



## Typology of residential blocks in Zanjan city with the aim of evaluating thermal load

### ARTICLE INFO

**Article Type**  
Analytic Study

### Authors

Mahsa sayyahi<sup>1</sup>  
Hamed Mazaherian<sup>2</sup>  
Zahra Zamani<sup>3\*</sup>

### How to cite this article

Sayyahi M, Mazaherian H, Zamani Z. Typology of residential blocks in Zanjan city with the aim of evaluating thermal load. Naqshejahan 2024; 14 (2) :119-138.  
URL: <http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-75275-fa.html>

### ABSTRACT

**Aims:** With the continuous growth of urban population and the development of cities, the demand for energy in the building sector, especially in residential areas, has significantly increased. The configuration and form of buildings, along with their architectural and structural features, have a noticeable impact on the energy consumption of buildings and environmental sustainability. The main objective of this research is to assess the thermal performance of buildings at the scale of the neighborhood unit.

**Methods:** This research was conducted using quantitative research methods and sensitivity analysis. The data collection methods included gathering information from credible library and online sources, as well as conducting field visits.

**Findings:** Research findings indicate that courtyard patterns are considered the most efficient, while linear patterns and discontinuous courtyard patterns are regarded as the least efficient residential block patterns in Zanjan. Furthermore, there is a significant correlation between energy consumption and layout and form indicators of the blocks, as well as moderate relationships with block proportions. The most efficient forms are octagonal and square shapes, and patterns with a length-to-width ratio ranging from 1 to 1.6 generally exhibit better energy performance.

**Conclusion:** Studying and identifying efficient and inefficient patterns is important to reduce energy consumption in future design.

**Keywords:** Residential blocks, Neighborhood unit, Simulation, Thermal load, Cold Climate, Typology

### CITATION LINKS

1- PhD student in Architecture, Department of architecture, Kish International Campus, University of Tehran, Iran.

2-Associate Professor of Architecture, Department of architecture, The College of Fine Arts, University of Tehran, Iran

3- Assistant Professor of Architecture, Department of Architectural Technology, The College of fine art, university of Tehran, Iran

### \*Correspondence

Address: Department of Architectural Technology, The College of fine art, university of Tehran, Iran

Email: [zahrazamanii@ut.ac.ir](mailto:zahrazamanii@ut.ac.ir)

### Article History

Received: 2024.03.14  
Accepted: 2024.06.11  
Published: 2024.08.01

[1]. Salat S, Energy loads, CO2 emissions and building stocks: morphologies, typologies.....[2]. Salvati A, Coch H, Urban climate and building.....[3]. Rode P, Keim C, Robazza G, Viejo P, Schofield.....[4]. Gupta VK. Solar radiation and urban design.....[5]. Mortezaie G, Mohammdi M, Nasrolahi Farshad.....[6]. Liu K, Xu X, Zhang R, Kong L, Wang W, Deng, W. Impact.....[7]. Sundus Shareef a, Altan H, Urban block configuration.....[8]. Vartholomaios A, A parametric sensitivity analysis of the influence.....[9]. Bansal P, Jige Quan S, Relationships between building characteristics.....[10]. Ko Y, Urban form and residential energy use: A review of design principles.....[11]. Wong N, Jusuf SK, Syafii NI, Chen Y, Hajadi N, Sathyanarayanan H, Manickavasagam.....[12]. Zinzi M., Carnielo E, Mattoni B., On the relation between.....[13]. Boccalatte A., Fossa M., Gaillard L, Menezo C., Microclimate.....[14]. Delmastro, Chiara, Mutani, Guglielmina, Schranz, Laura and Vicentini.....[15]. Bouyer C, Inard M, Microclimatic coupling as a solution to improve building.....[17]. Taleghani M., Kleerekoper L, Tenpierik M., & van den Dobbelen.....[18]. Ratti, C, Baker, N & Steemers, K. Energy Consumption.....[19]. Vartholomaios A., A parametric sensitivity analysis of the influence of urban.....[20]. Xie X, Sahin O, Luo Z, Yao R,



## گونه شناسی بلوک های مسکونی شهر زنجان با هدف ارزیابی عملکرد بارهای حرارتی

### اطلاعات مقاله چکیده

نوع مقاله: تحقیق بنیادی

نویسندگان

مهسا سیاحی<sup>۱</sup>  
حامد مظاهریان<sup>۲</sup>  
زهرا زمانی<sup>۳\*</sup>

**اهداف:** با رشد روزافزون جمعیت شهری و توسعه شهرها تقاضای انرژی در بخش ساختمان و بالاحص مناطق مسکونی افزایش چشمگیری یافته است. پیکربندی و فرم ساختمان ها، در کنار ویژگی های معماری و سازه ای آن، تأثیر قابل توجهی بر مصرف انرژی و پایداری محیط دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی عملکرد حرارتی ساختمان ها در مقیاس واحد همسایگی صورت پذیرفته است.

**روش ها:** این پژوهش با روش تحقیق کمی و با استفاده از ابزار شبیه سازی و تحلیل و توصیف داده ها انجام شده و روش های گردآوری اطلاعات عبارتند از منابع معتبر کتابخانه ای و اینترنتی و بازدید میدانی است.

**یافته ها:** ر پایه متدهای موجود محاسبات مصرف انرژی در پژوهش های پیشین که مبتنی بر دو روش شبیه سازی و تجربی میباشد محاسبات با ابزار شبیه سازی انجام شد. یافته های پژوهش حاکی از آن است که الگوهایی با طرح حیاط مرکزی پیوسته به عنوان کارآمدترین و الگوهای خطی و حیاط مرکزی منقطع به عنوان ناکارآمدترین الگوی بلوک های مسکونی در زنجان به شمار میروند، همچنین بین میزان مصرف انرژی و شاخص های طرح چیدمان و فرم بلوک ها ارتباط زیاد و با تناسب بلوک ها رابطه متوسطی وجود دارد. بهترین فرم های کارآمد هشت ضلعی و مربع شکل است و الگوهایی که کشیدگی آن ها و نسبت طول به عرض بلوک ها در محدوده های ۱ تا ۱.۶ قرار دارند در مجموع دارای مصارف انرژی بهتری هستند.

**نتیجه گیری:** مطالعه الگوهای کارآمد و ناکارآمد بلوک های مسکونی نقش پایه ای در کاهش میزان مصرف انرژی در طراحی های آتی را بر عهده دارد.

**کلیدواژه ها:** بلوک های مسکونی، واحد همسایگی، شبیه سازی، بارهای حرارتی، اقلیم سرد، گونه شناسی

۱. دانشجوی دکترای معماری، گروه معماری، پردیس بین الملل کیش، دانشگاه تهران، ایران.
۲. دانشیار معماری، گروه معماری، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- \* ۳. دانشیار گروه فناوری معماری، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

نویسنده مسئول \*

[zahrazamanii@ut.ac.ir](mailto:zahrazamanii@ut.ac.ir)

تاریخ مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۵/۱۱

ارجاع دهی

سیاحی مهسا، مظاهریان حامد، زمانی زهرا. گونه شناسی بلوک های مسکونی شهر زنجان با هدف ارزیابی عملکرد بارهای حرارتی. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی. ۱۴۰۳؛ ۱۴: (۲) ۱۳۸-۱۱۹

URL: <http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-75275-fa.html>

قرار می‌گیرد. از نقطه نظر سالات شاخص‌های مؤثر بر مصرف انرژی ساختمانها شامل مورفولوژی شهری، اقلیم، طراحی ساختمان، رفتار ساکنان و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی هستند [۱]. مطالعات گذشته نشان داده است که یک تعامل قوی بین فرم شهری، میکرو اقلیم و مصرف انرژی ساختمان وجود دارد. چگونگی ارتباط متقابل بین ساختمان‌ها بر توزیع و انعکاس تابش خورشیدی تأثیر می‌گذارد که به نوبه خود بر مصرف انرژی روشنایی، گرمایش و سرمایش ساختمان مؤثر است. از سوی دیگر، با تغییر اقلیم کوچک منطقه، مانند دمای هوا، سرعت باد و جهت باد، بر بار حرارتی ساختمان تأثیر می‌گذارد [۲]. رود و همکاران در سه شهر برلین، پاریس، لندن و استانبول میزان دریافت انرژی تابشی را بررسی کردند و به تاثیر تراکم، نسبت سطح به حجم و سطح اشغال ساختمان‌ها بر آن اشاره کردند. نتایج این پژوهش افزایش بهره‌وری انرژی گرمایشی را از طریق ایجاد بلوکهای فشرده، ساختمان متراکم، و بلندمرتبه ممکن میسازد [۳]. مطالعاتی که توسط گوپتا انجام شد نشان داده است که عملکرد حرارتی ساختمانها در مقیاس‌های متفاوت قابل انجام است و تفاوت‌های محسوسی در نتایج قابل مشاهده است، بنابراین این مساله ضرورت تحلیل عملکرد حرارتی را برای طراحان و معماران در مقیاس‌های بزرگ تر روشن میسازد [۴]. در شهر اصفهان میزان مصرف انرژی اولیه در الگوهای کارآمد و نارکارآمد مورد بررسی قرار گرفت، یافته‌ها نشان دهنده آنست که شاخص‌های طرح چیدمان، مکان قرارگیری توده، فرم ساختمان، ارتفاع ساختمان سطح معابر و فضاهای باز با مصرف انرژی اولیه رابطه همبستگی قوی دارد و با تناسبات بلوک دارای رابطه همبستگی متوسط است، همچنین الگوهای متداول ردیفی کارآمدترین و الگوهای مربع شکل ناکارآمدترین الگوی بافت مسکونی به شمار می‌روند [۵]. در پژوهشی که در کشور چین انجام شد تاثیر مورفولوژی شهری بر میزان مصرف انرژی مورد ارزیابی قرار گرفت و بلوکهای با طرح منفرد به عنوان الگوهای مؤثر و الگوهای با طرح حیاط مرکزی‌های منقطع و کوچک مقیاس به عنوان الگوهای ناکارآمد شناسایی شد، همچنین تاثیر پارامترهای تراکم و فضای باز و ضریب شکل به عنوان عوامل مؤثر بر مصرف انرژی مورد ارزیابی قرار گرفت و جانمایی فضای باز در مرکز

## مقدمه

در حال حاضر تقریباً نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری ساکن هستند. شهرها مسئول انتشار بیش از ۷۰ درصد از گازهای گلخانه‌ای جهان و مصرف بیش از دو سوم انرژی اولیه آن هستند. بخش ساختمان که مصرف کننده قابل توجهی از منابع انرژی است، ۲۸ درصد از انتشار کلی کربن در سراسر جهان را تشکیل می‌دهد. پیش‌بینی می‌شود که رشد این نسبت همچنان ادامه داشته باشد. در کشورهای در حال توسعه، به ویژه ایران، محیط زیست و انرژی به شدت تحت تاثیر شهرنشینی سریع قرار گرفته است. پاسخگویی به تقاضای رو به رشد انرژی شهری نیازمند رویکردهای فعال و کارآمد است، به کارگیری رویکردهای سنتی در محاسبات مسائل انرژی بسیار زمان بر و طاقت فرسات و با تغییر پارامترها مدت زمان محاسبات دو چندان میگردد. بر این اساس مصرف انرژی ساختمان‌ها با حوزه‌های گوناگونی مرتبط است که در پژوهش حاضر، حوزه مورد نظر مقیاس واحد همسایگی میباشد. اگرچه تحقیقاتی نیز در مقیاس‌های فراتر مانند بلوک شهری انجام گرفته است اما عمدتاً با استفاده از مدل‌های ساده سازی شده یا فرضی انجام شده است. شناخت الگوهای بلوک‌های مسکونی در بستر موجود از منظر کارایی انرژی در مقیاس همسایگی از نوآوری‌های پژوهش و گامی مهم جهت اتخاذ تصمیمات اساسی در طراحی‌های آتی است.

## پیشینه تحقیق

ضرورت توجه به صرفه جویی انرژی با شروع بحران انرژی در نیمه دوم دهه ۱۹۷۰ آغاز گردید و در حوزه‌های گوناگون مطرح شد. ارتقا بهره‌وری انرژی شهرها نه تنها به ذخیره‌سازی منابع انرژی و کاهش انتشارات آلاینده‌ها کمک می‌کند بلکه منجر به توسعه اقتصادی و بهبود عملکرد خدمات رسانی شهری نیز میگردد. در این شرایط خاص، تحقیقات گسترده‌ای در مورد متغیرهای مؤثر بر مصرف انرژی ساختمان و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر انجام شده است. در اکثر تحقیقات، ساختمان در یک محیط شهری و طبیعی خاص قرار دارد و تبادل انرژی با محیط خارجی امری اجتناب ناپذیر است و مصرف انرژی ساختمان عمدتاً تحت تأثیر محیط خارجی

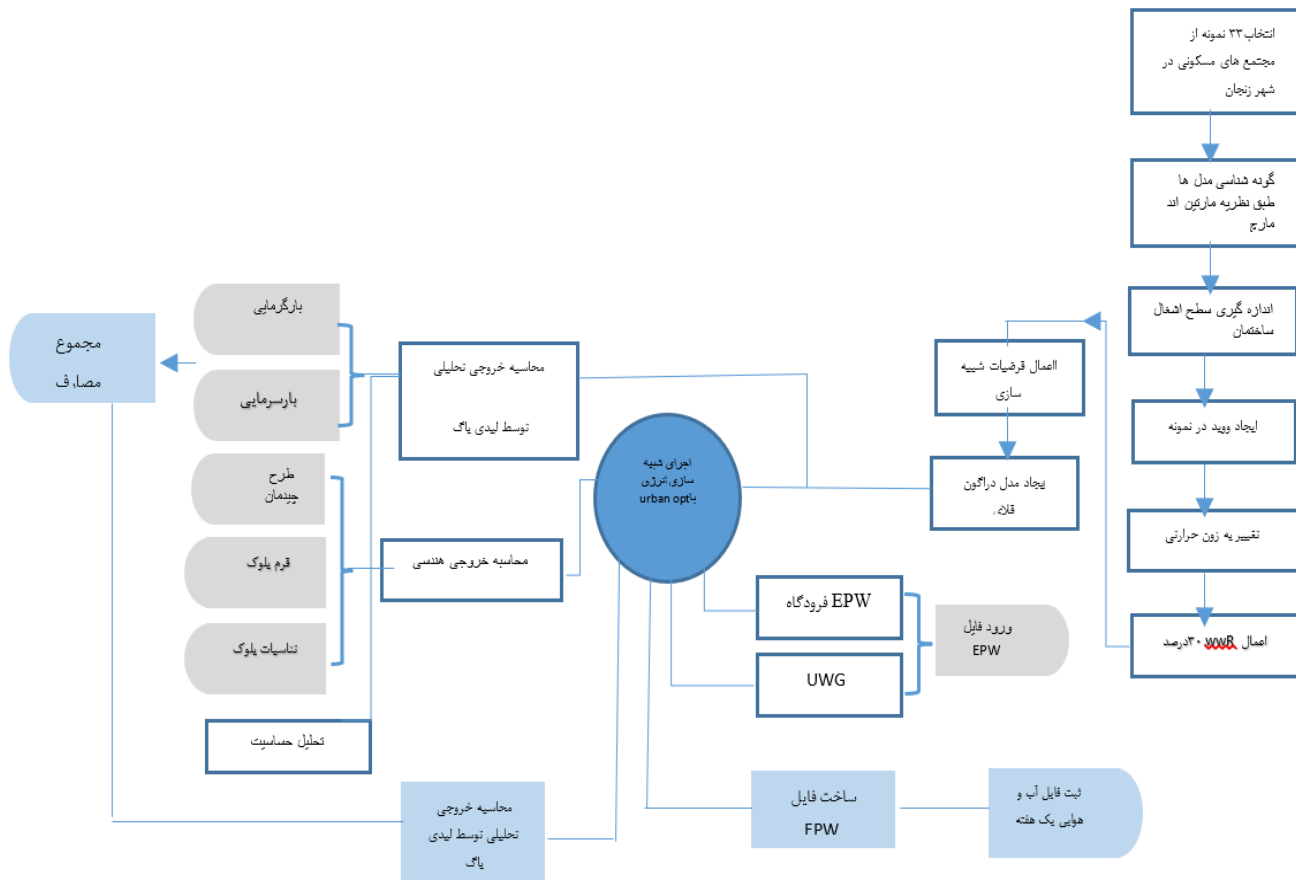
پارامترهای فرم، مانند تراکم، ارتفاع و میزان سبزی‌نگی بر روی اقلیم کوچک ساختمان‌ها را مورد ارزیابی قرار داد و به این نتیجه رسید که این عوامل باعث تغییر دما بین ۰.۹- تا ۱.۲ درجه سانتیگراد می‌شود که می‌تواند مصرف انرژی خنک‌کننده در شرایط اقلیمی مختلف را بین ۵ تا ۱۰ درصد کاهش دهد [۱۱]. مطالعه دیگری در رم ایتالیا نشان داد که گرمایش روز در مناطق شهری به دلیل اثر جزیره گرمایی تا ۱۸ درصد کاهش یافته و همچنین اثر این پدیده می‌تواند مصرف انرژی گرمایشی را تا ۲۱ درصد در ساختمان‌های مسکونی و تا ۱۸ درصد در ساختمان‌های اداری کاهش دهد [۱۲]. بوکلات دمای دره‌های سطح خیابان را در اشکال شهری مختلف برای ارزیابی تأثیر اثر جزیره گرمایی بر مصرف انرژی ساختمان تحت شرایط مختلف بررسی کرد [۱۳]. دلماسترو و همکاران با بررسی فاکتورهای مختلف در میزان مصرف انرژی بیان میدارد که فرم و جهت ساختمان‌ها تأثیر مستقیمی بر میزان مصرف انرژی دارد و همچنین با بررسی فاصله میان ساختمان‌ها، ارتفاع و درصد اشغال بنا در میزان مصرف انرژی تفاوت‌های محسوسی ایجاد می‌شود [۱۴]. بویر و همکاران با ترکیب مصرف انرژی و شبیه‌سازی سی اف دی، اشاره کرد که تابش خورشیدی پارامتر موثر بر تقاضای انرژی ساختمان است که به دلیل ضریب انتقال حرارت همرفت، ایجاد می‌شود [۱۵]. در پژوهشی که توسط چنگ و همکاران انجام شد به بررسی چیدمان‌های افقی، عمودی، میزان سطح اشغال سایت در بافت شهری و نسبت مساحت ساخت به مساحت قطعه با استفاده از نرم افزار شبیه‌سازی پرداخته شد، نتایج حاکی از آن است که عملکرد روشنایی روز در بافت‌هایی که طرح چیدمان افقی و عمودی ساختمان به صورت رندوم یا نامنظم توأم با سطح اشغال کمتر و فضاهای باز بیشتر است، عملکرد روشنایی روز و انرژی خورشیدی افزایش می‌یابد [۱۶]. طالقانی و همکاران مصرف انرژی را در سه نوع ساختمان (نقطه‌ای، دال و حیاط مرکزی) در شهر روتردام مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ساختمان‌های حیاط مرکزی، طولانی‌ترین زمان آسایش حرارتی را در تابستان ایجاد میکنند و کمترین تقاضای انرژی گرمایشی را دارند [۱۷]. رتی و همکاران به بررسی تغییرات تراکم و هندسه شهری بر میزان مصرف انرژی در شهر تولز لندن و برلین

بلوک‌ها به عنوان جانمایی بهینه انتخاب شد [۶]. در پژوهش دیگری که در اقلیم گرم انجام شد، دمای هوا ۱.۹ درجه سانتی‌گراد در ساختمان‌هایی که به طور متناوب در داخل بلوک شهری چیده شده بودند، در مقایسه با حالت پایه که آرایش شظرنجی داشتند کاهش یافت علاوه بر این، ضریب شکل ساختمان‌ها تأثیر واضحی بر سرعت و رفتار باد دارد، زیرا سرعت باد را تا ۶۸٪ کاهش می‌دهد، اما جریان هوا و توزیع در داخل دره‌های بلوک شهری و کوچه‌های اطراف ساختمان‌ها را افزایش می‌دهد [۷]. در مطالعه‌ای که در شهر مدیترانه‌ای تسالونیکی انجام شد تحلیل پارامتری از تأثیر فرم شهری بر مصرف انرژی خانگی برای گرمایش و سرمایش انجام شد و سه نوع گونه‌شناسی شهری منفرد، دال و بلوک شهری پیرامونی با استفاده از نرم افزار شبیه‌سازی انرژی پلاس مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعه بر روی شهر مدیترانه‌ای تسالونیکی متمرکز است که هم‌نیازهای گرمایش و هم‌سرمایش دارد. نتایج این استدلال تأیید می‌کند که بین استراتژی‌های فشرده‌گی شهری بالا و طراحی خورشیدی غیرفعال هم‌افزایی وجود دارد و این هم‌افزایی را می‌توان در تراکم‌های مختلف شهری به دست آورد [۸]. در پژوهشی که توسط پارس و همکاران انجام شد، رابطه بین ویژگی‌های ساختمان، فرم شهری و مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی در شهر سئول مورد بررسی قرار گرفت، برای بررسی این رابطه از یک مدل ترکیبی خطی استفاده شده است، یافته‌ها کاربرد امیدوارکننده چهارچوب ال سی زد را در درک رابطه شکل انرژی در محیط‌های پیچیده شهری و در برنامه‌ریزی شهری انرژی محور پیشنهاد می‌کنند [۹]. کو به مرور عوامل موثر فرم شهری بر مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی و روش‌های ارزیابی آنها مانند سطح اشغال، تراکم، نوع ساختمان، جهت معابر، پوشش گیاهی و... پرداخت و به این مسئله اشاره دارد که نتیجه‌گیری براساس پژوهش‌های انجام شده به دلیل تناقض‌های موجود در روش‌ها و تفاوت مقیاس‌ها پیچیده و دشوار میباشد. [۱۰]. دما یکی از بحرانی‌ترین عوامل ریزاقلیمی است که به طور مستقیم بر تقاضای گرمایش و سرمایش ساختمان تأثیر می‌گذارد، بسیاری از محققان تأثیر دما بر مصرف انرژی ساختمان در شرایط اقلیمی مختلف را مورد مطالعه قرار داده‌اند، مطالعه‌ای در سنگاپور تأثیر

و در مقابل دره های خیابانی دارای تقاضای انرژی گرمایی بیشتر در زمستان و پتانسیل سرمایش بیشتر در تابستان است [20].

بنابراین مصرف انرژی ساختمانها با حوزه های گوناگونی مرتبط است، اگرچه تحقیقاتی نیز در مقیاس‌های فراتر مانند بلوک شهری انجام گرفته است اما عمدتاً با استفاده از مدل‌های ساده سازی شده یا فرضی انجام شده است. بر این اساس ضرورت دارد با شناسایی الگوهای کارآمد و ناکارآمد بلوک های مسکونی در بافت شهری از استفاده مجدد از الگوهای کارآمد جهت بهره وری بیشتر از منابع انرژی در طرح های آتی بهره جست.

پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این تغییرات تا میزان ۱۰ درصد قابل مشاهده است [۱۸]. در پژوهش دیگری اثرات سه نوع ساختمان در شهر تسالونیکه مدیترانه ای یونان در مصرف انرژی گرمایش و سرمایش ساختمان مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان می دهد چیدمان فشرده، حیاط رو به جنوب و الگوهای حیاط مرکزی کم مصرف ترین الگوها هستند [19]. زی و همکاران پتانسیل های سرمایش، گرمایش و تهویه طبیعی سالانه ساختمان ها را با استفاده از داده های سالانه هواشناسی به دست آمده از چهار شکل شهری مختلف محاسبه کرد، نتایج نشان می دهد که حیاط مرکزی می تواند تقاضای گرمایش را کاهش و باعث بهبود تهویه در شب شود



نمودار ۱. روند تحقیق -منبع: نگارندگان

متداول‌ترین راه حل چیدمان بلوک‌ها است که در آن‌ها متناسب با ملاحظات اقلیمی و یا ضوابط شهرسازی منطقه جهت‌گیری‌شان تغییر می‌کند. الگوهای محیطی الهام گرفته از اصول خانه‌های حیاط مرکزی ایران است که چیدمان بلوک‌ها به دور هسته مرکزی، باعث ایجاد فضای باز خصوصی می‌گردد که می‌تواند به صورت فضای مشترک برای تمام بلوک‌ها مورد استفاده قرار گیرد و یا به قطعات کوچک خصوصی تفکیک شود در این الگو، فضای خصوصی در پشت بلوک‌ها ایجاد می‌شود و نمای اصلی بلوک‌ها به سمت معابر عمومی است. [۲۵].

#### محدوده مورد مطالعه

شهر زنجان با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی: ۴۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی در شمال غرب ایران قرار دارد. این شهر با جمعیت ۴۳۰'۸۷۱ نفر در سال ۱۳۹۵ مرکز استان زنجان است و وسعت آن در سال ۱۳۹۵ حدود ۱۵۶ کیلومتر مربع بوده است. تراکم خانه‌های مسکونی از ۱۵۰ تا ۶۰۰ نفر در هکتار متغیر بوده و تراکم متوسط مسکونی ۳۸۰ نفر در هکتار است. [۲۶]. شهر فعلی از دوران صفویه تکوین و توسعه پیدا کرده است [۲۷]. به دلیل وسعت بسیار کم شهر در دوران صفویه و همچنین کمبود مستندات مربوط به وضعیت کالبدی و اجتماعی آن، مبدا مطالعات پژوهش از دوره قاجاریه تعیین شده است چراکه وضعیت محلات شهر از این دوره تا زمان معاصر را می‌توان بررسی کرد.

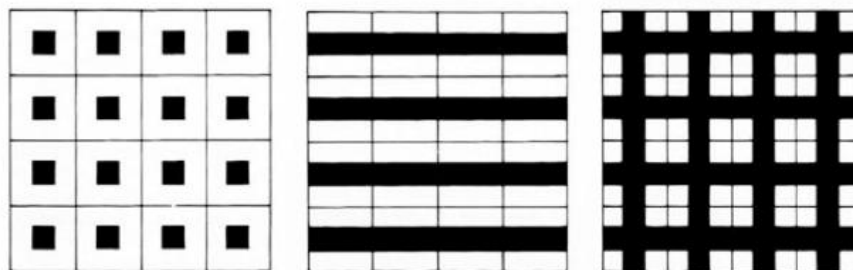
## مبانی نظری

### تعریف و معیارهای گونه‌شناسی

گونه‌شناسی به معنای دسته‌بندی و طبقه‌بندی گونه‌ها بر اساس ویژگی‌ها و علائم مشخصی است [۲۱]. تعریف ساده‌تری که می‌توان برای گونه‌شناسی ارائه داد این است که برای شناسایی و دسته‌بندی گونه‌ها از معیارهای خاصی استفاده می‌شود. یک سیستم گونه‌شناسی خوب و موفق باید ساده، قوی و به راحتی قابل استفاده باشد، تمام گونه‌های مورد نظر را به روشنی در بر بگیرد و دارای حداقل تعداد متغیرها برای توصیف پدیده‌ها باشد، همچنین هدف و معنای هر نمونه نیز باید برای همگان قابل درک باشد [۲۲]. علاوه بر این، گونه‌شناسی باید از یک روش طبقه‌بندی استفاده کند که خروجی آن، طبقه‌های گسترده و در عین حال منحصر به فرد باشد. بنابراین، گونه‌شناسی باید بیش از یک طبقه‌بندی ساده را شامل شود و برای بیان و توصیف گونه‌ها و تنوع آنها کاربرد لازم را داشته باشد [۲۳].

### گونه‌بندی بلوک‌ها

مارتین و مارچ برای نخستین بار سه نوع گونه‌بندی را در چینش ساختمان‌ها پیشنهاد کردند: حیاط مرکزی، نوع نقطه و نوع خطی [۲۴]. بر این اساس، متعاقباً محققان انواع ساختمان‌ها را گسترش و تکمیل کردند و آنها را به عنوان یک شاخص مهم مورفولوژی در تحقیقات انرژی گنجانده‌اند. در الگوهای منفرد، بلوک‌های مسکونی به صورت مجزا و منفرد در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، تهویه و نورگیری طبیعی بیشتری نسبت به سایر الگوها ایجاد می‌شود و فضای باز با تنوع بیشتری در میان بلوک‌ها قرار می‌گیرد. الگوهای ردیفی



شکل ۱. تیپولوژی ارائه شده توسط مارتین و مارچ: نقطه‌ای، خطی، حیاط مرکزی - منبع: مارتین و مارچ

، سپس به منظور بررسی روابط بین شاخص‌ها و میزان مصرف انرژی گرمایش و سرمایش از نرم افزار Spss، تحلیل واریانس و نمودار همبستگی استفاده شد همچنین از تحلیل همبستگی پیرسون بین الگوها با مصرف انرژی ساختمان در طول فرآیند انجام شد.

برای هر شبیه سازی ۳ قسمت مشخص شد ۱. مدل سازی هندسه ۲. فرضیات شبیه سازی ۳. خروجی مورد نیاز.

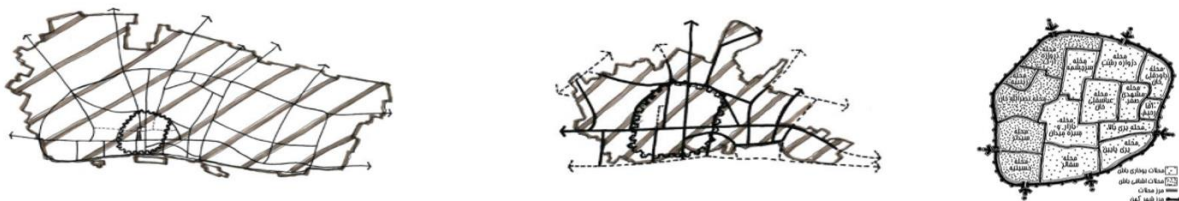
### مدل سازی هندسه

در بخش اول تحقیق نمونه برداری از بلوک‌های شهری زنجان برای تحلیل و ارزیابی انتخاب گردید. برای این منظور ۳۳ نمونه از بلوک‌های مسکونی در شهر مورد بررسی و بازدید میدانی قرار گرفتند و در ادامه برای ارزیابی پارامترها با توجه به تنوع طبقات، تعداد بلوک‌ها، مساحت و مصالح ... شبکه ای شطرنجی از اندازه‌های مختلف روی الگوها قرار گرفت و یک شبکه ۱۰۰ در ۱۰۰ متناسب با ساختار شهری برای انتخاب سایت گزینش گردید. چینش بلوک‌ها طبق وضعیت موجود و با زیربناهای مشابه در سایت و متوسط طبقات ۴ در نظر گرفته شد. نسبت پنجره به دیوار نیز برای تمامی نمونه‌ها ۳۰٪ در نظر گرفته شده است. مدل سازی هندسی بر اساس وضعیت هندسی و قرارگیری موجود و ارتفاع سقف ۳.۰۰ متر و تعداد طبقات ۴ مفروض است. به دلیل عمیق بودن پلان در برخی مدل‌ها ده درصد از فضای مرکزی به عنوان وید برای تمامی نمونه‌ها ایجاد شد.

**پیشینه ساخت بلوک‌های مسکونی در شهر زنجان**  
در راستای شناخت الگوهای موجود در شهر پژوهشی که توسط پیربابایی و همکاران انجام شد به بررسی ۳ دوره تاریخی پرداخته اند [۲۸]. دوره قاجار: محلات دارای الگوی توسعه سنتی - دوره پهلوی: توسعه شهر در فراسوی مرزهای آن - دوره جمهوری اسلامی: توسعه ناپایدار شهر. با بررسی‌های میدانی و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای الگوهای موجود در بافت از دوره پهلوی تا سال ۱۴۰۲ مورد بررسی قرار گرفت. نخستین نمونه مجتمع‌های مسکونی در اواخر دوره پهلوی در دهه ۵۰ به صورت مجتمع‌های منفرد بدون توجه به زمینه و اقلیم طراحی شد. در دهه ۶۰ به دلیل رکود در بخش ساخت و ساز الگوهای جدیدی ایجاد نگردید و در ادامه در دهه ۷۰ و ۸۰ شاهد شکل‌گیری الگوهای جدید غالب حیات مرکزی در کنار الگوهای ردیفی و منفرد هستیم، دهه ۹۰ با شروع نهضت مسکن مهر الگوهای نواری و نقطه‌ای با اشکال متنوع در کنار طرح‌های حیات مرکزی منقطع گسترش یافت همچنین این تنوع در طرح‌ها بدون هماهنگی با اقلیم و زمینه در ابتدای دهه آتی رواج یافت.

### روش تحقیق

ابتدا نوع الگوهای بلوک‌های مسکونی وضع موجود با روش مارتین و مارچ شناسایی گردید در ادامه با استفاده از نرم افزار گرسهاپر و لیدی باگ تولز میزان مصرف گرمایش و سرمایش در سال برای ۳۳ نمونه از بلوک‌ها برحسب کیلو وات ساعت بر مترمربع با استفاده از دوفایل آب و هوایی شبیه سازی شد



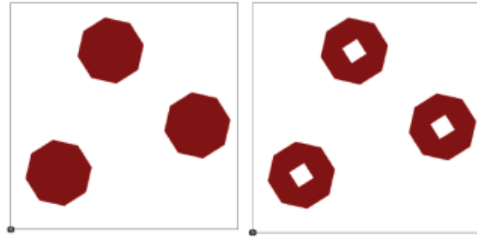
شکل ۲. طرح توسعه شهر زنجان (منبع: پیر بابایی و همکاران)



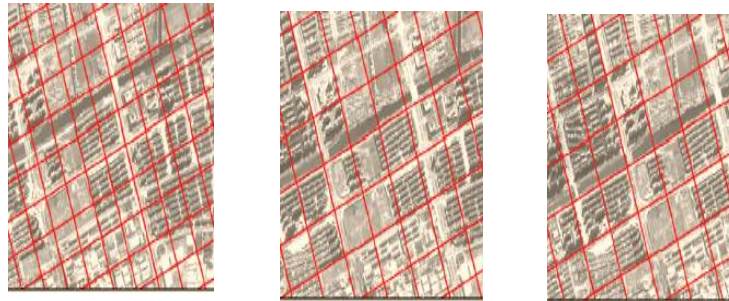
شکل ۳. عکس هوایی از موقعیت قرارگیری بلوک‌ها در شهر زنجان-منبع (www.google.com/maps/place/Zanjan)

دهه	الگوهای ساخت	الگوها	نمونه‌ها
۵۰	ساخت اولین مجتمع‌های مسکونی در شهر زنجان استفاده معماران از الگوهای رایج در اواخر دوره پهلوی بدون در نظر گرفتن اقلیم و زمینه	الگوهای منفرد پراکنده	
دهه ۶۰	رکود در بخش ساخت و ساز	-	
دهه ۷۰ و ۸۰	آغاز روند آپارتمان‌سازی و احداث مجتمع‌های مسکونی در شهر زنجان به صورت تعاونی و شرکت‌های خصوصی، مجتمع‌ها عموماً به صورت محدوده‌های مسکونی دروازه دار و از تجمع چندین بلوک ساختمانی میان مرتبه در ترکیب با فضاهای باز (فضای سبز و پارکینگ) طراحی شده‌اند.	الگوها عمدتاً به صورت حیاط مرکزی در مقیاس بزرگ	
دهه ۹۰	آغاز نهضت ملی مسکن/ادامه روند آپارتمان‌سازی تسریع در ساخت و سازها به کارگیری اشکال متنوع افزایش تراکم و طبقات مجموعه‌ها توسعه به سمت شرق	الگوها عمدتاً خطی و گاه‌گاه نقطه‌ای در بعضی نقاط حیاط مرکزی منقطع	
دهه ۴۰	تداوم نهضت ملی مسکن/ساخت بلوک‌ها توسط شرکت‌های تعاونی	خطی	





شکل ۴. نمونه‌ای از افزودن ووید برای بلوک‌های عمیق (منبع: نگارندگان)



شکل ۵. عکس هوایی از موقعیت قرارگیری بلوک‌ها در شهر و انتخاب شبکه ۱۰۰ در ۱۰۰ زنجان (منبع: [www.google.com/maps/place/Zanjan](http://www.google.com/maps/place/Zanjan))

### فرضیات شبیه سازی

همه مفروضات بر اساس اشری ۲۰۱۹: ۹۰.۱ در نظر گرفته شده است. [۲۸]. منطقه آب و هوایی زنجان در طبقه بندی اشری 4B است. یعنی آب و هوا مختلط در نظر گرفته شده است و بر اساس طبقه بندی کوپن، منطقه آب و هوا BSk است. برنامه ساختمان یک آپارتمان با ارتفاع متوسط در نظر گرفته شده و نوع ساخت آن انبوه است. بنابراین، خلاصه جدول ساخت و ساز به شرح زیر است: بر اساس اشری، سرانه حضور مردم ۰/۰۲۸ نفر در متر مربع است و سطح فعالیت نیز ۹۵ w است. میزان بار روشنایی بر اساس سرانه حضور مردم ۶/۴۵ وات بر متر مربع است. مقدار نفوذ در یک ساختمان معمولی در فشار هوای ۳ پاسکال به ازای هر متر مربع از پوشش ساختمان ۰/۰۰۰۳ متر مکعب بر ثانیه در نظر گرفته شده است. این مقدار قرار است در یک روز ثابت باشد، همچنین حداقل مقدار تهویه طبیعی مورد نیاز است که هوای تازه را با حجم ۰.۳۵ برای هر منطقه در ساعت فراهم می کند. طبق استاندارد اشری ۲۰۱۹ ست پوینت گرمایش ۲۱.۷ درجه سانتیگراد و ست پوینت سرمایش ۲۱/۴ درجه سانتیگراد لحاظ

گردید و هیچ سیستم رطوبت گیر یا رطوبت زدایی برای شهر زنجان در نظر گرفته نشده است.

### پروسه شبیه سازی

لیدی باگ یکی از جامع ترین بسته‌های نرم‌افزاری طراحی محیطی است که رابط‌های طراحی را به مجموعه‌ای از موتورهای شبیه‌سازی معتبر متصل می‌کند. لیدی باگ برای تجزیه و تحلیل داده های محیطی، دراگون فلای که برای شبیه سازی مصرف انرژی در مقیاس شهری و تجزیه و تحلیل جزیره گرمایی مفید است. الگوریتم در گرسهاپر، در داخل راینو تولید شده است. پس از مدل‌سازی هندسه، دو شبیه سازی برای هر مدل محاسبه می شود. اولی شبیه سازی است که با EPW فرودگاه زنجان کار می کند و مدل دوم با EPW محلی کار می کند که دراگون فلای آن را شبیه سازی می کند. فایل آب و هوایی EPW یک فایل استاندارد است که حاوی اطلاعات دقیق ساعتی آب و هوا شامل، دما، رطوبت، سرعت/جهت باد، تابش خورشید و غیره است و در نرم افزار انرژی پلاس برای محاسبه مسایل مرتبط با محاسبه انرژی ساختمان ها مورد استفاده قرار می گیرد.

جدول شماره ۲. مشخصات فیزیکی جداره ها، کف و سقف - منبع: اشری 90.1 2019

SHGC4	T vis3	مقاومت حرارتی (W-m2/K)	ضریب هدایت حرارتی (m2-K/W)	نام	
0	0	0.54	1.68	Typical Insulated Exterior Mass Wall-R10	دیوار داخلی
0	0	0.17	5.51	Typical IEAD Roof-R32,	سقف داخلی
0	0	0.30	3.07	Typical Insulated Exterior Mass Floor-R18	کف
0.36	0.6	2.06	0.31	U 0.36 SHGC 0.36 Simple Glazing Window	پنجره

تفاوت بین داده‌های ثبت شده و شبیه سازی EPW فرودگاه در بازه یک هفته یک خطای ۰.۱٪ است. با این حال، تفاوت بین داده‌های ثبت شده و UWG و ۰.۵٪ است. بنابراین، نتایج معتبر است.

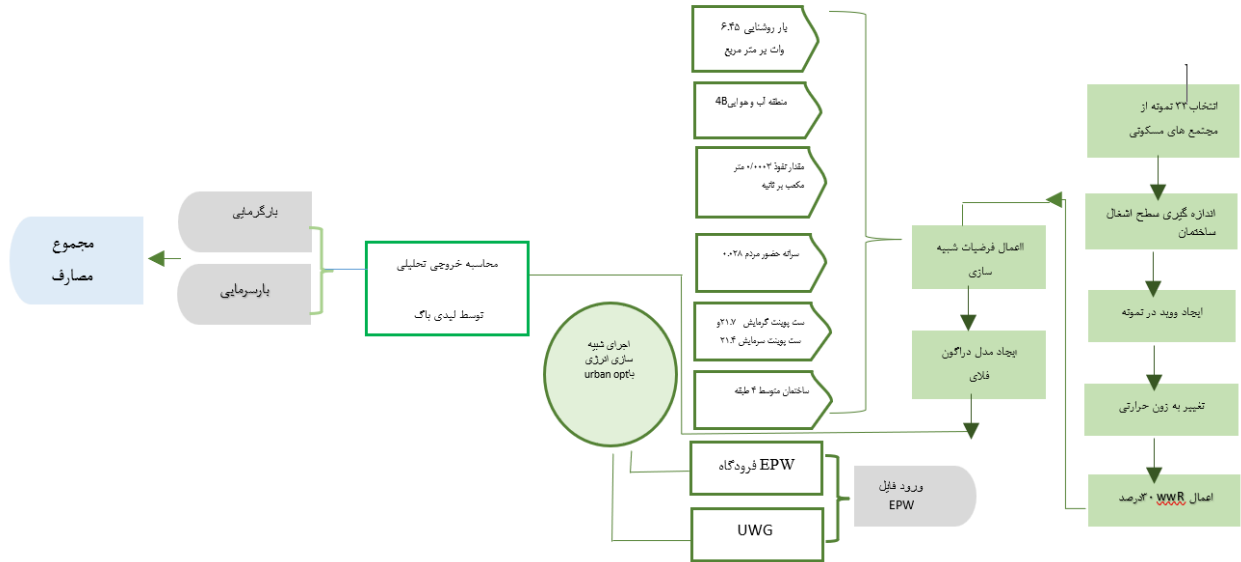
پس از گونه شناسی بلوک‌های مسکونی زنجان، نتایج حاصل از شبیه سازی بارهای حرارتی با استفاده از دو فایل آب و هوایی فرودگاه EPW و تاثیر جزیره گرمایی UWG در جدول زیر طبق الگوی های منفرد -الگوهای خطی، الگوهای حیاط مرکزی پیوسته و منقطع ثبت گردید .

برای شبیه سازی پایه EPW، مدل‌های ۶، ۳۰ و ۳۲ کمترین بار گرمایشی را دارند. مدل ۳۰ دارای بهترین عملکرد است. برای شبیه سازی پایه EPW، مدل‌های ۲ و ۱۰ و ۱۳ و ۱۸ و ۱۹ و ۲۳ دارای بیشترین بار گرمایشی هستند. و مدل ۲ دارای بدترین عملکرد است. برای شبیه‌سازی پایه EPW، مدل‌های ۱، ۲، ۱۰، ۲۶ بیشترین بار خنک‌کننده را دارند. مدل ۲ دارای بدترین عملکرد می باشد. برای شبیه سازی UWG، مدل‌های ۳، ۴، ۶، ۳۰ و ۳۲ دارای کمترین بار گرمایشی را دارند. (۳۰ بهترین است).

ژنراتور آب و هوای شهری، UWG ابزاری است که در مطالعات شهری و میکرو اقلیم برای شبیه سازی و تولید داده های آب و هوایی با وضوح بالا ایجاد گردیده، همچنین این ابزار برای بررسی چالش های منحصر به فرد در اقلیم شهری و اثر جزائر حرارتی شهر ها در مقایسه با روستاهای اطراف به دلیل وجود عواملی مانند تراکم ساختمان ها، سنگفرش ها و سایر ویژگی های شهری طراحی شده است.

#### اعتبارسنجی و رویکرد تجربی

برای الگوی حیاط مرکزی مدل ۳۰، داده های محیطی شامل دما، رطوبت و سرعت باد با استفاده از دیتالاگر به مدت یک هفته در مرکز حیاط برداشت شد. این مجموعه داده از ۱/۸ تا ۱۴۰۲/۸/۸ در ساعت های ۰، ۳، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ رکورد شد. ما به داده های ۲۴ ساعته برای شبیه سازی یک روزه با درون یابی خطی نیاز داریم. داده ها به یک هفته کامل با ۱۹۲ ساعت افزایش یافت. برای بررسی الگوریتم، مدل ۳۰ در دراگون فلای مدل سازی شد و با استفاده از urban opt شبیه سازی انرژی سرمایشی به مدت یک هفته انجام شد.



نمودار ۲: پروسه شبیه سازی - منبع: نگارندگان



شکل ۶: دیتالاگر و مدل ۳۰ نمونه جهت برداشت میدانی - منبع: نگارندگان

Data	Heating	Cooling
Airport EPW	0	2.164
UWG EPW	0	2.686
Recorded data EPW	0	2.671

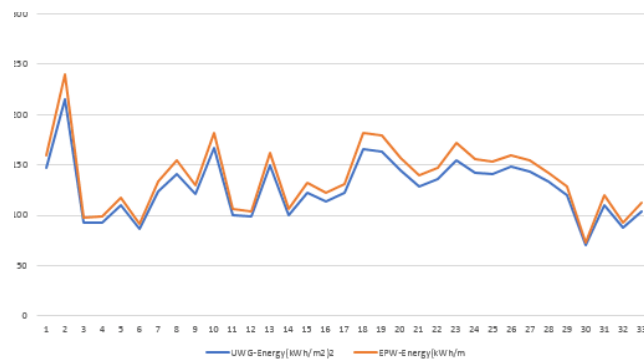
جدول شماره ۳. محاسبه میزان مصرف سرمایش در ۳ فایل آب و هوایی - منبع: یافته های پژوهش

جدول شماره ۴: الگوشناسی مجتمع های مسکونی شهر زنجان و میزان مصرف انرژی گرمایش و سرمایش سالانه بر حسب  $kwh/m^2$   
(منبع: یافته های پژوهش)

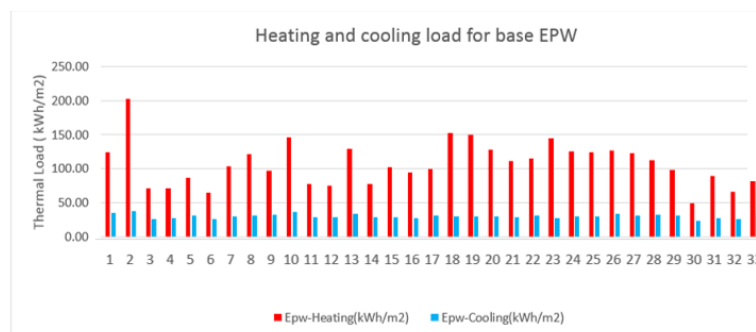
شماره بلوک	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
الگو	منفرد	خطی	منفرد	منفرد	منفرد	منفرد	خطی	منفرد	منفرد	منفرد
طرح چیدمان										
انرژی UWG ( $kWh/m^2$ )	۱۴۶،۶۷	۲۱۵،۷۳	۹۲،۶۹	۹۳،۰۶	۱۱۰،۵۲	۸۷،۰۷	۱۲۳،۸۶	۱۴۱،۱۹	۱۲۱،۴۲	۱۶۶،۶۰
انرژی Epw ( $kWh/m^2$ )	۱۵۸،۹۶	۲۴۰،۳۶	۹۸،۰۷	۹۹،۱۳	۱۱۷،۷۲	۹۱،۴۴	۱۳۳،۶۵	۱۵۳،۹۹	۱۲۹،۵۶	۱۸۱،۶۰
شماره بلوک	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
الگو	خطی	منفرد	منفرد	منفرد	خطی	منفرد	خطی	خطی	خطی	خطی

طرح چیدمان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
UWG ( $kWh/m^2$ )	۹۹،۹۵	۹۸،۶۰	۱۴۹،۶۴	۱۰۰،۰۴	۱۲۲،۵۹	۱۱۳،۷۴	۱۲۲،۳۱	۱۶۵،۵۳	۱۶۳،۳۵	۱۴۴،۳۲
انرژی Epw ( $kWh/m^2$ )	۱۰۶،۲۴	۱۰۴،۲۱	۱۶۲،۵۱	۱۰۶،۲۴	۱۳۱،۸۸	۱۲۱،۸۵	۱۳۰،۹۸	۱۸۲،۲	۱۷۹،۶۴	۱۵۷،۵۱
شماره بلوک	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
الگو	خطی	خطی	خطی	خطی	خطی	خطی	خطی	خطی	خطی	خطی
طرح چیدمان										
حیاط مرکزی پیوسته	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی منقطع	حیاط مرکزی پیوسته
طرح چیدمان										

۷۰,۹۴	۱۲۰,۰۱	۱۳۳,۳۱	۱۴۵,۸۱	۱۴۷,۸۰	۱۴۰,۹۸	۱۴۲,۷۱	۱۵۴,۴۱	۱۳۵,۵۰	۱۲۹,۰۹	انرژی UWG (kWh/m <sup>2</sup> )
۷۳,۲۷	۱۲۸,۸۲	۱۴۲,۷۱	۱۵۹,۱۲	۱۵۹,۹۷	۱۵۳,۷	۱۵۵,۶۲	۱۷۱,۶۳	۱۴۶,۷۲	۱۳۹,۶۶	انرژی Epw (kWh/m <sup>2</sup> )
							۳۳	۳۲	۳۱	شماره بلوک
							حیاط مرکزی یک طرف باز	حیاط مرکزی یک طرف باز	حیاط مرکزی پیوسته	انگ
										طرح چیدمان
							۱۰۳,۲۰	۴۸,۸۷,۸۸	۱۰۹,۴۸	انرژی UWG (kWh/m <sup>2</sup> )
							۱۱۲,۲	۹۲,۲۱	۱۲۰,۰۱	انرژی Epw (kWh/m <sup>2</sup> )



نمودار ۳: مقایسه نتایج بارهای حرارتی بر پایه مدل EPW, UWG (منبع - نگارندگان)



نمودار ۴: بارهای گرمایی و سرمایی بر پایه مدل EPW بر حسب (kWh/m<sup>2</sup>) (منبع: یافته‌های پژوهش)

به الگوهای خطی و حیاط مرکزی منقطع اختصاص دارد. چیدمان های منفرد نیز در اکثر موارد در صورت کم بود نسبت سطح به حجم جز الگوهای کارآمد به شمار میروند

**فرم بلوک‌ها:** با سطح اطمینان بالا می توان نتیجه گرفت که بین میزان مصرف بار گرمایی و سرماییی و فرم بلوک ها رابطه معناداری وجود دارد . به طوری که با افزایش این نسبت در مصرف انرژی گرمایی و سرماییی افزایش محسوسی وجود دارد و هرچه نسبت سطح کل ساختمان به حجم S/V بیشتر باشد مصرف انرژی آنها نیز بیشتر است. باتوجه به فراوانی و تنوع فرم ها خصوصا در ابتدای دهه نود درمیان چیدمان های نقطه ای، فرم هشت ضلعی و مربع شکل نسبت به ستاره ، L شکل و Y شکل دارای مصارف انرژی بهتری هستند. درمیان چیدمان های حیاط مرکزی با افزایش سطح به حجم حیاطها مصارف بهتری دارند و فرمهای کشیده وخطی نیز جز نمونه های ناکارآمد هستند.

**تناسبات بلوک‌ها:** میان تناسبات بلوک‌ها با میزان مصرف رابطه متوسطی وجود دارد و در حالت کلی با افزایش این میزان مصرف الگوها نیز افزایش میابد. در حالت کلی الگوهایی که کشیدگی آن ها و نسبت طول به عرض بلوک ها در محدوده های ۱ تا ۱.۶ قرار دارند در مجموع دارای مصارف بهتری هستند ، الگوهایی که تناسبات ۱ به ۱ دارند به دلیل تفاوت در نسبت سطح به حجم بلوک ها و جذب انرژی تابشی متفاوت دارای مصارف متنوع تری هستند.

برای شبیه سازی UWG مدل های ۲، ۱۰، ۱۸ و ۲۳ دارای بیشترین بار گرمایشی است. (مدل ۲ دارای بیشترین میزان گرمایی است). برای شبیه سازی UWG، مدل های ۴، ۳، ۶، ۳۰، ۳۱ و ۳۲ کمترین بار خنک کننده را دارند. (۳۰ بهترین است). برای شبیه سازی UWG ، مدل های ۱، ۲، ۱۰ دارای بالاترین بار خنک کننده هستند. (۲ بدترین است).

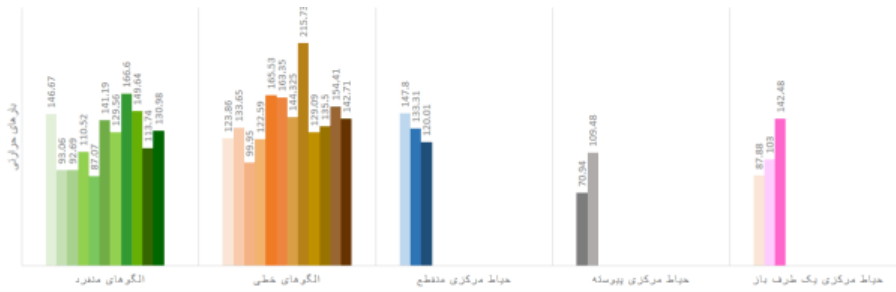
#### تحلیل ضرایب همبستگی و روابط متغیرها:

به منظور بررسی روابط بین شاخص ها و میزان مصرف انرژی گرمایش و سرماییش از نرم افزار Spss تحلیل واریانس و نمودار همبستگی استفاده شد ، تحلیل همبستگی پیرسون بین عوامل شکل شهری با مصرف انرژی ساختمان بر اساس داده های ثبت شده در طول فرآیند انجام شد. همانگونه که در جدول شماره ۶ مشاهده میشود مؤلفه های مربوط به الگوها و فرم ساختمان در محلات منتخب از طریق آزمون پیرسون مورد آزمون قرار گرفتند. براساس نتایج حاصل از شبیه سازی مصرف انرژی گرمایش و سرماییش و تحلیل همبستگی نتایج به شرح ذیل میباشد.

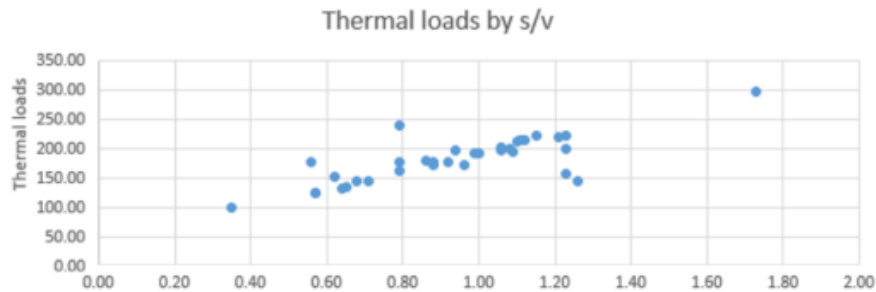
**طرح چیدمان و الگوها:** نتایج حاصل از شبیه سازی ها حاکی از آنست که درمیان الگوهایی که در طی ۵ دهه طراحی شده اند الگوهای دهه ۸۰ و ۷۰ با طراحی های غالب حیاط مرکزی دارای مصارف بهتر گرمایش و سرماییشی در قیاس با سایر الگوها می باشد با سطح اطمینان بالا می توان نتیجه گرفت که بهترین چیدمان برای بلوک ها، چیدمان های حیاط مرکزی پیوسته و حیاط مرکزی یک طرف باز و کمترین رتبه

جدول شماره ۵: تحلیل ضرایب همبستگی منبع: یافته های پژوهش

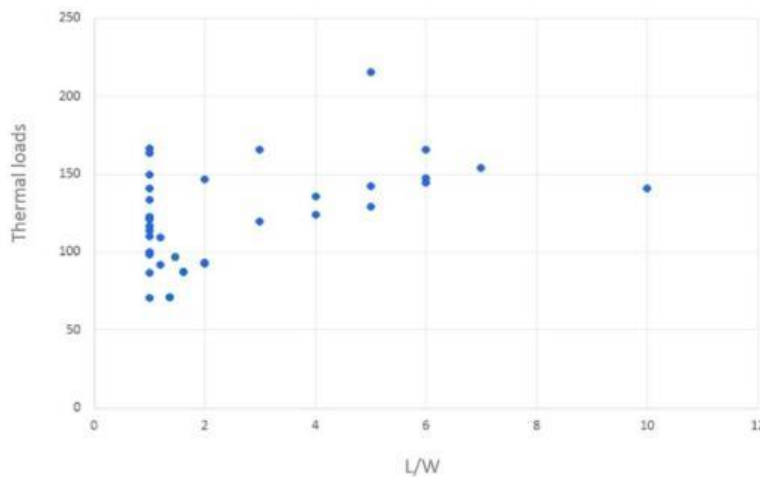
متغیر مستقل	متغیر وابسته	سیگما	ضریب همبستگی	تفسیر ضریب همبستگی
نوع چیدمان	مصرف گرمایش و سرماییش	۰/۰۰۰	۹.۲	قوی
فرم بلوک ( سطح به حجم بلوک ها)	مصرف گرمایش و سرماییش	۰/۰۰۰	۸.۹	قوی
تناسبات بلوک	مصرف گرمایش و سرماییش	۰/۰۰۰	۴.۸۲	متوسط



نمودار ۶: نمودار مصرف الگوهای مختلف بلوک‌ها منبع: نگارندگان



نمودار ۷: رابطه بارهای حرارتی و نسبت سطح به حجم منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۸: رابطه بین بارهای حرارتی و نسبت طول به عرض منبع: یافته‌های پژوهش

درک چگونگی واکنش مصرف انرژی ساختمان به تغییرات خاص شاخص‌های فرم شهری، با محاسبه میزان مصرف سالیانه استفاده می‌کند. در این متد، فعالیت‌های داخلی، شرایط آب و هوایی در فضای باز و داخل ساختمان به عنوان ورودی و محاسبه تقاضای گرمایش و سرمایش و تخمین مصرف انرژی مربوط به عنوان خروجی محاسبه می‌شود با این حال، انواع مدل‌های مختلف ساختمان، فرآیندهای فیزیکی و شرایط مرزی مختلف می‌تواند به سطوح مختلف

### بحث:

پس از اتمام شبیه‌سازی بلوک‌های مسکونی و بررسی کمترین و بیشترین مقدار بار حرارتی و مجموع میزان مصرف برای صحت‌سنجی پایایی و روایی، طبق اکثر مقالات به مطالعه روش‌های دست‌یابی به نتایج پرداخته شد.

با مطالعه پژوهش‌های پیشین و روش‌های محاسبات مصرف که مبتنی بر دو روش شبیه‌سازی و روش تجربی می‌باشد در روش شبیه‌سازی عمدتاً از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی برای

دارای فرم متمایز در بافت شهری زنجان بودند شناسایی گردید و در ادامه با بازدید میدانی از الگوها و طبقه بندی آن ها، میزان مصرف انرژی در سال برای ۳۳ مدل با دراگون فلای و لیدی باگ تولز شبیه سازی شد، سپس با استفاده از نرم افزار SPSS و براساس نگرش مقایسه ای، آزمون همبستگی و آنالیز واریانس نتایج تحلیل گردید. نتایج تحقیق حاکی از آن است که بین میزان مصرف انرژی اولیه و طرح چیدمان و فرم بلوکها رابطه همبستگی قوی وجود دارد و با تناسبات بلوکها رابطه متوسطی وجود دارد همچنین الگوهای غالب طراحی در دهه ۷۰ و ۸۰ که شامل حیاط مرکزی پیوسته و حیاط مرکزی یک طرف با می باشد دارای مصارف بهتر و الگوهای خطی و حیاط مرکزی منقطع دارای مصارف بالاتری هستند. فرمهای هشت ضلعی، مربع و مستطیل به دلیل کم بودن نسبت سطح به حجم دارای عملکرد بهتری نسبت به سایر الگوها بوده و نسبت طول به عرض بلوک ها در بازه ۱:۶:۱۰ دارای عملکرد مطلوب تری است. علی رغم بازدهی مناسب با شرایط اقلیمی زنجان گونه‌های دهه ۷۰ و ۸۰ شامل حیاط مرکزی و حیاط مرکزی یک طرف باز در دهه های بعد این گونه ها مورد استقبال سازندگان قرارنگرفته است و گونه های غالب شهری در دهه های آتی عمدتاً به صورت نقطه‌ای و نواری ایجاد گردید، گونه شناسی ارائه شده در این پژوهش، اولین قدم در راستای شناخت و طبقه بندی وضع موجود است. نتایج پژوهش، نقش پایه ای مطالعات آتی در ارزیابی و بازنگری طراحی مجتمع های مسکونی با هدف کاهش میزان مصرف انرژی را دارا می باشد.

دقت و اعتبار ابزارهای شبیه سازی منجر شود [۲۹]. دقت و اعتبار ابزارهای شبیه سازی تجزیه و تحلیل نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات بر روی مقایسه ها و نمودارهای مستقیم پراکندگی تکیه کرده‌اند، و تنها چند روش آماری برای تست همبستگی ها به کار رفته است. در اکثر مقالات [۱۶,5] پس از شبیه سازی های موردنظر مدل‌ها و حالات با آنالیز حساسیت به بررسی روابط میان متغیرها پرداخته و نتیجه نهایی اعلام میشود که در این پژوهش در کنار محاسبات مصرف انرژی گرمایش و سرمایش با استفاده از دو فایل آب وهوایی محلی و فرودگاهی و آنالیز حساسیت با برداشت میدانی اعتبار داده های اندازه گیری را به دقت پایش میکند.

### نتیجه‌گیری

انرژی به عنوان یک ابزار ضروری برای توسعه پایدار در هر جامعه‌ای است. در دهه‌های اخیر به دلیل بحران مسائل زیست محیطی توجه شایانی به منابع انرژی و چگونگی مصرف آن شده است. در میان متقاضیان اصلی مصرف کننده منابع انرژی، صنعت ساختمان یکی از مهم ترین بخش‌ها می باشد که عدم مدیریت صحیح منابع در این حوزه منجر به اتلاف سرمایه و خسارت متعدد طبیعی و اقتصادی میگردد. امروزه با استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی میتوان تاثیر متغیرهای موثر در مصرف انرژی ساختمان را بررسی کرد و روند این تغییرات را در سال های آینده پیش‌بینی کرد علاوه بر آن با کمک گرفتن از انرژی‌های تجدید پذیر میتوان به کاهش میزان مصرف منابع انرژی کمک شایانی کرد. در راستای شناسایی گونه های کارآمد تمامی مجتمع‌های مسکونی که

جدول شماره ۶- مشخصات پژوهش فعلی در قیاس با تحقیقات قبلی در پیشینه منع: نگارندگان

نوآوری	نوع ساختمان	ابزار مورد استفاده	نرم افزار	اعتبارسنجی	دقت محاسبات	فرضیات
روش کار	مسکونی	شبیه سازی	لیدیباگ. دراگون فلای	اندازه گیری میدانی	محاسبه برپایه دومدل فایل آب وهوایی و برداشت میدانی	Ashrea 90.1 2019



تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تأییدیه های اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهیم نویسندگان در مقاله: مهسا سیاحی (نویسنده اول مقاله شامل فعالیت در تدوین محتوا و شبیه سازی و برداشت میدانی و نتایج حاصل سهم ۳۴ درصد. حامد مظاهریان نویسنده دوم مقاله شامل فعالیت در کنترل و مدیریت روند مطالعات و اصلاح نگارش و مشارکت در تحلیل داده ها و تدوین نتیجه گیری سهم ۳۳ درصد. زهرا زمانی، نویسنده سوم مقاله شامل فعالیت در کنترل و مدیریت روند مطالعات و اصلاح نگارش و مشارکت در تحلیل داده ها و تدوین نتیجه گیری سهم ۳۳ درصد.

منابع مالی/حمایت ها: مقاله حاضر مستخرج از پایاننامه دکتری دکتری مهسا سیاحی با عنوان «توده گذاری بهینه در بلوکهای مسکونی با رویکرد کاهش مصرف انرژی با استفاده از شبکه عصبی؛ نمونه موردی: اقلیم سرد زنجان» که به راهنمایی دکتر حامد مظاهریان و مشاوره دکتر زهرا زمانی در دانشگاه تهران در حال انجام است.

## References

- Salat S, Energy loads, CO2 emissions and building stocks: morphologies, typologies, energy systems and behavior. *Research & Information*.2009; 37(5):589-609.<https://doi.org/10.1080/09613210903162126>.
- Salvati A, Coch H, Urban climate and building energy performance in compact cities in Mediterranean climate, *Urban Microclimate Modelling for Comfort and Energy Studies*.springer International Publishing,
- Cham, 2021:105–135.[https://doi.org/10.1007/978-3-030-65421-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65421-4_6)
- Rode P, Keim C, Robazza G, Viejo P, Schofield J. Urban morphology and residential heat-energy demand. *Environment and Planning. Planning and Design*. 2014;41(1): 138-162.<https://doi.org/10.1068/b39065>.
- Gupta VK. Solar radiation and urban design for hot climates. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 1984;11(4):435-454.<https://doi.org/10.1068/b110435>.
- Mortezaie G, Mohammdi M, Nasrolahi Farshad, Ghale Noie M, The study of new residential context in order to optimize energy consumption of case study : sephan city 2017; 6(24): 41-54. [Persian] Available at: [https://urbstudies.uok.ac.ir/article\\_55753.html](https://urbstudies.uok.ac.ir/article_55753.html)
- Liu K, Xu X, Zhang R, Kong L, WangW, Deng, W. Impact of urban form on building energy consumption and solar energy potential: A case study of residential blocks in Jianhu, China. *Energy Buildings* 2023;280,112727.<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112727>
- Sundus Shareef a, Altan H, Urban block configuration and the impact on energy consumption: A case study of sinuous morphology . *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2022; 163, 112507.<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112507>
- Vartholomaios A, A parametric sensitivity analysis of the influence of urban form on domestic energy consumption for heating and cooling in a Mediterranean city *Sustainable Cities and Society*.2017. 28:135-145.<https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.09.006>[Get rights and content](#)
- Bansal P, Jige Quan S, Relationships between building characteristics, urban form and building energy use in different local climate zone contexts: An empirical study in Seoul .*Energy and Buildings* . 2022, 272, 112335.<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112335>
- Ko Y, Urban form and residential energy use: A review of design principles and research

12. findings. Journal of Planning Literature.2013;28 (4): 327-351. <https://doi.org/10.1177/0885412213491499>
13. Wong N, Jusuf SK, Syafii NI, Chen Y, Hajadi N, Sathyanarayanan H, Manickavasagam YV. Evaluation of the impact of the surrounding urban morphology on building energy consumption, Sol. Energy. 2011 85:57-71. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.11.002>
14. Zinzi M., Carnielo E , Mattoni B., On the relation between urban climate and experience in Rome, Italy, Appl. Energy.2018 ;221:148-160. <https://doi.org/10.1016/j>
15. Boccalatte A., Fossa M., Gaillard L, Menezo C., Microclimate and urban morphology effects on building energy demand in different European cities, Energy Build.2020 ;224: 110-129. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild>.
16. Delmastro, Chiara, Mutani, Guglielmina, Schranz, Laura and Vicentini, Giovanni .The Role of Urban Form and Socio-Economic Variables for Estimating the Building Energy Savings Potential at the urban scale. International journal of heat and technology. 2015;33(4): 91-100.<http://dx.doi.org/10.18280/ijht.330412>
17. Bouyer C, Inard M, Microclimatic coupling as a solution to improve building energy simulation in an urban context, Energy Build.2011; 43: 1549- 1559. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.02.010>.
18. Cheng V., Steemers K., Montavon M. & Compagnon, R. Urban Form, Density and Solar Potential. PLEA, The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 2006(2): 701-706.
19. Taleghani M., Kleerekoper L, Tenpierik M., & van den Dobbelsteen, A Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherlands. Building and Environment. 2015;83: 65-78. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.014>
20. Ratti, C, Baker,N & Steemers,K. Energy Consumption and Urban Texture. Energy and Buildings, 2005;37 (7):62-76. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.10.010>
21. Vartholomaios A., A parametric sensitivity analysis of the influence of urban form on domestic energy consumption for heating and cooling in a Mediterranean city, Sustain. Cities Soc. 2017; 28 : 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.09.006>
22. Xie X, Sahin O, Luo Z, Yao R, [Impact of neighbourhood-scale climate characteristics on building heating demand and night ventilation cooling potential](https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.1.148), Renewable Energy.2020; ۱۵۰:943-956. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.1.148>.
23. Memarian G,Tabarsa mohammad ALI, Type and typology of architecture Architecture and urban planning of Iran . 2013; (6) :103-114. [Persian] Available at: <https://sid.ir/paper/250884/fa>
24. Routledge, London, 2010, Architectural Theory and Practice and the Behavioral Sciences, Jon Lang, Walter Moleski. <https://doi.org/10.4324/9781315254838>
25. Amores J. Multiple instance classification: Review, taxonomy and comparative study. Artificial intelligence.2013;201\ :81105.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004370213000581>
26. L. Martin, L. March, Urban Space and Structures, Cambridge University Press, London, 1972. <https://lccn.loc.gov/79176254>
27. Eini farA,Ghazizadeh N, The typology of residential complexes in Tehran based on the criterion of open space, Armanshahr Architecture and Urbanism Journal. 2009 ; 3(5) :35-45. [Persian] Available at: <https://sid.ir/paper/202545/fa>
28. Examining urban sprawl and its Management in Zanjan. SoltanyM. MSc Thesis, Tarbiat Moalem University of Tehran., March 2003. <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/d15147afdc8b0f2e4731e57d21dbb064/fulltext>
29. Pirbabai M Hashempour P, Fathali Biglou M , Madehbagheri P, Typology of Zanjan Residential Neighborhoods, Knowledge of urban planning,2018;2(2),65-78. [Persian] Available at: [https://upk.guilan.ac.ir/article\\_3099.html](https://upk.guilan.ac.ir/article_3099.html)
30. ANSI 90.1, 2019, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential

31. Buildings, published by ASHRAE and jointly sponsored by the Illuminating Engineering Society (IES) .<https://www.ashrae.org/news/hvacindustry/2019-update-of-standard-90-1>.
32. W, Heo Y, De Wilde P, Li Z, Yan D, Park CS, et al. A review of uncertainty analysis in building energy assessment. *Renew Sustain Energy* Rev.2018;93: 285-301. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.029>
33. Maps/Resource. available in 1 January 2024 , [www.google.com/maps/place/Zanjan](http://www.google.com/maps/place/Zanjan)

