

## دوفصلنامه مطالعات محیط انسان ساخت

دوره دوم، شماره ۱، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ص ۱۴۴-۱۶۷

DOI:10.30487/hmes.2024.2041702.1057

# امکان سنجی استفاده از مصالح جدید در نمای بناهای مسکونی

## تهران برای مدیریت مصرف انرژی

علیرضا جباری زاده گان<sup>۱</sup>، آبتنا اسدی لور<sup>۲</sup>، علی عرب احمدی<sup>۳</sup>، وحدانه فولادی<sup>۴</sup>

### چکیده

افزایش مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی در کلان شهر تهران، بهره‌وری انرژی در ساختمان را به معضل اساسی برای معماران تبدیل کرده است. در این میان مصالح بکار گرفته شده در نمای بناها می‌تواند تاثیر بسیاری در کاهش مصرف انرژی داشته باشد. این پژوهش از نظر روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی و پیمایشی بوده و هدف آن ارائه و اولویت‌بندی راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوین در نمای ساختمان‌های مسکونی شهر تهران به منظور مدیریت مصرف انرژی می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بعد «زیست‌محیطی» با میانگین رتبه‌ای ۲,۶۰ بیشترین تاثیر را از منظر مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی ایفا می‌کند. سپس بعد «اقتصادی» با میانگین رتبه‌ای ۱,۸۲ و بعد «فرهنگی - اجتماعی» با میانگین رتبه‌ای ۱,۵۸ به ترتیب بعد از بعد «زیست‌محیطی» بیشترین تاثیر را به منظور مدیریت مصرف انرژی از طریق بکارگیری مصالح نوین در نمای ساختمان‌ها ایفا می‌کنند. همچنین پیشنهاد می‌شود تا طراحان در هنگام طراحی نما به منظور مدیریت مصرف انرژی در ساختمان به عامل بومی سازی و ویژگی‌های فرهنگی-اجتماعی و بومی منطقه به عنوان عاملی پایه‌ای و اولیه در جهت تحقق اهداف زیست‌محیطی مدیریت مصرف انرژی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: مصالح نوین، بهره‌وری انرژی، نما، ساختمان مسکونی، شهر تهران

۱. دانشجوی دکتری معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

ایمیل: Jabarizadegan.alireza@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. دانشجوی دکتری معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴. استادیار گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

## **Feasibility of using new materials in the facade of residential buildings in Tehran in order to manage energy consumption**

**Alireza Jabari Zadegan<sup>1</sup>, Anita Asadi Lor<sup>2</sup>, Ali Arab Ahmadi<sup>3</sup>, Vahdaneh Fooladi<sup>4</sup>**

### **Abstract**

The increase in energy consumption in residential buildings in Tehran metropolis has made energy efficiency in buildings as a major issue for architects. In this regard, the materials used in buildings facades can have a significant effect on reducing energy consumption. This research is descriptive-analytical and survey in terms of methodology and aims to present and prioritize practical strategies for using new materials in residential buildings facades in Tehran city in order to manage energy consumption. The results of the research indicate that the "environmental" dimension with an average rank of 2.60 has the greatest impact from the perspective of managing energy consumption in residential buildings. Then, the "economic" dimension with an average rank of 1.82 and the "cultural-social" dimension with an average rank of 1.58, respectively, have the greatest impact after the "environmental" dimension in order to manage energy consumption through the use of new materials in the buildings facades. It is also suggested that during the design of a facade to manage energy consumption in a building, designers consider the localization factor and the cultural-social and indigenous characteristics of the region as a basic and primary factor in achieving the environmental goals of energy consumption management.

**Keywords:** New materials, energy efficiency, facade, residential building, Tehran city

---

1. PhD Candidate in Architecture, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. PhD Candidate in Architecture, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3. PhD Candidate in Architecture, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4. Assistant Professor, Department of Architecture, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

## مقدمه

بهای نفت و سوخت‌های فسیلی مدام در حال افزایش است، و این مسئله میزان مصرف و نحوه تولید انرژی را به یکی از چالش‌های اساسی برای کشورهای در حال توسعه تبدیل کرده است. در دهه‌های اخیر، میزان تقاضای انرژی جامعه ما به خصوص در بخش ساختمان به طور پیوسته در حال افزایش است (قدوسی‌فر و فرامرزی اصلی، ۲۰۱۴:۲۳). با توجه به افزایش مشکلات زیست‌محیطی، ضرورت پرداختن به مباحث مرتبط با انرژی اهمیت بسیاری یافته است. صرفه‌جویی در مصرف انرژی بیشتر متوجه ساخت و طراحی ساختمان‌هایی با حداقل مصرف انرژی بوده است (کاپلوت و اکوآ، ۲۰۱۴:۳۷۵). بنابراین کاهش مصرف انرژی ساختمان از طریق مطالعات تحقیقاتی و اجرای راهکارهایی جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی در فرآیند طراحی و اجرا امری ضروری است (سوسکا، ۲۰۱۹). پوسته ساختمان مهم‌ترین بخش ساختمان‌ها در رابطه با اتلاف انرژی است و نمای ساختمان به عنوان بخش گسترده‌ای از پوسته ساختمانی، امکان تبادل حرارتی بالایی با محیط اطراف را فراهم می‌آورد. نمای ساختمان می‌تواند ۲۰ تا ۳۰ درصد تبدلات حرارتی را به خود اختصاص دهد، که این میزان در ساختمان‌های قدیمی‌تر نیز به تناسب بالاتر است (دالو و همکاران، ۲۰۱۲:۱۲). از طرفی، انتخاب مناسب مصالح ساختمانی متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه می‌تواند منجر به صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان گردد. یکی از عواملی که می‌تواند تأثیر زیادی بر میزان دریافت انرژی خورشیدی از طریق ساختمان داشته باشد، جنس مصالح بکار رفته در نمای خارجی ساختمان است. همچنین جزئیات ساخت جداره خارجی ساختمان (سقف و دیوار بیرونی) و اندازه بازشوها از دیگر عوامل مؤثر می‌باشند (مداحی و توانائی، ۱۳۹۸:۱۱۰). در واقع بخش اعظمی از اعضای حائل بین داخل و خارج ساختمان را جداره‌ها تشکیل می‌دهند که در صورت استفاده به‌جا و صحیح از مصالح مناسب می‌توان از اتلاف انرژی به مقدار زیادی جلوگیری نمود و در صورتی که

1. Capeluto & Ochoa
2. Susca
2. Button
2. Vettorato
2. Leadership in Energy and Environmental
2. US. Green Building Council
2. Carvajal-Arango et al
2. Fornell & Larcke
3. Dallo et al

تمهیدات لازم برای کاهش انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان در نظر گرفته شود، می‌توان به میزان قابل توجهی در مصرف انرژی صرفه‌جویی نمود (مداحی و عباسی، ۱۳۹۸:۱۶۸). امروزه در شهری مانند تهران با وجود اینکه در صنعت ساختمان پیشرفت‌های قابل توجهی صورت گرفته و طرح‌هایی به بهره‌برداری می‌رسد که سال‌های گذشته امکان طراحی و ساخت آنها برای طراحان وجود نداشت، ولی متأسفانه اصولی بنیادی و اولیه در ساخت بناهای مسکونی و غیره لحاظ نمی‌شود (حسینعلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹:۳۳۰). که با توجه به مسئله و هدف اصلی این پژوهش، تمرکز بر چگونگی کاهش مصرف انرژی در نما ساختمان‌های مسکونی می‌باشد. در واقع با وجود ضرورت هوشمندسازی نمای ساختمان‌ها و بهره‌گیری از مصالح نوین برای کاهش مصرف انرژی، بیشتر پژوهش‌های انجام شده در زمینه کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری بوده و در کاربری‌های مسکونی محققین بیشتر به جنبه‌های بصری و زیباشناختی نماهای ساختمان‌های مسکونی توجه کرده‌اند. علت این نابسامانی را در دو عامل عمده می‌توان جستجو کرد. اول اینکه بسیاری از طرح‌های عمرانی توسط متخصصین واجد شرایط اجرا نمی‌شود و در بعضی موارد مجری بدون علم و تحصیلات دانشگاهی، تنها بر مبنای تجربیات شخصی به اجرای طرح می‌پردازد. دوم آنکه در مواردی که مجری، متخصص این رشته هم می‌باشد، عدم اطلاع کافی از علوم روز و نبود مرجع مناسب برای ارتقاء این علوم در مورد افرادی که سال‌ها پیش تحصیلات خود را به پایان رسانیده‌اند، موجب می‌شود تا همچنان روش‌های قدیمی و پر مشکل گذشته به کار گرفته شود (فرج‌زاده اصل و همکاران، ۱۳۹۰:۲۲). لذا بر اساس موارد ذکر گردیده هدف این پژوهش، ارائه و اولویت‌بندی راهبردهای کاربردی جهت استفاده از مصالح نوین در نمای ساختمان‌های مسکونی شهر تهران به منظور مدیریت مصرف انرژی می‌باشد. به منظور تحقق هدف اصلی این پژوهش پاسخ به پرسش‌های زیر ضرورت دارد: انواع مصالح پایدار، هوشمند و نوین قابل استفاده در نماهای ساختمان‌های مسکونی شهر تهران به منظور مدیریت مصرف انرژی چیست؟ چه عوامل مهمی در مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی شهر تهران تاثیر دارند؟ نقاط قوت و ضعف (عوامل داخلی) و فرصت‌ها و تهدیدها (عوامل خارجی) موجود در معماری معاصر ایران به جهت به کارگیری مصالح نوین در نماهای ساختمان‌های مسکونی به منظور مدیریت مصرف انرژی چیست؟

### مبانی نظری تحقیق و پیشینه تحقیق

در حوزه توسعه پایدار، مدیریت مصرف انرژی و تاثیر مصالح نوین پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. خاتمی در سال ۱۴۰۱ در پژوهشی تحت عنوان واکاوی چالش‌های هویت نماهای ساختمانی و نقش گروه‌های مؤثر در شکل‌گیری آن در شهر تهران به این مهم دست یافته است که به منظور بهبود فرایند تولید نماهای با هویت می‌توان برنامه و سیاست‌هایی را تدوین نمود. افزایش آگاهی عمومی و فرهنگسازی اولین گام مهم در زمینه حل این چالش است. از دیگر چالش‌های مهم، عدم تناسب دستمزد و کار حرفه‌ای به علت عدم تناسب بین عرضه و تقاضا در عرصه طراحی است. در حوزه مدیریت شهری نیز بی‌توجهی به مباحث طراحی شهری مانند ترکیب توده و فضا از جمله مسائلی است که باید مورد بازنگری قرار گیرد (خاتمی، ۱۴۰۱: ۶۴). برزگر و همکاران در سال ۱۴۰۲ در پژوهشی تحت عنوان ارائه مدل مفهومی با تأکید بر مؤلفه‌های اثربخش در هویت نماهای شهری بر اساس روش فراترکیب به این مهم دست یافتند که امروزه معماری ایران دچار سردرگمی شدید شده است که نه تنها اثری از فرهنگ و هنر معماری در آن نیست، بلکه از هیچکدام از الگوهای هویت مند معماری غربی و شرقی با ویژگی‌های سبک مدرن نیز پیروی نمیکنند که این مسئله در نمای ساختمان‌ها کاملاً مشهود است (برزگر و همکاران، ۱۴۰۲: ۹۸) بهنوا و پورزرگر در سال ۱۴۰۰ در پژوهشی تحت عنوان نقش مصالح نوین ساختمانی بر پویایی نما در چهار دهه اخیر معماری ایران ۱۳۵۹-۱۳۹۹ به این مهم دست یافتند که می‌توان با بهره‌گیری از شاخصه‌های موجود در مؤلفه کارایی و همچنین ارتقا کیفی جنبه‌های زیبایی شناختی و ایستایی مصالح به عنوان یک فرصت، باعث ارتقا پویایی نماهای ساختمان‌ها گردید (بهنوا و پورزرگر، ۱۴۰۰: ۴۹). کریمی و همکاران در سال ۱۳۹۹ در پژوهشی تحت عنوان تحلیل و بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر ادراک نماهای شهری از منظر پدیدارشناسی به این مهم دست یافتند که عناصری مانند شکل و فرم، جزئیات، موقعیت مکانی، ارتفاع و مقیاس نماها میتوانند ساختارهای فیزیکی یا خاطرات، حوادث و رویدادهای تجربه شده ناظرین را بازنمایی و یا تداعی نمایند. مجموعه ساختار و معنا ادراک مخاطب را به سطوح بالاتر ارتقاء می‌دهد و در این بخش علم، آگاهی و شناخت شکل میگیرد که در دو شکل خودآگاهی و شناخت جهان و ادراک محیط اطراف بروز می‌کند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۵۷). نصر در سال ۱۳۹۶ در پژوهشی تحت عنوان جایگاه نشانه‌های شهری در واکاوی مؤلفه‌های هویت و فرهنگ در سیمای شهر ایرانی به

تیین مؤلفه‌های فرهنگی هویت پرداخته است و نقش فضاهاى شهری را در هویت‌مندی نما ساختمان‌ها مورد بررسی قرار داده است (نصر، ۱۳۹۶: ۱۷). با بررسی پیشینه پژوهش‌های مرتبط با تحقیق پیش رو می‌توان اذعان نمود که وجه تمایز این پژوهش با سایر پژوهش‌ها بر بررسی عوامل تاثیرگذار بر مدیریت مصرف انرژی و بررسی نقاط ضعف و قوت (عوامل داخلی) و فرصت‌ها و تهدیدها (عوامل خارجی) در معماری معاصر ایران به عنوان یک راهکار کاربردی جهت بهبود مصرف انرژی و کاربست مصالح نوین در نمای بناهای مسکونی است. بر این اساس مرتبط‌ترین مبانی نظری مرتبط با هدف پژوهش به شرح زیر می‌باشد.

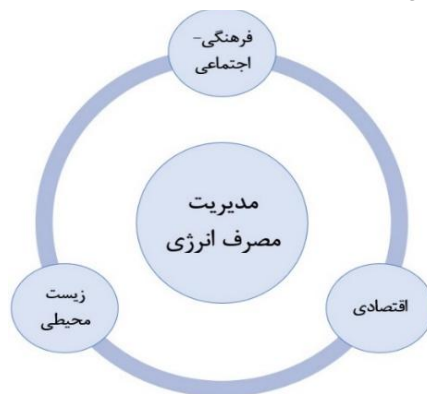
### توسعه پایدار شهری

توسعه پایدار شهری فرآیندی است که هدف آن ایجاد شهری مطابق با نیازهای اساسی انسان و از لحاظ عملکرد، مکانی مناسب برای زندگی نسل‌ها و حال و آینده است توسعه پایدار شهری نه به معنای توسعه پایدار هر یک از زیر سیستم‌ها اقتصادی، اجتماعی، یا زیست‌محیطی به تنهایی است، و نه به معنای افزایش پایداری این زیر سیستم‌ها می‌باشد. بلکه تلاش می‌کند که رشد اقتصادی، بازسازی اکولوژیکی، حفاظت زیست‌محیطی و پیشرفت اجتماعی را متعادل سازد و دشواری این چالش، آن را به یک نقطه تمرکز عمده تحقیقات در سرتاسر جهان تبدیل نموده است (باتون، ۲۰۰۲)<sup>۱</sup>

### مدیریت مصرف انرژی

کارایی انرژی در توسعه پایدار شهری به عنوان مؤلفه کلیدی مطرح است. منظور از این مؤلفه، در واقع مصرف بهینه و کارآمد انرژی با هدف کاهش رشد تقاضای انرژی و مصرف سوخت‌های فسیلی و همچنین افزایش عرضه انرژی پاک است. به عبارتی بازدهی انرژی، به تأمین سطوح یکسانی از خدمات انرژی با به کارگیری مقادیر کمتر انرژی اطلاق می‌شود. کارایی انرژی دارای مزایای بالقوه‌ای برای دولت و مصرف‌کنندگان مانند رشد اقتصادی، کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی و ضرورت رسیدگی به آن را نشان می‌دهد که می‌توان راهبردهای دستیابی به آن را در سه اصل؛ صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کارآمدی انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در نظر

گرفت (وتوراتو، ۲۰۱۱: ۹۷). در واقع این مهم نشان از آن دارد که در صورت دستیابی به اهداف توسعه پایدار، می‌توان به اهداف کارایی و بهره‌وری انرژی در ساختمان دست یافت. که برای نیل به مفهوم پایداری در مقیاس ساختمان مسکونی، سه مؤلفه اجتماعی- فرهنگی، رفاه و سودآوری اقتصادی و زیست‌محیطی قابل طرح هستند (مرادخانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۶۲). (شکل-۱)



شکل ۱ مولفه‌های تاثیرگذار بر مدیریت مصرف انرژی

از طرفی طراحی معماری ساختمان باید تا حد امکان همساز با اقلیم باشد، به نحوی که از شرایط مطلوب طبیعی حداکثر استفاده به عمل آید و ساختمان در برابر شرایط نامطلوب اقلیمی محافظت گردد تا مقدار انرژی مورد نیاز برای تأمین گرمایش و سرمایش به حداقل رسیده و بخشی از آن از طریق طبیعی تأمین شود (مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۹؛ ۱۳۸۸).

### نمای پایدار ساختمان

در توسعه پایدار شهری یکی دیگر از عواملی که در انتخاب مصالح نما ساختمان مطرح می‌شود موضوع پایداری نما به ویژه سازگاری مصالح مورد استفاده در نما با محیط می‌باشد. سه اصل استحکام، زیبایی و فایده از اصول مطرح شده نمای پایدار می‌باشد (جلیلی صدرآباد و بللی، ۱۳۹۶: ۴۷). مصالح هوشمند یک اصطلاح جدید برای مصالح و فرآورده‌هایی است که توانایی درک و پردازش رویدادهای محیطی را داشته و نسبت به آن واکنش مناسب نشان می‌دهند. به بیان دیگر این مصالح قابلیت تغییرپذیری داشته و قادرند شکل، فرم، رنگ و انرژی

درونی خود را به طرز برگشت پذیر در پاسخ به تاثیرات فیزیکی و یا شیمیایی محیط اطراف تغییر دهند (گرگی و ابوطالبی، ۱۳۸۸: ۶۹)

### ویژگی مصالح ساختمانی پایدار در نمای ساختمان‌ها

نوع مصالح و نحوه به کارگیری آن‌ها در نما می‌تواند بر میزان پایداری نما تاثیر داشته باشد و در واقع بهره‌گیری از مصالح ساختمانی پایدار در نمای ساختمان، منجر به تحقق اهداف توسعه پایدار و کاهش مصرف انرژی در ساختمان می‌گردد. بر این اساس ویژگی مصالح ساختمانی پایدار شامل؛ کاهش مصرف انرژی، بهره‌گیری از مصالح طبیعی، انرژی نهفته، قابلیت استفاده مجدد و قابلیت بازیافت مصالح می‌باشد (جلیلی صدرآباد و بللی، ۱۳۹۶: ۴۷). از طرفی یکی از استانداردهای حوزه ساختمان‌های مسکونی که مرتبط با راهکارهای تحقق اهداف توسعه پایدار و کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها می‌باشد. استاندارد 'LEED می‌باشد. این استاندارد از هشت فصل کلی تشکیل شده است که هر یک به جنبه‌ای از کیفیت معماری ساختمان می‌پردازد. این فصول مباحث فرآیند طراحی و خلاقیت، موقعیت قرارگیری و پیوندهای محیط، محیط زیست پایدار، صرفه جویی در مصرف آب، هوا و انرژی، منابع و مصالح، کیفیت فضای داخلی و آگاهی و آموزش را در بر می‌گیرد (مشاورین ساختمان‌های سبز آمریکا، ۲۰۱۱). راهکارهایی چون «دوام و عمر»، «آلودگی و تولید ضایعات»، «حفظ و نگهداری از اکولوژی»، «توجه به همسایگی‌ها»، «ایمنی»، «دید و اشراف»، «میزان مصرف انرژی و مواد خام»، «نورگیری و نورپردازی»، و «هویت» از جمله راهکارهای مرتبط با طراحی نما هستند (نظری و ترابی، ۱۴۰۱: ۲۸۷).

### مصالح نوین و هوشمند در نمای ساختمان‌ها

مصالح ذخیره‌کننده انرژی یکی از انواع مصالح هوشمند است. همانطور که از نام این مصالح پیداست، آنها قادر به ذخیره انرژی هستند. مصالح ذخیره‌کننده انرژی به روش‌های مختلف عمل می‌کنند و از قابلیت برگشت پذیری برخوردار می‌باشند. از انواع مصالح هوشمند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

مصالح کروموزنیک: این نوع از مصالح در برابر محرک‌هایی نظیر نور، دما، میدان الکتریکی و تزریق یون برانگیخته می‌شوند و نور تولید می‌کنند. مصالح واکنش‌دهنده به دما: این مصالح با عملکردی برگشت‌پذیر به تغییرات دما واکنش نشان داده و خود را با شرایط محیطی و اقلیمی تطبیق می‌دهند که این نوع از مصالح در سیستم‌های تهویه ساختمان کاربرد هستند. مصالح تغییر رنگ‌دهنده: این نوع مصالح با عملکردی برگشت‌پذیر، در زمان قرارگیری در معرض نور قابلیت تغییر رنگ دارند که از جنبه زیباشناختی کاربرد است. مصالح تغییردهنده مواد درونی: از انواع مصالحی که در برابر تغییرات و فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی دچار تغییر حجم می‌شوند و قادر به تغییر مواد درونی خود هستند که مصالح خود تمیزشونده که معمولاً در نمای ساختمان‌های هوشمند استفاده می‌شوند در این دسته جای دارند (کرجوال و همکاران، ۲۰۱۹).

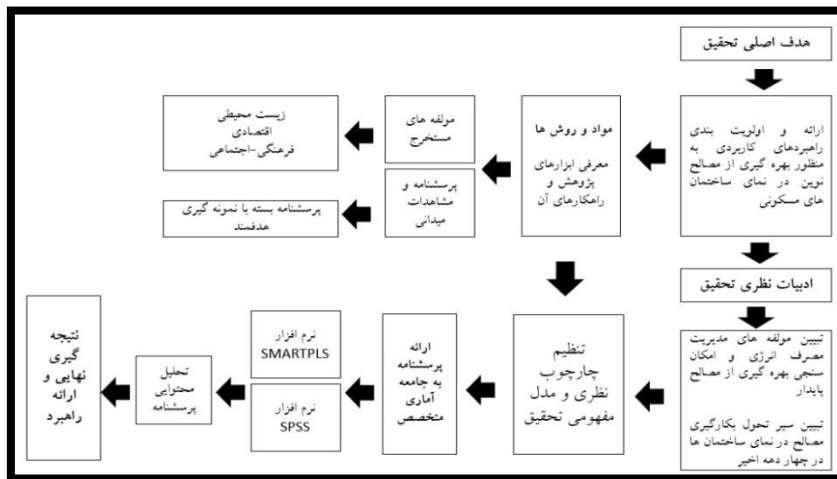
### سیر گرایشات فرم، نما و مصالح بکارگرفته شده در معماری معاصر ایران

با نگاهی به نماهای ساختمانها در سه دوره قاجار، پهلوی و جمهوری اسلامی میتوان روند وضعیت نماهای شهری در تهران در سده اخیر را مشاهده نمود. در دوره قاجار، تأثیرات معماری دوره صفویه که آن هم حاصل سنت چند هزار ساله تاریخ معماری این سرزمین بود، بر کالبد نما وجود دارد. در دوره پهلوی، تاریخ سرزمینی که بستر تجربیات مذکور است در حد بسیار گسترده‌ای کنار گذاشته می‌شود و عناصر و جزئیات بومی در نما حذف می‌شود. در این دوره هویت بومی مغلوب جریان جهانی شدن در عرصه‌های مختلف از جمله معماری و شهرسازی می‌گردد و مسیری متفاوت با امتداد تاریخ این سرزمین برای هویت جامعه برنامه‌ریزی و اجرا می‌گردد و در دوگانه هویت محلی و جهانی شدن، هویت محلی کمرنگ می‌گردد. در دوره جمهوری اسلامی، دوگانگی سنت و تجدد در جامعه رنگی جدید به خود می‌گیرد (خاتمی، ۱۴۰۱: ۶۶). بر این اساس تأثیر مصالح بر سیر گرایشات مذکور قابل چشم‌پوشی نیست. لذا بررسی سیر گرایشات مصالح در نمای ساختمان‌ها نیز بر کیفیت نمای ساختمان‌ها نیز تأثیر فراوانی دارد که گرایشات فرمی و سیربکارگیری مصالح ساختمانی مطابق با جدول زیر قابل ارائه است:



## روش تحقیق

روش تحقیق این پژوهش توصیفی-تحلیلی و پیمایشی می‌باشد. در این پژوهش پس از بررسی مبانی نظری تحقیق، عوامل داخلی و خارجی تاثیر گذار بر کارگیری مصالح نوین در نماهای ساختمان‌های مسکونی شهر تهران به منظور مدیریت و بهره‌وری مصرف انرژی بر مبنای تکنیک سوات ارزیابی می‌گردند و در ادامه داده‌های حاصل با روش‌های کمی مورد سنجش قرار می‌گیرند، بر این اساس در بخش اول و بخش کیفی آن، روش «استدلال منطقی» در فرآیند بررسی مبانی می‌باشد. ابزار گردآوری داده‌ها نیز «مطالعات کتابخانه و رجوع به منابع مطالعاتی» می‌باشد. بخش کمی پژوهش از طریق روش میدانی پرسشنامه‌هایی در اختیار ۵۰ نفر از متخصصان حوزه شهرسازی و معماری گذاشته شده و برای تعیین اعتبار یابی پرسشنامه از Smartpls2 استفاده شده و به جهت اولویت‌بندی داده‌ها از آزمون فریدمن در نرم افزار Spss استفاده شده است. برای سنجش روایی پرسشنامه‌ها، از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است. بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط پژوهشگران و بررسی متون تخصصی و مبانی نظری پژوهش، روند انجام ارتباط پژوهش پیش رو به شرح زیر قابل ارائه است: (شکل-۲)



شکل-۲ مدل مفهومی روند انجام تحقیق

همچنین لازم به ذکر است که مولفه‌های مستخرج به منظور ارائه به جامعه آماری متخصص بر اساس مطالعات صورت گرفته به شرح زیر قابل ارائه است: (جدول-۲)

جدول-۲ ارتباط میان متغیرهای پژوهش بر اساس مطالعات صورت گرفته

شاخص‌ها	مولفه‌ها
کاهش هزینه‌های ساخت	بهره‌گیری از
کاهش میزان هزینه‌های حمل‌ونقل مصالح در پی بومی‌سازی	مصالح نوین در
بهره‌گیری از مصالح بادوام	اقتصادی
امکان بازیافت مجدد مصالح	نمای ساختمان
افزایش حس تعلق در پی بومی‌سازی	به منظور
ارتقاء رضایتمندی و پایداری اجتماعی	مدیریت مصرف
توجه به شاخص‌های زیباشناختی	انرژی
هماهنگی با فرهنگ جامعه به دلیل بومی‌سازی	فرهنگی - اجتماعی
حداقل آسیب به محیط‌زیست	
بهره‌گیری از مصالح طبیعی و بومی	زیست محیطی
عمر طولانی مصالح و قابلیت تجدیدپذیری	
سمی نبودن و کاهش میزان آلودگی	

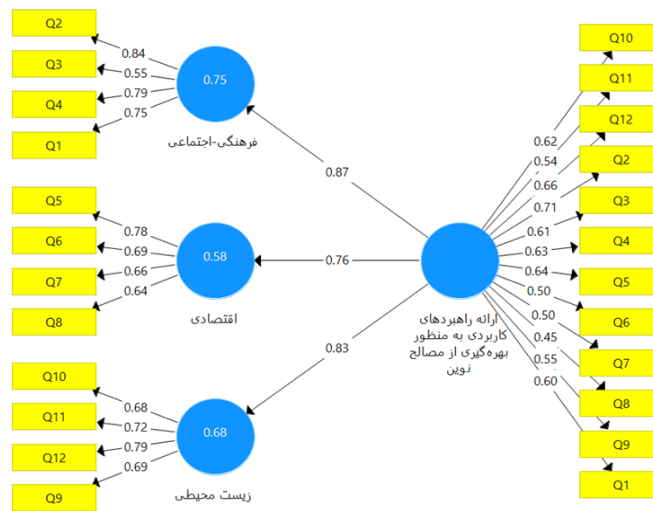
### یافته‌های تحقیق

#### بررسی پایایی گویه‌های پژوهش

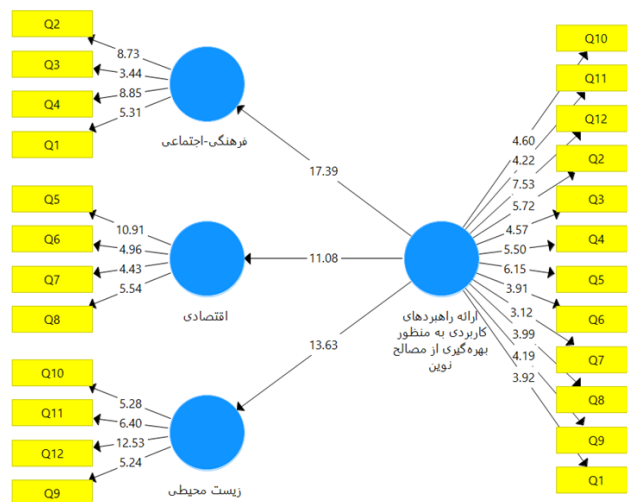
در ابتدا ضرایب گویه‌ها و پایایی مقیاس‌های انتخابی برای اندازه‌گیری متغیرهای مکنون بررسی می‌گردد. طبق جدول ۲ میزان بارهای عاملی و ضرایب معناداری بین گویه‌های هر سازه تعیین شده است که ضریب  $t$  بالای ۱/۹۶ نشانگر رابطه معنادار میان مولفه‌ها و گویه‌ها می‌باشد. پایایی آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی بالاتر از ۰/۷ نشانگر پایایی قابل قبولی است (داوری و رضازاده، ۱۳۹۳؛ ۹۳) که در این پژوهش همه گویه‌ها پایایی مطلوبی دارند (جدول-۳)



در ادامه روابط بین سازه‌ها به لحاظ علی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در واقع با در نظر گرفتن نتایج بررسی روابط بین سازه‌ها با استفاده از ضریب مربوطه می‌توان به بررسی معنی‌دار اثرات بین سازه‌های تحقیق پرداخت. به‌منظور بررسی معنی‌داری ضرایب مسیر از روش بازنمونه‌گیری در حالت ۱۰۰۰ نمونه که در روش حداقل مربعات جزئی توصیه شده (همان، ۱۰۱) استفاده شد. نتایج در اشکال ۳ و ۴ نشان می‌دهد که مدل از اعتبار خوبی برخوردار است.



شکل ۳- بار عاملی و ضریب تعیین مدل اندازه‌گیری



شکل ۴- ضرایب معناداری آزمون t مدل اندازه‌گیری

### بررسی روایی واگرای متغیرهای پژوهش

طبق نتایج حاصل در جدول ۴ مقدار همبستگی میان شاخص‌ها با سازه‌های مربوط به خود (اعداد رنگی ماتریس) از همبستگی میان آن‌ها و سایر سازه بیشتر است که این مطلب گواه مناسب بودن روایی واگرای بارهای عاملی متقابل است (طباطبائی و جهانگرد، ۱۳۹۵؛ ۹۷)

جدول-۴... روایی واگرا به روش بارهای عاملی متقابل

زیست محیطی	اقتصادی	فرهنگی-اجتماعی	
۲۵۵/۰	۴۴۱/۰	۷۴۸/۰	۱Q
۴۵۹/۰	۳۹۸/۰	۸۴۲/۰	۲Q
۶۵۶/۰	۲۷۱/۰	۵۵۳/۰	۳Q
۳۴۰/۰	۳۷۱/۰	۷۹۲/۰	۴Q
۳۷۱/۰	۷۸۴/۰	۴۷۳/۰	۵Q
۲۳۹/۰	۶۹۲/۰	۳۳۷/۰	۶Q
۳۲۹/۰	۶۵۵/۰	۲۸۵/۰	۷Q
۲۴۴/۰	۶۳۸/۰	۲۶۹/۰	۸Q
۶۹۴/۰	۲۴۸/۰	۳۸۳/۰	۹Q
۶۷۵/۰	۴۴۶/۰	۴۰۶/۰	۱۰Q
۷۲۰/۰	۲۴۰/۰	۳۵۱/۰	۱۱Q
۷۸۹/۰	۲۹۵/۰	۵۱۹/۰	۱۲Q

### بررسی روایی همگرا متغیرهای پژوهش

طبق نتایج حاصل از جدول ۵ مقدار روایی همگرا بالای ۰/۵ قابل قبول می‌باشد (فورنل و لارکر، ۱۹۸۷)<sup>۱</sup> و برای متغیرهای با سؤال اندک مقدار ۰/۴ به بالا را هم معیار کافی دانستند (نقل از داوری و رضازاده، ۱۳۹۳؛ ۵۷).

جدول-۵ ماتریس همبستگی روایی همگرا و واگرا فورنل و لارکر

روای همگرا	۱	۲	۳	۴
فرهنگی-اجتماعی	۵۵۰/۰			
	۷۴۲/۰			

1. Fornell & Larcker

اقتصادی	۴۸۳/۰	۵۰۳/۰	۶۹۵/۰	
زیست محیطی	۵۱۹/۰	۵۸۲/۰	۴۳۲/۰	۷۲۱/۰
ارائه راهبردهای				
کاربردی به منظور	۵۴۶/۰	۸۶۷/۰	۷۶۰/۰	۸۲۶/۰
بهره‌گیری از مصالح				
نوبین				۷۴۱/۰

### بررسی شاخص نیکوی برازش

کیفیت مدل ساختاری توسط شاخص قدرت پیش بینی  $Q^2$  نیز محاسبه شد، هدف این شاخص بررسی توانایی مدل ساختاری در پیش بینی کردن به روش چشم پوشی می‌باشد. که براساس این ملاک مدل باید نشانگرهای متغیرهای مکنون درون را انعکاسی را پیش بینی کند. مقادیر مثبت و بالای صفر نشان می‌دهند که مقادیر مشاهده شده خوب بازسازی شده‌اند و می‌توان گفت مدل ساختاری از کیفیت مناسبی برخوردار است (طباطبائی و جهانگرد، ۱۳۹۵؛ ۹۸). شاخص نیکوی برازش طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود. سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ را بعنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی معرفی نمودند که با محاسبه‌ی که از مدل انجام شد.

$$\sqrt{0.525 \times 0.671} = 0.593 = \sqrt{\text{روایی همگرا} \times \text{ضریب تعیین}}$$

جدول-۶... شاخص‌های کیفیت مدل ساختاری

نیکوی برازش	قدرت پیش بینی $Q^2$			روایی همگرا	ضریب تعیین	متغیرهای مکنون وابسته
	$-1Q^2 =$ SSE/SSO	SSE	SSO			
۵۹۳/۰	۳۶۰/۰	۸۲/۱۲۸	۰/۲۰۰	۵۵۰/۰	۷۵۲/۰	فرهنگی-اجتماعی
	۲۵۶/۰	۱/۴۸ ۷۶۲	۰/۲۰۰	۴۸۳/۰	۵۷۸/۰	اقتصادی
	۳۲۱/۰	۱/۳۵ ۷۰۱	۰/۲۰۰	۵۱۹/۰	۶۸۲/۰	زیست محیطی
	-	۰/۶۰۰	۰/۶۰۰	۳۴۶/۰	-	ارائه راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوبین

با توجه به جدول ۶ مقدار قدرت پیش بینی بدست آمده که ضریب مناسبی برخوردار است. مقدار نیکوی برازش بدست آمده از ضریب مطلوبی برخوردار است که مقادیر بدست آمده از مطلوبیت کلی مدل حکایت دارد.

### آزمون t متغیرهای تحقیق

برای بررسی وضعیت متغیرهای مورد مطالعه از آزمون t یک نمونه‌ای استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون در جدول زیر آورده شده است. برای امتیازدهی، میانگین مجموع نمرات سؤالات هر مؤلفه به عنوان مبنا در نظر گرفته شد و با توجه به طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت نقطه برش طیف میانی پرسشنامه، ۲ بوده است که در پژوهش حاضر معیار مقایسه میانگین بدین صورت که میانگین تجربی (۱-۳/۱) در سطح نامطلوب و (۳/۱-۵) در سطح مطلوب ارزیابی شد؛ بنابراین میانگین ملاکی در سطح مطلوب برابر با ۳/۱ می‌باشد (جدول ۷-)

جدول ۷- آزمون t وضعیت گویه‌های ارائه راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوین

متغیر	ابعاد	گویه	متن گویه	میانگین ملاکی = ۳/۱ df=۴۹			آزمون فریدمن		
				میانگین تجربی	تفاوت میانگین	T	معناداری	میانگین رتبه	رتبه
فرهنگی اجتماعی و	ارائه راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوین	q1	افزایش حس تعلق در پی بومی‌سازی	۶۰	۱/۳	۵۰	۴	۶۸/۰	۲
		q2	ارتقا رضایتمندی و پایداری اجتماعی	۳۴	۱/۳	۲۴	۲	۸۶/۰	۳
		q3	توجه به شاخص‌های زیباشناختی	۸۴	۱/۲	۲۶/۰	-	۴۹/۲	۴
		q4	هماهنگی با فرهنگ جامعه در پی بومی‌سازی	۳۴	۱/۴	۲۴	۱	۰۰/۴	۱
		مجموع		۵۳	۱/۳	۴۳	۹	۸۱/۰	خی دو = ۳۲/۶۸ معناداری = ۰/۰۰
اقتصادی		q5	کاهش هزینه‌های ساخت	۲۲	۱/۳	۱۲	۱	۱۱/۰	۳
		q6	کاهش میزان حمل و نقل مصالح	۱۴	۱/۳	۰۴	۰	۴۲/۰	۴
		q7	بهره‌گیری از مصالح بادوام	۳۴	۱/۴	۲۴	۱	۰۰/۴	۱
		q8	امکان بازیافت مجدد مصالح	۰۰	۱/۴	۹۰	۹	۰۹/۰	۲

معنادا ری = ۰/۰۰	خی دو = ۱۹/۶۶	/۰	۱ ۸۴/۱	/۰ ۵۸	/۳ ۶۸	مجموع	وع
۲	۷۳/۲	/۰	۱ ۶۱/۱	/۱ ۱۰	/۴ ۲۰	حدافل آسیب به محیط زیست	q9
۴	۶۴/۱	/۰	۲ ۳۷/	/۰ ۲۴	/۳ ۳۴	بهره گیری از مصالح طبیعی و بومی	q10
۱	۱۵/۳	/۰	۱ ۹۰/۴	/۱ ۳۶	/۴ ۴۶	عمر طولانی مصالح و قابلیت تجدید پذیری	q11
۳	۴۸/۲	/۰	۸ ۷۲/	/۰ ۸۸	/۳ ۹۸	سمی نبودن و کاهش میزان آلودگی	q12
معناداری = ۰/۰۰	خی دو = ۷۵/۴۶	/۰	۲ ۴۶/۰	/۰ ۹۰	/۴ ۰۰	مجموع	
-	-	/۰	۲ ۳۸/۴	/۰ ۶۳	/۳ ۷۳	مجموع	

نتایج حاصل از آزمون t نمونه‌ای از بعد فرهنگی-اجتماعی نشان می‌دهد که گویه‌های ۱، ۲، ۴ در سطح مطلوب ( $p < 0/05$ ) و میانگین ملاکی بالاتر از ۳/۱ قرار گرفته است و گویه‌های ۳ در سطح نامطلوب ( $p < 0/05$ ) و میانگین ملاکی کمتر از ۳/۱ قرار گرفته است. در نهایت بعد فرهنگی-اجتماعی در سطح مطلوب ( $p < 0/05$ ) و میانگین ملاکی بالاتر از ۳/۱ قرار گرفته است. با استفاده از آزمون فریدمن اولویت گویه‌های بعد فرهنگی-اجتماعی به ترتیب اهمیت گزارش شد؛ بنابراین اهمیت گویه «هماهنگی با فرهنگ جامعه در پی بومی‌سازی» و گویه «توجه به شاخص‌های زیباشناختی» به ترتیب به‌عنوان رتبه نخست و آخر را به خود اختصاص گرفت. معناداری ضریب خی دو آزمون فریدمن نشان از وجود اهمیت و اولویت در سطح گویه‌های بعد فرهنگی-اجتماعی دارد. همچنین نتایج حاصل از آزمون t نمونه‌ای از بعد اقتصادی نشان می‌دهد که گویه‌های ۷ و ۸ در سطح مطلوب ( $p < 0/05$ ) و میانگین ملاکی بالاتر از ۳/۱ قرار گرفته است. و گویه‌های ۵ و ۶ در سطح نسبتاً مطلوب ( $p > 0/05$ ) و میانگین ملاکی هم‌تراز از ۳/۱ قرار گرفته است. در نهایت بعد اقتصادی در سطح مطلوب ( $p < 0/05$ ) و میانگین ملاکی بالاتر از ۳/۱ قرار گرفته است. با استفاده از آزمون فریدمن اولویت گویه‌های بعد اقتصادی به ترتیب اهمیت گزارش شد؛ بنابراین اهمیت گویه «بهره‌گیری از مصالح بادوام» و گویه «کاهش میزان حمل و نقل مصالح» به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین امتیاز را دارا بودند. معناداری ضریب خی دو آزمون فریدمن نشان از وجود اهمیت و اولویت در سطح گویه‌های بعد اقتصادی دارد. در نهایت

نتایج حاصل از آزمون t نمونه‌ای از بعد زیست محیطی نشان می‌دهد که همه گویه‌ها در سطح مطلوب ( $p < 0/05$ ) و میانگین ملاکی بالاتر از ۳/۱ قرار گرفته است. در نهایت بعد زیست محیطی در سطح مطلوب ( $p > 0/05$ ) و میانگین ملاکی هم‌تراز از ۳/۱ قرار گرفته است. با استفاده از آزمون فریدمن اولویت گویه‌های بعد زیست محیطی به ترتیب اهمیت گزارش شد؛ بنابراین اهمیت گویه «عمر طولانی مصالح و قابلیت تجدیدپذیری» و گویه «بهره‌گیری از مصالح طبیعی و بومی» به ترتیب به‌عنوان رتبه نخست و آخر را به خود اختصاص داد. معناداری ضریب خی دو آزمون فریدمن نشان از وجود اهمیت و اولویت در سطح گویه‌های بعد زیست محیطی دارد.

جدول ۸- آزمون t وضعیت ابعاد راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوین

رتبه	آزمون فریدمن		df=۴۹ میانگین ملاکی = ۳/۱			ابعاد	متغیر
	میانگین رتبه	معناداری	T	تفاوت میانگین	میانگین تجربی		
۳	۵۸/۱	۰۰/۰	۸۱/۹	۴۳/۰	۵۳/۳	فرهنگی-اجتماعی	ارائه راهبردهای
۲	۸۲/۱	۰۰/۰	۸۴/۱۱	۵۸/۰	۶۸/۳	اقتصادی	کاربردی به
۱	۶۰/۲	۰۰/۰	۴۶/۲۰	۹۰/۰	۰۰/۴	زیست محیطی	منظور بهره‌گیری
معناداری = ۰۰/۰	خی دو = ۸۸/۳۲	۰۰/۰	۳۸/۲۴	۶۳/۰	۷۳/۳	مجموع	از مصالح نوین

با استفاده از آزمون فریدمن اولویت ابعاد راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوین به ترتیب اهمیت گزارش شد؛ که بر اساس آن اهمیت بعد «زیست‌محیطی» و بعد «فرهنگی-اجتماعی» به ترتیب به‌عنوان رتبه نخست و آخر را به خود اختصاص داد. معناداری ضریب خی دو آزمون فریدمن نشان از وجود اهمیت و اولویت در سطح ابعاد راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوین دارد.

### بحث و نتیجه‌گیری

همانگونه که پیش‌تر ذکر گردید، مدیریت و کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی، از جمله در نمای ساختمان‌ها به دلیل تبادل بالای حرارت و انرژی، به یک ضرورت تبدیل گردیده است. با این حال شیوه‌های سنتی و بومی غیرفعال کاهش مصرف انرژی به تنهایی پاسخگوی این مهم نمی‌باشند. با توجه به آنکه نما ساختمان عامل اساسی در کاهش / افزایش مصرف انرژی در ساختمان می‌باشد، بهره‌گیری از مصالح نوین در ساختمان‌ها می‌تواند در جهت مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌ها کاربردی باشد. لذا این پژوهش به ارائه و اولویت‌بندی راهبردهای کاربردی به منظور بهره‌گیری از مصالح نوین در نمای ساختمان‌های مسکونی شهر تهران جهت مدیریت مصرف انرژی پرداخت. نتایج تحقیق که از طریق تلفیق دو روش کیفی و کمی بدست آمده است، نشان می‌دهند که سه بعد فرهنگی-اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی تاثیر متفاوتی بر مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی ایفا می‌کنند. بر اساس یافته‌ها بعد «زیست‌محیطی» با میانگین رتبه‌ای ۲,۶۰ بالاترین تاثیر را از منظر مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی ایفا می‌کند. در ادامه بعد «اقتصادی» با میانگین رتبه‌ای ۱,۸۲ و بعد «فرهنگی-اجتماعی» با میانگین رتبه‌ای ۱,۵۸ به ترتیب بعد از بعد «زیست‌محیطی» بیشترین تاثیر را به منظور مدیریت مصرف انرژی از طریق بکارگیری مصالح نوین در نمای ساختمان‌ها ایفا می‌کنند. بر این اساس می‌توان ادعان نمود که یکی از علل عدم اجرایی بودن پژوهش‌های مرتبط با کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها را توجه بیشتر طراحان به جنبه‌های زیست‌محیطی و مزایای آن اشاره کرد. در حالی که توجه به راهبردهای فرهنگی-اجتماعی و شاخص‌های وابسته به آن در عین توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی در فرهنگ‌سازی و تشویق عوام در توسعه اهداف زیست‌محیطی بهره‌گیری از مصالح نوین می‌تواند کاربردی باشد. با استناد به مطالعات نظری، بررسی وضع موجود و تحلیل

پرسشنامه‌ها، پیشنهاد می‌شود تا طراحان در هنگام طراحی نما به منظور مدیریت مصرف انرژی در ساختمان به عامل بومی‌سازی و ویژگی‌های فرهنگی-اجتماعی و بومی منطقه به عنوان عاملی پایه‌ای و اولیه در جهت تحقق اهداف زیست‌محیطی مدیریت مصرف انرژی در نظر گرفته شود. در همین راستا با توجه به اقلیم و محدوده طراحی، پیش از استفاده از مصالح نوین بایستی از مصالح بومی و سازگار با محیط‌زیست با حداقل دخالت و آسیب به طبیعت بهره گرفته شود. این مهم باعث مصرف کمتر انرژی و حمل و نقل کمتر مصالح و در پی آن مصرف کمتر سوخت‌های فسیلی می‌گردد. لذا یکی از راهکارهای قابل ارائه، استفاده از دیوار خشک با توجه به عملکرد حرارتی مطلوب آن به منظور کاهش مصرف انرژی و مدیریت آن می‌باشد و با این حال با توجه به آنکه مصالح بومی به تنهایی پاسخگوی راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان نمی‌باشند بهتر است در نمای ساختمان از مصالحی استفاده شود که با شاخص‌های زیست‌محیطی و اقتصادی پایدار نیز تطابق داشته باشد که در این راستا آلومینیوم به عنوان یکی از مصالح نوین در نمای کامپوزیت ساختمان به دلیل مصرف انرژی کمتر، انرژی نهفته کمتر، قابلیت بازیافت و تجزیه‌پذیر بودن و نهایتاً حفظ آب نسبت به سایر مصالح (به عنوان مثال بتن) از لحاظ مصرف انرژی کارایی بالاتری دارد. یکی از برجسته‌ترین خصوصیات ورق‌های آلومینیوم کامپوزیت در مقابل شرایط محیطی می‌باشد که مقاومت بالایی نسبت به تغییرات آب و هوایی محیطی (رطوبت، حرارت و اشعه خورشید) و اقلیم‌ها و شرایط جغرافیایی و اقلیمی دارا است. از طرفی بدلیل وجود پلی اتیلن فشرده در مرکز دو لایه آلومینیوم، ورق کامپوزیت آلومینیوم بهترین عایق حرارتی می‌باشد که باعث صرفه جویی در اتلاف انرژی در ساختمان می‌شود. با این حال همانگونه که پیش‌تر اشاره شد، کارایی هر مصالح به شرایط فرهنگی-اجتماعی آن منطقه وابسته است و به این مهم در انتخاب مصالح بایستی توجه نمود.

## منابع

- برزگر، اسما، نوراللهی، مجتبی، آرایش، محمدباقر. (۱۴۰۲). ارائه مدل مفهومی با تأکید بر مؤلفه‌های اثربخش در هویت نماهای شهری بر اساس روش فراترکیب. هویت شهر، سال ۱۷، شماره ۵۳، صص ۸۷-۱۰۲.
- بهنوا بابک، پورزرگر محمدرضا. (۱۴۰۰). نقش مصالح نوین ساختمانی بر پویایی نما در چهار دهه اخیر معماری ایران ۱۳۵۹-۱۳۹۹. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی. ۱۱ (۳): ۴۹-۶۶.
- حسینعلی پور، مجتبی، و حقیقی، حسین. (۱۳۸۹). راهبرد صنعتی‌سازی ساختمان در چشم انداز بیست ساله کشور (مطالعه موردی امکان‌سنجی استفاده از LSF در تهران). راهبرد، ۱۹ (۵۷) (بخش ویژه بررسی‌های اقتصادی)، ۳۲۵-۳۳۹.
- حسینی، اکرم. (۱۳۹۰). تبیین و تدوین گرایش‌های معماری معاصر ایران پس از انقلاب اسلامی (مطالعه معماری سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۶۰ شهر تهران). هویت شهر، ۵ (۸)، ۱۷-۲۶.
- خاتمی سیدمهدی. (۱۴۰۱). واکاوی چالش‌های هویت نماهای ساختمانی و نقش گروه‌های مؤثر در شکل‌گیری آن در شهر تهران. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی. ۱۲ (۳): ۶۳-۷۸.
- داوری، علی؛ رضازاده، آرش. (۱۳۹۳). مدل‌سازی معادلات ساختاری با نرم افزار PLS. تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.
- طباطبائی، سیدسجاد و جهانگرد، حمیده (۱۳۹۵). تحلیل ساختاری خودکارآمدی تصمیم‌گیری شغلی بر اطمینان تصمیم‌گیری شغلی با میانجی‌گری ابعاد فرصت‌یابی حرفه‌ای. فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌نامه تربیتی. ۱۱ (۴۷): ۸۵-۱۱۲.
- فرج زاده اصل، منوچهر، احدنژاد، محسن، و امینی، جمال. (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی منطقه ۹ شهرداری تهران). مطالعات و پژوهش‌های شهری منطقه ای، ۳ (۹)، ۱۹-۳۶.
- قدوسی‌فر، سیدمهدی، فرامرزی اصلی، مهسا. (۱۴۰۱). تحلیل نمای دو پوسته متحرک در بهره‌وری مصرف انرژی در پایداری ساختمان‌های مسکونی شهر تبریز. پایداری، توسعه و محیط زیست. ۳ (۴): ۲۱-۴۱.
- کریمی، سروه، اعتصام، ایرج، شاهچراغی، آزاده. (۱۳۹۹). تحلیل و بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر ادراک نماهای شهری از منظر پدیدارشناسی. مطالعات هنر اسلامی. ۱۶ (۳۸): ۳۴۴-۳۶۰.
- گرجی یوسف، حاج ابوطالبی الناز. (۱۳۸۸). مصالح هوشمند و نقش آن در معماری مسکن و محیط روستا. ۲۸ (۱۲۷): ۶۶-۸۱.
- مقررات ملی ساختمان. (۱۳۸۸). مبحث نوزدهم، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، دفتر ترویج مقررات ملی ساختمان (وزارت مسکن و شهرسازی)، معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان، نشر توسعه ایران، چاپ نهم.
- مرادخانی، ایوب، نیکقدم، نیلوفر، طاهباز، منصوره. (۱۳۹۷). شاخص‌های مؤثر بر مصرف انرژی

- الگوهای مسکن در مقیاس محله با تأکید بر کارآیی انرژی (نمونه موردی: شهر سنندج). فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی. ۱۱(۱۱). ۳۵۸-۳۹۹.
- مداحی، سید مهدی؛ و توانائی، فهیمه. (۱۳۹۸). بهینه‌سازی عملکرد حرارتی جداره‌های خارجی یک ساختمان مسکونی میان‌رتبه در اقلیم سرد و خشک با بهره‌گیری از نرم‌افزار شبیه‌ساز انرژی (نمونه موردی: شهر مشهد). مهندسی و مدیریت انرژی. ۹(۳)، ۱۰۸-۱۲۱.
  - مداحی، سیدمهدی، و عباسی، مهسا. (۱۳۹۸). تحلیل رفتار حرارتی پوسته خارجی\_نمایی ساختمان با مصالح و تکنولوژی‌های اجرای سنتی و نوین با هدف بهینه‌سازی مصرف انرژی. مورد مطالعاتی: ساختمان‌های مسکونی شهر مشهد. معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۱۲(۲۹)، ۱۶۷-۱۸۳.
  - نصر، طاهره. (۱۳۹۶). جایگاه «نشانه‌های شهری» در واکاوی مؤلفه‌های «هویت» و «فرهنگ» در سیمای شهر ایرانی (مطالعه موردی: بررسی سیمای شهر شیراز). هویت شهر، سال ۱۱، شماره ۲۹، صص ۱۷-۲۸.
  - نظری، احد، ترابی، محمدرضا. (۱۴۰۱). شناسایی عوامل مؤثر بر کیفیت طراحی نمای ساختمان‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها؛ با رویکرد فازی. معماری و شهرسازی ایران. ۱۳(۲). ۲۸۱-۲۹۵.
  - Button, K(2002). City Management and Urban Environmental Indicators. Ecological Economics.; volume 40, issue ,233-2:217 40.
  - Capeluto, I. G. & Ochoa, C. E. (2014). Simulation-based method to determine climatic energy strategies of an adaptable building retrofit facade system. Energy, 76, 375-384
  - Carvajal-Arango, D., Bahamón-Jaramillo, S., Aristizábal-Monsalve, P., VásquezHernández, A., & Botero, L. F. B. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during
  - Dall'O, G. Galante,A. & Pasetti, G. (2012). A methodology for evaluating the potential energy savings of retrofitting residential building stocks. Sustainable Cities and Society, 4(1), 12-21.
  - Fornell, C., & Larcker, D. F. (1987). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. Journal of Marketing Research, 18(1). 39-50.
  - Susca, T., (2019). Green roofs to reduce building energy use? A review on key structural factors of green roofs and their effects on urban climate, Build. Environ.162:106273.
  - U,S. Green Building Council. (2011). LEED for Homes Rating System. California: U.S. Green Building Council.
  - Vettorato, D. (2011). Bridging Urban Morphology and Energy Performance Analysis. In 47th ISOCARP Congress (pp. 1-12).
  -