

## **Simulate the Performance of a Solar System Using Software (GRASSHOPPER) to Optimize Energy for the City of Shiraz by Comparing Traditional and Contemporary Houses**

**Tara Heidari Orojloo**

Department of Architecture, Faculty of Engineering, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran. E-mail: atefeh.heidari.orojloo66@gmail.com

**Afshin GHorbani Param**

\*Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran. E-mail: uniafshinparam100@gmail.com

**Faramarz Hassanpour**

Associate Professor, Department of Social Sciences, Faculty of Social Sciences and Economics, Al-Zahra University, Tehran, Iran. E-mail: faramarzhassanpour@gmail.com

### **Abstract**

Today, the limitation of fossil energy and the degeneration of the environment affected by the increase in the concentration of carbon dioxide resulting from its use and other difficulties and shortages of electricity, along with increasing energy demand, especially in developing countries, are valid and necessary evidence that makes use of clean and accessible resources, such as solar energy, in abundance. Due to its location on the Earth's solar belt, Iran has a wide potential for the use of solar energy. There are ways to use solar energy and generate electricity, including CSP technology for solar thermal power plants or photovoltaic systems. In this research, using GRASSHOPPER software, we have investigated the effect of shade and other effective indicators in optimizing energy consumption by examining the condition of traditional and contemporary houses, considering the materials used in these houses in Shiraz, and the energy results for them have been evaluated and compared in different months.

**Keywords:** Solar energy, policy, optimization, housing.

**Citation:** Heidari Orojloo, Tara, Ghorbani Param, Afshin & Hassanpour, Faramarz (2024). Simulate the Performance of a Solar System Using Software (GRASSHOPPER) to Optimize Energy for the City of Shiraz by Comparing Traditional and Contemporary Houses. *Urban and Regional Policy*, 2(8), 25-42





## سیاست‌گذاری و شبیه‌سازی عملکرد سیستم خورشیدی با استفاده از نرم‌افزار (GRASSHOPPER) به منظور بهینه‌سازی انرژی برای شهر شیراز با مقایسه خانه‌های

### سنتی و معاصر

#### تارا حیدری ارجلو

دانشجوی دکتری تخصصی، گروه معماری، دانشکده فنی و مهندسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران. رایانامه: atefeh.heidari.orojloo66@gmail.com

#### افشین قربانی پارام

\* نویسنده مسئول، استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران. رایانامه: uniafshinparam100@gmail.com

#### فرامرز حسن‌پور

استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: faramarzhassanpour@gmail.com

### چکیده

امروزه تحدید انرژی فسیلی و انحطاط محیط‌زیست متأثر و تکثیر غلظت مقدار دی‌اکسید کربن حاصل از کاربرد آن و از بعدی دیگر دشواری‌ها و کمبودهای برق همراه با ازدیاد مطالبه انرژی مخصوصاً در کشورهای درحال توسعه، ادله معتبر و بایسته‌ای هستند که اقتضای بهره‌گیری از منابع قابل وصول و در دسترس، پاک، مانند انرژی خورشیدی را به‌وفور مطلوب و اساسی می‌کند. هدف اصلی این پژوهش سیاست‌گذاری و شبیه‌سازی عملکرد سیستم خورشیدی با استفاده از نرم‌افزار (GRASSHOPPER) به‌منظور بهینه‌سازی انرژی برای شهر شیراز با مقایسه خانه‌های سنتی و معاصر می‌باشد. ایران با توجه به موقعیت قرارگیری بر کمربند خورشیدی کره زمین، عامل بالقوه گسترده‌ای جهت کاربرد از انرژی خورشیدی را دارد. روش‌های استفاده و بهره‌گیری از انرژی خورشیدی و تولید برق از جمله تکنولوژی CSP نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی و یا سیستم‌های فتوولتائیک وجود دارد. در این پژوهش، با استفاده از نرم‌افزار GRASSHOPPER، به بررسی تأثیر سایه و دیگر شاخص‌های تأثیرگذار در بهینه‌سازی مصرف انرژی، با بررسی وضعیت خانه‌های سنتی و معاصر با در نظر گرفتن مصالح مورد استفاده در این خانه‌ها در شهر شیراز پرداخته‌ایم و نتایج انرژی برای آن در ماه‌های مختلف ارزیابی و مقایسه شده است.

**کلیدواژه‌ها:** انرژی خورشیدی، سیاست‌گذاری، بهینه‌سازی، مسکن.

**استناد:** حیدری ارجلو، تارا، قربانی پارام، افشین، حسن‌پور، فرامرز (۱۴۰۲). سیاست‌گذاری و شبیه‌سازی عملکرد سیستم خورشیدی با استفاده از نرم‌افزار به‌منظور بهینه‌سازی انرژی برای شهر شیراز با مقایسه خانه‌های سنتی و معاصر. *سیاست‌گذاری شهری و منطقه‌ای*، ۲(۸)، ۲۷-۴۱.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵

سیاست‌گذاری شهری و منطقه‌ای، ۱۴۰۲، دوره ۲، شماره ۸، صص. ۲۷-۴۱

نوع مقاله: پژوهشی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

© نویسندگان

## مقدمه

امروزه فقدان سوخت‌های فسیلی و آلودگی‌های زیان‌بار ناشی از کاربرد آن‌ها، انسان را به‌سوی بهره‌گیری از دیگر منابع انرژی‌های پاک جهت تأمین رفاه و آسایش خود در آینده سوق می‌دهد. انرژی خورشیدی از انرژی‌های پاک تجدیدپذیر فراوان و قابلیت دسترسی راحت و آسان، دارای اهمیت و جایگاه خاصی است. تولید جریان برق با بهره‌گیری از انرژی خورشیدی هم‌زمان با فشار و خطر بحران انرژی با ارزش و موردتوجه قرار گرفت و در بسیاری از کشورها برای تولید برق مورد استفاده قرار گرفت. استفاده از انرژی خورشیدی، به طرق مختلف صورت می‌پذیرد.

امروزه با گسترش فن ساخت‌وساز، ضرورت گزاردن به معماری استوار و ساختمان‌سازی در جهت بهره‌گیری مطلوب از منابع تجدیدپذیر از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌درستی معماری بومی معماری دوجانبه انسان و طبیعت است. بررسی‌ها بیانگر اهمیت نقش اقلیم و تأثیرپذیری آن در افزایش میزان کیفیت، به‌واسطه‌ی طراحی مناسب و مطلوب معماری ساختمان‌ها و رعایت اصول اقلیمی تبیین کرد. بدون شک مصرف بی‌قاعده‌ی منابع تجدیدناپذیر، در آینده معضلی است که آدمی را به مخاطره خواهد انداخت. به همین خاطر حفاظت از محیط‌زیست مهمترین نیاز برای ادامه حیات است. بیش از یک‌سوم انرژی مصرفی مربوط به مبحث ساختمان است و همین قضیه در این مورد ضرورت توجه به مسئله میزان مصرف انرژی و کوشش برای رسیدن به معماری پایدار و بهینه‌سازی مصرف انرژی را تأیید می‌کند.

ایده طراحی مسکن معاصر با رویکرد انرژی خورشیدی و سهم‌گیری از عناصر معماری سنتی در جهت برآورده نمودن نیازهای انرژی، و تأمین آسایش حرارتی در ساختمان‌ها شکل گرفته است. از نمونه‌های معماری پایدار، معماری سنتی ایران است که بیانگر این‌که معماری سنتی و بومی برای استفاده بایسته از انرژی‌های تجدیدناپذیر، از قاعده و قانون کارسازی در هر شرایط آب‌وهوایی و اقلیمی بهره می‌بردند. با طراحی‌های بناهای سنتی در شرایط آب‌وهوایی و اقلیمی متفاوت در هر ناحیه و تلفیق با انرژی‌های طبیعی الگوهای معماری سنتی پدید آمده است. امروزه هم می‌توان با بهره‌گیری از پیشینه گذشتگان و حیات‌بخشی الگوهای سنتی که پاسخگوی بایستگی اقلیمی هر منطقه هستند و امروزه به فراموشی سپرده شده‌اند، مصرف سوخت‌های فسیلی را با به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در طراحی و ساختار سازه‌ای ساختمان‌ها کاهش داد. بررسی‌ها نشان‌دهنده این است که به‌کارگیری مصالح پسن‌دیده و درست و شناخت خاصیت‌های اقلیمی هر ناحیه و شرایط وابسته به آن توانا به برپایی محیطی مطلوب و پاسخگو به نیاز آسایش گرمایشی انسان منجر شود و کاهش مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر را به دنبال داشته باشد. بررسی اثرات انرژی خورشیدی و راهکارهای اقلیمی و غیرتاسیساتی و تجدیدپذیر به‌منظور الگوبرداری و استفاده در ساختمان‌ها به جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی دارای اهمیت است. بنابراین هدف اصلی این پژوهش سیاست‌گذاری و شبیه‌سازی عملکرد سیستم خورشیدی با استفاده از نرم‌افزار (GRASSHOPPER) به‌منظور بهینه‌سازی انرژی برای شهر شیراز با مقایسه خانه‌های سنتی و معاصر می‌باشد.

## پیشینه پژوهش

در رابطه با موضوع پژوهش، پژوهش‌های گوناگونی در خارج و داخل کشور انجام شده است. در این راستا ابتدا به پژوهش‌های خارجی و سپس به پژوهش‌های داخلی پرداخته شده است:

لهمان (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان " رویکرد زیست‌محیطی و اجتماعی در معماری مدرن برزیل: اثر لینا بو باردی " به این نتیجه دست یافت که بیشتر شهرها و نقاط سکونتگاهی در برزیل تحت تأثیر اقلیم حاکم بوده و این اثرگذاری در نوع معماری و مصالح بکار رفته قابل مشاهده است. نوع معماری موجود بر پایه مصالح محلی، نوع شناسی، تنوع مناطق و اجتماعات است. علاوه بر این نتیجه تحقیق نشان می‌دهد معماری هر منطقه به‌گونه‌ای نوع هویت اجتماعی آن منطقه را نیز نشان می‌دهد که در حقیقت تلفیقی از سبک‌های معماری سنتی و مدرن یا به‌صورت جداگانه است.

هی (۲۰۱۸) در بررسی تعاملات اجتماعی در ساختمان‌های بلندمرتبه نشان داد که در بیشتر طراحی برج‌ها در چین، به تعاملات اجتماعی توجهی نشده و فضاهای موجود مطلوب نیستند. در حالی که فضاهای بسیاری وجود دارد که می‌توان در

راستای توسعه تعاملات اجتماعی ایجاد نمود.

دانگ (۲۰۱۹) در سنجش تأثیرات اجتماعی برج‌های بزرگ نتیجه گرفتند که بین تعاملات اجتماعی، محیط‌زیستی و طراحی برج‌ها رابطه معناداری وجود ندارد.

ژئو و وانگ (۲۰۱۹) نتیجه گرفتند که در شهرهای مورد مطالعه، نوع طراحی ساختمان‌ها به بهبود تعاملات و رفتارهای اجتماعی مثبت کمکی نکرده است و بسیاری از فضاهای گنگ می‌باشد. در حقیقت شاخص‌های حس تعلق، ارتباط و همبستگی در طراحی‌ها دیده نمی‌شود.

فرهان و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان "دگرگونی ویژگی‌های تاریخی و معماری تاریخی و معماری شهر قدیمی النجف و دیدگاه‌های احتمالی حفظ آن" به این نتیجه دست یافتند که با ادامه پیشرفت شهر، معماری و ساختار منحصربه‌فرد شهری به طرز چشمگیری تغییر شکل داده است. میراث فرهنگی و معماری این شهر به‌طور جدی تهدید می‌شود. چندین عامل در شکل‌گیری و تحول ساختارهای خاص معماری و شهری شهر نقش اساسی داشتند. مهمترین عوامل تأثیرگذار عمدتاً به دین، محیط و سیاست مربوط بودند. البته در این شهر هنوز هم آثار سبک معماری سنتی را می‌تواند دید، هرچند نمادهای مدرنیسم قابل مشاهده است.

اوردویی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود تحت عنوان «بهینه‌سازی مصرف انرژی در شهر هوشمند با استفاده از الگوریتم یادگیری تقویتی» اشاره کرده‌اند که با استفاده از شبیه‌سازی، نشان می‌دهد که مصرف انرژی سالانه در شهر هوشمند ممکن است با بهینه‌سازی مصرف انرژی با استفاده از رویکرد یادگیری تقویتی پیشنهادی، بیش از ۳۵ تا ۴۰ درصد کاهش یابد.

بهبزادیان و همکاران (۱۳۹۶) به اهمیت جهت‌گیری بناها به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم فضایی در طراحی اشاره و این شاخص را در بازسازی بافت‌های فرسوده مورد تأکید قرار دادند.

قربانی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهش خود تحت عنوان «مدل‌سازی ساختاری-تفسیری چالش‌های تأثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران» اشاره کرده‌اند که «پشتیبانی از نوآوران موفق»، «ظرفیت جذب سرمایه»، «هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص» و «اثبات اثربخشی سیاست‌ها» از اساسی‌ترین چالش‌های تأثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران می‌باشند.

عمرانی رهنی و هاشمی دزکی (۱۴۰۰) در پژوهش خود تحت عنوان «بهره‌برداری بهینه هاب انرژی خانگی همراه با بهینه‌سازی ظرفیت سیستم‌های تولید انرژی تجدیدپذیر خورشیدی»، روش نوینی برای پاسخ به خلاء تحقیقاتی بهینه‌سازی همزمان ظرفیت سیستم خورشیدی و بهره‌برداری هاب انرژی خانگی ارائه کرده‌اند که دلالت بر کارایی روش پیشنهادی برای کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و افزایش بهره‌وری هاب انرژی خانگی با حفظ سطح راحتی مشترک در بالاترین سطح را دارند.

## مبانی نظری

خطمشی‌گذاری در بخش انرژی جنبه‌های اساسی تولید و بهره‌وری انرژی را دربرمی‌گیرد که به شدت توسعه اقتصادی، پایداری و پذیرش اجتماعی را تحت تأثیر می‌گذارد به‌طوری‌که در جامعه‌ی جهانی این خطمشی‌ها به سمت انرژی پایدار و اقتصاد کم‌کربن با حذف مستقیم سوخت‌های فسیلی، هدفگذاری بر منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، ترویج بهره‌وری انرژی و به‌طور راهبردی حرکت به سوی شبکه هوشمند است (منوریان و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۱۷). توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در یک فرآیند چند دهه‌ای به جریان اصلی در میان دولت‌ها، کسب‌وکارها، مشتریان و شرکت‌های تأمین آب و برق بدل شده است به طوری‌که رشد این نوع از انرژی‌ها در سراسر جهان از دهه ۱۹۹۰ میلادی آغاز و در دهه‌های ابتدایی قرن ۲۱م به شدت توسعه آن افزوده شده است. دلیل این شدت گرفتن را می‌توان در توسعه‌ی حمایت‌های مالی، سیاست‌های دولتی، افزایش قیمت تمام‌شده انرژی و کاهش هزینه‌های فناوری تولید انرژی تجدیدپذیر، وضعیت نامناسب زیست

محیطی و گرمایش جهانی اشاره کرد. در این راستا انجام سیاست‌گذاری مناسب در زمینه بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر، بدون توجه کردن به موانع و مشکلات توسعه این نوع از انرژی‌ها عملاً غیرممکن است (گودرزی و ملکی، ۱۳۹۶).

امروزه سیاست‌گذاری‌ها در سطوح ملی، منطقه‌ای، ناحیه‌ای و محلی می‌تواند نقش مهمی در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر داشته باشد به طوری که با اتخاذ استراتژی‌هایی در سطح محلی می‌توان به صورت زنجیره‌ای در سطح کلان نیز استفاده از انرژی تجدیدپذیر را ترویج داد. در این راستا در کشور ایران دارای شرایط آب‌وهوایی و اقلیم متفاوتی است، معماری سنتی جهت فراهم نمودن شرایط و میزان کیفیت در تأمین آسایش انسان راه‌حل‌ها و شیوه‌هایی بخردانه را شناسایی کرده است. از نمادها و شاخص‌های معماری پایدار، معماری سنتی است که با بحث‌های زیست‌محیطی، اقلیمی و میزان بهره‌وری از انرژی خورشیدی، مایهٔ تنزل بهاء اولیه و بهاء رایج و ساختار و بهره‌وری ساختمان، شده است که دارای اهمیت است (Nakhaee et al, 2022). در پژوهش‌ها بناهای سنتی، بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌سان باد، میزان جذب گرما، روشنایی خورشید، روشنایی و غیر آن در ساختار بناها مورد توجه و مقبولیت طراحان و مجریان بناها بوده است و کوشش بر این بوده است که ساخت بنا، بهینه‌ترین حالت سازگاری با محیط‌زیست و اقلیم را داشته باشد. از مباحث مورد توجه در معماری عصر حاضر کاربرد بیشینه از منابع غیرقابل تجدید است، از عوامل مهم آن می‌توان استفاده از مصالح نامرغوب و جابه‌جایی آن‌ها و طراحی غیر معقولانه با استفاده از سازوبرگ بروندی و حرارتی و با توجه به مسائل اقلیمی است (Hajali Zadeh, 2023).

ارزش‌های معماری سنتی و اهمیت اقلیم و سازگاری بناها با اقلیم معماری سنتی، حائز اهمیت بی‌حدودان‌های در سبک و سیاق متفاوت در بهره‌گیری بهینه از انرژی و بهره‌وری زیست‌محیطی و اقلیمی از اشکال مختلف انرژی و به‌ویژه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است. تمامی عناصر اقلیمی و منطقه‌ای (آب، هوا، خورشید و خاک) حائز بهره‌وری متعالی و ممتازی از محیط‌زیست و اقلیم در معماری قدیم ایران بوده است (نوحی، ۱۳۹۷). در دوره‌های مختلف، معماری سنتی و شاخص‌های اقلیمی و فضایی مورد تأکید بوده است؛ ولی با ورود به دورهٔ صنعتی و مدرنیته، این شاخص‌ها کمتر شده و جنبه‌های تقلیدی از غرب در بناها بیشتر تماشا می‌شود (Hajali Zadeh, 2023). با وجود این در بناهای کهن در شهرها، ریشه‌های معماری سنتی و تأکید بر شاخص‌های مختلف اقلیمی مشاهده می‌شود که دارای طراحی سنجیده و مطلوب در جهت بهینه‌سازی انرژی و به‌کارگیری سیستم سرمایشی و حرارتی متعادل با وجود مسائل اقلیمی بوده است.

## روش پژوهش

روش پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و براساس نحوه گردآوری داده‌های پژوهش توصیفی-تحلیلی می‌باشد. گردآوری داده‌ها در این پژوهش به صورت میدانی و کتابخانه‌ای می‌باشد به طوری که در ابتدا مبانی نظری و پیشینه پژوهش از منابع معتبر علمی نظیر کتاب و مقالات علمی-پژوهشی گردآوری شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت کمی و کیفی صورت گرفته است که با بهره‌گیری از مدل‌سازی (SIMULATION) از نرم‌افزار GRASSHOPPER به تحلیل داده‌های پژوهش پرداخته شده است. در نهایت بر اساس نتایج پژوهش سیاست‌های پیشنهادی برای پژوهش ارائه شده است. از نتایج این پژوهش می‌توان در طراحی ساختمان‌ها و افزایش میزان کیفیت فضای زندگی به لحاظ زیست‌محیطی و اقلیمی و در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها بهره‌مند شد.

## محدوده پژوهش

ایران کشوری است با ۴ اقلیم متفاوت که غالباً در اقلیم گرم و خشک قرار گرفته و به جهت دریافت انرژی خورشید از بهترین کشورها محسوب می‌شود. با توجه به طولانی بودن تولید منابع فسیلی و آلودگی آن و رشد نیاز انرژی، استفاده از تجهیزات برای کاربرد بهینه از سرچشمه انرژی خورشیدی در کشور دارای اهمیت است. ایران ۲۴۰ الی ۲۵۰ روز آفتابی در سال که

حدوداً ۸۰٪ از مساحت آن، دارای میانگین سالانه تابش خورشیدی در ۰.۴ تا ۰.۵ کیلووات ساعت بر مترمربع است. فناوری‌های انرژی خورشیدی، یک منبع انرژی خورشیدی، تجدید پذیر و بومی هستند. انرژی خورشیدی به سهولت در تمام نقاط جهان بدون اتلاف در فرآیند انتقال به واحدهای مصرف‌کننده، انجام می‌پذیرد (Kuşkaya, et al, 2023). استان فارس از استان‌های جنوبی و چهارمین استان بزرگ ایران است. این استان با مساحتی بالغ بر ۱۲۲۶۰۸ کیلومترمربع و ۷/۴ درصد مساحت کل ایران را به خود اختصاص داده است. استان فارس یکی استان‌های چهارفصل است. (دفتر برنامه‌بودجه معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری شیراز، ۱۳۹۹).

جدول ۱ - طول و عرض جغرافیایی شهرستان شیراز و استان فارس

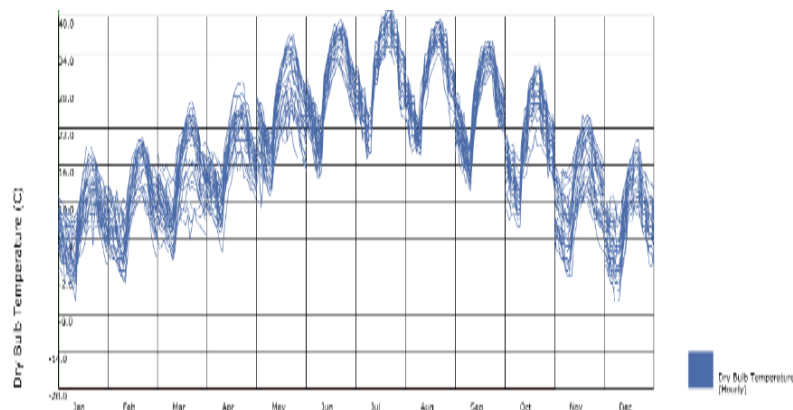
شرح	طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ				عرض شمالی از خط استوا			
	حداقل		حداکثر		حداقل		حداکثر	
	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه
استان فارس	۳۴	۵۰	۴۴	۵۵	۱	۲۷	۴۲	۳۱
شهر شیراز	۴۹	۵۱	۲۸	۵۳	۲	۲۹	۵۷	۲۹

## یافته‌ها

### پارامترهای اقلیمی شهر شیراز

#### دمای هوا

نمودار تغییرات دمایی ایستگاه شیراز طی دوره ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ مورد بررسی را نشان می‌دهد. حداکثر و حداقل دمای خشک ماهانه ثبت شده در طی دوره آماری مورد بررسی برای ایستگاه شیراز به ترتیب اندکی بیشتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد برای ماه جولای و منفی ۶ درجه سانتی‌گراد برای ماه دسامبر و ژانویه می‌باشد. پارامتر مربوط به تغییرات دماهای طراحی سالانه جهت محاسبه مقادیر از دست رفتن حرارت و همین‌طور افزایش حرارت درون ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. دامنه دمای طراحی به‌عنوان درصدی از ساعاتی که جهت ایجاد بالاترین و پایین‌ترین دمای طراحی بیرونی استفاده می‌شود تعریف می‌گردد.



Outdoor Temperature-PMV Comfort Range - Shiraz Dastgheyb Intl AP FA IRN  
www.BPSimulation.ir | Telegram: @Sir\_Architect | by Hamed Sanain

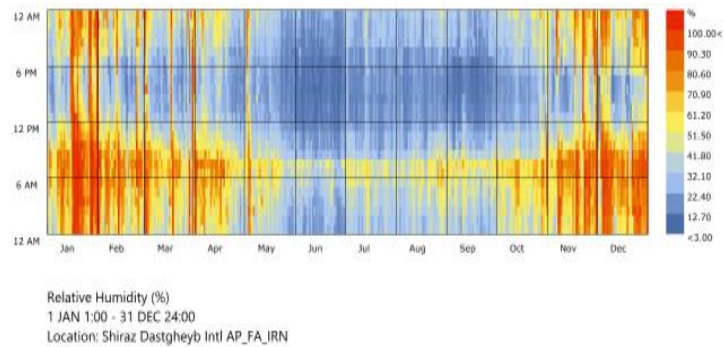
شکل ۱ - نمودار تغییرات دمایی ایستگاه شیراز (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

#### رطوبت نسبی

میزان رطوبت نسبی شهر شیراز را نشان می‌دهد. شیراز به جهت فاصله از دریا در سطح متوسط قرار دارد. تسلط ماه‌های خشک در نیمه‌ی تابستانی سال و بارندگی کم در این ماه‌ها منجر به تقلیل رطوبت نسبی، طوری که کمترین رطوبت در



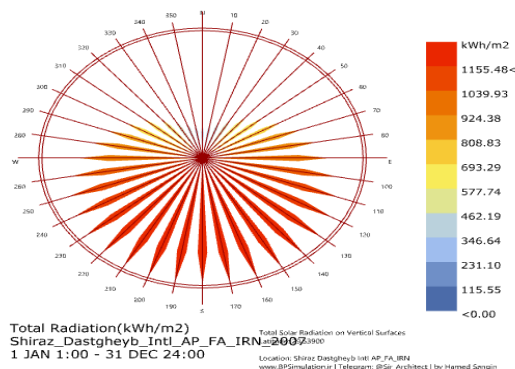
گرم‌ترین ماه‌های سال یعنی خرداد - تیر و مرداد ۱۰ درصد و حداکثر آن ۳۳ درصد است و حداکثر مقدار رطوبت نسبی در ماه‌های زمستانی آذر و دی به ۸۱ درصد می‌رسد؛ و به سبب رشد و نمو گیاهی خوب که به علت بارندگی کافی در طول سال وجود دارد، بخشی از رطوبت هوا از طریق تبخیر و تعریق گیاهی تأمین می‌گردد.



شکل ۲ - نمودار رطوبت نسبی (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

### گلباد

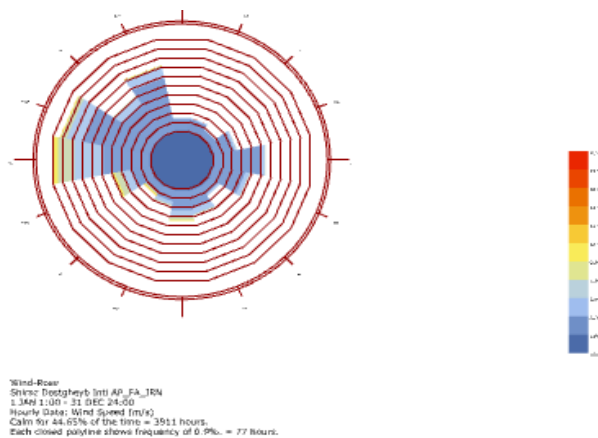
از پلاگین لیدی باگ برای پردازش و نمایش نمودار گلباد برای میانگین سرعت باد، جهت باد و حداکثر شلاق با اندازه‌گیری در ارتفاع ۱۰ متر بالاتر از سطح زمین مسطح به دست آمده، استفاده می‌شود. همان‌طور که گلباد ایستگاه شیراز نشان می‌دهد، جهت باد غالب غربی و شمال غربی است و شدیدترین بادها دارای جهتی جنوب غربی می‌باشند که سرعت‌هایی بیش از ۱۸ متر بر ثانیه را در منطقه ایجاد می‌نمایند. متوسط سرعت باد غالب حدود ۴ متر بر ثانیه می‌باشد. در نمودار گلباد می‌توان دما، رطوبت و دیگر پارامترهای باد منطقه را مشاهده و در نحوه استقرار ساختمان و نمای آن مؤثر است.



شکل ۳ - نمودار گلباد ایستگاه شیراز (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

### گلتاب

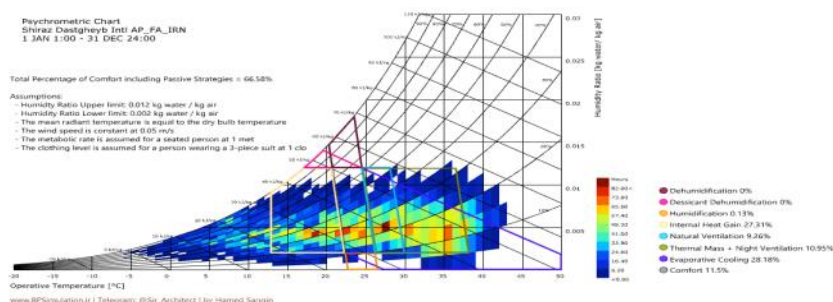
می‌توان مفهوم تازه‌ای به نام گلتاب ارائه داد. که شامل تحلیل تابش نور خورشید در جهات مختلف با استفاده از اطلاعات استخراجی از انرژی پلاس و پردازش و نمایش آن‌ها هستند؛ اینکه در چه جهتی قادر به بهره‌گیری حداکثری تابش نور خورشید، جهت‌گیری ساختمان جهت دریافت حداکثر انرژی خورشیدی و یا ممانعت از دریافت زیاد پرداخت. در نمودار گلتاب شهر شیراز نشان داده‌شد. شیراز در جهت ۳۰ درجه غربی یا ۶۰ درجه جنوب شرقی که عامل تعیین‌کننده جهت و میزان تابش خورشید به فضای داخلی و محدوده سایه‌اندازی در فضای خارجی ساختمان است. این جهت‌گیری در تعیین میزان ورود باد به داخل بافت و ایجاد تهویه در داخل بناها است.



شکل ۴ - گلاب شهر شیراز (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

### نمودار سایکرومتریکی

بسیاری از فرایندهای تهویه مطبوع از تحولات انرژی ناشی می‌شود. این تغییرات در اثر تغییر درجه حرارت و رطوبت هوا به وجود می‌آید. روابط بین دما، رطوبت و انرژی تحت نمودار سایکرومتریکی به راحتی قابل درک است؛ و به راحتی می‌تواند مشکلات را در تهویه مطبوع را پاسخگو باشد. با استفاده از داده‌های اطلاعاتی حاصل از اقلیم همچون دمای خشک، دمای مرطوب و فشار بخار می‌توان نمودار سایکرومتریکی را ترسیم و سپس با استفاده از این داده‌ها به تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌توان در نهایت شرایط اقلیمی و اصولی را که برای طراحی باید استفاده شود مشخص کرد. باید توجه داشت که این نمودار را می‌توان به طور جداگانه برای هر شهر تنظیم نمود تا دقت اصول تعیین شده بالا رود (ASHRAE, 2017, Transactions, p.123). با استفاده از داده‌های اطلاعاتی حاصل از اقلیم همچون دمای خشک، دمای مرطوب و فشار بخار می‌توان نمودار سایکرومتریکی را ترسیم کرد و سپس با استفاده از این داده‌ها به تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌توان در نهایت شرایط اقلیمی و اصولی را که برای طراحی باید استفاده شود مشخص کرد. باید توجه داشت که این نمودار را می‌توان به طور جداگانه برای هر شهر تنظیم نمود تا دقت اصول تعیین شده بالا رود. در نمودار سایکرومتریکی شهر شیراز نشان داده شده است.



شکل ۵ - نمودار سایکرومتریکی شهر شیراز (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

شبیه‌سازی و تحلیل تأثیر طراحی معماری بر میزان مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی شهر شیراز به منظور شبیه‌سازی و تحلیل اثرگذاری طراحی معماری و شرایط اقلیمی و همچنین ساختار، بر میزان تقاضای انرژی مسکن و برحسب وسعت و پهناوری شهر شیراز، دو گروه بناهای سنتی و معاصر در واقع جهش ناگهانی از معماری سنتی به معماری معاصر برحسب موضوع پژوهش مورد بحث است. در واقع می‌توان به این موضوع نیز اشاره نمود که در معماری معاصر، اجزای معماری سنتی دگرگون و به فراموشی سپرده شده است؛ و قابل ذکر است که، مصرف انرژی در با گذر زمان از نفت

به گاز و برق تغییر یافته است. شاخص‌هایی که در نمونه‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است، ویژگی و طراحی معماری که بر میزان مصرف انرژی تأثیرگذار است، هستند. مواردی چون: مصالح دیوار، سقف و کف، شکل ساختمان، تعداد طبقات، اندازه و موقعیت پنجره‌ها، نفوذپذیری و ارتباط با زمین و دیگر موارد طراحی شامل زیبایی، هندسه و تزیینات فضایی، نوع و عملکرد و غیره که در راستای دستیابی به هدف تحقیق نقش مؤثری ایفا نمی‌کنند، مورد توجه قرار نگرفته‌اند. برخی از شاخص‌های طراحی شامل استقرار بنا در اقلیم با توجه به نور خورشید، بازشوها، ارتفاع، طول و غیره به‌عنوان کمیت‌های مستقل و میزان متغیر وابسته که یک مقدار عددی است، محاسبه و عوامل مؤثر در طراحی جهت ارائه آن باهدف بهینه‌سازی مصرف انرژی، مشخص خواهد شد.

### شبیه‌سازی ساختمان‌ها با مؤلفه‌های مختلف معماری

جهت شناخت از تأثیر طراحی معماری بر مصرف انرژی، در اقلیم هر منطقه به‌وسیله نرم‌افزار راینو مدل‌سازی و با نرم‌افزار گرس‌هاپر، هانی‌بی و لیدی‌باگ تحلیل‌های انرژی انجام می‌شود. نمونه‌های منتخب در شرایط اقلیمی شهر شیراز و با اعمال شاخص‌های اجرایی در آن‌ها انرژی حرارتی و همچنین روشنایی تحت بررسی قرار می‌گیرد. سپس در ساختمان معاصر تحت شرایط مشابه و با تغییر در برخی شاخص‌های طراحی معماری، نظیر مصالح و لایه‌های دیوار انرژی آن تحت بررسی قرار می‌گیرد. در این بخش از پژوهش تقاضای انرژی گرمایشی و سرمایشی نمونه‌های موردی محاسبه شده و نتایج حاصل از آن راهکارهای مناسبی برای تقلیل مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی است.

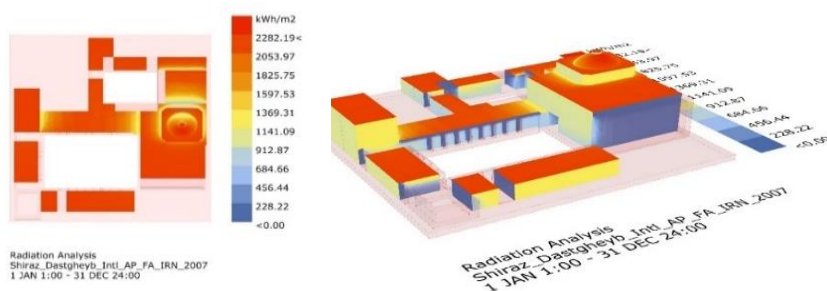
#### بررسی جذب انرژی ساختمان

میزان برخورد تابش نور خورشید که به سطوح مختلف، به‌شدت اشعه‌ی تابشی خورشید و زاویه‌ی تماس اشعه بستگی دارد. هرچه توان تابش خورشید بیشتر و زاویه‌ی تابش نسبت به سطح قائم باشد، میزان دریافت تابش و در نتیجه گرمای تولیدشده روی سطح بیشتر و هرچه زاویه‌ی تابش اشعه‌ی خورشید به سطح مایل‌تر باشد، میزان گرمای تولیدشده در سطح کم‌تر خواهد بود، زیرا نسبت شدت تابش به سطح توزیع اشعه کاهش یافته، در نتیجه به هر واحد سطح گرمای کم‌تری می‌رسد. در طراحی، دو عامل میزان تابشی را که به سطح می‌رسد، کنترل می‌کنند:

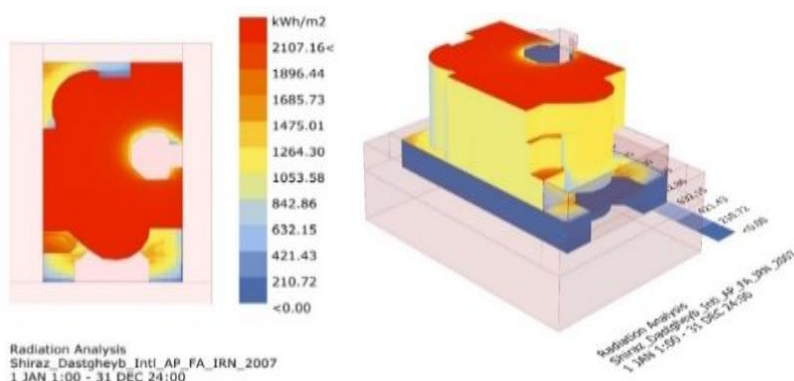
اول، جهت استقرار سطوح نسبت به خورشید

دوم، مساحت سطوح تحت تأثیر نور خورشید

مناسب‌ترین جهت استقرار ساختمان نسبت به خورشید در طراحی آن است که حداکثر گرما را در روزهای سرد و حداقل گرما را در روزهای گرم دریافت، این جهت را می‌توان جهت بهینه خواند. از جمله مزایای جهت‌گیری بهینه ساختمان کم‌هزینه بودن آن بوده که در مراحل اولیه طرح قابل اجرا است. همچنین استفاده بهینه از انرژی خورشیدی، نیاز استفاده از سیستم‌های غیرفعال پیچیده را کاهش می‌دهد. درحالی‌که عملکرد سیستم‌های غیرفعال و مکانیکی را افزایش می‌دهد. بررسی بهره‌برداری نمای ساختمان از نور مستقیم خورشید در جذب انرژی در طول روز با استفاده از پلاگ این لیدی باگ محاسبه شده و در تصاویر ذیل قابل مشاهده می‌باشد.



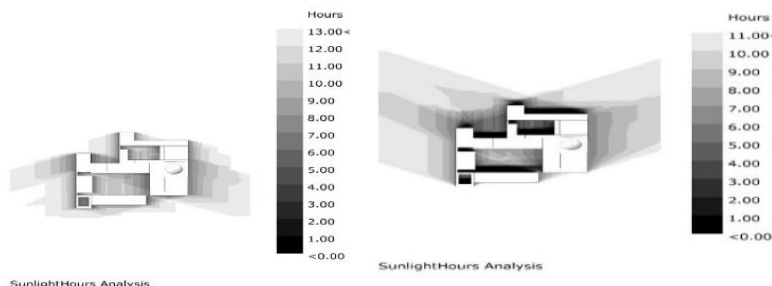
شکل ۶ - جذب انرژی ساختمان از تابش خورشید در طول سال نمای پرسپکتیو و نمای بالای خانه سنتی (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



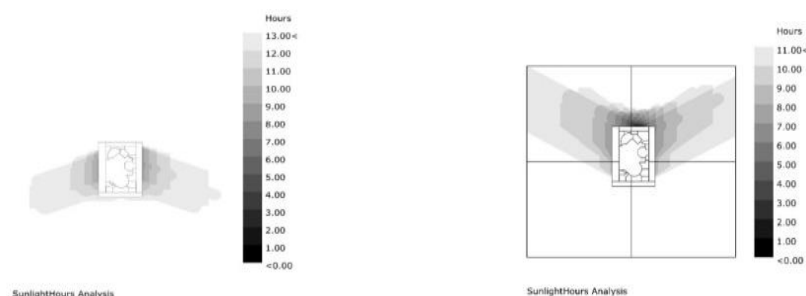
شکل ۷ - جذب انرژی ساختمان از تابش خورشید در طول سال نمای پرسپکتیو و نمای بالای خانه معاصر (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

### بررسی سایه‌اندازی بنا

آنالیز ساعات دریافت نور حاصل از خورشید: برای نمونه‌های منتخب، آنالیز نور خورشید برحسب ساعت انجام و این آنالیز، توسط کامپوننت Analysis Ladybug\_ Sunlight از پلاگین از Ladybug- Path Sun کامپوننت Ladybug- Path Sun و فایل EPW شهر شیراز، میزان ساعاتی که نور مستقیم خورشید را دریافت، انجام می‌شود که این پرتوها برحسب نقاله‌ی خورشیدی شیراز که توسط Ladybug- path Sun تولید و در برآیند ساعات سایه و روشنایی، بکار برده می‌شوند. بررسی سایه‌اندازی ساختمان در بحرانی‌ترین روز سال ۱ دی و ۱ تیر در تصاویر زیر قابل مشاهده می‌باشد. نشانگر سطوح فرم و سطح زمین اشغالی ساختمان، چه اندازه در طول روز نور خورشید دریافت و در سایه قرار دارند.



شکل ۸ - سایه‌اندازی ساختمان به ترتیب سمت راست ۱ دی و سمت چپ ۱ تیر خانه سنتی (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۹ - سایه‌اندازی ساختمان به ترتیب سمت راست ۱ دی و سمت چپ ۱ تیر خانه معاصر (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

### شاخص‌های انتخابی ارزیابی عملکرد ساختمان در پژوهش

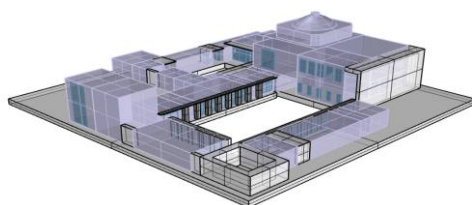
سنجش کارایی انرژی، برآورد و نحوه سنجش مقیاس شاخص‌های کارایی انرژی ساختمان که مبتنی بر شاخص‌های مرجع شامل ویژگی‌های وابسته به انرژی و روشنایی ساختمان، شدت مصرف انرژی انجام شوند (Borgstein, 2016).

### شدت مصرف انرژی F85

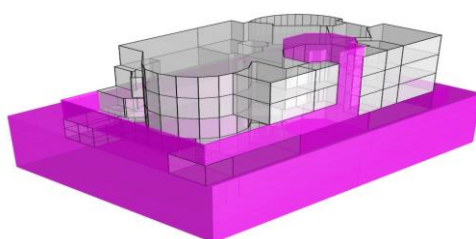
برای بررسی مصرف انرژی از شاخص EUI استفاده که مقدار مصرف انرژی را در واحد سطح بیان می‌کند، با واحد اندازه‌گیری کیلووات ساعت بر مترمربع و معیار مناسبی برای مقایسه مصرف انرژی می‌باشد. برای آنالیز انرژی توسط نرم‌افزار از موتور انرژی پلاس استفاده شد بدین‌صورت که توسط رابط کاربری راینو مدل اتاق در محیط گرس هاپر به پلاگین هانی بی منتقل شده و پس از تعریف مشخصات حرارتی مصالح فایل آب‌وهوایی منطقه و... برای آنالیز مصرف انرژی به موتور معتبر انرژی پلاس فرستاده‌شده و دوباره نتایج در هانی بی قابل مشاهده است.

### مدل‌سازی ساختمان نمونه موردی در راینو

دو ساختمان سنتی و معاصر در شیراز برای مقایسه مصرف انرژی به‌عنوان نمونه موردی انتخاب، مدل‌سازی و شبیه‌سازی عملکرد حرارتی بر روی این ساختمان انجام‌شده. در تصاویر زیر نحوه مدل‌سازی ساختمان سنتی و معاصر در نرم‌افزار مدل‌سازی سه‌بعدی راینو نشان داده‌شده است.



شکل ۱ - مدل‌سازی سه‌بعدی ساختمان سنتی در راینو  
(منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۱۱ - مدل‌سازی سه‌بعدی ساختمان معاصر در راینو (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

جدول ۲ - جزئیات لایه‌بندی دیوار و کف و سقف مورد استفاده در بهینه‌سازی نمونه موردی خانه معاصر

گرمای ویژه j/kgk	ضریب انتقال حرارت w/mk	وزن واحد جرم یا چگالی Kg/m <sup>3</sup>	ضخامت cm	نام لایه	
۶۵۰	۶۵.۱	۲۱۰۰	۲	موزاییک	سقف دال بتنی مجاور فضای خارج (سقف آخر)
۸۸۰	۸.۱	۲۱۰۰	۲	ملات ماسه سیمان	
	۲۳.۰	۱۱۰۰	۵.۰	ایزوگام	
۹۵۰	۸.۱	۲۱۰۰	۲	شیب بندی	
۸۸۰	۸.۱	۲۱۰۰	۲	ملات ماسه سیمان	
		۱۶۰۰	۵	عبور لوله تأسیساتی جهت چیلر ۵ اینچی و پر شدن فضا با ماسه بادی	
۱۳۰۰	۵.۲	۲۵۰۰	۱۵	دال بتنی	
۸۸۰	۸.۱	۲۱۰۰	۲	ملات ماسه سیمان	
۹۰۰	۵۷.۰	۱۳۰۰	۱	سفیدکاری	
	۵.۳		۲	سنگ مرمر	

۸۸۰	۸.۱	۲۱۰۰	۲	ملات ماسه سیمان	طبقات)
۱۳۰۰	۵.۲	۲۵۰۰	۱۵	دال بتنی	
۲۳۰۰	۱.۱	۱۶۰۰	۲	گل و گچ و رابیتس	
۹۰۰	۵۷.۰	۱۳۰۰	۱	سفیدکاری	
۹۰۰	۵.۳	۱۳۰۰	۲	سنگ مرمر	
۸۸۰	۸.۱	۲۱۰۰	۲	ملات ماسه سیمان	دیوار خارجی
۱۰۰۰	۳.۲	۲۵۰۰	۲	سنگ تراورتن	
۹۰۰	۸.۱	۲۱۰۰	۵	مش و ملات ماسه سیمان	
۱۸۰۰	۸.۰	۱۸۰۰	۲۰	بلوک سیمانی	
۹۰۰	۸.۱	۲۱۰۰	۵	مش و ملات ماسه سیمان	
	۵۲	۷۸۵۰	۱۵	آهن‌کشی و ایجاد فضای خالی بین ملات و سنگ نما	
۸۸۰	۸.۱	۲۱۰۰	۳	ملات ماسه سیمان و رابیتس	
۱۰۰۰	۳.۲	۲۵۰۰	۳	سنگ تراورتن	
۹۰۰	۵۷.۰	۱۳۰۰	۱	اندود گچ	
۲۳۰۰	۱.۱	۱۶۰۰	۲	گل و گچ	
۱۵۰۰	۵.۰	۱۵۰۰	۱۰	بلوک سیمانی	دیوار داخلی
۹۰۰	۱.۱	۱۶۰۰	۲	گل و گچ	
۲۳۰۰	۵۷.۰	۱۳۰۰	۱	اندود گچ	

استفاده از پنجره‌های چوبی با شیشه دوجداره با ۳ سانتی‌متر هوای پر شده با گاز آرگون

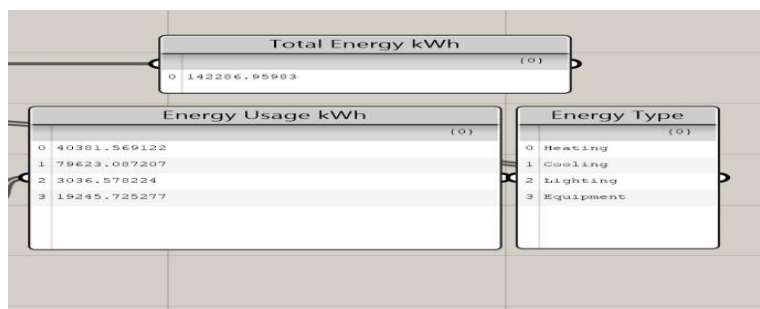
جدول ۳ - جزئیات لایه‌بندی دیوار و کف و سقف مورد استفاده در بهینه‌سازی نمونه موردی خانه سنتی

گرمای ویژه j/kgk	ضریب انتقال حرارت w/mk	وزن واحد جرم یا چگالی Kg/m3	ضخامت cm	نام لایه	
۸۴۰	۱.۱	۱۵۰۰	۱	کاه‌گل	(سقف)
۸۴۰	۱.۱	۱۷۷۰	۲	خاک‌کشی	
۸۴۰	۱.۱	۱۷۷۰	۲.۱	غوره گل	
۲۳۹۰	۱۹.۰	۷۰۰	۳.۰	بوریا	
۲۳۹۰	۱۹.۰	۷۰۰	۳	پروازبندی و تیر	
			۳۰	لایه هوا	
۲۳۹۰	۱۹.۰	۷۰۰	۲	توفال کوبی	دیوار خارجی
۱۰۰۰	۴.۰	۱۰۰۰	۲	پلاستر گچ	
۸۴۰	۷۲.۰	۱۹۲۰	۴۷	اجر	
۱۰۰۰	۴.۰	۱۰۰۰	۲	پلاستر گچ	
۱۰۰۰	۴.۰	۱۰۰۰	۲	پلاستر گچ	دیوار داخلی
۸۴۰	۱.۱	۱۷۷۰	۱.۶	خشت	
۱۰۰۰	۴.۰	۱۰۰۰	۲	پلاستر گچ	

استفاده از پنجره‌های چوبی با شیشه گرہ چینی و شیشه های رنگی

### نتایج شبیه‌سازی

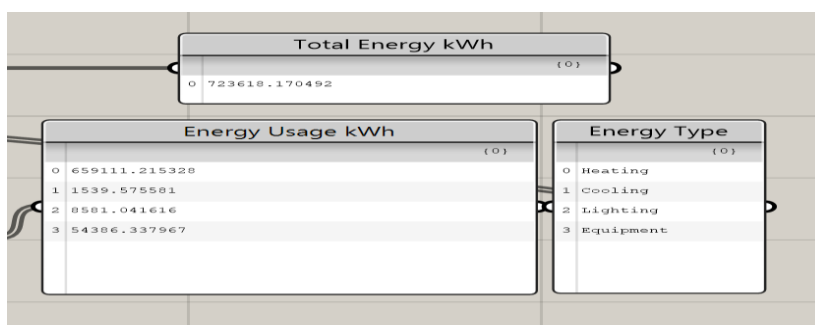
با استفاده از شبیه‌سازی توان حرارتی ساختمان برای نمونه‌های موردی بررسی شده در شهرستان شیراز نتایج شبیه‌سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر همین اساس نمودارهای مصرف انرژی و عملکرد حرارتی برای تمامی فضاها محاسبه شده است.



شکل ۱۲ - مصرف انرژی سالانه ساختمان سنتی (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

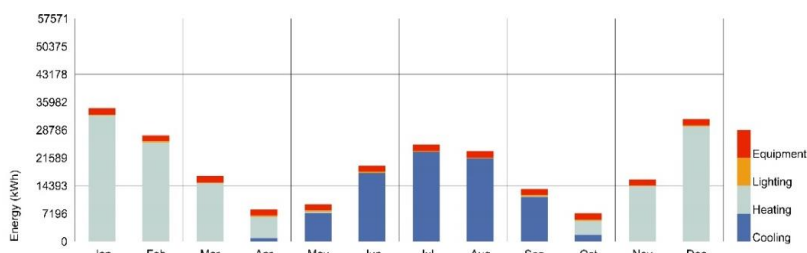
بر اساس شبیه‌سازی ساختمان سنتی: با بازبینی بنیاد سازه‌های خانه‌های سنتی شیراز دیوارها متشکل از خشت و کاه‌گل بوده که با آب‌وهوای منطقه متناسب و سازگارند و به علت عدم راه‌یابی سرما و محافظت از ایمنی و آسایش عمدتاً از ارتفاع و ضخامت بیشتری برخوردار هستند. در معماری سنتی بام و سقف‌ها اغلب از جنس تیرهای چوبی و بوریا و گل و کاه‌گل و به شیوه صاف و مسطح بوده‌اند که این مصالح به دلیل دارا بودن از ضریب هدایت حرارتی بالا و نفوذپذیری کمتر موجب جلوگیری از اتلاف انرژی داخل ساختمان می‌شدند. در بناها به‌خصوص ساختمان‌های رو به جنوب دارای ایوان بودند. ایوان به دلیل زاویه‌ی تابشی نور خورشید در فصل زمستان، آن را به درون خانه‌ها هدایت و در فصل تابستان با تغییر زاویه‌ی، مانع از نفوذ نور خورشید به داخل ساختمان می‌شود. متأسفانه فقدان ارزش و جایگاه ایوان در معماری معاصر دیده می‌شود. بنابراین با بررسی خانه سنتی مصرف انرژی در حالت پایه ۱۴۲۲۸۶ کیلووات ساعت می‌باشد. در این بین سهم مصرف سرمایش با میزان ۷۹۶۲۳ کیلووات ساعت بر مترمربع و مصرف انرژی گرمایش ۴۰۳۸۱ کیلووات ساعت بر مترمربع به خود اختصاص داده است. مصرف روشنایی دستگاه روشنایی ۳۰۳۶ و تجهیزات برقی ۱۹۲۴۵ کیلووات ساعت بر مترمربع می‌باشند؛ که در نمودار مصرف کل شکل ۱۲ را به تفکیک کاربری نشان می‌دهد.

بر اساس شبیه‌سازی ساختمان معاصر: مصرف انرژی در حالت پایه که دیوارها از جنس بلوک معمولی با نمای سنگ و پنجره‌های دوجداره و عدم به‌کارگیری از عایق و ایزوله در دیوارها و سقف و کف است، ۷۲۳۶۱۸ کیلووات ساعت است. در این بین سهم مصرف سرمایش با میزان ۱۵۳۹۰ کیلووات ساعت بر مترمربع و مصرف انرژی گرمایش ۶۵۹۱۱۱ کیلووات ساعت بر مترمربع به خود اختصاص داده است. مصرف روشنایی دستگاه روشنایی ۸۵۸۱ و تجهیزات برقی ۵۴۳۸۶ کیلووات ساعت بر مترمربع می‌باشند؛ که در نمودار شکل ۱۳ مصرف کل ذیل را به تفکیک کاربری نشان می‌دهد.

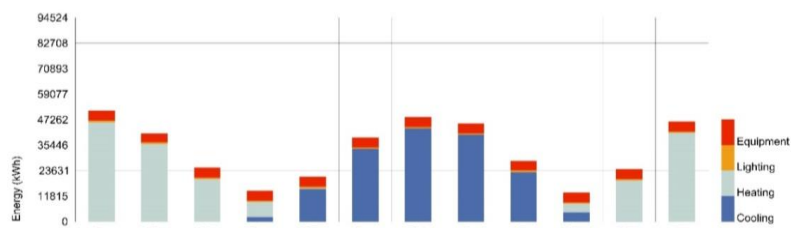


شکل ۱۳ - مصرف انرژی سالانه ساختمان معاصر (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

نمودار پایین مصرف انرژی ماهانه ساختمان را به تفکیک نیاز انرژی نشان داده‌شده است. نمودار رنگ آبی بیانگر نیاز تأمین بار سرمایش می‌باشد بار گرمایش با رنگ فیروزه‌ای نشان داده‌شده است. بارهای روشنایی و تجهیزات به‌صورت تقریباً ثابتی در تمامی ایام سال می‌باشد به ترتیب با رنگ زرد و قرمز نشان داده‌شده است.

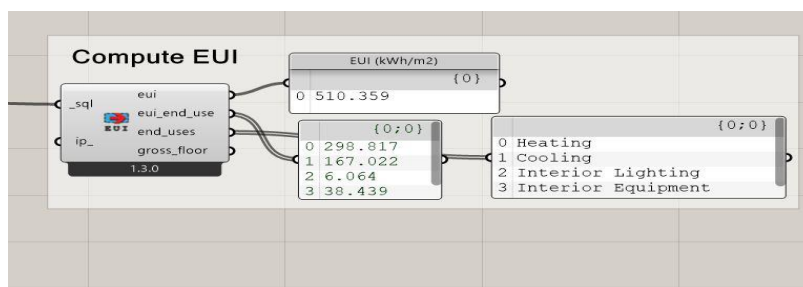


شکل ۱۴ - مصرف انرژی سالانه ساختمان سنتی (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

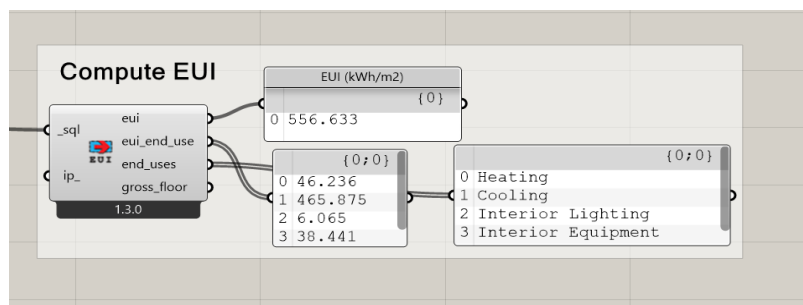


شکل ۱۵ - مصرف انرژی سالانه ساختمان معاصر (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

میزان مصرف انرژی سرمایشی در ماه‌های از آبان تا اسفند صفر و در ماه مهر و فروردین بسیار اندک است. همچنین بیشینه‌ترین مصرف انرژی مربوط به ماه‌های مرداد، شهریور و تیر است. نتایج حاصل در این بخش می‌تواند تأثیر زیادی بر کاهش کل انرژی مصرفی در توده‌های ساختمانی در پی داشته باشد. بیشینه‌ترین مقدار در مصرف انرژی برای فراهم نمودن گرمایش در فصل سرد سال، در ماه‌های دی تا اسفند قابل مشاهده است. مصرف انرژی گرمایشی در ماه‌های خرداد تا آبان صفر و در فروردین کمینه‌ترین مقدار قابل رویت است. همان‌طور که اشاره شده برای مقایسه مصرف انرژی، معیار مصرف انرژی ساختمان بر اساس معیار مصرف انرژی نرمال در تمام ساختمان همانند کثرت مصرف انرژی انجام شوند برای همین منظور نتایج شبیه‌سازی مصرف انرژی کل و به تفکیک نوع به صورت نرمال شده در نمودارهای زیر نشان داده شده است.



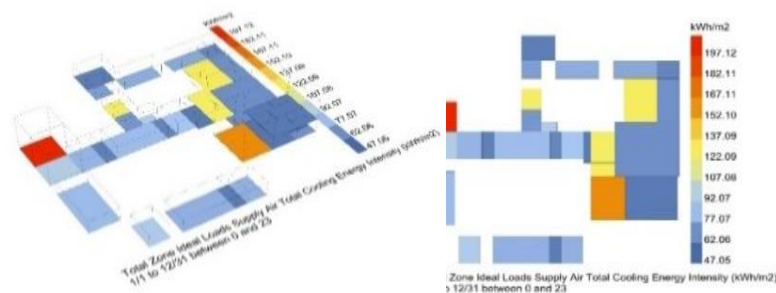
شکل ۱۶ - شدت مصرف انرژی ساختمان سنتی (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۱۷. شدت مصرف انرژی ساختمان معاصر (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

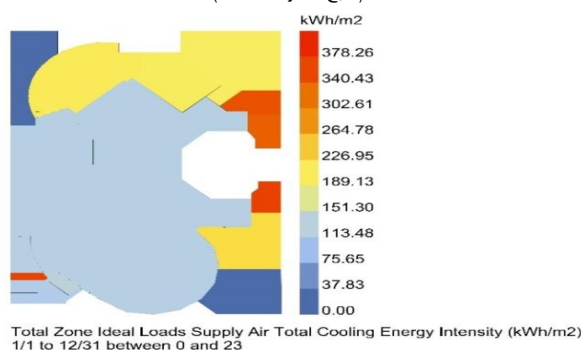


در شکل‌های زیر شدت مصرف انرژی فضاهای مختلف ساختمان از نماهای مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱۸ - شدت مصرف انرژی هر فضا در ساختمان سنتی

(منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۱۹ - شدت مصرف انرژی هر فضا در ساختمان معاصر

(منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

در جدول زیر خلاصه مجموعه مصرف انرژی را نشان می‌دهد.

جدول ۴ - خلاصه نتایج کیلووات ساعت (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

مورد	سرمایش	گرمایش	روشنایی	تجهیزات الکتریکی
ساختمان سنتی	۷۹۶۲۳	۴۰۳۸۱	۳۰۳۶	۱۹۲۴۵
ساختمان معاصر	۶۵۹۱۱۱	۱۵۳۹۰	۸۵۸۱	۵۴۳۸۶

### نتیجه‌گیری

در مقایسه‌ی مصرف انرژی در بناهای سنتی و مدرن به این نتیجه رسیده شد که نمودارهای متعلق به مصرف انرژی با بررسی میزان مصرف انرژی سرمایشی که در نمونه ساختمان معاصر اجرا شده با میزان ۱۵۳۹۰ کیلووات ساعت بر مترمربع و مصرف انرژی گرمایش ۶۵۹۱۱۱ کیلووات ساعت بر مترمربع به خود اختصاص داده است، نسبت به خانه‌ی سنتی بررسی شده به میزان سهم مصرف سرمایش با میزان ۷۹۶۲۳ کیلووات ساعت بر مترمربع و مصرف انرژی گرمایش ۴۰۳۸۱ کیلووات ساعت بر مترمربع؛ به این نتیجه می‌توان رسید که خانه سنتی دارای میزان مصرف انرژی کم‌تری بوده و در حالت بهینه‌تری قرار دارد. بنابراین در جهت کاهش مصرف انرژی و به منظور بهینه‌سازی انرژی برای شهر شیراز پیشنهادهایی داده شده است که سازگار با آب‌وهوا، اقلیم منطقه و محیط‌زیست باشد؛ و از لحاظ اقتصادی کم‌هزینه و سودآور و از همه مهم‌تر با توجه به بحران انرژی کنونی، سوخت کمتری مصرف شود. بر این اساس، پیشنهادهایی در زیر در جهت بهینه‌سازی انرژی در ساختمان‌ها در شهر شیراز ارائه شده است:

۱. با توجه به مطالعات پذیرفته در ساختمان سنتی با حیاط مرکزی و کمترین دید بصری با محیط خارجی بنا (اصل

محرمیت)، دیوارهای حجیم، استفاده از مصالح روشن در نما و استفاده از مصالح بومی، چون کاه‌گل و... و همچنین شاخص‌های فضایی و کالبدی و اقلیمی بهینه‌ترین میزان دریافت انرژی حاصل از نور فراهم؛ و اینکه ساختمان‌های امروزی از آجر و سیمان و تعداد پنجره‌های متعدد در زوایای مختلف ساختمان بدون در نظر گرفتن تابش خورشید و مسائل اقلیمی محیطی ساخته شده که برای ساکنان و بهره‌وران غیرقابل تحمل بوده و باید انرژی زیادی مصرف شود تا به شرایط آسایش برسد.

۲. سنجش میزان جذب انرژی خورشیدی در جبهه‌های مختلف و اولویت‌بندی فضایی این امکان را فراهم می‌سازد تا فضاهای مسکونی از ضلع منور از نور آفتاب و سایه‌انداز بنا سود و تأثیر بگیرند. لذا فضاهای مستقر در ضلع شمالی بنا آفتاب‌گیر در زمستان و فضای واقع در ضلع جنوبی سایه‌انداز در تابستان و استفاده از جریان هوا موجب پیدایش و خلق پلان ساختمان می‌گردد.

۳. قرارگیری فضاهای نشیمن و اتاق خواب‌ها بدلیل بیشترین ارتباط با انرژی با افزایش مساحت شدت میزان انرژی افزایش می‌یابد؛ ولی افزایش مساحت دیگر فضاها، چون حمام و سرویس بهداشتی و... فضاهای کنترل‌نشده‌ای هستند و تأثیر چندان در میزان شدت انرژی ندارند. در نتیجه هراندازه مقیاس فضاها خردتر باشند، گرمایش و سرمایش در آن بهینه‌تر خواهد بود.

۴. قرارگیری نشیمن و آشپزخانه در ضلع جنوبی و اتاق خواب‌ها در ضلع شمالی باعث کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری از منابع انرژی به صورت رایگان و ایجاد فضاهایی با آسایش و امنیت حرارتی و مطلوب جهت ساکنان می‌شود.

۵. مصالح تشکیل‌دهنده جدارهای ساختمان در دیوارهای خارجی اهمیت زیادی دارد که در بنای سنتی با بررسی ساختار سازه‌ای دیوارهای خارجی با خشت خام و ملات کاهگل با ضخامت حدود یک متر و بام‌ها و سقف از جنس تیرهای چوبی و بوریا و کاه‌گل بوده و به صورت مسطح و صاف شکل گرفته‌اند؛ در بنای معاصر دیوارهای خارجی با بلوک معمولی و نمای سنگ و نازک کاری گچ از داخل و سقف و بام با دال بتنی بدون عایق تشکیل شدند مورد بررسی قرار گرفت.

۶. پنجره‌ها نقش عنصر ارتباط‌دهنده فضای داخلی و خارجی ساختمان بر معیار و ملاک آسایش حرارتی فضای داخلی ساختمان با مبادله پرتو خورشید و هوای خارج از ساختمان را به عهده دارند و کارساز هستند. پنجره مناسب قابلیت جلوگیری از هدر رفت انرژی را دارد. در جبهه‌های جنوبی به دلیل تابش مکرر نیمی از جداره‌های اصلی را تشکیل می‌دهند.

۷. طبق بررسی‌های انجام شده پنجره در معماری سنتی ایران عنصری ساده برای تأمین نیازهای اولیه نیست بلکه نقش عنصری در تزئین نمای داخلی و خارجی دارد. پنجره‌ها کشیده و بلند و طول آنها نسبت به عرضشان دارای نسبت ۱ به ۲ است. تعدد پنجره‌ها در کنار هم به علت تأمین دید مناسب و نور کافی بوده و طول کم در مقابل ارتفاع آنها به سبب تأمین تهویه مناسب فضای داخلی خانه است که از تناسب تعیین شده‌ای پیروی می‌کند. وجود گره چینی و شیشه‌های رنگی بیانگر نوعی تزئینات بکاررفته در پنجره‌های بناهای سنتی است؛ ولی با این وجود گره چینی‌ها طبق بررسی انجام شده موجب کنترل میزان نور و حرارت دریافتی به فضای داخلی نباشد است و بر میزان تأمین آسایش حرارتی تأثیرگذار بوده، همچنین استفاده از شیشه‌های رنگی در پنجره باعث جذب بیشتر و تابش کمتر حرارت به فضای داخلی نباشد و تأثیر مطلوبی بر میزان آسایش حرارتی دارد. پنجره‌ها به طور مستقیم در معرض تابش خورشید نبوده و از سایبان بهره‌مند بودند.

### پیشنهاد‌های سیاستی

با توجه به نتایج پژوهش، سیاست‌های پیشنهادی پژوهش به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

- در معماری بناهای مسکونی طراحان باید ابتدا میزان سطح اشغالی هر فضا از کل بنا را مشخص کرده و با توجه به تأثیر میزان جذب نور خورشید در جبهه‌های مختلف ترتیب قرارگیری و چیدمان فضایی را اولویت‌بندی و طراحی نمایند.
- طراحان باید میزان جذب انرژی خورشیدی در جبهه‌های مختلف را سنجیده و اولویت‌بندی فضایی در طراحی ساختمان‌ها

- برای استفاده حداکثری از نور خورشید را انجام دهند.
- طراحان باید در طراحی پلن‌های مسکونی سعی کنند تا نشیمن و آشپزخانه در ضلع جنوبی و اتاق خواب‌ها در ضلع شمالی قرار گیرند.
- طراحان باید از پنجره‌ها به خصوص در جبهه‌های جنوبی استفاده بهینه داشته و باید در متریکال پنجره‌ها از فناوری‌های نوین در جهت کاهش میزان هدررفت انرژی استفاده کنند.
- طراحان باید از ظرفیت‌های دانش بومی و سنتی در طراحی پنجره‌ها در جهت کاهش میزان هدررفت انرژی استفاده نمایند.
- طراحان باید ضخامت دیوارهای خارجی را در نظر گرفته و با استفاده از مصالح بومی در جهت کاهش میزان هدررفت انرژی اقدام نمایند.

## References

- Abbasi Godarzi, A., & Maleki, A. (2017). Renewable Energy policy in I.R.Iran. *Strategic Studies of public policy*, 7(23), 159-174.
- Behzadianmehr, A., Alijani, B., & Rahnama, M. R. (2018). Climate Design and Determination of the Optimal Orientation of Buildings and Streets with Respect to Radiation in Mashhad. *Journal of Geography and Regional Development*, 15(2), 197-216.
- Bolouhari, S. Barbera, L. V. Etessam I. (2020). Learning Traditional Architecture for Future Energy-Efficient Architecture in the Country; Case Study: Yazd City. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 10(2): 85-93.
- Borgstein, E. R. Lamberts and Hensen, J. (2016). Evaluating energy performance in non-domestic buildings: A review. *Energy and Buildings*. 128: 734-755.
- Emrani-Rahaghi P, Hashemi-Dezaki H. Optimal Operation of Residential Energy Hubs Considering Optimized Capacity of Photovoltaic-based Renewable Energy Systems. *ieijqp* 2021; 10 (2) :40-56
- Ghorbani, A., Fartash, K., & Khayatian, M. (2020). Interpretive-structural modeling of challenges affecting the policy-making process of renewable energy technologies development in Iran. *Quarterly journal of Industrial Technology Development*, 18(41), 13-26.
- Hajali Zadeh, G. (2023). Investigation of energy consumption of traditional houses in approach to sustainable architecture (Case Study: Ardebil, Sanandaj, Hamedan and Tabriz cities of Iran). *Journal of Urban Management and Energy Sustainability*, 5(1), 130-146.
- He, X. (2018). Study of Interior Public Spaces for the Promotion of Social Interaction in High-rise Residential Buildings .Thesis. Rochester Institute of Technology. Accessed from <https://scholarworks.rit.edu/theses/9974>
- Honarvar, S. M. H., Golabchi, M., & Ledari, M. B. (2022). Building circularity as a measure of sustainability in the old and modern architecture: A case study of architecture development in the hot and dry climate. *Energy and Buildings*,

- 275, 112469.
- Kuşkaya, S., Bilgili, F., Muğaloğlu, E., Khan, K., Hoque, M. E., & Toguç, N. (2023). The role of solar energy usage in environmental sustainability: Fresh evidence through time-frequency analyses. *Renewable Energy*, 206, 858-871.
- Lehmann, S. (2016). An environmental and social approach in the modern architecture of Brazil: The work of Lina Bo Bardi. *Journal of City Culture and Society*, (3): 169-18.
- Li Weihong. (2011). Sustainable design for low carbon architecture. *Procedia Environmental Sciences*; 177(5): 173.
- Monavariyan, A., Vatankhah Moghaddam, S., Shah Hoseini, M. A., Vaezi, S. K., & Noorollahi, Y. (2020). Designing of Policy Making Model of Renewable Energy Development in Iran. *Iranian Journal of Public Policy*, 6(2), 115-134.
- Nakhaee Sharif, A., Keshavarz Saleh, S., Afzal, S., Shoja Razavi, N., Fadaei Nasab, M., & Kadaei, S. (2022). Evaluating and identifying climatic design features in traditional Iranian architecture for energy saving (case study of residential architecture in northwest of Iran). *Complexity*, 2022.
- Nouhi, Hamid, (2005). *Reflections on Art and Architecture*, Tehran: Gam Noo Publication.
- Ordouei, M., Broumandnia, A., Banirostan, T., & Gilani, A. (2023). Optimization of energy consumption in smart city using reinforcement learning algorithm. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, (Articles in Press), -. doi: 10.22075/ijnaa.2022.29258.4102
- Roth, M. (2017). Updating the ASHRAE Climate Design Data for 2017. *ASHRAE Transactions*, 123.
- Roudsari, M. S., M. Pak, Ye, Y., Ding, Y. (2019). Measuring Social impacts of tall buildings lower public space. *International journal of high-buildings*, (1): 173-180.
- Zhou, X., Ye, Y., Wang, Z. (2019). Tall Buildings as Urban Habitats: A Quantitative Approach for Measuring Positive Social Impacts of Tall Buildings' Lower Public Space. *International Journal of High-Rise Buildings*, (1): 57-69.
- <http://www.hamshahrionline.ir>
- [http://www.saba.org.ir/saba\\_content/media/image/2012/03/3512\\_orig.pdf](http://www.saba.org.ir/saba_content/media/image/2012/03/3512_orig.pdf)
- <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=568531>
- [http://www.saba.org.ir/saba\\_content/media/image/2012/03/3512\\_orig.pdf](http://www.saba.org.ir/saba_content/media/image/2012/03/3512_orig.pdf)

