Journal of Sustainable Energy Systems

Online ISSN: 2980-8693

Home Page: https://ses.ut.ac.ir

The University of Tehran Press

Investigating the factors affecting the design and development of smart facades in cities based on a historical period

Ali Zeynaly Azim[1*] | Solmaz Babazadeh Oskouei[2] | Roghayeh Mehmani[3] | Shahram Sattarifard[4] | Hadis Solookaneh[5]

1. Corresponding Author, Post-doctoral researcher in urban design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Rajaee Tarbiat University, Tehran, Iran. Email: al.zeynaly@gmail.com
2. Department of Architecture, Oskou Branch, Islamic Azad University, Oskou, Iran. Email: solmazbabazade@yahoo.com
3. Department of Architecture, Bostan Abad Branch, Islamic Azad University, Bostan Abad, Iran. Email: roghayeh.mehmani@gmail.com
4. Department of Architecture, Khalkhal Branch, Islamic Azad University, Khalkhal, Iran. Email: satarifard.sh@gmail.com
5. Department of Architecture, Khalkhal Branch, Islamic Azad University, Khalkhal, Iran. Email: sollokanehhadis@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:
Received 14 February 2023
Revised 16 March 2023
Accepted 14 April 2023
Published Online 27 December 2023

Keywords:
Design,
Smart facade,
Energy consumption,
Historical period.

ABSTRACT

The smart facade system is known as one of the main elements of the building envelope with optimal efficiency, which is able to respond to environmental stimuli and seeks to improve the comfort of residents and optimize energy consumption. While building design research has addressed the technical aspects and design of smart facades, very limited historical studies have been conducted on the evolution of such systems. Therefore, the current research examines the factors affecting the design and development of smart facades in cities to optimize energy consumption based on a historical period. This article examines and classifies the effective historical components in the evolution of the design and development of the smart facade system using the historical hierarchy method. The effective components in the form of socio-cultural, technical, political, environmental and economic categories are caused by revolutionary changes in art, technology and building construction from the 19th century onwards. The findings showed that the historical timeline presented in this article is considered as a useful resource for researchers and educators in research and educational activities. Based on this table, the current development pattern can be understood and possible future events (trends) can be predicted. The timeline shows that smart facades can be used in the future on an urban scale for all neighborhoods of cities, which helps to improve the comfort of residents and improve energy consumption in cities.

Cite this article: Zeynaly Azim, A.; Babazadeh Oskouei, S.; Mehmani, R.; Sattarifard, Sh. & Solookaneh, H. (2023). Investigating the factors affecting the design and development of smart facades in cities based on a historical period. *Journal of Sustainable Energy Systems*, 2 (2), 199-213. DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.371975.1050

© Ali Zeynaly Azim, Solmaz Babazadeh Oskouei, Roghayeh Mehmani, Shahram Sattarifard, Hadis Solookaneh. **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.371975.1050

Introduction

The best time to reduce energy consumption and of course reduce energy consumption costs in the building is during the initial design of the building. One of the important points that is essential to observe and consider in optimizing energy consumption in the building is reducing energy consumption during building operation. In this regard, although clear and accurate information on the amount of energy consumed in the country's buildings for each of the above purposes is not available, but studies conducted in other countries indicate that the amount of energy consumed per capita for hot water, lighting, Appliances and cooking are relatively constant and the amount of energy used for heating can have a lot to do with how cold the air is. This shows that apart from the fact that the design

of buildings in different regions must be different to respond to climate changes, it also shows the importance of urban planning rules and regulations in saving energy consumption. Optimizing the amount of energy consumption in the building for air heating and cooling is one of the basic issues of optimizing the energy consumption in the building, which is influenced by various factors such as the constituent materials and materials, the surface of the external shell of the building, the surface of the roof, the direction of the building, the properties of absorbing radiation, and active solar systems. And... they are influential in this field. Therefore, the use of architectural and urban design methods to save energy and energy consumption in buildings is an important principle and necessity both at the national level and at the international level. Therefore, at the time of design and before operation, some principles related to optimization should be observed at different stages.

Methodology

The current research is descriptive-analytical in nature and qualitatively theoretical based on content analysis. The current research seeks to present a historical study using the historical hierarchy method to identify and examine the components affecting smart facades in different time periods. A graphical timeline with historical hierarchy is also prepared to illustrate the components influencing the design and development of smart facades. The current developments in smart facades shown in this timeline can be used as a basis for predicting future developments.

Results and discussions

findings According to the findings of the research, the effective components in the form of socio-cultural, technical, political, environmental and economic categories are caused by revolutionary changes in art, technology and construction of buildings from the 19th century onwards. Also, the findings showed that the historical timeline presented in this article is considered as a useful resource for researchers and educators in research and educational activities. Based on this table, the current development pattern can be understood and possible future events (trends) can be predicted. The timeline shows that smart facades can be used in the future on an urban scale for all neighborhoods of cities, which helps to improve the comfort of residents and improve energy consumption in cities. The design and development of the smart facade system has occurred in multi-stage processes during the last seventy years. Historical-cultural evidence shows how the design and development of these facades were influenced by socio-cultural, technological, political/economic and environmental factors resulting from revolutionary changes in art, technology and building construction since the late 19th century. Because there was no historical-cultural comparative analysis of the smart view system, a graphic historical study was done about it. The components affecting the design and development of smart facades in relation to energy consumption optimization were identified and discussed. These components had a direct impact on the design concepts used in the design and development of these views. Also, the concept of connected smart facades in neighborhoods or smart cities, which can improve the quality of life and optimize energy consumption, was investigated and showed that in addition to optimizing and reducing costs and carbon emissions, there are also effects from a cultural point of view. and has accepted influences based on the culture of societies and has almost adapted itself to interactive architecture.

فصلنامهٔ سیستم‌های انرژی پایدار
سایت نشریه: https://ses.ut.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۸۶۹۳-۲۹۸۰
انتشارات دانشگاه تهران

بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی و توسعهٔ نماهای هوشمند در شهرها برای بهینه‌سازی مصرف انرژی بر مبنای یک دورهٔ تاریخی

علی زینالی عظیم[1*]| سولماز بابازاده اسکوئی[2]| رقیه مهمانی[3]| شهرام ستاری فرد[4]| حدیث سلوکانه[5]

۱. نویسندهٔ مسئول، پژوهشگر پسادکتری طراحی شهری، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. رایانامه: al.zeynaly@gmail.com
۲. گروه معماری، واحد اسکو، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسکو، ایران. رایانامه: solmazbabazade@yahoo.com
۳. گروه معماری، واحد بستان‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بستان‌آباد، ایران. رایانامه: roghayeh.mehmani@gmail.com
۴. گروه معماری، واحد خلخال، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خلخال، ایران. رایانامه:.satarifard.sh@gmail.com
۵. گروه معماری، واحد خلخال، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خلخال، ایران. رایانامه:.sollokanehhadis@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

کلیدواژه:
طراحی،
نمای هوشمند،
مصرف انرژی،
دورهٔ تاریخی.

چکیده

سیستم نمای هوشمند به عنوان یکی از عناصر اصلی پوشش ساختمان با کارایی بهینه شناخته می‌شود که قادر است به محرک‌های زیست‌محیطی پاسخ دهد و به دنبال بهبود آسایش ساکنان و بهینه‌سازی مصرف انرژی است. در حالی که تحقیقات مربوط به طراحی ساختمان به جنبه‌های فنی و طراحی نماهای هوشمند پرداخته است، مطالعات تاریخی بسیار محدودی در مورد تکامل چنین سیستم‌هایی انجام شده است. بنابراین تحقیق حاضر به بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی و توسعهٔ نماهای هوشمند در شهرها برای بهینه‌سازی مصرف انرژی برمبنای یک دورهٔ تاریخی می‌پردازد. این مقاله با روش سلسله‌مراتب تاریخی، مؤلفه‌های تاریخی مؤثر را در تکامل طراحی و توسعهٔ سیستم نماهای هوشمند، بررسی و طبقه‌بندی می‌کند. مؤلفه‌های مؤثر در قالب دسته‌های اجتماعی- فرهنگی، فنی، سیاسی، محیطی و اقتصادی، ناشی از تغییرات انقلابی در هنر، فناوری و ساخت‌وساز ساختمان‌ها از قرن نوزدهم میلادی به بعد هستند. یافته‌ها نشان داد جدول زمانی تاریخی ارائه‌شده در این مقاله به عنوان منبعی مفید برای محققان و مربیان در فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی در نظر گرفته شده است. بر اساس این جدول می‌توان الگوی توسعهٔ کنونی را فهمید و اتفاقات (روند) احتمالی آتی را پیش‌بینی کرد. جدول زمانی نشان می‌دهد نماهای هوشمند می‌توانند در آینده در مقیاس شهری برای همهٔ محلات شهرها نیز استفاده شوند که این به ارتقای آسایش ساکنان و بهبود مصرف انرژی در شهرها کمک شایانی می‌کند.

استناد: زینالی عظیم، علی؛ بابازاده اسکوئی، سولماز؛ مهمانی، رقیه؛ ستاری فرد، شهرام و سلوکانه، حدیث (۱۴۰۲). بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی و توسعهٔ نماهای هوشمند در شهرها برای بهینه‌سازی مصرف انرژی بر مبنای یک دورهٔ تاریخی. *فصلنامهٔ سیستم‌های انرژی پایدار*، ۲ (۲) ۱۹۹-۲۱۳ . DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.371975.1050

© علی زینالی عظیم، سولماز بابازاده اسکوئی، رقیه مهمانی، شهرام ستاری فرد، حدیث سلوکانه.
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.371975.1050

۱. مقدمه

عوامل متعددی که ناشی از تغییرات انقلابی در فرهنگ عموم، اقتصاد، فناوری و تأثیرات آن‌ها بر معماری‌اند، توانستند تا در دههٔ ۶۰ میلادی، ایدهٔ نماهای متحرک را شکل دهند. سیستم نما یکی از عناصر مهمی است که در مصرف انرژی و آسایش ساکنان ساختمان‌ها نقش دارد؛ چراکه حدود ۲۰ تا ۶۰ درصد مصرف انرژی سالانه یک ساختمان به طراحی و ساختار سیستم نمای آن مربوط است [۱]. یک نمای سنتی، به عنوان یک سیستم ایستا (ثابت)، قادر نیست طی زمان، عملکرد خود را نسبت به شرایط آب‌وهوایی تنظیم کند. نماهای ایستا شامل متغیرهای طراحی مانند نسبت پنجره به دیوار، نوع لعاب، شکل سایه و عایق با واکنش های محدود به شرایط مختلف آب‌وهوایی مختلف هستند [۲]. به منظور فائق آمدن بر محدودیت‌های این نماهای سنتی، انواع مختلفی از سیستم‌های نما با عملکرد قابل توجه ارائه شده‌اند [۳]. از آن‌رو که سیستم‌های نمای هوشمند از راهبردهای فعالی برای دست‌یابی به سطح بالاتری از پایداری استفاده می‌کنند، این سیستم‌ها طی دهه‌های اخیر توانسته‌اند توجه زیادی را در صنعت ساختمان و حوزهٔ نظری به خود جلب کنند [۴]. اما باید شرایط فرهنگی جوامع را هم در این راستا در نظر گرفت [۵]. مطالعات اخیر روی نماهای هوشمند موجود نشان می‌دهند که آن‌ها نقش بسیار مهمی را در کاهش حجم کربن و افزایش میزان ذخیرهٔ انرژی ایفا می‌کنند [۶]. تحت چنین سیستم‌هایی، حجم انتشار کربن تا ۲۰ درصد کاهش و میزان صرفه‌جویی در انرژی مصرفی تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد [۷ـ ۱۰]. در حالی که بیشتر این مطالعات بر جنبه‌های طراحی، هندسی، ساختاری، فنی، مصالح و انرژی نماهای هوشمند متمرکز شده‌اند، تعداد بسیار معدودی از مطالعات به جنبه‌های اجتماعی و تاریخی آن‌ها پرداخته‌اند [۱۱ و ۱۲]. بهترین زمان جهت کاهش مصرف انرژی و بالطبع کاهش هزینه‌های مصرف انرژی در ساختمان، در زمان طراحی اولیه ساختمان است. یکی از نکات مهمی که در بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان رعایت و در نظر گرفتن آن اساسی است کاهش مصرف انرژی در زمان بهره‌برداری از ساختمان است. در این خصوص اگرچه اطلاع روشن و دقیقی از میزان انرژی مصرفی در ساختمان‌های کشور برای هر یک از مصارف فوق در دسترس نیست، ولی مطالعاتی که در سایر کشورها انجام شده بیانگر این نکته است که مقدار انرژی مصرفی سرانه برای مصارف آب گرم، روشنایی، لوازم محرکه و پخت‌وپز نسبتاً ثابت و آن مقدار از انرژی، که برای گرمایش مصرف می‌شود می‌تواند به مقدار زیادی به سرمای هوا ارتباط داشته باشد. این موضوع نشان می‌دهد جدای از اینکه طرح ساختمان‌ها در مناطق مختلف برای جواب‌گویی به تغییرات اقلیمی باید با یکدیگر فرق داشته باشند، اهمیت ضوابط و مقررات شهرسازی در صرفه‌جویی مصرف انرژی را نشان می‌دهد. بهینه‌سازی میزان مصرف انرژی در ساختمان برای گرمایش و سرمایش هوا یکی از مسئله‌های اساسی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان است که عوامل مختلفی از جمله مواد و مصالح تشکیل‌دهنده، سطح پوسته خارجی ساختمان، سطح بام، جهت استقرار ساختمان، خصوصیات جذب تشعشع، سیستم‌های فعال خورشیدی و... در این زمینه تأثیرگذار هستند. لذا استفاده از روش‌های طراحی معماری و شهرسازی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و انرژی در ساختمان از هر دیدگاه و منظری که به آن نگاه کنیم یک اصل و ضرورت مهم و اساسی چه در سطح ملی و چه در مقیاس بین‌المللی است. از این‌رو هنگام طراحی و قبل از بهره‌برداری باید در مراحل مختلف برخی اصول مربوط به بهینه‌سازی را رعایت کرد. هدف این پژوهش، ارائهٔ یک مطالعهٔ تاریخی به روش سلسله‌مراتب تاریخی است تا مؤلفه‌های اولیه و مؤثر بر نماهای هوشمند برای بهینه‌سازی مصرف انرژی را در دوره‌های زمانی مختلف شناسایی و بررسی کند.

۱. ۱. تأثیر فناوری و هنر بر معماری قرن بیستم

واقعیت صنعتی شدن و شهرنشینی ابتدا توسط هنرمندان امپرسیونیست آشکار شد. هنر قرن بیستم تحت تأثیر امپرسیونیسم، قصد داشت جامعهٔ ماشینی و فن‌محور را جذب کند. پیشرفت‌های صورت‌گرفته در علم و فناوری، تعریف زیباشناختی متأثر از ماشین را تغییر داد، به طوری که زیبایی را در حرکات مکانیکی می‌دید. از این‌رو، جنبش‌های هنری فن‌محور متفاوتی مانند آینده‌گرایی، ساختارگرایی، باهاوس و جنبش‌گرایی در هنر و معماری پایه‌گذاری شدند [۱۳]. مجسمه‌های جنبشی مبتنی بر ماشین به عنوان منبع الهام معماران برای طراحی عناصر ساختمانی مانند نماها در نظر گرفته شدند. طی هفتاد سال گذشته، هنر کینیک در ترکیب با فناوری نما سبب ایجاد انواع مختلفی از نماهای فعال از جمله نماهای هوشمند شده است.

۱. ۲. مفهوم حرکت در هنر و معماری

مفهوم حرکت در هنر اولین‌بار در جنبش‌های هنری قرن نوزدهم پدید آمد، زمانی که نقاشان امپرسیونیست حرکات موجود در طبیعت را از جمله حرکات بدن انسان، در صحنه‌های واقع‌گرایانه زندگی به تصویر کشیدند [۱۴]. منشأ الگوی در حال تحولِ حرکات در هنرهای تجسمی را می‌توان در دههٔ ۱۸۶۰ میلادی دانست؛ زمانی که امپرسیونیست‌ها به دنبال رهایی از محدودیت‌های بوم دوبعدی بودند [۱۵]. طی پیشرفت‌های انقلابی در فناوری و رونق صنعتی مرتبط، مفهوم هنری حرکت در جریان مدرنیسم، تکامل بیشتری یافت. در این دوره، مفهوم حرکت تحت‌تأثیر زندگی صنعتی در شهرهای مدرن در اوایل قرن بیستم قرار گرفت. همان‌طور که طی انقلاب صنعتی، حرکت به بخشی جدایی‌ناپذیر از ماشین‌ها تبدیل شد، هنر تحت تأثیر این فناوری قرار گرفت.

تحت تأثیر پویایی ماشین و کوبیسم و با الهام از آثار هنری عکس‌ها که حرکات مداوم حیوانات و پیکرها را در دههٔ ۱۸۷۰ ثبت می‌کردند، آینده‌نگری ایتالیایی در سال ۱۹۰۹ میلادی پایه‌گذاری شد. آینده‌نگری، به عنوان یک جنبش اجتماعی و هنری در هنر و معماری، ابتدا ماشین‌ها را با ویژگی‌های خاص آن‌ها مانند حرکت، سرعت، زمان و فناوری‌های مرتبط در آثار هنری از سال ۱۹۱۰ تا ۱۹۳۰ به تصویر کشید [۱۶]. پیشگامان جنبش آینده‌نگری، ارزش این دورهٔ ماشینی (مکانیزه) و زیبایی‌های خاص آن از جمله زیبایی سرعت و حرکات حاصل از تمدن صنعتی را تحسین می‌کردند. طی این دوره، از آنجا که ماشین به عنوان ابزاری بدون نقص با ویژگی‌هایی خاص در نظر گرفته می‌شد، معماری نیز به عنوان یک ماشین تلقی و طراحی می‌شد. چنین تفکراتی موجب شکل‌گیری ایده‌هایی از جمله «خانه- ماشین» و «شهر- ماشین» شد که به دنبال ارتقای بهره‌وری ساختمان‌ها و آسایش ساکنان آن [۱۵].

جنبش ساختارگرایی متأثر از فلسفهٔ اجتماع‌گرایی (سوسیالیسم) به عنوان یکی از زیرشاخه‌های آینده‌نگری روسی ایجاد شد تا به کمونیسم در حوزهٔ هنر و معماری خدمت کند. یک هنرمند ساخت‌گرا (یاکوف چرنیخوف[1]) در سال ۱۹۹۳ میلادی، اولین دیدگاه‌های معماری متحرک و اجزای جنبشی آن‌ها را در زمینهٔ دوبعدی آغاز کرد [۱۶]. پس از آن، مفهوم حرکت با آثار هنری سه‌بعدی ادغام شد که به آن‌ها مجسمه‌های کینتیک (جنبشی) گفته می‌شود. مجسمهٔ «موج ایستاده[2]» که توسط گابو نائوم[3] در سال ۱۹۲۰ طراحی شد، اولین شیء سه‌بعدی بود که دینامیک را در طراحی مجسمه‌سازی به کار برده بود. جنبش کینتیک از هنر دادا نشئت گرفته بود و تحت‌تأثیر فلسفهٔ ساخت‌گرایی روسی در دههٔ ۱۹۲۰ میلادی قرار داشت؛ که در سال ۱۹۵۵ هنگام برگزاری نمایشگاه گروه «جنبشی لو[4]» در گالری دنیس رنه[5] در پاریس به عنوان یک روند هنری بین‌المللی ترویج پیدا کرد [۱۷].

دادائیسم توسط هنرمندان و روشنفکران پناهنده علیه یک جنگ بی‌معنا، جنگ جهانی اول، در دههٔ ۱۹۱۰ آغاز شد. این هنرمندان، پوچی و نامعقولی را به عنوان سلاحی علیه نخبگان مشارکت‌کننده در جنگ به کار بردند [۱۶]. بر اساس فلسفهٔ دادائیسم، هنرمندان به تغییر فرم‌ها، تغییر اشیا به منظور طراحی کارهای هنری و خلق پرسپکتیو با استفاده از حرکات معتقد بودند [۱۷].

جنبش کینتیک به منظور حفظ و ترویج وابستگی سیاسی خود به کمونیسم، زیبایی‌شناسی جوامع سرمایه‌داری مدرن را رد کرد. در این جنبش، زیبایی هنر در حرکات مکانیکی که در مجسمه‌ها به چشم می‌خورد، بازتعریف شد. از آنجا که این جنبش آغازگر پیاده‌سازی (اجرای) زمان و سرعت در فضای معماری سه‌بعدی بود، به عنوان چهاربعدی در نظر گرفته شد [۱۸].

حرکات نمایش‌داده‌شده در مجسمه‌ها بر پایهٔ مکانیزمی بود که توسط محرک‌های مکانیکی، الکترومکانیکی، شیمیایی یا محرک‌های منابع طبیعی مانند آب، باد یا گرانش هدایت می‌شد. از سوی دیگر، تحت تأثیر مکتب باهاوس، هنر کینتیک به عنوان پل ارتباطی هنر با فناوری، علم و مهندسی در نظر گرفته شد. بر اساس اهداف آموزشی باهاوس، طی دههٔ ۲۰ میلادی، دانش علوم پایه مرتبط با هنر کینتیک از جمله مکانیک، فیزیک، ریاضیات و شیمی میان هنرمندان جوان ترویج پیدا کرد. در نتیجه، هنر کینتیک به یک زمینهٔ مطالعاتی چندرشته‌ای تبدیل شد [۱۹].

1. Yakov Chernikhov
2. Standing Wave
3. Gabo Naum
4. Le Mouvement
5. Galerie Denise René

مجسمه‌های کینتیک (جنبشی) که شامل عناصر قابل انتقال بودند، به‌تدریج تحول پیدا کردند و به مجسمه‌هایی با تعدادی از عناصر کینتیک تبدیل شدند. اجزای کینتیک (جنبشی) مدولار توسط معماران به عنوان مفهوم طراحی برای استفاده در نمای ساختمان استفاده شد [۱۶].

۱. ۳. مفهوم اجتماعیـ فرهنگی در معماری‌های هوشمند

به منظور حل معضل یکنواختی که در معماری مدرن وجود داشت، معماران پست‌مدرن طی دههٔ ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ میلادی، به دنبال بهره‌گیری از الگوهای تاریخی و فرهنگی در طراحی نمای ساختمان‌ها بودند. در حالی که شعارهای معماران مدرن مانند «تزئین جنایت است» و «خانه ماشینی است برای زندگی» سبب سلطهٔ فرهنگ فناورانه بر طراحی معماری شده بود، معماران پست‌مدرن فناوری را در صورتی پذیرفته بودند که با ارزش‌های اجتماعیـ فرهنگی و هویت‌های محلی یا منطقه‌ای پیوند داشته [۲۰]. وجود نقوش تاریخی در تزئینات ساختمان‌ها نشانی از فرهنگ‌های ملی بود. در معماری پست‌مدرن، فناوری‌های پیشرفته با ارزش‌های اجتماعیـ فرهنگی ادغام شدند و در عین حال با اصول زیست‌محیطی در طراحی سیستم‌های نمای هوشمند مطابقت داشتند. از این‌رو، سیستم‌های نمای هوشمند هم‌زمان به خواسته‌های زیبایی‌شناختی، ارزش‌های اجتماعیـ فرهنگی و عملکردهای فنی پاسخ می‌داد. وجود نقوش تاریخی و ارزش‌های اجتماعیـ فرهنگی در طرح نما را می‌تواند نتیجهٔ ترکیب (ادغام) فناوری و فرهنگ دانست [۱۴]. در فرهنگ خاورمیانه، طراحی الگوهای هندسی یکی از برجسته‌ترین هنرهای بصری است که به طور گسترده برای اهداف تزئینی در معماری منطقه‌ای استفاده می‌شود. به تصویر کشیدن فرم‌های انسانی و استفاده از آن‌ها در معماری بر اساس باورهای مذهبی این منطقه ممنوع است؛ از این‌رو هنر تزئینات اسلامی به طور عمده در قالب الگوهای هندسی رشد پیدا کرده است. در نتیجه، در این منطقه الگوهای هندسی قابل توجه، ظریف و پیچیده‌ای طراحی شده‌اند. در سال ۱۹۸۹ میلادی، این الگوهای هندسی در طراح نمای هوشمند ساختمان مؤسسهٔ عرب در پاریس، که نشان‌دهندهٔ فرهنگ خاورمیانه در جهان غرب بود، به کار گرفته شد. این نما با الگویی هندسی و به شکل شناشیل (معماری سنتی خاورمیانه) ساخته شد و مجهز به فناوری حسگر بود که نور طبیعی را کنترل می‌کرد. همچنین در سال ۲۰۱۲ میلادی، رویکرد مشابهی در طراحی نمای هوشمند برج‌های دوقلوی البحر اتخاذ شد؛ این نما بر اساس الگوهای هندسی پنج‌تایی طراحی و اجرا شد [۲۰].

۱. ۴. مفهوم پایداری در معماری‌های هوشمند

به دنبال پیشرفت‌های فناوری، جنبش زیست‌محیطی و بحران انرژی در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی در کنار نگرانی‌ها از میزان دسترسی به منابع طبیعی سبب شد تا هزینهٔ انرژی سوخت فسیلی افزایش یابد و آگاهی عمومی دربارهٔ مسائل مهم زیست‌محیطی مانند توازن بوم‌شناختی، فرهنگ سبز و برنامه‌ریزی راهبردی پایدار ارتقا پیدا کند [۱۱]. جنبش زیست‌محیطی منجر به تصویب لایحهٔ هوای پاک[1] در سال ۱۹۶۳ و لایحه‌های کنترل کیفیت آب[2] و کنترل آلودگی هوای وسایل نقلیهٔ موتوری[3] در سال ۱۹۶۵ شد. همچنین، تحریم صادرات نفت اوپک تحت تأثیر درگیری‌های مداوم در خاورمیانه باعث ایجاد بحران‌های انرژی در دههٔ ۱۹۷۰ و اوایل دههٔ ۱۹۸۰ میلادی شد. در سال ۱۹۸۹ میلادی، جنبش زیست‌محیطی، بحران انرژی و پیامدهای بعدی آن‌ها سبب شد تا مؤسسهٔ معماران آمریکا[4] (AIA) کمیته‌ای در زمینهٔ انرژی و محیط زیست تشکیل دهد تا بر رویکردهای فناورانهٔ غیرفعال و فعال را در طراحی اجزای ساختمان مانند پوشش‌های ساختمانیِ پاسخ‌گو متمرکز شود و آن‌ها را ارتقا دهد. در دههٔ ۱۹۹۰ میلادی، روش ارزیابی زیست‌محیطی مؤسسهٔ تحقیقات ساختمان[5]، به عنوان اولین روش برای ارزیابی، رتبه‌بندی و تأیید پایداری ساختمان‌ها، توسط مؤسسهٔ تحقیقات ساختمان انگلستان پایه‌گذاری شد [۲۱]. در سال ۱۹۹۸ میلادی، شورای ساختمان سبز ایالات متحدهٔ آمریکا[6]، یک گواهینامهٔ امتیاز را تحت عنوان «مصرف بهینهٔ انرژی و طراحی زیست‌محیطی» (LEED) برای طراحی، ساخت‌وساز و بهره‌بردار از

1. Clean Air Act
2. Water Quality Act
3. Motor Vehicle Air Pollution Control Act
4. American Institute of Architects
5. BREEAM
6. USGBC

ساختمان سبز با کارایی بالا ایجاد کرد. گواهینامهٔ لید استانداردهایی را برای طراحی و ساخت پوشش‌های ساختمانی با کارایی بالا از جمله سیستم‌های نمای هوشمند به منظور رسیدگی به کیفیت محیط داخلی تعیین می‌کند [۲۲]. به گفتهٔ آژانش بین‌المللی انرژی، توسعه، به‌کارگیری و اجرای عناصر ساختمانی هوشمند مانند نما، گامی ضروری برای ارتقای هرچه بیشتر بهره‌وری انرژی در محیط مصنوع است. برج‌های دوقلوی البحر یکی از ساختمان‌هایی است که به دلیل کاهش مصرف انرژی از نظر بارهای روشنایی و سرمایشی تا ۵۰ درصد، توانسته گواهینامهٔ نقره‌ای لید را دریافت کند [۲۳].

۱. ۵. سایبرنتیک[1] در معماری‌های هوشمند

در نتیجهٔ جنگ جهانی دوم (طی سال‌های ۱۹۳۹ـ ۱۹۴۵) بسیاری از انسان‌ها آسیب دیدند یا کشته شدند؛ در عین حال نوآوری‌های فنی و علمی زیادی نیز رخ داد. پس از این جنگ جهانی، پیشرفت‌های فناوری الکترونیک به استفاده از موجودیت‌های پویا در هنر و معماری منجر شد که هستهٔ اصلی آن‌ها اختراع رایانه در سال ۱۹۴۶ بود. مفاهیم و نظریه‌های اولیه مرتبط با رایانه مانند پردازش اطلاعات، نظریهٔ اطلاعات سایبرنتیک و علوم رایانه (علوم کامپیوتر) ابزارهایی را برای ایجاد حرکات قابل کنترل از طریق معماری فراهم کرد [۱۶].

۱. ۶. معماری هوشمند

واژهٔ معماری هوشمند برای اولین‌بار در اواخر دههٔ ۱۹۶۰ میلادی توسط نیکولاس نگروپونته معرفی شد. مفهوم (کانسپت) معماری هوشمند بر اساس نظریهٔ تعامل، نظریهٔ گفت‌وگو و نظریهٔ شرطی تطبیقی بنا شد؛ و ساختمان را یک سیستم خودتنظیمی می‌داند که به واسطهٔ بازخوردی که از ساکنان و محیط پیرامونش می‌گیرد عمل می‌کند. در معماری هوشمند، از موجودیت‌های پویا در اجزای مختلف ساختمان مانند پوشش ساختمانی که زمینهٔ تعامل قابل توجهی میان انسان‌ها و محیط است، استفاده می‌شود [۲۴].

گروه معماری آرکی‌گرام اولین گروه معماری بود که در طرح‌های فرضی خود از مفاهیم سایبرنتیک مانند، نامعینی، بازخورد اطلاعاتی، خودتنظیمی و انطباق استفاده کرد. آرکی‌گرام در سال ۱۹۶۰ در لندن به عنوان یک گروه نئوفوتوریسم (آینده‌گرا)، ضد قهرمان و طرفدار مصرف‌گرایی شکل گرفت. آرکی‌گرام، پروژهٔ «شهر متحرک[2]» اثر ران هرون را در سال ۱۹۶۴ منتشر کرد [۲۵]. ایدهٔ «شهر متحرک»، شهر را به عنوان یک ساختار عظیم، قابل انتقال و متحرک تصور می‌کرد که با هوشمندی خاص خود می‌توانست با دیگر شهرهای متحرک ارتباط برقرار کند و «کلان‌شهرهای متحرک» را پدید آورد. در سال ۱۹۶۹ میلادی، رینر بانهام[3]، مکانیسم‌های بازخورد سایبرنتیک را در چندین پروژه طراحی مفهومی اجرا کرد تا ساختمان‌ها را به طور پویا با تغییرات محیطی درگیر کند. پروژه‌های هوشمند بانهام مانند «بستهٔ استاندارد زندگی قابل حمل»، «حباب محیطی»، «آناتومی مسکن» در کتابی با عنوان «خانه یک خانه نیست» منتشر شد [۲۶]. یکی دیگر از نمونه‌های معماری هوشمند، پروژهٔ «قصر شادی[4]» اثر معماری به نامِ «سدریک پرایس[5]» بود که در اوایل دههٔ ۱۹۶۰ میلادی با استفاده از زمینه‌های نوظهور فناوری اطلاعات و سایبرنتیک به عنوان تغییرات اجتماعی‌ـ سیاسی پس از جنگ جهانی دوم که خوش‌بینی و اشتیاق عمومی را ترویج می‌داد، طراحی شد. با استفاده از حسگرها، محرک‌ها، مبدل‌ها و کنترل‌کننده‌ها، سیستم سایبرنتیک در «قصر شادی» قادر بود تا اطلاعات مربوط به ترجیحات و فعالیت‌های افراد را جمع‌آوری و تحلیل کند. داده‌های جمع‌آوری‌شده مشخص می‌کردند که این معماری چگونه باید تغییر کند. «قصر شادی» قادر به یادگیری الگوهای رفتاری برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های آینده بود [۱۳]. پس از جنگ جهانی، در سال ۱۹۶۹ میلادی فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات برای طراحی یک شهر بزرگ با ساختار شناور به نام «شهرسازی الکترونیکی[6]» مورد استفاده قرار گرفت. فناوری‌های ارتباطی تعبیه‌شده در این شهر شناور، امکان ارتباطات بسیار

1. Cybernetics
2. Walking City
3. Reyner Banham
4. Fun Palace
5. Cedric Price
6. Electronic Urbanism

گسترده‌ای را از جمله دورکاری، مدیریت از راه دور، پزشکی از راه دور و آموزش از راه دور را بین افراد و گروه‌های اجتماعی فراهم می‌کرد [۱۴].

۱. ۷. اجرا (پیاده‌سازی) فناوری‌های پیشرفته در نماهای هوشمند

اجرای تحرک در نماهای هوشمند در ترکیب با فناوری‌های موجود، نشان‌دهندهٔ تأثیر عمیق فناوری و توسعهٔ آن است. فناوری سیستم‌های حسگر، محرک و کنترل‌کننده، اولین‌بار در ماهنامهٔ *پاپ‌ساینس*[1] منتشر شد که کاربرد آن را در کنترل از راه دور درب‌های گاراژ در سال ۱۹۳۱ میلادی را نشان می‌داد. مکانیزم‌های کنترل ساختمان از جمله نماهای هوشمند به سبب وجود عناصر الکترونیکی و سیستم‌های کنترلی در دههٔ ۶۰ میلادی پیشرفت کرد. نمای دستی کافمن اساس توسعهٔ مکانیزم موتوری برای پرده‌ها بود که در سال ۱۹۶۲ در سالن رکوردهای شهرستان لس‌آنجلس مورد استفاده قرار گرفت. این مکانیزم نما مجهز به تکنیک کنترل کلید برای تنظیم محرک‌های محوری بر اساس یک الگوریتم ازپیش‌تعیین‌شده بود. علاوه بر این، پیشرفت در مهندسی کامپیوتر، فرصت تازه‌ای را برای کنترل مرکزی در سیستم‌های نما به وجود آورد [۲۴]. پیشرفت مهندسی کامپیوتر سبب شد تا دسترسی به سیستم‌های دیجیتال متعددی از جمله کامپیوترهای مین‌فریم (بزرگ)، ریزپردازنده‌های اولیه، ریزرایانه‌های رومیزی، کامپیوتر خانگی و لپ‌تاپ شخصی از دههٔ ۱۹۶۰ تا اوایل دههٔ ۱۹۸۰ میلادی فراهم شود [۲۸]. در سال ۱۹۶۷ میلادی، باکمینستر فولر[2]، یک نمای هوشمند آینده‌نگر را برای غرفهٔ نمایشگاه اکسپو مونترال در ایالت متحده طراحی کرد. فناوری استفاده‌شده در این نمای هوشمند یک سیستم سایه‌انداز خودتنظیم با کابل‌های ساختاری بود که بر اساس مکانیزم پرده فنردار قرقره‌ایی کار می‌کرد [۲۸].

از سال ۱۹۸۹ میلادی، سیستم‌های نمای هوشمند مختلف طراحی شده‌اند. این سیستم‌ها در هندسه، مکانیزم، فناوری حسگر مانند نور، دما، حسگرهای لمسی و فناوری فعال‌سازی مانند محرک‌های مبتنی بر موتور، پنوماتیک (هوایی) و هیدرولیک متفاوت هستند. در طراحی‌ها ابتدایی‌ترِ این سیستم‌ها، برای کنترل از کلید استفاده می‌شد که این کلیدها در طراحی‌های جدیدتر با سیستم کامپیوتری مرکزی جایگزین شده‌اند. سیستم کنترل مرکزی، همچنان قابل اعتمادترین فناوری اجراشده در طراحی سیستم‌های نمای هوشمند است [۲۹]. سیستم کنترل مرکری در طراحی نمای هوشمند برخی از بناهای معروف از جمله ساختمان کاونسیل هاوس[3] (۲۰۰۶ میلادی)، نمایشگاه کیفر تکنیک[4] (۲۰۰۷ میلادی)، برج‌های دوقلوی البحر (۲۰۱۲ میلادی) و پاویون یک اقیانوس (۲۰۱۲ میلادی) به کار رفته است. در سال ۲۰۰۷ میلادی، تکنیک‌های بهینه‌سازی به منظور ارتقای آسایش استفاده‌کنندگان در نمایشگاه کیفر تکنیک، اجرا شد. ایدهٔ سیستم کنترل توزیع‌شده نیز در نماهای هوشمند برای کنترل صفحات متصل به هم توسط میکروکنترلرها اجرا شد. در سال‌های اخیر، پیاده‌سازی (اجرا) و استفاده از سیستم‌های کنترلی تحت تأثیر معرفی فناوری اطلاعات قرار گرفته است [۳۰].

گروه‌ها، آزمایشگاه‌ها و مؤسسه‌های مختلفی برای پیشبرد طراحی و ساخت نماهای هوشمند تأسیس شده‌اند که شامل گروه تکنولوژی معماری ام‌آی‌تی که در سال ۱۹۸۶ میلادی تأسیس شد؛ آزمایشگاه رسانه ام‌آی‌تی (۱۹۹۰ میلادی)، مؤسسهٔ ساختمان هوشمند (۱۹۸۶ میلادی)، شرکت هابرمن (۱۹۹۰ میلادی)، ساختمان‌های تطبیقی ام‌آی‌تی (۲۰۰۸ میلادی) است. انجمن هابرمن و همکارانش پروژه‌های متعددی را پیش برده‌اند. در این پروژه‌ها، سیستم‌های نما با محرک‌های مبتنی بر موتور مجهز شده‌اند و با استفاده از فناوری‌های الکترومکانیکی به صورت مرکزی کنترل می‌شوند [۳۰].

۲. روش کار

پژوهش حاضر از نظر ماهیت توصیفی- تحلیلی و به صورت کیفی نظری براساس تحلیل محتوا است. پژوهش حاضر به دنبال ارائهٔ یک مطالعهٔ تاریخی به روش سلسله‌مراتب تاریخی است تا مؤلفه‌های مؤثر بر نماهای هوشمند را در دوره‌های زمانی مختلف

1. Popular Science Magazine
2. Richard Buckminster Fuller
3. Council House Building
4. Showroom Kiefer Technic

شناسایی و بررسی کند. یک جدول زمانی گرافیکی با سلسله‌مراتب تاریخی نیز تهیه شده است تا مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی و توسعه نماهای هوشمند را به تصویر بکشد. پیشرفت‌های حال حاضر در نماهای هوشمند که در این جدول زمانی نشان داده شده‌اند می‌توانند به عنوان اساسی برای پیش‌بینی پیشرفت‌های آتی به کار گرفته شوند.

۳. یافته‌ها

مفهوم استفاده از مصالح هوشمند در نماهای هوشمند توسط (دیویس، ۱۹۸۱) با ارائهٔ سیستم‌های نمای چندمنظوره مطرح شد. با پیشرفت فناوری در علم مواد، مواد (مصالحی) مانند آلیاژهای حافظه‌دار، پلیمرهای حافظه‌دار، پلیمرهای الکترو فعال و مواد تغییر فاز دهنده در طراحی سیستم‌های نمای هوشمند در مقیاس بسیار کوچک به کار گرفته شدند. این مصالح هوشمند بین دههٔ ۱۹۴۰ تا ۱۹۸۰ میلادی اختراع شدند و به عنوان محرک‌ها، حسگرها یا سیستم‌های کنترلی در ساختار سیستم‌های هوشمند به کار می‌رفتند. محرک‌های مبتنی بر مصالح می‌توانند در آینده جایگزین محرک‌های مکانیکی و الکترومکانیکی شوند.

جدول زمانی نشان‌دهندهٔ تکامل تاریخی سیستم‌های هوشمند

جدول زمانی تکامل تاریخی نماهای هوشمند در شکل ۱ نشان داده شده است. در این جدول زمانی، خط عمودی تداوم وقایع را با توجه به زمان نشان می‌دهد. حلقه‌ها نشان‌دهندهٔ نقاط عطف هر یک از رویدادهای مورد بحث است. خطوط افقی در هر ردیف از نقاط عطف نشئت‌گرفته و به توصیف رویدادهای مشخص‌شده در جدول زمانی اشاره دارد. سعی شده است که رویدادها به تصاویر مربوطهٔ نشان‌داده‌شده در جدول زمانی مرتبط شوند.

شکل ۱. جدول زمانی نشان‌دهندهٔ تکامل تاریخی سیستم‌های نماهایی هوشمند

شکل ۱. جدول زمانی که نشان‌دهندهٔ تکامل تاریخی سیستم‌های نمای هوشمند است. در سمت چپ این تصویر مؤلفه‌های مؤثر بر توسعهٔ سیستم‌های نما هوشمند آورده شده و در سمت راست شکل تکامل تاریخی این سیستم از سال‌های ۱۸۸۰ تا ۲۰۱۷ به تصویر کشیده شده است.

۳. ۱. مؤلفهٔ‌های مهمِ مؤثر بر نماهای هوشمند

مؤلفه‌های مهمی که بر توسعهٔ نماهای هوشمند تأثیر می‌گذارند، به طور خلاصه در شکل ۳ آورده شده‌اند. می‌توان این مؤلفه‌ها را به چهار دستهٔ کلی تقسیم کرد:

- مؤلفهٔ‌های اجتماعی‌ـ فرهنگی: که بر اساس جنبش‌های مختلف هنری و اجتماعی در قرن بیستم میلادی انتخاب شده‌اند. جنبش‌های هنری و اجتماعی مانند امپرسیونیسم، آینده‌گرایی، ساخت‌گرایی، دادائیسم، مدرنیسم و پست‌مدرنیسم که بر علوم اجتماعی، دیدگاه‌های فلسفی هنرمندان، تعاریف زیبایی‌شناختی هنر و ارزش نقوش اجتماعی‌ـ فرهنگی و در نتیجه بر حرکت فرم و هندسهٔ سیستم‌های نما هوشمند تأثیر گذاشت.
- مؤلفه‌های اقتصادی/ سیاسی: که بر اساس رویدادهای مختلف سیاسی و اقتصادی مانند جنگ‌ها، انقلاب‌ها، تحریم‌ها و بحران‌های انرژی انتخاب شده‌اند؛ این مؤلفهٔ‌ها طراحان را به استفاده از راهبردهای پایدار در طراحی، انتخاب مصالح و سیستم‌های ساختاری تشویق کردند. این مولفهٔ‌ها بر بهره‌وری انرژی و راهبردهای بهینه‌سازی در سیستم‌های نمای هوشمند تأثیر گذاشت.
- مؤلفه‌های زیست‌محیطی: که بر اساس قوانین و مقررات مختلف زیست‌محیطی که پس از بروز بلایای زیست‌محیطی قرن بیستم شکل اجباری پیدا کردند، انتخاب شده‌اند. این بلایا آگاهی از مسائل مهم زیست‌محیطی مانند توازن بوم‌شناختی، فرهنگ عمومی سبز و برنامه‌ریزی راهبردهای پایدار را افزایش داد.
- مؤلفه‌های فناوری: که بر اساس پیشرفت‌های صورت‌گرفته در عمل و فناوری مانند سایبرنتیک‌ها، فناوری اطلاعات، سیستم‌های کنترل، علم مواد، تلفن‌های هوشمند و اینترنت اشیا انتخاب شده‌اند. این پیشرفت‌ها بر طرح، واکنش و انتخاب مواد و ساختارها در طراحی‌های نمای هوشمند تأثیر گذاشت.

این مؤلفهٔ‌های مهم، تأثیر مستقیمی بر مفاهیم (کانسپت‌های) طراحی مورد استفاده در طراحی و توسعهٔ سیستم‌های نما داشته‌اند. از آنجا که مفاهیم طراحی ویژگی‌های مختلفِ طرح سیستم نما را تعیین می‌کند، می‌تواند بر مشخصات نماهای هوشمند تأثیر بگذارد. شکل ۳ مفاهیم طراحی و مشخصات نمایی را نشان می‌دهد که نتیجهٔ مؤلفه‌های اجتماعی‌ـ فرهنگی، فناوری، سیاسیـ اقتصادی و زیست‌محیطی است.

۳. ۲. پیشرفت‌های آتی در سیستم‌های نمای هوشمند

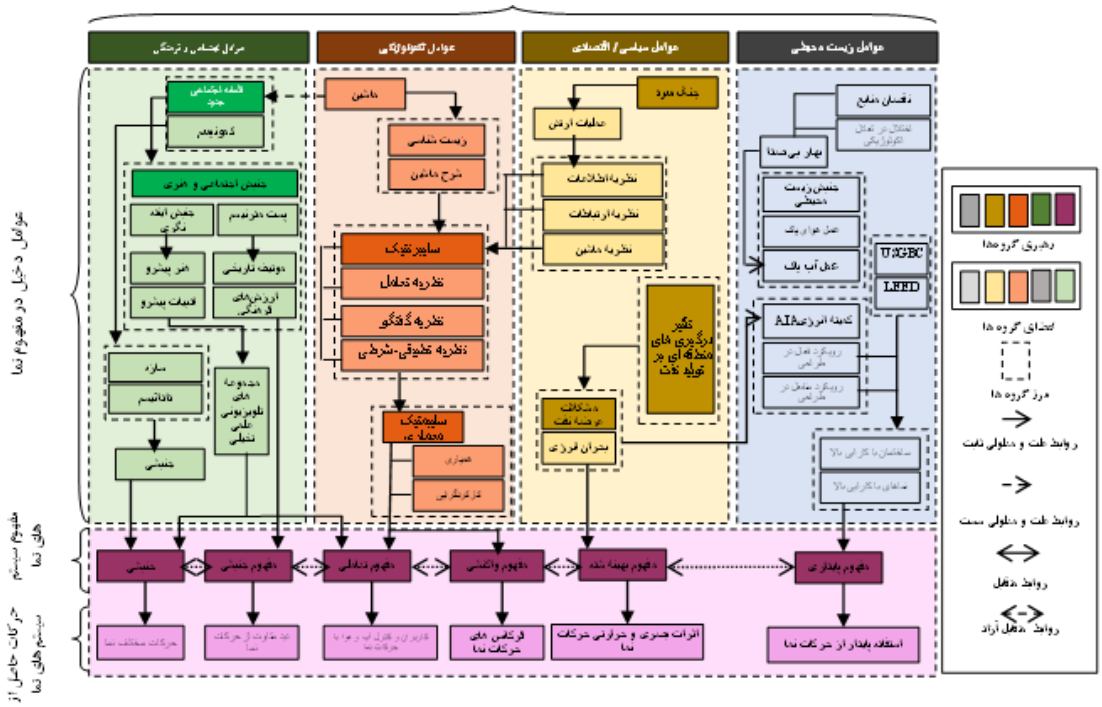
پیشرفت‌های کنونیِ سیستم‌ها نمای هوشمند که در شکل ۱ نشان داده شده است می‌تواند در پیش‌بینی اینکه پیشرفت‌های آتی این سیستم چه خواهد بود، به ما کمک کند. برخی از این پیشرفت‌های ممکن عبارت‌اند از:

اینترنت اشیا در سیستم‌های نمای هوشمند: فناوری اینترنت اشیا بر اساس چهار عنصر اصلی است که ابتدا توسط صنعت تلفن‌های هوشمند تولید شده‌اند. این عناصر چهارگانه عبارت‌اند از: حسگرهای توزیع‌شده کم‌هزینه با رایانه‌های کارگذاشته‌شده، ارتباطات بدون سیم، فضای ذخیره‌سازی ابری و پروتکل‌های قابل تعامل مشترک[1]. پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های اینترنت مانند خدمات ابری، اینترنت اشیا، تعامل کاربران با دستگاه (ماشین) در دنیای واقعی، تلفن‌های هوشمند، کنتورهای هوشمند و شبکهٔ حسگرها باعث ایجاد فرصت‌هایی برای سیستم‌های نمای هوشمند شده است تا بتواند به عنوان عنصری در شهرهای هوشمند عمل کند. شبکه‌های حسگرها که در سیستم نماها تعبیه می‌شوند، اطلاعات واقعی مربوط به دما، رطوبت، نور، باد و الگوهای رفتاری ساکنان را جمع‌آوری می‌کنند. این اطلاعات جمع‌آوری‌شده در یک فضای ابری ذخیره می‌شوند و اطلاعات مورد نیاز سیستم‌های کنترل را فراهم می‌کند. سیستم‌های کنترل برای داشتنِ عملکرد بهینه به منظور ارتقای کارایی خود با

1. shared interoperable protocols

محرک‌های نما ارتباط برقرار می‌کنند. همچنین شبکه‌های حسگرهای تعبیه‌شده در سیستم‌های نمای هوشمند می‌توانند با نرم‌افزاری به یکدیگر مرتبط شوند تا نه تنها داده‌های آب‌وهوایی توسط سیستم‌ها جمع‌آوری شوند؛ بلکه این داده‌ها بین سیستم‌های دیگر در سطوح مختلف یک ساختمان یا ساختمان‌های دیگری در یک محله تبادل پیدا کنند.

۳. ۳. عوامل مؤثر در نماهای ساختمانی



شکل ۲. مؤلفه‌های مؤثر بر توسعهٔ سیستم‌های نمای هوشمند

در این تصویر مؤلفهٔها به چهار دستهٔ اجتماعی- فرهنگی، فنی، سیاسی- اقتصادی و زیست‌محیطی تقسیم شده است. تمام آنچه در این تصویر آمده است خلاصه‌ای از مطالبی است که در متن آورده شده است.

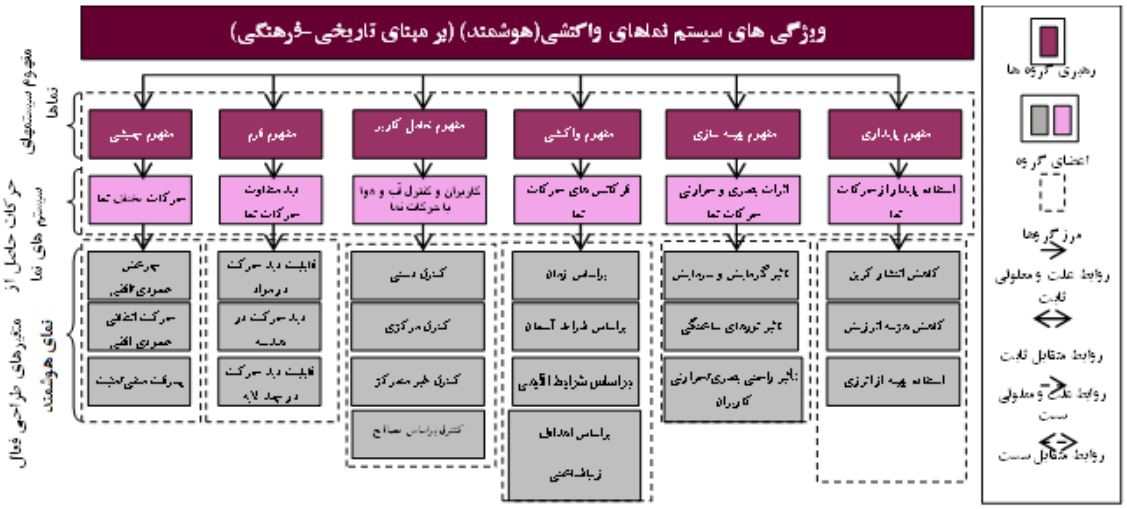
مؤلفه‌های اجتماعی- فرهنگی: جنبش اجتماعی و هنری، جنبش آینده‌نگری (هنر آینده‌نگر- ادبیات آینده‌نگر)- پست‌مدرنیسم (الگوهای تاریخی)، ساختار گرایی، دادائیسم، نیز مطرح می‌شود.

مؤلفه‌های فنی: تکنولوژی (بیولوژی- تفسیر تکنولوژی) که در ذیل آن سایبرنتیک (تئوری تعامل، تئوری گفت‌وگو و تئوری شرطی-تطبیقی) مطرح می‌شود. همچنین به «سایبرنتیک معماری» می‌رسیم که زیرمجموعه آن همیاری و عملکردگرایی مطرح می‌شود.

مؤلفه‌های سیاسی- اقتصادی: جنگ سرد- اقدامات نظامی (شامل تئوری اطلاعات، تئوری ارتباطات و تئوری تکنولوژی)، تأثیر منطقه‌ای درگیری‌ها بر تولیدات نفتی (شامل مسائل تأمین نفت- بحران‌های انرژی).

مؤلفه‌های محیطی: تمام شدن منابع و برهم خوردن توازن بوم‌شناختی. بنابراین جنبش‌های محیطی، شامل: لایحهٔ هوای پاک و لایحهٔ آب پاک تصویب شده است. کمیتهٔ انرژی AIA، رویکرد فعالانه در طراحی، رویکرد منفعل در طراحی. که موجب ساخت ساختمان‌ها با عملکرد بالا و نماها با عملکرد بالا شده است.

در نهایت یک سری مفاهیم شکل می‌گیرد که عبارت‌اند از : مفاهیم کینتیک (حرکات مختلف نما)، مفهوم فرم (شمایل مختلف حرکت نما)، مفهوم هم‌کنشی (کنترل محیطی و کنترل کاربران بر حرکت نماها)، مفهوم هوشمند (تکرار حرکت نماها)، مفهوم بهینه‌شده (تأثیرات بصری و گرمایی حرکت نماها) و مفهوم پایداری (استفادهٔ بهینه از حرکت نماها)



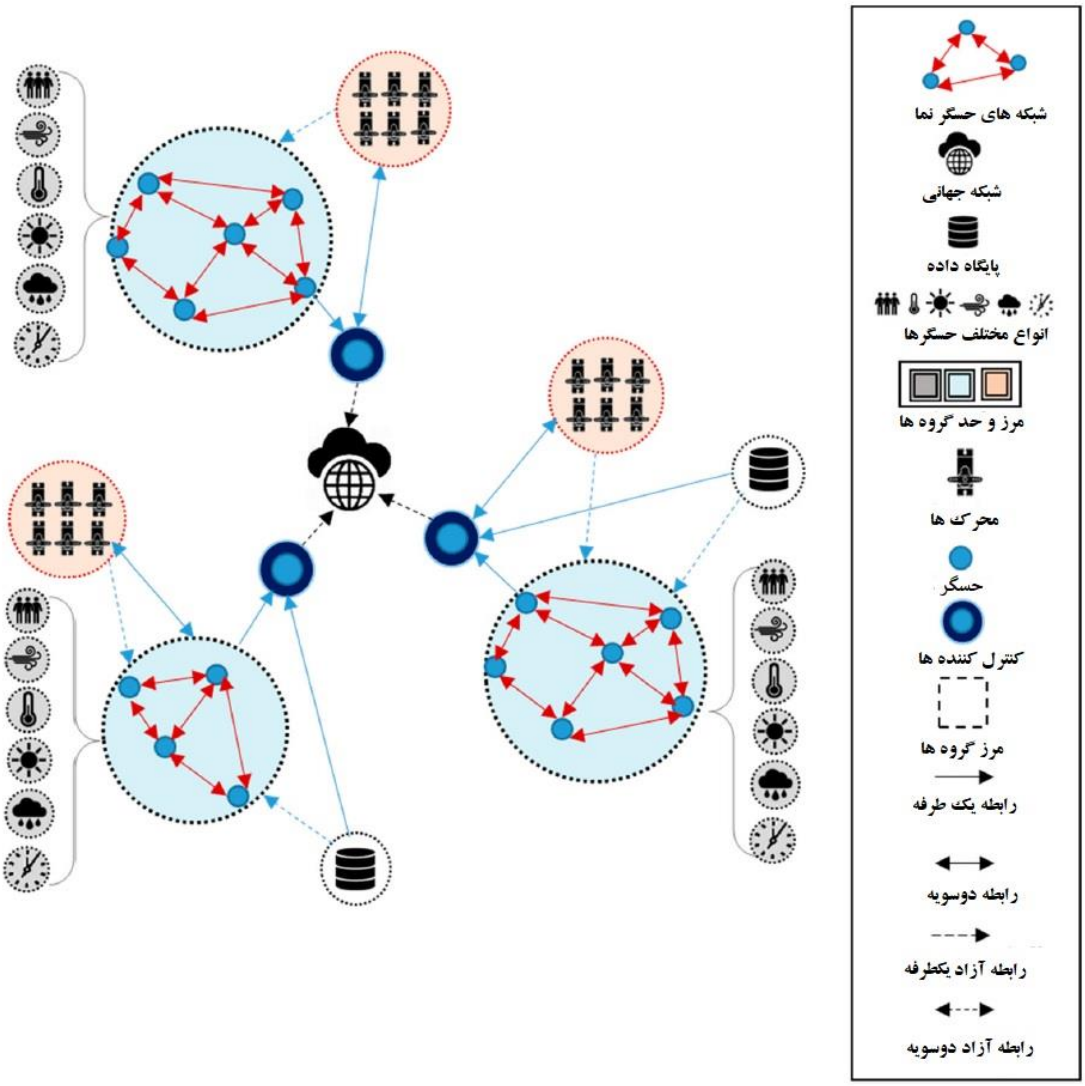
شکل ۳. ویژگی‌های سیستم نماهای هوشمند برمبنای تاریخی

در این شکل مشخصات این سیستم‌ها بر اساس مفاهیم کینتیک (جنبشی)، فرم، تعامل با کاربر، پاسخ‌گویی، بهینه‌سازی و پایداری تقسیم شده‌اند. در ذیل دستهٔ کینتیک، حرکات مختلف نما مانند چرخش عمودی/ افقی، انتقال عمودی/ افقی یا عقب‌نشینی مثبت و منفی آن بررسی شده است. در ذیل دستهٔ فرم، بررسی حرکات در مصالح، هندسه و لایه‌های چندگانهٔ آن بررسی شده است. در ذیل دستهٔ تعامل با کاربر، کنترل دستی، کنترل مرکزی، کنترل غیرمتمرکز و کنترل مبتنی بر مصالح بررسی شده است. در ذیل دستهٔ پاسخ‌گویی، تأثیرات گرمایش و سرمایش، تأثیر نور مصنوعی و تأثیر آسایش بصری/ حرارتی کاربران بررسی شده است. در ذیل دستهٔ پایداری هم کاهش حجم کربن، کاهش هزینهٔ انرژِ و استفادهٔ بهینه از منابع انرژی بررسی شده است.

۳. ۴. سیستم‌های نماهای هوشمند به‌هم‌پیوسته

ترکیب فناوری اطلاعات، فناری ارتباطات و اینترنت اشیا، مفهومی را به نام شهر هوشمند معرفی کرد که در اواخر دههٔ ۲۰۰۰ میلادی به عنوان شهرسازی آینده ترویج پیدا کرده بود. بنا به شرکت بین‌المللی داده، یک ساختمان هوشمند یک جنبهٔ کلیدی از شهرهای هوشمند است که مجهز به دستگاه‌های خودکار پیشرفته برای اندازه‌گیری، پایش (نظارت)، کنترل و بهینه‌سازی عملکرد و نگهداری است. نمای هوشمند به عنوان یک عنصر از ساختمان هوشمند، سیستمی خودتنظیم است که بر اساس داده‌های واقعی از محیط و بازخوردهای ساکنان عمل می‌کند. نماهای هوشمند قابلیت کنترل، مدیریت و تنظیم سطح نور، ناراحتی تابش خیره‌کننده، بهره‌وری انرژی نور، مقدار مقاومت حرارتی، راندمان افزایش حرارت خورشیدی، بهره‌وری انرژی گرمایی، پاسخ به الگوهای خورشیدی، سطح آسایش ساکنان و تهویهٔ غیرفعال را دارند.

مفهوم کنترل در سیستم نماهای هوشمند، می‌تواند از کنترل فردی توسط کاربران تغییر کند و با کنترل جهانی توسط عنصر اصلی جایگزین شود. سیستم‌های کنترل توزیع‌شده می‌تواند مفهوم سیستم‌های نمای به‌هم‌پیوسته را ارتقا دهد؛ که به وسیلهٔ آن‌ها نماهای مختلف در شهرهای هوشمند به یکدیگر مرتبط می‌شوند. همان‌طور که شکل ۴ نشان می‌دهد، در این مفهوم، ریزکنترل‌کننده‌های مستقلی که در هریک از صفحات ساختمان تعبیه شده‌اند به سیستم نماهای مختلف در محلهٔ هوشمند یا شهر هوشمند متصل می‌شوند تا بتوانند اطلاعات را در سطح جهانی منتقل کنند. وجود یک عنصر اصلی نیز برای کنترل این نماهای به‌هم‌پیوسته در شهر هوشمند است. در سطح محلی، ریزکنترل‌کننده‌ها یا در صفحات نماها یا در گروهی از صفحاتی تعبیه شده‌اند که در ارتباط با حسگرهای محلی‌اند که به وسیلهٔ محرک‌های داخلی یا خارجی تحریک می‌شوند.



شکل ٤. سیستم‌های نمای هوشمند به‌هم‌پیوسته در ساختمان‌های مجاور یکدیگر

۴. نتیجه‌گیری

طراحی و توسعهٔ سیستم نماهای هوشمند طی هفتاد سال گذشته در فرایندهای چندمرحله‌ای رخ داده است. شواهد تاریخی‌ـ فرهنگی نشان می‌دهد چگونه طراحی و توسعهٔ این نماها تحت تأثیر مؤلفه‌های اجتماعی‌ـ فرهنگی، فناوری، سیاسی/اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از تغییرات انقلابی در هنر، فناوری و ساخت‌وساز ابنیه از اواخر قرن نوزدهم میلادی بوده است. به سبب اینکه یک تحلیلِ مقایسه‌ای به ترتیب تاریخی‌ـ فرهنگی بر سیستم نماهای هوشمند وجود نداشت، یک مطالعهٔ تاریخی گرافیکی راجع‌به آن انجام شد. مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی و توسعهٔ نمای‌های هوشمند (هوشمند) در رابطه با بهینه‌سازی مصرف انرژی شناسایی شدند و مورد بحث قرار گرفتند. این مؤلفه‌ها تأثیر مستقیمی بر مفاهیم طراحی استفاده شده در طراحی و توسعهٔ این نماها داشتند. همچنین مفهوم نماهای هوشمند به‌هم‌پیوسته در محلات یا شهر هوشمند که می‌تواند کیفیت زندگی را بهبود و مصرف انرژی را بهینه‌سازی کند بخشد، بررسی شد و نشان داد که علاوه بر بهینه‌سازی و کاهش هزینه‌ها و انتشار کربن از نظر فرهنگی هم تأثیراتی را داشته و خود هم تأثیراتی را بر اساس فرهنگ جوامع پذیرفته و تقریباً خود را با معماری تعاملی منطبق کرده است. در نهایت با توجه به مطالب بحث شده و نتایج حاصله پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده مطالعات دقیق‌تری در رابطه با نماهای هوشمند بر مبنای فرهنگی اجتماعی انجام گرفته تا راهبردهای بهتری در رابطه با معماری تعاملی ارائه شود.

References

[1]. A. Aksamija, Design Methods for Sustainable, High-Performance Building Facades. Advances in Building Energy Research, 2016, vol. 10, no 2: pp. 240–262

[2]. A. Arjamandania, using smart materials and facades with a sustainable approach (case example: Shahrekord city, Chaharmahal and Bakhtiari province), bimonthly research in art and humanities, 2016, vol 1. no 1, 1-10.

[3]. Z. Golasemi, M, Golabchi, Application of theory on the design factor of smart shells, Green Architecture, 2017, vol 3, no 12, pp. 1-10.

[4]. R Shan, Climate Responsive Facade Optimization Strategy. PhD thesis, University of Michigan, Ann Arbor, MI, 2016.

[5]. Sorensen, L. Heat Transmission Coefficient Measurements in Buildings Utilizing a Heat Loss Measuring Device." Sustainability, 2013, vol.5 no 8, pp: 3601-3614.

[6]. Y, Grobman, I, Capeluto, & G. Austern, External Shading in Buildings: Comparative Analysis of Day Lighting Performance in Static and Kinetic Operation Scenarios. Architectural science review, 2017, vol 60, no 2: pp. 126–136.

[7]. M. A. Ahmed, Abdel-Rahman, M. Bady, E. Mahrous, & M. Suzuki. Optimum Energy Consumption by using Kinetic Shading System for Residential Buildings in hot Arid Areas. International Journal of Smart Grid and Clean Energy, 2016, vol. 5. no 2, pp. 2-16.

[8]. S. Choi, D Lee, & J. Jo. Methods of Deriving Shaded Function According to Shading Movements of Kinetic Facades. Sustainability, 2017, vol 9, pp: 1-17.

[9]. R. C. G. M., F. Loonen, F, Favoino, J. L Hensen, Overend, Review of Current Status, Requirements and Opportunities for Building Performance Simulation of Adaptive Facades." Journal of Building Performance Simulation, 2017, vol 10, no 2, pp: 205-223.

[10]. S M, Al-Masrani, Al-Obaidi, NA & Isma, M. I. Design Optimization of Solar Shading Systems for Tropical Office Buildings: Challenges and Future Trends. Solar Energy, 2018 vol. 170, pp: 849-872.

[11]. K, Veliko & Thun, G. Responsive Building Envelopes: Characteristics and Evolving Paradigms in Design and Construction of High Performance Homes. London: Routledge Press, 2013.

[12]. R. Romano, D, Aelenei. & E. S. Mazzucchelli. What is an Adaptive Facade? Analysis of Recent Terms and Definitions from an International Perspective. Journal of Facade Design and Engineering, 2018, vol 6, no, 3 pp: 65-76.

[13]. G, Smith, & G. W. Smith. Swing low, Sweet Chariot: Kinetic Sculpture and the Crisis of Western Techno centrism. Arts, 2015, vol 4, no 3, pp: 75-92.

[14]. J, Bessette, Machine art in the Twentieth Century, Arts, 2018, vol. 7, no 1, pp: 1-8.

[15]. F, Popper, Origins and Development of Kinetic Art. New York: New York Graphic Society. 1968.

[16]. G.-D., Chen, C.-W. Lin, and H.-W. Fan. The History and Evolution of Kinetic art. International Journal of Social Science and Humanity, 2015, vol 5, no 11, pp: 922–930.

[17]. C, Mason, Towards a History of Kinetic Art in Britain, 2011.

[18]. S, Esaak, What dada was and why it matters. https://www.thoughtco.com/what-is-dada-182380. 2018

[19]. R, Rivenc & R, Bek, Keep it Moving? Conserving Kinetic Art. Los Angles: Getty Publications. 2018.

[20]. M, Sendi, The Effect of Technology to Integrate Aesthetic Desire of Contemporary Architecture with Environmental Principles in Facade Design. Architecture and Engineering, 2014, vol 7, pp: 24-31.

[21]. United States Environmental Protection Agency. Basic Information, Green Building, US EPA, https://archive. epa.gov/greenbuilding/web/html/about.html. 2016.

[22]. R. F, Loonen, J, Favoino, M, Hensen, Overend. Review of Current Status, Requirements and opportunities for Building Performance Simulation of Adaptive Facades. Journal of building performance simulation, 2016, vol. 10, no 2, pp: 205-223.

[23]. K, Al-Kodmany, Sustainability and the 21st Century Vertical City: a Review of Design Approaches of Tall Buildings. Buildings, 2018, vol. 8, no 102, pp: 2-40.

[24]. N Matin, N, Eydgahi, & S, Shyu, Comparative Analysis of Technologies used in Responsive Building Facades. Proceedings of American Society of Engineering Education, Columbus, OH, 2017. pp: 1-15.

[25]. Z, Ghasemi, M, Gulabchi, Application of factor-based theory in designing smart facades, Green Architecture, 2018, vol 3, no12, pp: 1-10.

[26]. S, Yiannoudes. Architecture and Adaptation: From Cybernetics to Tangible Computing. 1st ed. New York: Routledge, 2016.

[27]. T. P, Yekutiel, & Y, J, Grobman, Controlling Kinetic Cladding Components in Building Facades: A Case for Autonomous Movement. 19th International Conference of the Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA, Hong Kong, 2014.

[28]. R, Perrone & D, Büchler,. An Investigation of Futurist Architectural Design. Proceedings of EAD06 International conference. European academy of design, Bremen, Germany, 2005.

[29]. C, Khoo, Morphing Architecture: with Responsive Material System", thesis, Architecture and Design, RMIT University, Australia, 2013.
[30]. C Isgro, Marina, The Animate Object of Kinetic Art, 1955-1968. Publicly Accessible Penn Dissertations, University of Pennsylvania Scholarly Commons. pp:1-297, 2017.