The Development Of Residential Buildings In Optimizing Energy Consumption And The Social And Cultural Impacts Based On Economic Performance In Cold Climates

Alireza Mohtadi[1], *Mohammad Ghomeishi*[2*], *Ali Dehghanbanadaki*[3]
(Received: 2024.08.01- Acceptance:2024.08.08)

Abstract

Today, social, cultural, and economic impacts play a fundamental role in the development of residential buildings in optimizing energy consumption, particularly in cold climates. Given the increasing importance of sustainability and energy optimization in the cultural transformation of residential construction, this study employs experimental research methods to collect and analyze data based on existing standards. Specifically, the main goal of this research is to examine the social, cultural, and economic impacts on improving energy performance in residential buildings. The results indicate that optimizing energy consumption in residential buildings not only helps reduce energy costs but also enhances the quality of life and satisfaction of residents. This research demonstrates that considering economic and social factors in the design and construction of residential buildings can lead to sustainable development and improved living standards in cold regions. The use of additives in concrete for precast concrete structures in cold climates can reduce building energy consumption by up to 23%. This improvement in the exterior envelope of buildings leads to lower energy consumption and promotes a culture of energy use in cold regions. As a result, the study examines successful examples of construction projects in cold climates and introduces innovative solutions and advanced technologies in energy optimization. Reviewing these examples shows that the use of modern technologies such as precast concrete walls, advanced insulation, efficient heating systems, and the utilization of renewable energy sources can significantly reduce energy consumption while preserving the environment and enhancing the cultural community of residents.

Key Words: Social & Cultural Impacts, Community, Residential Buildings, Energy Consumption, Cold Climate.

*This Article Is Extracted from The Doctoral Thesis Of 'Alireza Mohtadi', Titled "00000", Under The Supervision Of 'Dr. Mohammad Ghomeishi', & Advisory Of 'Dr. Ali Dehghan Banadaki'.

1.Ph.D. Student in Architecture, Department of Architecture, Damavand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Mohtadi.a@gmail.com

*2.Assistant Professor, Department of Architecture, Damavand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author): ghomeishi.m@gmail.com

3.Associate Professor, Department of Civil Engineering, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran. Dehghanbanadaki.a@gmail.com

توسعهٔ اجتماع ابنیه‌های مسکونی در بهینه‌سازی مصرف انرژی و تأثیرات اجتماعی و فرهنگی مبتنی‌بر عملکردهای اقتصادی در اقلیم سرد

علیرضا مهتدی[۱]، محمد قمیشی[۲*]، علی دهقان بنادکی[۳]

(دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۱ - پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۵/۱۸)

چکیده

امروزه تأثیرات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی بر توسعهٔ اجتماع ابنیه‌های مسکونی در بهینه‌سازی مصرف انرژی در دسته‌بندی‌های اقلیمی به‌ویژه اقلیم سرد نقش اساسی داشته است. باتوجه‌به اهمیت روزافزون پایداری و بهینه‌سازی مصرف انرژی در حوزهٔ تحولات فرهنگی ساخت‌وساز مسکونی، این مطالعه با بهره‌گیری از روش‌تحقیق آزمایشی، داده‌ها را براساس استانداردهای موجود جمع‌آوری و تحلیل کرده است. به‌طورخاص، هدف اصلی این پژوهش، واکاوی تأثیرات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در بهبود عملکرد انرژی بر ابنیه‌های مسکونی می‌باشد. نتایج حاکی ازآن است‌که بهینه‌سازی مصرف انرژی در ابنیه‌های مسکونی نه‌تنها به کاهش هزینه‌های انرژی کمک می‌کند، بلکه باعث توسعهٔ کیفیت زندگی و افزایش رضایت‌مندی ساکنین نیز می‌شود. این تحقیق نشان می‌دهد که توجه‌به ملاحظات اقتصادی و اجتماعی در طراحی و ساخت ابنیه‌های مسکونی می‌تواند به توسعهٔ پایدار و ارتقاء نقش زندگی در مناطق سردسیر منجر شود. استفاده‌از مواد مضاف در بتن برای سازه‌های پیش‌ساخته بتنی در اقلیم‌های سرد می‌تواند مصرف انرژی ساختمان‌ها را تا ۲۳درصد کاهش دهد. این بهبود عملکرد جدارهٔ خارجی ساختمان موجب کاهش مصرف انرژی و ارتقاء فرهنگ استفاده‌از انرژی در مناطق سرد می‌شود. درنتیجه، جستار به‌بررسی نمونه‌های موفق از پروژه‌های ساختمانی در اقلیم‌های سرد پرداخته و راهکارهای نوین و فناوری‌های پیشرفته در بهینه‌سازی مصرف انرژی را معرفی می‌کند. بررسی این نمونه‌ها نشان می‌دهد که استفاده‌از فناوری‌های نوین نظیر؛ جداره‌های بتنی پیش‌ساخته، عایق‌بندی پیشرفته، سیستم‌های گرمایشی کارآمد و بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی مصرف انرژی را کاهش داده و درعین‌حال به حفظ محیط‌زیست و اجتماع فرهنگ ساکنان کمک کند.

واژه‌های کلیدی: تأثیرات اجتماعی و فرهنگی، اجتماع، ابنیه‌های مسکونی، مصرف انرژی، اقلیم سرد.

---

*این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری «علیرضا مهتدی»، باعنوان «بهبود عملکرد دیوارهای پیش‌ساختهٔ بتنی ساختمان به‌منظور کاهش مصرف انرژی در اقلیم سرد »، است‌که به راهنمایی «دکتر محمد قمیشی»، و مشاورهٔ «دکتر علی دهقان بنادکی»، استخراج شده است.

۱.دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد قشم، دانشگاه آزاداسلامی، قشم، ایران. Mohtadi.a@gmail.com

۲.استادیار گروه معماری، واحد دماوند دانشگاه آزاداسلامی، دماوند، ایران. (نویسندهٔ مسئول): ghomeishi.m@gmail.com

۳.دانشیار گروه عمران، واحد دماوند، دانشگاه آزاداسلامی، دماوند، ایران. Dehghanbanadaki.a@gmail.com

مقدمه

برقراری ارتباط با دیگران از نیازهای ذاتی و فطری انسان‌هاست و ازآنجاکه انسان‌ها به لحاظ زبانی، قومی، نژادی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی تفاوت‌هایی دارند. تنها راه برقراری ارتباط سالم و فارغ از ستیزه‌جویی، وجود مدارای اجتماعی بین آنها است. همزیستی موضوعی است که همیشه و در طول تاریخ وجود داشته و انسان‌ها همواره در پی آن بوده‌اند که راه‌ها و شیوه‌های زندگی مسالمت‌آمیز را در کنار یکدیگر بیابند. در جوامع گذشته، تنوع فرهنگ‌ها، زبان و اقوام و همچنین دیگر عناصر که بدون داشتن حداقلی از مدارای اجتماعی و تحمل عقاید متفاوت و مخالف، زندگی کردن در وضعیت عادی غیرممکن خواهد بود.

توسعهٔ اجتماعی ابنیه‌های مسکونی با محوریت بهینه‌سازی مصرف انرژی، به‌عنوان یکی‌از الزامات اساسی در توسعهٔ پایدار و تعاملات فرهنگی، نقش به‌سزایی در بهبود کیفیت زندگی و کاهش هزینه‌های اقتصادی دارد (صادق ابربکوه، طلایی، کابلی، ۱۴۰۱: ۱۱۷۳-۱۱۵۳). در اقلیم‌های سرد، که نیاز به گرمایش بیشتر است، این اهمیت دوچندان می‌شود. پژوهش‌ها و گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که استفاده‌از فناوری‌های پیشرفته و طراحی‌های نُوین درحال توسعه می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی در کاهش مصرف انرژی مؤثر باشد (محمودی، محمدمهدی. نیوی، سحر. ۱۳۹۰: ۵۲-۳۵). بررسی ویژگی‌های اقلیمی مناطق سرد و تأثیر آن بر طراحی ابنیه‌های مسکونی، اولین‌گام در بهینه‌سازی مصرف انرژی است. اقلیم‌های سرد به‌دلیل نیاز بالای به گرمایش، یکی‌از چالش برانگیزترین اقلیم‌ها برای اجتماع بهینه‌سازی مصرف انرژی هستند. استفاده‌از عایق‌های حرارتی با کارایی بالا، پنجره‌های چندجداره، و سیستم‌های گرمایشی پیشرفته می‌تواند به‌میزان قابل‌توجهی از تلفات حرارتی جلوگیری کند و بهره‌وری انرژی را افزایش دهد. ازمنظر اجتماعی، بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی ساکنان کمک شایانی کند. کاهش هزینه‌های انرژی، به‌ویژه در مناطق سردسیر، به‌معنی کاهش فشار اقتصادی بر خانواده‌ها و افزایش توان مالی برای سایر نیازهای زندگی است. گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که این کاهش هزینه می‌تواند به افزایش رضایت و خوش‌بختی ساکنان منجر شود (هاشمی، حیدری، ۱۳۹۱: ۸۶-۷۵). علاوه‌براین، ابنیه‌های بهینه‌سازی شده ازنظر انرژی معمولاً از راحتی و آسایش بیشتری برخوردار هستند، که این نیز به افزایش کیفیت زندگی کمک می‌کند. به‌طورخاص، تأثیرات فرهنگی بهینه‌سازی مصرف انرژی نیز به‌همان اندازه اهمیت دارد. ترویج فرهنگ مصرف بهینه انرژی و تبیین منابع طبیعی به‌صورت پایدار،

می‌تواند به تغییر رفتارهای اجتماعی و ایجاد نگرش‌های مثبت نسبت‌به محیط‌زیست کمک کند (دولت و دیگران، ۱۴۰۳: ۲۰۳-۱۷۷). مطالعات نشان می‌دهد که آموزش دراین زمینه می‌تواند نسل‌های آینده را به مصرف بهینه‌تر و پایدارتر انرژی ترغیب کند.عملکردهای اقتصادی در توسعهٔ اجتماعی ابنیه‌های مسکونی بهینه‌سازی شده ازنظر انرژی نیز بسیار حائزاهمیت است. کاهش مصرف انرژی به‌معنی کاهش هزینه‌های تولید و توزیع انرژی است‌که می‌تواند به کاهش قیمت‌ها و افزایش رقابت‌پذیری اقتصادی کمک کند (کریمی، صفاری‌نیا، ۱۳۸۴: ۸۳-۶۹). براساس آخرین تحقیقات، استفاده‌از فناوری‌های نوین و سبز می‌تواند به‌ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش اشتغال کمک کند، که این خود به توسعهٔ اقتصادی پایدار منجر می‌شود.

در نتیجه، توجه‌به بهینه‌سازی مصرف انرژی در ابنیه‌های مسکونی و تأثیرات اجتماعی و فرهنگی آن، نیازمند همکاری و هماهنگی بین دولت‌ها، شرکت‌های خصوصی، و مردم است. سیاست‌گذاری‌های مؤثر، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین و افزایش آگاهی عمومی از اهمیت این مسئله، می‌تواند به دستیابی به اهداف توسعهٔ پایدار و بهبود کیفیت زندگی در اقلیم‌های سرد کمک کند. این رویکرد جامع، می‌تواند راهگشای بسیاری از چالش‌های موجود در زمینهٔ مصرف انرژی و توسعهٔ اجتماعی باشد

طرح‌مسئله

توجه‌به ویژگی‌های اقلیمی و تأثیری که تغییرات اجتماعی و فرهنگی براین ویژگی‌ها در شکل‌گیری ابنیه، به‌خصوص ابنیه‌های مورداستفادهٔ انسان و به‌طورکلی اجتماع محیط‌های مسکونی و اداری می‌گذارند (اکبری، طالبی، جلائی، ۱۳۹۵: ۲۶-۱). ازنظر افزایش عمر مفید ابنیه، راحتی کاربران، صرفه‌جویی در مصرف انرژی موردنیاز و همچنین کاهش مصرف انرژی در مقیاس کلان از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است.

با نگرش به موقعیت و وضعیت خاص طبیعی جغرافیایی ایران، اختلاف حدود ۱۵درجه عرض جغرافیایی بین شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین نقاط شهری کشور و اختلاف بیش‌از ۲۵۰۰متر بین ارتفاع مرتفع‌ترین و پست‌ترین این نقاط، وجود دیوارهٔ بلند و یکپارچه بین رشته‌کوه‌های البرز در شمال و رشته‌کوه‌های مرتفع زاگرس در امتداد شمال‌غربی به جنوب‌شرقی و وجود دریای مازندران در مرز شمالی و خلیج‌فارس و دریای عمان در مرز جنوبی-شرایط آب‌وهوایی کاملاً متفاوتی را در اجتماع و نقاط مختلف این کشور پهناور پدید آورده است. طبیعی است‌که این تنوع در تبیین تغییرات اجتماعی-

فرهنگی آب‌وهوایی، لزوم پیش‌بینی شکل خاصی از محیط‌های انسان‌ساخت را برای هریک از مناطق اقلیمی مختلف ضروری سازد.

ضرورت پژوهش

توسعهٔ اجتماع ابنیه‌های مسکونی در اقلیم‌های سرد به‌دلیل نیاز مبرم به بهینه‌سازی مصرف انرژی، از اهمیت بالایی برخوردار است. دراین مناطق، هزینه‌های گرمایش و سرمایش می‌تواند بخش عمده‌ای از هزینه‌های خانوار را تشکیل دهد (دلاویز، مرتضوی‌اصل، سینایی، ۱۴۰۱: ۸۰-۵۳). به‌همین‌دلیل، استفاده‌از فناوری‌های نوین و طراحی‌های پایدار امری ضروری است. به‌طورخاص، ابنیه‌های بهبودیافته، در بسیاری از مناطق کشور ما می‌تواند با کمترین هزینه، مصرف سوخت‌های فسیلی و استفاده‌از وسایل کنترل‌کنندهٔ مکانیکی، شرایط حرارتی مناسبی را در تمام طول سال به اجتماع ساکنان خود عرضه نماید. علاوه‌براین، تعاملات فرهنگی در معماری سنتی ایران که در بسیاری از مناطق همچنان رایج است، نیازمند تطبیق با فناوری‌های مدرن برای افزایش بهره‌وری انرژی است (دبدبه، ۱۴۰۳: ۸۶). این پژوهش، باتکیه‌بر عملکردهای اقتصادی و تحلیل‌های جامع، به‌دنبال ارائهٔ راهکارهایی است‌که نه‌تنها ازنظر انرژی کارآمد باشند، بلکه در بهبود شاخص‌های اجتماعی و فرهنگی جوامع نیز مؤثر واقع شوند.

یکی‌از راهکارهای مؤثر دراین زمینه، تلفیق توسعهٔ اجتماع ابنیه‌های مسکونی بااستفاده‌از جداره‌های بتنی پیش‌ساخته است. جداره‌های بتنی پیش‌ساخته به‌دلیل ویژگی‌های عایق‌بندی حرارتی بالا، می‌توانند از اتلاف حرارت در فصول سرد جلوگیری کرده و به حفظ دمای داخلی کمک کنند. این روش ساخت‌وساز، علاوه‌بر کاهش هزینه‌های گرمایش، می‌تواند سرعت ساخت را افزایش داده و کیفیت اجرای پروژه‌ها را نیز بهبود بخشد. بادرنظرگرفتن شرایط اقلیمی ایران، به‌ویژه در مناطق سردسیر، استفاده‌از جداره‌های بتنی پیش‌ساخته می‌تواند به‌عنوان یک راهکار عملی و پایدار در کاهش مصرف انرژی و ارتقای بهره‌وری اقتصادی و زیست‌محیطی در توسعهٔ مسکن به‌کار گرفته شود. این پژوهش با بررسی نمونه‌های موفق داخلی و بین‌المللی و ارائهٔ راهکارهای بومی‌شده، می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی، کاهش هزینه‌ها، و حفظ و تقویت هویت‌فرهنگی مناطق سردسیر ایران کمک شایانی نماید.

آیندهٔ انرژی جهانی: چالش‌ها، فرصت‌ها و تأثیرات اجتماعی

پیش‌بینی‌های انجام شده از دورنمای جهانی انرژی می‌تواند چالش‌ها، فرصت‌ها و تأثیرات اجتماعی تبیین آورد. افق‌های زمانی مختلف ۲۰۳۵ و ۲۰۴۰ و ۲۰۵۰میلادی حاکی‌از آن است‌که تقاضای انرژی اولیه افزایش خواهد یافت و سوخت‌های فسیلی شامل؛ نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ، علی‌رغم کاهش سهم شان در ترکیب جهانی، همچنان سهم غالب را در تقاضای انرژی اولیه توأمان با تعاملات فرهنگی خواهند داشت. براساس برخی ازاین پیش‌بینی‌ها، مصرف انرژی طی ۳۰سال آینده بیش‌از ۵۰درصد افزایش خواهد یافت که عمدهٔ این رشد متعلق به کشورهای غیرِ عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه است. در بخش عرضه، سریع‌ترین رشد متعلق به گازطبیعی و انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود (منظور، کهن هوش‌نژاد، ۱۳۹۳: ۱۴۹-۱۲۹).

مصرف انرژی در ایران: وضعیت کنونی، مسیر پیش‌رو و اثرات فرهنگی

ایران با داشتن ۱درصد از جمعیت جهان، ۹درصد از فرآورده‌های نفتی دنیا را مصرف می‌کند. این اثرات اجتماعی در سال‌های اخیر رشد مصرف انرژی درجهان سالانه ۱تا۲درصد و در ایران ۵تا۸درصد بوده است (ذبیحی، ۱۳۹۰: ۳۱۰-۲۴۳).

مصرف انرژی در معماری ایران: مقایسه با سایر بخش‌ها در اجتماع

براساس نگرش اجتماع و ترازنامهٔ انرژی بین سال‌های ۱۳۸۴الی۱۳۹۷شمسی، برای بازهٔ زمانی ۱۴ساله، مصرف انرژی در معماری حدوداً به‌طور میانگین ۳۸/۵۰درصد را به‌خود اختصاص می‌دهد. این اطلاعات برپایهٔ (جدول ۱)، موردواکاوی قرار گرفته است.

جدول ۱: مقایسهٔ میزان نگرش اجتماع انرژی از سال ۱۳۸۴تا۱۳۹۷
(مأخذ: جمع‌آوری توسط نگارندگان از منابع ترازنامهٔ انرژی ۱۳۹۸)

سال	۹۷	۹۶	۹۵	۹۴	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	۸۷	۸۶	۸۵	۸۴
خانگی عمومی تجاری	۴۹۸/۳	۴۶۷/۰	۴۸۵/۹	۴۵۵/۲	۴۴۳/۷	۴۳۸/۷	۴۰۵/۴	۴۳۰/۲	۴۲۲	۴۲۹/۷	۴۱۵	۳۳۲/۹	۴۱۰/۵	۳۶۹/۲
کل	۱۴۴۵/۷	۱۳۶۲/۴	۱۳۵۴/۰	۱۲۷۶/۶	۱۲۷۸/۳	۱۲۲۷/۶	۱۱۸۱/۱	۱۱۸۴/۶	۱۱۳۴/۹	۱۱۵۸/۳	۱۱۰۶/۳	۱۰۸۱/۱	۹۹۰/۱	۸۹۶/۶
درصد	۳۴/۴۶	۳۴/۲۵	۳۵/۸۸	۳۵/۶۵	۳۴/۷۱	۳۵/۷۳	۳۴/۳۲	۳۶/۳۱	۳۷/۱۸	۳۷/۰۳	۳۷/۵۱	۴۰/۱۳	۴۱/۴۶	۴۱/۱۷

با توجه‌به نگرش‌های اجتماع درصدهای بالا، بخش معماری نسبت‌به سایر بخش‌ها نظیر: صنعت، حمل‌ونقل، کشاورزی و پالایشگاهی از بزرگترین اجتماع مصرف کننده‌های انرژی در کشور ما می‌باشد (همان). در ساختمان از برق برای روشنایی، گرمایش و سرمایش محیط و و سایل برقی خانگی استفاده می‌شود و باید درنظر داشت خود برق از انرژی‌های فسیلی تولید می‌گردد (Soorige et al. 2021: 1090).

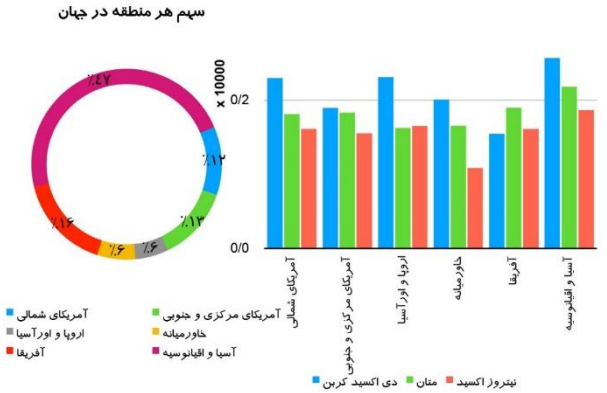
انتشار گازهای گلخانه‌ای: در اجتماع کشورهای مختلف

به‌طور مشخص اطلاعات برپایهٔ (جدول ۲)، میزان تأثرات اجتماع در انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۲: میزان تأثرات اجتماع در انتشار گازهای گلخانه‌ای در بین کشورها در سال ۲۰۱۵میلادی (مأخذ: جمع‌آوری توسط نگارندگان از منابع ترازنامهٔ انرژی ۱۳۹۸)

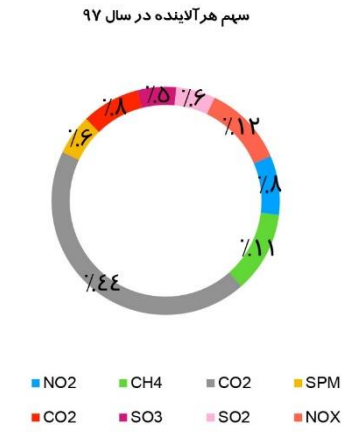
نام کشورها	CO2/سال	CH4/سال	N2O/سال
CO2/سال	۲۰۱۵	۲۰۱۵	۲۰۱۵
آمریکای شمالی	۶۱۵۳/۰	۹۶۷/۴	۴۵۷/۷
آمریکای مرکزی و جنوبی	۱۳۴۱/۴	۱۰۵۲/۸	۳۶۲/۴
اروپا و اورآسیا	۶۴۴۷/۳	۴۷۵/۶	۵۲۶/۷
خاورمیانه	۲۰۵۲/۹	۵۳۸/۹	۶۱/۷
آفریقا	۳۵۴/۹	۱۳۴۹/۸	۴۵۷/۲
آسیا و اقیانوسیه	۱۷۲۶۰/۹	۳۹۵۸/۲	۱۱۹۰/۸
جمع کل جهان	۳۵۷۹۵۰/۰	۳۵۵/۰	۳۰۸۹/۳

نتیجهٔ جدول بالا جهت مقایسه می‌توان برپایهٔ (نمودار ۱)، موردبررسی قرار داشت. دراین نمودار ستونی ''CO2''، بیشترین تأثرات اجتماع، در سهم نسبت‌به سایر آلاینده‌ها رابه‌خود اختصاص داده است.



نمودار ۱: میزان تأثرات اجتماع در **انتشار گازهای گلخانه‌ای نسبت‌به سایر آلاینده‌ها در بین کشورهای مورد بررسی در سال ۲۰۱۵(مأخذ: جمع‌آوری توسط نگارندگان از منابع ترازنامهٔ انرژی ۱۳۹۸)**

در آمار فوق با نگرش تأثرات اجتماع سهم معماری در تولیدگاز ''CO2''، حدود۲۳/۵۰درصد از کل است. این میزان حاکی‌از سهم بالای تعاملات اجتماعی و فرهنگی معماری در تولید آن نسبت‌به دیگر بخش‌ها نظیر؛ صنعت، حمل‌ونقل، کشاورزی و پالایشگاهی است. برای بررسی این موضوع، عوامل متعددی نظیر؛ فناوری ساخت، مصالح، اقلیم، فناوری سیستم‌های سرمایش وگرمایش در زمان احداث و در زمان بهره‌برداری نقش اساسی برپایهٔ (نمودار ۲)، دارند.



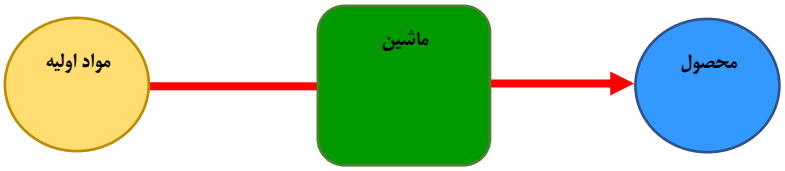
نمودار ۲: سهم اجتماع انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای دررابطه‌با تغییرات اجتماعی و فرهنگی در سال ۱۳۹۷، در بخش انرژی معماری(مأخذ: جمع‌آوری توسط نگارندگان از منابع ترازنامهٔ انرژی ۱۳۹۸)

بنابراین، فناوری در معماری و استفاده‌از مصالح بیشترین تأثیر بر مصرف انرژی مبتنی‌بر تغییرات اجتماعی و فرهنگی در معماری را دارند (احمدی، یاسی، ۱۴۰۰: ۱۲-۱). که دراین پژوهش به‌آن پرداخته می‌شود.

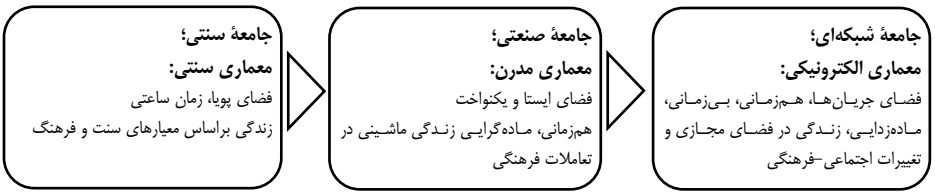
روش‌شناسی(متدولوژی)

این تحقیق به‌منظور رهیافتی برای اهداف پروژه و براساس روش‌تحقیق آزمایشی است. شامل فرایند جمع‌آوری تحلیل و داده‌ها مبتنی‌بر استانداردهای موجود در زمینهٔ نحوهٔ آزمون و نتایج آزمون از نمونه، کنترل، بررسی و تحلیل پارامترهای انتقال حرارت دیوارهای بتنی پیش‌ساخته که از مخلوط بتنی دارای مواد مضاف افزودنی‌های حباب‌ساز می‌باشد. نمونه‌ها در ابعاد کوچک شده و واقعی ساخته شده و به‌وسیهٔ ابزار اندازه‌گیری کالیبره‌شده براساس استانداردهای مخصوص در شرایط اجتماعی و تغییرات فرهنگی آب‌وهوای اقلیم سرد موردبررسی قرار گرفته است. به‌طور مشخص می‌توان اذعان داشت‌که باتوجه‌به تحقیقات برگرفته شده از مقالات و همچنین نظریه‌ها و رویه‌های مشابه به نتیاجی رسیدیم که نشان‌دهندهٔ تغییر در سبک معماری و تعاملات فرهنگ در ابنیه‌های مورداستفاده در مناطق سرد است. برپایهٔ (شکل ۱)، (شکل ۲)، و (شکل ۳)، درمی‌یابیم که تغییرات اجتماعی-فرهنگی فقط در نورد سبک زندگی و سبک لباس پوشیدن‌ها و غیره، نبوده بلکه در معماری و ساختمان‌سازی نیز خودرا نشان داده است.

شکل ۱: سیرتکاملی معماری سنتی دررابطه‌با تغییرات اجتماعی-فرهنگی



شکل ۲: سیرتکاملی معماری با رویکرد صنعتی دررابطه‌با تغییرات اجتماعی-فرهنگی



شکل ۳: سیرتحول در جوامع معماری دررابطه‌با تغییرات اجتماعی-فرهنگی-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

ادبیات پژوهش

تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر جامعه

انرژی‌های تجدیدپذیر بر جامعه در اجتماع شامل؛ انرژی برق آبی، انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی حاصل از جزرومد، انرژی حاصل‌از سوزاندن هیزم (بیوماس)، می‌باشند. عمدهٔ عواملی که سبب روی‌آوری به انرژی‌های تجدیدپذیر شد گرانی سوخت‌های فسیلی و ضرر سوخت‌های آن‌ها برای محیط‌زیست و انسان و صدور کمتر گازهای گلخانه‌ای به جو ازجمله؛ دی‌اکسیدکربن و توجه‌به انگاره‌های توسعهٔ پایداری می‌باشند. آنچه موجب چرخش نگاه به تولید انرژی‌های تجدیدپذیر شده است، ریشه در ۲عامل مهم دارد: نخست؛ تجارب طولانی استفاده‌از ابزار تولید انرژی نو و تجدیدپذیر و دوم؛ تأثیرات اقتصادی ناشی‌از تغییر در رژیم استفاده‌از انرژی (حیدری، ، ۱۳۸۸: ۵). همان‌طورکه در مطلب فوق بیان گردید استفاده‌از منبع این نوع انرژی طبیعی و قابل‌دسترس است و همچنین مصرف و به‌کارگیری آن تهدیدی برای محیط‌زیست و سلامتی موجودات زنده در اجتماع محسوب نمی‌گردد فلذا می‌تواند آن را جایگزینی مناسب جهت انرژی‌های فسیلی و هسته‌ای نامید.

بحران انرژی در جهان و بازتاب‌های اجتماعی آن

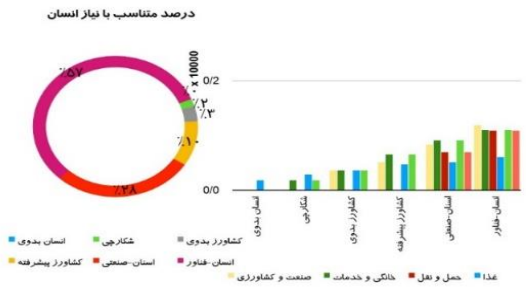
با افزایش روزافزون جمعیت جهان، تغییرات اجتماعی و فرهنگی و محدودبودن منابع انرژی، کلیهٔ کشورها با مشکل انرژی روبه‌رو هستند. انرژی برای همهٔ مردم مسأله‌ای اساسی است. انرژی در تمام شئون جامعهٔ انسانی رسوخ کرده و جنبه‌های مختلف آن از زندگی روزانهٔ خانوادگی گرفته تا سیاست جهانی و بین‌المللی و طرح‌های توسعهٔ ملی را تحت‌تأثیر قرار داده است. انرژی در سال‌های اخیر به‌علت پدیده‌ای که (بحران جهانی انرژی)، نام گرفته، اهمیت زیادی کسب کرده است (ثقفی، ۱۳۸۸: ۶-۱). عوامل مؤثر در بحران جهانی انرژی در انعکاس بازتاب‌های اجتماعی آن اعم‌از: الف) محدودبودن منابع سوخت‌های فسیلی، ب) بالا بودن هزینهٔ انرژی‌های نو خصوصاً برای کشورهای

درحال توسعه، و ج) ناموزون بودن تأثیر بحران انرژی بر جامعه خصوصاً برای کشورهای درحال توسعه نسبت‌به کشورهای صنعتی (همان).

به‌طورخاص، بازتاب‌های اجتماعی بر معماران و فن‌آوران و توسعه‌گران به‌ناچار از انرژی‌های تجدیدپذیر تا قبل‌از انقلاب‌صنعتی جهت آسایش خود با شرایط و اقلیم‌های مناطق سازگار می‌شدند اما بعداز انقلاب‌صنعتی سبک و سیاق بهربرداری تغییر یافت و سیستم‌های مصنوع مکانیکی جای سیستم‌های سنتی در ساختمان را گرفت و نحوهٔ ایجاد آسایش حرارتی تغییر کرد (Nord, 2017: 149-157). بنابراین بشر با ۲بحران بزرگ روبه‌رو شد: اول؛ محدودیت در منابع سوخت فسیلی، و دوم؛ افزایش آلایندگی‌های محیط‌زیستی. ازاین‌رو مصرف انرژی تجدیدناپذیر به‌مانند نفت در جهان همچنان ادامه دارد و باوجود اینکه محققان و پژوهشگران تحقیقات و سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای که در سراسرجهان برای جایگزینی انرژی تجدیدپذیر به‌جای انرژی‌های تجدیدناپذیر صورت گرفته اما کماکان مصرف نفت‌وگاز در جهان مقام اول را در زمینهٔ مصرف را دارند که خود نشان‌دهندهٔ وابستگی اقتصاد کشورها به‌عرصهٔ نفت‌وگاز را در اقتصاد خود نشان می‌دهد. در سال‌های اخیر گاز جای خودرا در مصرف سوخت پیدا کرده است، به‌طوری‌که ادامهٔ سرمایه‌گذاری‌ها و اکتشافات باتوجه‌به جداول که در بالا به آن‌ها اشاره شد، مصرف این سوخت جدای از آثار مثبت زیست‌محیطی دارای صرفهٔ اقتصادی نیز هست.

مشکلات انرژی و تأثیرات اجتماعی–فرهنگی آن

باتوجه‌به مشکلات، تأثیرات اجتماعی–فرهنگی و پیش‌بینی‌های صورت‌گرفته از محدودبودن ذخایر و منابع نفت‌وگاز و مصرف بی‌رویهٔ آن‌ها و افزایش جمعیت جهان در آیندهٔ نزدیک و همچنین، افزایش تقاضای انرژی مسبب ایجاد نگرانی در تعاملات فرهنگی، توسعهٔ اقتصادی و رسیدن به منابع جایگزین می‌باشند. برپایهٔ (نمودار ۳)، در زیر روند توسعهٔ مصرف انرژی و نیاز انسان صنعتی و انسان فناوری در آینده را نشان می‌دهد.



نمودار ۳: میزان مصرف انرژی متناسب با نیاز انسان در اجتماع
(مأخذ: نگارندگان برگرفته‌از منابع انرژی ، ۱۴۰۳)

به‌طور مشخص، مقادیر موردنیاز انرژی بسیار زیاد است ازاین‌رو تمام منابع انرژی را جهت توسعهٔ مصرف انرژی باید درنظر بگیریم. کوشش‌های بین‌المللی به‌این نتیجه رسیده است‌که باوجود تغییرات اجتماعی و فرهنگی برای حل مشکل انرژی نیازمند اقدام مشترک همهٔ کشورهای جهان است، درغیراینصورت باید به منابع انرژی فسیلی روبه نقصان خود اکتفاء کنیم(کاوسی، ۱۳۹۵: ۹-۱).

بافت‌شهری و روستایی در مناطق سردسیر

به‌دلیل سرمای بسیار در بخش عمده‌ای از سال دراین نواحی، بافت‌شهری و روستایی دراین اقلیم متراکم و فشرده است تا تبادل حرارتی فضاهای بیرونی و درون به کمترین میزان خود برسد. جهت جلوگیری از سوز و ممانعت از فرار گرمای داخل به خارج لازم است تهویهٔ طبیعی دراین اقلیم در فصل زمستان به‌حداقل برسد. برای ایجاد یک سیستم گرمایش مرکزی سعی شده است در اغلب خانه‌های این اقلیم باقراردادن آشپزخانه در مرکز بنا از حداکثر گرمایش استفاده شده و اتلاف حرارتی به‌حداقل ممکن رسانده شود (قبادیان، ۱۳۹۲: ۱۸۹-۲۶). البته باید درنظر داشت‌که شرایط زندگی و فرهنگ زیستی و اجتماعی در اقلیم سرد همانند سایر نقاط کشوری و همچنین سایر نقاط جهان متفاوت شده است و دیگر به‌مانند قبل این نوع سازه‌ها و این نوع تمرکزهای شهری و روستایی کمرنگتر و در موارد دیگر وجود خارجی نخواهند داشت و بنابراین سلیقه‌های مختلف درایجاد بستری برای زندگی متفاوت شده که ازهمین‌رو نیز در تمامی نقاط کشور باتوجه‌به تغییرات فرهنگی و اجتماعی و رشد روزافزون تکنولوژی تمامی سلایق نیز تأثیرگذار بر طراحی معماران و سازنگان این امر جهت رضایت مشتری از بستر زندگی‌های مدرن دخلیل خواهند شد. به‌همین امر که ما معماران و طراحان و سازنگان باید نگاهی به سلیقه‌های مختلف تأثیرگذار داشته باشیم می توانیم به جداره‌ها و

نوع ساخت دقت کنیم تا بتوانیم در کنار سلیقه‌ها و تغییرات فرهنگی و اجتماعی از مصالحی جدید جهت کاهش مصرف انرژی دراین اقلیم استفاده کنیم.

تراز انرژی جهانی و اثرات فرهنگی در سال ۲۰۱۸میلادی

شاخص شدت انرژی و اثرات فرهنگی در دنیا در سال ۲۰۱۸ برابربا ۰/۱۷تن معادل نفت‌خام به ازای ۱۰۰۰دلارآمریکا برحسب قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵ بود (Stephenson et al. 2010: 6125) دربین مناطق مختلف جهان، آمریکای شمالی، اروپا و اروآسیا و آمریکای مرکزی و جنوبی به‌ترتیب دارای ۰/۱۲، ۰/۱۳ و ۰/۱۵تن معادل نفت‌خام به ازای ۱۰۰۰دلاررآمریکا از کمترین شدت انرژی و آفریقا، خاورمیانه و آسیا و اقیانوسیه به‌ترتیب با ۰/۳۳، ۰/۳۱ و ۰/۲۱تن معادل نفت‌خام به ازای ۱۰۰۰دلارآمریکا از بیشترین شدت انرژی برخوردار بودند. در تراز انرژی سال ۲۰۱۸ جهان، عرضهٔ کل انرژی اولیه و کل مصرف نهایی جهان به‌ترتیب نسبت‌به سال قبل به‌میزان ۲/۲۸ و ۲/۳۸درصد افزایش داست و به ۱۴۲۸۱/۹ و ۹۹۳۷۷/۷میلیون‌تن معادل نفت‌خام رسید. در سال مزبور، از کل عرضهٔ انرژی اولیهٔ جهان ۱۹/۰درصد به آمریکای شمالی، ۴/۵درصد به آمریکای مرکزی و جنوبی، ۲۰/۳درصد به اروپا و اورآسیا، ۵/۵ رصد به خاورمیانه، ۵/۹ رصد به آفریقا ۴۲/۰درصد به آسیا و اقیانوسیه و ۳/۹درصد به سوخت کشتی‌ها و هواپیماهای بین‌المللی اختصاص داشته است. ۵۲/۷ درصد از عرضهٔ انرژی اولیهٔ جهان به کشورهای چین، ایالات‌متحدهٔ آمریکا، هند، روسیه و ژاپن اختصاص داشته سهم این کشورها در کُنش‌های فرهنگی از عرضهٔ انرژی اولیه در جهان به‌ترتیب ۲۲/۴، ۱۵/۶، ۶/۴، ۵/۳ و ۳/۰درصد بوده است (امینی و دیگران، ۱۴۰۰: ۳۴۴-۲).

آیندهٔ انرژی و تحولات اجتماعی

درسال ۱۹۹۰میلادی تحولات اجتماعی و تقاضای جهانی انرژی اولیه ۸۷۶۹میلیون‌تن معادل نفت بود که تا سال ۲۰۱۱ حدود ۴۹درصد افزایش یافته و به ۱۳۰۷۰میلیون‌تن معادل نفت رسید. پیش‌بینی می‌شود تقاضای انرژی اولیه تا سال ۲۰۳۵ با رشد سالانه ۲/درصد، درمجموع ۳۳درصد افزایش یابد و در سال ۲۰۳۵ به ۱۷۳۸۷میلیون‌تن معادل نفت برسد(بیدآباد،پیکارجو،۱۳۸۶: ۱۱۷-۸۳).

آسایش حرارتی و تأثیرات اجتماعی و فرهنگی

به‌طورکلی، ۴متغیر اساسی‌که برروی پاسخ‌های انسان در رویارویی با تأثیرات اجتماعی و فرهنگی به شرایط حرارتی محیط اثر مستقیم دارند، دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و جریان هوا هستند. اگر به این ۴متغیر نرخ فعالیت و نرخ لباس اضافه شود، آنگاه ۶متغیر اساسی و مؤثر در آسایش حرارتی برشمرده می‌شوند. البته عوامل دیگری مثل؛ کیفیت قرارگیری فرد، رفتار، جنس، سن، فرم

بدن، غذای مصرفی، فرهنگ، اقتصاد از درجهٔ تأثیر بالایی برخوردارند (مرتهب، حیدری، ۱۳۹۴: ۱۲-۱). عوامل آسایش حرارتی و تأثیرات اجتماعی (متغیرهایی که برروی دفع حرارت از بدن مؤثرند)، در ۳گروه طبقه‌بندی می‌شوند: ۱. عوامل محیطی: دمای هوا، جریان هوا، رطوبت، تابش. ۲. عوامل شخصی: میزان سوخت‌وساز (فعالیت)، و ضعیت سلامتی، قابلیت سازگاری. و ۳. سایر عوامل مؤثر: غذا و نوشیدنی‌ها، فرم بدن، چربی زیرپوست، سن و جنس. این عوامل با عکس‌العمل افراد و تأثیرات اجتماعی در محیط معماری، جهت کنترل آسایش حرارتی به‌کار می‌روند. انسان درحالت عادی رفتار حرارتی ندارد ولی به‌محض اینکه شرایط از حالت نرمال خارج شود عکس‌العمل رفتار حرارتی برای بازگشت به‌حالت نرمال به‌وجود می‌آید. برای رسیدن به آسایش حرارتی باید عوامل مؤثر فوق را درحد مطلوب نگه داشت تا رضایت انسان بهره‌بردار حاصل گردد.

فناوری و معماری در توسعهٔ فرهنگی

فناوری، ریشه در کلمهٔ لاتین تکنو دارد. بدین‌سان، فناوری معماری در لغت یونانی هنر ابنیه‌سازی است. زمینه‌ای که هدفش اجماع هنرمندی، مهارت عملی و آیین‌نامه‌ها است (Beunder, Groot, 2015: 137). آمیزه‌ای از ۳مقولهٔ جدا ازهم بخش هنری‌که دامنه‌ای از خلاقیت طراح بوده، برای تحقیق و کمیت‌پذیری، مشکل همیشهٔ ذهنی است. بخش عملی، که دامنه‌ای از ساخت و مونتاژ مواد، مصالح و تکنیک‌ها بوده، فیزیکی و کمیت‌پذیر درجهت توسعهٔ فرهنگی است. بخش آیین‌نامه‌ای، که دامنه‌ای از مدیریت قراردادن مهارت‌های هنری و عملی با یکدیگر، دریک الگوی سازمان داده شده، می‌باشد (آصفی، ایمانی، ۱۳۹۱: ۳۴-۲۱). معماری، هنر و فرایندی از تولید عملی، رعایت اصول زیباشناسی، علایق ساختمانی و نیز توانایی درک طرح ذهنی در پروسهٔ طراحی جزئیات و مراحل اجرایی توأمان با تحولات فرهنگی است بدون اینکه هدف طراحی از دست برود. از مهمترین چیزها، اتصال و ارتباط بین انتخاب مصالح و همکاری بین طراحی و تولید در قلمرویی از فناوری معماری و افرادی است که با دیدگاهی به جزئیات و توانایی برای درک و استفاده‌از ایدهٔ طرح، برای موفقیت عملی، تلاش می‌کنند. بخش ساختمانی یکی‌از کلیدی‌ترین بخش‌های تأثیرگذار بر مصرف انرژی و تولید گازهای گلخانه‌ای است. طراحی معماری با مطالعات اجتماعی و فرهنگی، اهرمی قوی و ابزاری مناسب برای کاهش مصرف انرژی بوده‌که دراین میان تولید ساختمانی با فناوری مناسب و استفاده‌از مصالح و موادی که برای تولید و کاربرد آن‌ها انرژی کمتری موردنیاز است، امکان‌پذیر می‌باشد (Su et al. 2022: 105011). طراحی ساختمان می‌تواند بر رفتار انسانی منطبق و بر کاهش مصرف انرژی اثر داشته باشد. ازطرفی،کشورهای صنعتی به‌این

نتیجه رسیده‌اند که با بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع و ساختمان‌ها، مصرف انرژی را می‌توان ۳۰تا۴۰درصد در جامعه کاهش داد. معماری و فناوری، از ارتباط بسیار ویژه‌ای برخوردارند، زیرا بدون وجود و به‌کارگیری از فناوری، طرح‌های معماری فقط روی کاغذ می‌توانند واقعیت پیدا کنند (همان). به‌طورخاص، در اواخر قرن ۲۰میلادی، شیوه و نظم جدیدی در فناوری معماری، و توسعهٔ فرهنگی آن به‌وجود آمد و به‌تدریج تکامل پیدا کرد نظمی که اهداف آن‌را می‌توان در ۳زمینهٔ اصلی خلاصه کرد: پیگیری کیفیت بخشی به ساختمان‌ها ازطریق طراحی، فناوری و مدیریت، معمولاً ساختمان‌های بزرگ دنیا نه‌فقط به‌دلیل یک ایدهٔ قوی، بلکه بااستفاده‌از فناوری برای واقعیت بخشیدن به ایده‌ها و تصورات، ساخته شده‌اند این اصل درمورد تمام ساختمان‌ها صادق است (خانی، فلاحی، بانشی، ۱۳۹۵: ۶۰-۲۹). در ایران-بخش معماری، بیش‌از یک‌سوم مصرف انرژی را به‌خود اختصاص داده‌اند. جهان امروز به‌شدت درحال تحولات فرهنگی و توسعه می‌باشد ازطرفی این توسعه برای حیات خود، نیازبه حفظ محیط‌زیست پیرامون و ارائهٔ راهکارهای مناسب برای بهرهٔ بهتر و افزایش کیفیت محیط و بستر زیست‌محیطی طبیعی دارد. درنتیجه، برنامه‌ریزی‌ها مستلزم داشتن فناوری و توسعهٔ فرهنگی آن متناسب با سرعت رشد دیگر علوم و فناوری‌های وابسته به آن‌ها می‌باشد تا هم‌زمان با برنامه‌ریزی و توسعهٔ فناوری و صنعت موردنیاز، استفادهٔ بهینه از انرژی آسان گردد. طبیعی است رسیدن به این اهداف نیازبه آینده‌نگری و برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت جهت بهینه نمودن وضع موجود و آینده‌نگری برای توسعه و کاربرد بهتر این فناوری دربحث انرژی و فناوری‌های وابسته‌به آن را دارد.

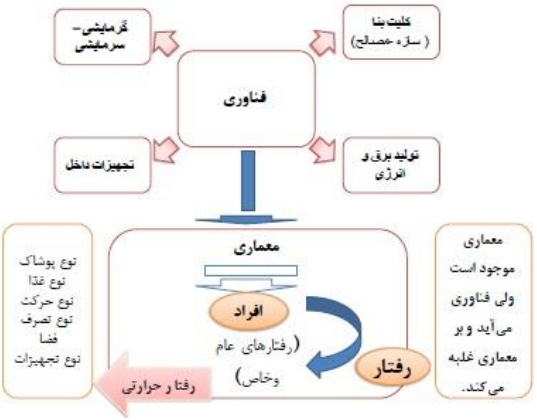
انرژی، معماری و فناوری در جوامع

مشاهدات حاصل‌از پیشرفت فناوری خصوصاً در بخش صنعت ساختمان نشان از به‌اثبات رسیدن ایده‌های خوب در معماری امروزی و به‌دلیل کمک و تأثیر فناوری در جهان امروز می‌باشد (اکراقنبری، لمترمحمدی، ۱۳۹۹: ۱۵-۱). ازطرفی به‌دلیل بروز مسائل زیست‌محیطی انسان معاصر به‌دنبال آسایش و شرایط ایجاد آن در محل زندگی خود بااستفاده‌از انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن، خصوصاً در بخش ساختمان است. ازسویی‌دگر، بازنگری و بهبود مسائل اجزای معماری گذشته برای آینده که به چه شیوه‌ای اجرایی گردند و اجرای جدید این اجزاء به‌شکل امروزی، خود نیز نیازمند به فناوری جدید می‌باشد.

روابط معماری و فناوری: چشم‌انداز فرهنگی و اجتماعی

مسکن و معماری وجود دارد و در درون آن، افراد درآن زندگی می‌کنند (شیدفر، ۱۳۹۲:۱۳-۱). درحال حاضر فناوری با زیرمجموعه‌های آن که شامل؛ کلیت بنا (سازه و مصالح)، تولید برق و انرژی

گرمایشی و سرمایشی و تجهیزات داخلی است بر معماری غلبه دارد و حاصل این غلبه، سبب به‌وجود تغییرات و تحولات فرهنگی در اجتماع می‌شود که برپایهٔ (نمودار ۴)، موردبررسی قرار گرفته‌اند.



نمودار ۴: غلبه فناوری بر معماری دررابطه‌با تغییرات و تحولات فرهنگی در اجتماع (مأخذ: برداشت نگارندگان، ۱۴۰۳)

بحث و تحلیل

روش ساخت نمونه‌ها جهت بهینه‌سازی انرژی در اقلیم سرد

جهت آزمایش‌های اولیهٔ نمونه‌های کوچک جهت ساخت انتخاب گردید که این انتخاب باتوجه‌به ظرفیت، روش‌های آزمون و روشن‌سازی تأثیرات فرهنگی نسبت‌به دستگاه‌ها و روش‌های استاندارد که جواب‌گوی آزمایش‌ها باشند صورت پذیرفت. قالب انتخابی محقق بادنظر داشت مطالعات اجتماعی و تغییر و تحولات فرهنگی دراین پژوهش ۱۵×۱۵×۱۵ ازنوع مکعبی انتخاب شدند که دلایل انتخاب این قالب متداول‌بودن تأثیرات ساکنان فرهنگ افراد است. این نوع قالب جهت آزمایش‌هایی چون؛ نمونه‌برداری از بتن‌های تازه می‌باشد. به‌طور مشخص، انتخاب عیار سیمان مصرفی دراین مطالعه ۳۵۰ است‌که دلیل انتخاب این نوع عیار سیمان علاوه‌بر متداول بودن آن در طراحی‌های دیوارهای پیش‌ساخته بتنی از همین ترکیب استفاده می‌شود. به‌طورخاص، ابتدا در قالب‌های ۱۵×۱۵×۱۵ نمونک‌های بتن شاهد با عیارسیمان ۳۵۰، بدون مواد مضاف ساخته شد، سپس نمونه‌های بعدی در همین ابعاد بااستفاده‌از متریال‌های پیشنهادی مضاف در بتن که به‌آن اشاره می‌شود ساخته و جهت عمل‌آوری بعداز ۱روز در حوضچهٔ آب نگهداری و بعداز ۲۸روز آزماش برروی

آن‌ها انجام گردید. ترکیبات پیشنهادی مضاف در بتن و میزان مصرف آن‌ها در مخلوط بتن مطابق با استانداردهای "ASTM"، و "ACI"، برپایهٔ (جدول ۳)، انجام شد.

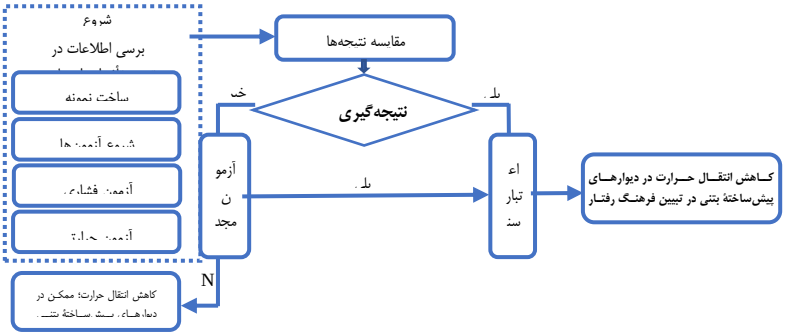
جدول ۳: طرح اختلاط بتن جهت ساخت نمونه‌های بتنی-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

وزن بتن خشک بدون آب (KG)	عیار بتن (KG)	نسبت تقریبی اختلاط حجمی بتن در تبیین تأثیرات فرهنگی (برای سیمان کیسه‌ای)		
		شن	ماسه	سیمان
۲۲۱۰	۳۵۰	۷۳۵	۱۱۴۰	۳۵۰

همان‌طورکه در بالا به ترکیبات بتن موردنیاز اشاره شد، ساخت نمونهٔ بتنی نیاز به سیمان، شن، ماسه و آب دارد که با ترکیبات گفته‌شده نمونه‌های شاهد ساخته شد و همچنین جهت ساخت نمونهٔ موردنظر نیاز به‌همین نوع ترکیبات برای ساخت بتن بود بااین تفاوت که به بتن‌های ساخته شده مواد هواساز به‌عنوان مواد مضاف به‌این ترکیبات اضافه گردید که در درصدهای متفاوت به ترکیبات بتن در جستار اضافه گردید. برپایهٔ (جدول ۴)، و جهت آزمون آماده‌سازی شدند برپایهٔ (نمودار ۵).

جدول ۴: روش آزمون نمونه‌ها و مقادیر اختلاط مواد مضاف در بتن-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

Test	Sample Dimensions	Cement Grade	Additives	Additive Percentage
Ts-1	15×15×15	350	Non	0
Ts-2	15×15×15	350	Concrete Air Additive	1
Ts-3	15×15×15	350	Concrete Air Additive	2
Ts-4	15×15×15	350	Concrete Air Additive	3
Ts-5	15×15×15	350	Concrete Air Additive	4



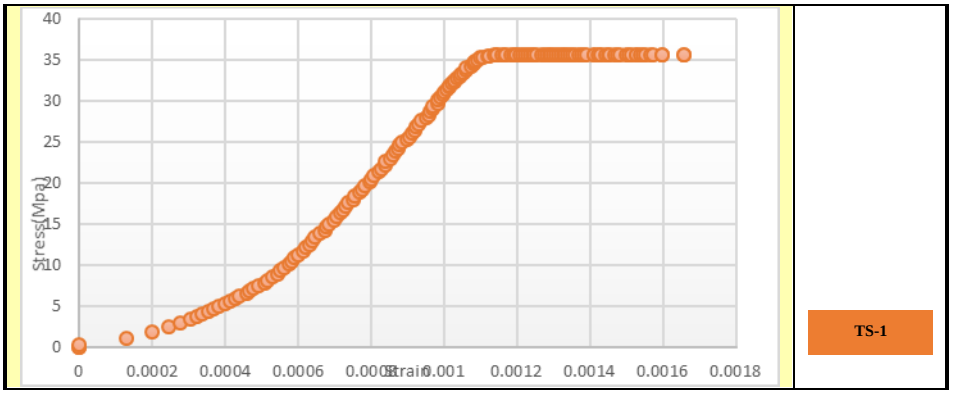
نمودار ۵: روند و عملکرد محقق در پژوهش حاضر-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

نتایج آزمون مقاومتی برروی نمونه‌های فیزیکی

آزمون برروی نمونه‌های ساخته شده شاهد صورت گرفت، طوری‌که نتایج نشان برپایهٔ (جدول ۵) و (نمودار ۶)، نشان‌دهندهٔ مقاومت فشاری نمونه بدون مواد مضاف در بتن است.

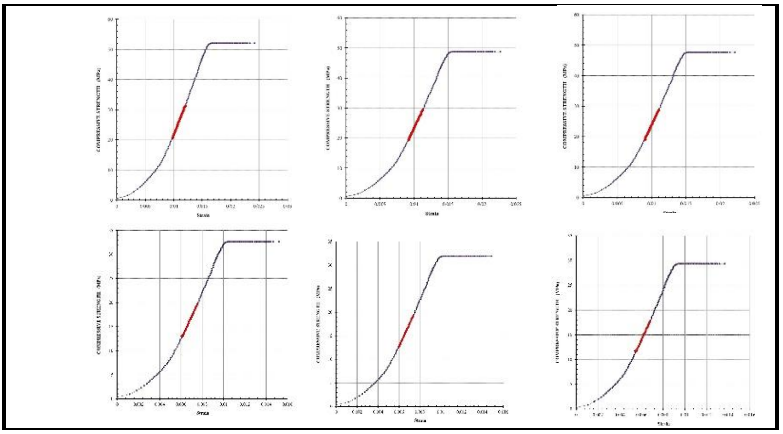
جدول ۵: استحکام فشاری نمونه‌های شاهد با عیار بتن ۳۵۰
(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

Sample Code	Cement Content	Specific Weight	Sample Dimensions	Pushing Resistance (MPA)	Additive Percentage
TS-34	350	2300-2350	15×15×15	41/80	0 %



نمودار ۶: تحلیل تنش و کرنش مقاومت استحکام فشاری برروی نمونه‌های شاهد
(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

باتوجه‌به نمودار بالا می‌توان در تأثرات اجتماع دریافت حد تناسب یا همان Proportional (p: Limit)، درواقع مقدار تنشی است‌که منحنی به‌صورت خطی ادامه پیدا می‌کند که در نمودار بالا نمونه‌های ''TS-1''، تقریباً هم‌تراز به‌سمت حد الاستیک (E: Elastic Limit)، حرکت می‌کنند و زودتر به حد الاستیک خود نزدیک می‌شود. و همچنین دریک روند به نقطهٔ تسلیم می‌رسد که نشان‌دهندهٔ مقدار تنشی است‌که بعداز آن میزان کِرنش با سرعت زیاد و به‌صورت خطی در نمونه افزایش پیدا می‌کند که ازهمین‌رو به‌نقطهٔ مقاومت نهایی نزدیک می‌شود و مقاومت نمونه به‌دست می‌آید. باید افزود که نقطهٔ تسلیم در برخی از مواد کاملاً مشخص نیست که از ین برای تعیین این نقطه معمولاً از روش آفست استفاده می‌شود که دراین جستار نیازی به‌استفاده‌از این روش دیده نمی‌شود برپایهٔ (نمودار ۷)، می‌توان روند این موضوع را در توسعهٔ پژوهش عنوان داشت.



نمودار ۷: تنش و کرنش نمونه‌های پژوهش-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

اهمیت روزافزون سوخت‌های فسیلی در سدهٔ اخیر و کمبود منابع تجدیدناپذیر برروی زمین، باعث‌شده تا زندگی بشر در دهه‌های اخیر به‌سوی روش‌های پاک‌تر که با آلایندگی حداقلی انرژی‌ها از منابع تجدیدناپذیر همراه است، حرکت کند. در جغرافیای فلات ایران، مردمان این منطقه، ملاحظات اقلیمی خاصی را در ابنیهٔ خود لحاظ می‌کردند اما تنوع طلبی‌ها و سلیقه‌ها تأثیرات زیادی برروی نوع بتسر زندگی و خانه‌ای جهت سکونت گذاشتند (مهتدی، فولادی، ۱۴۰۰: ۳۱-۲۰). به‌طور نمونه، می‌توان به‌موردی اشاره کرد که طراحان و همچنین مصرف‌کنندگان بسترهای زندگی جدید تغییرات را روی جداره‌های ساختمان به‌دلیل استفادهٔ بیشتر از فضاهای داخلی خانه‌ها و ابنیه‌ها داند، آن‌هم به‌دلیل جداره‌هایی با ضخامت‌های بالا در اقلیم‌های سرد انجام می‌پذیرفت که باعث تراکم بیشتر در دیوارها شود تا میزان تبادل حرارت را کم کند. لذا، با این تفکر جداره‌ها روزبه‌روز ضخامت

کمتری پیدا کردند که ازاین‌رو میزان مصرف انرژی در شهرهای سردسیر بیشتر و بیشتر شد. همچنین افزایش نیاز به مسکن باعث گردید انبوه‌سازی در مناطق مختلف رواج گیرد، که یکی‌از مهمترین و سریع‌ترین ساختمان‌سازی‌ها استفاده‌از ساختمان‌های پیش‌ساختهٔ بتنی است. اما تمرکزبر روی ساخت و تحویل به‌موقع ساختمان‌ها به ارگان‌ها و ساکنین اهمیت بیشتری نسبت‌به کیفیت ساخت در این نوع ابنیه‌ها وجود داشت‌که ازاین‌رو مشکلات بسیاری برای ساکنان ازنظر نوع ساخت، کیفیت مصالح، تبادل صدا در واحدهای مجاور و مصرف انرژی جهت گرم نمودن فضاهای خانه‌ها به‌وجود آمد. که این موضوع علی‌رغم تأثیر اجتماعی و فرهنگی در بستر جامعه،تغییرات به‌سزایی برفرهنگ آپارتمان نشینی و همچنین استفاده‌از منابع انرژی داشت (همان). ازاین‌رو سیستم‌های پیش‌ساختهٔ بتنی یکی‌از مهمترین عناصر ساخت دراین نوع ابنیه‌ها به‌شمار می‌آید (مهتدی، شهبازی، ۱۳۹۶: ۱۳–۱). باتوجه‌به موارد ذکر شده دراین بحث، تأثیر جداره‌ها را در کاهش مصرف انرژی بسیار پراهمیت بوده و ازاین‌رو نیازبه تغییر در روند ساخت وتولید این نوع متریال جهت بهبودعملکرد فضاهای موردزندگی دیده می‌شود.

جهت درک بهتر نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های مقاومت فشاری بر تمامی نمونه‌ها می‌توان برپایهٔ (جدول ۶ و ۷)، مدنظر داشت.

جدول ۶: نتایج آزمون استحکام فشاری نمونه‌های بتنی در اجتماع پژوهش-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

Sample Code	Cement Content	Sample Dimensions	Pushing Resistance (MPA)
TS -1	350	15×15×15	41/80
TS -2	350	15×15×15	27/13
TS -3	350	15×15×15	24/20
TS -4	350	15×15×15	22/73
TS -5	350	15×15×15	22/00

جدول ۷: حداقل میزان استحکام فشاری بتن در تأثرات اجتماع ؛ (براساس استاندارد ACI318-19)-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

کاربرد	حداقل مقاومت بر حسب مگاپاسکال
عمومی	۱۷
فنداسیون برای طبقه‌بندی لرزه‌ای C-A-B	۱۷
فنداسیون برای ابنیه‌های مسکونی و عمومی با سیستم دیوارهای باربر تا حداکثر ۲طبقه یا کمتر در طبقه‌بندی لرزه‌ای E-D-F	۱۷
فنداسیون در طبقه لرزه‌ای E-F-D به‌غیر از ابنیه‌های مسکونی و عمومی با سیستم دیوار باربر تا حداکثر ۲طبقه	۲۱
قاب خمشی ویژه	۲۱
دیوارهای برشی با میلگرد رده ۵۵۰–۴۲۰	۲۱
دیوارهای برشی ویژه با میلگرد رده ۶۹۰	۳۵

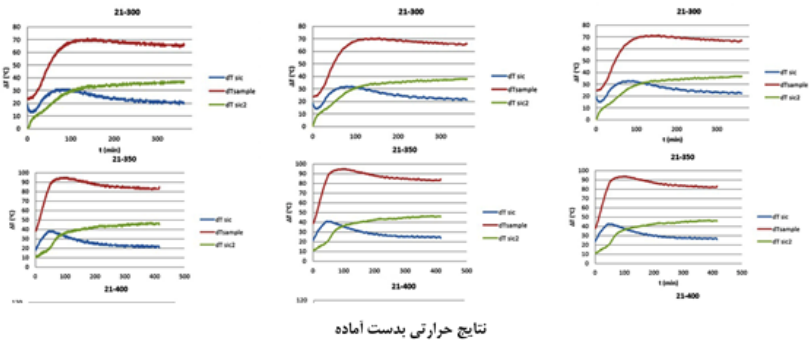
باتوجه‌به اطلاعات به‌دست‌آمده و تجزیه‌وتحلیل داده‌های صورت‌گرفته در تأثرات اجتماع درمیابیم که بسیاری نمونه‌ها در بازهٔ مقاومتی استاندارد هستند. نمونه‌ها با ترکیبی که در (جدول ۴)، به‌آن اشاره شد، جهت آزمون تعیین ضریب هدایت حرارتی به مقطع دایره‌ای شکل به قطر ۱۰سانتی‌متر و با ضخامت ۲/۵سانتی‌متر و همچنین نمونه‌هایی از بتن بدون مواد مضاف به‌عنوان شاهد جهت بررسی راستی‌آزمایی فرضیه ساخته و عنوان شد.

آزمون ضریب هدایت حرارتی و آزمایشی در تأثرات اجتماع موردتبیین قرار گرفت و نتیجهٔ خروجی نتایج آن به‌صورت مستقیم و لحظه‌ای به کامپیوتر انتقال داده می‌شود برپایهٔ (جدول ۸)، مورد واکاوی مدنظر قرار گرفت.

جدول ۸: نمونه‌های آزمون ضریب هدایت حرارتی در تأثرات اجتماع-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

Test	Cement Grade	Temperature Centigrade	Additives	Additive Percentage
TS-5	350	300	Concrete Air Additive	4%
TS -5	350	350	Concrete Air Additive	4%
TS -1	350	300	Non	0
TS -1	350	350	Non	0

نتایج نمونه‌های آزمون ضریب هدایت حرارتی در تأثرات اجتماع مطابق با دستورالعمل‌های ذکرشده در مطالب بالا درمورد آزمون ضریب هدایت حرارتی نمونه‌ها موردآزمون قرار گرفتند و ازاین‌رو نتایج آن برپایهٔ (جدول ۹)، قابل مشاهده خواهد بود.



شکل ۴- برخی از نمودارهای خروجی دستگاه آزمون ضریب هدایت حرارتی در تأثرات اجتماع-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

همان‌طورکه در بخش‌های پیشین به روند آزمون اشاره شده است تمامی نمونه‌ها در شرایطی یکسان موردآزمون قرار گرفته‌اند و از این رو نمونه‌های ساخته‌شده در دماهای ۳۰۰ و ۳۵۰ و ۴۰۰، سانتی‌گراد و همچنین در عیارهای مختلف که در بالا به‌آن ذکر شد موردبررسی قرار گرفتند برپایهٔ (جدول ۹)، نتایج به‌دست‌آمده در تبیین تأثرات اجتماع ضریب هدایت حرارتی به‌همراه درصد بهبود نمونه‌ها به‌صورت تفکیک شده آمده است.

جدول ۹: نتایج آزمون ضریب هدایت حرارتی به‌همراه نتایج مقاومت استحکام فشاری و درصد بهبود ضریب هدایت حرارتی نمونه‌های بتنی در تبیین تأثرات اجتماع-(مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳)

شمارهٔ نمونه	نوع نمونه	عیار سیمان	درجهٔ حرات	ضخامت نمونه	قطر نمونه	ضریب هدایت حرارتی	مقاومت بتن	درصد بهبود
TS-5	هوازا	۳۵۰	۳۰۰	۲/۵	۱۰	۱/۳۵	۲۲	۲۳
TS-5	هوازا	۳۵۰	۳۵۰	۲/۵	۱۰	۱/۳۸	۲۲	۲۵
TS-5	هوازا	۳۵۰	۴۰۰	۲/۵	۱۰	۱/۵۴	۲۲	۱۳
TS-1	بدون افزودنی	۳۵۰	۳۰۰	۲/۵	۱۰	۱/۷۶	۴۱/۸۰	۰
TS-1	بدون افزودنی	۳۵۰	۳۵۰	۲/۵	۱۰	۱/۸۴	۴۱/۸۰	۰
TS-1	بدون افزودنی	۳۵۰	۴۰۰	۲/۵	۱۰	۱/۷۶	۴۱/۸۰	۰

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده درمیابیم که اکثر نمونه‌های موردپژوهش با ترکیب‌های ذکر شده درارتباط‌با در تبیین تأثرات اجتماع نتایج مطلوبی را به‌دست آورده‌اند. نتایج نشان داد که ترکیبات ذکر شده در ساخت پنل‌های بتنی پیش‌ساخته در اقلیم سرد می تواند کاهش مصرف انرژی را درپی و فرهنگ ساکنان را ترغیب داشته باشد. ازاین‌رو نمونه‌های شمارهٔ "TS-5"، در دمای ۳۰۰درجه که منطقی در آزمون‌ها مصالح ساختمانی است، هم در مقاومت بتن هم در کاهش مصرف انرژی جهت ساخت پنل‌ها مناسب بوده و درصدهای خوبی‌را در اجتماع به‌نمایش گذاشته‌اند.

نتیجه‌گیری

به‌طور مشخص، هدف پژوهش حاضر بررسی نقش تأثیرات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی ابنیه‌های مسکونی با بهینه‌سازی مصرف انرژی در اقلیم سرد است. می‌توان اذعان داشت‌که ظرفیت بالای بتن و ترکیب این مواد به‌جهت ایجاد حباب در بتن و همچنین درراستای ذخیرهٔ انرژی گرمایی، به‌بهبود شرایط آسایش حرارتی و نیز کاهش مصرف انرژی می‌انجامد. باتوجه‌به ایجاد و عملکرد حفره‌ها در بتن‌های پیش‌ساخته، این مواد می‌توانند در اقلیم سرد و نیز اقلیم‌هایی که دارای نوسانات شدید دمایی در شبانه‌روز هستند، بر شرایط آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی ابنیه‌های بتنی

پیش‌ساخته اقلیم‌های سرد و فرهنگ ساکنان بسیار اثرگذار باشند. نتایج نشان دادکه استفاده‌از مواد مضاف حباب‌ساز و ترکیبات پیشنهادی دراین جستار باعث کاهش انتقال حرارت و بهبود عملکرد ضریب هدایت حرارتی نسبت‌به دیواره‌های بتنی معمولی شده است. ازاین‌رو، میزان بهبود عملکرد ضریب هدایت حرارتی در بالاترین نتیجهٔ آزمون به ۲۳درصد رسیده است. این ترکیبات باعث کاهش انتقال حرارت و بهبود کیفیت آسایش حرارتی در داخل ابنیه‌ها می‌شوند. به‌طورخاص، ازنظر اقتصادی، مسائل بیان شده بادرنظر داشت تأثیرات اجتماعی و فرهنگی بیان شده دراین پژوهش، در مدت ۱سال می‌توانند اثرات مناسبی جهت کم‌شدن هزینه‌ها، مصرف انرژی و کاهش تخریب محیط‌زیست به‌منظور ایجاد مسیری مناسب جهت کاهش مصرف سوخت در اجتماع رقم زنند. برهمین‌اساس، می‌توان این پانل‌های پیش‌ساختهٔ بتنی را در اقلیم‌های سرد به‌صورت پیش‌ساخته یا به‌صورت درجا در دیوارها و جداره‌های ساختمان‌ها استفاده نمود. علاوه‌بر مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی، این نوآوری‌ها تأثیرات اجتماعی و فرهنگی مهمی نیز دارند. بهینه‌سازی مصرف انرژی در ابنیه‌ها نه‌تنها به کاهش هزینه‌های خانوارها و بهبود کیفیت زندگی آنان کمک می‌کند، بلکه از دیدگاه اجتماعی می‌تواند به افزایش آگاهی عمومی نسبت‌به مسائل محیط‌زیستی و اهمیت پایداری منجر شود. افزون‌بر، تبیین فناوری‌های نوین در ساخت‌وساز می‌تواند به ارتقای سطح فرهنگی جامعه کمک کند، چراکه نشان‌دهندهٔ پذیرش و پیشرفت در زمینهٔ تکنولوژی و مدیریت منابع است. درنتیجه، توسعهٔ اینگونه ابنیه‌های مسکونی می‌تواند نه‌تنها به بهبود شرایط زندگی در اقلیم‌های سرد منجر شود، بلکه با ایجاد تغییرات مثبت در رفتارهای اجتماعی و فرهنگی، به رشد و توسعهٔ پایدار جوامع نیز کمک کند.

منابع:

احمدی، زهرا. یاسی، پوسف. ۱۴۰۰. نقش مؤلفه‌های انرژی در ساختار اجتماعی فرهنگی جامعهٔ ایرانی، سومین کنفرانس ملی پیشرفت‌های نوین در حوزهٔ انرژی و صنایع نفت و گاز، ساوه-ایران. ۱۲-۱.

اکبری، نعمت‌الله، طالبی، هوشنگ. جلائی، اعظم. ۱۳۹۵. بررسی عوامل اجتماعی و فرهنگی مؤثر بر مصرف انرژی خانوار پس‌از اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها (مطالعه‌موردی: شهر اصفهان)، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی-جامعه شناسی کاربردی، دورهٔ ۲۴، شمارهٔ ۴، ۲۶-۱.

اکراقنبری، محراب. لمترمحمدی، محمد. ۱۳۹۹. کاربرد فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان‌سازی (مطالعه‌موردی: ساختمان‌های شرکت هورسان)، چهارمین مجمع توسعهٔ فناوری و کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین عمران معماری و صنعت ساختمان ایران، تهران-ایران، ۱۵-۱.

امینی، فیروزه. و [دیگران]. ترازنامهٔ انرژی وزارت نیرو سال ۱۳۹۸، چاپ‌اول، تهران: دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو.

آصفی، مازیار. ایمانی، الناز. ۱۳۹۱. ارزیابی چالش‌های فناوری‌های نوین در معماری و تعامل آن با ارزش‌های معماری اسلامی ایران، نشریهٔ علمی‌پژوهشی-باغ‌نظر، دورهٔ ۹، شمارهٔ ۲۱، ۳۴-۲۱.

بیدآباد، بیژن. پیکارجو، کامبیز. ۱۳۸۶. شبیه‌سازی و پیش‌بینی قیمت جهانی نفت‌خام، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی-پژوهشنامهٔ اقتصادی، دورهٔ ۸، شمارهٔ ۲۷، ۱۱۷-۸۳.

ثقفی، محمود. ۱۳۸۸. انرژی‌های قابل تجدید، چاپ‌سوم، تهران: موسسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.

حیدری، شاهین. ۱۳۸۸. دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی-هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۳۸، ۱۴-۵.

خانی، محمدسعید. فلاحی، اسماعیل. بانشی، مهدی. ۱۳۹۵. ارائهٔ مدل مدیریت تأمین انرژی در ایران براساس معیارهای فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی-پژوهشنامهٔ اقتصاد انرژی ایران،دورهٔ ۵،شمارهٔ ۱۸،۶۰-۲۹.

دبدبه، محمد. ۱۴۰۳. برداشت از مجموعه آثار معمار دبدبه (عملکردهای انرژی در گستره‌های تغییرات اجتماعی-فرهنگی)، تهران.

دلاویز، محسن. مرتضوی‌اصل، سیدخدایار. سینایی، سیدعطاالله. ۱۴۰۱. بررسی تغییرات فرهنگی و اجتماعی مصرف انرژی و راهکارهای بهینه‌سازی آن برپایهٔ سرمایهٔ اجتماعی در آیندهٔ جمهوری‌اسلامی ایران، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی-جامعه‌شناسی سیاسی انقلاب اسلامی، دورهٔ ۳، شمارهٔ ۲، ۸۰-۵۳.

دولت، سمیه. صفدریان، غزال. جهانبخش، حیدر، معتضدیان، فهیمه. ۱۴۰۳. بررسی شبیه‌سازی انرژی در ساختمان و فرهنگ رفتار ساکنان با رویکرد کتاب‌سنجی در پایگاه استنادی اسکوپوس، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی-تغییرات اجتماعی-فرهنگی، دورهٔ ۲۳، شمارهٔ ۱، ۲۰۳-۱۷۷.

ذبیحی، علی. ۱۳۹۰. برنامه‌ریزی انرژی، چاپ‌اول، تهران: انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق.

شیدفر، شاداب. ۱۳۹۲. تأثیر محیط مسکونی بر معماری، فرهنگ و ایجاد احساس تعلق محیطی در افراد، اولین کنفرانس ملی معماری و شهرسازی اسلامی و ترسیم سیمای شهری پایدار با گذر از معماری ایرانی-اسلامی و هویت گمشدهٔ آن، زاهدان-ایران، ۱۳-۱.

صادق ابربکوه، مریم. طلایی، آویده. کابلی، محمدهادی. ۱۴۰۱. طراحی مسکن اجتماعی با رویکرد بهینه‌سازی مصرف انرژی در شهر تهران، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی–مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۴؛ (پیاپی ۶۱)، ۱۱۷۳–۱۱۵۳.

قبادیان، وحید. ۱۳۹۲. تحلیل اقلیمی ساختمان‌های پایدار سنتی در ایران، چاپ‌هشتم، تهران: مؤسسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.

کاوسی، الهبخش. ۱۳۹۵. مصرف انرژی و رابطهٔ آن با آیندهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان و ایران، ششمین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران–ایران، ۹–۱.

محمودی، محمدمهدی. نیوی، سحر. ۱۳۹۰. روند توسعهٔ فناوری اقلیمی با رویکرد توسعهٔ پایدار، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی–نقش جهان: مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۱، ۵۲–۳۵.

مرتهب، رامتین. حیدری، شاهین. ۱۳۹۴. طراحی اقلیمی باتوجه‌به متغیرهای دما، رطوبت و جریان هوا در معماری مجموعه‌های مسکونی، کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط‌زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته، تهران–ایران، ۱۲–۱.

منظور، داوود. کهن هوش‌نژاد، روح‌الله. ۱۳۹۳. بررسی تطبیقی پیش‌بینی‌های چشم‌انداز جهانی انرژی، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی–انرژی ایران، دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، ۱۴۹–۱۲۹.

مهتدی، علیرضا. شهبازی، مه‌تیام. ۱۳۹۶. سیستم‌های مدیریتی به‌منظور کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های تجاری، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر، تهران–ایران، ۱۳–۱.

مهتدی، علیرضا. فولادی، وحدانه. ۱۴۰۰. آمیختگی فرهنگ و معماری شهری با سرشت انسان ایرانی، فصلنامهٔ علمی‌تخصصی– پژوهش‌های مرمت و مطالعات معماری ایرانی–اسلامی، دورهٔ ۴، شمارهٔ ۱۱، ۳۱–۲۰.

هاشمی، فاطمه. حیدری، شاهین. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی مصرف‌انرژی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم سرد (نمونهٔ‌موردی: شهر اردبیل)، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی–صفّه: مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی، دورهٔ ۲۲، شمارهٔ ۱؛ (پیاپی ۵۶)، ۷۵–۸۶.

Beunder, Alexander. Groot, Loek. 2015. Energy Consumption, Cultural Background And Payment Structure, Journal Of Cleaner Production, 94(1):137-143.

Nord, Natasa. 2017. Building Energy Efficiency In Cold Climates, In Book: Reference Module In Earth Systems And Environmental Sciences, Encyclopedia Of Sustainable Technologies, 149-157.

Soorige, Dumindu., et al. 2021. Evolution Of Energy Culture In Energy Behavior Research In Buildings, 11th Annual International Conference On Industrial Engineering And Operations Management, 1090-1099.

Stephenson, Janet., et al. 2010. Energy Cultures: A framework For Understanding Energy Behaviours, Journal Of Nergy Policy, 38(10): 6120-6129.

Su, Shu., et al. 2022. How Can Energy Saving Culture Of A Company Influence Energy Behaviors And Consumptions In Its Offices? A Simulation And Optimization Model, Jurnal Of Building Engineering, 58(4): 105011.