



Analyzing the Concept of Adaptability and Changeability in Housing Architecture (Based on the Theory of Building Shear Layers)¹

Zohre Shahbazi², Ghasem Motalebi³

Received: 2024-06-10, Accepted: 2024-11-19


DOI: 10.22034/rau.2024.2031767.1092

Abstract

The global climate, housing policies, real estate economics, and construction technologies have all experienced significant transformations in recent years. Besides these changes, the COVID-19 pandemic led to a major reevaluation and restructuring of healthcare systems and communication infrastructures. Likewise, architectural structures must adjust to these evolving social, technical, and environmental conditions, identifying further solutions for the sustainability of past architectures, taking into account the passage of time and the changing needs of users. A revised definition of sustainability now suggests: "A sustainable building is not designed to last forever but one that can easily adapt to changes." Therefore, architecture, as a valuable cultural, social, and economic asset, must be adaptable to meet the evolving needs of users throughout different life cycles to ensure greater sustainability in the post-occupancy phase. Studies show that adaptable architecture, combined with flexible behaviors, tends to be more durable and cost-effective in the long term. Furthermore, by optimizing time and space, adaptable architecture could be a permanent solution to the complex housing challenges developing countries face.

In light of the rapid changes in life cycles in the modern era and the evolving needs of people, adaptability and flexibility in architecture, particularly in residential architecture, are of growing importance. Adaptability offers the most practical solution by allowing users to modify and reconfigure their living spaces with minimal cost and effort. This concept aligns with the broader vision of sustainable development. Among architectural forms, the house, as the most basic residential unit developed over centuries, serves as the ideal model for reflecting the changes brought about by technological advancements, trends, and shifts in lifestyle. The house also exemplifies the differences in living that have occurred

1. This paper is extracted from the Dissertation of the first author titled "Process analysis of the change and adaptability of rural vernacular architecture in eastern Guilan", under the guidance of the second author in 2024, at Kish International Campus in University of Tehran.

2. PhD Candidate, Department of Architecture, College of Art, Kish International Campus of University of Tehran, Kish, Iran. Email: zohre.shahbazi@ut.ac.ir  0000-0002-2489-7284

3. Associate Professor of Architecture, Faculty of Architecture, University College of Fine Arts, University of Tehran, Iran (Corresponding Author).

Email: motalebi@ut.ac.ir

 0000-0001-6548-7911

over decades and centuries.

The core principle behind adaptability is flexibility, and the key to architectural flexibility lies in human adaptability to the environment, also known as resilience. Resilience refers to the ability of humans to adjust to various conditions and environments and, more specifically, to align themselves with spatial configurations. Adaptability has been a critical feature of traditional Iranian houses, contributing significantly to their lifecycle and long-term durability.

This article seeks to deepen the understanding of the concepts of adaptability and flexibility through a comprehensive review and examination of relevant theoretical foundations. It also aims to evaluate these concepts more precisely by presenting a model that explores the interrelation between adaptability and flexibility, grounded in the theory of building shear layers. This study employs a descriptive-analytical approach to propose a conceptual model for the adaptability cycle, grounded in an analysis of theoretical concepts like adaptability, flexibility, and shear layer theory. The proposed model is designed to provide a more accurate assessment of building adaptability, with the ultimate goal of enhancing the knowledge and awareness of architects, engineers, clients, and residents regarding creating adaptable architectural spaces. The findings of this study will also prove beneficial in informing decisions about the renovation of existing buildings and will shed light on lesser-known aspects of building adaptability, creating more opportunities for future research in this field.

The key research questions addressed in this study are: “What is the advanced concept of adaptability and flexibility in architecture?” “How are adaptability, resilience, and flexibility interrelated within the various layers of a building?” and “What changes in buildings contribute to shaping adaptability?”

This research is a review study and employs a qualitative methodology. It is classified as applied research in terms of purpose and descriptive-analytical by nature. Initially, data was collected from library sources, including highly cited articles, books, documents, and materials about adaptability, flexibility, and the theory of building shear layers. This data was then analyzed through a descriptive-analytical approach. Ultimately, the results are presented in a categorized form, supported by tables and diagrams for greater precision. It is important to note that this research also reflects the methodology of grounded theory-based studies.

The research findings reveal that understanding the nature, interrelationships, and multi-dimensional consequences of changes in buildings is the key to enhancing building adaptability. Furthermore, the concept of adaptability extends far beyond the mere presence of multipurpose rooms or movable walls. Rather, it is a more comprehensive notion that involves a detailed examination of the various layers of a building and its surroundings, aimed at identifying adaptable features. The aim is to enhance the building’s long-term sustainability, minimize economic and environmental impacts, and elevate the quality of life for its occupants. Additionally, the continuity of the adaptability cycle across different layers of a building depends not only on ongoing physical transformations but also on the capacity of users to adapt to these changes continuously. This paper concludes with the proposal of a model for evaluating the adaptability and transformation cycle in buildings, with specific reference to the theory of building shear layers.

Keywords: Adaptability, Flexibility, Changeability, Housing architecture, Shear layers Theory

واکاوی مفهوم انطباق‌پذیری و تغییرپذیری در معماری مسکن (بر مبنای نظریه لایه‌های برشی ساختمان)^۱

زهرة شهبازی^۲، قاسم مطلبی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳-۰۳-۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳-۰۸-۲۹

DOI: 10.22034/rau.2024.2031767.1092

چکیده

بیان مسئله: معماری به عنوان یک سرمایه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی نیاز است تا در فرایند پس از سکونت و اشغال برای پایداری بیشتر، در دوره‌های زندگی با نیازهای در حال تغییر کاربران سازگار باشد. از این رو با توجه به تغییرات بسیار سریع در چرخه زندگی افراد در عصر حاضر و نیازهای در حال تغییر آنان، توجه به انطباق‌پذیری و تغییرپذیری در معماری بخصوص معماری مسکن ضروری می‌شود.

سؤال تحقیق: پرسش اصلی این پژوهش چیستی ماهیت مفاهیم انطباق‌پذیری و تغییرپذیری در معماری و نسبت این دو مفهوم بر مبنای نظریه لایه‌های برشی ساختمان می‌باشد. اهداف تحقیق: این مقاله ضمن مرور، نقد و بررسی نظریات پیشین حول موضوع انطباق‌پذیری، تغییرپذیری و نظریه لایه‌های برشی، قصد دارد به مدلی جهت ارزیابی دقیق‌تر انطباق‌پذیری در معماری، با در نظر گرفتن تغییرپذیری در لایه‌های مختلف ساختمانی بپردازد. همچنین ضمن مفهوم‌سازی تغییر، بینشی عمیق‌تر در مورد ابعاد و شاخصه‌های انطباق‌پذیری و همچنین شناسایی زمینه‌هایی برای تحقیقات بیشتر را فراهم می‌آورد.

روش تحقیق: این پژوهش از نوع مروری و از حیث روش، پژوهشی کیفی، به لحاظ هدف، پژوهشی کاربردی و به لحاظ ماهیت، پژوهشی توصیفی-تحلیلی است. از جهت شیوه و روش گردآوری داده‌ها از نوع مطالعه کتابخانه‌ای و از روش توصیفی برای تحلیل داده‌ها بهره گرفته شده است.

مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، درک ماهیت، روابط متقابل و پیامدهای چندوجهی تغییر، کلید انطباق‌پذیری معماری مسکن است. علاوه بر این مفهوم انطباق‌پذیری به‌سادگی به داشتن اتاق‌های چندمنظوره یا دیوارهای متحرک خلاصه نمی‌شود. بلکه یک مفهوم وسیع‌تری است که شامل مطالعه لایه‌های مختلف معماری مسکن و محیط اطراف آن با هدف یافتن قابلیت‌های انطباق‌پذیری و به منظور پایداری طولانی‌مدت،

۱. مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول با عنوان «تحلیل روند تغییر و تطبیق‌پذیری معماری بومی روستای شرق گیلان» می‌باشد، که با راهنمایی نگارنده دوم در سال ۱۴۰۳ در دانشگاه تهران، پردیس بین‌المللی کیش، در حال انجام است.

۲. دانشجوی دکتری، گروه معماری، دانشکده هنر، پردیس بین‌المللی کیش دانشگاه تهران، کیش، ایران.

Email: zohre.shahbazi@ut.ac.ir

0000-0002-2489-7284

۳. دانشیار، گروه معماری، دانشکده معماری، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

Email: motalebi@ut.ac.ir

0000-0001-6548-7911



ساختمان‌های مسکونی بتوانند انطباق‌پذیری با تغییرات آینده را تسهیل کنند. از طرفی درک تغییر از طریق درک زمان امکان‌پذیر است و از آنجایی که ساختمان‌های مسکونی پویا هستند، انطباق‌پذیری آنها به تغییرپذیری‌شان در گذر زمان بستگی دارد. درحالی‌که تغییر می‌تواند غیر قابل پیش‌بینی باشد، یادگیری درک چگونگی تغییر ساختمان‌ها طی زمان می‌تواند بینشی در مورد چگونگی پیش‌بینی انطباق‌پذیری آنها ارائه دهد (-Mendiz abal et al., 2018). هر بنا می‌تواند متناسب با نیازهای در حال تغییر تنظیم شود، که در این چرخه، سهولت در انجام این فرایند و واکنش کاربران اهمیت بسیاری دارد. سطوح قابل تبدیل، طراحی مدولار، ویژگی‌های فضایی و تکنولوژی بنا می‌تواند تغییرپذیری و در نتیجه آن انطباق‌پذیری ساختمان‌ها را افزایش دهند (-Schnä delbach, 2010). از آنجایی که هزینه اولیه ساختمان‌های مسکونی انطباق‌پذیر نسبتاً بالا است، ارزیابی مزایای بلندمدت ساخت این بناها، به منظور تحقق بخشیدن به آن در کشورهای درحال توسعه، ضروری است (Schneider & Till, 2005). همچنین استفاده چند عملکردی از فضاها، بهینه‌سازی فضایی و مواجهه با شرایط پویا می‌تواند در شهرهای پرجمعیت کشورهای درحال توسعه مورد استفاده واقع شود (Amini et al., 2019). طرح‌های تجربی متعدد از معماری انطباق‌پذیر نشان می‌دهد که یک فضای یکسان می‌تواند کاربران متفاوتی را در خود جای دهد. (Schneider and Till, 2005; Groák, 1992)

خانه به عنوان یک واحد مسکونی اولیه که در طول قرن‌ها شکل گرفته، بهترین مدلی است که تغییرات ناشی از پیشرفت‌ها، روندها و تحولات در شیوه زندگی را نشان می‌دهد (Magdziak, 2019). در نتیجه از حیث ماهیتی می‌بایست بر روش زندگی انسان منطبق بوده و با نیازهای در حال تغییر او سازگار باشد. بررسی پژوهش‌های پیشین در حوزه انطباق‌پذیری نشان می‌دهد، در ادبیات رایج، واژگان انطباق‌پذیری، انعطاف‌پذیری و تغییرپذیری به‌وفور به جای یکدیگر استفاده شده‌اند. همچنین در تفکیک معانی این واژگان در پژوهش‌های صورت گرفته، «انعطاف‌پذیری» در قابلیت اعمال تغییرات فیزیکی در بنا و «انطباق‌پذیری» در قابلیت تغییرات غیرفیزیکی و عملکردی تعریف شده است. این مقاله قصد دارد ضمن مرور و بررسی پیشینه پژوهش‌های مرتبط با موضوع انطباق‌پذیری و تغییرپذیری در معماری، غنای بیشتری به این مفاهیم بخشیده و در انتها به ارائه مدلی از چگونگی رابطه این مفاهیم با یکدیگر، بر مبنای نظریه لایه‌های برشی ساختمان

کاهش اثرات اقتصادی و محیطی و افزایش کیفیت زندگی ساکنین می‌باشد. همچنین تداوم چرخه انطباق‌پذیری در لایه‌های مختلف مسکن نه تنها به تداوم چرخه تغییر در کالبد، بلکه به تداوم تطبیق کاربران با تغییرات به‌وجودآمده نیز وابسته است. این مقاله در پایان به ارائه مدلی برای ارزیابی چرخه انطباق‌پذیری و تغییر در معماری مسکن با توجه به نظریه لایه‌های برشی ساختمان انجامیده است.

کلیدواژه‌ها: انطباق‌پذیری، تغییر، تغییرپذیری، سازگاری ساکنین، معماری مسکن، نظریه لایه‌های برشی

۱. مقدمه

در تعریف جدید از پایداری آمده است: "یک ساختمان مسکونی پایدار، ساختمانی نیست که می‌بایست برای همیشه دوام بیاورد، بلکه ساختمانی است که به راحتی می‌تواند خود را با تغییرات وفق دهد." (Graham, 2005) از این رو معماری به عنوان یک سرمایه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی نیاز است تا در فرایند پس از سکونت در دوره‌های مختلف با نیازهای در حال تغییر کاربران سازگار باشد (Das et al., 2021). تحقیقات نشان می‌دهد معماری تغییرپذیر در تعامل با رفتارهای تطبیق‌پذیر، بادوام‌تر خواهد بود. بنابراین، در بلندمدت نیز این معماری مقرون به‌صرفه‌تر است. علاوه بر این، با صرفه‌جویی در زمان و فضا می‌تواند یک راه‌حل دائمی برای مشکلات پیچیده مسکن در کشورهای درحال توسعه نیز باشد (Amini, 2019). انطباق‌پذیری در معماری، مناسب‌ترین راه‌حلی است که به راحتی و با هزینه کم به کاربران امکان انتخاب و تنظیم مجدد شرایط محیط زندگی را می‌دهد، که این خود بخشی از ایده توسعه پایدار نیز می‌باشد (Estaji, 2017). اگرچه به نظر می‌رسد ساختمان‌ها اجسامی ساکن‌اند، اما برای پاسخ به محرک‌های درونی و بیرونی تغییرات، نیازمند درجه بالایی از انطباق‌پذیری می‌باشند (Kamara et al., 2020). به عنوان مثال، تغییرات در عملکرد می‌تواند باعث ایجاد نیاز به افزودن برخی فضاها یا خدمات جدید در مسکن شود (-Es taji, 2014; Patel & Tutt, 2018). از این رو، پیش‌بینی می‌شود که در دهه‌های آینده اکثر خانه‌های موجود، برای برآورده کردن نیازهای در حال تغییر ساکنین، به صورت مکرر سازگار شده باشند. در نتیجه، استدلال می‌شود که انطباق‌پذیری می‌بایست در طراحی بناها مورد توجه قرار گرفته شود. به‌گونه‌ای که

۲. روش تحقیق

این پژوهش از نوع مروری و از حیث روش، کیفی، به لحاظ هدف، پژوهشی کاربردی و به لحاظ ماهیت پژوهشی توصیفی-تحلیلی است. پژوهش مروری نوعی از تحقیقات است که هدف آن، مطالعه مستقل و روشمند پیشینه پژوهش برای اکتشاف، توصیف، تلفیق، تبیین و یا نقد الگوها، روابط و روندهای قابل مشاهده در پیکره دانش می باشد که از طریق پژوهش‌ها و منابع مرتبه اول، به راحتی امکان بررسی آن وجود ندارد (شهسواری، علم‌الهدی، ۱۳۹۸). بدین منظور ابتدا اطلاعات از منابع کتابخانه‌ای که شامل مقالات پر استناد، کتاب‌ها، اسناد و مدارک در حوزه‌های انطباق‌پذیری، تغییرپذیری و نظریه‌های لایه‌های برشی است، گردآوری شده و سپس با روش توصیفی تحلیلی مورد تحلیل قرار گرفت. در نهایت، یافته‌ها به صورت دسته‌بندی و با جداول و نمودارها جهت تدقیق بیشتر، ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است این پژوهش همچنین شکلی از تحقیقات نظریه‌مبنای را منعکس می‌کند (Hunter, K.; Kelly, J., 2008).

۳. پیشینه تحقیق

با توجه به منابع مطالعاتی در «جدول ۱»، به خلاصه برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با موضوع

بپردازد. بدین ترتیب، پژوهش حاضر، پس از مرور مبانی نظری مرتبط با مفاهیم انطباق‌پذیری، تغییرپذیری و نظریه‌های لایه‌های برشی ساختمان، با شیوه‌ای توصیفی تحلیلی به ارائه مدلی مفهومی از چرخه انطباق‌پذیری پرداخته است. مدل مفهومی ترسیم شده با هدف ارزیابی دقیق‌تر انطباق‌پذیری مسکن در افزایش آگاهی معماران، مهندسان، مشتریان و ساکنین در رابطه با شکل دادن به فضای معماری انطباق‌پذیر نقش بسزایی دارد. نتایج پژوهش همچنین در تصمیم‌گیری برای انتخاب شیوه بهسازی خانه‌های موجود مؤثر بوده و با شناسایی ابعاد دقیق‌تری از انطباق‌پذیری بناها، زمینه‌های بیشتری را برای تحقیقات آینده در این حوزه فراهم می‌آورد. بدین ترتیب پرسش‌های اصلی این پژوهش چنین تبیین شد که «مفهوم تکامل‌یافته انطباق‌پذیری و تغییرپذیری در معماری چیست؟»، «چه رابطه‌ای میان انطباق‌پذیری و تغییرپذیری در لایه‌های مختلف بنا وجود دارد؟» و «چه تغییراتی در مسکن، انطباق‌پذیری را شکل می‌دهد؟»

جدول ۱. خلاصه مهم‌ترین پژوهش‌های اخیر در حوزه انطباق‌پذیری.

عنوان پژوهش	نام پژوهشگر و سال انتشار	برونداد پژوهش
خانه‌های انطباق‌پذیر یا انطباق‌پذیری ساکنان؟	Beisi, J. (1995)	جنبه فیزیکی انطباق‌پذیری، تنها بخشی از مفهوم انطباق‌پذیری است که در این جنبه، رویکردهای فنی بسیار متنوع هستند. ارتباطات، مالکیت و مدیریت همگی عوامل مهمی هستند که موفقیت انطباق‌پذیری را تعریف می‌کند.
بررسی انعطاف‌پذیری و انطباق‌پذیری در طراحی مسکن	Estaji, H. (2017)	ضمن اشاره به لزوم انطباق‌پذیری و سازمان‌دهی مجدد خانه با توجه به تغییرات به وجود آمده در نیازهای ساکنین، به مروری جامع بر تحقیقات مهم در رابطه با انعطاف‌پذیری و انطباق‌پذیری معماری با تأکید ویژه بر طراحی مسکن پرداخته و خلاصه‌ای از تعاریف متفاوت از دیدگاه‌های مختلف در این زمینه را در قالب یک ماتریس، به وجوه اجتماعی، اقتصادی و جنبه‌های زیست‌محیطی می‌پردازد.
نقش انعطاف‌پذیری و انطباق‌پذیری در افزایش طول عمر خانه‌های سنتی، نمونه‌های موردی: سبزوار، ایران	Estaji, H. (2018)	این مقاله نقش انعطاف‌پذیری و سازگاری را در فرایند تخریب خانه‌های سنتی در سبزوار بررسی می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ساختمان‌های چند عملکردی که در دوره‌های مختلف کارکردهای آن چندین بار اصلاح شده است، بهتر از ساختمان‌های تک‌کارکرده می‌توانند دوام بیاورند.
معماری انطباق‌پذیر: تمرین و نظریه	Schmidt and Austin (2017)	بیش‌های قابل تأملی را در مورد اینکه چگونه می‌توانیم عمر مفید خانه‌ها را (با استفاده از طراحی) به‌گونه‌ای که انطباق‌پذیرتر باشند، افزایش دهیم و در نتیجه یک محیط ساخته شده پایدارتر ایجاد کنیم، ارائه می‌کند. این کتاب با ارائه پایه‌ای نظری، بسیاری از رویکردهای طراحی برای تغییر را با درس‌هایی از تاریخ و مطالعات موردی توضیح می‌دهد که تفکر غالب را فراتر از مفاهیم متعارف انطباق‌پذیری می‌کشد.
تغییر در انطباق‌پذیری معماری مسکونی: تحلیل فضایی در خانه‌های سنتی و معاصر بنگلادش	Das, S., Rahman, M. A., & Hossain, M. S. (2021)	پژوهش‌ها حاکی از کاهش قابل توجه در انطباق‌پذیری خانه‌های معاصر می‌باشد و اگرچه با گذشت زمان میزان انطباق‌پذیری این خانه‌ها کاهش یافت اما اخیراً با توجه به سیاست‌های دولت و اجرای قانون خانه‌ها شروع به دستیابی به انطباق‌پذیری بیشتری در برخی از ویژگی‌ها کرده‌اند.
انطباق‌پذیری ساختمان‌ها: بررسی انتقادی در مورد تکامل مفهوم	Askar, R., Bragança, L., & Gervásio, H. (2021)	به بررسی انتقادی مجموعه دانش موجود در مورد مفهوم انطباق‌پذیری در تحقیقات ساختمانی می‌پردازد. این مقاله با تکیه بر ادبیات به عنوان منبع شواهد، محتوای مطالعات موجود منتشرشده در مجلات علمی و ادبیات خاستگاری را با تمرکز بر یک بازه زمانی از سال ۲۰۱۵ به بعد، تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی می‌کند.



تحقیق می‌پردازیم.

برند (۴۰: ۱۹۹۴) از انطباق‌پذیری به عنوان تغییراتی یاد می‌کند که نه تنها در بنا بلکه در مردم و سازمان‌ها رخ می‌دهد. برند، ظرفیت انطباق‌پذیری یک بنا را به این صورت تعریف می‌کند: «توانایی مقابله با تغییرات آینده با حداقل هزینه، تخریب، ضایعات و غیره و با حداکثر استحکام، تغییرپذیری و کارایی، که منجر به پایایی بیشتر در ساخت می‌شود.»

تعاریف بالا نشان می‌دهد که انطباق‌پذیری به‌وضوح با تغییر در ارتباط است، یا بهتر است گفته شود انطباق‌پذیری ظرفیت تغییر آسان یک بنا است تا با نیازهای در حال تغییری که توسط کاربران بر روی آن قرار می‌گیرد، یا با سایر عوامل خارجی (مانند تغییرات آب و هوایی) و/یا ذی‌نفعان، سازگار باشد. همچنین انطباق‌پذیری یا به ویژگی‌های ذاتی در یک ساختمان که به آن توانایی تغییر می‌دهد اشاره دارد، یا به سهولت نسبی برای تغییر در برابر برخی مداخلات خارجی بنا که همیشه در پاسخ به محرک‌های خارجی‌ای همچون تغییر محیط برحسب نیاز مالک و یا کاربر و تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی بنا و همچنین مردم و سازه‌هایی که با بنا در تعامل هستند، می‌باشد. ارجاع به "سهولت تغییر" یا "اندازه‌گیری" در بسیاری از تعاریف آمده، نشان از درجه‌ای از انطباق‌پذیری در ساختمان‌ها دارد.

ساختمان‌های مسکونی به عنوان بخشی از سیستم زیرساختی می‌بایست در طول عمر خود با تغییرات زیادی نسبت به خود کنار بیایند که از جمله این تغییرات می‌توان به مواردی همچون: نیاز به انطباق با نیازهای در حال تغییر مالکان و کاربران، پاسخ به شرایط بازار، الزامات قانونی و چالش‌های ناشی از تغییرات آب‌وهوا و سایر عوامل محیطی مانند خطرات سیل یا گرما و بهبود عملکرد فنی، اشاره داشت (Mansfield, 2009; Kelly et al., 2011; Schmidt, Eguchi and Austin, 2010; Beadle et al., 2008; Thompson et al., 2015; Manewa et al., 2016). علاوه بر این، محدودیت‌هایی مانند در دسترس بودن زمین نیز از انطباق‌پذیری مشتق می‌شود. در بسیاری از کشورها همچون ایتالیا انطباق‌پذیری بشدت با مسئله دسترسی به زمین مرتبط است، چراکه تخریب و دوباره ساختن ساختمان‌های جدید راه‌حل مناسبی در این کشورها نیست، (IS-PRA, 2014) محدودیت‌های قانونی مانند در دسترس بودن منابع زمین و امور مالی و قوانین منطقه‌بندی نشان می‌دهد که ساخت بناهای جدید بعید است که بتوانند تقاضای مسکن را برآورده کنند. این در حالی است که اکثریت قریب به اتفاق

مروری بر ادبیات پژوهش‌های انجام شده در حوزه انطباق‌پذیری معماری مسکن نشان می‌دهد که در پژوهش‌های پیشین، این واژه غالباً به اشتباه به جای واژه انعطاف‌پذیری مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین پژوهش‌های بی‌شماری مفهوم انطباق‌پذیری را به استفاده چندمنظوره از فضا محدود کرده و انطباق‌پذیری مسکن را در یک فرایند خطی و نه در یک چرخه مورد ارزیابی قرار داده‌اند. همچنین بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد در ارزیابی انطباق‌پذیری، به‌ویژه فیزیکی و کالبدی انطباق‌پذیری بناها پرداخته شده است و پژوهش‌هایی جامع در جهت ارائه شیوه دقیق ارزیابی وجوه مختلف انطباق‌پذیری، کمتر مورد توجه پژوهشگران این حوزه بوده است.

۴. مبانی نظری

یافته‌های پژوهش

این بخش به مروری بر مفاهیم انطباق‌پذیری، تغییرپذیری و نظریه لایه‌های برشی در پژوهش‌های پیشین اقدام می‌شود که در ادامه به آنها اشاره شده است.

۴.۱. انطباق‌پذیری مسکن:

انطباق‌پذیری را می‌توان «قابلیت ایجاد تغییر برای هماهنگ شدن با شرایط تغییر یافته» (The Free Dictionary, 2017) و «کیفیت یا حالتی از سازگار شدن که توانایی هماهنگ شدن با شرایط و موقعیت‌های جدید و یا تغییر در یک محیط مشخص» است، تعریف کرد.

تعاریف دیگر از سایر نویسندگان عبارت‌اند از:

«سهولت تغییر سازمان فضایی بنا با یک کاربرد مشخص برای استفاده و کاربری‌های جدید»؛ (Heidrich et al, 2017) «سهولت در تغییر تکنولوژی و سرویس‌ها»؛ (Heidrich et al, 2017)

«سهولت استفاده مردم با توانایی‌های فیزیکی متفاوت» (Langford et al., 2002, p. 148)؛

«سنجش میزان سهولت اصلاح یک ساختمان در طول عمر خود» (Webster, 2007, p. 1)؛

«ظرفیت یک بنا برای جا دادن مؤثر نیازهای در حال تکامل هماهنگ با بستر و زمینه خود و در نتیجه آن به حداکثر رساندن ارزش از طریق زندگی» (Schmidt et al., 2010, p. 235)

که «چه تغییراتی در بنای مسکونی، انطباق‌پذیری را شکل می‌دهد؟» تعاریف انطباق‌پذیری نشان می‌دهد که انطباق‌پذیری شامل کارهای عمده‌ای است که منجر به بهبود بنای مسکونی برای تنظیم استفاده مجدد، ارتقا یا گسترش عمر مفید آن متناسب با شرایط جدید آن می‌شود. این تعریف نشان می‌دهد تعمیرات معمول برای حفظ وضعیت موجود یک ساختمان، انطباق‌پذیری نیست. همچنین آخرین پژوهش‌ها نشان می‌دهند مفهوم انطباق‌پذیری با انعطاف‌پذیری یکسان نیست بلکه مفهوم انطباق‌پذیری بیشتر به تغییرات نسبتاً سریع برای برآوردن نیازهای عملکردی در حال تغییر یا گستره‌ای از حالات فضاها مرتبط می‌شود. (Arge, 2005; Saleh et al., 2009) تحقیقات دیگر همچنین نشان می‌دهند که متناسب با هدف تغییر، جنبه‌های مختلفی از انطباق‌پذیری وجود دارد که شامل طیف وسیعی از تغییرات عمده در یک بنا است. به عنوان مثال (Langford et al, 2002)، به تغییرات متفاوتی برای استفاده یکسان یا کاربری‌های متفاوت اشاره می‌کند؛ سایر محققان به استفاده مجدد تطبیقی - تغییر یک بنای از کارافتاده به بنایی با هدف و کاربری دیگر اشاره می‌کنند. (به عنوان مثال تبدیل یک کارخانه بدون استفاده به ساختمانی مسکونی) (Bullen, 2007; Bullen, 2012; Langston, 2012; Arge, 2005; Kelly et al., 2011; Schmidt, 2011; Eguchi and Austin, 2010; Pinder et al., 2011; Fuster et al., 2009).

ابعاد انطباق‌پذیری در جدول دو پیشنهاد می‌کند که درجات مختلف «انطباق‌پذیری» می‌تواند به دو دسته اصلی تقسیم شود. همان‌طور که دو دسته اول نشان می‌دهند:

۱. تغییرات کاربر محور که بر بافت و ساختار مسکن تأثیر نمی‌گذارد و بیشتر به نحوه انطباق‌پذیری کاربران مربوط می‌شود.
۲. تغییرات و انطباق‌هایی که بر بافت مسکن تأثیرگذار است و زمانی که فعالیت‌های کاربر دیگر برای رفع نیازهای آنها کافی نیست ضروری می‌شود.

۴.۱.۲. شاخصه‌های انطباق‌پذیری

«جدول ۳» شاخص‌های مختلف معماری انطباق‌پذیر که از مقالات مختلف گردآوری شده را ارائه می‌کند. هر پروژه با توجه

بناهای امروزی همچنان تا سال ۲۰۵۰ و پس از آن به حیات خود ادامه خواهند داد (Harvey, 2013; Sandberg et al, 2016). همچنین انطباق‌پذیری بناهای مسکونی با استراتژی‌های تغییر اقلیم نیز مرتبط است. کاستن از فضا با هدف کاهش علل تغییرات اقلیمی و انطباق‌پذیری با هدف مدیریت پیامدها و کاهش خسارات احتمالی ناشی از تغییر اقلیم است. بناهای تطبیق‌پذیر همچنین یک راه حل نوظهور اما قوی و عملی برای پرداختن به مشکل ناکارآمدی حاصل از مزاد نیاز بودن بناها هستند (Kronenburg, 2007; Gibb & Austin, 2006; Douglas, 2006). با این حال سهام‌دارانی که منافع و تأثیرات متفاوتی بر روی پروژه دارند، با چالش‌هایی همچون ناتوانی در آماده شدن برای آینده غیرقابل پیش‌بینی‌ای که عمدتاً به دلیل عدم قطعیت‌های آینده، ریسک‌ها و هزینه‌های ایجاد تغییر است، مواجه می‌شوند (Ellingham et al, 2006; Phil-; lips et al, 2017).

۴.۱.۱. ابعاد انطباق‌پذیری مسکن

بنا بر تعاریف مطرح شده در بخش قبلی این سؤال مطرح می‌شود که «در بررسی انطباق‌پذیری مسکن تمرکز اولیه پژوهش‌ها می‌بایست بر روی ویژگی‌های ذاتی تعبیه شده در مصالح و اجزا بنا باشد یا تغییرات اعمال شده در آن؟» تمرکز اصلی تحقیقات در طول سال‌ها بر تجهیز ابنیه با قابلیت‌های ذاتی برای تغییر در ساختارهای هوشمند (Clements-Croome, 2013; Weng, 2012; Agarwal, 2012) و اخیراً استفاده از عوامل بیولوژیکی برای تغییر خواص اجزای بنا بوده است (Ramirez et al., 2016). بخشی از تحقیقات همچنین به ظرفیت انطباق‌پذیری ساختمان‌های از پیش پیکربندی شده‌ای که در مرحله طراحی ساخته شده‌اند، مرتبط می‌باشد (Beadle et al., 2008). تغییرات اعمال شده توسط عامل انسانی از طریق برخی از ابزارهای انطباق‌پذیری صورت می‌گیرد و به‌طور کلی به تغییرات بازپیکربندی شده در استفاده مربوط می‌شود (Beadle et al., 2008). اینکه «تا چه درجه‌ای پیکربندی مجدد امکان‌پذیر است؟»، بستگی به این دارد چه چیزی از قبل در بنا پیکربندی شده است. بنابراین ملاحظات باید به هر دو ویژگی ذاتی و تحمیلی تخصیص داده شود. با این حال بررسی‌های صورت گرفته در این مقاله شامل جنبه‌های از پیش پیکربندی شده زیستی و هوشمند سیستم‌ها نمی‌شود. پرسش دوم این است



جدول ۲. ابعاد شناسایی شده انطباق‌پذیری توسط محققان مختلف.

درجه انطباق‌پذیری	تعریف	مثال‌ها
قابلیت تنظیم / عمومیت	تغییر کاربری توسط کاربران به صورت روزانه/ماهانه	داشتن یک اتاق چندمنظوره، یا یک اتاق آماده برای چندین کار بدون تنظیمات/تنظیمات اندک. امکان تقسیم‌بندی فضاها با دیوارهای متحرک.
چندمنظوره بودن	تغییرات فضا و مکان خدمات، مبلمان و تجهیزات توسط کاربران به صورت روزانه/ماهانه	امکان جابجایی اثاثیه، وسایل و حتی خدماتی که در آن نیاز به استفاده دارند. این و قبلی تا حدی همپوشانی دارند و به تغییرات مکرر از بنا مربوط می‌شوند.
قابلیت نصب مجدد/ باز یافت	تغییر عملکرد	داشتن امکان بهبود آسان عملکرد یک یا چند جزء، به عنوان مثال بدون نیاز به تعویض کل سیستم. نصب بیشتر مشعل کارآمد در یک مولد حرارتی. این ویژگی در هنگام بازسازی و نوسازی بسیار مفید است.
قابلیت تبدیل	تغییر عملکرد - فضا، خدمات	امکان تغییر عملکرد مسکن (یا یک منطقه/فضا) بدون تلاش و تغییر زیاد. به عنوان مثال از یک اداره به یک واحد مسکونی یا بالعکس. این تغییر کمتر از دو مورد اول رایج است، اما با این حال بسیار مهم است.
مقیاس‌پذیر / کشسان	تغییر در ابعاد ساختمان	توانایی افزایش/کاهش سطوح و حجم بنای مسکونی بدون تلاش زیاد و با استفاده از اجزاء مدولار. این مورد به‌عنوان مثال برای کارخانه‌ها با برنامه‌های توسعه بسیار کارآمد است.
متحرک/ قابل جابجایی	تغییر محل ساختار	امکان جابجایی کل بنا یا بخشی از آن بدون تخریب، اما از بین بردن و/یا استفاده مجدد از آن

به شرایط منحصر به فرد و مشخص آن، تعداد محدودی از این استراتژی‌ها در آن اعمال می‌شود.

۲.۴. تغییر و تغییرپذیری

تغییر در فرهنگ لغت دهخدا، به معنای از حالتی به حالتی دیگر درآمدن، دگرگون کردن و دگرگون شدن است. فرایند تغییر برای دگرگونی در شکل و ظاهر، شرایط، مقدار، ساختار و یا تجزیه و بازسازماندهی هر نظم از قبل تعیین شده است و گاه در چرخه فرایندش، خود بارها ماهیت عناصر را دوباره تعریف می‌کند (صبوچی و همکاران، ۹۷: ۱۳۹۸). همچنین فهم تغییر در رابطه آن با زمان ممکن است (Snodgrass, 1992)، و از آنجایی که بناها بخصوص بناهای مسکونی پویا هستند، انطباق‌پذیری‌شان بسیار به تغییرات در زمان بستگی دارد (Schmidt et al., 2012). تعریف رسمی توسط وربویز (Worboys, 2005: 117) از تغییر این است که «شی o تغییر می‌کند به گونه‌ای که o دارای خاصیت P در زمان t باشد و o دارای خاصیت P در زمان t1 نباشد». بنابراین تغییر مربوط به ویژگی‌های یک شی است که می‌تواند ناشی از تغییر در ویژگی‌های ذاتی آن (به‌عنوان مثال، اصلاح ویژگی‌های یک جزء از بنا) یا تغییر در رابطه آن با سایر اشیا (مانند تغییر مالکیت یک شیء) باشد. از دیدگاه تحویل پروژه، «تغییر به تغییر در طراحی، کار ساختمانی، برنامه پروژه یا سایر جنبه‌های پروژه اشاره دارد که ناشی از تغییرات در شرایط، مفروضات یا

الزامات موجود از قبل است» (Sun et al., 2009: 56). این نشان می‌دهد که تغییر با توجه به یک وضعیت یا شرایط از قبل تعریف شده یا توافق شده سنجیده می‌شود (به‌عنوان مثال، تغییر شرایط قرارداد)، و اگر برای ساختمان‌ها اعمال شود، می‌تواند تغییر را از یک حالت، عملکرد یا کاربری تعریف شده نشان دهد. این ساختارهای تغییر (یعنی تغییر در ویژگی‌های ذاتی، در برابر یک سطح پایه تعریف شده، و در رابطه با سایر اشیا) مرتبط با انطباق‌پذیری بوده و از طریق کاوش در محرک‌ها و انواع تغییراتی که ساختمان‌ها متحمل می‌شوند در نظر گرفته می‌شوند. ساختمان‌ها همچنین بسته به شرایط دارای سه شکل سرنوشت احتمالی هستند که شامل: بدون تغییر ماندن، تغییر و تخریب می‌باشد (Scott, 2008: 1). در صورت تغییر نیافتن ساختمان‌ها، احتمال اینکه بی‌استفاده بماند و یا در مواردی منجر به تخریب و در نتیجه ساخت بنایی جدید می‌شود. میراحمدی و همکاران (۱۴۰۲: ۸۲) حالات تغییر در فضای ساخته شده را به ۶ صورت تقسیم‌بندی می‌کند که در «جدول ۴» به طور خلاصه آورده شده است.

۲.۴.۱. بررسی نظریه «لایه‌های برشی ساختمان»

تحقیقات انطباق‌پذیری ساختمان در طول سال‌ها به مدل‌ها و مفاهیم مختلفی منجر شده است که زیربنای درک و توسعه ظرفیت تطبیقی در ساختمان‌ها می‌باشد. یکی از مفهوم‌سازی‌های کلیدی این است که بناها از لایه‌هایی تشکیل

جدول ۳. شاخصه‌های انطباق‌پذیری در معماری مسکونی از دیدگاه محققین مختلف.

تعریف	نوع انطباق‌پذیری
امکان تغییر کاربری بنای مسکونی (Moffatt & others, 2001)	قابلیت تبدیل
تسهیل افزودن به ابعاد فضا در مسکن (Moffatt & others, 2001)	قابلیت گسترش
امکان افزایش حجم یا ظرفیت (این مورد را می‌توان با قرار دادن یک طبقه اضافی در ساختمان مسکونی که حجم آن را افزایش نمی‌دهد به دست آورد. (Douglas, 2006)	
انتخاب مواد، مجموعه‌ها و ساختارهایی که نیاز به نگهداری، تعمیر و جایگزینی کمتری دارند. (Moffatt & others, 2001)	ماندگاری
تفکیک محصولات و مجموعه‌ها را آسان‌تر می‌کند تا عناصر تشکیل دهنده آنها راحت‌تر مورد استفاده مجدد یا بازیافت قرار گیرند. (Moffatt & others, 2001)	طراحی برای جداسازی قطعات
ساختارها و اجزایی انتخاب شود که پتانسیل را پیش‌بینی کرده و می‌توانند با افزایش پتانسیل، الزامات عملکرد را در خود جای دهند. (Moffatt & others, 2001)	قابلیت ارتقا
اجزای با طول عمر کوتاه، با قطعاتی که عمر طولانی‌تری دارند به‌طور قوی به هم متصل نشوند. (Moffatt & others, 2001)	طول عمر انطباق‌پذیری
امکان تقسیم، تنظیم مجدد یا ترکیب واحدهای فضایی مختلف به روشی ساده است. (Geraedts, 2008)	پارتیشن‌پذیری
به ساختار سنتی "روبه‌روی هم قرار دادن" برمی‌گردد که به موجب آن یک سری از اتاق‌های مجاور را می‌توان از طریق پانل‌های دیواری کشویی یا درها به هم متصل کرد. (Schneider and Till, 2007)	قابلیت اتصال
امکان انطباق مسکن به روشی ساده و متناسب با نیازهای مازاد کاربر... (Geraedts, R, 2008)	توسعه‌پذیری
... امکان استفاده یا استقرار فضا، اجزای ساخت یا نصب برای چندین عملکرد است. (Geraedts, R, 2008)	عملکرد چندمنظوره
اتاق بدون برجسب که کاربرد خاصی ندارد... این بدان معناست که اتاق دوم می‌تواند کاربردهای دیگری نیز داشته باشد (مثلاً فضای کار، نشستن در اتاق خواب). (Schneider and Till, 2007)	عملکرد خنثی
(تقسیم کردن) پتانسیل تقسیم یک واحد بزرگ‌تر (Schneider and Till, 2007)	تقسیم‌پذیری
به این معنی است که شخصی که از ویلچر، اسکوتر یا سایر وسایل کمک حرکتی استفاده می‌کند، می‌تواند با دوستان و اقوام خود دیدار کند. Australian (Housing, 2006) Network for Universal Housing Design, Universal	قابلیت بازدید (دسترسی‌پذیری)
"افراد دارای معلولیت می‌توانند بدون مشکل وارد درب ورودی شوند و حداقل بتوانند به محل زندگی خود برسند و بتوانند از توالت استفاده کنند." (Housing, 2006)	
مواد و اجزای هر بنا برچیده شده باید تا حد امکان قابل استفاده مجدد یا قابل پردازش مجدد (یعنی قابل بازیافت) باشند. (Douglas, 2006)	تفکیک‌پذیری
ساختاری که قادر به پیکربندی مجدد عمده یا حتی از بین بردن کامل برای بازسازی در جای دیگری است. (Richard, 2006)	قابلیت جداسازی
اجازه دادن به تغییرات در استفاده (از لحاظ اقتصادی، قانونی، فنی) (Douglas, 2006)	قابلیت تبدیل
قابلیت تخریب ایمن، کارآمد و سریع - به‌طور جزئی یا کامل. (Douglas, 2006)	قابلیت برچیدن
قابلیت تغییر چیدمان فضاها	قابلیت تنظیم مجدد
تا چه اندازه سطح کاربری مسکن را می‌توان در آینده کاهش داد (افقی و/یا عمودی). (Geraedts, RP, et al, 2014)	طرد شدن
هوشمند، خودکار	پاسخگو
تغییر شکل و چیدمان فضاها	قابلیت تبدیل
تغییر ابعاد	مقیاس‌پذیری
تغییر کارایی (Schmidt III, Robert, et al., 2010)	قابلیت جابجایی مجدد
تغییر عملکرد (همان)	قابلیت تبدیل
(قابلیت استفاده مجدد) توانایی استفاده مجدد (فضا، جزء و مواد)	قابلیت بازیافت
تولید انبوهی از ترکیبات از مجموعه‌ای از اجزای اساسی تولیدشده در مقادیر زیاد. (Richard, RB., 2006)	ترکیب‌پذیری
به این معنی است که یک بنای مسکونی را می‌توان به روش‌های مختلف بدون تعدیل در نحوه ساخت آن استفاده کرد. (Kyung & others, 2013)	چندظرفیتی
به خواسته‌ها و تقاضای تغییر طرح واحدهای کاربری مسکن و یا عملکرد واحدهای کاربری بنای مسکونی مربوط می‌شود. (Geraedts, RP, 2014)	طراحی مجدد- (توانایی)
این عامل به این موضوع مربوط می‌شود که سطح کاربری بنای مسکونی تا چه اندازه می‌تواند در آینده گسترش یابد (افقی و/یا عمودی). (Geraedts, RP, 2014)	گسترش
قابلیت حمل، جابجایی، تغییر مکان، این عامل به این موضوع توجه می‌کند که آیا می‌توان مسکن را به مکان دیگری منتقل کرد یا خیر. (Geraedts, RP, 2014)	قابلیت انتقال



جدول ۵. لایه‌های ساختمان و طول عمر هر لایه.

لایه‌های برشی (درجه‌های مختلف تغییر)	لایه	توصیف	طول عمر
	سایت	شرایط جغرافیایی، موقعیت شهری	ابدی و جاودانی
	سازه	پایه‌ها و عناصر باربر	۳۰ تا ۳۰۰ سال
	پوسته	سطوح خارجی (نماها)	۲۰ سال
	خدمات	سیم‌کشی، لوله‌کشی، سیستم تهویه مطبوع و...	۷ تا ۱۵ سال
	پلان فضا	چیدمان داخلی	۳ سال
	اشیاء	مبلمان، آشپزخانه	روزانه تا ماهانه

جدول ۴. انواع تغییر در فضای ساخته شده.

رابطه منطقی	مفاهیم و ویژگی‌ها	صورت‌های مختلف
A B	تغییر در کالبد، عملکرد و معنا تغییرات اساسی براساس نیازهای جدید	دگرسازی (دگرگون کردن) تبدیل و تهویض
A AB	تغییر در جهت سازگاری و انطباق فضا براساس نیاز و در گذر زمان.	سازگارسازی (همان‌گی کردن) تطبیق و نظیف
A A*	تغییر در جهت تقویت نقش‌های کالبدی، عملکردی و معنایی.	بازسازی (متحول کردن) تحول و تعمیر
A A*	تغییر در معنای سلبی یا خارج شدن کالبد، عملکرد و معنای فضا از حالت معمول، توجه فقط به جنبه‌ای خاص مثلاً عملکرد	دگرسیازی
A+B C	تغییر در کالبد، عملکرد و معنا تغییر براساس ترکیب و تلفیق چند فضا	تجمع‌سازی
A B+C	تغییر در کالبد، عملکرد و معنا تغییر براساس تقسیم و جداسازی یک فضا	تفکیک‌سازی

برند استوارت به نقل از دافی می‌گوید: «استدلال اساسی ما این است که چیزی به نام ساختمان وجود ندارد. یک بنا چندین لایه از اجزای ساخته‌شده با طول عمر متفاوت است.» همچنین، جداسازی کامل لایه‌های مختلف در ساخت‌وساز ساختمان می‌تواند به افزایش طول عمر بنا کمک کند. بدین‌صورت که می‌توان به‌منظور نگهداری سازه ساختمان، پارتیشن‌های داخلی و عناصر نما که باربر نیستند را به‌راحتی برای تطبیق با استفاده‌های جدید تغییر داده و مرتب کرد. مزیت اصلی این رویکرد اضافه کردن زمان (طول عمر) به لایه‌های بناها است، که پنجره جدیدی در طراحی، تعمیر و نگهداری باز کرده است. ایده دیگر در مفهوم برند، تفاوت‌های موجود در سطح تصمیم‌گیری است که باعث تسهیل و یا مانع تغییرات می‌شود. سطوح مختلف پایداری و انطباق‌پذیری را می‌توان با توجه به ایده "لایه‌های برشی" تعریف کرد که توالی آن به صورت: شهر، محله، سازه باربر، نما، پارتیشن داخلی و مبلمان می‌باشد. در سال‌های اخیر اشمیت و آستین (۲۰۱۶) سه مورد لایه‌های بیشتر (اجتماعی، فضا و محیط) به فهرست برند اضافه کرده‌اند (Gibb and Austin, 2017; Schmidt and Austin, 2016). (جدول ۶) افزودن «محیط، اجتماع و فضا» به فهرست لایه‌های ساختمان توسط اشمیت و آستین (۲۰۱۶) بیشتر بر ارتباط انسان و اجتماع و عواملی فراتر از سایت بلافصل یک بنا تأکید می‌کند که در نظر گرفتن ظرفیت تطبیقی آن ضروری است. اهمیت لایه‌های ساختمانی در این

شده‌اند که نرخ‌های متفاوتی برای تغییر کردن دارند. یک طبقه‌بندی اولیه توسط دافی^۲ (۱۹۹۰) لایه‌های ساختمانی زیر را شناسایی کرد که در آن بُعد زمانی مرتبط با لایه‌های ساختمان را در نظر گرفت. او اولین نظریه نرخ تغییر ساختمان‌ها را که «لایه‌های برشی» نام داشت، در سال ۱۹۹۰ ارائه کرد. پوسته (سازه)، خدمات (گرمایش، لوله‌کشی، و...)، اتصالات و مجموعه (به‌عنوان مثال مبلمان)، که نرخ تغییر هرکدام به ترتیب در ۵۰ سال، ۱۵ سال، ۵ تا ۷ سال و روزانه مشخص شد. دافی لایه‌های فیزیکی و زمانی ساختمان‌ها را به چهار لایه: پوسته، خدمات، اتصالات و تنظیمات، طبقه‌بندی کرد. در این نظریه، پوسته همان سازه و محفظه دائمی ساختمان است. بخش‌های مربوط به «خدمات» - شامل: گرمایش، سرمایش، دستگاه‌های تهویه، لوله‌ها و کابل‌ها می‌باشد که با عمر کوتاه‌تر به پوسته ساختمان متصل می‌شوند. اتصالات نیز اجزایی هستند که با استفاده خاص در پوسته جامد جای داده شده است و در نهایت، «تنظیمات»، مدیریت کوتاه‌مدت یا تنظیم مجدد مبلمان و اشیائی است که می‌بایست با فعالیت‌های روزانه سازگار شوند (McGregor, 1998). این مفهوم چند سال بعد توسط برند (۱۹۹۴) در شش لایه، «سایت، سازه، پوسته، خدمات، طرح فضایی و اشیاء» توسعه یافت (جدول ۵). ایده لایه‌های برشی ساختمان به معماران کمک می‌کند تا بفهمند ساختمان‌ها چگونه رفتار می‌کنند و چگونه با مردم ارتباط دارند (Brand, 1995).

جدول ۶. تعامل لایه‌های ساختمان.

	اجتماعی	فضا	وسایل	نقشه فضا	خدمات	پوسته	سازه	سایت	اطراف
اجتماعی	■								
فضا	■	■							
وسایل	■		■						
نقشه فضا	■		X	■					
خدمات	■			X	■				
پوسته	■			X	■	■			
سازه	■			X	■	X	■		
سایت	■							■	
اطراف									X

	بدون ارتباط
■	لایه ی ایزوله
■	لایه ۲
■	۲ و ۳ لایه
■	۳ لایه
■	۱، ۲، ۳ و ۴ لایه
X	اتصال قوی

لایه نقشه فضا یکی از غالب ترین لایه های طراحی شده و لایه ی پیوندی

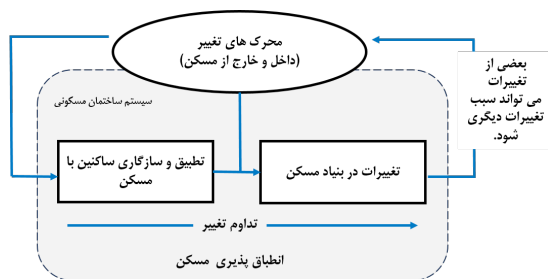
ساختمان فقط به تغییرات در ویژگی‌های آن مربوط می‌شود و برخی از این تغییرات می‌توانند باعث ایجاد تغییرات دیگری شوند.

هریک از صورت‌های مختلف تغییر در مسکن زمانی اعمال می‌شود که سازگاری ساکنین با وضع موجود ساختمان دیگر پاسخگوی نیازهایشان نباشد. از این‌رو عامل اصلی تغییر، شکست وضع موجود در پاسخگویی به نیاز ساکنین و همچنین عدم توانایی کاربر برای تطبیق با شرایط وضع موجود است. بنابراین پس از اعمال تغییرات در سطوح و لایه‌های مختلف ساختمان، کاربران به سطح جدیدی از انطباق با کالبد تغییر یافته دست می‌یابند، که تا مادامی که شرایط ساکنین دستخوش تغییرات مشخصی (از جمله گسترش خانواده، تغییر معیشت و غیره) نشده باشد، این انطباق‌پذیری تداوم می‌یابد (تصویر ۲). از این‌رو می‌توان دریافت انطباق‌پذیری در یک چرخه‌ای

است که وابستگی‌های متقابل بین لایه‌ها می‌تواند یک عامل کلیدی برای انطباق‌پذیری بیشتر در بناها بخصوص بناهای مسکونی باشد. به عنوان مثال، اشمیت و آستین (۲۰۱۶) مشاهده می‌کنند که «حفظ هر چه بیشتر عناصر در خارج از لایه ساختاری، امکان ایجاد یک زیرساخت تغییرناپذیر را فراهم می‌کند که در اطراف آن امکان ایجاد تغییر وجود دارد.»

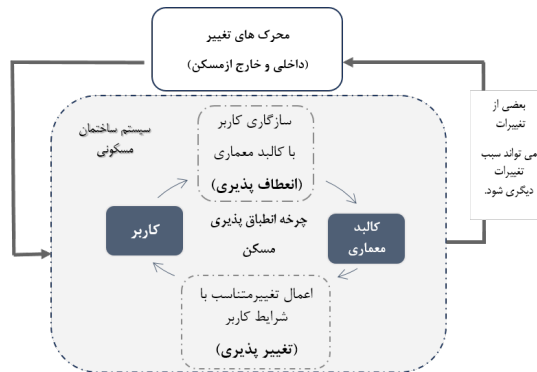
۴.۴. مدل‌های مفهومی

یافته‌های کلیدی از بررسی‌های صورت گرفته به یک مدل مفهومی از روابط متقابل بین تغییر و انطباق‌پذیری مسکن انجامیده است که در آن «سیستم» در مسکن نمایانگر بافت و ساختار آن (یعنی فضاها، اجزا و ساختارهای داخل ساختمان و محل مستقیم) می‌باشد (تصویر ۱). انطباق‌پذیری مسکن نیز شامل سازگاری کاربر با کالبد معماری و همچنین تغییرات در بافت مسکونی در جهت هماهنگی با تغییرات است. محرک‌های تغییر نشان‌دهنده رویدادهای مختلف (مثلاً محیطی، اقتصادی، مالی) یا مخاطبین (مثلاً کاربران، مالکان، ذینفعان خارجی) هستند که می‌توانند بیرون یا داخل مسکن باشند. محرک‌ها می‌توانند به تغییرات توسط کاربران برای سازگاری بیشتر با بنا یا مستقیماً به تغییرات در مسکن منجر شوند. به طور مشابه، انطباق‌پذیری‌های کاربر می‌تواند به جایی برسد که دیگر برای ارائه سطح رضایت بخشی از راحتی و یا عملکرد کافی نبوده و تغییر در پوسته ساختمان را ضرورت بخشد. تغییرات در بافت





رفتار ساکنان در ساختمان‌ها (در دسته «انطباق‌های کاربر») در حال انجام است. با این حال، برای یافتن پاسخ پرسش‌های مطرح‌شده که «رفتارهای سازگارانه در چه مرحله‌ای منجر به تغییر در پوسته ساختمان می‌شود؟»، «چگونه همه این عوامل می‌توانند درک ما را از انطباق‌پذیری ساختمان افزایش دهند؟»

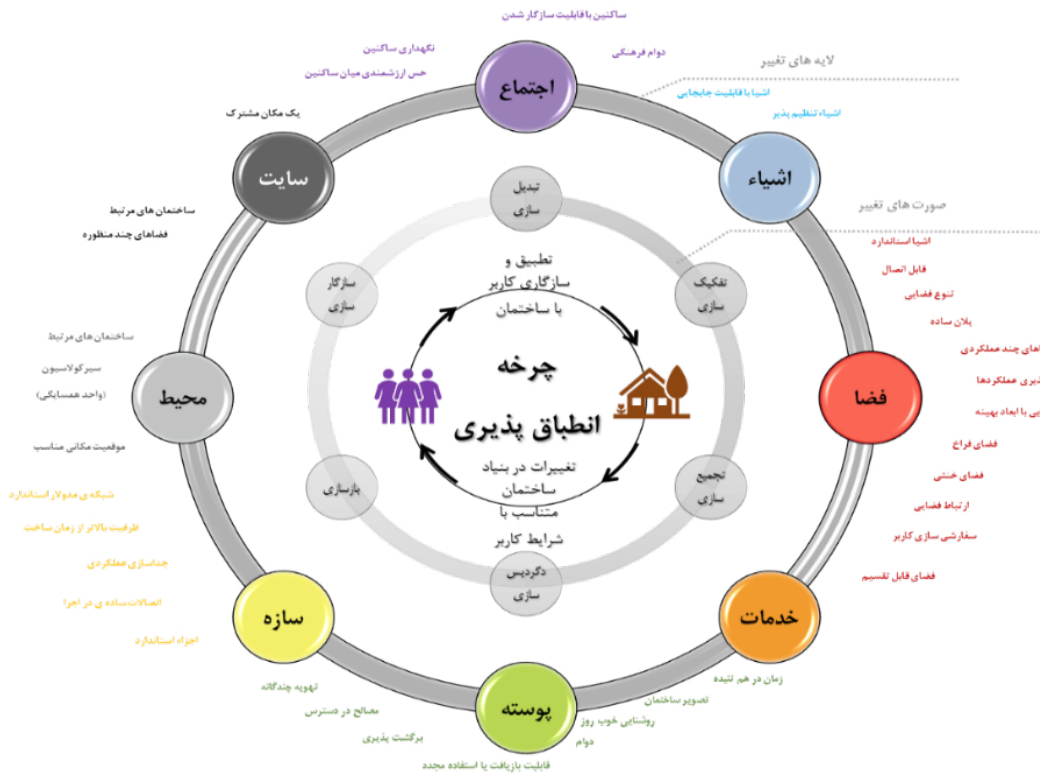


تصویر ۲. مدل مفهومی چرخه انطباق‌پذیری در مسکن.

از تعاملات میان کالبد و کاربر محقق می‌شود که به صورت تغییرپذیری ساختمان (متناسب با شرایط کاربر) و سازگاری کاربران با کالبد معماری (انعطاف‌پذیری) قابل تداوم است. بنابراین می‌توان دریافت چرخه حیات مسکن در واقع به تداوم چرخه انطباق‌پذیری در آن وابسته است.

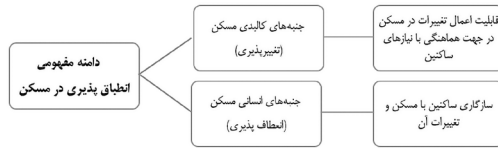
با توجه به اینکه یکی از اهداف این پژوهش ایجاد درک درستی از ماهیت و دسته‌بندی‌های تغییراتی است که ساختمان‌ها می‌بایست با آنها کنار بیایند، مفاهیم و روابط متقابل ارائه‌شده در مدل، پرسش‌هایی همچون: «انطباق‌پذیری و تغییر در هر لایه ساختمان چگونه بروز می‌یابد؟ کدام عناصر ساختمان‌ها بیشتر مستعد تغییر هستند؟ به عنوان مثال، محرک‌ها و پیامدهای چنین تغییراتی کدامند؟ چه ارتباطی بین محرک‌های مختلف و نوع و میزان تغییر ایجاد می‌شود؟» را ایجاد می‌کند که در پژوهش‌های آتی حول ارزیابی انطباق‌پذیری ساختمان‌ها قابل بررسی می‌باشند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که تحقیقات قابل توجهی بر روی



تصویر ۳. مدل مفهومی نهایی چرخه تغییر و انطباق‌پذیری در معماری مسکن.

معنی هرکدام پرداخته شده است (تصویر ۴).



تصویر ۴. مدل مفهومی اولیه رابطهٔ انعطاف‌پذیری، تغییرپذیری و انطباق‌پذیری در ساختمان.

- مفهوم انطباق‌پذیری در مسکن نمی‌تواند به‌سادگی به داشتن اتاق‌های چندمنظوره یا دیوارهای متحرک خلاصه شود. بلکه یک مفهوم وسیع‌تری است، که شامل مطالعه لایه‌های مختلف بنا (از جمله میلمان، فضا، خدمات، سازه، پوسته، اجتماع و محیط) با هدف یافتن قابلیت‌های انطباق‌پذیری و به منظور پایداری طولانی‌مدت بنای مسکونی، کاهش اثرات اقتصادی و محیطی و افزایش کیفیت زندگی ساکنین می‌باشد. در نتیجه خانه‌ها و اجزایشان می‌بایست هم توانایی تطبیق با تغییرات خود را داشته و هم در صورتی که دیگر نتوانند با تغییرات خود را تطبیق دهند، توانایی اصلاح و بهبود را داشته باشند.
- با توجه به آنچه پیش‌تر بیان شد، انطباق‌پذیری را می‌توان به عنوان یک ویژگی ذاتی بنا تلقی کرد. اما همچنان نیاز به اندازه‌گیری قابلیت انطباق‌پذیری وجود دارد. اگرچه نیاز ضروری به یک محرک خارجی به عنوان مثال: تغییر محیط، تغییر نیازهای مالک، کاربر و غیره وجود دارد، اما توانایی پاسخگویی به این نیازها را می‌توان در میزان انطباق‌پذیری بناهای مسکونی مشاهده کرد.
- مزیت اصلی این رویکرد که بناها متشکل از لایه‌های مختلف با طول عمر متفاوت هستند، اضافه کردن زمان (طول عمر) به لایه‌های مسکن می‌باشد، که در بچه جدیدی در طراحی، تعمیر و نگهداری گشوده است. از این رو یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، ارزیابی و اندازه‌گیری قابلیت انطباق‌پذیری یک بنای مسکونی بدون مطالعهٔ دقیق تغییرات به‌وجودآمده در لایه‌های مختلف بنا و با در نظر گرفتن زمان، به درکی سطحی از مفهوم انطباق‌پذیری منجر می‌شود. در نتیجه دستیابی به راهکارهای مناسب در جهت اصلاح و تغییر مسکن به منظور هماهنگی با شرایط تغییر یافته، بدون در نظر داشتن این مهم محقق نخواهد شد.

به مدلی که بتوان با استفاده از آن شاخصه‌های انطباق‌پذیری و صورت‌های مختلف تغییر را در هر یک از لایه‌های تغییر در ساختمان مورد ارزیابی دقیق قرار داد نیاز است، که به صورت نمودار در «تصویر ۳» بیان شده است.

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به تجزیه و تحلیلی که بر تبیین مفهوم انطباق‌پذیری و تغییرپذیری و نسبت این دو با یکدیگر (ضمن در نظر داشتن نظریه لایه‌های برشی ساختمان) انجام شده است و در پاسخگویی به سؤالات طرح‌شده، نتایجی از آن حاصل گردید که به شرح زیر است:

- انطباق‌پذیری به‌وضوح در مورد تغییر است، یا بهتر است بگوییم ظرفیت تغییر آسان یک بنا تا با نیازهای در حال تغییر کاربرانش و نیز سایر عوامل خارجی (مانند تغییرات آب و هوایی)، سازگار باشد. مفهوم انطباق‌پذیری در مسکن همچنین شامل ابعاد وسیعی است که به‌طور کلی می‌تواند به دو بعد تقسیم شود. این دسته‌بندی‌ها شامل: تغییرات در مسکن و انطباق‌پذیری ساکنین با مسکن می‌باشد. باین‌حال، تحقیقات پیشین عمدتاً بر مورد اول (تغییرات کالبدی)، با تلاش‌های فراوان برای شناسایی ویژگی‌های ساختمانی‌ای که تغییرپذیری در مسکن را تسهیل می‌کنند و برخی ملاحظات برای ارزیابی آن تمرکز داشته‌اند.
- یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که درک ماهیت، روابط متقابل و پیامدهای چندوجهی تغییر، کلید انطباق‌پذیری مسکن است. علاوه بر این، توانایی پیش‌بینی چنین تغییراتی که در پیش‌بینی مدت احتمالی پروژه‌های ساخت‌وساز انجام شده است، سهم قابل توجهی در ایجاد بناهای مسکونی سازگار خواهد داشت.
- لازمهٔ تحقق و تداوم انطباق‌پذیری و تغییرپذیری، انعطاف‌پذیری و یا هماهنگ شدن کاربر با تغییرات به‌وجودآمده می‌باشد. به بیانی دیگر، «انعطاف‌پذیری» آن وجه از انطباق‌پذیری است که به «سازگاری کاربر با بنای مسکونی و تغییرات آن» و «تغییرپذیری» وجه دیگری از انطباق‌پذیری است که به «قابلیت اعمال تغییرات در مسکن در جهت هماهنگی با نیازهای ساکنین» اشاره دارد. از این رو ضمن تحلیل نظریات مختلف، انعطاف‌پذیری و تغییرپذیری دو وجه از انطباق‌پذیری مسکن هستند که در نمودار زیر به



نتیجه تحلیل یافته‌ها نشان می‌دهد، از آنجایی که اقتصاد چرخه‌ای و استفاده مجدد از مواد به شدت با انطباق‌پذیری مرتبط است. این ارتباط می‌بایست برای دستیابی به سطح سازگاری و انطباق‌پذیری بهتر مورد بهره‌برداری قرار گیرد. در ارزیابی انطباق-پذیری ابزارهایی برای درک روابط متقابل بین اجزا وجود دارد. اما نیاز به پیشرفت در روش‌هایی برای محاسبه و مقایسه پتانسیل انطباق‌پذیری بیش از پیش حس می‌شود. تحقیقات آینده ممکن است به سیستم‌های هوشمند (به‌عنوان مثال، کنترل و اصلاح لایه‌های نماهای تطبیقی) و عوامل بیولوژیکی (به‌عنوان مثال، اصلاح خواص مواد)، که نقش مهمی در افزایش پتانسیل انطباق‌پذیری یک ساختمان و مهم‌تر از آن رضایت کاربران در طول زمان دارد را مورد توجه دقیق‌تر قرار دهند.

در انتها این مقاله پیشنهاد می‌کند پژوهش‌های آینده به حوزه‌های کلیدی‌ای که به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است بپردازند، که از جمله آن می‌توان به مواردی همچون: ارزیابی رفتارهای سازگاران کاربران، هزینه‌ها، مزایا و پیامدهای مختلف انطباق‌پذیری، اقدامات سازگاران و توسعه یک روش ارزیابی استاندارد که می‌تواند به تصمیم‌گیری در مرحله بهسازی ساختمان کمک کند، اشاره داشت. همچنین به منظور درک بهتر توسط کاربران، مالکان و سرمایه‌گذاران، انطباق‌پذیری می‌بایست به صورت عینی و دقیق و یا شاید در ترکیب با فناوری‌های جدید مانند BIM^۴ (جهت تسریع فرایند ارزیابی) ارزیابی شود. این ارزیابی نه تنها می‌بایست به انطباق‌پذیری به عنوان یک موضوع مستقل بپردازد، بلکه تجزیه و تحلیل هزینه عملکرد کلی ساختمان را بر روی چرخه حیات در نظر داشته باشد.

پی‌نوشت‌ها

1. Grounded Theory
2. Theory of building shear layers
3. Duffy, Francis

۴. Building information modeling (مدلسازی اطلاعات ساختمان).

فهرست منابع

میراحمدی، احمد؛ قره بگلو، مینو؛ پیربائی (۱۴۰۲)، انواع تغییر در شکل‌دهی به فضای ساخته‌شده معماری (موردپژوهی): دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز، نشریه علمی/اندیشه معماری، ۷ (۱۴)، ۷۷-۹۳.

شهسواری، امیر؛ علم‌الهدی، جمیله (۱۳۹۸)، روش‌شناسی پژوهش مروری و نقش آن در تولید دانش: توسعه یک گونه‌شناسی، روش‌شناسی علوم/انسانی، ۲۵ (۹۸) صبحی، عفت؛ مسعود، محمد و مرادی چادگانی، داریوش (۱۳۹۸)، تداوم مکان در گذر زمان در تعامل با انسان، صفحه ۲۹ (۲)، ۹۵-۱۱۶.

Arge, K. (2005). Adaptable office buildings: theory and practice. *Facilities*, 23 (3/4), 119-127.

Australian Standard, AS 4299: adaptable housing ' . 1995, Australian Standard, Australia

Australian Network for Universal Housing Design, Universal Housing A lifecycle approach to sustainable housing design. 2006.

ANCE (2014), Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni, Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE), Roma.

Amini, M., Mahdaveinejad, M., and Bemanian, M., 2019. Future of interactive architecture in developing countries: Challenges and opportunities in case of Tehran, *Journal of Construction in Developing Countries*. Vol. 24, Issue 1: pp. 163-184.

Askar, R., Bragança, L., & Gervásio, H. (2021). Adaptability of buildings: a critical review on the concept evolution. *Applied sciences*, 11 (10), 4483.

Beisi, J. (1995). Adaptable housing or adaptable people? Experience in Switzerland gives a new answer to the questions of housing adaptability.



- Beadle, K., Gibb, A., Austin, S., Madden, P. and Fuster, A. (2008), "Adaptable futures: setting the agenda", in Hassan, T. and Ye, J. (Eds), Proceedings of the 1st I3CON International Conference, Loughborough University, Loughborough, pp. 35-44.
- Brand, S., *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. 1995: Penguin Group US.
- Bullen, P. A. (2007). Adaptive reuse and sustainability of commercial buildings. *Facilities*, 25 (1/2), 20-31.
- Conejos, S., Langston, C., & Smith, J. (2014). Designing for better building adaptability: A comparison of adaptSTAR and ARP models. *Habitat International*, 41, 85-91.
- By, R. T. (2005). Organisational change management: A critical review. *Journal of change management*, 5 (4), 369-380.
- Clements-Croome, D. (Ed.). (2013). *Intelligent buildings: an introduction*. Routledge.
- Das, S., Rahman, M. A., & Hossain, M. S. (2021). Change in Adaptability of Residential Architecture: Spatial Analysis on Traditional and Contemporary Houses of Bangladesh. *Journal of Architectural Environment & Structural Engineering Research*, 4 (4), 31-47.
- Douglas, J. (2006), *Building Adaptation*, 2nd ed., Routledge, Abingdon.
- Duffy, F. (1990). "Measuring Building Performance." *Facilities*.
- Estaji, H. (2017). A review of flexibility and adaptability in housing design. *International Journal of Contemporary Architecture*, 4 (2), 37-49.
- Estaji, H. (2014). Flexible spatial configuration in traditional houses, the case of Sabzevar. *International Journal of Contemporary Architecture "The New Arch"*, 1 (1), 26-35.
- Eames, M., Dixon, T., Lannon, S., Hunt, M., De Laurentis, C., Marvin, S., ... & Georgiadou, M. C. (2014). Retrofit 2050: critical challenges for urban transitions.
- Ellingham, I. and Fawcett, W. (2006), *New Generation Whole-Life Costing: Property and Construction Decision-Making Under Uncertainty*, Taylor and Francis, Abingdon.
- Geraedts, R. P. (2008). Design for change; flexibility key performance indicators. In 1st International Conference on Industrialised, Integrated, Intelligent Construction (I3CON) (Vol. 11).
- Geraedts, R. P., Remøy, H. T., Hermans, M. H., & Van Rijn, E. (2014). Adaptive capacity of buildings: A determination method to promote flexible and sustainable construction. In UIA2014: 25th International Union of Architects World Congress "Architecture elsewhere", Durban, South Africa, 3-7 August 2014.
- Gibb, A. and Austin, S. (2017), "Adaptable futures", Loughborough University, available at: [http:// adaptablefutures.com/](http://adaptablefutures.com/) (accessed 2 February 2017).
- Groak, S. (2002). *The idea of building: thought and action in the design and production of buildings*. Taylor & Francis.
- Graham, P. (2005). Design for adaptability—an introduction to the principles and basic strategies. *Environment Design Guide*, 1-9.
- Gosling, J., Sassi, P., Naim, M. and Lark, R. (2013), "Adaptable buildings: a systems approach", *Sustainable Cities and Society*, Vol. 7, pp. 44-51.
- Harvey, D. (2013), "Recent advances in sustainable buildings: review of the energy and cost performance of the state-of-the-art best practices from around the world", *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 38 No. 1, pp. 281-309
- Heidrich, O., Reckien, D., Olazabal, M., Foley, A., Salvia, M., de Gregorio Hurtado, S., Orru, H., Flacke, J., Geneletti, D., Pietrapertosa, F., Hamann, J.P., Tiwary, A., Feliu, E. and Dawson, R.J. (2016), "National climate policies across Europe and their impacts on cities strategies", *Journal of Environmental Management*, Vol. 168, pp. 36-45.
- Heidrich, O., Kamara, J., Maltese, S., Re Cecconi, F., & Dejacco, M. C. (2017). A critical review of the developments in building adaptability. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 35 (4), 284-303.
- Huuhka, S., & Saarimaa, S. (2018). Adaptability of mass housing: size modification of flats as a response to segregation. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36 (4), 408-426.
- Arcidiacono, A., Di Simone, D., Oliva, F. G. B., Pileri, P., Ronchi, S., & Salata, S. (2014). *Politiche, strumenti e proposte legislative per il contenimento del consumo di suolo in Italia. Rapporto 2014 CRCS*. INU edizioni.
- Kronenburg, R. (2007), *Flexible: Architecture that Responds to Change*, Laurence King, London.
- Kelly, E. L., Moen, P., & Tranby, E. (2011). Changing workplaces to reduce work-family conflict: Schedule control in a white-collar organization. *American sociological review*, 76 (2), 265-290.



- Kamara, J. M., Heidrich, O., Tafaro, V. E., Maltese, S., Dejaco, M. C., & Re Cecconi, F. (2020). Change factors and the adaptability of buildings. *Sustainability*, 12 (16), 6585.
- Langford, D.A., Macleod, I., Dimitrijevic, B. and Maver, T.W. (2002), "Durability, adaptability and energy conservation (DAEC) assessment tool", *International Journal of Environmental Technology and Management*, Vol. 2 Nos 1-3, pp. 142-159.
- Leaman, A. (1992). The language of change. *Facilities*, 10 (3), 24-24.
- Mendizabal, M., Heidrich, O., Feliu, E., García-Blanco, G., & Mendizabal, A. (2018). Stimulating urban transition and transformation to achieve sustainable and resilient cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 410-418.
- Magdziak, M. (2019). Flexibility and adaptability of the living space to the changing needs of residents. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 471, No. 7, p. 072011). IOP Publishing.
- Manewa, A., Siriwardena, M., Ross, A., & Madanayake, U. (2016). Adaptable buildings for sustainable built environment. *Built Environment Project and Asset Management*, 6 (2).
- Mansfield, S. D. (2009). Solutions for dissolution—engineering cell walls for deconstruction. *Current Opinion in Biotechnology*, 20 (3), 286-294.
- Moffatt, S., & Russell, P. (2001). Assessing the adaptability of buildings. *IEA Annex*, 31, 1355-1755.
- McGregor, W. (2000). Preparing for an uncertain future. *Facilities*, 18 (10/11/12), 402-410.
- Marco, Y., & Graham, I. (2015). A review of construction cost and price indices in Britain. *Measuring Construction*, 79-112.
- Phillips, R., Troup, L., Fannon, D. and Eckelman, M.J. (2017), "Do resilient and sustainable design strategies conflict in commercial buildings? A critical analysis of existing resilient building frameworks and their sustainability implications", *Energy and Buildings*, Vol. 146, pp. 295-311.
- Patel, H., & Tutt, D. (2018). 'This Building Is Never Complete': studying adaptations of a library building over time. *Societies under Construction: Geographies, Sociologies and Histories of Building*, 51-85.
- Perolini, P. S. (2013). Adaptation and the constructed environment. *Proceedings of Central Europe towards Sustainable Building 2013 (CESB 2013): Sustainable Building and Refurbishment for Next Generations-Urban Planning*.
- Reckien, D., Flacke, J., Olazabal, M. and Heidrich, O. (2015), "The influence of drivers and barriers on urban adaptation and mitigation plans – an empirical analysis of European cities", *PLoS ONE*, Vol. 10, pp. 1-21.
- Ramirez-Figueroa, C., Hernan, L., Guyet, A., & Dade-Robertson, M. (2016, October). Bacterial hygromorphs: experiments into the integration of soft technologies into building skins. In *Proceedings of the 36th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture* (pp. 244-253). CumInCAD.
- Richard, R. B. (2006, January). Industrialized, flexible and demountable building systems quality, economy and sustainability. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCEMENT OF CONSTRUCTION MANAGEMENT AND REAL ESTATE.
- Rasmussen, S. (2012). *Production economics: the basic theory of production optimisation*. Springer Science & Business Media.
- Scott, R. D. (2008). Correcting flexion contractures: getting it straight. *Orthopedics (Online)*, 31 (9), 925.
- Schmidt III, R., & Austin, S. (2016). *Adaptable architecture: Theory and practice*. Routledge. Schmidt, R., III; Sage, D.; Eguchi, T.; Dainty, A. Moving architecture and flattening politics: Examining adaptability through a narrative of design. *Arch. Res. Q.* 2012, 16, 75–84.
- Sandberg, N.H., Sartori, I., Heidrich, O., Dawson, R., Dascalaki, E., Demetriou, S., Vimmer, T., Filippidou, F., Stegnar, G., Zavrl, M.Š. and Brattebø, H. (2016), "Dynamic building stock modelling: application to 11 European countries to support the energy efficiency and retrofit ambitions of the EU", *Energy and Buildings*, Vol. 132, pp. 26-38.
- Till, J., & Schneider, T. (2016). *Flexible housing*. Routledge.
- Schnädelbach, H. (2010). Adaptive architecture—a conceptual framework. *proceedings of Media City*, 197, 522-538.
- Schneider, T., & Till, J. (2005). Flexible housing: opportunities and limits. *Arq: Architectural Research Quarterly*, 9 (2), 157-166.
- Slaughter, E. S. (2001). Design strategies to increase building flexibility. *Building Research & Information*, 29 (3), 208-217.
- Schmidt III, R., Eguchi, T., Austin, S., & Gibb, A. (2010). What is the meaning of adaptability in the building industry. *Open and Sustainable Building*, 233-42.
- Schneider, T., & Till, J. (2005). Flexible housing: opportunities and limits. *Arq: Architectural Research Quarterly*, 9 (2),

157-166.

Tatjana, S., & Jeremy, T. (2007). Flexible housing.

TheFreeDictionary (2017), "Adaptability", Farlex, Inc., Huntingdon Valley, PA (online), available at: www.thefreedictionary.com/adaptability (accessed 30 January 2017)

Wang, S. (2010), *Intelligent Buildings and Building Automation*, Spon Press, Abingdon.

Thomson, T. (1992). Managing change. *Facilities*, 10 (5), 19-23.

Weng, T. and Agarwal, Y. (2012), "From buildings to smart buildings-sensing and actuation to improve energy efficiency", *IEEE Design and Test of Computers*, Vol. 29, pp. 36-44.

Webster, M. D. (2007). Structural design for adaptability and deconstruction: a strategy for closing the materials loop and increasing building value. In *New horizons and better practices* (pp. 1-6).

Wilkinson, S. J., Remøy, H., & Langston, C. (2014). *Sustainable building adaptation: innovations in decision-making*. John Wiley & Sons.

Wing, C. K., Raftery, J., & Walker, A. (1998). The baby and the bathwater: research methods in construction management. *Construction Management & Economics*, 16 (1), 99-104.

Yu, A. T., Shen, Q., Kelly, J., & Hunter, K. (2008). Comparative study of the variables in construction project briefing/architectural programming. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134 (2), 122-138.