ISSN: 2538-2594; Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2025;14(4): 27-46

The Relationship between Intelligence and Place: From Smart Architecture to Intelligent Place

ARTICLE INFO

Article Type
Analytic Study

Authors
Mohammad Sadegh Falahat[1*]
Keivan Arzan Zarrin [2]

How to cite this article
Mof

URL:http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-74295-fa.html

ABSTRACT

Aims: The present research aims to recognize the indices of Smart and concepts related to "Intelligence" as well as to explain its relationship with architecture. Specifically, it aims to present strategies for the convergence of the concepts of "Intelligence" and "Place" in order to achieve phenomenon of "Intelligence Place" based on its defining concepts and features.
Methods: The present research is a combination of analytical and descriptive methods based on formative foundations of concept of smartness and its influential features in architecture. After examining specialized texts, extracted concepts and fundamental relationships and various approaches are analyzed, providing a comprehensive combination to explain the “Intelligence Place".
Findings: Intelligence is an essential feature in shaping spatial quality in the present era. Three fundamental features of this concept can be expressed as formal-physical intelligence, functional-behavioral intelligence, and semantic-conceptual intelligence. If all three mentioned features occur, "Comprehensive Intelligence” is achieved, and in combination with formative features, it leads to the phenomenon of “Intelligence Place".
Conclusion: The concept of place, considering interaction of defining features and levels, which originates from a conceptual and fundamental basis in architecture on one hand, and understanding concepts of intelligent and influential factors in formation of intelligent as a variable idea in form and structures that are dynamic intelligent structures, through the stability foundation of intelligent architecture as an achievement on the other hand, is under investigation, and the most important result of the explained concepts can be considered phenomenon of " Intelligence Place.

Keywords: Intelligent and Intelligence, Intelligent Architecture, Form Intelligence, Behavioral Intelligence, Intelligent Space Configuration, Comprehensive Intelligence, Intelligent Place

CITATIONLINKS

1-Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Zanjan University, Zanjan, Iran.

2- Keyvan Arzan Zarin, Master of Architecture, Faculty of Engineering, Zanjan University, Zanjan, Iran.

Correspondence
Address: Department of Architecture, Faculty of Engineering, Zanjan University, Zanjan, Iran.

Email: safalahat@znu.ac.ir

Article History
Received:2025.
Accepted:2025.
Published: 2025.01.20

[1].Lee JH, Ostwald MJ, Kim MJ. Characterizing Smart Environments as……..[2]. Meyboom A, Johnson G, Wojtowicz J. Architectronics:…… [3]. Loonen RCGM, Trčka M, Cóstola D, Hensen JLM. Climate adaptive…[4].Barozzi M, Lienhard J, Zanelli A, Monticelli……..[5].Park JW. Interactive Kinetic Media Facades: A Pedagogical Design System…..[6].Meagher M. Designing for change: The poetic potential of responsive……[7]. Ricci A, Ponzio C, Fabbri K, Gaspari J, Naboni E. Development of…….[8].Pesenti M, Masera G, Fiorito F, Sauchelli M. Kinetic…..[9]. Premier A. Solar shading devices integrating smart materials……[10]. Al-Masrani SM, Al-Obaidi KM. Dynamic shading systems:……. [11].Holstov A, Bridgens B, Farmer G. Hygromorphic materials….[12].Naboni R, Breseghello L, Kunic A. Multi-scale design and……[13]. Zhang V, Rosenwasser D, Sabin JE. PolyTile 2.0: Programmable microtextured……[14].Reichert S, Menges A, Correa D. Meteorosensitive architecture: Biomimetic……[15].Ramzy N, Fayed H. Kinetic systems in architecture: New approach…….[16].Sher E, Chronis A, Glynn R. Adaptive behavior of structural….[17].Phocas MC, Christoforou EG, Dimitriou P. Kinematics and control…..[18].Slaughter ES. Design strategies to increase building flexibility. Building Research &

Copyright© 2021, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-Non-Commercial terms.

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

eISSN:2538-2594 نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی-۱۴۰۳؛ (۴) ۱۴:۴۶-۲۷

نسبت هوشمندی و مکان؛ از هوشمندسازی معماری تا مکان هوشمند

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: تحقیق بنیادی

نویسندگان

محمّدصادق فلاحت [۱]

کیوان ارزن زرین*[۲]

۱. دکترای معماری، دانشیار گروه معماری، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. (نویسنده مسئول)

۲. کارشناس ارشد معماری، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

نویسنده مسئول *

safalahat@znu.ac.ir

تاریخ مقاله

تاریخ دریافت:

تاریخ پذیرش:

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۱

ارجاع‌دهی

مفر

URL: http://b

چکیده

اهداف: هدف پژوهش حاضر را می‌توان در ابتدا شناخت بن‌مایه‌های هوش و مفاهیم مرتبط با "هوشمندی" و در ادامه فهم نسبت "هوشمندی" با معماری و تبیین شاخصه‌های معماری هوشمند برشمرد؛ همچنین می‌توان به‌صورت ویژه ارائه‌ی راهبردهایی برای همگرایی سطوح شکل‌دهنده‌ی مفهوم مکان و معماری هوشمند در راستای حصول به "مکان هوشمند"دانست.

روش‌ها: روش پژوهش حاضر، ترکیبی از شیوه‌های تحلیلی و توصیفی بوده که بر بنیان‌های شکل‌دهنده‌ی مفهوم "هوشمندی" و ویژگی‌های تأثیرگذار آن در معماری استناد کرده و پس از بررسی متون تخصصی، مفاهیم آن استخراج و رویکردهای مختلف بررسی‌شده و ترکیبی جامع را در جهت دستیابی به "مکان هوشمند" تبیین می‌کند.

یافته‌ها: مفهوم "هوشمندی" ویژگی اساسی و از عوامل مؤثر در شکل‌گیری کیفیت فضایی در عصر حاضر است. سه ویژگی اساسی این مفهوم را می‌توان "هوشمندی فرمی-کالبدی"، "هوشمندی عملکردی-رفتاری" و "هوشمندی معنایی-مفهومی" بیان کرد که در صورت بروز هر سه ویژگی، "هوشمندی جامع" محقق شده و می‌توان در پیوند با ویژگی‌های شکل‌دهنده‌ی مفهوم مکان به پدیده‌ی "مکان هوشمند" دست یافت.

نتیجه‌گیری: مفهوم مکان با توجه به تعامل ویژگی‌ها و سطوح شکل‌دهنده‌ی آن‌که نشأت گرفته از مفهوم بنیادین و ثابت در معماری است، از یک‌سو و شناخت مفاهیم هوش و عوامل تأثیرگذار در شکل-گیری هوشمندی به‌عنوان اندیشه‌ای متغیر در فرم و ساختوندها، که بن‌مایه ساختارهای هوشمند و پویاست از سوی دیگر، مورد واکاوی قرارگرفته‌اند که درنهایت می‌توان مهم‌ترین نتیجه‌ی مفاهیم تبیین شده را دست‌یابی به "هوشمندی جامع فضایی" با عنوان "مکان هوشمند" دانست.

کلیدواژه‌ها: هوش و هوشمندی، معماری هوشمند، هوشمندی فرمی، هوشمندی رفتاری، پیکربندی فضای هوشمند، هوشمندی جامع، مکان هوشمند

این نشریه ی دارای دسترسی باز، تحت قوانین گواهینامه بین‌المللی Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International License منتشر می‌شود که اجازه اشتراک (تکثیر و بازآرایی محتوا به هر شکل) و انطباق (بازترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را می‌دهد.

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

مقدمه

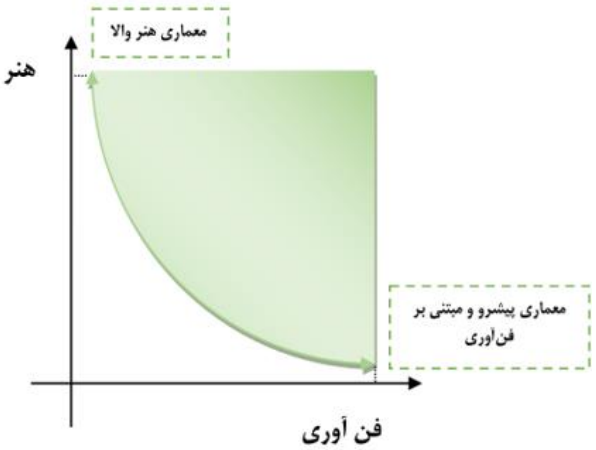
رابطه و تعامل میان انسان و محیط و نحوه‌ی شکل‌گیری آن از مهم‌ترین اهداف شکل‌گیری فضای معماری است. ازاین‌رو فضای معماری محل تلاقی و ارتباط‌دهنده‌ی میان دو مفهوم انسان و محیط است که توانایی پاسخگویی به نیازها و اهداف انسان را داشته و از سویی دیگر ویژگی‌ها و شرایط محیطی را درک نماید و آن‌ها را بر یکدیگر سازگار و منطبق سازد. معماری در دوران پرتحول کنونی، نیازمند ساختارهایی است که توانایی همگرایی بیشتر میان انسان و نیازهای او از یک‌سو، و کنترل کنش‌های محیط فراگیر و تأثیرات آن بر فضا و انسان از سویی دیگر را داشته باشد و درعین‌حال بتواند به فراکنش‌های میان انسان و محیط نیز پاسخ دهد. ازجمله‌ی این فراکنش‌ها، ویژگی‌های زیستی، روانی، فرهنگی و اجتماعی و اقتصادی و همچنین کنترل و هدایت مصرف انرژی، تغییرات آب و هوایی و زیست‌بوم‌ها است که همانند مرز ظریف و پویا میان این دو مفهوم ترسیم شده و موجب تعدیل روابط و کنش‌های متقابل در راستای تعادل فضایی و کیفیت‌دهی به آن شده است. به‌این‌ترتیب، سؤالات پژوهش عبارت‌اند از:

۱. ویژگی‌های هوشمندی و نسبت آن با مکان چیست؟

۲. چگونه می‌توان به پدیده "مکان هوشمند" به‌عنوان هوشمندی کامل فضا دست یافت؟

بیان مساله

سیر حرکت معماری در جوامع مختلف در جهت بهره‌برداری از فن‌آوری‌های نوین و پیشرو پررنگ‌تر شده که می‌توان معماری معاصر را انقلاب "معماری تکنولوژیکی" یا "معماری های-تک" بیان کرد. امروزه زیرساخت‌های صحیح تکنولوژیکی و همچنین تلفیق با سایر علوم ازجمله دانش حوزه‌ی رایانه و هوش مصنوعی، حوزه مکانیک و بهره‌گیری از شیوه‌های نوین در تولید و ساخت مواد و مصالح در جهت کاراتر شدن و کیفیت‌دهی به فضای معماری است. می‌توان این مرحله را گذار از "معماری لو-تک" یا "معماری با فن‌آوری متداول" به "معماری های-تک" یا "معماری با فن‌آوری پیشرو" بیان کرد. اگر معماری، تابعی از فراکنش هنر و تکنولوژی باشد، یا به‌عبارت‌دیگر، تابعی از زیبایی‌شناسی و ساختوندی، آنگاه می‌توان شیوه‌ای را بیان کرد که در آن ویژگی‌های هنری و معنایی اهمیت یافته و پررنگ‌تر می‌شود، که می‌توان آن را "معماری های-آرت" یا "معماری هنر والا" نامید. در مقابل دیدگاه دیگر، بهره‌گیری از فرآیندهای ساخت و فن‌آوری‌های پیشرو و تکنولوژیکی است که می‌توان آن را "معماری های-تک" یا " معماری با فن‌آوری‌های پیشرو" بیان کرد. برای تفسیر این دو مفهوم می‌توان "معماری هنر والا" را "معماری خوش‌بیان" و "معماری با فن‌آوری پیشرو" را "معماری خوش‌ساخت" متصور شد (تصویر۱).



شکل۱. میزان گرایش‌های معماری در بهره‌گیری از ویژگی‌ها و مفاهیم هنر و اصول فن‌آوری‌های پیشرو در ایده‌پردازی و طراحی و همچنین شیوه‌های نوین ساخت. (مأخذ: نگارندگان)

توجه به ویژگی‌های کاربردی و ساختاری، در کنار مفاهیم شکل‌دهنده‌ی فضا دارای اهمیت ویژه‌ای است. ساختارهای نوین با بهره‌گیری از مواد و مصالح جدید، القاکننده روح زمان خود هستند که بر پایه‌ی فن‌آوری پیشرو ایجادشده‌اند که موجب شکل‌گیری مفهوم "فضای هوشمند" شده است. فضای هوشمند، فضایی است خلاق که با تکیه‌بر تکنولوژی و شیوه‌های نوین طراحی و ساخت و با ارائه‌ی الگوهای فضایی به‌عنوان فضای الهام‌بخش در ترکیب ایده‌های نوین بروز می‌یابد. از شیوه‌های مهم کیفیت‌دهی به فضای معماری، پاسخگویی به نیازهای انسانی است که از عوامل مهم در ارزیابی رابطه‌ی انسان و محیط بوده و از اصول حیاتی در شکل‌گیری محیط‌های انسانی واجد کیفیت است. از اهداف مهم شکل‌گیری فضاهای معماری باکیفیت، پاسخ به نیازهای انسانی برای ایجاد ارتباط احساسی با فضا و به طبع آن خلق فضایی کیفی که پاسخگوی نیازهای جامع در سطوح مختلف است. می‌توان

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

برای شناخت ارتباطات و تأثیرات معماری بر انسان، سطوح مختلفی همانند، ارتباط فیزیکی و کالبدی، ارتباط عملکردی و رفتاری و همچنین کنش‌های حسی و معنایی را در نظر گرفت. دراین‌بین، نقش هوشمندی در برقراری ارتباط میان معماری و انسان پراهمیت شده و در سطوح مختلف آن باعث بروز کیفیت‌های فضایی خواهد شد. ازاین‌رو، می‌توان نقطه‌ی تلاقی معماری و مفهوم هوشمندی را به‌عنوان کیفیتی ماندگار در فضای معماری دانست.

افزایش کارایی فضا در جهت برآورده کردن نیازهای انسانی از ویژگی‌های اساسی در بهره‌گیری از فن‌آوری‌ها و تکنولوژی-های نوین در بیان مفهوم هوشمندسازی است. می‌توان هوشمندسازی فضای معماری را کاراتر سازی و بهبود شرایط خدمات‌رسانی فضا و تسهیل عملکردهای فضایی به کمک سیستم‌های هوشمند الحاقی و موضعی در جهت برآورد نیازهای انسانی همانند نیازهای فیزیولوژیکی، نیازهای روانی، نیازهای هویتی و فرهنگی، نیازهای اجتماعی و همچنین نیازهای زیست‌محیطی دانست (جدول۱). ولی تفاوت میان "هوشمندسازی معماری" و "معماری هوشمند"، تفاوتی بنیادی است. ازاین‌رو "معماری هوشمند" فرآیندی پیوسته و یکپارچه و جریانی سیال در خلق ایده‌های نوین در طراحی و ساخت است که تلفیقی از فن‌آوری‌های پیشرفته درزمینه‌ی اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و سیستم‌های تحلیلی هوشمند است که همانند ساختاری زنده و پویا در جهت تطبیق با نیازهای انسانی و عملکردی و همچنین القای تجربه‌ی حسی فضا عمل می‌کند. بر همین اساس، پژوهش حاضر نگاه به هوشمندی را یک پدیده‌ای جامع، درون‌زا و بنیادی می‌داند که به‌صورت ساختاری یکپارچه، ترکیبی و چندلایه جهت پاسخی همه شمول به نیازهای انسانی خلق‌شده است.

جدول ۱. هوشمندسازی معماری به‌عنوان "هوش تلویحی" و عوامل تأیرگذار آن در کیفیت‌دهی به فضای معماری. (مأخذ: نگارندگان)

	سطوح پاسخگویی	موضوع هوشمندسازی	اهداف هوشمندسازی
هوشمندسازی معماری	پاسخ به نیازهای فیزیولوژیکی	ایجاد حس آسایش	جهت شناسایی فعالیت‌ها و رخدادها
		ارتقاء سلامت	نظارت بر کاربران و کنترل شرایط فیزیکی و سلامت آن‌ها
	پاسخ به نیازهای روانی	ایجاد حس امنیت و ایمنی	ایجاد امنیت و کنترل از راه دور فضاها و کاربران
		ارتباط با محیط طبیعی	برقراری ارتباط هرچه بیشتر کاربر با طبیعت جهت رسیدن به آرامش روانی
		ایجاد تنوع و تعدد فضایی	ایجاد حس تازگی و تنوع در چیدمان فضایی
		ایجاد تعادل و تناسبات فضایی	رسیدن به تعادل فضاهای خصوصی و عمومی، خدمات رسان و خدمات پذیر و همچنین رعایت تناسبات فضایی
	پاسخ به نیازهای هویتی و فرهنگی	ارتباط با بستر فرهنگی	برآورد ارزش‌ها و انتظارات فرهنگی
		ایجاد هویت مکانی	ایجاد تجارب تعاملی در جهت خلق هویت مکان
	پاسخ به نیازهای اجتماعی	ایجاد ارتباطات اجتماعی	ایجاد ارتباطات اجتماعی قوی‌تر و افزایش احساس تعلق
		خلق فضاهای اجتماع‌پذیر و تعاملی	ایجاد تجربه‌های تعاملی در فضاهای منعطف
	پاسخ به نیازهای زیست‌محیطی	بهره‌گیری از منابع پایدار	بهره‌گیری از منابع تجدید پذیر و بازیافت پذیر
		طراحی بهینه در جهت کاهش هدر رفت انرژی	حفظ منابع تجدید ناپذیر و جلوگیری از هدر رفت آن
		کاهش اثرات زیست‌محیطی	جلوگیری از آلودگی منابع زیست‌محیطی
		ارتباط با طبیعت	ایجاد فضاهای باز طبیعی و ارتباط با طبیعت

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

مواد و روش‌ها

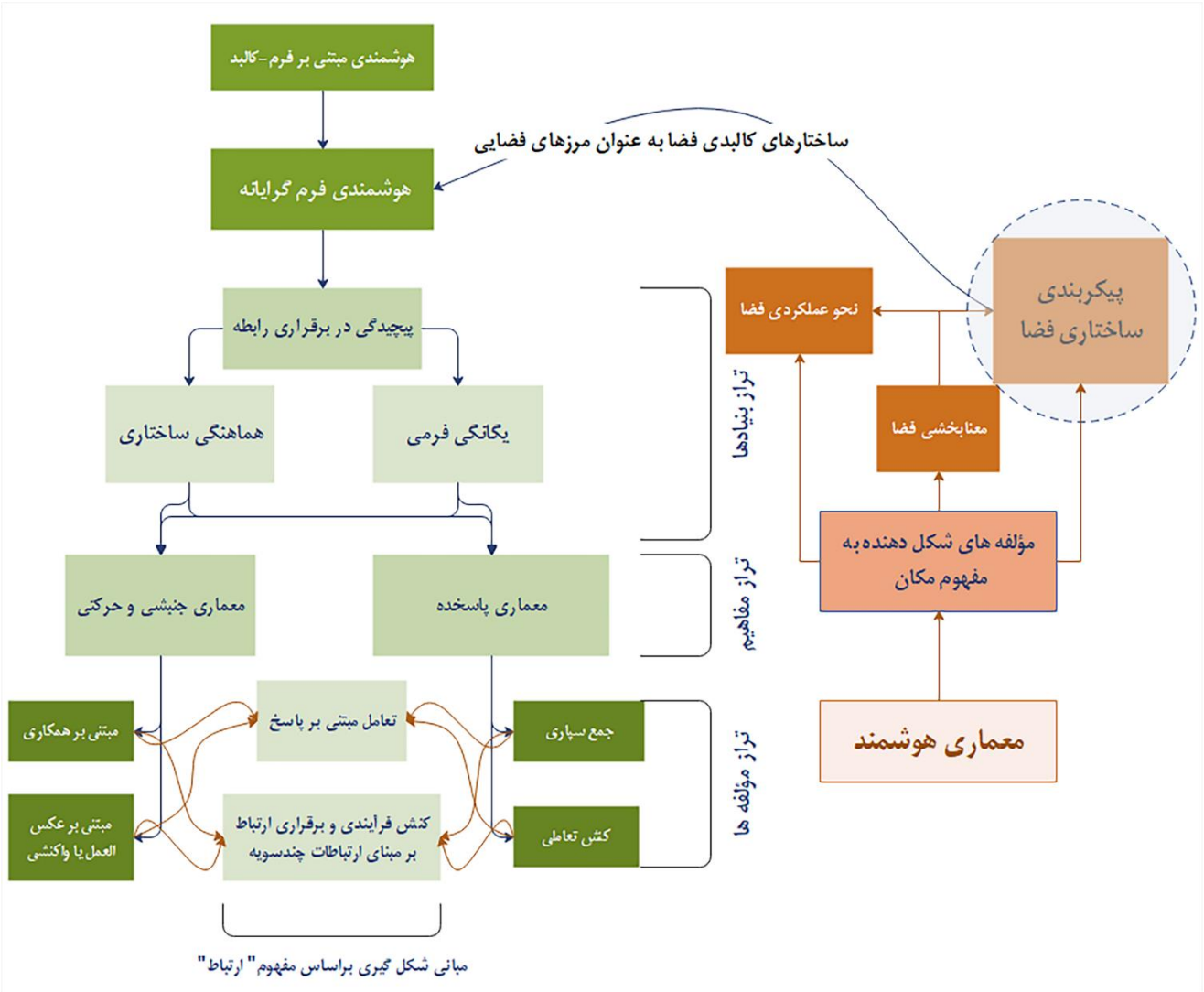
در چند دهه گذشته پژوهش‌های متعددی درزمینه‌ی فن-آوری‌های نوین و تکنولوژی‌های پیشرفته در معماری صورت گرفته است. یکی از مهم‌ترین نمودهای آن، بهره‌گیری از ظرفیت‌های هوشمندی و هوشمندسازی است. مدل شکل-دهنده‌ی ساختارهای فرمی و کالبدی هوشمند، مجموعه‌ای از "کنش‌های تعاملی" و "کنش‌های رفتاری" است که با القای ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود، باعث بروز رفتاری خاص در فضای معماری خواهد شد. ازاین‌رو می‌توان "کنش‌های تعاملی" را "دگرگونی اشکال فیزیکی" و "اصلاح خدمات فضایی" دانست که ازنظر بصری در محیط آشکار و قابل‌درک بوده و دارای پتانسیل پاسخ‌گویی تعاملی دوطرفه، پیوسته و در حال تکامل هستند. همچنین "کنش‌های رفتاری" فضا شامل رفتارهای حسی، فکری و کنترلی است که به‌طور جمعی در یک فضای هوشمند رخ می‌دهند. "کنش‌های تعاملی" تابعی از "کنش‌های رفتاری" و تأثیرات محیطی بر فضا است که مجموع این دو عامل در فضا موجب خلق معنا در مکان‌های هوشمند خواهد شد. بنابراین چنین استنباط می‌شود که "کنش‌های تعاملی" به‌عنوان نتایج "کنش‌های رفتاری" فضا بوده، که خود زیرمجموعه‌ای از فرآیندهای منتج شده از کنش‌های معنایی، مفهومی و حسی فضا است. در این میان، "پیچیدگی" جزء جدایی‌ناپذیر سیستم‌های ساختاری هوشمند است که برای شناخت ویژگی‌های هر سیستم، نیازمند درک عمیقی از نحوه‌ی عملکرد آن است. می‌توان اصلی‌ترین و حیاتی‌ترین وظیفه سیستم‌های هوشمند را ساده‌سازی در برقراری ارتباط میان انسان و محیط دانست و قابل‌درک کردن عملکرد آن توسط انسان بیان کرد.

در ادبیات پژوهشی مربوط به موضوع هوشمندی، مفاهیم مرتبط با "ساختارهای هوشمند" و همچنین "محیط هوشمند" با کلیدواژه‌هایی ازجمله: "معماری پاسخده"، "معماری جنبشی یا حرکتی"، "معماری تطبیق‌پذیر" و "ساختمان هوشمند" که در اکثر موارد مفاهیم در هم ادغام‌شده و با یک مفهوم پوششی با سایر مفاهیم بیان‌شده‌اند[۱]. برای درک بهتر این مفاهیم می‌توان آن‌ها را در دو دسته‌ی کلی: الف. "هوشمندی فرم‌گرایانه" و ب. "هوشمندی عملکردگرایانه" دسته‌بندی کرد. "معماری پاسخده" و "معماری متحرک و جنبشی"، زیرمجموعه‌های "هوشمندی فرم‌گرایانه" هستند. همچنین "معماری تطبیق-پذیر" و "ساختمان هوشمند" نیز زیرمجموعه‌های "هوشمندی عملکردگرایانه" دسته‌بندی شده است. به‌هرروی، برای شناخت ترازهای هوشمندی و تأثیراتی که بر فضا دارند، ابتدا تبیین بن‌مایه‌های شکل‌دهنده‌ی هر یک از ترازها نیاز است. می‌توان مفاهیم و زیرشاخه‌های "معماری پاسخده" و "معماری جنبشی یا حرکتی" را به‌عنوان ویژگی‌های کالبدی و فرمی ساختارهای هوشمند در نظر گرفت و همچنین مفاهیم و زیرشاخه‌های "معماری تطبیق‌پذیر" و "ساختمان هوشمند" را نیز به‌عنوان ترازهای مفهومی ویژگی‌های عملکردی سیستم‌های هوشمند بیان کرد.

الف. هوشمندی فرم‌گرایانه: در حوزه "معماری واکنش‌گرا" و "پاسخده"، همچنین در حوزه "معماری جنبشی و حرکتی" مؤلفه‌های کلیدی جهت تأثیرگذاری بر "هوشمندی مبتنی بر فرم-کالبد" نقش‌آفرینی می‌کنند(تصویر۲). با مطالعه‌ای دقیق می‌توان چهار مؤلفه‌ی: ویژگی تعاملی و مبتنی بر پاسخ- جمع سپاری و مستعد پذیرش- واکنش‌پذیری و درنهایت واکنش-های مبتنی بر همکاری را به‌عنوان اصلی‌ترین آن‌ها برشمرد. در همین زمینه، مطالعات مختلفی با مضامین مشابه با مؤلفه-های بیان‌شده صورت گرفته است. آنالیز مایبوم و همکارانش در پژوهشی با عنوان "معماری الکترونیک: به‌سوی یک محیط واکنش‌پذیر" به تبیین مفاهیمی در ارتباط با پیوند میان معماری و "مکاترونیک" و همچنین سیستم‌های تعاملی معماری و اجزاء الکترونیکی با نام "معماری الکترونیک" پرداخته‌اند[۲]. "مکاترونیکس" یک رشته‌ی ترکیبی از مهندسی مکانیک، الکترونیک، کنترل و کامپیوتر است که به طراحی و توسعه‌ی سیستم‌ها و دستگاه‌های هوشمند و خودکار می‌پردازد. در "مکاترونیکس"، اصول مهندسی مکانیک، الکترونیک و کامپیوتر به هم ترکیب شده و برای ایجاد سیستم‌ها و دستگاه‌هایی که قادر به انجام وظایف مختلف با دقت و کارایی بالا هستند، استفاده می‌شود. منظور از "معماری الکترونیک" سیستم‌های یکپارچه معماری و عناصر الکترونیکی است که جهت ایجاد محیط‌های واکنش-پذیر و تعاملی ایجاد می‌شوند. همچنین در مقاله‌ای دیگر با عنوان "پوسته‌های ساختمانی سازگار با اقلیم: وضعیت هنر و

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

چالش‌های آینده " لونن و همکارانش نمونه‌هایی از "پوسته-های ساختمانی واکنش‌گر" را که توسط حسگرها و سیستم-های پردازشگر و با بهره‌گیری از مواد هوشمند ساخته شده‌اند را با هدف بهبود عملکرد فضایی و ارتباط با کاربران فضا و رفع نیازهای آن‌ها از طریق کنترل شرایط محیطی ازجمله نور، حرارت و جریان هوا را بیان کرده‌اند[۳]. باروزی و همکارانش ارزیابی از سیستم‌های سازگار سایه‌انداز نما و همچنین درک پویایی‌های کاربردی در معماری و اثربخشی آن‌ها ازنقطه‌نظر پایداری محیطی را در پژوهشی با عنوان:" پایداری پوسته‌های سازگار: پیشرفت‌های معماری جنبشی" با بررسی مقالات و نمونه‌های ساخته‌شده به انجام رسانده‌اند[۴]. می‌توان چنین استنباط کرد که عمده پژوهش‌های صورت گرفته درزمینه‌ی "هوشمندی فرم‌گرایانه"، سیستم‌های واکنش‌پذیر غشایی هستند که به‌عنوان ساختارهای پوشش‌دهنده‌ی فضا طراحی و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.



شکل۲. عوامل و ترازهای استخراج شده از ویژگی های تأثیرگذار بر هوشمندی مبتنی بر فرم/کالبد. (مأخذ: نگارندگان)

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

در حوزه‌ی مفهوم "معماری پاسخده " یا "پاسخگو"، جی وان پارک در مقاله‌ای با عنوان" نماهای رسانه‌ای جنبشی تعاملی: یک سیستم طراحی آموزشی برای پشتیبانی از یک محیط نمونه‌سازی فیزیکی مجازی یکپارچه در فرآیند طراحی نماهای رسانه‌ای" با کمک تئوری سیستم‌های عمومی و سایبرنتیک در شکل‌گیری نماهای رسانه‌ای، به‌عنوان اشکال کل‌نگر از معماری پاسخده را مطرح کرده است[۵]. در همین زمینه، مارک میگر در مقاله‌ای با عنوان:" طراحی برای تغییر: پتانسیل شاعرانه‌ی معماری پاسخ‌گو، تحقیقات مرزهای معماری" به ادغام اجزای پاسخ‌گو در معماری برای پاسخ‌گویی به جنبه‌های زودگذر و متغیر محیط می‌پردازد که به‌عنوان اجزای جدایی‌ناپذیر و شاعرانه‌ی اثر معماری مطرح می‌شوند[۶]. با بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته می‌توان بیان کرد که "معماری پاسخده" ویژگی ساختارهای کالبدی است که به‌صورت ایستا و یا متحرک به تأثیرات محیطی و درونی فضا واکنش نشان می‌دهد.

پژوهش‌های متعددی درزمینه‌ی "کنشگری تعاملی" ساختارهای معماری در جهت پاسخگویی به شرایط اقلیمی صورت گرفته است. ازجمله پژوهش‌های انجام‌گرفته می‌توان به بررسی نماهای پویا و متحرک با هدف سایه‌اندازی در نما اشاره کرد. آدل ریچی و همکاران در مقاله‌ای با عنوان" توسعه‌ی یک نمای پویای خودکفا درزمینه‌ی تغییرات آب و هوایی" به بررسی نماهای پویای سایه‌انداز پرداخته‌اند[۷] و همچنین مارکو پسنتی و همکارانش در مقاله‌ای مشابه با عنوان" پوسته‌ی خورشیدی جنبشی: یک تکنیک تاشو پاسخگو" به شیوه‌های طراحی و ساخت پوسته‌های پاسخده در جهت کنترل تابش آفتاب پرداخته‌اند[۸]. درزمینه‌ی سیستم‌های سایه‌انداز برای طراحی نماهای پیشرفته، الساندرو پرمیر مطالعات انجام‌گرفته‌ی پیشین را در چند گروه کاربردی و مبتنی بر ساختارهای شکل‌دهنده، طبقه‌بندی کرده و شیوه‌های بهره‌گیری از هر یک را در مقاله‌ای با عنوان:" دستگاه‌های سایه‌انداز خورشیدی با ادغام مواد هوشمند: مروری بر پروژه‌ها، نمونه‌های اولیه و محصولات برای طراحی نمای پیشرفته" شرح داده است[۹]. همچنین در نمونه‌ی دیگر می‌توان به مقاله‌ی:" سیستم‌های سایه‌ی پویا: بررسی پارامترهای طراحی، پلت فرم‌ها و استراتژی‌های ارزیابی" المصرانی و همکاران اشاره کرد که به تشریح و طراحی سیستم‌های سایه‌انداز خورشیدی با کمک فن‌آوری‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری پرداخته‌اند[۱۰]. "کنشگری تعاملی" در معماری به معنای ایجاد سیستم معماری مبتنی بر تعامل میان محیط و کاربر است. این نوع ساختارها از فن‌آوری‌های پیشرفته همانند سنسورها، سیستم‌های هوش مصنوعی و سیستم‌های کنترل خودکار در ایجاد ارتباط و تعامل بهره برده است تا بتواند فضایی پایا را خلق کند.

بهره‌گیری از مواد هوشمند در "معماری پاسخده" و شیوه‌های مورداستفاده‌ی این مواد و همچنین نحوه‌ی ترکیب با سیستم‌های الکترونیکی، مورد بحث و بررسی قرارگرفته است. آرتم هولستوف و همکاران در مقاله‌ای با عنوان" مواد هایگرومورفیک برای معماری پاسخگوی پایدار" با بهره‌گیری از مواد هوشمند هایگرومورفیک به تغییرات محیطی، خصوصاً تأثیرات رطوبتی محیط خارجی با کمک پوشش‌های ساختمانی پاسخگو و سیستم‌های سایه‌زنی تطبیقی مورد واکاوی قرار داده‌اند[۱۱]. در طراحی و ساخت "پاویون ترابکولا" روبرتو نابونی و همکارانش برای نخستین بار از پرینترهای سه‌بعدی و مواد هوشمند، در مقیاس بزرگ و واقعی در جهت پاسخدهی به نیروهای واردشده بر ساختارهای سازه‌ای در این پاویون استفاده کردند. می‌توان روند کاری این پروژه را فرآیند ساخت یک نمونه‌ی معماری در مقیاس کامل دانست که به‌عنوان یک پوسته‌ی یکپارچه که دارای ساختار سلولی شکل با افزایش کارایی مواد هوشمند است برشمرد[۱۲]. ویولا ژانگ عملکردهای بیومواد زیست سازگار را در پژوهشی با عنوان:" پلی تایل ۲: کاشی‌های معماری سرامیکی ریزبافت قابل‌برنامه‌ریزی و تعبیه‌شده با عملکرد زیستی سازگار با محیط‌زیست" در قالب طرحی برای پوشش‌های هوشمند فضاهای معماری را شرح داده است، که در فرآیند طراحی و ساخت این مواد ترکیبی از علوم مختلف همانند چاپگرهای سه‌بعدی، سرامیک دیجیتالی، مهندسی مواد، مهندسی زیستی، زیست‌شناسی شیمیایی و معماری مورداستفاده قرارگرفته است[۱۳]. اشتفن رایکرت و همکاران نیز در پژوهشی که در آن به مفهوم "متروسنستیو" که به معنای حساس به شرایط اقلیمی و جوی است با عنوان:" معماری متروسنستیو: پوسته‌های ساختمانی بیومیمتیک

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

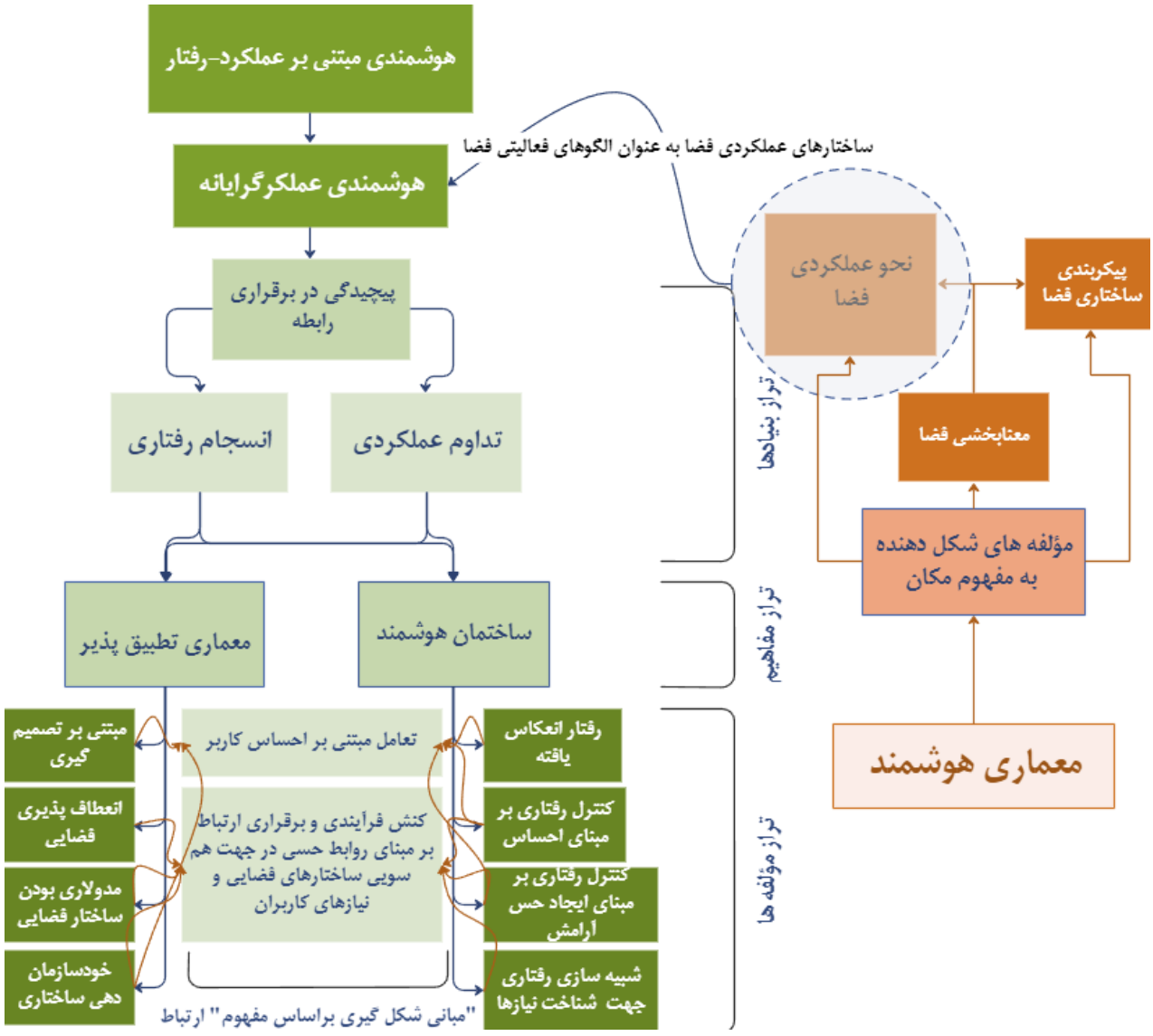
مبتنی بر پاسخ‌گویی جاسازی‌شده و فعال‌شده ازنظر رطوبت سنجی" برای رسیدن به معماری پاسخ‌ده به شرایط محیطی پرداخته‌اند که "معماری متروسنستیو" و یا "معماری حساس به شرایط جوی" به ساختارهای طراحی‌شده در جهت تغییرات آب و هوایی و کنترل شرایط به کمک مواد و مصالح نوین ساختمانی اشاره دارد[۱۴]. "معماری جنبشی یا حرکتی" ساختارهای مکانیکی، سبک و انعطاف‌پذیر را برای ایجاد طرح‌های متحرک در جهت پاسخ به محرک‌های فضایی در اختیار طراحان و معماران قرار داده است. ازاین‌رو می‌توان سیستم‌های جنبشی-حرکتی را به‌عنوان سیستم‌های خودکار با قابلیت تغییر در اندازه و شکل به روش تا شوندگی، لغزیدن اجزا و ریزساختارها دانست. "حرکت" یک مفهوم کلی است که با مفاهیم بیان‌شده در قسمت‌های پیشین دارای قرابت معنایی و هم‌پوشانی کاربردی است. با کمک سیستم‌های جنبشی و حرکتی، طراحان فضاهای هوشمند، هوش محاسباتی را در ساختارهای معماری تعبیه می‌کنند تا آن را قادر به سازگاری، توانایی جمع‌شوندگی، قابل‌استقرار، توانمند، تکاملی، انعطاف‌پذیر، هوشمند، متحرک، مبتنی بر عملکرد، توانایی پیکربندی مجدد، پاسخگو، در جریان، تبدیل‌پذیر و قابل‌حمل سازند. در همین حوزه، رمزی و فاید سیستم‌های جنبشی را دسته‌بندی کرده و عوامل مؤثر و تأثیرگذار در آن‌ها را در پژوهشی با عنوان" سیستم‌های جنبشی در معماری: رویکرد جدید برای سیستم‌های کنترل محیطی و ساختمان-های حساس به زمینه" مشخص کرده‌اند[۱۵]. درمجموع می-توان"معماری واکنش‌گرا" و "معماری پاسخده" را واکنش-های حرکتی و تعاملی دانست که پاسخی در جهت هم‌سویی فرم و کالبد با هدف تعدیل ارتباط میان انسان و محیط است.

ب. هوشمندی عملکردگرایانه: در حوزه‌ی "هوشمندی مبتنی بر عملکرد-رفتار" ،"معماری تطبیق‌پذیر" یکی از دو مفهوم اصلی شکل‌دهنده به آن بوده که دارای مؤلفه‌های تأثیرگذاری ازجمله: انعطاف‌پذیری- مدولاری بودن و سازگاری در خدمات محیطی است. "معماری تطبیق‌پذیر" ساختارهایی هستند که به‌راحتی قابل‌تغییر یا اصلاح‌اند، تا فضا را در پاسخ به عملکردهای مختلف توانمندتر سازند. "رفتار تطبیقی"، ساختاری متکی بر یک سیستم دینامیکی قابل‌کنترل بوده و متشکل از حسگرها، عناصر ساختاری و اجزاء کالبدی است. این فعل‌وانفعالات پویا، کنش و واکنش-هایی میان کاربران و ساختارهای فضایی است[۱۶]. از نمونه-های "رفتار تطبیقی" در سیستم‌های معماری می‌توان به "انعطاف‌پذیری فضاهای معماری" اشاره کرد. "ساختارهای مبتنی بر عملکرد" از نمونه‌های دیگر "معماری تطبیق‌پذیر" هستند که فضا را برای انجام عملکردهای گوناگون منعطف ساخته و رفتاری تعاملی و بهینه را مطرح می‌سازند. ماریوس فوکاس و همکاران در مقاله‌ای با عنوان:" رویکرد کینماتیک و کنترل برای ساختارهای اتصال صلب قابل‌استقرار و تنظیم مجدد" به انطباق‌پذیری سیستم‌های ساختمانی قابل‌استقرار در بنا و بهینه‌سازی رفتارهای تعاملی ساختارها از طریق انعطاف‌پذیری و کنترل‌پذیری فضاها به کمک ساختارهای مدولار پرداخته‌اند[۱۷]. همچنین ویژگی مدولاری و شبکه-بندی شده در"ساختارهای مدولار" نمونه‌ی دیگری از "معماری تطبیق‌پذیر" است که پژوهش‌گران متعددی ازجمله اسلافتر[۱۸]، جان هابراکن[۱۹]، صالح[۲۰] و تونی[۲۱]. به مفاهیم، ویژگی‌ها و نحوه‌ی عملکرد آن پرداخته‌اند. ویژگی اساسی این ساختارها را می‌توان انعطاف‌پذیری فضاهای خدمات‌رسان و خدمات‌پذیر و توانایی سازگاری با تغییرات زمانی بر اساس نیازهای کاربران دانست(تصویر۳).

درزمینه‌ی "خانه‌های هوشمند"در اغلب پژوهش‌ها به فعل‌وانفعالات درونی فضا و تبادلات احساسی، عاطفی و طبیعی میان انسان و فضا پرداخته‌شده است. در این رویکرد به‌طور عمده، احساسات تجسم‌یافته انسان و همچنین پاسخ به نیازهای روانی او مطرح است. ازجمله کنش‌هایی که باعث بروز رفتارهای مختلف در فضا می‌شود ازجمله ردیابی حرکتی انسان، تشخیص حالات انسانی، تشخیص ویژگی‌های عاطفی، تشخیص حالت چهره و پردازش گفتار او در فضا است. مفیدی و اکبری در مقاله‌ای تحت عنوان:" ساختمان‌های هوشمند: یک نمای کلی" رفتارهای محیط ساخته‌شده هوشمند را بیان کرده‌اند. این رفتارها شامل: نظارت بر فضای درون و ارتباط با ساکنین و تصمیمات مرتبط با انرژی با استفاده از سیستم‌های مدیریت انرژی و قابلیت یادگیری ساختارهای فضایی و همچنین ارتباط با شبکه‌ی مرکزی کنترل‌کننده است. همچنین در این مقاله شش معیار ازجمله: شرایط آسایش ساکنین، بهره‌وری ساکنین، کنترل فضای داخلی ساختمان،

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

بهینه‌سازی محاسباتی، مدل‌سازی و پایش و تجزیه‌وتحلیل رفتار ساکنین به‌عنوان معیارهای اصلی "خانه هوشمند" مطرح شده است[۲۲]. همچنین بیترمن و شاک پینسلی در پژوهشی با عنوان:" خانه‌ی هوشمند، چالشی برای معماران و طراحان" به نیازها و پاسخ‌های فضایی مرتبط با آن پرداخته‌اند[۲۳]. درمجموع این نوع هوشمندی به نیازهای مختلف انسان همانند نیازهای کنترل سلامت ساکنین، کنترل امنیتی فضا در جهت پایش رفتاری و همچنین کنترل شرایط زیستی پاسخ داده و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.



شکل ۳. عوامل و ترازهای استخراج شده از ویژگی های تاثیرگذار بر هوشمندی مبتنی بر عملکرد/رفتار. (مأخذ: نگارندگان)

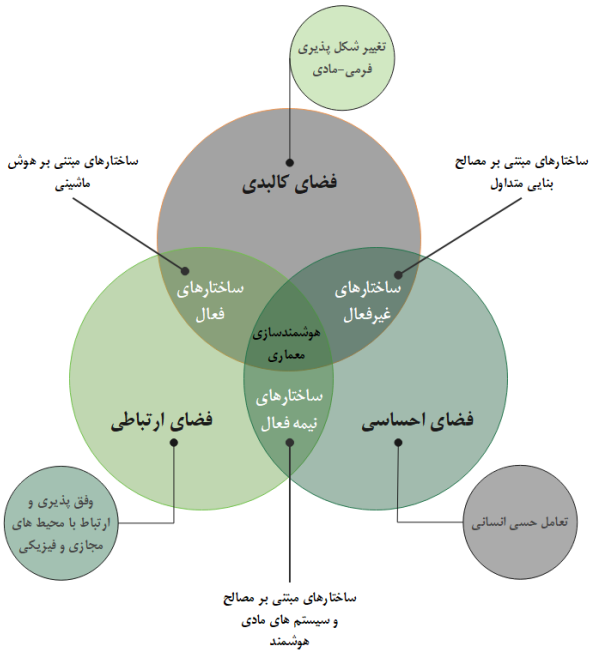
[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

یافته‌ها

فرآیند هوشمندسازی معماری :پیش‌تر، هوش از جهات مختلفی تعریف شده است؛ منطق، درک، خودآگاهی، یادگیری، استدلال، برنامه‌ریزی، خلاقیت، تفکر انتقادی و حل مسئله. هوش را می‌توان توانایی درک یا استنباط اطلاعات و حفظ آن به‌عنوان دانشی برای رفتارهای سازگارانه در یک محیط یا بستر توصیف کرد. این ویژگی منحصربه‌فرد صرفاً یادگیری مطلبی جدید، یک مهارت علمی و یا آزمون هوشمندی نیست، بلکه یک توانایی گسترده و عمیق برای درک محیط اطراف را نشان می‌دهد. درک و برداشت از رخدادها یا کشف آنچه باید انجام شود[۲۴]. اکنون می‌توان مهم‌ترین ویژگی هوش در معماری را توانایی انطباق و ارتباط با محیط دانست. برای درک بهتر محیط نیازمند آگاهی هوشمندی از نوع ارتباط همه‌جانبه با ویژگی‌های آن هستیم. ازاین‌رو هوشمندسازی معماری را می‌توان شیوه‌ای نوین برای برقراری ارتباط کاربر با فضای معماری در جهت رفع نیازهای او بشمار برد.

هوشمندسازی معماری روشی برای کمک هرچه بیشتر به بنا و کاربران برای بهبود شرایط زیستی فضا است. این نگاه اخیراً به‌عنوان یک رویکرد غالب مطرح و تبدیل به‌نوعی کیفیت فضایی در بناها شده است. هوشمندسازی معماری شامل یک شبکه‌ی ارتباطی است که از راه دور کنترل، نظارت و یا قابل‌دسترس است؛ که با شیوه‌های مختلفی بروز یافته و وظایف مختلفی را نیز ایفا می‌کند. تغییرات رفتاری، نیازهای متغیر و همچنین کمک به بهبود شرایط زندگی برای کاربران همگی بخشی از اهدافی است که می‌توان در قالب این نگاه آن‌ها را کنترل و به انجام رساند. برای بهره‌گیری از این روش نیازمند وجود دستگاه‌ها، ابزارها و نرم‌افزارهای مختلفی است. هم‌چنین بهره‌گیری از فن‌آوری‌های جدید ارتباطی، حسگرها و سیستم‌های مستقر در فضا و اتوماسیون‌های کنترل از راه دور را می‌توان جزو این سیستم معرفی کرد[۲۵]. تمامی این ابزارها جهت پایش شرایط داخلی و خارجی بنا، در راستای بهبود شرایط زیستی تخصصی‌شده و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. در یک بنای هوشمند تمام دستگاه‌های مکانیکی و دیجیتالی به‌منظور ایجاد یک شبکه، به‌هم پیوسته‌اند و می‌توانند با یکدیگر و یا با کاربر ارتباط برقرار کنند و یک فضای تعاملی را ایجاد کنند.

سیستم‌های هوشمند را می‌توان یک نوع سیستم پشتیبان-گیری در معماری بیان کرد که با اطلاعاتی که از قبل برای آن‌ها تعریف شده و یا با بهره‌گیری از هوش ماشینی می‌توانند داده‌ها را دریافت و اقدامات لازم را انجام دهند[۲۶]. براین اساس، می‌توان از ویژگی‌های مهم سیستم‌های هوشمند، به ذخیره داده‌های قبلی اشاره کرد. این داده‌ها دسته‌بندی و طبقه‌بندی می‌شوند و در اقدامات بعدی مورداستفاده‌ی سیستم قرار می‌گیرند. بدین منظور که سیستم هوشمند به یک نوع "خودآگاهی فرمی-عملکردی" دست پیدا می‌کند و این یکی از ویژگی‌های مهم سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی است. این اطلاعات در اقدامات بعدی و مشابه به کمک سیستم آمده و باعث ارتقاء توانمندی آن می‌شود[۲۷]. اقداماتی که با کنش‌های محیطی و تأثیراتی که بر فضای معماری دارد آغاز و با توجه به پیش‌بینی‌های انجام‌شده که در غالب توابع حرکتی-کنترلی برای آن تعریف شده و باعث بروز واکنش‌های بعدی سیستم خواهد شد(تصویر۴).



شکل ۴. رابطه میان هوشمندسازی معماری و ویژگی های کالبدی/ کمی فضای معماری براساس ویژگی حرکت پذیری ساختاری. بر این اساس ساختارهای معماری را می‌توان به سه دسته: ۱.ساختارهای غیرفعال ۲.ساختارهای نیمه فعال ۳.ساختارهای فعال تقسیم‌بندی کرد. (مأخذ: نگارندگان)

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

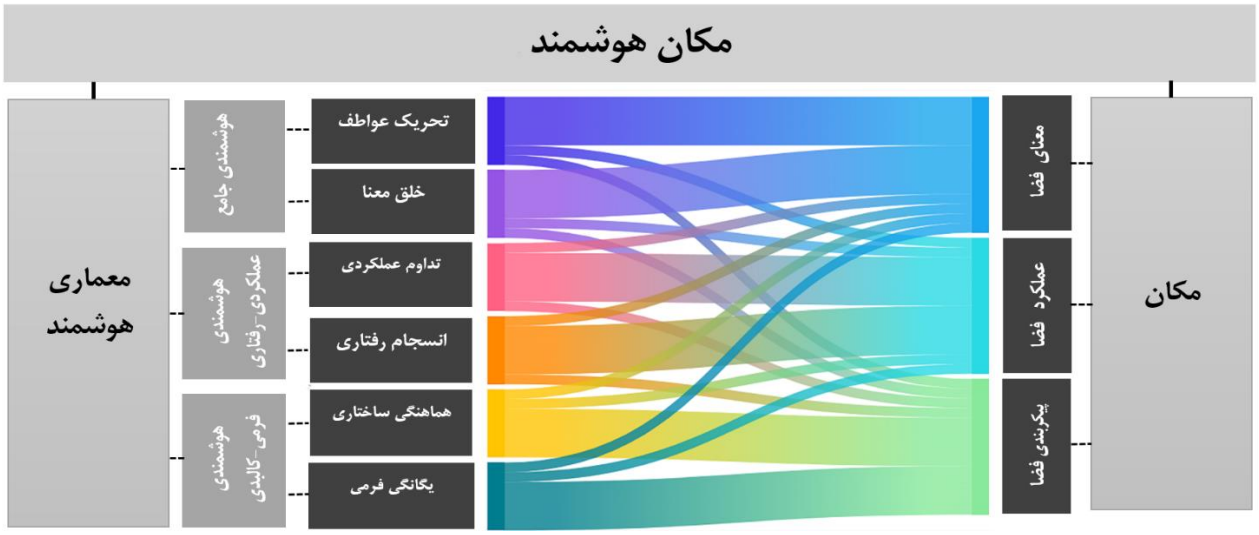
معماری هوشمند :معماری را می‌توان یک تعدیل‌کننده و برقرارکننده ارتباط بین انسان و محیط دانست. ازاین‌رو معماری یک مکالمه و ارتباط است که میان معمار و مخاطب برقرار می‌شود و رسانه‌ی آن معماری است[۲۸]. همچنین می‌توان معماری را یک واسط بیان کرد، و ازآنجایی‌که هر واسط از یک حداقل هوشمندی برخوردار است، معماری نیز یک هوشمند است، هوشمندی در حفظ، کنترل و یا خلق ارتباط جدید میان محیط و کاربر. معماری هوشمند، معماری اتصال است[۲۹]. می‌توان معماری هوشمند را توانایی یادگیری ساختاری و تعدیل‌کننده عملکرد محیط بیان کرد[۲۷]. معماری هوشمند برخلاف هوشمندسازی معماری یک کل جدایی‌ناپذیری است که در آن ویژگی‌هایی نه به‌صورت الحاقی بلکه به‌صورت ذاتی و درونی در سیستم‌های ساختاری آن نهادینه‌شده است. معماری هوشمند دارای هوشی در تمام سطوح و زمینه‌های خود است. بر اساس تعاریف هوشمندی، معماری هوشمند به‌طور جامع به‌عنوان ترکیبی از راهبردهای منفعل و فعال فن‌آوری و معماری است که با ایجاد ارتباطی پیوسته به سیستم‌های محیطی، پاسخی پیچیده و سازگار با زمان واقعی محرک داده و همچنین برقرارکننده‌ی یک هماهنگی مداوم میان کاربر و فضای معماری است[۳۰]. این معماری به‌عنوان مکانی که رفتار انسان را جهت می‌دهد باید پاسخگوی انواع نیازهای فردی و جمعی او باشد[۳۱]. بنابراین ما یک فضای هوشمند را به‌عنوان ساختاری تعریف می‌کنیم که قادر به کسب دانش و استفاده از آن در مورد یک محیط بوده و همچنین دارای توانایی سازگاری با ساکنان خود جهت بهبود تجربه‌ی فضایی است. تجربه‌ی فضایی ساکنان با درگیری حواس و احساسات آن‌ها به اوج خود خواهد رسید که فضا را کاراتر به نمایش درآورده و کیفیت فضایی را افزایش می‌دهد. درواقع کارکرد ساختارهای هوشمند در سطوح بالاتر، پاسخگویی به نیازهای روانی و تحریک احساسات فضایی کاربران است.

در سیستم‌های نوین، هوشمندی به‌صورت اعتباری و بیرونی در نظر گرفته‌شده است. تفاوت عمده و اصلی در بنیان‌های ذاتی و درونی است. در بحث هوشمندسازی به‌طور عمده ساختارهای فضایی ترکیبات هوشمندی هستند که با صرف انرژی به کمک فضا آمده و آن را کاراتر می‌کنند، این در حالی است که معماری هوشمند به‌گونه‌ای طراحی و ترکیب شده که گویی یک واحد معنادار و سیستمی یکپارچه است که دارای هوشی درونی و بنیادی است که هوش در بطن آن نهادینه شده است. برای خلق چنین سیستمی نیازمند درک عمیق‌تری از ویژگی‌های معماری هستیم. ویژگی‌هایی که تمام ابعاد معماری را شامل شده و دربر گیرد. خصوصیاتی که در ابتدا به‌صورت عینی ظاهر شده و با کنش‌های خود باعث خلق مفاهیم ذهنی می‌شوند. "پیکربندی فضا" و همچنین "نحو عملکردی" آن دو ویژگی فضای معماری هستند که به‌صورت پدیده‌هایی هدفمند ایجاد شده و بر انسان و رفتار او تأثیر مستقیم داشته و باعث "معنا بخشی" در فضای خلق‌شده می‌شوند. " پیکربندی فضا" به ترتیب و نظم ساختارهای شکل‌دهنده‌ی کالبدی فضاها و اجزای داخلی اشاره دارد. این مفهوم به طراحی و ترتیب اجزای مختلف فضایی ازجمله جداره‌ها، بازشوهای نورگذر و ساختارهای ارتباطی اشاره دارد و همچنین مفهوم " نحو عملکردی" فضای معماری به معنای ترکیب و ترتیب و چیدمان اجزای مختلف یک فضا یا محیط بر اساس کارکردها و وظایف مشخص آن‌ها است. این مفهوم در معماری و طراحی فضاها به ترتیب و ترکیب اجزای فضایی بر اساس نیازها، فعالیت‌ها و کاربردهای مختلف آن‌ها می‌پردازد. (شکل ۵)

پیکربندی فضای هوشمند: پیکربندی فضا تعیین‌کننده مرزهای فضایی و نحوه ارتباطات آن با مفاهیم درون و بیرون و همچنین برقرارکننده ارتباط میان انسان و محیط است. ساختارهای فضای معماری، مجموعه‌ای از روابط میان اشیاست[۳۲]. فرم و عناصر کالبدی فضا به‌عنوان میانجی، اتصال‌دهنده و عنصری واسط و هم‌چنین تعدیل‌کننده ارتباطات فضایی است. در نگاه کلاسیک به فضا، دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها همواره به‌عنوان عناصر محدودکننده و جداکننده‌ی فضا بوده‌اند، نه اتصال‌دهنده. هنگامی‌که دیواری ترسیم می‌شود، معمولاً از جداسازی استاتیکی فضایی فعالیت‌ها خبر می‌دهد. جداسازی استاتیکی فضایی فعالیت و رفتار به معنای تفکیک فضایی ثابت فعالیت‌ها یا وظایف مختلف در یک فضا است. این مفهوم در طراحی فضاها و ساختمان‌ها به معنای جدا کردن بخش‌های مختلف یک فضا بر اساس نوع فعالیت و وظیفه‌های آن‌ها است به‌طورکلی،

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

عناصر ساختاری به‌عنوان تفکیک و تقسیم‌کننده فضایی از حالت‌های اصلی تفکر طراحی کلاسیک محسوب می‌شوند. هنگامی‌که مفهوم میانجی یا اتصال بیان می‌شود، طیف گسترده‌ای از مصادیق آن در ذهن مجسم می‌شود. اتصالی در سطوح مختلف که از جزئی‌ترین عناصر شکل‌دهنده تا ارتباطی جامع میان انسان و محیط شکل می‌گیرد. (شکل ۶) اتصالی در سطوح مختلف که از جزئی‌ترین عناصر شکل‌دهنده تا ارتباطی جامع میان انسان و محیط شکل می‌گیرد.



شکل ۵. همگرایی مؤلفه‌های شکل‌دهنده‌ی "مکان" و "معماری هوشمند" در رسیدن به "مکان هوشمند". (مأخذ: نگارندگان)

شکل ۶. ارتباط دو و چندسویه میان مؤلفه‌ی "پیکربندی فضا" و مؤلفه‌های "هوشمندی فرمی-کالبدی". (مأخذ: نگارندگان)

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

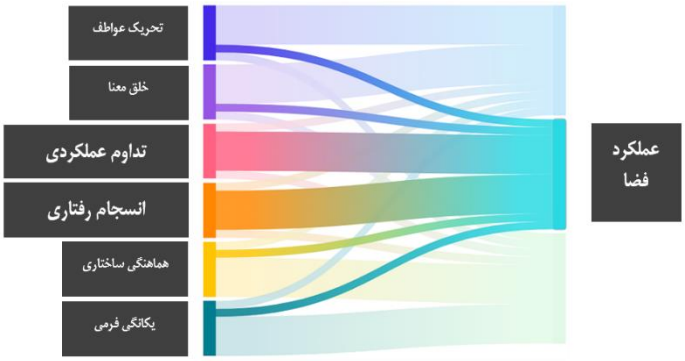
نحو عملکردی فضای هوشمند: نحو عملکردی فضای هوشمند، به ساماندهی فضاهایی اشاره دارد که با بهره‌گیری از ساختارهای هوشمند و با خلق ارتباطات و تعاملات به بهبود کارکرد و تجربه‌ی احساسی انسان کمک کرده و باعث ایجاد فضایی کاراتر خواهد شد. همچنین نحو عملکردی فضا را می‌توان به‌صورت کنش‌های دوسویه میان عملکرد فضا و رفتار انسانی دانست. ویژگی‌های مختلف قلمروهای فضایی، سطوح مختلفی از عملکردها را به وجود آورده و به‌تبع آن روابط میان فرم و عملکرد و همچنین بر نحوه‌ی چیدمان ساختارهای فرمی تأثیر گذاشته و نیز از آن متأثر شده است.

ساختارهای فرمی معماری با داشتن اشکال مختلف و روابط ساختاری خاص همچنین با دارا بودن ترکیب‌های تخصصی‌شده که برگرفته از نیازهای فضایی است، بر عملکرد فضا تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم داشته و باعث بروز کیفیت‌های فضایی خواهد شد. کیفیت واژه‌ای است که در ارتباط با انسان معنا پیدا خواهد کرد و همان کنش‌هایی است که در اثر بروز رفتار در فضا ایجاد شده است. محیط مجموعه‌ای از قرارگاه‌های رفتاری است که در درون یکدیگر قرار گرفته و باهم فصول مشترکی دارند. عناصر اصلی این قرارگاه‌های رفتاری، الگوی شاخص رفتار و محیط فیزیکی است[۳۳]. منظور از محیط فیزیکی، کالبد، فرم و ساختار فضا است که عملکرد را سازمان‌دهی می‌کند. اگرچه کنش‌های فضایی بر رفتار و عملکرد فضایی قطعی و منحصر نیست ولی به‌طورقطع شکل و فرم می‌تواند تأثیرات غیرقابل‌انکاری بر عملکرد آن داشته باشد و همچنین این دو مفهوم شاکله‌ی اصلی در شکل‌گیری معنا در فضا است. (شکل ۷)

معنابخشی فضای هوشمند: هر فضا با القای مفاهیم و ارزش‌های خود که نشأت گرفته از رفتارهای بروز یافته در آن است، موجب کنش‌های حسی و خلق کیفیت‌های ذهنی در انسان می‌شود. گرایش به کیفیت در طراحی و ساخت و یا در معنای کامل‌تر میل به شکوفایی، موضوعی است که امروزه بیشتر از هر زمان دیگر توجه همگان را به خود جلب کرده است[۲۸]. برای تعریف این کیفیت‌ها در بناها، باید ابتدا به این نکته‌ی مهم پی برد که هویت هر فضا از تکرار مستمر الگوهای خاصی از رویدادها که در آن مکان حاصل می‌شود، تشکیل یافته است[۲۸]. پس می‌توان مفهوم مکان را هویت‌مندی ذهنی فضا دانست و فضای هویت‌مند معانی خاصی را نیز منتقل خواهد کرد و همچنین می‌تواند با این دو ویژگی تأثیراتی بر ذهن انسان داشته و معانی مختلفی را خلق کند. ذهنی بودن مکان به معنای نفی اهمیت فرم و عملکرد نیست، درواقع مکان محل تلاقی فرم، عملکرد و معنا است[۳۴]. ادوارد رلف مکان را زمانی فراتر از فضا می‌داند که دارای مؤلفه‌ی اصلی معنا است، و معنا را مهم‌ترین جزء برای ایجاد مکان در میان سه مؤلفه‌ی فرم، عملکرد و معنا می‌داند[۳۵]. فضایی می‌تواند به مکان بدل شود که در آن حس به وجود آید. درواقع می‌توان حس را مقدم بر مکان دانست. حس مکان نه‌فقط باعث هماهنگی و کارکرد مناسب میان معماری و انسان است، بلکه عاملی جهت ایجاد احساس امنیت، لذت و ادراک عواطف انسانی است و به هویت‌مندی افراد و ایجاد حس تعلق به فضا خواهد شد[۳۶]. به عقیده‌ی نوربرگ شولتز مکان چیزی بیش از فضای انتزاعی است. کلیتی است که از اشیاء و چیزهای واقعی ساخته‌شده و دارای مصالح، شکل، بافت و رنگ است که مجموعه‌ی این ویژگی‌ها شخصیت مکان را تعریف می‌کند[۳۷]. با ایجاد هویت و معنا در فضا و مکان‌مند کردن آن، در اصل می‌توان بیان کرد که مکان دارای شخصیتی ویژه شده و باعث بروز رفتارهای خاص در انسان خواهد شد.

مکان هوشمند: اگر معماری را بستر هوش بدانیم، این بستر نیز از مؤلفه‌های عملکرد، فرم و معنا تشکیل شده است. نگاه به هوشمندی در پژوهش‌های مختلف به‌صورت تکه‌تکه و جدا از هم است، این در حالی است که معماری به ساختار هوشمند جامع نیاز دارد؛ ساختاری که دربرگیرنده‌ی هر سه مؤلفه‌ی هوشمندی عملکردی، هوشمندی فرمی و هوشمندی بنیادی و جامع است. "هوشمند" بر اساس مقاصد این پژوهش، پاسخ آگاهانه، با خصوصیات ویژه و سرعت عمل است. هوشمندی یک پاسخ شهودی یا ذاتی است و همچنین توانایی دستیابی به آگاهی، نشان دادن واکنش صحیح و داشتن سرعت در درک محیط است[۳۴]. این معماری به‌عنوان مکانی که رفتار انسان را جهت می‌بخشد باید پاسخگوی انواع نیازهای فردی و جمعی باشد[۳۷]. "مکان هوشمند" دربرگیرنده تمام ویژگی‌های ادغام‌شده هوشمندی و مکان است که به‌صورت یک کل منسجم بروز خواهد یافت

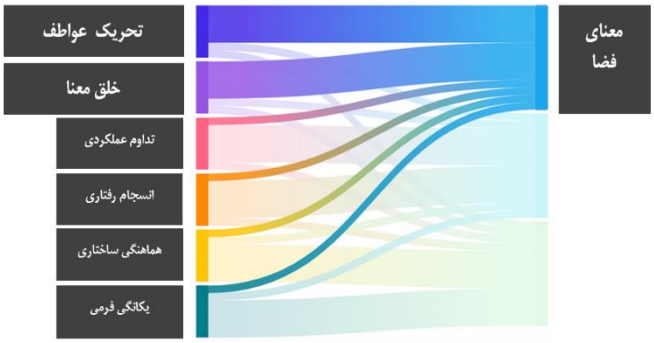
[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]



ایجاد ارتباط در سطح "عملکرد و رفتار"

مؤلفه‌ی "عملکرد فضا"در ارتباطی پیوسته با سایر مؤلفه‌های معماری هوشمند، پیوندی نزدیک‌تر با دو مؤلفه‌ی "تداوم عملکردی" و "انسجام رفتاری" که از زیر مجموعه‌های "هوشمندی عملکردی-رفتاری" هستند، به‌عنوان تأثیرگذارترین عوامل در برقراری ارتباط در سطح عملکردی فضا در آفرینش مفهوم "مکان هوشمند" بشمار می‌آیند.

شکل ۷. ارتباط دو و چندسویه میان مؤلفه‌ی "عملکرد فضا" و مؤلفه‌های "هوشمندی عملکردی-رفتاری". (مأخذ: نگارندگان)



ایجاد ارتباط در سطح "معنا و مفهوم"

مؤلفه‌ی "معنای فضا"در ارتباطی پیوسته با سایر مؤلفه‌های معماری هوشمند، پیوندی نزدیک‌تر با دو مؤلفه‌ی "تحریک عواطف" و "خلق معنا" که از زیر مجموعه‌های "هوشمندی جامع" هستند، به عنوان تأثیرگذارترین عوامل در برقراری ارتباط در سطح معنایی فضا در آفرینش مفهوم "مکان هوشمند" بشمار می‌آیند.

شکل ۸. ارتباط دو و چندسویه میان مؤلفه‌ی "معنای فضا" و مؤلفه‌های "هوشمندی جامع". (مأخذ: نگارندگان)

فرم هوشمند : ساختارهای فرمی هوشمند به‌عنوان مرزهای فیزیکی فضا، نخستین مؤلفه‌ی متأثر از تحولات محیطی است که بر اساس نیازهای فضایی تخصصی شده و "چندلایه‌های هوشمند" را ایجاد خواهند کرد. منظور از "چندلایه‌های هوشمند"، ساختارهای مادی هوشمندی است که جهت پاسخ به چندین محرک طراحی و ساخته می‌شوند. محیط فراگیر ما به همان شکلی که تصور می‌کنیم، یکدست نبوده، بلکه مجموعه‌ای موقت از کنش‌های است که باعث تأثیرگذاری بر فضای معماری خواهد شد[۳۸]. در بررسی ساختارهای فرمی فضا، پیش‌فرض این است که مرزهای فیزیکی با مرزهای فضایی هم‌پوشانی داشته و برهم منطبق‌اند و این دیدگاه منجر به تمرکز بر روی سیستم‌های یکپارچه و چندلایه برای سطوح خارجی و همچنین بسیاری از سطوح داخلی می‌شود. می‌توان درک چگونگی رفتار فیزیکی مرزها در فضا را مهم‌ترین شاخصه در شناخت و بهره‌گیری از آن در کاراتر سازی مرزهای فضایی در برقراری ارتباط و کنترل عوامل محیطی دانست. ساختارهای فرمی هوشمند می‌توانند فضای معماری را متحول ساخته و تأثیرات محیط پیرامونی را کنترل کرده و بر اساس هوشمندی تبادلات میان محیط و فضای معماری را کنترل کنند. این رابط‌های فضایی به‌عنوان یک راهبرد، برای برآورده کردن نیازهای بیشتر و پیچیده‌تر، همچنین رسیدن به اهداف جاه‌طلبانه از طریق ارتباط بهینه با محیط، ادغام با طبیعت و صرفه‌جویی در انرژی تبدیل شده‌اند[۳۹]. هوشمندی فرمی هم‌سویی با اهدافی در جهت هم‌گرایی ساختاری و سیستمی و همچنین ویژگی‌های وحدت دهنده فضای معماری است. نمونه‌های هوشمندی فرمی را می‌توان در طبیعت جاندار به‌وفور مشاهده کرد. اغلب موجودات برای هدفی مشخص، فرم خاصی پیداکرده‌اند. جنبه‌های ساختاری فرم ازجمله کنش-های استحکامی در ساختارهای طبیعی است که با تبادلات هندسی در عناصر اصلی صورت می‌پذیرد تا به‌عنوان واسط-های مهمی در چگونگی رابطه فرم و عملکرد قرار گیرند. می-توان چنین بیان کرد که اصل "هماهنگی" و "یگانگی" ماهیت اصلی در سیستم‌های کالبدی و فرمی است. این سطح از هماهنگی بین ساختار و فرم در جهت انطباق با اهداف پایداری

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

ایجاد می‌شود[۴۰]. "هماهنگی" و "یگانگی" فرمی فضا، فراتر از حوزه‌ی شکلی بوده و باعث ایجاد کنش‌های عملکردی-معنایی است و هوشمندی فرمی پدیده‌ای صوری و نمایانگر هوشمندی بنیادی است که در قالب اشکال مختلف عینیت یافته و در مواجهه با نیروهای مختلف به‌طور مداوم در حال تغییر بوده و از کنش‌های محیطی، رفتار انسان در فضا و همچنین عملکرد معماری متأثر می‌شود.

عملکرد هوشمند: کنشگری هوشمند نتیجه‌ی ساختار عملکردی هوشمند در فضا است. دو اصل "تداوم" و "انسجام" مهم‌ترین ماهیت‌های عملکردی سیستم‌های هوشمند هستند، که این دو ویژگی با ایجاد تعاملاتی هدفمند در جهت افزایش کارایی در آن‌ها لحاظ گردیده است. "تداوم عملکردی" سبب ارتباط همه‌جانبه و سلسله مراتبی شده و درنتیجه بروز پاسخ-های بعدی در سیستم‌های یکپارچه‌ی فضایی خواهد شد؛ همانند سلول‌های یک موجود زنده که در مواجهه با محرک-های محیطی اجزای خود را به صورتی سازمان‌یافته برای پاسخگویی به‌موقع و در زمان مشخص هماهنگ می‌کنند. از ویژگی‌های مهم سیستم‌های هوشمند ترکیباتی است که می-توانند عملکردهای مختلف را در قالب یک سیستم کلی ارائه دهند. در سیستم‌های هوشمند، رفتار تغییر شکل مجزا توسط عناصر مجاور آن‌ها محدود شده و باعث انتقال به واحدها و قسمت‌های دیگر مجموعه خواهد شد[۳۲]. به همین دلیل این ساختارها به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که در عین محدودیت‌های موجود بتوانند تغییرات مدنظر را به‌صورت پیوسته در ترکیب اجزاء خود انجام دهند. تغییرات در کل سیستم ترکیبی رخ داده و باعث تداوم عملکرد در سایر قسمت‌ها می‌شود. همچنین عملکردها بر اساس تغییرات در ساختار، به شکل جدیدی تعریف خواهند شد. بدین معنا که فضای هوشمند در عین داشتن ساختارهای عملکردی منسجم، در مواجهه با تأثیرات محیطی، عملکرد جدیدی در جهت حفظ پایداری فضا و شاکله‌ی خود خواهند داشت. ازاین‌رو می‌توان "تداوم" و "انسجام" را در عملکرد به همراه تنوع و انعطاف‌پذیری درهم‌آمیخته‌ی ساختارهای فضایی هوشمند مشاهده کرد.

هوشمندی جامع: معماری تجربه یک واقعیت مادی است و چون مادی است، برای ساخته‌شدن نیز نیازمند ماده است. بی‌شک تمام تجربه‌های احساسی و فضایی که از معماری ادراک می‌شود، بنیانی مادی دارند[۳۵]. ماده به‌عنوان اصیل-ترین بخش معماری و جایگاه هوش است و همچنین دارای ساختاری است که باید هوشمند باشد. اصطلاح ماده هوشمند نه‌تنها یک ماده واحد بلکه یک ساختار طراحی‌شده هوشمند است[۳۶]. سیستم‌های هوشمند با ترکیباتی از مواد نوین و عملگرهایی وابسته به مراکز کنترل و تصمیم‌گیری مرکزی و موضعی که در آن‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند همانند سلول‌های زنده برای هدفی خاص طراحی و ساخته می‌شوند. این ترکیبات را می‌توان با ویژگی‌های سفارشی‌شده برای پاسخ‌های مناسب به محرک‌های محیطی و فضای درونی طراحی و ایجاد نمود. سیستم‌های هوشمند ترکیباتی هستند که در پاسخ به یک یا چند محرک مستقیم و غیرمستقیم، تغییراتی در یک یا چند خصوصیت خود و درنهایت در ساختارهای فضای معماری برای هم‌سویی با محرک ایجاد می‌کنند. خواه این تغییرات جهت پاسخ به نیازهای محیطی باشد و یا نیازهای زیستی و عاطفی انسان در فضا. این تغییرات مستقیم و برگشت‌پذیر هستند و برای هدایت چنین تغییراتی به سیستم‌های کنترل‌کننده‌ی خارجی برای کاراتر شدن و ارتقاء توانایی‌های درونی آن نیازمند است[۳۹]. یک ماده‌ی هوشمند توانایی انجام یک عملکرد را دارد، درحالی‌که ترکیب این مواد سیستمی را ایجاد می‌کند که قادر به انجام توابع متعدد واکنشی و همچنین تأمین‌کننده‌ی نیازهای ویژه‌ی فضا نیز هستند سیستم‌های ترکیبی چندلایه دارای توانایی دستیابی به سطوح بالاتر عملکردی و پیچیدگی در کنترل رفتار انسان را دارند[۴۱]. در نگاه طبقه‌بندی مواد، سیستم-های هوشمند مادی را می‌توان به‌صورت ترکیباتی چندلایه دانست که با اهداف مختلف و ظاهری متفاوت طراحی شده و باعث ایجاد عملکردهای ویژه در ایجاد "مکان هوشمند" و منحصربه‌فرد می‌شوند.(شکل ۹)

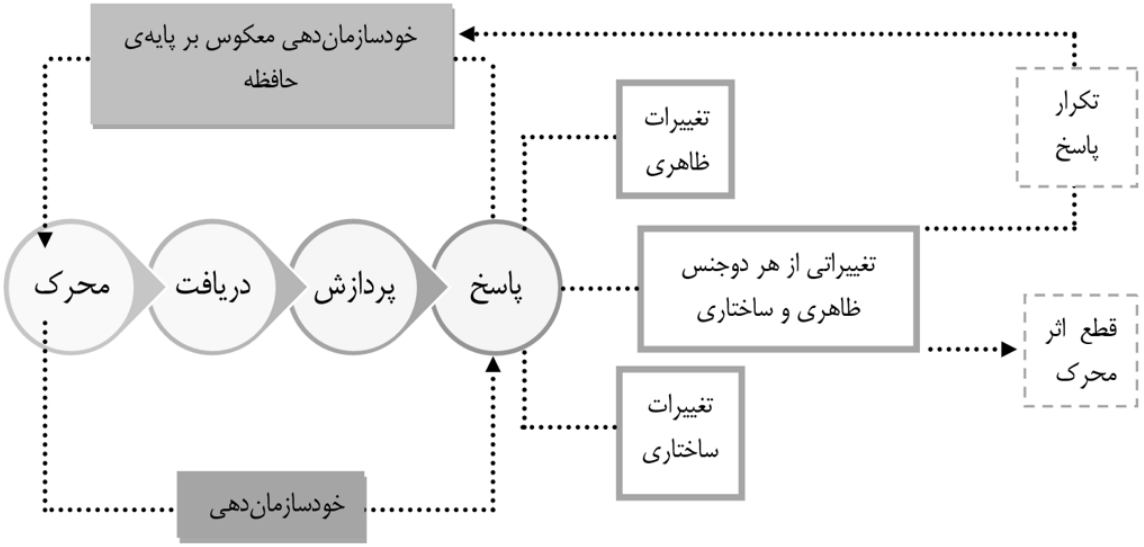
در اغلب موارد، مواد هوشمند به‌تنهایی توانایی پاسخگویی به بسیاری از نیازهای ساختارهای فضایی هوشمند را ندارند. بنابراین، ممکن است بسته به نوع ویژگی‌های تشکیل‌دهنده‌ی فضا، عملکردهای اصلی برای بروز و همچنین ارائه‌ی مجموعه-ی کاملی از پاسخ‌های چندوجهی و پیچیده نیازمند بهره‌گیری از انواع مختلف سیستم‌های هوشمند باشند. سیستم‌های

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

هوشمند بر اساس چگونگی پاسخ به محرک‌ها به سیستم‌های منفعل، فعال و ترکیبی طبقه‌بندی می‌شوند[۲۹]. "چندلایه-های هوشمند" یا سیستم‌های هوشمند ترکیبی زمانی مهم جلوه می‌کنند که نیازهای چندگانه‌ی فضایی و یا پیچیدگی-های عملکردی-مفهومی فضایی وجود دارند، و نیازمند پاسخگویی به‌تمامی این کنش‌ها و همچنین خودسازمان‌دهی در سطوح مختلف ساختاری و رفتاری در آن است.

"پیچیدگی" از ویژگی‌های مهم دنیای امروز است و فضاهای معماری نیز با این پیچیدگی‌ها ترکیب شده‌اند. برای درک چنین پیچیدگی‌هایی در جهت رسیدن به" مکان‌ها هوشمند"، نیازمند وجود "سیستم‌های چندلایه‌ای هوشمند" در ابعاد و سطوح مختلف ساختارهای فضایی مکان است. بنابراین می‌توان هوشمندی جامع را ترکیبات چندلایه‌ای هوشمند با ساختارهای پویا دانست که به‌عنوان مرزهای فضای معماری همواره در جهت کنترل تأثیرات محیطی عمل کرده، و در جهت برآورده کردن نیازهای جامع انسانی در فضای معماری تغییراتی در سطوح مختلف خود ایجاد کرده و با آن هم‌سو خواهند (شکل ۱۰).

شکل ۹. نقش «سیستم‌های هوشمند فرمی-مادی» در سازماندهی ساختارهای فضایی. (مأخذ: نگارندگان)



شکل ۱۰. خودسازمان‌دهی مبتنی بر حافظه‌ی «سیستم‌های هوشمند فرمی-مادی» و یا «چندلایه‌های هوشمند» در مواجهه با کنش‌های محیطی و پاسخ‌های آنی در جهت تعادل سیستم "مکان هوشمند". (مأخذ: نگارندگان)

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

بحث و نتیجه‌گیری

مفهوم "مکان هوشمند" به فضاهایی اشاره دارد که توانایی تعامل با انسان‌ها و ارائه‌ی خدمات هوشمند را دارد. این فضاها با بهره‌گیری از فن‌آوری‌هایی مانند اینترنت اشیاء، سنسورها، هوش مصنوعی و سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی الکترونیکی برای ارتقاء تجربه‌ی انسانی، از طریق ارائه‌ی خدمات و دسترسی به اطلاعات هوشمند، افزایش کارایی و کیفیت زندگی را فراهم می‌سازند. "مکان هوشمند" پدیده‌ای چندوجهی و پیچیده‌ای است که نقطه‌ی تلاقی میان مفهوم "مکان" و "هوشمندی" است. با شناخت ویژگی‌های شکل-دهنده به مفهوم "مکان" و پیوند و همگرایی با سطوح هوشمندی که شامل: "پیکربندی فضای هوشمند"، "نحو عملکردی فضای هوشمند" و "معنابخشی فضای هوشمند" است، و در پی ایجاد روابطی میان ساختارهای فضای معماری و کاربران و پاسخ‌دهی به نیازهای انسانی، "هوشمندی جامع" تحقق خواهد یافت. (جدول شماره ۲)

"یگانگی" و "هماهنگی"، بنیان‌های شکل‌دهنده‌ی "پیکربندی فضای هوشمند" هستند که با کنشگری تعاملی ساختارهای فضایی در جهت "دگرگونی اشکال فیزیکی" و در راستای پاسخگویی به شرایط محیطی که ازنظر بصری آشکار و قابل‌درک هستند، پدیدار می‌شوند. "یگانگی" و "هماهنگی" در سیستم‌های هوشمند به این معنا است که اجزای مختلف یک سیستم هوشمند با یکدیگر هماهنگ شده تا به یک هدف مشترک برسند. "یگانگی" توصیفی از توانایی اجزای مختلف سیستم در ایجاد یک واحد یکپارچه است، درحالی‌که "هماهنگی" به توانایی این اجزا برای همکاری و هماهنگی با یکدیگر برای دستیابی به اهداف مشترک اشاره دارد.

جدول۲. توضیحی بر نقش هوشمندی و مولفه‌های مکان در خلق "مکان هوشمند".(مأخذ: نگارندگان)

مکان / هوشمندی	ویژگی‌های کالبدی	ویژگی‌های عملکردی	ویژگی‌های مفهومی
هوشمندی فرمی	هوشمندی در پیکربندی فضا باعث خلق اشکال و ساختارهای هندسی و کالبدی متفاوت و بدیع در اجزای تشکیل‌دهنده فضا می‌شود.	هوشمندی فرمی موجب بروز عملکردهایی مبتنی بر تعامل از طریق واکنش‌های فعال نسبت به محرک‌های محیطی می‌شود.	مفاهیم با کنشگری ساختارهای فضایی تطبیق‌پذیر و پاسخده به‌گونه‌ای بدیع بروز خواهد کرد.
هوشمندی عملکردی	کنش‌های تعاملی هوشمند موجب دگرگونی اشکال فیزیکی و فرم‌های فضایی می‌شود.	اصلاح خدمات فضایی مبتنی بر نیازهای متغیر کاربران از طریق عملکرد هوشمند در ساختارهای شکل‌دهنده آن حاصل می‌شود.	پاسخ‌های تعاملی، پیوسته و در حال تکامل دو یا چند سویه در فضای هوشمند در پی هوشمندی عملکردی در فضا سبب خلق معنا و مفهومی خاص خواهد شد.
هوشمندی جامع	بنیادهای شکل‌دهنده‌ی فضا به‌عنوان ساختارهای فرمی-مادی با هوش ذاتی هستند که توانایی خلق کالبدی متفاوت با ویژگی‌هایی ازجمله حفاظت و کنترل فضای درونی را خواهند داشت.	کنش‌های عملکردی فضا در هوشمندی جامع موجب بروز جمعی رفتارها ازجمله رفتارهای حسی، فکری و کنترلی آن می‌شود.	مجموع کنش‌های تعاملی و رفتاری فضا موجب تحریک عواطف و احساسات انسانی شده و قابلیت پاسخگویی به این نیازهای روحی و روانی سبب خلق معنا و القای مفاهیم در مکان خواهد شد.

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

در معماری ساختارهای هوشمند، "یگانگی" به این معنا است که اجزا و ابزارهای مختلف سیستم با یکدیگر هماهنگ شده تا به یک تجربه‌ی یگانه و یکپارچه برای کاربران منتهی شوند. این هماهنگی می‌تواند از طریق استانداردهای مشترک، رویکردهای طراحی یکپارچه و ارتباطات مؤثر بین اجزا و واحدهای مختلف سیستم به دست آید. به‌طورکلی، "یگانگی" و "هماهنگی" در سیستم‌های هوشمند به ایجاد یک ساختار یکپارچه و هماهنگ بین اجزا و واحدهای مختلف سیستم برای ارائه‌ی یک تجربه یگانه و بهبود کارایی و کیفیت خدمات مرتبط با آن سیستم اشاره دارد.

همچنین "تداوم" و "انسجام" نیز به‌عنوان بن‌مایه‌های "نحو عملکردی فضای هوشمند" بوده که به‌صورت "اصلاح خدمات فضایی" از طریق انطباق‌پذیری و تعاملات دوطرفه، پیوسته و در حال تکامل، در جهت کنترل رفتاری انسان در فضای معماری بروز می‌یابند. "انسجام عملکردی" به معنای هماهنگی و یکپارچگی میان اجزاء و واحدهای ساختاری فضا است که از طریق همگرایی باعث یکپارچه شدن سیستم و ایجاد ارتباطات مؤثر میان انسان و فضا خواهد شد. همچنین "تداوم عملکرد" در "مکان هوشمند" به معنای پایداری و پیوستگی عملکرد به کمک سیستم‌های هوشمند است. این بدین معنا است که سیستم باید به‌طور پایدار و مداوم، بدون وقفه و باکیفیت عمل کند. برای رسیدن به مفهوم "تداوم" در مکان، نیازمند استفاده از شیوه‌های مدیریت منابع، رصد مستمر فضایی، آزمون و بازخورد گیری از عملکردهای فضایی، مدیریت مشکلات و خطرات احتمالی و اعمال شیوه‌های بهبوددهنده‌ی کیفیت‌های فضایی است.

معنابخشی مکان در ساختارهای هوشمند به معنای استفاده از فن‌آوری‌های هوشمند برای بهینه‌سازی و مدیریت هوشمندانه فضا و منابع است. "مکان هوشمند" با القای مفاهیم و ارزش‌های خود، که نشأت گرفته از رفتارهای بروز یافته در آن است، موجب ایجاد کیفیت‌های ذهنی و خلق معنا در انسان می‌شود. کیفیت‌هایی که براثر تکرار مستمر الگوهای خاصی از رویدادها که در آن مکان شکل یافته و باعث هویت-مندی ذهنی مکان شده و درنهایت باعث معنابخشی "مکان هوشمند" خواهند شد.

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تأییدیه‌های اخلاقی: کلیه‌ی اصول اخلاقی درزمینه‌ی چاپ و انتشار این مقاله رعایت شده است.

تعارض منافع: عدم وجود تعارض منافع در فرم تعهد نویسندگان ذکر شده است.

سهم نویسندگان در مقاله: نویسندگان پژوهش حاضر با ارزش سهمی یکسان و به‌صورت مشارکتی در تدوین و نگارش آن نقش داشته‌اند. نویسنده اول برابر ۵۰ ٪ شامل تهیه ساختار پژوهش، ایده یابی و تدوین متن؛ نویسنده دوم برابر با ۵۰ ٪ شامل انجام نوشتار اولیه، تهیه ویرایش‌ها و تولید نمودارها و شکل‌ها.

منابع مالی/ حمایت‌ها: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

References

[1].Lee JH, Ostwald MJ, Kim MJ. Characterizing Smart Environments as Interactive and Collective Platforms: A Review of the Key Behaviors of Responsive Architecture. Sensors (Basel). 2021;21(10):3417.(https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34069004) (https://doi.org/10.3390/s21103417).

[2].Meyboom A, Johnson G, Wojtowicz J. Architectronics: Towards a Responsive Environment. International Journal of Architectural Computing. 2011;9(1):77-98 (https://doi.org/10.1260/1478-0771.9.1.77).

[3].Loonen RCGM, Trčka M, Cóstola D, Hensen JLM. Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013;25:483-93 (https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.016).

[4].Barozzi M, Lienhard J, Zanelli A, Monticelli C. The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture. Procedia Engineering. 2016;155:275-84 (https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.029).

[5.]Park JW. Interactive Kinetic Media Facades: A Pedagogical Design System to Support an Integrated Virtual-Physical Prototyping Environment in the Design Process of Media Facades. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. 2018;12(2):237-44 (https://doi.org/10.3130/jaabe.12.237).

[6].Meagher M. Designing for change: The poetic potential of responsive architecture. Frontiers of Architectural Research. 2015;4(2):159-65 (https://doi.org/10.1016/j.foar.2015.03.002).

[7].Ricci A, Ponzio C, Fabbri K, Gaspari J, Naboni E. Development of a self-sufficient dynamic façade within the context of climate change. Architectural Science Review. 2020;64(1-2):87-97 (https://doi.org/10.1080/00038628.2020.1713042).

[8].Pesenti M, Masera G, Fiorito F, Sauchelli M. Kinetic Solar Skin: A Responsive Folding Technique. Energy Procedia. 2015;70:661-72 (https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.02.174).

[9].Premier A. Solar shading devices integrating smart materials: an overview of projects, prototypes and products for advanced façade design. Architectural Science Review. 2019;62(6):455-65 (https://doi.org/10.1080/00038628.2019.1653259).

[10].Al-Masrani SM, Al-Obaidi KM. Dynamic shading systems: A review of design parameters, platforms and evaluation strategies. Automation in Construction. 2019;102:195-216 (https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.014).

[11].Holstov A, Bridgens B, Farmer G. Hygromorphic materials for sustainable responsive architecture. Construction and Building Materials. 2015;98:570-82 (https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.136).

[12].Naboni R, Breseghello L, Kunic A. Multi-scale design and fabrication of the Trabeculae Pavilion. Additive Manufacturing. 2019;27:305-17 https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.03.005.

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

[13].Zhang V, Rosenwasser D, Sabin JE. PolyTile 2.0: Programmable microtextured ceramic architectural tiles embedded with environmentally responsive biofunctionality. International Journal of Architectural Computing. 2020;19(1):65-85 (https://doi.org/10.1177/1478077120932421).

[14].Reichert S, Menges A, Correa D. Meteorosensitive architecture: Biomimetic building skins based on materially embedded and hygroscopically enabled responsiveness. Computer-Aided Design. 2015;60:50-69 (https://doi.org/10.1016/j.cad.2014.02.010).

[15].Ramzy N, Fayed H. Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings. Sustainable Cities and Society. 2011;1(3):170-7 (https://doi.org/10.1016/j.scs.2011.07.004).

[16].Sher E, Chronis A, Glynn R. Adaptive behavior of structural systems in unpredictable changing environments by using self-learning algorithms: A case study. Simulation. 2014;90(8):991-1006 (https://doi.org/10.1177/0037549714543090).

[17].Phocas MC, Christoforou EG, Dimitriou P. Kinematics and control approach for deployable and reconfigurable rigid bar linkage structures. Engineering Structures. 2020;208:110310 (https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110310).

[18].Slaughter ES. Design strategies to increase building flexibility. Building Research & Information. 2001;29(3):208-17 (https://doi.org/10.1080/09613210010027693).

[19].John Habraken N. Design for flexibility. Building Research & Information. 2008;36(3):290-6 (https://doi.org/10.1080/09613210801995882).

[20].Saleh JH, Mark G, Jordan NC. Flexibility: a multi-disciplinary literature review and a research agenda for designing flexible engineering systems. Journal of Engineering Design.2009;20(3):307-23 (https://doi.org/10.1080/09544820701870813).

[21].De Toni A, Tonchia S. Manufacturing flexibility: A literature review. International Journal of Production Research. 1998;36(6):1587-617 (https://doi.org/10.1080/002075498193183).

[22].Mofidi F, Akbari H. Intelligent buildings: An overview. Energy and Buildings. 2020;223:110192 (https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110192).

[23].Sovacool BK, Furszyfer Del Rio DD. Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2020;120:109663 (https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109663).

[24].Madanipour A. Public and Private Spaces of the City: Routledge; 2003. (https://doi.org/10.4324/9780203402856).

[25].Pellegrino P, Jeanneret EP. Meaning of space and architecture of place. Semiotica. 2009;2009(175) (https://doi.org/10.1515/semi.2009.049).

[26].Alexander C. New concepts in complexity theory arising from studies in the field of architecture: an overview of the four books of the nature of order with emphasis on the scientific problems which are raised. Handbook on Cities and Complexity. 2021:210-32.

[27].Falahat MS, Shahidi S. The Role of Mass-Space Concept in Explaining the Architectural Place. The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar. 2015;12(35):27-38.

[28].mahdavinejad m. Dilemma of Prosperity and Technology in Contemporary Architecture ofDeveloping Countries. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2014;4(2):36-46.(http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-11331-fa.html).

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

[29].Samanian S. The sense of place in real and virtual spaces and its role in the meaning making and experience of artworks. Honar-Ha-Ye-Ziba: Honar-Ha-Ye-Tajassomi. 2021;26(2):71-9 (https://doi.org/https://doi.org/10.22059/JFAVA.2020.296455.666401).

[30].Castello L. Rethinking the Meaning of Place: Routledge; 2016. (https://doi.org/10.4324/9781315606163).

[31].Amini M, Mahdavinejad M, Bemanian M. Future of Interactive Architecture in Developing Countries: Challenges and Opportunities in Case of Tehran. Journal of Construction in Developing Countries. 2019;24(1):163-84 (https://doi.org/10.21315/jcdc2019.24.1.9).

[32].Addington M, Schodek D. Smart materials and technologies. Architecture and Urbanism. 2005;5(3):8-13.

[33].Zemella G, Faraguna A. Evolutionary Optimisation of Façade Design: Springer; 2014. (https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5652-9).

[34].Schleicher S, Lienhard J, Poppinga S, Speck T, Knippers J. A methodology for transferring principles of plant movements to elastic systems in architecture. Computer-Aided Design. 2015;60:105-17 (https://doi.org/10.1016/j.cad.2014.01.005).

[35].Mayer S, Verborgh R, Kovatsch M, Mattern F. Smart Configuration of Smart Environments. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. 2016;13(3):1247-55 (https://doi.org/10.1109/tase.2016.2533321).

[36].Mohamed ASY. Smart Materials Innovative Technologies in architecture; Towards Innovative design paradigm. Energy Procedia. 2017;115:139-54 (https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.014).

[37].Moslemi H, Gharabaghi M. A review on electrochemical behavior of pyrite in the froth flotation process. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2017;47:1-18 (https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.12.012).

[38].Sagdic K, Es I, Sitti M, Inci F. Smart materials: rational design in biosystems via artificial intelligence. Trends Biotechnol. 2022;40(8):987-1003.(https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35241311) (https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2022.01.005).

[39].Ashtari B, yeganeh m, Bemanian MR. Structural analysis of research-oriented sustainable architectural design methods and approaches. Journal of Environmental Science Studies. 2022;7(3):5172-87.(https://www.jess.ir/article_152197_8829ac93703cdec7a6bc6a11ac6c86db.pdf) (https://doi.org/10.22034/jess.2022.337484.1764).

[40].Abdullah YS, Al-Alwan HAS. Smart material systems and adaptiveness in architecture. Ain Shams Engineering Journal. 2019;10(3):623-38 (https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.02.002).

[41].Aniekan Akpan U, Adedayo A, Kenneth Ifeanyi I, Emmanuel Augustine E, Valentine Ikenna I, Zamathula Queen Sikhakhane N. Green Architecture and Energy Efficiency: A Review of Innovative Design and Construction Techniques. Engineering Science & Technology Journal. 2024;5(1):185-200 (https://doi.org/10.51594/estj.v5i1.743).

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]

[Downloaded from bsnt.modares.ac.ir on 2025-01-03]