفه‌جویی در منابع و کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی اولویت دارند، بسیار حائز اهمیت است. پژوهش در مورد جایگاه تفکر سیستمی در فرایند طراحی می‌تواند راه را برای ایجاد روش‌های جدید و بهبود یافته در طراحی هموار کند. بسیاری از پروژه‌ها به دلیل فقدان تحلیل‌های سیستماتیک با مشکلاتی از قبیل افزایش هزینه‌ها، اتلاف منابع، و ناسازگاری‌های ساختاری مواجه می‌شوند. استفاده از تفکر سیستمی می‌تواند به حل این مشکلات کمک کرده و باعث ایجاد هماهنگی بیشتر میان اجزا و بهبود نتایج طراحی شود (Guo, Wang, & Sun, 2023). از آنجا که بسیاری از مسائل طراحی، نظیر بهینه‌سازی منابع، کاهش تأثیرات محیط زیستی و بهبود کارایی، به طور مستقیم تحت تأثیرات پویایی‌ها و روابط میان اجزای مختلف قرار دارند، تفکر سیستمی می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد در این راستا عمل کند. بنابراین، طراحان با بهره‌گیری از اصول تفکر سیستمی، مشکلات رایج در فرایند طراحی را بهتر شناسایی و تحلیل می‌کنند و به راه‌حلهایی پایدار و با ارزش بلندمدت دست می‌یابند، لذا انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد. همچنین این پژوهش‌ها می‌تواند به توسعه دیدگاه‌های نوین در طراحی و مهندسی منجر شود. با توجه به تغییرات سریع در فناوری‌ها و نیاز به سازگاری پروژه‌ها با این تغییرات، به کارگیری تفکر سیستمی در فرایند طراحی به طراحان کمک می‌کند که به‌طور مستمر راه‌حل‌های بهینه‌تر و قابل تطبیق‌تری بیابند. همچنین، استفاده از تفکر سیستمی به طراحان امکان می‌دهد تا با توجه به تعاملات پیچیده میان اجزاء، ریسک‌های احتمالی را پیش‌بینی کرده و برنامه‌ریزی‌های بهتری برای مقابله با این ریسک‌ها ارائه دهند. از سوی دیگر، تفکر سیستمی می‌تواند نقش مؤثری در بهبود آموزش و تربیت طراحان

و مهندسان آینده ایفا کند. آشنایی با مفاهیم و اصول تفکر سیستمی می‌تواند طراحان را از تمرکز صرف بر حل مسائل موضعی به سوی درک کلی‌تر از سیستم‌ها سوق دهد و در نتیجه نسل جدیدی از طراحان را پرورش دهد که توانایی مواجهه با چالش‌های پیچیده و چندوجهی را دارند. این پژوهش با هدف بررسی نقش تفکر سیستمی در بهبود و تقویت فرایند طراحی تدوین شده است. در این راستا، به بررسی سوالات پژوهشی و مبانی نظری هر دو مفهوم تفکر سیستمی و فرایند طراحی پرداخته می‌شود و سپس با استفاده از مطالعات و شواهد موجود، نقش این رویکرد در حل مشکلات و چالش‌های رایج در فرایند طراحی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به هدف پژوهش که تبیین جایگاه تفکر سیستمی در بهبود فرایند طراحی است؛ لذا سوالات زیر در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- جایگاه تفکر سیستمی در فرایند طراحی چگونه است؟
- مؤلفه‌های تفکر سیستمی در فرایند طراحی کدامند؟

1-1- پیشینه پژوهش

در ارتباط با نقش تفکر در طراحی مطالعات زیادی صورت گرفته و بیان می‌دارند که طراحی با تفکر طراح ارتباط دارد (Abdullayev & Shukhratovich, 2023). در پژوهشی دیگر به نقش مهارت‌های تفکر در طراحی اشاره شده (Sharif, and Nadimi, 2013) و نیز به تأثیرات مهارت‌های تفکر بر مدل‌سازی تفکر واگرا و خلاقیت هنری تأکید شده است (Xinfa & et.al., 2015). اما در این پژوهش به جایگاه تفکر سیستمی به‌طور خاص در معماری و فرایند طراحی می‌پردازد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تفکر سیستمی با افزایش عملکرد در مسائل پیچیده ارتباط دارد (Viacheslave, 2018). تفکر سیستمی در دهه‌های گذشته به عنوان یک رویکرد مؤثر در مدیریت و علوم مهندسی معرفی شده و به تدریج جایگاه خود را در طراحی و معماری نیز پیدا کرده است. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند که استفاده از تفکر سیستمی می‌تواند تأثیرات مثبتی در فرایند طراحی داشته باشد. به عنوان مثال، در پروژه‌های معماری و مهندسی، این رویکرد کمک کرده است تا طراحان به

راه‌حل‌های جامع‌تر و پایدارتری برسند. همچنین، استفاده از تفکر سیستمی در طراحی محصول، منجر به ایجاد محصولات کارآمدتر و هماهنگ با نیازهای کاربران شده است.

مفهوم تفکر سیستمی در اوایل قرن بیستم به‌عنوان پاسخی به محدودیت‌های روش‌های سنتی تحلیل و حل مسأله پدیدار شد. یکی از اولین نظریه‌پردازان برجسته در این زمینه، لودویگ فون برتالنفی بود که در دهه 1940 با توسعه نظریه عمومی سیستم‌ها به شناسایی ارتباطات و تعاملات بین اجزای سیستم‌ها پرداخت. نظریه او در رشته‌های مختلف، از زیست‌شناسی تا مدیریت، تأثیرگذار بود و به‌عنوان مدلی برای تحلیل سیستم‌های پیچیده و پویا به کار گرفته شد. برتالنفی و دیگر نظریه‌پردازان تأکید داشتند که باید به سیستم به‌عنوان یک کل نگاه کرد و اجزا را با توجه به تعاملات و وابستگی‌های متقابل بررسی کرد (Valero-Silva & Eng, 1999).

در دهه‌های 1960 و 1970، تفکر سیستمی به حوزه‌های مهندسی و مدیریت وارد شد و به عنوان رویکردی مؤثر برای تحلیل و حل مسائل پیچیده شناخته شد. این رویکرد در مدیریت پروژه‌ها، به بهبود برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی و کنترل فرایندها کمک کرد. در این زمان، جی فارستر¹ با معرفی مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها نشان داد که چگونه می‌توان از تفکر سیستمی برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی رفتار سیستم‌ها در طول زمان استفاده کرد. این روش به تصمیم‌گیرندگان امکان می‌داد تا تأثیرات بلندمدت تصمیمات خود را بسنجند و با تغییرات محیطی بهتر سازگار شوند (Richmond, 1994).

در دهه‌های بعد، این رویکرد به حوزه‌های معماری و طراحی نیز راه یافت و پژوهشگران به اهمیت تحلیل سیستماتیک در طراحی محیط‌های شهری و معماری پی بردند. در طراحی معماری و شهرسازی، تفکر سیستمی به عنوان رویکردی برای بهبود پایداری و کیفیت زندگی شهری شناخته شد و طراحان با استفاده از آن توانستند تأثیرات زیست‌محیطی را کاهش دهند و فضاهای زندگی بهتری ایجاد کنند (Buchanan, 2019).

همچنین، در حوزه طراحی محصول، تفکر سیستمی به ابزاری کارآمد برای توسعه محصولات تبدیل شد.

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های تجربی و کاربردی انجام شده در حوزه‌های مختلف طراحی، از جمله طراحی شهری و صنعتی، نشان داده‌اند که تفکر سیستمی می‌تواند به کاهش چالش‌های طراحی کمک کند و سیستم‌های پایداری ایجاد کند. جدول 1 پژوهش‌های انجام شده در این زمینه را نشان می‌دهد.

پژوهش‌ها نشان دادند که طراحان می‌توانند با استفاده از این رویکرد، محصولاتی با کارایی بیشتر و پاسخ‌گوی نیازهای متنوع کاربران طراحی کنند. از دهه‌های اخیر، به‌ویژه با پیشرفت تکنولوژی، این رویکرد به طراحان کمک کرد تا محصولات انعطاف‌پذیرتری بسازند که با شرایط پیچیده محیطی و نیازهای مختلف کاربران هماهنگ باشند.

جدول 1- پیشینه پژوهش

Tab. 1- Research background

ردیف	نویسنده، سال	موضوع	نتیجه‌گیری
1	(Dastan, 2015)	بررسی تفکر سیستمی در معماری	- تأکید بر هماهنگی میان اجزای مختلف پروژه و ایجاد رویکردی جامع برای مدیریت چالش‌ها - به‌کارگیری تفکر سیستمی باعث بهبود کارایی و کاهش مشکلات طراحی و تأثیرات مثبت بر کیفیت نهایی پروژه‌ها
2	(Nader-e-Asli & et al., 2020)	بررسی چالش‌های اجرای بام سبز در ایران با استفاده از تحلیل آماری و رویکرد تفکر سیستمی	- چالش‌های اصلی اجرای بام سبز در ایران شامل هزینه‌های اولیه بالا، کمبود آگاهی عمومی، و محدودیت‌های فنی و اقلیمی - رفع موانع اجرایی طرح نیازمند هماهنگی میان سیاست‌گذاران، طراحان، و کاربران - توسعه زیرساخت‌ها و فرهنگ‌سازی باعث پذیرش گسترده‌تر بام‌های سبز
3	(Mohammadi & et al., 2019)	تبیین ضرورت نگرش سیستمی به معماری پایدار برای درک پیچیدگی‌های زمینه تکنیکی-اجتماعی دنیای معاصر و در راستای توسعه درون‌زا	- تکامل مفهوم پایداری در توسعه پایدار و نیز سیر تکامل رویکردهای طراحی در راستای پایداری، به سمت درون‌زایی - درون‌زا بودن فرایند طراحی در معماری پایدار - هماهنگی و سازگاری معماری با ویژگی‌های درون‌زایی توسعه پایدار و رویکردهای نوین طراحی
4	(Mesgaran & Karimi, 2024)	تفکر سیستمی در نگهداری ساختمان	- طراحی و اجرای همه بخش‌های مختلف ساختمان با تفکر سیستمی - مدیریت در مهندسی ساختمان و نگهداری ساختمان با تفکر سیستمی
5	(Shrubsole, Hamilton, Zimmermann, Papachristos, Broyd, Burman, Mumovic, Zhu, Lin, & Davies, 2019)	نیاز به رویکرد تفکر سیستمی در درک و پرداختن به انرژی و عملکرد زیست-محیطی در ساختمان‌ها	- اهمیت به‌کارگیری رویکرد تفکر سیستمی برای درک و حل پیچیدگی‌های عملکرد انرژی و محیطی در ساختمان‌ها - تأکید بر رویکرد جامع به دلیل ارائه راه‌حل‌های مؤثرتر و بهینه کردن بهره‌وری از انرژی و پایداری محیطی
6	(Huber, Waxman, & Dyar, 2020)	تفکر سیستمی در درک نقش پویا و در حال تکامل فناوری در فرایند طراحی	- ارزش تفکر سیستمی در درک نقش پویا و در حال تکامل فناوری در فرایند طراحی - تفکر سیستمی چارچوبی جامع برای ارزیابی تأثیرات فناوری - با این رویکرد کمک به طراحی با راه‌حل‌های تطبیقی، کارآمد و نوآورانه.
7	(Hamma-adama, Iheukwumere, & Kouider, 2020)	تحلیل علل فروپاشی ساختمان: رویکرد تفکر سیستمی	- تحلیل علل فروپاشی ساختمان‌ها از منظر رویکرد تفکر سیستمی - با استفاده از این رویکرد، بررسی روابط پیچیده و تعاملات میان عواملی مانند طراحی، مصالح، ساخت و بهره‌برداری
8	(Bridi, Formoso, & Saurin, 2021)	یک روش مبتنی بر تفکر سیستمی برای ارزیابی بهترین شیوه‌های مدیریت ایمنی در ساخت و ساز	- ارائه یک روش مبتنی بر تفکر سیستمی برای ارزیابی بهترین شیوه‌های مدیریت ایمنی در صنعت ساخت‌وساز - بررسی تعاملات میان عوامل مختلف مانند طراحی، فرآیندهای ساخت، آموزش کارکنان و قوانین ایمنی - کمک در شناسایی نقاط ضعف و قوت در سیستم‌های ایمنی - بهبود کارایی و کاهش حوادث در پروژه‌های ساخت‌وساز
9	(Omotayo, Boateng, Osobajo, Oke, & Obi, 2020)	تفکر سیستمی و CMM برای بهبود مستمر در صنعت ساخت و ساز	- شناسایی و تحلیل فرآیندهای پیچیده و بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های مختلف در پروژه‌های ساخت‌وساز با ترکیب این دو رویکرد - استفاده از تفکر سیستمی و مدل CMM به ارتقاء کارایی، کاهش اشتباهات و بهبود کیفیت در پروژه‌های ساخت‌وساز



2-1- مبانی نظری

پژوهش حاضر در پی بررسی جایگاه تفکر سیستمی در فرایند طراحی با هدف تعیین چگونگی نقش تفکر سیستمی در بهبود فرایند طراحی است. در این راستا انجام پژوهش‌های جدید در زمینه فرایند طراحی، همواره مورد توجه متخصصان مرتبط بوده است. برای این منظور ابتدا متغیرهای پژوهشی مورد بررسی قرار می‌گیرند

2-1-1- تفکر سیستمی

تفکر سیستمی رویکردی جامع و کل‌نگرانه است که به جای تمرکز صرف بر اجزا و عناصر منفرد، به کل سیستم و روابط میان اجزا توجه دارد. در تفکر سیستمی، هر سیستم به عنوان یک کلیت واحد در نظر گرفته می‌شود که از اجزای مختلفی تشکیل شده و این اجزا به طور متقابل به یکدیگر وابسته‌اند. این وابستگی‌ها به گونه‌ای است که تغییر در یک جزء می‌تواند بر کل سیستم تأثیرات بگذارد. بنابراین، تفکر سیستمی به دنبال درک تأثیرات متقابل و پیوستگی‌های پیچیده درون سیستم است و از این طریق به تحلیل بهتر و تصمیم‌گیری‌های کارآمدتر کمک می‌کند. این رویکرد به ویژه در مواجهه با مسائل پیچیده و چندوجهی، مانند مدیریت پروژه‌های کلان، توسعه سیاست‌های عمومی و طراحی سیستم‌های بزرگ مقیاس، مفید واقع می‌شود. در این موارد، استفاده از تفکر سیستمی به طراحان و مدیران امکان می‌دهد تا به جای پرداختن به مشکلات جزئی، به تحلیل ژرفتری از کل سیستم پرداخته و پیامدهای مختلف تصمیمات خود را پیش‌بینی کنند. به این ترتیب، این رویکرد می‌تواند مانع از بروز اثرات منفی ناخواسته و تأثیرات جانبی تصمیمات شده و زمینه‌ساز نتایجی پایدار و مؤثر شود. از دیگر ویژگی‌های تفکر سیستمی می‌توان به اهمیت بازخوردها و حلقه‌های بازخورد اشاره کرد (Guo, Wang, & Sun, 2023). در این رویکرد، سیستم‌ها به عنوان مجموعه‌ای از اجزا در نظر گرفته می‌شوند که همواره در حال تبادل بازخورد با یکدیگر هستند. به عبارت دیگر، تصمیمات و تغییرات در سیستم، به صورت بازخورد به اجزای دیگر انتقال یافته و مجدداً به سیستم باز می‌گردد. این حلقه‌های بازخوردی باعث پویایی سیستم می‌شوند و امکان ارزیابی مستمر و اصلاحات لازم

را فراهم می‌آورند. در نهایت، تفکر سیستمی با توجه به پویایی‌ها و وابستگی‌های درونی سیستم، به مدیران و طراحان کمک می‌کند تا با نگاهی وسیع‌تر و بلندمدت‌تر تصمیم‌گیری کنند و به اهداف بهتری دست یابند (Cabrera & Cabrera, 2023).

2-1-2- فرایند طراحی

فرایند طراحی مجموعه‌ای از مراحل و گام‌ها است که هدف آن یافتن راه‌حل‌های خلاقانه و کاربردی برای مشکلات و نیازهای مختلف است. این فرایند شامل مرحله‌ای چون تحقیق، تحلیل، ایده‌پردازی، آزمون و ارزیابی است که به طراحان کمک می‌کند تا به درک عمیقی از مشکل رسیده و راه‌حل‌های مؤثری برای آن بیابند. طراحی به عنوان یک فرایند تکراری و بازخوردی شناخته می‌شود، به این معنا که طراحان پس از هر مرحله بازخورد دریافت می‌کنند و با تکیه بر این بازخوردها، تغییرات و اصلاحات لازم را انجام می‌دهند (Parekh, 2024). در فرایند طراحی، مرحله تحقیق و تحلیل نخستین گام است و به طراحان کمک می‌کند تا اطلاعات جامع و دقیقی درباره مشکل مورد نظر کسب کنند. این مرحله شامل بررسی نیازها، محدودیت‌ها و خواسته‌های مختلف کاربران و ذی‌نفعان است و به طراحان این امکان را می‌دهد که به درک کامل‌تری از زمینه مسأله و شرایط طراحی دست یابند. سپس در مرحله ایده‌پردازی، طراحان با بهره‌گیری از خلاقیت و دانش خود، به تولید و توسعه ایده‌های متنوع می‌پردازند. هدف این مرحله ارائه راه‌حل‌های خلاقانه و متناسب با مشکل است که از طریق تکرار و ارزیابی بهبود می‌یابند. مرحله آزمون و ارزیابی نیز بخش مهمی از فرایند طراحی است و به طراحان این امکان را می‌دهد تا ایده‌ها و نمونه‌ها را در شرایط واقعی ارزیابی کرده و عملکرد آن‌ها را بررسی کنند. در این مرحله، طراحان بازخوردهای کاربران و ذی‌نفعان را گردآوری کرده و به تحلیل این بازخوردها می‌پردازند. فرایند طراحی با هدف بهبود مستمر و رفع نواقص و مشکلات احتمالی، به طراحان این امکان را می‌دهد که به راه‌حل‌های بهتر و کارآمدتری دست یابند و نیازهای کاربران را به نحو احسن پاسخ دهند (Roberts, Allen, & Coley, 2020).

گرفتند. در مرحله اول، بر اساس منابع مختلف (اسناد بالادستی، منابع موجود داخلی و کشورهای مختلف)، مقوله‌های نقش تفکر سیستمی بر فرایند طراحی با روش تحلیل محتوا شناسایی شدند. در مرحله دوم، پس از تهیه مقوله‌های اولیه، مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته، عوامل غیر مرتبط یا کم‌اهمیت حذف، عوامل مهم و مرتبط اضافه و عوامل مشابه با یکدیگر تلفیق شدند و در دسته‌ها و طبقه‌های مختلف قرار داده شدند. در ادامه در تحلیل محتوا بررسی متون انجام شد و به صورت مضمونی ادامه یافت. بعد از مشخص شدن مؤلفه‌های تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار در گام بعدی از روش دلفی و محاسبه ضریب هماهنگی کنش جهت تعیین میزان توافق داوران استفاده شد.

3- نتایج و بحث

پژوهش حاضر با هدف تبیین جایگاه تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار و بررسی نقش آن بر بهبود عملکرد و هماهنگی در طراحی‌ها انجام گرفته است. جهت پاسخگویی به سوالات پژوهشی، دو فرضیه: 1- به نظر می‌رسد تفکر سیستمی جایگاه مهمی در فرایند طراحی دارد و 2- به نظر می‌رسد مؤلفه‌های تفکر سیستمی در فرایند طراحی قابل شناسایی است. جهت بررسی این فرضیات، داده‌های گردآوری شده از مقالات و منابع مرتبط با روش تحلیل محتوا بررسی شد. در مرحله نخست، بر اساس منابع مختلف (اسناد بالادستی، منابع موجود داخلی و کشورهای مختلف)، مقولات نقش تفکر سیستمی بر فرایند طراحی با روش تحلیل محتوا شناسایی شدند. در مرحله دوم، پس از تهیه مقولات اولیه، مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته، عوامل غیر مرتبط یا کم‌اهمیت حذف، عوامل مهم و مرتبط اضافه و عوامل مشابه با هم تلفیق شدند و در دسته‌ها و طبقات مختلف قرار داده شدند. تعداد کل مقولات شناسایی شده 6 عامل است که هر کدام دارای مؤلفه‌های خاص خود است. یافته‌های پژوهش در یک محور، 6 مقوله و 17 مؤلفه دسته‌بندی شدند که به تفکیک به بررسی تأثیرات تفکر سیستمی در فرایند طراحی می‌پردازند. این یافته‌ها با استفاده از داده‌های گردآوری شده از منابع مختلف علمی و

ترکیب تفکر سیستمی با فرایند طراحی می‌تواند مزایای بسیاری داشته باشد. این ترکیب به طراحان این امکان را می‌دهد که نه تنها بر کیفیت راه‌حل‌های طراحی تمرکز کنند، بلکه تأثیرات بلندمدت و اثرات جانبی تصمیمات خود را نیز در نظر بگیرند و به نتایجی پایدار و اثربخش‌تر دست یابند (Mononen, 2017).

2- روش تحقیق

روش تحقیق مبتنی بر روش تحلیل محتواست. تحلیل محتوا به عنوان یک روش علمی مستقل است که از ابتدا تا انتهای تحقیق با پژوهشگر است که هم به تنهایی و هم همراه با فرایندهای کیفی دیگر در راستای رسیدن به الگو یا چارچوبی مفهومی، توصیف و تلخیص داده‌ها، استنباط از آن‌ها و تدوین نظریه به کار رود (Mayring, 2019). جامعه این پژوهش شامل کلیه منابع مربوط به تفکر سیستمی و پژوهش‌های داخلی و خارجی در این زمینه در قالب کتاب‌ها، نشریات علمی، پایگاه‌های اطلاعاتی و... موجود و اسناد بالادستی که با توجه به اهداف و سوالات پژوهش به صورت هدفمند نمونه‌گیری شدند. به عبارتی، در این پژوهش، از منابع علمی و معتبر در حوزه‌های تفکر سیستمی و فرایند طراحی استفاده شده تا جایگاه این دو مفهوم در کنار هم بررسی شود. در این راستا، جستجو و بررسی منابع علمی موجود مانند مقالات پژوهشی، کتاب‌ها، و منابع آنلاین انجام شده است. این منابع شامل پایگاه‌های علمی معتبر داخلی و بین‌المللی مانند Google Scholar, SID, Scopus, Civilica می‌باشند. بنابراین، با تحلیل محتوای منابع گردآوری شده، به دنبال استخراج اصول، مزایا، و چالش‌های به کارگیری تفکر سیستمی در فرایند طراحی است. داده‌ها به صورت کیفی تجزیه و تحلیل شده‌اند و از مقایسه مطالعات مختلف برای به دست آوردن دیدگاه جامع و یکپارچه درباره موضوع استفاده شده است. در نهایت، با استفاده از اطلاعات استخراج شده از منابع موجود، نتایج پژوهش و یافته‌ها تدوین شده‌اند تا بتوان به طور دقیق تأثیرات و نقش تفکر سیستمی را در بهبود فرایند طراحی بررسی کرد. داده‌های گردآوری شده از مقالات و منابع مرتبط مورد تحلیل محتوایی قرار

تجزیه و تحلیل آن‌ها به دست آمده است. در ادامه به تفصیل هر یک از این یافته‌ها توضیح داده می‌شود. جدول 2 نشان دهنده یافته‌های پژوهش است. در ادامه در تحلیل محتوا بررسی متون انجام شد و به صورت مضمونی ادامه یافت. به این روش که واحد ثبت به جای کلمه، جمله، پاراگراف یا کل متن، مضمون در نظر گرفته شد. از ابتدای متن شروع به بررسی شد و هر کجا به مضمون اشاره می‌کرد، تحت عنوان جمله‌های کلیدی انتخاب شد و به آن یک کد یا برچسب تعلق گرفت. کدها، برچسب‌هایی برای واحدهای معنایی هستند که در راستای توصیف یا استنباطی از اطلاعات در طول مطالعه تحلیل محتوا مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ادامه با مفهوی پردازی، مقوله‌بندی بر اساس مشابهت، ارتباط مفهومی و خصوصیات مشترک بین کدهای باز، مقولات (طبقه‌ای از مفاهیم) مشخص شدند که در نهایت 3 مضمون اصلی، 6 مضمون فرعی و 21 مؤلفه استخراج شد که نتایج آن در جدول 3 ارائه شده است.

با توجه به جدول 3 مفاهیم استخراج شده در 3 مضمون اصلی؛ الف- تحقیق و تحلیل در فرایند طراحی ب- ایده پردازی در فرایند طراحی ج- آزمون و ارزیابی در فرایند طراحی طبقه‌بندی شد. مضمون اصلی تحقیق و تحلیل در فرایند طراحی شامل یک مضمون فرعی؛ دیدگاه جامع و تعامل اجزاء با هم بود. مضمون اصلی ایده پردازی در فرایند طراحی شامل 4 مضمون فرعی؛ شناسایی خطاها و مشکلات، هماهنگی بین اجزاء، افزایش بهره‌وری و تصمیم‌گیری، پایداری طراحی و ارائه طرح بود. مضمون اصلی آزمون و ارزیابی در فرایند طراحی شامل یک مضمون فرعی؛ پیش‌بینی بهینه چالش‌ها و بازخورد بود. در کل برای مضامین 21 مؤلفه شناسایی شد. بعد از مشخص شدن مؤلفه‌های تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار در گام بعدی از روش دلفی استفاده شد. برای دستیابی به اعضا از روش نمونه‌گیری قضاوتی استفاده شد. به این ترتیب اعضا با استفاده از شیوه غیر احتمالی انتخاب شدند.

جدول 2- مؤلفه‌های شناسایی شده تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار
Tab. 2- Identified components of systems thinking in the sustainable design process

محور	مقوله	مؤلفه
دیدگاه جامع و همه‌جانبه		1- پروژه به عنوان یک کل منسجم و پویا
		2- تکامل هر بخش از پروژه با برخی دیگر
		3- تعامل انسان با اجزاء طراحی
کاهش خطاها و مشکلات		1- کاهش تضاد عملکردی
		2- تعاملات و شبیه‌سازی نحوه عملکرد اجزاء در کنار یکدیگر
		3- بررسی نیازها و محدودیت‌های اجزاء
بهبود هماهنگی بین اجزاء		1- انعطاف‌پذیری سیستم
		2- پاسخ‌گویی به نیازهای جدید
فرایند طراحی	افزایش کارایی و بهره‌وری	1- هدفمندی منابع
		2- شناسایی وابستگی‌ها و نیازهای اجزاء
		3- اتخاذ تصمیمات کارآمد و مبتنی بر تحلیل دقیق
افزایش پایداری طراحی		1- ارائه طرح‌هایی جهت پایداری
		2- افزایش سازگاری با محیط
		3- مشارکت جامعه و آگاهی‌رسانی
پیش‌بینی بهینه مشکلات و چالش‌ها		1- شناسایی مشکلات احتمالی
		2- کاربرد ابزار و تکنیک‌های شبیه‌سازی برای بررسی رفتار در شرایط مختلف
		3- شناسایی نقاط ضعف احتمالی

جدول 3- مضمین شناسایی شده تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار
Tab. 3 - Identified themes of systems thinking in the sustainable design process

مضمون	مضمون فرعی	مؤلفه
تحقیق و تحلیل در فرایند طراحی	دیدگاه جامع و تعامل اجزاء با هم	1- پروژه به عنوان یک کل منسجم و پویا
		2- تکامل هر بخش از پروژه با برخی دیگر
		3- تعامل انسان با اجزاء طراحی
		4- تمرکز بر کل سیستم و روابط میان اجزا
		5- تأثیرات تغییر در یک جزء بر کل سیستم
ایده‌پردازی در فرایند طراحی	- شناسایی خطاها و مشکلات	1- کاهش تضاد عملکردی
		2- تعاملات و شبیه‌سازی نحوه عملکرد اجزاء در کنار یکدیگر
		3- بررسی نیازها و محدودیت‌های اجزاء
	- هماهنگی بین اجزاء	1- انعطاف‌پذیری سیستم
		2- پاسخ‌گویی به نیازهای جدید
آزمون و ارزیابی در فرایند طراحی	- افزایش بهره‌وری و تصمیم‌گیری	1- هدفمندی منابع
		2- شناسایی وابستگی‌ها و نیازهای اجزاء
		3- اتخاذ تصمیمات کارآمد و مبتنی بر تحلیل دقیق
	- پایداری طراحی و ارائه طرح	1- ارائه طرح‌هایی جهت پایداری
		2- افزایش سازگاری با محیط
		3- مشارکت جامعه و آگاهی رسانی
	پیش‌بینی بهینه چالش‌ها و بازخورد	1- شناسایی مشکلات احتمالی
		2- کاربرد ابزار و تکنیک‌های شبیه‌سازی برای بررسی رفتار در شرایط مختلف
		3- شناسایی نقاط ضعف احتمالی
		4- سیستم‌ها به عنوان مجموعه‌ای از اجزا در حال تبادل بازخورد با یکدیگر
		5- انتقال و بازگشت تصمیمات و تغییرات در سیستم، به صورت بازخورد به اجزای دیگر

هماهنگی کندال 0.93 در سطح معنی دار 0.001 به دست آمد که بر این اساس معنادار است و لذا نظرخواهی در این دور متوقف شد. با توجه به نتایج تحلیل محتوا و روش دلفی 20 مؤلفه برای تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار بدست آمد و نتایج نیز این مؤلفه‌ها را مورد تأیید قرار داد. با بررسی جدول 3 می‌توان مقوله‌های شناسایی شده را مورد بررسی قرار داد.

مضمون فرعی 1- دیدگاه جامع و تعامل اجزاء با هم در طراحی: دیدگاه جامع و همه‌جانبه در طراحی معماری بر اساس اصول تفکر سیستمی به طراحان امکان می‌دهد که از سطح طراحی تک‌بعدی فراتر رفته و پروژه را به عنوان یک کل منسجم و پویا در نظر بگیرند. این رویکرد مبتنی بر این ایده است که هر بخش از یک سیستم معماری با دیگر بخش‌ها و با محیط اطراف در تعامل و وابستگی قرار دارد. در این دیدگاه، به‌جای تمرکز بر عناصر مجزا، کل سیستم و ساختار ارتباطی

روش دلفی با مشارکت افرادی صورت می‌پذیرد که در موضوع پژوهش دارای دانش و تخصص باشند. بر این اساس از 6 نفر تقاضا شد که در شکل‌گیری اولیه هیأت شرکت کنند. این افراد از اعضای هیأت علمی رشته معماری بودند. مؤلفه‌های استخراج شده از تحلیل محتوا در اختیار متخصصان قرار گرفت و در یک طیف پنج درجه‌ای از خیلی کم (1) تا خیلی زیاد (5) نظر خود را درباره هر مؤلفه ابراز کردند و در طی دو مرحله اول دلفی یک مؤلفه (مؤلفه‌ی مشارکت جامعه و آگاهی رسانی) میانگین کمتر از 3 داشت و حذف شد. نتایج مرحله سوم دلفی در جدول 4 ارائه شده است.

نتایج در مرحله سوم دلفی نشان می‌دهد که همه مؤلفه‌ها توسط اعضای پنل تأیید شد و میانگین کلی مؤلفه‌ها در این مرحله 4.85 و انحراف معیار کل نیز 0.14 بود. در این مرحله مؤلفه‌ای بر اساس نظر خبرگان اضافه یا حذف نشد و همه مؤلفه‌ها تأیید شد و معیار توافق داوران در این مرحله با استفاده از ضریب

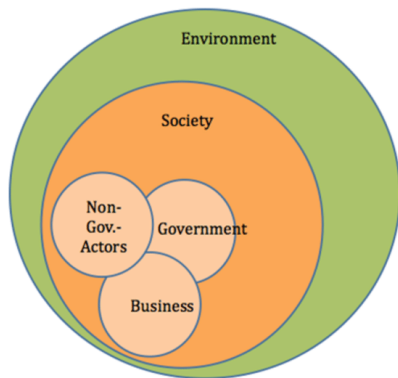
آن در نظر گرفته می‌شود (Battistoni, Giraldo Nohra, & Barbero, 2019).

جدول 4- بررسی مولفه‌های تفکر سیستمی در فرایند طراحی پایدار بر اساس نظر داوران (مرحله نهایی دلفی)
Tab. 4 - Examination of the components of systems thinking in the sustainable design process based on the opinions of the judges (final Delphi stage)

0	5	1- پروژه به عنوان یک کل منسجم و پویا 1- The project as a coherent and dynamic whole
0.31	4.62	2- تکامل هر بخش از پروژه با برخی دیگر 2- The evolution of each part of the project with others
0.17	4.84	3- تعامل انسان با اجزاء طراحی 3- Human interaction with design components
0	5	4- تمرکز بر کل سیستم و روابط میان اجزا 4- Focus on the whole system and the relationships between components
0.45	4.45	5- تأثیرات تغییر در یک جزء بر کل سیستم 5- The impact of a change in a component on the entire system
0	5	6- کاهش تضاد عملکردی 6- Reducing functional conflict
0.07	4.94	7- تعاملات و شبیه سازی نحوه عملکرد اجزاء در کنار یکدیگر 7- Interactions and simulation of how components work together
0.27	4.75	8- بررسی نیازها و محدودیت‌های اجزاء 8- Reviewing the needs and limitations of components
0	5	9- انعطاف پذیری سیستم 9- System flexibility
0.12	4.83	10- پاسخ‌گویی به نیازهای جدید 10- Responding to new needs
0	5	11- هدفمندی منابع 11- Resource targeting
0	5	12- شناسایی وابستگی‌ها و نیازهای اجزاء 12- Identifying dependencies and component needs
0	5	13- اتخاذ تصمیمات کارآمد و مبتنی بر تحلیل دقیق 13- Making efficient decisions based on accurate analysis
0.35	4.58	14- ارائه طرح‌هایی جهت پایداری 14- Presenting plans for sustainability
0.58	4.45	15- افزایش سازگاری با محیط 15- Increasing adaptation to the environment
0.15	4.82	16- شناسایی مشکلات احتمالی 16- Identifying potential problems
0	5	17- کاربرد ابزار و تکنیک‌های شبیه‌سازی برای بررسی رفتار در شرایط مختلف 17- Application of simulation tools and techniques to examine behavior in different conditions
0.19	5	18- شناسایی نقاط ضعف احتمالی 18- Identifying possible weaknesses
0.16	4.81	19- سیستم‌ها به عنوان مجموعه‌ای از اجزا در حال تبادل بازخورد با یکدیگر 19- Systems as a collection of components exchanging feedback with each other
0	5	20- انتقال و بازگشت تصمیمات و تغییرات در سیستم، به صورت بازخورد به اجزای دیگر 20- Transfer and return of decisions and changes in the system, as feedback to other components

پایدار و استفاده از فناوری‌های جدید می‌تواند به کاهش هزینه‌های بهره‌برداری در بلندمدت منجر شود و از هدررفت منابع جلوگیری کند (Cabrera & Cabrera, 2023).

در نهایت، دیدگاه جامع و همه‌جانبه در طراحی معماری بر پایه اصول تفکر سیستمی، موجب افزایش کیفیت کلی پروژه‌ها، بهبود پایداری و بهره‌وری، و همچنین افزایش رضایت کاربران می‌شود. این دیدگاه با ایجاد یک فرایند طراحی منسجم و پایدار، کمک می‌کند که طرح‌های معماری با نیازهای انسانی و محیطی سازگاری بیشتری داشته باشند و در مواجهه با چالش‌های امروزی کارآمدتر عمل کنند. شکل 1 نمونه از دیدگاه جامع در طراحی معماری بر اساس اصول تفکر سیستمی را نشان می‌دهد.



شکل 1- رویکرد کل نگر از نظر تفکر سیستمی (Akter, Fago, Hossain, Klötschen, Maier, & Sarkar, 2015)

Fig. 1- Holistic approach in terms of systems thinking (Akter, Fago, Hossain, Klötschen, Maier, & Sarkar, 2015)

در این تفکر سیستمی، سیستم‌ها و زیر سیستم‌هایی در نظر گرفته شده‌است که تعبیه شده‌اند. در این دیدگاه، نظام طبیعی، نظام فراگیر است که حوزه‌های نظام‌های اجتماعی در آن تودرتو هستند. سیستم‌های دولتی، کسب‌وکارها و سیستم‌های غیردولتی خرده سیستم‌هایی هستند که عمیقاً به هم پیوسته‌اند.

مضمون فرعی 2- شناسایی خطاها و مشکلات: در فرایندهای طراحی معماری و مهندسی، عدم هماهنگی میان بخش‌ها و اجزای مختلف سیستم می‌تواند منجر به بروز مشکلات متعدد و افزایش هزینه‌های اصلاحی شود. این عدم هماهنگی معمولاً به دلیل نادیده گرفتن تعاملات و وابستگی‌های متقابل میان اجزای سیستم در

در طراحی معماری، اجزای مختلف ساختمان مانند ساختار، فضاها، نور، و تاسیسات همگی با یکدیگر در ارتباط هستند. تفکر سیستمی طراحان را قادر می‌سازد که پیش از تصمیم‌گیری، تأثیرات هر عنصر را بر دیگر عناصر و عملکرد کلی ساختمان بررسی کنند. به عنوان مثال، تغییر در نوع مصالح ساختمانی می‌تواند بر عایق‌سازی، مصرف انرژی، و حتی زیبایی بصری اثرگذار باشد. طراحی معماری به ویژه در پروژه‌های پیچیده نظیر بیمارستان‌ها، مجتمع‌های مسکونی بزرگ، یا سیستم‌های شهری، شامل تعاملات گسترده و پیچیده‌ای است. یک دیدگاه جامع کمک می‌کند که طراحان بتوانند پیچیدگی‌ها و چالش‌های ناشی از این تعاملات را شناسایی کرده و با پیش‌بینی صحیح، مشکلات را پیش از وقوع مدیریت کنند. برای مثال، ترکیب سیستم تهویه و نورپردازی به گونه‌ای که علاوه بر تأمین آسایش محیطی، یا کاهش هزینه‌های انرژی نیز همراه باشد (Sevaldson, 2017).

طراحی معماری نه تنها شامل اجزای فیزیکی، بلکه شامل نحوه تعامل افراد با فضاها، طراحی شده و تأثیرات محیطی نیز می‌شود. در این رویکرد، محیط فیزیکی به عنوان یک سیستم در نظر گرفته می‌شود که با انسان‌ها و طبیعت در تعامل است. برای مثال، طراحی فضاها، شهرها و عمومی با دیدگاه سیستمی باعث می‌شود که این فضاها به نیازهای اجتماعی و روان‌شناختی کاربران پاسخ داده و تجربه بهتری ایجاد کنند. دیدگاه جامع و سیستمی در طراحی معماری کمک می‌کند که اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها به حداقل برسد و پایداری افزایش یابد. طراحانی که با این دیدگاه پیش می‌روند، از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌کنند و اصول طراحی پایدار را مد نظر قرار می‌دهند. به عنوان مثال، در نظر گرفتن ارتباط ساختمان با محیط طبیعی، استفاده از نور طبیعی، و استفاده از منابع آب بهینه می‌تواند به کاهش مصرف انرژی و ایجاد محیطی سازگار با طبیعت منجر شود. دیدگاه جامع به طراحان این امکان را می‌دهد که درک درستی از هزینه‌ها و مزایای بلندمدت تصمیمات خود داشته باشند. به عنوان مثال، سرمایه‌گذاری در سیستم‌های

طراحی اتفاق می‌افتد. تفکر سیستمی با نگاه به سیستم به‌عنوان یک کل، طراحان را قادر می‌سازد تا این تعاملات را از ابتدا درک کرده و به شیوه‌ای جامع و هماهنگ طراحی کنند، که در نتیجه، احتمال بروز خطاها و مشکلات به شکل چشم‌گیری کاهش می‌یابد (Naveed & Khan, 2022).

هنگامی که اجزا یا بخش‌های مختلف یک سیستم به‌طور مستقل طراحی می‌شوند، احتمال بروز تضادهای عملکردی بین آن‌ها وجود دارد. به‌عنوان مثال، در یک پروژه ساختمانی، ممکن است سیستم تهویه بدون هماهنگی با نورپردازی یا سازه ساختمان طراحی شود که در نتیجه، کارایی آن کاهش یابد و هزینه‌های اضافی برای اصلاح ایجاد شود. در اینجا، تفکر سیستمی با بررسی تعاملات و شبیه‌سازی نحوه عملکرد اجزا در کنار یکدیگر، طراحان را قادر می‌سازد این تضادهای احتمالی را از ابتدا شناسایی کنند. یکی از هزینه‌برترین جنبه‌های عدم هماهنگی در طراحی، دوباره‌کاری‌ها و اصلاحات پس از اجرا است. زمانی که طراحی بدون در نظر گرفتن روابط متقابل اجزا انجام می‌شود، ممکن است طراحان در مرحله اجرا با مشکلات غیرمنتظره‌ای روبرو شوند که نیازمند اصلاحات گران‌قیمت و وقت‌گیر است. تفکر سیستمی به طراحان این امکان را می‌دهد که این مشکلات را در مرحله طراحی پیش‌بینی کرده و از نیاز به اصلاحات جلوگیری کنند. به‌عنوان مثال، هماهنگی میان سیستم‌های برق و آبرسانی به گونه‌ای که در مراحل نصب و بهره‌برداری به راحتی با هم عمل کنند (Naveed & Khan, 2022).

پروژه‌های بزرگ معماری و طراحی نیازمند همکاری تیم‌های چندرشته‌ای شامل معماران، مهندسان سازه، مهندسان مکانیک و برق، و حتی کارشناسان محیط زیست هستند. هر یک از این تیم‌ها دیدگاه‌ها و نیازهای متفاوتی دارند که ممکن است در صورت نبود هماهنگی منجر به بروز اختلافات شود. تفکر سیستمی با ایجاد یک دیدگاه کل‌نگر، به این تیم‌ها کمک می‌کند که با فهم دقیق نیازها و محدودیت‌های یکدیگر، به راهکارهایی دست یابند که بهترین نتیجه را برای کل سیستم به ارمغان آورد و از مشکلات ناشی از عدم

هماهنگی جلوگیری کنند. یکی از بزرگ‌ترین مزایای کاهش خطاهای ناشی از عدم هماهنگی، افزایش دقت و کیفیت طراحی نهایی است. هنگامی که تمامی اجزا در هماهنگی کامل با یکدیگر طراحی شوند، عملکرد سیستم بهبود یافته و احتمال خطا کاهش می‌یابد. این امر باعث می‌شود که محصول نهایی علاوه بر اینکه نیازهای کاربر را بهتر برآورده کند، از لحاظ کیفی نیز در سطح بالاتری قرار بگیرد. در پروژه‌های معماری و طراحی، خطرات اجرایی ناشی از نبود هماهنگی بین اجزا می‌تواند به توقف پروژه، بروز مشکلات ایمنی، و حتی هزینه‌های مالی سنگین منجر شود. تفکر سیستمی با شناسایی نقاط ضعف و پیش‌بینی چالش‌های اجرایی پیش از آغاز پروژه، به طراحان و مجریان این امکان را می‌دهد که این ریسک‌ها را مدیریت کنند و احتمال بروز مشکلات در مراحل اجرایی را به حداقل برسانند (Leveson, 2016). شکل 2 نقش تفکر سیستمی را در کاهش خطاها و مشکلات ناشی از عدم هماهنگی را به‌طور کلی نشان می‌دهد.



شکل 2- نقش تفکر سیستمی را در کاهش خطاها و مشکلات ناشی از عدم هماهنگی

Fig. 2- The role of systems thinking in reducing errors and problems caused by lack of coordination

مضمون فرعی 3- هماهنگی بین اجزاء: تفکر سیستمی
در طراحی به معنای درک سیستم به عنوان یک مجموعه متشکل از اجزا و روابط متقابل است که به طور پیوسته با یکدیگر در تعامل هستند. با این دیدگاه،

متنوع شامل معماران، مهندسان، و کارشناسان محیط زیست همکاری می‌کنند. هماهنگی میان اجزا، باعث ایجاد درک مشترک میان این تیم‌ها می‌شود. به این ترتیب، افراد می‌توانند از نیازها و محدودیت‌های یکدیگر بهتر آگاه شوند و با هم هم‌افزایی داشته باشند. این هم‌افزایی به نتایج کیفی بالاتری منجر می‌شود و پروژه‌ها را از اختلافات و تعارضات به‌دور می‌دارد (Henshaw, 2019).

در مجموع، بهبود هماهنگی بین اجزا از طریق تفکر سیستمی نه تنها باعث می‌شود که پروژه‌ها به‌صورت یکپارچه و هماهنگ پیش بروند، بلکه موجب افزایش کیفیت، کارایی، و موفقیت نهایی آن‌ها می‌شود. این هماهنگی، کل سیستم را به سمت هدف مشترکی هدایت کرده و از بروز مشکلات ناشی از عدم همخوانی و ناهماهنگی بین اجزا جلوگیری می‌کند.

مضمون فرعی 4- افزایش بهره‌وری و تصمیم‌گیری:
رویکرد تفکر سیستمی در فرایند طراحی، نه تنها به کارایی و بهره‌وری پروژه‌ها کمک می‌کند، بلکه با ایجاد هماهنگی و نگاه جامع به سیستم، بازدهی منابع و کیفیت نتایج نهایی را افزایش می‌دهد. در این رویکرد، طراحان به‌جای تمرکز بر اجزای جداگانه، به کل سیستم به‌عنوان یک مجموعه هم‌پیوند و وابسته نگاه می‌کنند. در تفکر سیستمی، منابع به‌طور دقیق برنامه‌ریزی و تخصیص می‌یابند. به‌عنوان مثال، در پروژه‌های ساختمانی، استفاده از تفکر سیستمی باعث می‌شود که مواد و منابع به شکلی بهینه و دقیق در هر مرحله استفاده شوند، تا از هدررفت مواد و هزینه‌ها جلوگیری شود. این امر به بهره‌وری بالاتر و کاهش هزینه‌های اضافی منجر می‌شود، چرا که منابع به‌طور هدفمند و در جای درست مصرف می‌شوند. یکی از مشکلات معمول در طراحی، دوباره‌کاری و اصلاحات مکرر است که وقت و هزینه را هدر می‌دهد. با استفاده از تفکر سیستمی، تیم‌های طراحی از ابتدا وابستگی‌ها و نیازهای اجزا را شناسایی کرده و به گونه‌ای برنامه‌ریزی می‌کنند که اصلاحات کمتری در مراحل بعدی لازم باشد. این امر نه تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه باعث می‌شود پروژه در زمان پیش‌بینی‌شده به اتمام برسد (McDermott & Salado, 2019).

هماهنگی بین اجزا در فرایند طراحی به‌شکلی بهینه و هم‌راستا انجام می‌شود که هر بخش از سیستم در راستای کارایی و اهداف کلی عمل کند. تفکر سیستمی به طراحان این امکان را می‌دهد که با بررسی تعاملات اجزا، چارچوبی ارتباطی ایجاد کنند که از هماهنگی و عملکرد بهتر آن‌ها اطمینان حاصل شود. به‌عنوان مثال، در طراحی یک ساختمان، سیستم تهویه، نورپردازی، و سازه باید به‌طور هماهنگ عمل کنند تا راحتی و آسایش کاربران تضمین شود. این هماهنگی همچنین می‌تواند تأثیرات متقابل را کاهش داده و به بهبود کلی سیستم منجر شود. هماهنگی بین اجزا به انعطاف‌پذیری بیشتر سیستم کمک می‌کند (Gharajedaghi, 2011). در پروژه‌های بزرگ، تغییرات پیش‌بینی نشده و نیازهای جدید ممکن است در طول زمان پدید آیند. با داشتن یک رویکرد هماهنگ و سیستماتیک، اجزا توانایی بیشتری برای انطباق با تغییرات پیدا کرده و احتمال اختلالات و مشکلات کاهش می‌یابد (Henshaw, 2019). به‌عنوان مثال، هماهنگی دقیق بین سیستم‌های تاسیساتی و سازه‌ای می‌تواند از تغییرات پرهزینه در مراحل بعدی پروژه جلوگیری کند.

هماهنگی بین اجزا باعث می‌شود که کل سیستم عملکردی یکپارچه و همگام داشته باشد. وقتی اجزا با هم در ارتباط و هماهنگ هستند، سیستم می‌تواند به‌طور کارآمدتر عمل کند و کیفیت خدمات ارائه‌شده نیز افزایش می‌یابد. به‌عنوان نمونه، در طراحی یک بیمارستان، هماهنگی بین سیستم‌های برق، تهویه، و مسیرهای دسترسی اورژانس می‌تواند به تسهیل و تسریع عملکرد کادر درمانی و بهبود تجربه بیماران کمک کند. یکی از بزرگترین مزایای هماهنگی دقیق بین اجزا، کاهش احتمال بروز مشکلات و نیاز به اصلاحات در مراحل مختلف پروژه است. وقتی هر بخش از سیستم به‌خوبی با سایر بخش‌ها هماهنگ باشد، از بروز مشکلات ناشی از تضادهای عملکردی یا عدم همخوانی در مراحل اجرایی کاسته می‌شود. در نتیجه، هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای اصلاحات کاهش یافته و پروژه در مسیر خود بدون تأخیرهای غیر ضروری پیش می‌رود. در پروژه‌های معماری و طراحی، تیم‌های مختلفی با تخصص‌های



در تفکر سیستمی، تمامی تأثیرات بلندمدت هر تصمیم بر روی کل سیستم در نظر گرفته می‌شود. این به طراحان کمک می‌کند تا با ارزیابی دقیق هر تصمیم، از مشکلات و چالش‌های آینده جلوگیری کنند. به عنوان مثال، در طراحی سیستم‌های تاسیساتی، در نظر گرفتن تأثیرات دما و رطوبت بر اجزای مختلف می‌تواند مانع از بروز مشکلات در مراحل بعدی شود و در نتیجه کارایی سیستم و عملکرد آن در درازمدت بهبود یابد. با اتخاذ رویکرد تفکر سیستمی، فرایند تصمیم‌گیری بهبود می‌یابد زیرا طراحان می‌توانند دیدگاه جامعی از سیستم به دست آورند. این دیدگاه جامع به آن‌ها امکان می‌دهد که به جای تصمیمات کوتاه‌مدت و سطحی، تصمیماتی کارآمد و مبتنی بر تحلیل‌های دقیق بگیرند که به بهره‌وری و کارایی پروژه کمک می‌کند. به عنوان مثال، یک معمار می‌تواند در تصمیم‌گیری برای مصالح ساخت، عواملی نظیر تأثیرات محیطی، دوام مصالح و هزینه‌های نگهداری آینده را همزمان در نظر بگیرد (Kotusev, 2020).

تفکر سیستمی به طراحان اجازه می‌دهد که سیستم‌ها را به گونه‌ای طراحی کنند که انعطاف‌پذیری بیشتری در مواجهه با تغییرات و نوآوری‌ها داشته باشند. این انعطاف‌پذیری، به‌ویژه در پروژه‌های بلندمدت، امکان بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و تطبیق با نیازهای جدید را فراهم می‌کند و بهره‌وری سیستم را در طول زمان افزایش می‌دهد. طراحی بدون هماهنگی کافی میان اجزا ممکن است منجر به بروز اشتباهاتی شود که اصلاح آن‌ها هزینه‌بر و زمان‌بر است. رویکرد سیستمی با کاهش این اشتباهات به‌ویژه در مراحل ابتدایی، هزینه‌های نهایی پروژه را به حداقل می‌رساند و به کارایی کلی فرایند کمک می‌کند (Kotusev, 2020).

مضمون فرعی 5- پایداری طراحی و ارائه طرح: پایداری طراحی به معنی ایجاد سیستم‌ها و ساختارهایی است که در طول زمان بتوانند بدون تأثیرات منفی قابل توجه بر محیط زیست، جامعه، و اقتصاد عملکرد خود را حفظ کنند. رویکرد تفکر سیستمی با ایجاد نگاهی جامع و چندبعدی به طراحی، به طراحان امکان می‌دهد که اثرات بلندمدت تصمیمات خود را ارزیابی کرده و طرح‌هایی

ارائه دهند که به پایداری کمک کنند (Cabrera & Cabrera, 2023).

یکی از اصول اساسی تفکر سیستمی این است که تمام اجزا و فرآیندهای طراحی به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم بر محیط زیست تأثیرات می‌گذارند. طراحان با استفاده از این رویکرد می‌توانند مواد، مصالح، و روش‌هایی را انتخاب کنند که کمترین آسیب را به محیط زیست وارد کنند. برای مثال، در طراحی ساختمان‌های سبز، استفاده از مصالح قابل بازیافت یا مواد کم‌مصرف از نظر انرژی می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک کند. یکی دیگر از اصول تفکر سیستمی، بهینه‌سازی مصرف منابع و انرژی است. در طراحی پایدار، طراحان می‌کشند سیستم‌هایی را ایجاد کنند که مصرف انرژی و منابع آن‌ها در پایین‌ترین سطح ممکن باشد. برای مثال، طراحی سازه‌هایی که از سیستم‌های تولید انرژی تجدیدپذیر مانند پنل‌های خورشیدی استفاده می‌کنند، می‌تواند به پایداری بیشتر و کاهش وابستگی به منابع محدود کمک کند (Middleton, 2020).

طراحی پایدار به کاهش هزینه‌های جاری و نگهداری پروژه نیز کمک می‌کند. تفکر سیستمی به طراحان کمک می‌کند که از ابتدا راهکارهایی انتخاب کنند که هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری را در طول عمر پروژه کاهش دهد. برای نمونه، طراحی سیستم‌های تهویه و نورپردازی هوشمند در ساختمان‌ها می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های انرژی و افزایش عمر مفید تجهیزات شود. طراحی پایدار باید در مقابل تغییرات محیطی و اقلیمی مقاومت و انعطاف‌پذیری داشته باشد. تفکر سیستمی این امکان را فراهم می‌کند که طراحان اثرات بلندمدت تغییرات اقلیمی را بر پروژه‌ها در نظر گرفته و ساختارهایی طراحی کنند که در برابر شرایط محیطی مختلف و تغییرات آب‌وهوایی مقاوم باشند. برای مثال، طراحی فضای سبز در کنار ساختمان‌ها می‌تواند به کاهش اثرات گرمایش و افزایش سازگاری با شرایط اقلیمی کمک کند (Shen & Gao, 2020).

رویکرد سیستمی در طراحی پایدار همچنین بر مشارکت جامعه و آگاهی‌رسانی تأکید دارد. به عنوان

می‌روند که مصرف انرژی را کاهش داده و با توجه به شرایط طبیعی محیط مانند نور خورشید و جریان هوا، تهویه مناسبی ارائه می‌دهند. برای مثال، در طراحی یک مجتمع مسکونی، با استفاده از رویکرد تفکر سیستمی، می‌توان سیستم تهویه‌ای را طراحی کرد که با بهره‌گیری از نور خورشید در طول روز و استفاده از تهویه طبیعی، نیاز به استفاده از سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی برقی را کاهش دهد و به این ترتیب مصرف انرژی را به حداقل برساند (Middleton, 2020).

مضمون فرعی 6-پیش‌بینی بهینه چالش‌ها و بازخورد: پیش‌بینی مشکلات و چالش‌ها در طراحی یکی از اصول کلیدی برای موفقیت هر پروژه‌ای است. رویکرد تفکر سیستمی به طراحان این امکان را می‌دهد که نه تنها مشکلات احتمالی را شناسایی کنند، بلکه پیش از وقوع، با دیدگاهی جامع و کل‌نگر به بررسی نحوه تأثیراتگذاری این مشکلات بر اجزای مختلف سیستم بپردازند. شکل 4 اهمیت و روش‌های پیش‌بینی مشکلات و چالش‌ها با رویکرد تفکر سیستمی را نشان می‌دهد.

مثال، در پروژه‌های طراحی شهری، تفکر سیستمی می‌تواند به ایجاد فضاهایی که افراد محلی را در فعالیت‌های پایدار تشویق و مشارکت آن‌ها را جلب کند کمک کند. این رویکرد باعث می‌شود که جوامع محلی در استفاده از فضاها و منابع نقش فعال‌تری داشته و از تخریب و بهره‌برداری غیرمسئولانه پرهیز کنند (Shen & Gao, 2020). یکی از نکات کلیدی در پایداری طراحی، امکان ارزیابی و نظارت مداوم بر سیستم است. تفکر سیستمی این امکان را به طراحان و مدیران پروژه می‌دهد که عملکرد سیستم را به طور مداوم ارزیابی کنند و از تناسب آن با اهداف پایداری اطمینان حاصل کنند. این نظارت مداوم همچنین باعث می‌شود که به‌روزرسانی‌ها و تغییرات لازم برای بهبود عملکرد سیستم به موقع انجام شود (Hensel & Sørensen, 2019).

در یک طراحی پایدار با رویکرد تفکر سیستمی، به‌جای استفاده از سیستم‌های تهویه‌ای که تنها به خنک‌کردن یا گرم‌کردن محیط توجه دارند، سیستم‌هایی به کار



شکل 3- کاربرد تفکر سیستمی در طراحی سیستم تهویه با مصرف انرژی بهینه (Middleton, 2020)

Fig. 3- Application of systems thinking in designing a ventilation system with optimal energy consumption (Middleton, 2020)



شکل 4- روش‌های پیش‌بینی مشکلات و چالش‌ها با رویکرد تفکر سیستمی
Fig. 4- Methods for predicting problems and challenges with a systems thinking approach

که طراحان به جای تمرکز بر راه‌حل‌های کوتاه‌مدت، به دنبال راه‌حلی باشند که در برابر تغییرات محیطی و شرایط غیرقابل پیش‌بینی مقاوم باشند. این امر با طراحی سیستم‌هایی که قابلیت سازگاری و انعطاف‌پذیری دارند، محقق می‌شود. به عنوان مثال، در طراحی سازه‌های ساختمانی، استفاده از مصالح و تکنیک‌هایی که در برابر تغییرات آب و هوایی مقاوم باشند، از تخریب زودرس سازه‌ها جلوگیری کرده و هزینه‌های تعمیرات را کاهش می‌دهد (Kuo, Chan, Leung, Meng, So, Tsoi, & Graham, 2020). تفکر سیستمی با فراهم کردن اطلاعات دقیق و دیدگاهی همه‌جانبه، به طراحان کمک می‌کند که تصمیم‌گیری‌های بهتری انجام دهند و با تحلیل دقیق پیامدهای هر تصمیم، ریسک‌ها را به حداقل برسانند. به عنوان مثال، در طراحی یک سیستم نرم‌افزاری، بررسی تعاملات بین اجزای مختلف و شبیه‌سازی سناریوهای احتمالی می‌تواند به شناسایی و رفع خطاهای نرم‌افزاری قبل از اجرا کمک کند، که در نتیجه از مشکلات و هزینه‌های مربوط به اشکالات نرم‌افزاری در آینده جلوگیری می‌کند. شناسایی مشکلات در مراحل ابتدایی طراحی، این امکان را به تیم‌های طراحی می‌دهد که اقداماتی را برای کاهش اثرات منفی این مشکلات و جلوگیری از تأخیرات در پروژه انجام دهند. به عنوان

با استفاده از تفکر سیستمی، طراحان می‌توانند از ابزارها و تکنیک‌های شبیه‌سازی برای بررسی رفتار سیستم در شرایط مختلف استفاده کنند. شبیه‌سازی به آن‌ها این امکان را می‌دهد که تأثیرات تغییرات و عوامل مختلف را بر کل سیستم و اجزای آن مشاهده کنند. برای مثال، در طراحی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری، طراحان می‌توانند با شبیه‌سازی الگوهای ترافیکی در ساعات پیک، مشکلات احتمالی همچون ترافیک سنگین و تاخیر را پیش‌بینی کنند و در نتیجه با طراحی مسیرهای جایگزین یا تغییر برنامه‌ها، از این مشکلات جلوگیری کنند (Gharajedaghi, 2011). در تفکر سیستمی، اجزا و زیرسیستم‌های مختلف به عنوان عناصری مرتبط و وابسته در نظر گرفته می‌شوند. این وابستگی‌ها می‌توانند منجر به ایجاد مشکلات جدی در صورت بروز تغییرات یا نقص‌های کوچک در سیستم شوند. طراحان با تحلیل دقیق این وابستگی‌ها و شناسایی نقاط حساس سیستم، می‌توانند نقاط ضعف احتمالی را شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه انجام دهند. برای مثال، در طراحی یک سیستم تولیدی، ممکن است یک جزء خاص از سیستم نیاز به تعمیرات منظم و دوره‌ای داشته باشد؛ شناسایی این موضوع و پیش‌بینی برنامه‌های نگهداری می‌تواند از توقف تولید پیش‌گیری کند. رویکرد تفکر سیستمی باعث می‌شود

ضروری را به حداقل می‌رساند. یافته‌های حاصل از پژوهش نشان داد که هر دو فرضیه پژوهشی تأیید و در شکل 5 ترسیم شده است.

4- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین جایگاه تفکر سیستمی در فرایند طراحی انجام شد. یافته‌های حاصل از پژوهش نشان داد که هر دو فرضیه پژوهشی تأیید شد. با توجه به نتایج حاصل از تحلیل کیفی داده‌ها، در نهایت 3 مضمون اصلی، 6 مضمون فرعی و 20 مؤلفه در تأیید فرضیه دوم پژوهش استخراج شد. در تبیین نتایج می‌توان گفت، استفاده از تفکر سیستمی در فرایند طراحی، رویکردی جامع و کارآمد برای بهبود کارایی، هماهنگی و پایداری پروژه‌ها ارائه می‌دهد. با توجه به افزایش پیچیدگی‌های طراحی و نیاز روزافزون به هماهنگی میان اجزا و تیم‌های تخصصی، تفکر سیستمی به طراحان کمک می‌کند تا با دیدگاه کل‌نگر، ارتباطات و تأثیرات متقابل میان اجزا را شناسایی و تحلیل کنند. این رویکرد، امکان پیش‌بینی دقیق‌تر مشکلات، کاهش هزینه‌ها و بهینه‌سازی منابع را فراهم کرده و به طراحان این توانایی را می‌دهد که از دیدگاه‌های چندجانبه در جهت بهبود طراحی استفاده کنند.

مثال، در پروژه‌های ساخت‌وساز، پیش‌بینی مشکلاتی مانند کمبود مصالح، تغییرات جوی یا مشکلات مالی، به طراحان کمک می‌کند که قبل از بروز مشکل، برنامه‌هایی را برای مواجهه با آن‌ها ایجاد کنند و در نتیجه به کاهش تأخیرات و افزایش بهره‌وری پروژه کمک کنند (Cabrera & Cabrera, 2023). رویکرد تفکر سیستمی باعث می‌شود که طراحان به جای تمرکز بر رفع مشکلات سطحی و موقتی، به دنبال شناسایی و رفع علل ریشه‌ای مشکلات باشند. این امر نه تنها کیفیت نهایی طراحی را افزایش می‌دهد، بلکه در بلندمدت باعث کاهش هزینه‌های ناشی از تعمیرات و اصلاحات می‌شود. به عنوان مثال، در طراحی محصولاتی با عمر طولانی، مانند تجهیزات صنعتی، شناسایی نقاط ضعف سیستم و اقدامات پیشگیرانه برای افزایش دوام و کارایی، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را به طرز چشم‌گیری کاهش می‌دهد (Monat & Gannon, 2015). در کل، رویکرد تفکر سیستمی به طراحان این امکان را می‌دهد که با دیدگاهی جامع و مبتنی بر تحلیل، مشکلات و چالش‌های احتمالی را پیش‌بینی کرده و به‌جای واکنش به مشکلات بعد از وقوع، از وقوع آن‌ها پیش‌گیری کنند. این رویکرد به افزایش کارایی، پایداری و کیفیت پروژه کمک کرده و هزینه‌ها و تأخیرات غیر



شکل 5- یافته‌های پژوهش

Fig. 5- Research findings

استفاده از تفکر سیستمی در طراحی، با وجود فواید بسیار، می‌تواند با چالش‌هایی همراه باشد. این چالش‌ها ناشی از پیچیدگی‌های ذاتی این رویکرد و نیاز به هماهنگی بین اجزای مختلف طراحی و تیم‌های درگیر است. تفکر سیستمی نیازمند بررسی و تحلیل جامع اجزا و روابط میان آنهاست، که این موضوع می‌تواند فرایند طراحی را بسیار پیچیده و زمان‌بر کند. در طراحی‌های معمول، توجه بیشتر به بخش‌های خاصی از پروژه می‌شود، اما در تفکر سیستمی باید به تمامی اجزا و تأثیرات متقابل آنها توجه کرد. این نیاز به شبیه‌سازی و تحلیل فراوان باعث می‌شود زمان و منابع بیشتری به فرایند طراحی اختصاص یابد، که ممکن است برای پروژه‌های با محدودیت زمانی و بودجه‌ای چالش‌برانگیز باشد (Gharajedaghi, 2011).

برای اجرای مؤثر تفکر سیستمی، طراحان باید به دانش و مهارت‌های مختلفی، مانند مهندسی، مدیریت پروژه، علوم محیطی و تحلیل سیستم‌ها مسلط باشند. در بسیاری از پروژه‌ها، اعضای تیم ممکن است تخصص‌های مختلفی داشته باشند، اما هماهنگی بین این تخصص‌ها و ایجاد ارتباطات کارآمد میان آنها می‌تواند چالشی بزرگ باشد. همچنین، آموزش اعضای تیم برای تسلط بر اصول تفکر سیستمی به زمان و منابع نیاز دارد، که ممکن است در برخی پروژه‌ها در دسترس نباشد. بسیاری از طراحان و متخصصان به روش‌های سنتی طراحی عادت کرده‌اند و ممکن است با تغییر به یک رویکرد سیستمی، مقاومت نشان دهند. تفکر سیستمی مستلزم آن است که اعضای تیم به جای تمرکز بر اجزا به صورت جداگانه، به کل سیستم توجه کنند. این تغییر نگرش، نیازمند فرهنگ‌سازی و آموزش در زمینه تفکر سیستمی است که می‌تواند زمان‌بر و پیچیده باشد. مقاومت در برابر این تغییرات ممکن است منجر به کاهش همکاری و انسجام در تیم شود (Shrubsole, Hamilton, Zimmermann, Papachristos, Broyd, Burman, Mumovic, Zhu, Lin, & Davies, 2019).

تفکر سیستمی به دلیل نیاز به ابزارهای تحلیلی پیشرفته، تکنولوژی‌های شبیه‌سازی و نیروی متخصص ممکن است هزینه‌های بالایی را برای پروژه‌ها به همراه داشته باشد. به عنوان مثال، برای شبیه‌سازی رفتار یک

سیستم پیچیده مانند شبکه حمل‌ونقل شهری، از نرم‌افزارهای خاص و پرهزینه‌ای استفاده می‌شود که تأمین آنها می‌تواند برای برخی سازمان‌ها یا پروژه‌ها چالش‌برانگیز باشد. علاوه بر این، هزینه‌های مربوط به آموزش کارکنان و تشکیل تیم‌های چندرشته‌ای نیز می‌تواند به بودجه پروژه فشار وارد کند. با وجود آن که تفکر سیستمی به طراحان کمک می‌کند تا بسیاری از مشکلات و چالش‌ها را پیش‌بینی کنند، همچنان احتمال وقوع عدم قطعیت‌هایی وجود دارد که خارج از کنترل سیستم هستند (Teqja & Dennis, 2016). برای مثال، در پروژه‌های ساخت‌وساز، عواملی مانند تغییرات اقتصادی، بلایای طبیعی، یا نوسانات شدید بازار مصالح می‌تواند تأثیرات قابل توجهی داشته باشد که حتی با استفاده از رویکردهای سیستمی نیز به طور کامل پیش‌بینی نشود. این محدودیت‌ها باعث می‌شود که برخی از ذی‌نفعان و مشتریان در قبول این رویکرد تردید کنند. تفکر سیستمی برای تحلیل و شبیه‌سازی نیاز به نرم‌افزارها و ابزارهای خاصی دارد که ممکن است در همه پروژه‌ها یا سازمان‌ها قابل دسترس نباشند. نرم‌افزارهایی مانند نرم‌افزارهای شبیه‌سازی سیستم‌های پیچیده، به‌ویژه در پروژه‌های بزرگ و پیچیده، نقش کلیدی ایفا می‌کنند، اما دسترسی به این ابزارها و یادگیری استفاده از آنها می‌تواند برای برخی تیم‌ها چالشی بزرگ باشد (Gu, Deal, & Larsen, 2018). در جمع‌بندی پایانی، می‌توان گفت که تفکر سیستمی به عنوان یک رویکرد مؤثر در فرایند طراحی، برای طراحان این امکان را فراهم می‌کند تا با درک ژرفتری از سیستم‌ها و روابط پیچیده میان اجزا، طراحی‌های جامع‌تری ایجاد کنند که با اهداف پایداری و بهبود عملکرد سازگار باشد. با این وجود، برای موفقیت کامل در اجرای این رویکرد، نیاز به مدیریت قوی، برنامه‌ریزی دقیق، و فراهم‌سازی زیرساخت‌های آموزشی و نرم‌افزاری وجود دارد تا تیم‌های طراحی بتوانند به بهترین نحو از آن بهره‌مند شوند.

بنابراین، چالش‌هایی نظیر پیچیدگی و نیاز به زمان و منابع بیشتر، تخصص و مهارت‌های چندرشته‌ای، و مقاومت در برابر تغییر نیز در پیاده‌سازی این رویکرد



Mesgaran Karimi, Mona. (2024). Systemic Thinking in Building Maintenance. The First National Conference on Building Maintenance Management with a Systemic Approach. *The first national conference on building maintenance management with a systemic approach*. Sari. [In Persian]
<https://civilica.com/doc/2040688>

Nader-e-Asli, Shaghayegh; Amin-e-Raayaei, Hamid Reza; Homsian-e-Etfat, Mehrdad. (2020). Investigating the challenges of implementing green roofs in Iran using statistical analysis and a systems thinking approach. *2nd National Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development of the Islamic World Countries*. Tabriz. [In Persian]
<https://civilica.com/doc/1021242>

Abdullayev, Sukhrob Sayfullayevich., & Shukhratovich, Sharipov Shakhriyor. (2023). The Role and Importance of Sketches and Drawings as a Driver of Modern, Creative Training of Future Artists-Pedagogues. *Web of Semantic: Universal Journal on Innovative Education*, 2(6).
https://uniwork.buxdu.uz/resurs/12529_1_B6C99C6A0BD3F7FE73FDBCFBF9AF6F43E0B956B1.pdf

Akter, Shanjida, Fago, Janina, Hossain, Maruf, Klöttchen, Elena, Maier, Laura, & Sarkar, Milton. (2015). Livelihood Resilience--Adapting to a changing climate?
https://www.researchgate.net/publication/269708927_Livelihood_resilience_in_the_face_of_climate_change

Bassanese, Silvia, & Rodeghiero, Benedetta. (2014). Affective Experience in Space. A Case Study for Systems Thinking in Architecture. *Association of Architectural Educators*, 35.
https://www.academia.edu/64045310/Affective_Experience_in_Space_A_Case_Study_for_Systems_Thinking_in_Architecture

Battistoni, Chiara, Giraldo Nohra, Carolina, & Barbero, Silvia. (2019). A systemic design method to approach future complex scenarios and research towards sustainability: A holistic diagnosis tool. *Sustainability*, 11(16), 4458.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/16/4458>

Bridi, Marcelle Engler, Formoso, Carlos Torres, & Saurin, Tarcísio Abreu. (2021). A systems thinking based method for assessing safety management best practices in construction. *Safety science*, 141, 105345.

وجود دارد. همچنین، هزینه‌های مربوط به ابزارهای تحلیلی پیشرفته و نرم‌افزارهای تخصصی، و محدودیت‌های پیش‌بینی دقیق از دیگر موانع اجرایی تفکر سیستمی به شمار می‌روند. با وجود این چالش‌ها، نتایج حاصل از مطالعات مختلف نشان می‌دهد که بهره‌گیری از این رویکرد می‌تواند منجر به طراحی‌های پایداری، هماهنگ‌تر و کارآمدتر شود که در نهایت به بهبود کیفیت و پایداری پروژه‌های معماری و طراحی کمک شایانی می‌کند. از آنجایی که این پژوهش در قالب طرح کیفی انجام شده و اعتبار درونی آن بر اساس یافته‌ها مورد تأیید قرار گرفت؛ لذا لازم است جهت ارزیابی اعتبار بیرونی و تعمیم یافته‌ها، در قالب یک طرح نیمه‌آزمایشی در آموزش فرایند طراحی به کار رود تا صحت و سقم این مؤلفه‌ها مورد بررسی قرار گیرد و در نهایت بتوان در فرایند آموزش طراحی از آن استفاده کرد.

پی‌نوشت

¹ Jay Wright Forrester

References

Dastan, Faezeh. (2015). A study of systems thinking in architecture. The second international conference on management and development culture. *The Second International Conference on Management and Development Culture*. Tehran. [In Persian] <https://civilica.com/doc/459866>.

Sharif, H. R. and Nadimi, H. (2013). Ideation versus Idea Processing in Architectural Design Thinking. *Soffeh*, 23(3), 19-26. [In Persian]
https://soffeh.sbu.ac.ir/article_100209.html?lang=en

Mohammadi, Maryam; Zarkesh, Afsaneh; Daneshjo, Khosrow. (2019). Explaining the necessity of a systemic approach to sustainable architecture to understand the complexities of the socio-technical context of the contemporary world and in line with endogenous development. *6th. National Congress on civil engineering, architecture and urban development*. Tehran. [In Persian]
<https://civilica.com/doc/1003518>



Hensel, Michael Ulrich, & Sørensen, Søren S. (2019). Performance-oriented architecture and urban design: Relating information-based design and systems-thinking in architecture. *FormAkademisk*, 12(2). <https://journals.oslomet.no/index.php/formakademisk/article/view/2963>

Henshaw, JI. (2019). Systems thinking for systems making: Joining systems of thought and action. *Systemic practice and action research*, 32(1), 63-91. https://www.researchgate.net/publication/324416671_Systems_Thinking_for_Systems_Making_Joining_Systems_of_Thought_and_Action

Huber, Amy M, Waxman, Lisa K, & Dyar, Connie. (2020). Using systems thinking to understand the evolving role of technology in the design process. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-31. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-020-09590-1>

Kotusev, Svyatoslav. (2020). Enterprise architecture: Forget systems thinking, improve communication. *Journal of Enterprise Architecture*, 1, 12. https://www.researchgate.net/publication/344942101_Enterprise_Architecture_Forget_Systems_Thinking_Improve_Communication

Kuo, Yong-Hong, Chan, Nicholas B, Leung, Janny My, Meng, Helen, So, Anthony Man-Cho, Tsoi, Kelvin Kf, & Graham, Colin A. (2020). An integrated approach of machine learning and systems thinking for waiting time prediction in an emergency department. *International journal of medical informatics*, 139, 104143. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32330853/>

Leveson, Nancy G. (2016). Engineering a safer world: Systems thinking applied to safety: The MIT Press. <https://direct.mit.edu/books/oa-monograph/2908/Engineering-a-Safer-WorldSystems-Thinking-Applied>

Mayring, P. (2019). Qualitative content analysis: Demarcation, varieties, developments. Forum. Qualitative Social Research: Freie University Berlin. <https://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/3343>

Mcdermott, Tom, & Salado, Alejandro. (2019). A perspective on systems thinking, architecting, and

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753521001892>

Buchanan, Richard. (2019). Systems thinking and design thinking: The search for principles in the world we are making. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 5(2), 85-104. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405872618301370>

Cabrera, Derek, & Cabrera, Laura. (2023). What is systems thinking? In Learning, design, and technology: An international compendium of theory, research, practice, and policy (pp. 1495-1522): Springer. https://www.researchgate.net/publication/335099141_What_Is_Systems_Thinking_Learning_Design_and_Technology_An_International_Compendium_of_Theory_Research_Practice_and_Policy

Gharajedaghi, Jamshid. (2011). *Systems thinking: Managing chaos and complexity: A platform for designing business architecture: Elsevier*. https://pishvae.com/wp-content/uploads/downloads/2013/07/Jamshid_Gharajedaghi_Systems_Thinking_Third_EdiBookFi.org.pdf

Gu, Yexuan, Deal, Brian, & Larsen, Linda. (2018). Geodesign processes and ecological systems thinking in a coupled human-environment context: An integrated framework for landscape architecture. *Sustainability*, 10(9), 3306. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/9/3306>

Guo, Mengyu, Wang, Zhe, & Sun, Jiaheng. (2023). Applying Systems Thinking and Architectural Thinking to Improve Model-Based Systems Engineering Practice: Concepts and Methodology. *Paper presented at the International Conference "Complex System Design and Management"*. https://www.researchgate.net/publication/374251975_Applying_Systems_Thinking_and_Architectural_Thinking_to_Improve_Model-Based_Systems_Engineering_Practice_Concepts_and_Methodology

Hamma-Adama, Mansur, Iheukwumere, Obinna, & Kouider, Tahar. (2020). Analysis of causes of building collapse: system thinking approach. *Jordan journal of civil engineering*, 14(2). https://www.researchgate.net/publication/340936145_Analysis_of_Causes_of_Building_Collapse_System_Thinking_Approach



Journal of Advanced Research and Reviews, 23, 1213-1234.

https://www.researchgate.net/publication/383228527_Automating_the_design_process_for_smart_building_technologies

Ping, Xu. (2015). Applying systems thinking: geodesign structure provides general models integrating architecture with landscape planning and design to create a sustainable environment. https://gispoint.de/fileadmin/user_upload/paper_gis_open/537555020.pdf

Richmond, Barry. (1994). System dynamics/systems thinking: Let's just get on with it. *System Dynamics Review*, 10(2-3), 135-157. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sdr.4260100204>

Roberts, Matthew, Allen, Stephen, & Coley, David. (2020). Life cycle assessment in the building design process—A systematic literature review. *Building and Environment*, 185, 107274. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132320306454>

Sevaldson, Birger. (2017). Redesigning systems thinking. *FormAkademisk*, 10(1). <https://journals.oslomet.no/index.php/formakademisk/article/view/1755>

Shen, Tao, & Gao, Chan. (2020). Sustainability in community building: Framing design thinking using a complex adaptive systems perspective. *Sustainability*, 12(16), 6679. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/16/6679>

Shrubsole, C, Hamilton, Ig, Zimmermann, N, Papachristos, G, Broyd, T, Burman, E, . . . Davies, M. (2019). Bridging the gap: The need for a systems thinking approach in understanding and addressing energy and environmental performance in buildings. *Indoor and built environment*, 28(1), 100-117. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1420326X17753513>

Teqja, Zydi, & Dennis, Samuel. (2016). Creative thinking, critical thinking and systemic thinking—key instruments to deeply transform the higher education system in Albania: The case of landscape architecture. *Educational Alternatives*, 14, 543-555. https://www.researchgate.net/publication/308678324_CREATIVE_THINKING_CRITICAL_THINKING_AND_SYSTEMIC_THINKING_-_KEY_INSTRUMENTS_TO_DEEPLY_TRANSFORM_THE_HIGHER_EDUCATION_SYST

art. Systems Research and Behavioral Science, 36(5), 648-655.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sres.2622>

Middleton, Luke. (2020). The Key Role of Systems Thinking in Sustainable Architecture. *Designing Sustainable Cities*, 69-86. https://www.researchgate.net/publication/347064412_The_Key_Role_of_Systems_Thinking_in_Sustainable_Architecture

Monat, Jamie P, & Gannon, Thomas F. (2015). What is systems thinking? A review of selected literature plus recommendations. *American Journal of Systems Science*, 4(1), 11-26. <http://article.sapub.org/10.5923.j.ajss.20150401.02.html>

Monat, Jamie P, & Gannon, Thomas F. (2018). Applying systems thinking to engineering and design. *Systems*, 6(3), 34. https://www.researchgate.net/publication/327758240_Applying_Systems_Thinking_to_Engineering_and_Design

Mononen, Laura. (2017). Systems thinking and its contribution to understanding future designer thinking. *The Design Journal*, 20(sup1), S4529-S4538. https://www.researchgate.net/publication/319561772_Systems_thinking_and_its_contribution_to_understanding_future_designer_thinking

Naveed, Faizan, & Khan, Khurram Iqbal Ahmad. (2022). Investigating the influence of information complexity on construction quality: A systems thinking approach. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(3), 1427-1448. <https://www.emerald.com/ecam/article-abstract/29/3/1427/236061/Investigating-the-influence-of-information?redirectedFrom=fulltext>

Omotayo, Temitope Seun, Boateng, Prince, Osobajo, Oluyomi, Oke, Adekunle, & Obi, Loveline Ifeoma. (2020). Systems thinking and CMM for continuous improvement in the construction industry. *International journal of productivity and performance management*, 69(2), 271-296. <https://www.emerald.com/ijppm/article-abstract/69/2/271/164968/Systems-thinking-and-CMM-for-continuous?redirectedFrom=fulltext>

Parekh, Ruchit. (2024). Automating the design process for smart building technologies. *World*

https://www.researchgate.net/publication/330927291_Systems_Thinking_and_Collective_Problem_Solving_Practices

Xinfa, Y., Jonathan, P., & Guo, J. (2015). Modeling influences on divergent thinking and artistic creativity. *Journal of Thinking Skills and Creativity*, 16, 62-68.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871187115000048>

EM_IN_ALBANIA_THE_CASE_OF_LANDSCAPE_ARCHITECTURE

Valero-Silva, Nestor, & Eng, B. (1999). *A critical history of the origins of critical systems thinking*. https://hull-repository.worktribe.com/preview/4216239/content-hull_10470a.pdf

Viacheslave, M. (2018). Systems thinking and collective problem-solving practices. *System analysis in economics*. November 269-272.

