Sustainable Urban & Regional Development Studies Quarterly

Volume 7, Issue 3 - Serial Number 25, Autumn 2026 **Online ISSN: 2783-0764**
Journal Hompage https://www.srds.ir/
https://www.srds.ir/article_220001.html?lang=en

Developing effective components in the design of residential apartments in the temperate and humid climate of Iran in order to reduce energy consumption in Mazandaran Province

Fatemeh Taheri Gorji[1], Mohammad Reza Ebrahimnejad[2*], Noushin Abbasi[3]
1. PhD Student in Architecture, Department of Architecture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
2. Assistant Prof., Department of Architecture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
3. Assistant Prof., Department of Architecture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

Received Date: 08 March 2025 **Accepted Date:** 28 April 2025

Abstract

Background and Objective: Buildings are considered the leading energy consumers, representing 40% of global energy usage. In Iran, due to insufficient focus on energy issues by both the population and authorities, over 40% of total energy consumption is allocated to this sector. The primary aim of this research is to assess the influence of each design parameter (form, envelope, openings, and roof) from the viewpoint of professionals in this field, focusing on residential apartment designs for energy reduction in Iran's humid and moderate climate. The secondary goal is to rank these components (form, envelope, openings, and roof) in terms of their energy-saving potential, as advised by experts.

Methodology: This research adopts an applied methodology, utilizing both qualitative and quantitative techniques based on the nature of the data. In the qualitative phase, thematic analysis was employed to prioritize the components and define the critical design elements for reducing energy consumption. Initially, 41 indicators were identified for the four main parameters (form, envelope, openings, and roof). The quantitative phase involved using a questionnaire, with expert feedback ensuring the accuracy of the findings, leading to the identification and ranking of 37 final indicators.

Results and Findings: The results reveal that, from the experts' point of view, to reduce energy consumption in residential apartments in Iran's humid and moderate climate, the envelope and openings components received the highest rankings, with weights of 0.383 and 0.312, respectively. Among envelope elements, the highest weight was given to avoiding metal materials. For openings, the most significant factor was the optimal placement of windows. In terms of roof design, the most valued element was the use of sloped roofs, while for form, the spacing between buildings ranked the highest. Experts in this field suggest that following the prioritization proposed in this study could effectively contribute to lowering energy consumption in residential apartments in the target climate.

Keywords: Mazandaran Province, residential apartments, temperate and humid climate, residential, climatic architecture, energy consumption.

* **Corresponding Author Email:** mr.ebrahimnejad@iau.ac.ir

Cite this article: Taheri Gorji,F , Ebrahimnejad,M R and Abbasi,N . (2026). Developing effective components in the design of residential apartments in the temperate and humid climate of Iran in order to reduce energy consumption in Mazandaran Province. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, *7*(3), 279-296.

فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای

دوره ۷، شماره ۳، شماره پیاپی ۲۵، پاییز ۱۴۰۵ شاپا:۰۷۶۴-۲۷۸۳

Journal Hompage https://www.srds.ir
https://www.srds.ir/article_220001.html?lang=fa

تدوین مؤلفه های مؤثر در طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران به منظور کاهش مصرف انرژی استان مازندران

فاطمه طاهری گرجی [۱]، محمدرضا ابراهیم نژاد [۲]*، نوشین عباسی [۳]

۱- دانشجوی دکتری معماری، گرو ه معمار ی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

۲- استادیار، گروه معماری، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

۳- استادیار، گروه معماری، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸

چکیده

زمینه و هدف: امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی، افزایش روز افزون جمعیت، استفاده از سوخت های فسیلی و همچنین بحران انرژی بشر در شرایطی قرار دارد که به منظور جلوگیری از بحران های اخیر معماری های اقلیمی و همساز با اقلیم دوباره مورد توجه قرار بگیرد. با طراحی و معماری متناسب با اقلیم و ایجاد یک الگو میتوان تاثیر بسزایی در کاهش مصرف انرژی و همچنین جلوگیری از مصرف بی رویه انرژی داشت. بنابراین شناخت شرایط اقلیمی در هر منطقه از مهمترین عوامل جهت طراحی های اقلیمی است. اقلیم میتواند بر اشکال ساختمان های تاثیرگذار باشد به همین دلیل فرم های ساخته شده با توجه به اقلیم ها متفاوت هستند. هدف اصلی این پژوهش شناسایی مولفه های موثر طراحی در کاهش مصرف انرژی برای ساختمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران برای استان مازندران است.

روش شناسی: ابتدا با بررسی اسناد و مطالعه کتابخانه ای به بررسی اولیه پرداخته شد و با کمک روش تحلیل مضمون برای ۴ پارامتر « فرم، جداره، بازشو و بام»، ۴۱ شاخص اولیه و موثر برای آپارتمان های مسکونی اقلیم مورد نظر استخراج شدند؛ برای صحت بخشی اطلاعات حاصل شده از نظرات خبرگان بهره گرفته شده است و ۳۷ شاخص نهایی شناسایی و الویت بندی شدند. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی اساتید معماری دانشکده های معماری استان مازندران می باشند که با روش نمونه گیری در دسترس بهره گرفته شده است.

یافته‌ها و نتایج: نتایج ارائه شده نشان داد، از دیدگاه خبرگان حوزه انرژی در استان مازندران برای طراحی آپارتمان های مسکونی به منظور کاهش مصرف انرژی، مولفه های جداره و بازشو به وزن ۰/۳۸۳ و ۰/۳۱۲ بالاترین رتبه را داشته اند. در مولفه جداره بالاترین وزن مربوط به عامل عدم استفاده از فلز، در مولفه بازشو بالاترین وزن مربوط به جایگذاری مناسب پنجره، در مولفه بام بالاترین وزن مربوط به استفاده از بام شیبدار و در مولفه فرم بالاترین وزن مربوط به فاصله بین بناها بود. طبق دیدگاه خبرگان این حوزه در نظر گرفتن الویت بندی ارائه شده در این پژوهش میتواند گامی موثر در کاهش مصرف انرژی برای آپارتمان های مسکونی استان مورد نظر باشد.

کلیدواژه ها: استان مازندران، آپارتمان های مسکونی ، اقلیم معتدل و مرطوب، معماری اقلیمی، مصرف انرژی.

* **نویسنده مسئول**: mr.ebrahimnejad@iau.ac.ir

ارجاع به این مقاله: طاهری گرجی,فاطمه , ابراهیم نژاد,محمدرضا و عباسی,نوشین . (۱۴۰۵). تدوین مؤلفه های مؤثر در طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران به منظور کاهش مصرف انرژی استان مازندران. *فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای*, ۷(۳), ۲۷۹-۲۹۶.

مقدمه و بیان مسأله

با رشد روز افزون جمعیت، مصرف انرژی، کاهش ذخایر و همچنین آلودگی های زیست محیطی در اوایل قرن ۲۱ موجب بروز ناپایداری هایی شد؛ که به تغییرات آب و هوایی و همچنین تغییرات عملکرد انسان به محیط ساخته شده است (Mirrashidi & Mirsaedi, 1399). در دهه های اخیر، بحران آلودگی های زیست محیطی در جهان به موضوعی نگران کننده برای جامعه بشری تبدیل شده است. امروزه با توجه به کاهش مستمر انرژی های فسیلی استفاده از انرژی های پایدار و تجدیدپذیر موضوع اصلی هر جامعه به شمار میرود(Khajavi et al, 2021).

با پیشرفت سریع تکنولوژی و همچنین افزایش سرعت شهرنشینی در سال های اخیر موجب کاهش ارتباط فضاهای زیستی انسان با طبیعت شده است، بی توجهی به طبیعت و پتانسیل های طبیعی در عصر حاضر سبب بروز معضلات بسیاری اعم از آلودگی های زیست محیطی، تاثیر مخرب روحی و روانی و نابودی منابع انرژی های فسیلی در سال های اخیر شده است (Pourmosa et al, 1399).

توجه به تاثیر عوامل اقلیمی و محیطی در فضاهای سکونتی بحث تازه ای نیست؛ بشر از همان ابتدا سعی در ایجاد محیط سکونتی مطلوب و منطبق با شرایط حرارتی و اقلیمی محل زندگی خود داشته است(Hossein Abadi et al, 1399). مصرف انرژی در ایران در بخش ساختمان بالاتر از میانگین جهانی است؛ بنابراین کشور به منظور تعدیل مشکل جهانی تغییرات اقلیمی و همچنین حفظ منابع سوخت های فسیلی، باید اقداماتی به منظور کاهش انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان های مسکونی انجام دهد(Sadafi et al, 2021).

بیش از ۳۰ درصد کل انرژی مصرفی در ایران در آپارتمان های مسکونی استفاده میشود؛ به دلیل عدم سازگاری مواد و مصالح مورد استفاده با اقلیم و شرایط منطقه باعث تشدید اتلاف انرژی نیز شده است (Kheyri et al, 1399). به همین منظور باید اقداماتی جهت شناخت اقلیمی منطقه، طراحی بر اساس اصول معماری همساز با اقلیم و همچنین استفاده از انرژی های تجدید پذیر جهت گرمایش و سرمایش ساختمان ها صورت گیرد (Mirrashidi et al, 1399)

اقلیم میتواند بر اشکال آپارتمان ها تاثیرگذار باشد به همین دلیل فرم های ساخته شده با توجه به اقلیم ها متفاوت هستند؛ بناهای مسکونی در گذشته طوری اقلیمی و سازگار با محیط پیرامون طراحی میشدند که انرژی گرمایش، سرمایش و تهویه طبیعی پاسخگوی نیاز های اقلیمی آن بوده است؛ امروزه آپارتمان های مسکونی بدون در نظر گرفتن شرایط اقلیمی در حال افزایش هستند. بررسی پژوهش های مرتبط با این حوزه نشان داد مطالعات بسیاری به منظور کاهش مصرف انرژی برای اقلیم های کوهستانی و گرم و خشک انجام گرفته است، اما اقلیم معتدل و مرطوب علیرغم داشتن زمستان های سرد و تابستان های گرم و استفاده از انرژی های گرمایش و سرمایش مطالعات بسیاری کمی برای این اقلیم بخصوص انجام شده است، در پی وجود این شکاف تحقیقاتی اهمیت این پژوهش بیشتر میشود. هدف اصلی این پژوهش الویت بندی مولفه ها برای پارامترهای (فرم، جداره، بازشو و بام) در طراحی آپارتمان های مسکونی در استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی از دیدگاه خبرگان میباشد.

با توجه به هدف کلی تحقیق حاضر، سوالات زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

کدام یک از پارامترهای (فرم، جداره، بازشو و بام) برای آپارتمان های مسکونی در استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی از اهمیت بیشتری برخوردار است؟

کدام یک از مولفه ها برای پارامترهای (فرم، جداره، بازشو و بام) برای آپارتمان های مسکونی در استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی باید در الویت قرار بگیرند؟

در ارتباط با موضوع پژوهش حاضر و همچنین در راستای سوالات پژوهش، این فرضیه به نظر میرسد در استان مورد نظر، پارامتر جداره ساختمان به عنوان بدنه که بنا را در بر میگیرد، همواره در طول شبانه روز مستقیما در معرض عوامل جوی است؛ و همچنین به دلیل مساحت قابل توجه آن اتلاف انرژی آن بسیار حائز اهمیت قرار میگرد.

مبانی نظری پژوهش

ویژگی های اقلیم معتدل و مرطوب خزر

اقلیم معتدل و مرطوب خزر در طبقه بندی اقلیم کوپن در گروه cfa قرار می گیرد؛ سواحل دریای خزر، حدفاصل بین ساحل و رشته کوه های البرز این اقلیم در ایران را شامل می شود. این منطقه عمدتاً از جلگه های پست تشکیل شده است. چالوس، رشت، بندر انزلی، بابلسر، گرگان از شهرهای معروف این اقلیم محسوب می شود. ویژگی های عمومی اقلیم معتدل و مرطوب شامل پوشش وسیع نباتی، خاک مرطوب به دلیل ارتفاع کم از سطح دریا، بارندگی بسیار زیاد، رطوبت نسبی ، ۸۰٪ نسبتاً زیاد منطقه در برخی موارد بالای اعتدال درجه حرارت به دلیل وجود دریای خزر و همچنین رطوبت بسیار زیاد هوا میباشد (Kasmaei, 1383). با تحلیل اقلیمی منطقه می توان مشکلات و نیازهای معماری همساز با اقلیم را در این پهنه بررسی کرد .

طراحی اقلیمی

براساس تعریف فرهنگ هواشناسی اقلیمی، اقلیم عبارت است از مجموعه شرایط جوی که توسط کیفیت و تکامل وضع هوای منطقه مشخص میشود؛ و همچنین هدف از شناخت اقلیم عبارت است از کشف و تعیین رفتار طبیعی و اتمسفر و بهره برداری از آن، جهت منافع انسان که تقریبا تمام فعالیت های بشری برای تداوم چرخه زندگی بطور کامل مستقیم یا غیر مستقیم، تحت تاثیر هوا و اقلیم می‌باشد (Kheyri et al, 1399). اقلیم و آب و هوا مبنای حیات و فعالیت انسان ها در بناهای بومی و سبک های محلی شناخته می‌شود؛ که فرم و زیبایی بنا از آن بوجود میاید. معماران و طراحان با آگاهی نسبت به اصول طراحی اقلیمی، میتوانند فضاهای بهینه از نظر آسایش حرارتی و صرفه جویی در مصرف انرژی را بوجود آورند (Shams & khodakarami,2010 طراحی اقلیمی موجب میگردد که ساختمان ها دارای شرایط آسایشی بهتری باشند و به جای مصرف بیش از اندازه از انرژی های گرمایشی و سرمایشی خود ساختمان بدون استفاده از سیستم های سرمایشی و گرمایشی و همچنین بدون استفاده از دستگاه های مولد مرکزی، به کمک سیستم های غیر فعال شرایط آسایش را فراهم میکند (Kheyri et al, 1399).

از جمله اهداف عمده در طراحی همساز با اقلیم میتوان به کاهش اتلاف انرژی در ساختمان، کاهش تاثیر باد در اتلاف حرارت در ساختمان ، بهره گیری از انرژی خورشید در گمایش ساختمان، محافظت ساختمان در برابر هوای گم خارج، محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب، بهره گیری از نوسان روزانه دمای هوا، بهره گیری از شرایط مناسب هوای خارج، ایجاد کوران در فضای داخلی، بهره گیری از رطوبت مطلوب هوا، محافظت ساختمان در برابر بارندگی، کاهش تاثیر بادهای غبارآلود بر ساختمان، جلوگیری از آلودگی صوتی اشاره کرد (shams et al, 2010). اقلیم می تواند در روابط متقابل بین پروژه های ساختمانی و آب و هوا دو جنبه کلی بر معماری تاثیر گذار باشد، از جمله: اثرات آب و هوا به روی طرح و شکل استقرار ساختمان و همچنین اثرات مستقیم آب و هوا به روی فعالیت های ساختمانی (Kheyri et al, 1399).

مصالح ساختمانی

محیط و طبیعت مصالح مورد نیاز و سازگار با اقلیم را در اختیار انسان قرار میدهند؛ اما متاسفانه در حال حاضر بیشتر مصالح استفاده شده در ساختمان ها غیر بومی و وارداتی هستند، که با اقلیم منطقه هماهنگی نداشته و میتواند سبب بروز مشکلات زیادی گردد (Hosseininia et al, 2026). برای مثال در اقلیم مورد بررسی، جنس مصالح مصرفی باید به گونه ای باشد که در برابر رطوبت و همچنین خوردگی حاصل از آن از جمله پوسیدگی و زنگ زدگی مقاومت بیشتری داشته باشد؛ بنابرای استفاده از مصالح فلزی در این اقلیم چندان مناسب نمی باشد؛ و همچنین سنگ های ساختمانی مانند آهک و تراورتن و امثال آن برای روکار نما ساختمان به سبب نفوذ باران تاثیر در انحلال و خوردگی سنگ مناسب نمی باشد، از این رو استفاده از مصالح چوبی و سفالی برای این اقلیم مناسب و مقرون به صرفه می باشد. بیشتر مصالح ساختمانی در این اقلیم حداقل ظرفیت حرارتی دا داشته و سبک هستند به سبب آن که نوسان دمای روزانه هوا در این اقلیم کم است و ذخیره حرارتی هیچ اهمیتی ندارد؛ در صورت استفاده از مصالح

سنگین در این اقلیم ضخامت دیوارها را به حداقل میرسانند، چرا که مصالح سنگین موجب کاهش میزان تهویه و کوران که یکی از ضروریات این اقلیم است را کاهش میدهد (Kheyri et al, 1399). مطالعه اخیر انجام شده توسط(Fatemi et al,۱٤۰۱) نشان داده شده بیشترین میزان مصرف برق سالانه برای ساختمان ها با دیوارهای بلوک سیمانی فوم دار و همچنین بیشترین میزان گاز مصرفی سالانه برای ساختمان ها با دیوار بلوک سیمانی فوم دار است و کمترین میزان مصرف برای ساختمان ها با دیوار بلوک سیمانی با پوکه است.

جهت ساختمان

جهت ساختمان یکی از عوامل موثر در ایجاد آسایش حرارتی میباشد، که به منظور دستیابی به اهداف اقلیمی باید تاثیرات دو پارامتر تابش آفتاب و وزش باد مورد توجه قرار بگیرد. در صورت قرار گیری بنا در جهت مناسب میتوان بصورت تقریبی از نفوذ آفتاب به داخل بنا در فصل گرم سال، هدایت آفتاب به داخل بنا در فصل سرد سال و همچنین جلوگیری از اتلاف حرارت بنا به وسیله باد نمود(Hossein abadi et al, 1399).

نور خورشید برای روشنایی فضای داخل مورد نیاز است اما در نهایت این نور تبدیل به حرارت میشود بنابراین باید میزان تابش نور خورشید به داخل بنا با توجه به نوع ساختمان و اقلیم مورد بررسی قرار بگیرد. جهتگیری ساختمان باید بگونه ای باشد که در ماه های سرد سال بیشترین و در ماه های گرم سال کمترین میزان تابش خورشید به نما اصلی ساختمان بتابد. اولین مرحله در تعیین جهتگیری ساختمان، تعیین مواقع مختلف سال از نظر کسب انرژی خورشید است (Kasmaei, 1383).

مناسب ترین جهت ساختمان در این اقلیم به منظور حداکثر استفاده از انرژی تابش برای ساختمان با یک جهت (یک نما اصلی) از جنوب تا جنوب شرقی با ۳۰ درجه انحراف از جنوب و همچنین برای ساختمان های با دوجهت (دو نما اصلی) باز روبروی هم شمالی و جنوبی است. بیشترین میزان باد در ماه های گرم سال در این اقلیم از جبهه شمال شرقی میباشد؛ که جهت کوران و تهویه طبیعی در طراحی ساختمان برای این اقلیم باید مورد توجه قرار بگیرد تا شرایط آسایش حرارتی را برای افراد بوجود آورد. جهت گیری ساختمان متناسب با باد های مطلوب منطقه باعث ایجاد کوران در ساختمان میشود؛ طراحی پلان ساختمان باید به گونه ای باشد که امکان ایجاد کوران در تمام اتاق ها وجود داشته باشد، در غیر اینصورت پنجره های بزرگ میتواند در خنک سازی فضای داخل موثر باشد. شدت تابش آفتاب در این اقلیم در فصل گرم میتواند آزار دهنده باشد، با طراحی پیش آمدگی یا سایه بان برای پنجره های کوچک و بزرگ میتوان آن را کنترل نمود (Kheyri et al, 1399). نکته مهم در نصب سایبان عمق آن است، عمق سایبان باید بگونه ای باشد که جلوی نفوذ نور خورشید به داخل ساختمان را بگیرد و یا آن را کاهش دهد، و همچنین در فصل سرد از نفوذ انرژی خورشید به داخل بنا جلوگیری نکند (Hossein abadi et al, 1399).

تهویه طبیعی

آسایش حرارتی افراد در داخل ساختمان میتواند به کمک تهویه طبیعی مناسب تامین شود، که به پارامترهای بسیاری از جمله ابعاد و جایگاه بازشوها مرتبط است. تهویه طبیعی ابزاری موثر جهت بهبود کیفیت هوای داخل، حفظ سلامتی، حفظ آسایش حرارتی و همچنین کاهش مصرف انرژی غیر ضروری محسوب میشود(Arkhi et al, 2026). به جانشین کردن و حرکت دادن هوا از داخل به بیرون هوا در یک فضا که بر اثر فشار ها و نیروهای حرارتی حاصل از فعل و انفعالات جوی بوجود میاید تهویه طبیعی میگویند. عملکرد تهویه طبیعی یک ساختمان تحت تاثیر عوامل خارجی از جمله شاکله شهری، شکل و ابعاد ساختمان و شرایط خرد اقلیمی است که به عنوان محدودیت های خارج از کنترل شناخته میشوند؛ و عوامل داخلی از جمله پارتیشن بندی فضای داخل و بهره برداری از فضا و پیکره بندی درگاه ها میتوان اشاره کرد. فضای داخل ساختمان بر عملکرد تهویه طبیعی به منظور هدایت باد در فضا داخل بسیار موثر است، که از مهمترین عوامل میتوان به موقعیت بازشوها در نما، شکل سایه بان ها و ملحقات بازشوها اشاره کرد (Pourmosa et al, 1399).

تهویه طبیعی در ساختمان های مسکونی بر اساس سه پدیده اقلیمی مانند سرعت باد، جهت باد و اختلاف دما بوجود میاید. اگر سرعت باد بیشتر از ۲.۵ متر بر ثانیه (۹ کیلومتر در ساعت) باشد، جریان باد در تماس با ساختمان باعث ایجاد میدان فشار در اطراف ساختمان میشود. جهت باد عامل اصلی و تعیین کننده نحوه عبور هوا از ساختمان است، باد با حرکت به روی ساختمان یک میدان فشار متغیر مثبت یا منفی ایجاد میکند و هوا از مناطق فشار مثبت به مناطق فشار منفی جریان می یابد. چگالی هوا با افزایش دما کاهش می یابد، جایی که هوا به سمت بالا حرکت میکند و با هوای خنک جایگزین میشود. بادهای مفید و تهویه طبیعی دلیل اصلی جهت گیری بناهای مسکونی به سمت معابر در بافت سنتی شهرها و روستاها بوده است، به این ترتیب تعداد بازشوها در دیوارها افزایش می یابد (Khajavi et al,2021).

مهمترین عامل در فضاهای داخلی برای تامین آسایش حرارتی، وجود باد با سرعت مناسب است؛ یکی از وظایف طراح پیش بینی اقداماتی است که بتواند جریان مناسب باد برا برای فضاهای داخلی تامین کند، عواملی موثر مانند جهت یابی مناسب ساختمان، مکان یابی مناسب بازشوها، مساحت متناسب بازشوها نسبت به دیوار ساختمان،جزئیات بازشوها، موانع موجود در فضای داخلی در برابر جریان هوا و جنس و ابعاد پرده بازشو ها میباشد؛ با در نظر گرفتن برخی استراتژی ها از جمله با ایجاد فاصله مناسب به منظور به حداکثر رساندن جریان هوا در اطراف ساختمان ها، تنظیم پلان جهت ایجاد گردش هوا در اطراف ساختمان، سقف های بلند، قرار دادن فضاهای داخلی باز و یکپارچه، قرار دادن حداقل دو پنجره یکی رو به باد و دیگری پشت به باد برای هر اتاق میتوان به گردش جریان هوا در فضاهای داخلی کمک کرد (Kasmaei,2009).

انرژی تجدید پذیر

با افزایش جمعیت جهان و جامعه صنعتی مصرف انرژی نیز افزایش یافت؛ در حالیکه امروزه همچنان بخش زیادی از انرژی در بخش مسکن از طریق سوخت های فسیلی است، تلاش های بسیاری جهت جایگزین کردن منابع فسیلی با انرژی های طبیعی و تجدید پذیر هستند. بسیاری از متخصصان حوزه مسکن معتقدند با هماهنگی و ارتباط بین انسان، طبیعت و ساختمان وابستگی به وسایل مکانیکی کاهش میابد؛ چرا که منابع فسیلی که محرک اصلی دستگاه های مکانیکی جهت تولید بار سرمایش و گرمایش ساختمان ها هستند رو به اتمام است و از طرفی آلودگی های زیست محیطی و گرمایش زمین در پی استفاده از سوخت های فسیلی رو به افزایش است؛ بنابراین فناوری استفاده از انرژی های تجدید پذیر باید توسعه یابد، تا مورد استفاده تمام کشورهای جهان قرار بگیرد. در اقلیم معتدل و مرطوب ایران استفاده از انرژی باد وهمچنین موج دریا جهت تامین انرژی بصورت پاک میتواند بهترین راه حل باشد (Kheyri et al, 1399).

پیشینه پژوهش

در سال های اخیر تحقیقات بسیاری به منظور کاهش مصرف انرژی انجام شده است. مطالعات مرتبط با پژوهش مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته شده است که در زیر به آن اشاره شده است:

جدول ۱: پیشینهٔ پژوهش

نویسنده	سال	یافته‌های پژوهش
جرشری و همکاران	۲۰۲۴	در پژوهشی با هدف بهینه سازی نسبت ساختمان های مسکونی و جهت گیری آنها برای به حداقل رساندن مصرف انرژی ساختمان در شهر رشت با اقلیم معتدل میپردازد. نتایج نشان داد که مصرف انرژی ساختمان با نسبت ۱/۴ با کشیدگی شرقی غربی کمترین مصرف انرژی را نسبت به سایر حالت ها دارد. همچنین ساختمان با جهت گیری صفر درجه به طول جغرافیایی شمال و شرق به غرب دارای کمترین میزان تولید دی اکسید کربن و مصرف انرژی سالانه است.
جبرئیل و همکاران	۲۰۲۴	به بررسی برای برای نظارت بر عملکرد انرژی یک دیوار با پوشش گیاهی از گونه های خزان کننده و مقایسه آن با یک دیوار خالی مورد استفاده در یک خانه مقرون به صرفه در نیمه گرمسیری برزیل پرداخته شده است. نتایج نشان داد دیوار دارای پوشش گیاهی به طور کلی شارهای حرارتی تابشی و همرفتی موج

		کوتاه و موج بلند کمتری را نشان میدهد. علاوه بر این، پتانسیل دیوارهای پوشش گیاهی را برای کاهش موثر تقاضای سرمایش و گرمایش با حداقل هزینه اضافی تأیید میکند.
آگاروال و مولتی	۲۰۲۴	در یک پژوهش مروری به بررسی جامع از فن‌آوری های سقف خنک میپردازد. به بررسی استانداردهای عملکرد، مواد و مصالح، صرفه جویی انرژی و جزییات رطوبت گرمایی پرداختند.
ریبیرو و همکاران	۲۰۲۴	در پژوهشی با هدف ارزیابی، برای اولین بار، تاثیرات پیکربندی های مختلف بالکن را ارزیابی کردند. نتایج نشان میدهد که یک بالکن باز تأثیر مثبتی بر شرایط رطوبت گرما، روشنایی کنترل‌شده نور روز و کاهش صدای ترافیک دارد. وجود یک بالکن باعث بهبود شرایط رطوبت گرما در زمستان و افزایش کاهش نویز میشود. اتاق‌هایی که بالکن در آن‌ها حذف شده بود، بدترین شرایط رطوبتی را نشان میدهند.
نی و همکاران	۲۰۲۴	در این پژوهش به بررسی انرژی، هزینه، کربن و تاثیر آسایش داخلی پوشش‌های خنک اعمال شده در یک ساختمان مسکونی چندخانواره در ۳۲ منطقه آب و هوایی در ایالات متحده را با اعمال خواص پوشش خنک پیشرفته برای مدل‌های انرژی ساختمان ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که پوشش خنک ایده‌آل میتواند به صرفه‌جویی سالانه انرژی خنک‌کننده، صرفه‌جویی در هزینه خالص سالانه و صرفه‌جویی خالص سالانه کربن افزایش میابد.
موری و گوش	۲۰۲۴	در پژوهشی بر روی پنجره هوشمند گازوکرومیک را بررسی کردند، نتایج نشان داد که پنجره‌های گازوکرومیک بیشترین تاثیر را در کاهش بار گرمایش، تهویه و سرمایش داشتند.
حاجی‌طاهر و همکاران	۱۴۰۳	به بررسی و مطالعهٔ تأثیر اقلیم و جغرافیا بر خانه‌های قاجاریِ آشتیان و تبیین راهکارهای مقابله با اثرات سوء و بهره‌مندی از تأثیرات سودمند آب‌وهوایی و جغرافیایی پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان داد، معماران با درنظر گرفتن زاویهٔ تابش خورشید، باد، دما و رطوبت، دست به ساخت بناها زده‌اند. آن‌ها، به نوع و رنگ مصالح، اندازهٔ بازشوها و حیاط، اندازه و جهت قرارگیری اتاق‌ها توجه‌داشته‌اند و معماری هم‌ساز با اقلیم را ایجاد کرده‌اند؛ هم‌چنین برپایهٔ مدل‌های نرم‌افزار طراحی گلبادWRPLOT ، باد غالب منطقه در جهت‌های شرقی-غربی و غربی شرقی شناسایی و تأثیر آن بر معماری تأیید شد. نتایج آزمون‌های هم‌بستگی کرامر و فی در SPSS نیز بیانگر هم‌بستگی «نوع زمین با طبقهٔ اجتماعی ساکنان خانه‌ها»، «نوع زمین و خاک با وجود آب‌انبار» و «بیشینهٔ سرعت باد با تعداد طبقات» است.
صلواتیان و بابازاده	۱۴۰۳	در پژوهشی به بررسی کاربرد سیستم بادگیرهای نسل جدید بر دو مؤلفه کیفیت هوای فضای داخلی یعنی نرخ تهویه و سطح دی‌اکسید کربن هوا در اقلیم معتدل و مرطوب ایران داشته است. نتایج این پژوهش نشان داد نشان داد که با توجه به میانگین سرعت باد در سه شهر موردمطالعه، سیستم‌های بادگیر نسل جدید در اکثر ماههای سال با در نظر گرفتن یک فن دمنده در ابتدای مسیر توانایی تأمین استانداردهای لازم در دو زمینه نرخ تهویه و سطح دی‌اکسید کربن هوا را در فضاهای آموزشی دارد.
علیتاجر و شهابی	۱۴۰۲	در پژوهشی به مطالعهٔ چند خانهٔ بومی همدان با آب‌وهوای سرد کوهستانی در غرب ایران پرداخت تا عوامل مؤثر در کاهش مصرف انرژی را در آن‌ها شناسایی کند. مطالعه با هدف یافتن مهم‌ترین عامل در شکل‌گیری خانه‌های بومی همساز با اقلیم در همدان انجام گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که با وجود این‌که عوامل مختلفی در کاهش مصرف انرژی در معماری بومی مؤثرند، اما مهم‌ترین آن‌ها جهت‌گیری مناسب این خانه‌ها نسبت به خورشید است. جهت‌گیری به‌خصوص برروی میزان سطوح بازشوها در یک جبهه مؤثر بوده و در مصرف انرژی برای گرم کردن اثر می‌گذارد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد سایر عوامل حفاظت در برابر اقلیم سرد، وابسته به جهت‌گیری خانه‌ها نسبت به خورشید بوده و براساس آن شکل می گیرند.

بررسی پیشینه پژوهش نشان داد مطالعات بسیاری به منظور کاهش مصرف انرژی برای اقلیم های کوهستانی و گرم و خشک انجام گرفته است، اما اقلیم معتدل و مرطوب و استان مازندارن که به عنوان یکی از اصلیترین استان های شمالی ایران شناخته میشود، علیرغم داشتن زمستان های سرد و تابستان های گرم و استفاده از انرژی های گرمایش و سرمایش مطالعات بسیاری کمی برای این ناحیه بخصوص انجام شده است، که در پی آن شاهد رشد چشمگیر ساختمان های غیر اقلیمی در این منطقه هستیم، ساختمان های این ناحیه با وجود منابع خوب انرژی های تجدید پذیر بدون توجه به آن ها ساخته شده است، و موجب افزایش

مصرف انرژی و کاهش کیفیت زندگی ساکنین شده است. این در حالیست که با شناسایی و شناخت پارامتر های اقلیمی و استفاده حداکثری از انرژی های تجدیدپذیر میتوان در کاهش مصرف انرژی گامی موثر برداشته شود و کیفیت زندگی ساکنین را افزایش داد؛ در پی وجود این شکاف تحقیقاتی عظیم اهمیت این پژوهش و شناسایی پارامترهای تاثیرگذار برای آپارتمان های مسکونی استان مازندران به نظور کاهش مصرف انرژی بسیار ضروری شناخته می شود.

مواد و روش‌ها

نوع پژوهش حاضر بر اساس هدف، کاربردی است و بر اساس ماهیت داده ها کیفی-کمی و بر اساس روش های جمع آوری داده ها و اطلاعات در بخش کیفی بصورت اسنادی و در بخش کمی پرسشنامه ای می باشد. با توجه به آن که پژوهش حاضر بر آن است که به تدوین مولفه های تاثیرگذار طراحی به منظور کاهش مصرف انرژی بیانجامد، استفاده از روش های تحقیق کیفی ضروری به نظر میرسد. بر این اساس از بین روش های مناسب برای این امر چند روش «نظریه پردازی داده بنیاد» ،«تحلیل محتوا» و «تحلیل مضمون» بیشترین تناسب را با این هدف داشتند؛ برای یافتن روش تحقیق مناسب جهت دستیابی به اهداف تحقیق روش تحلیل مضمون که در عین کارآمدی و رویه مندی بودن، دارای انعطاف نیز بوده و بیشتر به ویژگی های کیفی متن مورد تحلیل توجه دارد، انتخاب گردیده و مورد استفاده قرار گرفت (Eslamlo et al, 1400)

با توجه به هدف پژوهش که الویت بندی مولفه ها برای پارامترهای (فرم، جداره، بازشو و بام) در طراحی آپارتمان های مسکونی استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی از دیدگاه خبرگان میباشد. در بخش کیفی از تحلیل مضمون استفاده شده است، ابتدا ۸۵ مقاله فارسی(از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳) و انگلیسی(از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴) مرتبط با موضوع پژوهش تحت مطالعه قرار گرفت. با توجه به موضوع و مفاهیم اساسی این پژوهش و هدف مورد بررسی، برخی از مقالات تایید و برخی از آنها از مطالعه خارج شدند. در نهایت ۲۰ مقاله فارسی و ۲۵ مقاله انگلیسی وارد مطالعه نهایی شدند. در مطالعات انجام شده و با توجه به کلمات کلیدی و اهداف پژوهش، مولفه های موثر در طراحی آپارتمان های مسکونی استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی با توجه به کدگذاری توسط نرم افزار مکس کیو دآ استخراج شدند، که شامل ۴ مولفه اصلی(فرم، جداره، بازشو و بام) و ۴۱ شاخص اولیه بودند(شاخص های نشان داده شده در جدول ۱). برای صحت بخشی اطلاعات و تایید روایی مولفه ها و شاخص ها از نظرات خبرگان که در این پژوهش جامعه آماری شناخته می شوند (شامل ۲۶ نفر از هیات علمی های معماری دانشگاه های استان مازندران و متخصص در زمینه طراحی ساختمان بودند) با روش نمونه گیری در دسترس بهره گرفته شد که بدین منظور پرسشنامه ای ساختارمند با رویکرد بسته برای بررسی میزان تاثیر هر یک از شاخص ها در طراحی آپارتمان های مسکونی به منظور کاهش مصرف انرژی(شامل شش گزینه بی تاثیر، خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد که از صفر تا ۵ کدگذاری شدند) تدوین شده و نظرهای خبرگان در رابطه با ۴۱ شاخص اولیه که از طریق منابع بدست آمد، جمع آوری و مورد تحلیل قرار گرفت. طبق نظر این افراد مولفه های ۱۲، ۲۱، ۲۲ و ۲۳ که مربوط به ارتباط مستقیم آشپرخانه با نشیمن، استفاده از قاب فولادی سبک ISF، استفاده از پانل های سه بعدی و استفاده از بلوک های بتنی هوایی اتوکلاو شده جز مولفه های تاثیر گذار در طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران به منظور کاهش مصرف انرژی نمی باشند. از اینرو این چهار مورد از پرسشنامه حذف گردید(جدول ۱).

حال برای بدست آوردن نتایج قسمت کمی تحقیق، نمونه گیری از متخصصین مرتبط با طراحی آپارتمان های مسکونی انجام شد. این نمونه گیری با توجه به محدود بودن مناطق مورد بررسی بصورت روش نمونه گیری در دسترس انجام گرفت. افرادی انتخاب شدند که حداقل دارای تحصیلات کارشناسی ارشد مرتبط با ساختمان و طراحی و مصرف انرژی در این حوزه بودند. که در نهایت ۴۸ نفر از خبرگان(هیات علمی های معماری دانشگاه های استان مازندران و متخصص در زمینه طراحی ساختمان) با روش نمونه گیری در دسترس در مطالعه شرکت داشتند و پرسشنامه تایید شده نهایی که شامل ۶ گزینه (بی تاثیر تا خیلی زیاد) و ۳۷ شاخص و چهار مولفه اصلی(فرم، جداره، بازشو و بام) بود در اختیار این افراد برای تحلیل داده ها قرار گرفت. اطلاعات جمع آوری شده از این قسمت با استفاده از جداول فراوانی برای بررسی متغیرهای دموگرافیک و آزمون نرمال بودن کولموگروف اسمیرنوف، آزمون پارامتری

t تک نمونه ای و آزمون فریدمن با نرم افزار SPSS برای بررسی تاثیر این مولفه ها و شاخص ها بر کاهش مصرف انرژی برای آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مربوط ایران مورد تحلیل قرار گرفت.

جدول۱: میانگین میزان تاثیر هر یک از مولفه های طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران به منظور کاهش مصرف انرژی

فرم													
فاصله بین بناها	جهت گیری شرقی و غربی بنا	استفاده از معماری برون گرا	استفاده از کف کرسی	استفاده از پلان گسترده و فرم باز	قرارگیری ریز فضاها بصورت خطی در پلان	طراحی پلان دوطبقه و بیشتر	کشیدگی بنا عمود بر کشیدگی زمین	بالکن سه طرفه بسته در جنوب	بالکن با عمق زیاد	قرارگیری واحد کوچکتر در غرب	ارتباط مستقیم آشپزخانه با نشیمن	وجود فضا ارتباطی میانی بین واحد ها	
۴/۹۶	۵	۴/۹۶	۴/۴۲	۴/۸۴	۴/۱۱	۳/۵	۴/۰۷	۴/۲۶	۴/۴۲	۳/۶۹	۲/۹۶	۳/۶۵	
جداره													
عدم استفاده از فلز	استفاده از چوب	استفاده از سفال	استفاده از مصالح و حداقل ظرفیت حرارتی	استفاده از دیوار سبز با گونه گیاهی مناسب منطقه	افزایش ضخامت دیوار خارجی	دیوار ترومپ جهت کاهش بار گرمایش		استفاده از قاب فولادی سبک ISF		استفاده از پانل های سه بعدی	استفاده از بلوک های بتنی هوایی اتوکلاو شده	استفاده از نما دو پوسته با عرض حفره ۷۵ سانت	افزایش جرم حرارتی پوشش ساختمان
۴/۹۶	۴/۵	۴/۵	۵	۵	۴/۹۶	۴/۸۴		۱/۴۶		۲/۹۲	۲/۸۴	۴/۷۶	۴/۹۲
بازشو													
جایگذاری مناسب پنجره	جایگذاری بازشوها در تمام جداره ها	استفاده از بازشو با ابعاد بزرگ	استفاده از پنجره های ورودی هوا بزرگتر	استفاده از پنجره های خروجی هوا کوچکتر	استفاده از پنجره دوجداره	استفاده از سایه بان خارجی افقی	بستن پنجره از ۱۲ تا ۴ ظهر	باز کردن پنجره از ۱۲ تا ۸ صبح	استفاده از شیشه هوشمند	استفاده از شیشه کم گسیل low-e کنترل تابشی			
۵	۴/۴۲	۴/۹۲	۳/۹۶	۳/۸۸	۴/۹۶	۴/۹۶	۴/۰۷	۴/۱۵	۴/۹۲		۴		
بام													
استفاده از بام شیبدار				استفاده از بام سبز			استفاده از بام با متریال منعکس کننده				استفاده از بام خنک		نقاشی رنگی روشن در فضای باز برای سقف های بازتابنده
۴/۸۰				۴/۶۹			۴/۳۸				۴/۵۰		۴/۳۸

به علاوه پرسشنامه ای جهت مقایسات زوجی و استفاده از روش رتبه بندی سلسله مراتبی(AHP) تدوین شد و در روش AHP بهترین حجم نمونه انتخابی می تواند بین ۵ تا ۲۰ نفر باشد(ملیلو و پچیا، ۲۰۱۶). از اینرو در این تحقیق با توجه به افراد متخصص و هیات علمی معماری دانشگاه استان مازندران که در دسترس بودند و تمایل به همکاری در این بخش داشتند، پرسشنامه مقایسات جفتی به ده نفر از متخصصین که دارای بیش از ۱۰ سال تجربه و سابقه کار در این زمینه و بالای ۳۰ سال سن و مدرک تحصیلی دکترای مرتبط با طراحی ساختمان بودند، داده شد. در این روش ابتدا مولفه های اصلی بعنوان معیارها و سپس شاخص ها بعنوان زیرمعیارها بصورت جفتی از ۱ تا ۹ رتبه بندی شدند. داده های مربوط به مقایسات زوجی با استفاده از روش AHP در نرم افزار اکسپرت چویس ۱۱ مورد تحلیل قرار گرفت.

مدل مفهومی روش تحقیق پژوهش

یافته‌های پژوهش

هدف اصلی پژوهش معرفی و تدوین الگویی به منظور استفاده و الگو قرار دادن در پژوهش های بعدی است؛ بنابراین در مرحله ابتدایی داده های یافت شده پژوهش آماده سازی شده، سپس یافته های پژوهش به کمک تحلیل مقایسه ای مداوم تحلیل مضمون شد، و مضامین مرتبط از متون منابع استخراج شده و بر حسب میزان شباهت دسته بندی و کدگزاری شدند. یکی از چالش ها اصلی جمع آوری یافته های پژوهش حذف برخی از مضامین های غیر مرتبط بوده است و همچنین مضامین که هم پوشانی داشته اند. سپس با بررسی و تحلیل مقایسه ای مداوم مضامین اصلی به ۴ دسته از مولفه های اصلی موثر طراحی به منظور کاهش مصرف انرژی شامل « فرم، جداره، بازشو و بام » تقسیم شده است؛ داده های یافت شده پژوهش شامل ۴۱ مورد شاخص اولیه بوده است؛ که با بررسی اولیه توسط گروه خبرگان ۴ مورد از این شاخص های اولیه حذف گردید، در مراحل بعدی پژوهش ۳۷ شاخص و ۴ مولفه اصلی(فرم، جداره، بازشو و بام) در اختیار ۴۸ نفر از خبرگان برای تحلیل داده ها قرار گرفت.

در قسمت دوم یافته‌ها نتایج توصیفی و ویژگی های افراد تحت مطالعه، بررسی گردید. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می شود، از ۴۸ نفر نمونه انتخابی، ۴۱/۷ درصد آنها دارای سن ۳۱ تا ۴۰ سال می باشند که بیشترین تعداد را در نمونه تشکیل داده اند. ۸/۳ درصد بین ۲۱ تا ۳۰ سال، ۳۵/۴ درصد بین ۴۱ تا ۵۰ سال و ۱۴/۶ درصد بالای ۵۰ سال بودند. بعلاوه میزان تحصیلات اکثر افراد تحت مطالعه دکترا می باشد(۵۸/۳ درصد). همچنین سابقه کار اکثر افراد بین ۱۵ تا ۲۰ سال است(۳۵/۴ درصد). ۲/۱ درصد دارای سابقه کار کمتر از ۵ سال، ۲۷/۱ درصد بین ۵ تا ۱۰ سال، ۱۶/۷ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ سال و ۱۸/۸ درصد بالای ۲۰ سال می باشند. از ۱۰ نفر افراد متخصص تحت مطالعه که برای اجرای روش سلسله مراتبی انتخاب شدند، همه آنها دارای تحصیلات دکترا، ۶۰ درصد دارای سن ۴۱ تا ۵۰ سال و ۸۰ درصد آنها دارای ۱۵ تا ۲۰ سال سابقه کار می باشند.

جدول ۲. جدول فراوانی و درصد فراوانی نمونه تحت مطالعه

متغیر		نمونه ۴۸ نفر		نمونه ۱۰ نفر خبرگان متخصص	
		فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی
سن	۲۱ تا ۳۰ سال	۴	۸/۳	۰	۰
	۳۱ تا ۴۰ سال	۲۰	۴۱/۷	۲	۲۰
	۴۱ تا ۵۰ سال	۱۷	۳۵/۴	۶	۶۰
	بالای ۵۰ سال	۷	۱۴/۶	۲	۲۰
میزان تحصیلات	فوق لیسانس	۲۰	۴۱/۷	۰	۰
	دکترا	۲۸	۵۸/۳	۱۰	۱۰۰
سابقه کار	کمتر از ۵ سال	۱	۲/۱	۰	۰
	۵ تا ۱۰ سال	۱۳	۲۷/۱	۰	۰
	۱۰ تا ۱۵ سال	۸	۱۶/۷	۱	۱۰
	۱۵ تا ۲۰ سال	۱۷	۳۵/۴	۸	۸۰
	بالای ۲۰ سال	۹	۱۸/۸	۱	۱۰

در این قسمت تحلیل داده ها بعد از بررسی نرمال بودن متغیرها، با استفاده از آزمون t تک نمونه ای انجام می گردد و سپس نتایج آزمون فریدمن در قالب جداول و نمودار ارائه می گردد.

بررسی نرمال بودن داده ها

قبل از بررسی فرضیات ، برای بررسی نرمال بودن متغیرهای تحقیق، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده گردید. نتایج در جدول 3 آورده شده است:

جدول ۳. نتایج نرمال بودن توزیع متغیرهای تحقیق

متغیر	فرم	جداره	بازشو	بام
مقدار Z کولموگروف اسمیرنوف	۰/۱۰۹	۰/۱۱۳	۰/۱۱۱	۰/۱۲۵
مقدار معناداری	۰/۲۰۰	۰/۱۶۸	۰/۱۸۰	۰/۰۵۸

نتایج فوق نشان می‌دهد که مقدار معناداری تمام متغیرهای پژوهش از مقدار آلفای مورد نظر(۰/۰۵) بزرگتر بوده، لذا متغیرهای مورد نظر از فرضیه نرمال بودن توزیع تبعیت می‌کنند و از اینرو برای بررسی وسوالات تحقیق از آزمون‌های پارامتریک نظیر تی تک نمونه ای استفاده می شود.

جدول ۴. نتایج مربوط به تاثیر مولفه ها در طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران

متغیر	نتایج آزمون t تک نمونه ای(معیار آزمون=۳)				
	میانگین	انحراف معیار	مقدار آماره t	درجه آزادی	مقدار معناداری
فرم	۴/۱۳	۰/۳۴	۲۲/۷۵	۴۷	۰/۰۰۱
جداره	۴/۶۵	۰/۲۴	۴۷/۲۲	۴۷	۰/۰۰۱
بازشو	۴/۴۵	۰/۲۰	۴۹/۰۱	۴۷	۰/۰۰۱
بام	۴/۲۵	۰/۴۷	۱۸/۱۳	۴۷	۰/۰۰۱

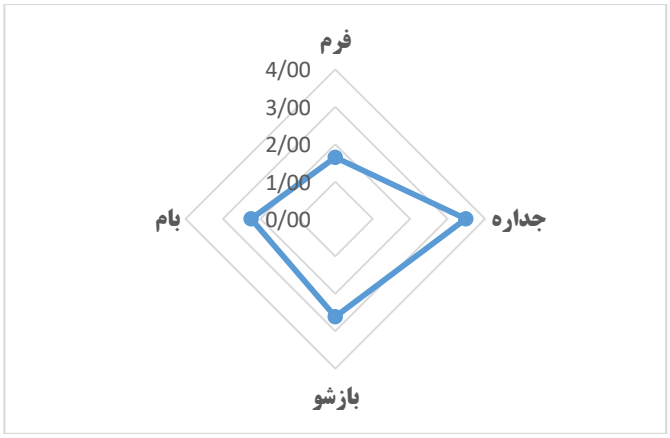
برای پاسخ به این سوال که آیا مولفه های مطرح شده، میتواند بر کاهش مصرف انرژی برای آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران تاثیرگذار باشد، از آزمون t تک نمونه ای استفاده شد و میانگین فرضی(معیار آزمون) برای مولفه ها عدد سه قرار گرفته است. با مقایسه نتایج بدست آمده مشاهده می شود که میانگین مولفه های فرم، جداره، بازشو و بام به ترتیب برابر ۴/۱۳، ۴/۶۵، ۴/۴۵ و ۴/۲۵ می باشند که هر چهار مولفه دارای مقدار معناداری کمتر از ۰/۰۵ هستند. از اینرو با ۹۵ درصد اطمینان نتیجه می شود که این مولفه ها در طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران تاثیر بسزایی دارند.

در این مرحله برای رتبه بندی این مولفه ها از نظر ۴۸ نفر مورد مطالعه، از آزمون فریدمن(که برای مقایسه چند مولفه حسب میانگین رتبه ای آنهاست) استفاده گردید. نتایج آزمون فریدمن در جدول ۵ و شکل ۱ نشان داده شده است:

جدول ۵. نتایج آزمون فریدمن و رتبه بندی ابعاد مورد بررسی

ابعاد	میانگین رتبه ها		اولویت بندی
جداره	۳/۴۹		۱
بازشو	۲/۶۱		۲
بام	۲/۲۵		۳
فرم	۱/۶۵		۴
آماره خی دو	۵۲/۱۵	مقدار معناداری	۰/۰۰۱

با توجه به سطح معناداری بدست آمده، از آنجا که مقدار آن کمتر از ۰/۰۵ می باشد، لذا می توان گفت رتبه بندی به دست آمده معنادار است. یعنی تفاوت معناداری بین رتبه های مولفه های مربوط به طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران وجود دارد. بعلاوه با توجه به میانگین رتبه ها و اولویت بندی مشاهده شد که مولفه جداره با میانگین رتبه ۳/۴۹ بیشترین تاثیر و مولفه فرم با میانگین رتبه ۱/۶۵ کمترین تاثیر را بر طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران به منظور کاهش مصرف انرژی دارد. مولفه های بازشو و بام نیز به ترتیب در اولویت دوم و سوم قرار گرفتند.

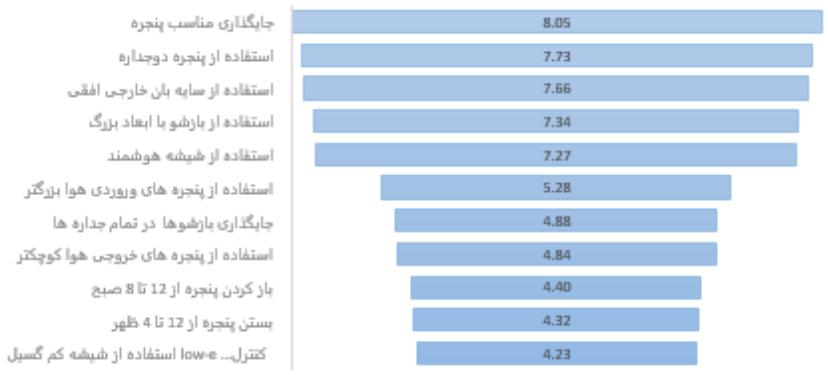


شکل ۱. نمودار رادار مربوط به رتبه بندی مولفه های موثر بر طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران به منظور کاهش مصرف انرژی

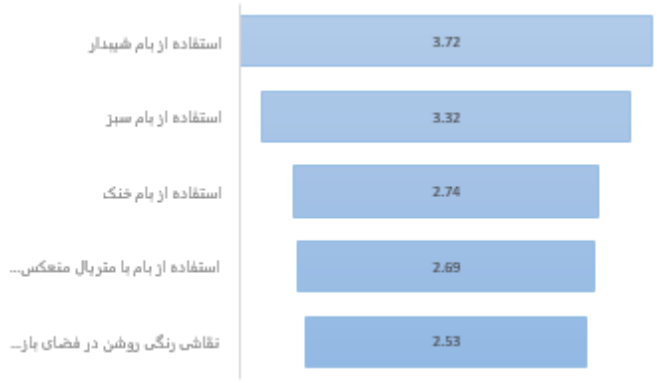
رتبه بندی عوامل مربوط به هر مولفه نیز با استفاده از آزمون فریدمن انجام شد و نتایج در شکلهای ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان داده شد:

شکل ۲. نمودار مربوط به رتبه بندی عوامل مربوط به مولفه فرم

شکل ۳. نمودار مربوط به رتبه بندی عوامل مربوط به مولفه جداره



شکل ۴. نمودار مربوط به رتبه بندی عوامل مربوط به مولفه بازشو



شکل ۵. نمودار مربوط به رتبه بندی عوامل مربوط به مولفه بام

با توجه به شکل‌های ۲ تا ۵ مشاهده شد که در مولفه فرم، عوامل استفاده از معماری برون گرا، فاصله بین بناها و جهت گیری شرقی و غربی بنا؛ در مولفه جداره، عوامل عدم استفاده از فلز، استفاده از مصالح و حداقل ظرفیت حرارتی و استفاده از دیوار سبز با گونه گیاهی مناسب منطقه؛ در مولفه بازشو، عوامل جایگذاری مناسب پنجره، استفاده از پنجره دوجداره و استفاده از سایه بان خارجی افقی و در مولفه بام، عوامل استفاده از بام شیبدار، استفاده از بام سبز و استفاده از بام خنک بالاترین رتبه ها و تاثیر را در طراحی آپارتمان های مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران به منظور کاهش مصرف انرژی دارند.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

در این مرحله فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند شاخصه است اجرا می‌گردد. با توجه به نظر خبرگان متخصص که تعداد ۱۰ نفر می‌باشند و بین مولفه ها و عوامل مقایسه زوجی انجام دادند. نتایج تحلیل سلسله مراتبی به صورت زیر می‌باشد:

جدول ۶. نتایج آزمون AHP برای رتبه بندی مولفه های موثر در طراحی آپارتمانهای مسکونی در استان مازندران

مولفه اصلی	رتبه بندی	وزن	عوامل فرعی	وزن	رتبه زیر عامل
جداره	۱	/۳۸۳ ۰	استفاده از مصالح و حداقل ظرفیت حرارتی	۳۱۷ ۰/	۱
			عدم استفاده از فلز	۳۰۹ ۰/	۲
			استفاده از نما دو پوسته با عرض حفره ۷۵ سانت	۰۹۹ ۰/	۳
			دیوار ترومپ جهت کاهش بار گرمایش	۰۷۱ ۰/	۴
			استفاده از دیوار سبز با گونه گیاهی مناسب منطقه	۰۶۴ ۰/	۵
			استفاده از چوب	۰۴۲ ۰/	۶
			استفاده از سفال	۰۴۰ ۰/	۷
			افزایش ضخامت دیوار خارجی	۰۳۰ ۰/	۸
			افزایش جرم حرارتی پوشش ساختمان	۰۲۹ ۰/	۹
بازشو	۲	/۳۱۲ ۰	جایگذاری مناسب پنجره	۱۵۳ ۰/	۱
			استفاده از سایه بان خارجی افقی	۱۵۱ ۰/	۲
			استفاده از پنجره دوجداره	۱۲۶ ۰/	۳
			استفاده از پنجره های ورودی هوا بزرگتر	۱۲۱ ۰/	۴
			استفاده از بازشو با ابعاد بزرگ	۱۰۷ ۰/	۵
			جایگذاری بازشوها در تمام جداره ها	۰۷۷ ۰/	۶
			استفاده از شیشه هوشمند	۰۷۷ ۰/	۷
			استفاده از پنجره های خروجی هوا کوچکتر	۰۶۳ ۰/	۸
			باز کردن پنجره از ۱۲ تا ۸ صبح	۰۵۱ ۰/	۹
			بستن پنجره از ۱۲ تا ۴ ظهر	۰۳۸ ۰/	۱۰

			استفاده از شیشه کم گسیل low-e کنترل تابشی	۰۳۵/۰	۱۱
بام	۳	۱۱۶/۰	استفاده از بام شیبدار	۴۶۴/۰	۱
			استفاده از بام سبز	۱۷۸/۰	۲
			استفاده از بام با متریال منعکس کننده	۱۵۳/۰	۳
			استفاده از بام خنک	۱۱۳/۰	۴
			نقاشی رنگی روشن در فضای باز برای سقف های بازتابنده	۰۹۲/۰	۵
فرم	۴	۱۱۶/۰	استفاده از معماری برون گرا	۱۸۲/۰	۱
			فاصله بین بناها	۱۶۵/۰	۲
			جهت گیری شرقی و غربی بنا	۱۴۶/۰	۳
			وجود فضا ارتباطی میانی بین واحد ها	۱۳۰/۰	۴
			استفاده از پلان گسترده و فرم باز	۰۸۰/۰	۵
			قرارگیری واحد کوچکتر در غرب	۰۷۶/۰	۶
			استفاده از کف کرسی	۰۴۴/۰	۷
			بالکن با عمق زیاد	۰۴۳/۰	۸
			قرارگیری ریز فضاها بصورت خطی در پلان	۰۴۰/۰	۹
			بالکن سه طرفه بسته در جنوب	۰۳۸/۰	۱۰
			کشیدگی بنا عمود بر کشیدگی زمین	۰۳۴/۰	۱۱
			طراحی پلان دوطبقه و بیشتر	۰۲۳/۰	۱۲

با توجه به نتایج جدول ۶ نیز مشاهده می شود که به منظور کاهش مصرف انرژی برای آپارتمان های مسکونی در استان مازندران مولفه های جداره و بازشو به ترتیب به وزن ۰/۳۸۳ و ۰/۳۱۲ بالاترین رتبه را بدست آوردند. همچنین در مولفه جداره بالاترین وزن مربوط به عامل عدم استفاده از فلز، در مولفه بازشو بالاترین وزن مربوط به جایگذاری مناسب پنجره، در مولفه بام بالاترین وزن مربوط به استفاده از بام شیبدار و در مولفه فرم بالاترین وزن مربوط به فاصله بین بناها می باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

امروزه با افزایش روز افزون میزان شهرنشینی و رشد شهرها، مصرف انرژی هم رو به افزایش بوده است. کاهش مصرف انرژی در بخش مسکن از اولویت های اصلی دولت ایران است. پژوهش حاضر به منظور شناسایی مولفه های موثر طراحی در کاهش مصرف انرژی برای ساختمان های مسکونی در استان مازندران انجام شده است. هدف اصلی این پژوهش الویت بندی مولفه ها برای پارامترهای (فرم، جداره، بازشو و بام) در طراحی آپارتمان های مسکونی در استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی از دیدگاه خبرگان میباشد. به همین جهت با استفاده از روش تحلیل مضمون ۴ زمینه اصلی مورد بررسی قرار گرفت و ۴۱ شاخص اولیه استخراج شد، پس از بررسی نظرات خبرگان نتایج این پژوهش نشان داد به منظور کاهش مصرف انرژی برای آپارتمان های مسکونی در استان مازندران مولفه های جداره و بازشو به ترتیب به وزن ۰/۳۸۳ و ۰/۳۱۲ بالاترین رتبه را بدست آوردند. همچنین در مولفه جداره بالاترین وزن مربوط به عامل عدم استفاده از فلز، در مولفه بازشو بالاترین وزن مربوط به جایگذاری مناسب پنجره، در مولفه بام بالاترین وزن مربوط به استفاده از بام شیبدار و در مولفه فرم بالاترین وزن مربوط به فاصله بین بناها میباشد.

در پاسخ به سوال اول پژوهش نتایج نشان داد مهم ترین پارامتر از دیدگاه خبرگان برای آپارتمان های مسکونی در استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی جداره و بازشو میباشند. همچنین در مولفه جداره بالاترین وزن مربوط به عامل عدم استفاده از فلز، در مولفه بازشو بالاترین وزن مربوط به جایگذاری مناسب پنجره، در مولفه بام بالاترین وزن مربوط به استفاده از بام شیبدار و در مولفه فرم بالاترین وزن مربوط به فاصله بین بناها میباشد. بنابراین سازندگان و طراحان معماری برای این اقلیم باید تمهیدات لازم را برای جداره ها و بازشو های آپارتمان های مسکونی در نظر بگیرند، تا اتلاف انرژی را به حداقل برسانند.

در پاسخ به سوال دوم پژوهش طبق جدول ۶، تمامی مولفه های ۴ پارامتر «فرم، جداره، بازشو و بام» بصورت جامع از دیدگاه خبرگان این حوزه برای استان مازندران در ساختمان های مسکون الویت بندی شدند. معماران و سازندگان پروژه های مسکونی با در نظر گرفتن محدودیت های هر پروژه میتوانند از این مولفه ها در آپارتمان های مسکونی این اقلیم استفاده کنند، و در پی آن کاهش مصرف انرژی و همچنین آلودگی های زیست محیطی در پی استفاده از سوخت های فسیلی را کاهش دهند.

در مقایسه با پژوهش های مشابه که کمتر توجه ای به استان مازندران با اقلیم معتدل و مرطوب داشتند؛ این مطالعه با تمرکز بر روشن سازی شکاف تحقیقاتی موجود انجام گرفته شده است؛ و مولفه ها برای پارامترهای (فرم، جداره، بازشو و بام) در طراحی آپارتمان های مسکونی در استان مازندران به منظور کاهش مصرف انرژی از دیدگاه خبرگان مورد بررسی قرار گرفته شده است. نتایج ارائه شده در پژوهش به خوبی توانست پاسخگوی سوالات تحقیق و همچنین در راستای هدف اصلی پژوهش باشد. معماران و سازندگان فعال در این اقلیم باید یافته های ارائه شده طبق الویت بندی ارائه شده در دستور کار خود قرار دهند، که موجب کنترل و کاهش مصرف انرژی برای ساختمان های مسکونی شوند. این پژوهش میتواند الگوی اولیه بسیاری از پژوهش های محققین دیگر قرار بگیرد. میزان تاثیر هر یک از پارامترهای بدست آمده در کیفیت زندگی ساکنان و تاثیر پارامترها در کاهش هزینه ساخت و ساز برای استان مازندران میتوانند موضوع پژوهش های بعدی باشند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در مقاله به شکل توضیح داده شده از سوی مجله، مورد تأیید نویسندگان این مقاله است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر فاقد حمایت مالی است.

سپاسگزاری

از کلیه کسانی که در مراحل مختلف نوشتن این مقاله با نظرات خود ما را یاری دادند، سپاسگزاری می‌کنیم.

References

Aggarwal, C., & Molleti, S. (2024). State-of-the-Art Review–Effects of Using Cool Building Cladding Materials on Roofs. *Buildings* , *14*(8). https://doi.org/10.3390/buildings14082257

Ahmadi,H , Divsalar,A and Momenpour Akerdi,M . (2021). Investigating the effect of improving the urban fabric texture on the quality of urban life in Naranjbagh neighborhood of Nek city in Mazanderan Province. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, *2*(1), 59-77. https://www.srds.ir/article_132487.html?lang=en[In Persian].

Alitajer, S., & Shahabi, S. (2023). Building orientation: A climatic adaptation technique in the vernacular architecture of cold regions of Iran (Case study: Vernacular houses of Hamedan). *Iranian Archaeological Research*, *13*(37), 333–361. https://scholar.google.com/scholar?cluster=6808637621784282625&hl=en&as_sdt=0.5 [In Persian].

Arkhi, S., Emadoddin, S., & Souri Zaei, N. (2026). Monitoring meteorological drought vulnerability using satellite imagery in Mazandaran Province. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 6(4), 387–418. http://www.srds.ir/article_229529.html [In Persian].

Fatemi, S. O., Ghabadian, V., & Mansouri, M. (2022). Material-based optimal factors in temperate and humid climates for sustainable housing envelope design with an energy consumption reduction approach. *Journal of Geography and Regional Planning*. https://civilica.com/doc/1509748/ [In Persian].

Fotourehchi,Z and Alaei,B . (2025). Investigating the Role of Human Development, Energy Consumption, and Oil Exports in the Sustainable Development of OPEC Member Countries. (e228284). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*,https://www.srds.ir/article_228284.html?lang=en[In Persian].

Gabriel, E., Piccilli, D. G. A., Tassi, R., Köhler, M., & Krebs, L. F. (2024). Improving indoor environmental quality in an affordable house by using a vegetated wall: A case study in subtropical Brazil. *Building and Environment*, *250*, 111146. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111146

Hajitaher, N., Amirhajlou, S., & Nistani, J. (2024). Climate- and geography-compatible design and construction in Qajar residential architecture of Ashtian. *Parseh Journal of Archaeological Studies*, *8*(27), 337–361. https://sanad.iau.ir/Journal/jest/Article/836618[In Persian].

Hosseinabadi, S., Lashkari, H., & Salmani Moghadam, M. (2020). Climatic design of residential buildings in Sabzevar with emphasis on building orientation and shading depth. *Journal of Environmental Science and Technology*. https://www.sid.ir/paper/463760/fa [In Persian].

Hosseininia, S. M., Shahbazi Shiran, H., Pouresmaeil, N., & Jahani, S. (2026). The impact of climate and geographical components on the historical fabric and architectural structure of traditional houses in Ardabil City. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*. http://www.srds.ir/article_219827.html [In Persian].

Islamlou, M. S., Tabibian, M., & Mirmoqtadaei, M. (2021). Developing a conceptual framework of urban resilience to provide its application in urban planning literature through thematic analysis of texts. *Iranian-Islamic City Journal*. https://iic.ihss.ac.ir/Article/34183/FullText

Jurshari, M. Z., Tazakor, M. Y., & Yeganeh, M. (2024). Optimizing the dimensional ratio and orientation of residential buildings in the humid temperate climate to reduce energy consumption (Case: Rasht Iran). *Case Studies in Thermal Engineering*, *59*, 104484. https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.104484[In Persian].

Kasmaei, M. (2004). *Climate and architecture*. Tehran: Khak Publications. [In Persian].

Kasmaei, Morteza. 2009.Climatic Design, Zoning and Guidelines for Moderate Climates (Gilan and Mazandaran Provinces). *Tehran: BHRC*[In Persian].

Khajavi, Faeze, Mohammad Farrokhzad, and Seyyed Erfan Hosseini. 2021. Controlling Energy Consumption in Residential Buildings Using Air Infiltration in Humid Climates. *Environment, Development and Sustainability* 23:15118–44. https://link.springer.com/article/10.1007/s1-01288-021-10668- [In Persian].

Kheyri, A., & Rezaeizadeh Mahabadi, K. (2020). The impact of climatic factors on residential building design with a sustainable development approach: Case study of a temperate and humid climate. *New Perspectives in Human Geography*. https://sanad.iau.ir/[In Persian].

Mirrashid, N., & Mirsaeidi, L. (2020). Investigating the impact of the Trombe wall system on thermal comfort in a temperate and humid climate (Case study: Residential building in Gonbad-e Kavus). *Environmental Science and Technology*. https://sanad.iau.ir/Journal/jest/Article/836618 [In Persian].

Morrey, H. S. K., & Ghosh, A. (2024). Energy assessment of gasochromic smart windows for a high-rise apartment block in a temperate climate. *Journal of Building Engineering*, *84*, 108625. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108625

Nie, X., Flores, R., Brouwer, J., & Lee, J. (2024). Energy and cost savings of cool coatings for multifamily buildings in US climate zones. *Advances in Applied Energy*, *13*, 100159. https://doi.org/10.1016/j.adapen.2023.100159

Ribeiro, C., Pereira, P. F., Ramos, N. M. M., Flores-Colen, I., & Valentim, N. (2024). Assessment of the impacts of balconies on indoor environmental quality in mild climate conditions, Portugal. *Building Research & Information*, *52*(3), 292–310. https://doi.org/10.1080/09613218.2023.222945

Sadafi, N., N. Jamshidi, and M. Zahedian. 2021. Energy Efficient Design Optimization of a Building Envelope in a Temperate and Humid Climate. *Iranian (Iranica) Journal of Energy & Environment* 12(3):255–63. https://www.ijee.net/article 136947.html [In Persian].

Salavatian, S. M., & Babazadeh, A. (2024). Application of new-generation windcatchers for natural ventilation and carbon dioxide level control in educational spaces of Iran's temperate and humid climate. *Journal of Renewable and New Energy*. https://www.jrenew.ir/article201463.html [In Persian].

Shams, Majid, and mahnaz khodakarami. 2010. A Study of Traditional Architecture Compatible with Cold Climate: Case Study: City of Sanandaj. *Geographic Quarterly Records* 10:91–115. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/3522883/2022/10.1155[In Persian].

Tanhaei,K and Sayehmiri,A . (2021). Investigating the Function of Energy Demand in the Residential Sector of Rural and Urban Families in Ilam Province by Regression of Seemingly Unrelated Equations. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, *2*(2), 45-60. https://www.srds.ir/article_134500.html?lang=en[In Persian].