نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره ۶۵، تابستان ۱۴۰۱

# تاثیر عوامل اقلیم خرد با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های شهری تهران

**دریافت مقاله**: ۹۸/۳/۲ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۸/۱۶

**صفحات**: ۲۸۲-۲۶۵

**پاریز امیری آده:** دانشجو دکتری معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
**Email**: amiripariz@gmail.com
**سعید تیزقلم زنوزی:** استادیار گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران[۱].
**Email**:saeed.zenozi@gmail.com
**مهرداد جاویدی نژاد:** استادیار گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
**Email**:mehrdad45@gmail.com

**چکیده**

**این پژوهش باهدف بررسی تاثیر عوامل اقلیمی خرد در بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های شهری تهران تدوین شده است. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش تحلیلی است. به منظوری جمع آوری داده‌های مورد نیاز از روش کتابخانه‌ای و اسنادی استفاده شده است و در جهت دستیابی به هدف پژوهش از نرم افزار Design Builder استفاده شد اطلاعات داده شده به نرم افزار عبارت است ازضخامت دیوارها: خارجی ۲۰ سانتی متر- داخلی ۱۵ سانتی متر،پنجره های جنوبی (بالکن دو پوسته با شیشه ۴۰ ٪)، پنجره های شمالی ۳۰ درصد، دیوارهای خارجی آجری و دارای تهویه طبیعی استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که جهت گیری ساختمان در سایت با توجه به اقلیم تهران و نتایج به دست آمده از نرم افزار اکوتکت، حدودا ۲۵ درجه به سمت جنوب غربی چرخش ایجاد شد تا از تابش مستقیم آفتاب شرقی و غربی جلوگیری به عمل آید و از بارهای حرارتی وارده به ساختمان کاسته شود.حجم ساختمان به صورت پله ای طراحی شد و این حجم ضمن اینکه می تواند از نظر زیبایی شناسی معماری مقاومت و صلابت خود را به رخ بکشد، می تواند از بار باد در طبقات بالاتر بکاهد. همچنین در بام طبقاتی که در معرض هوای بیرون بودند، بام سبز طراحی شد و طبق نتایج به دست آمده از تحلیل‌ها، بام سبز می‌تواند در کاهش بارهای گرمایشی و سرمایشی بسیار موثر عمل نماید. همچنین جبهه‌های شرقی و غربی فاقد بازشو در نظر گرفته شد زیرا با توجه به نتایج به دست آمده در نرم افزار دیزاین بیلدر برای نور روز ممکن است خیرگی در فضاهای کاری مانند آشپرخانه در بعضی اوقات روز در سال به وجود آید.**

**کلید واژگان:** اقلیم، بهینه سازی، انرژی، معماری.

۱. **نویسنده مسئول:** تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، گروه معماری

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

**مقدمه**

انرژی از مهم‌ترین کارمایه واصلی‌ترین نیروی اساسی زندگی بشری محسوب گشته و تاریخ و تمدن بشری بر بنیاد ابداعات و کشفیات در جهت تبدیل انرژی‌های مختلف به یکدیگر شکل‌گرفته است(آماسیلیا و همکاران[1]،۲۰۱۸:۱۱۹۵). انرژی از ارکان تمدن‌های بشری و درنتیجه اساس تولیدات اجتماعی به شمار می‌رود. انقلاب صنعتی که بر تمامی عرصه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی - اجتماعی بشری تأثیر به سزایی داشت، درنتیجه بکار گیری و بهره‌برداری از اشکال مختلف انرژی به وقوع پیوست. اینک بشریت با بکار گیری انواع انرژی‌های مختلف فسیلی و غیر فسیلی در آستانه هزاره سوم قرارگرفته است و سعی بر محدود کردن انرژی‌های به‌دست‌آمده از سوخت‌های فسیلی داشته و درصدد به‌کارگیری نوعی از انرژی به‌منظور صرفه‌جویی در انرژی‌های دیگر است(رویز[2] و همکاران،۲۰۱۸:۳۸۶). انسان برای فراهم کردن محیط مناسب برای زندگی خود اجبار به محیط‌های طبیعی واردشده و نظام آن‌ها را دگرگون می‌نماید.در این فرآیند بخش‌هایی از طبیعت حذف‌شده و اجزایی بدان اضافه می‌شوند. مثلاً درختان جنگل قطع‌شده و مزارع کشاورزی پدید می‌آیند، مسیر رودخانه‌ای تغییر کرده و یک نیروگاه آبی شکل می‌گیرد، تالابی خشک‌شده و شهرک‌های تولیدی تأسیس می‌شود(وی[3] و همکاران،۲۰۱۸:۱۰۲۹). وقتی تغییراتی در نظام بستر طبیعی اتفاق می‌افتد تا زمانی که اجزای طبیعت بتوانند آن را تحمل نمایند و چنین تغییراتی را به‌عنوان جزء جدید بپذیرند و همچنان عوامل طبیعی نقش غالب را در تشکیل شرایط محیطی داشته باشند، اوضاع محیطی و اقلیمی با وضعیت اولیه باقی می‌ماند. اگر تغییرات مذکور بر شرایط محیطی غلبه کند، نظم طبیعی آن به‌هم‌خورده و اوضاع اقلیمی جدیدی به وجود می‌آید(آسینه و همکاران،۲۰۱۹:۳۶۵). احداث شهرها عموماً از تغییرات مهم طبیعی توسط انسان‌ها است که نظام محیط را به‌شدت بر هم می‌زند. هرچه تجمع انسان‌ها در سکونتگاه‌های شهری بیشتر باشد، تعادل محیطی را به شکل چشم‌گیرتری مورد تحول قرار می‌دهد. این سکونتگاه‌ها تا قبل از دوران مدرن در مقیاسی تشکیل می‌شد که تعادل محیطی را دستخوش تغییرات مهمی نمی‌کرد(سمبوریز[4] و همکاران،۲۰۱۹:۳۶۷).پس از انقلاب صنعتی، فرایند شهرنشینی در جهان به طور فزاینده ای رشد کرد و به دنبال آن مشکلات فراوانی از جمله کمبود مسکن را به وجود آورد. در واقع مسکن به عنوان یکی از پدیده های واقعی، از نخستین مسائلی است که بشر همواره با آن دست به گریبان بوده و در تلاش برای دگرگونی و یافتن پاسخی مناسب، معقول و اندیشیده برای آن است. مسکن یا فضای زندگی باید از دو جهت دارای کارایی باشد یکی از جنبه مادی یعنی ایجاد محیطی با دسترسی مناسب، امکانات مناسب، درجه حرارت مطلوب، فشارمناسب، رطوبت، نور مناسب و نظایر آن و دیگری از نظر جوابگویی به نیازهای معنوی مردم، یعنی ایجاد فضاهای مناسب با طرز زندگی و نوع فرهنگ و آداب و رسوم اجتماعی؛ در صورتی که این دو شرط با هم به کامل ترین نحوی تلفیق شوند، می توانند سبب ایجاد حس مطلوبیت از مسکن گردیده و درجاتی از رضایت افراد را فراهم آورند (ذبیحی و همکاران، ۱۳۹۰:۵۶).بخش ساختمان و مسکن با مصرف بیش از ۳۰ درصد انرژی، بزرگ ترین مصرف کننده

1 Amasyali
2 Ruiz
3 Wei
4 Sembroiz

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

انرژی در ایران می باشد، بلکه میـزان مصـرف انـرژی سـاختمان هـا در ایـران در مقایسـه بـا دیگـر کشـورها و استانداردهای جهانی بسیار بالاست، بطوریکه میانگین مصرف در ایران ۲،۰۸ برابر متوسط مصرف جهانی انرژی ساختمان بوده است (شرکت بهینه سازی مصرف سوخت ۱۳۹۲) و مصرف انرژی در برخـی از سـاختمان هـای کشور حتی تا ۵ برابر متوسط مصرف جهانی است(خوشحال،۱۳:۱۳۹۶). بسـتر سـازی طبیعـی بـرای کنتـرل و بهینه سازی مصرف انرژی از مهمترین اولویت های هر نوع برنامه ریزی در رابطه با مدیریت انرژی می باشد، که روند نابسامان مصرف انرژی در ایران این ضرورت را تشدید مـی کنـد. شناسـایی عوامـل و پارامترهـای اقلیمـی تاثیرگذار در مصرف انرژی که بی شک غیر قابل چشم پوشی می باشند، از مهمترین بسترسازی ها، برای بهینـه سازی و اصلاح الگوی مصرف انرژی می باشد(جعفری و همکاران،۱۸۹:۱۳۹۹). کاهش مصرف انـرژی سـاختمان ها امری ضروری بوده و کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان و مسکن، تأثیر بسزایی بر کـل مصـرف انـرژی کشور و نیز به واسطه مصرف غالب انرژی های فسیلی، بر میزان تولید گازهای گلخانه ای و آلودگی هوا خواهـد داشت.

در این رابطه می توان به نتایج تحقیقاتی در سطح ملی و بین المللی اشاره کرد. از جمله : نصردین[1] و همکاران(۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان" بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها با رویکرد تحلیل شبکه عصبی" انجام داده‌اند. در این پژوهش از متغیرهای طراحی خورشیدی منفعل،کنترل عملکرد چیلر به عنوان متغیرهای تصمیم و از متغیر مصرف انرژی سالانه ساختمان به عنوان تابع هدف در نظر گرفته شده است. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داده است که به منظور دستیابی به عملکرد بهینه ساختمان در طراحی آن باید مواردی از قبیل کنترل عملکرد چیلر و طراحی خورشیدی منفعل مدنظر قرار گیرد. گودرزی و همکاران(۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان مدلسازی پیش بینی مصرف انرژی در ساختمان‌ها براساس الگوریتم بهینه سازی ترکیبی انجام داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که نتایج نشان می دهد که مدل ترکیبی پیشنهادی سایر روشهای جایگزین را در پیش بینی مصرف انرژی انجام می دهد. این رویکرد به دلیل برآورد دقیق مصرف انرژی و زیرساخت های نظارت بر وزن سبک ، در ایجاد سیاست های انرژی مناسب است و می تواند به کاهش هزینه های مصرف انرژی منجر شود. علاوه بر این ، این یک ابزار دقیق برای بهینه سازی استراتژی های مصرف انرژی در محیط های وسیع تر مانند شهرهای هوشمند ، فراهم می‌کند. توشار[2] و همکاران(۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی مصرف انرژی در یک ساختمان مسکونی در مناطق مختلف آب و هوایی، انجام داده‌اند. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که نشان می دهد که ضریب هسته ای مصرف انرژی با پاکت ساختمان عایق متوسط (۰/۴۴ = r) نسبت به بهبود ، حداکثر ، متوسط متوسط و حداقل عایق (R = 0.14-0.29) قابل توجه تر است. محدوده ای که باید تأکید بیشتری برای دستیابی به یک راه حل بهینه شده ارائه شود. بنابراین چارچوب تحلیلی توسعه یافته با انتخاب انواع عایق مناسب برای طراحی یک خانه پایدار ، از تصمیم گیری فراگیر پشتیبانی می‌کند.

در ایران نیز عصاری(۱۳۹۲) در پژوهش خود با عنوان مطالعه، مدل سازی و بررسی کارایی انرژی در ساختمان با هدف کاهش مصرف انرژی و آلودگی محیط به این نتیجه رسیده است که، استفاده از انرژی خورشیدی با

1 Nasruddin
2 Tushar

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

توجه به هزینه و دوره بازگشت سرمایه بررسی شده، و با توجه به شدت تابش خورشید و حجم آب گرم مصرفی خوابگاه، استفاده از آبگرمکن خورشیدی توجیه‌پذیر می‌باشد. تقوی(۱۳۹۳) پژوهشی با عنوان روشهای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان انجام داده است. نتایج نشان داد که تغییر وضع موجود به سوی وضع قابل قبول قطعا تلاش هماهنگ عظیمی را از سوی مردم و مسوولان آن هم به طور مداوم می طلبد. بنای این تحول، تدوین مقررات و ضوابط فنی برای صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمانها می‌باشد که این امر با تدوین ضوابط فنی برای پوسته ساختمان، ضوابطلازم برای صرفه جویی در مصرف انرژی تاسیسات مکانیکی و برقی به نام مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ارائه شده است. انجام اقدامات بهینه سازی در ساختمان ها با هدف کاهش مصرف انرژی (سوخت، برق، آب)، کاهش هزینه های پرداخت شده توسط مردم برای انرژی مصرفی، ایجاد شرایط مطلوب دمای ساختمان به دلیل بالا رفتن کیفیت ساخت بناها و کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف سوخت های فسیلی انجام می گردد. نورآبادی(۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان تحلیل و بهینه سازی انرژی ساختمانها برای شهر ایلام به این نتیجه رسیده است لزوم اجرای ممیزی انرژی در ساختمان را نشان می‌دهد.

**مبانی نظری**

امروزه مطالعات بر روی اقلیم به شیوه ها و روش های گوناگون و نیز در زمینه های مختلف به انجام می رسد. در حال حاضر دانش زمین شناسی و اطلاعات هواشناسی به یاری اقلیم شناسی آمده اند تا بتوان شرایط مختلف محیط زیست بر روی کره زمین را به لحاظ اقلیمی با کیفیت و دقت بالایی مورد مطالعه قرار داد. یکی از مباحث اقلیمی که چندین دهه از عمر آن می گذرد توجه به مقیاس در اقلیم شناسی محیط است(رومرو و همکاران،۲۰۰۷:۲۳۴). محققین بر این باورند که عوامل مؤثر در شکل گیری اقلیم مستقیما مرتبط با وسعت مکانی و زمانی حوزه شناخت آن اقلیم می‌باشند. در این راستا اهمیت عناصر و پارامترهای مرتبط با سطح زمین در ساخت اقلیمهای کوچکتر در مقیاس میانه، محلی و خرد قابل توجه است که به آنها لایه فعال زمین گویند.مناطق ساحلی، بسترهای آبی، پوشش های گیاهی، جنگل ها، ناهمواری ها، جنس خاک و دیگر عوامل تشکیل دهنده واقع در سطح زمین، لایه فعال آن را تشکیل می دهند.یکی از مهم ترین لایه ها در محیط زندگی انسانها در شهرها، ساخت و سازهای شهری است. این موضوع در تحقیقات گوناگون مشاهده شده که ایجاد شهرها، تغییری اساسی در شرایط اقلیمی نزدیک به زمین در مقیاس میانه به وجود آورده است. شهرها بسته به وسعت و جمعیتشان، از نظر شرایط آب و هوایی تفاوت های قابل توجهی با محیط های طبیعی و روستایی مجاور خود پیدا می کنند. لذا برای بررسی تغییرات ناشی از شرایط زندگی شهری در اوضاع محیطی، عموما شاخص های آب و هوایی و اقلیمی شهر را با روستاهای مجاور آن مقایسه می کنند. در قرن بیستم به طور چشمگیری شهرها توسعه پیدا کردند و لایه سطح زمین را تغییر دادند. طبق آمار جهانی یک صد سال پیش شهرنشینان تنها ۱۴٪ کل جمعیت زمین را تشکیل می دادند(سیانه[1] و همکارانف۲۰۰۱). اما در سال

1 CIENE

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

۲۰۰۰ میلادی در حدود ۴۰٪ جمعیت کره زمین در خارج از شهرها زندگی می کردند و ۴۴۰ شهر، جمعیتی بالای یک میلیون نفر داشت و جمعیت ۱۸۰۰ شهر در حدود یکصد هزار نفر بود(کراچ و همکاران[1]،۲۰۰۳).

**جزیره حرارتی شهری**

بررسی اثرات افزایش دمای شهرها که جزیره حرارتی شهری نامیده می‌شود یکی از گسترده ترین مطالعاتی بوده که در رابطه با تغییرات محیطی ناشی از شهرنشینی انجام شده است. شاید بتوان گفت که آشکارترین مثال تاثیر انسان بر روی اقلیم در مقیاس محلی و منطقه ای پدیده جزیره حرارتی شهری می‌باشد(صادقی‌نیا و همکاران،۱۳۹۲:۶۸). می‌توان گفت مهم ترین نقش ایجاد شهرها در محیط طبیعی افزایش گرما و بالا رفتن متوسط دمای هواست. سایر تغییرات آب و هوایی مانند آلودگی هوا، ایجاد مه، کاهش تابش آفتاب، تشکیل ابر و .... عموماً ناشی از تغییر جریانات حرارتی در سطح شهر می باشند. عموم محققان بر این عقیده اند که مهم ترین تأثیر شکل گیری شهرها و توسعه شهرنشینی در اقلیم جزیره حرارتی به زبان ساده عبارت است از اختلاف درجه حرارت مرکز « . است » جزیره حرارتی شهری « محیط، تشکیل شهرها نسبت به حومه آنها که این دما به ازای نزدیک شدن به مراکز شهرها افزایش قابل ملاحظه ای می یابد(سانتاموریس[2]،۲۰۰۱). «شدت جزیرۀ حرارتی بالاخص در ساعات شبانگاهی که محیطهای باز اطراف شهرها به سرعت حرارت خود را از دست می دهند و خنک می شوند، افزایش می یابد» (گیونی[3]،۱۹۹۷). قطعا این اختلاف میان محیط شهری و پیرامون آن به دلیل تغییراتی است که به سبب وجود شهرها و محیط های مصنوع در طبیعت و نوع استفاده از آن توسط انسان پدید آمده است.«جزیره حرارتی شهری برای اولین بار در سال ۱۸۲۰ میلادی توسط لوک هوارد در شهر لندن مشاهده شد که در شب ۲/۱درجه سانتیگراد گرم تر و در روز ۰/۱۹ درجه سانتیگراد خنک تر از حومه شهر بود». «توسعه شهرها امکان مطالعات موردی تأثیر گسترش شهر بر اقلیم محلی را پیش آورد. در سال ۱۹۶۸ میلادی کلمبیا که روستایی کوچک بود و جمعیتی در حدود ۱۰۰۰ نفر یعنی فقط ۳۰۰ خانوار داشت، بالاترین اختلاف دمای درون آن با بیرون ۱ درجه سانتیگراد بود در حالی که یک مرکز تجاری به همراه پارکینگ بزرگ آن به تنهایی اختلاف دمایی در حدود ۳ درجه سانتیگراد را ایجاد می کند. در ۱۹۷۴ میلادی که جمعیت کلمبیا به ۲۰۰۰۰ نفر یعنی بیش از ۶۰۰۰ خانوار رسید محدوده بخش گرم شهر (جزیره حرارتی) نیز توسعه پیدا کرد. امروزه بیشتر شهرها حدود ۲ درجه سانتیگراد از حومه روستایی شان گرم تر هستند. مراکز تجاری و پرتراکم مسکونی بین ۵ تا ۷ درجه گرمتر می باشند(بونان[4]،۲۰۰۲). پروفسور تیم آر. اوک از اولین کسانی است که ایده «جزیره حرارتی شهری» را مطرح کرده است و ارتباط عوامل مختلف محیطی را بر تشکیل آن بررسی نمودند. او اظهار می نماید که «گرمای تولیدی شهرها رابطه مستقیمی با جمعیت شهرها» دارد (اوکه[5]،۱۹۹۸). چرا که با افزایش جمعیت، حجم ساختمانی و منابع تولید حرارت شهر چون خودروها، وسایل حمل و نقل عمومی و صنایع تولیدی توسعه خواهند یافت. در تحقیقات تجربی انجام گرفته نتایج به دست

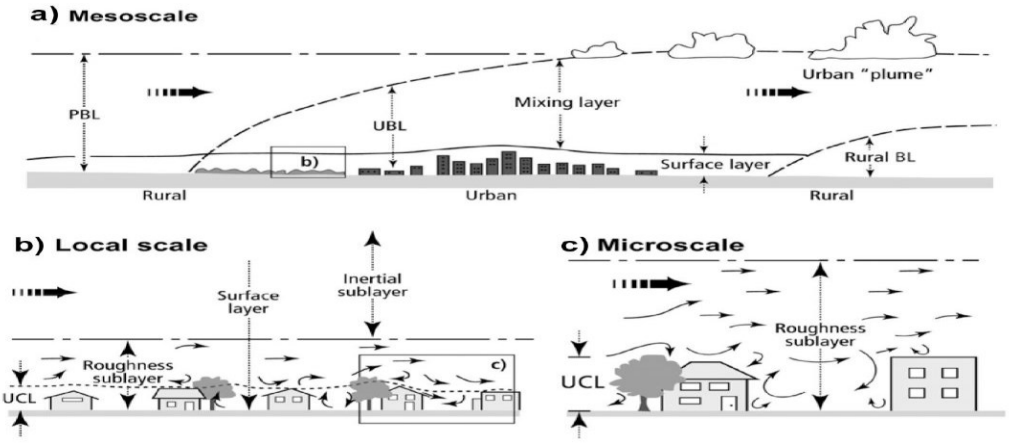
1 Krech et al
2 Santamouris
3 ،Givoni
4 Bonan
5 Oke

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

آمده حاکی از آن است که میزان توسعه یافتگی شهرها اثر جمعیت را در شدت یافتن جزیره حرارتی دوچندان کرده است .شکل گیری و شدت جزیره حرارتی به شرایط آب و هوایی، ساعات شبانه روز و اقلیم منطقه ای که شهر در آن قرار گرفته است نیز بستگی دارد. معمولا اختلاف دمای مرکز و حومه شهر در بعدازظهرها به خصوص با شرایط آسمان صاف و آرام بیشتر است. در شرایط ابری و باد این اختلاف کوچک تر می باشد(کایدر و همکاران[1]،۱۹۹۵).

**مقیاس های اقلیم شهری**

نظام پیچیده ساختار شهرها که با تکیه بر اصول ساخت و سازهای مصنوع انسانی به وجود آمده اند، در تقابل با شرایط محیط آب و هوایی، تفاوت ها و گوناگونی های قابل ملاحظه ای در نظام های اقلیمی زمین از خود نشان میدهند. مصرف سوخت های فسیلی به منظور تأمین انرژی سیستم های سرمایشی و گرمایشی و حمل و نقل، تأثیرات بسزایی در معادلات گرمایی محیط به وجود می آورد. می توان اظهار داشت که نظام های مختلف اقلیمی در مقیاس های متفاوتی در شهرها به وجود می آیند که بر یکدیگر تأثیر می گذارند. این شرایط شامل :اقلیم شهری در مقیاس میانه ،اقلیم محلی در مقیاس خرد واقلیم خرد در فضاهای باز می باشند. این سه مقیاس که در فضاهای باز شهری تشکیل می شوند، برای اولین بار توسط پروفسور اوک معرفی گردید(اوکه،۱۹۸۲). و در گزارشی که جهت ارائه به سازمان هواشناسی جهانی در سال ۲۰۰۴ میلادی تهیه نمود، این سه مقیاس را به شرح شکل(۱) به تصویر کشید.




**شکل(۱)، مقیاس های اقلیم شهری : a)مقیاس میانه b)مقیاس محلی c)مقیاس خرد** (Oke،1982)

**مسکن و سکونت**

«خانه مرکز جهان است برای ساکنانش و برای محله اش شاخص ترین بنا در تحکیم مکان» (مور، ۱۹۸۰).«خانه جایی که ساکنان آن احساس ناراحتی نکنند و اندرون خانه یا جایی که زن و بچه زندگی می کنند می بایست تنوع زیادی داشته باشد تا خستگی احساس نشود» (پیرنیا، ۱۳۵۰). «خانه پوششی است که

1 Kidder et al

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

در تطابق با برخی از شرایط رابطه محیطی را بین محیط خارج و پدیده های زیستی انسان برقرار می سازد. در خانه باید یک فرد یا یک خانواده زندگی کند. یعنی این که بخوابد، راه برود، دراز بکشد، ببیند و فکر کند» (لوکوربوزیه، ۱۹۵۵). «خانه در وهله اول یک نهاد است و نه یک سازه و این نهاد برای مقاصد بسیار پیچیده ای به وجود آمده است. از آن جا که احداث یک خانه پدیده ای فرهنگی است، شکل و سازمان فضایی آن به شدت تحت تأثیر فرهنگی است که بدان تعلق دارد. حتی در آن زمان نیز که خانه برای بشر اولیه به عنوان سرپناه مطرح بود، مفهوم عملکرد ها در فایده صرف یا فایده عملکردی محض خلاصه نمی شد. وجه سرپناهی خانه به عنوان وظیفه ضروری و انفعالی مطرح بود و جنبه مثبت مفهوم خانه ایجاد محیطی مطلوب برای زندگی خانواده به مثابه واحد اجتماعی بود» (راپاپورت، ۱۹۸۰). مسکن فضایی است که انسان در آن مطابق با اصول و تئوری خاص خود به عبارتی فرهنگی، فعالیت های خاص خود را می گذراند و مسکن مناسب مسکنی است که به بهترین نحوی فضای مناسب با این فرهنگ را بسازد و یا به عبارتی فضای کالبدی واجد شرایط و در برگیرنده ای برای فرهنگ و طرز زندگی درست کند. مسکن یا فضای زندگی از دو جهت باید کارایی داشته باشد یکی از نظر جوابگویی و ایجاد محیط راحت از جنبه شرایط فیزیکی یعنی ایجاد محیطی با درجه حرارت مطلوب، فشار مناسب، رطوبت معقول و کوران هوا و نور مناسب و نظایر آن و دیگری از نظر جوابگویی به نیاز های معنوی مردم، یعنی ایجاد فضاهای مناسب با طرز زندگی و نوع فرهنگ و آداب و رسوم اجتماعی، این دو شرایط اگر با هم به کاملترین نحوی جمع شود ایجاد مطلوبترین مسکن را خواهند نمود. و اگر هر کدام از این دو جنبه کمبودی داشته باشد مسکن به نحو خوبی پاسخگو نخواهد بود. به عنوان مثال مسکنی که از لحاظ شرایط فیزیکی با بهترین حالت طراحی و با استفاده از بهترین تکنولوژی به حالت بهینه باشد ولی فضایی مناسب با طرز زندگی افراد نداشته باشد به هیچ وجه مطلوب نیست و برعکس ایجاد فضایی کاملا منطبق با شرایط فرهنگی ولی فاقد شرایط زیستی غیر قابل تحمل است. سکونت را می توان بیانگر تعیین موقعیت و احراز هویت دانست. سکونت بیانگر برقراری پیوندی پرمعنا بین انسان و محیطی مفروض می باشد که این پیوند از تلاش برای هویت یافتن یعنی به مکانی احساس تعلق داشتن ناشی گردیده است بدین ترتیب، انسان زمانی برخود وقوف می یابد که مسکن گزیده و در نتیجه هستی خود در جهان را تثبیت کرده باشد. (شولتز، ۱۳۸۱).یک واحد مسکونی زمانی قابل سکونت خواهد بود که بتواند جوابگوی خواست های فیزیکی و روانی انسان باشد. این خواست ها که در جدول (۱) ارائه شده است، تابعی است از زمان و مکان و بایستی هر یک به صورت مستقل برآورده شود.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

**جدول (۱). خواست های اساسی سکونت (واعظ،۱۳۹۱)**

| اخلاقی | بهداشتی | آرامش | راحتی | اطمینان | زیبایی |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱-وجود مسکن مجزا برای هر خانواده | ۱- داشتن فاصله ی کافی و منطقی ساختمان ها از یکدیگر برای تامین نور طبیعی و تهویه در خانه | ۱- فاصله از شاهراه، راه آهن، مراکز صنعتی و آلودگی صوتی | ۱- در نظر گرفتن آسانسور برای ساختمان های بیش از ۴ طبقه | ۱- ساختمان محکم و آماده برای رویارویی با عوامل خطرناک طبیعی | ۱-کالبد معماری به صورت شاد، ساده و هماهنگ |
| ۲- تراکم منطقی افراد ساکن در خانه | ۲-محافظت خانه از رطوبت و خطرات احتمالی ناشی از آلودگی آب، هوا و حشرات و حیوانات موذی | ۲- حفظ فضاهای سبز موجود و توسعه ی آن برای ایجاد محیطی زیبا همراه با آرامش | ۲- رابطه ی منطقی بین سطح مفید و سطح کلی زیر بنا بر اساس جایگزینی صحیح فضاهای تشکیل دهنده ی خانه | ۲- زیاد نبودن مخارج تعمیر و نگهداری ساختمان | ۲- ویژگی ها و خصوصیات فردی برای هر خانه در عین هماهنگی با حال و هوای محیط پیرامون (جلوگیری از تضاد و یکنواختی) |
| ۳- مجزا بودن اتاق خواب نسبت به جنسیت فرزندان | ۳-پیش بینی های لازم از نظر تسهیل نظافت سریع و ساده | ۳- ایجاد امکانات برای برقراری روابط دوستی بین همسایگان | ۳- توجه به احتیاجات فردی | ۳-استفاده از مصالح مقاوم و نیروی کار در حین اجرای کار | |
| ۴- محافظت دید خانه نسبت به افراد خارجی | | ۴- امکان به وجود آوردن هماهنگی از نظر آداب و رسوم و اعتقادات بین ساکنان | ۴- تناسب مبلمان با نیاز های خاص هر خانواده | ۴- محافظت کودکان در برابر اتومبیل با پیش بینی مسیرهای سواره و پیاده ی سنجیده | |

**تاریخچه انرژی در شهر: چالش انرژی از گذشته تا امروز**

تقریبا تکلیف همه مسائل مربوط به شهرها بر مبنای جریان انرژی تعیین و بر اساس نوع منابع در دسترس کنترل می شود، یعنی شیوه عرضه و استفاده از انرژی و فرهنگی که باعث رواج این شیوه می شود، مسائل هر شهر را جهت می دهند. تا زمان فرا رسیدن عصر ذغال سنگ و نفت، فرم و عملکرد شهر ها تابع انرژی خام انسانی، حیوانی، آب و بیولوژیک بود که در حمل و نقل، ساخت و ساز و جنگ ها استفاده می شد. قطع و سوزاندن درختان، مشخصه اصلی این دوره از تاریخ انرژی شهری است. در این دوره جنگل های اروپا در معرض تخریب قرار داشتند، تا اینکه استفاده از ذغال سنگ حفاظت پایدار از جنگل ها را امکان پذیر نمود.شهرهایی که با ذغال سنگ کار می کردند در اروپا به ویژه در کنار منابع غنی ذغال سنگ شروع به گسترش نمودند؛ موتور بخار سبب رشد مرکز این شهرها در امتداد مسیرهای راه آهن شد. الکتریسته برلین را روشن کرد و با الکتریسته اتومبیل الکتریکی به این شهر آمد؛ شهری که پیتر هال آن را "اولین دره سیلیکونی" نام نهاده است. در همین حال کارخانه های زیمنس و آ-اِ-گ و سایر صنایع در زمینه الکترونیک و ارتباطات در قرن ۱۹ برپا شدند(هال،۱۹۹۰). سایر شهرها به دنبال برلین تبدیل به قلعه های جادویی نورهای درخشان و حرکت موتوری شدند. نفت و گاز طبیعی در نیمه اول قرن بیستم از راه رسیدند و انرژی هسته ای در گستره ی محدودتر در نیمه ی دوم قرن پیدا شد. این وقایع به محدودیت های انرژی اعمال شده بر رشد جمعیت و شهرها پایان

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

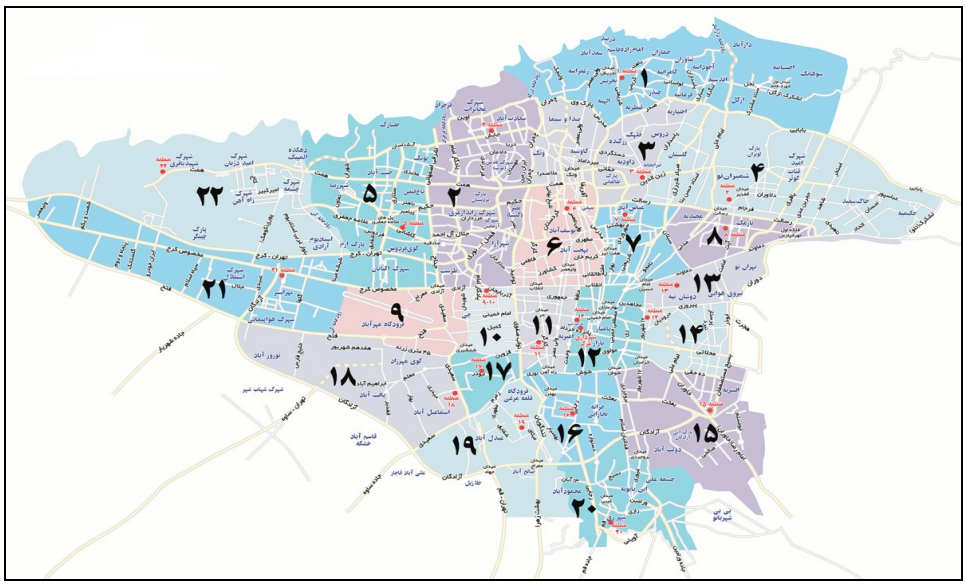
[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

بخشیده و سبب جذب و اسکان جمعیت شدند که نتیجه آن شهرهای مرکزی با رشد عمودی و حومه هایی با گسترش افقی شد(حمیده، ۳۴:۱۳۸۶).

## روش تحقیق

### منطقه مورد مطالعه

تهران پرجمعیت‌ترین شهر و پایتخت ایران، مرکز استان تهران و شهرستان تهران است. این شهر با ۸،۶۹۳،۷۰۶ تن جمعیت، بیست و چهارمین شهر پرجمعیت جهان و پرجمعیت‌ترین شهر باختر آسیا به‌شمار می‌رود .کلان‌شهر تهران نیز دومین کلان‌شهر پرجمعیت خاورمیانه است. از دید ناهمواری‌های طبیعی، تهران به دو ناحیه دشتی و کوهپایه‌ایِ البرز تقسیم می‌شود و گستره‌ٔ کنونی آن از ارتفاع ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متری از سطح دریا امتداد یافته‌است. تهران دارای اقلیم نیمه‌خشک است. در بیشتر سال‌ها، فصل زمستان نیمی از کل بارش‌های سالانه تهران را تأمین می‌کند و تابستان نیز کم‌باران‌ترین فصل در تهران است. شکل(۲).



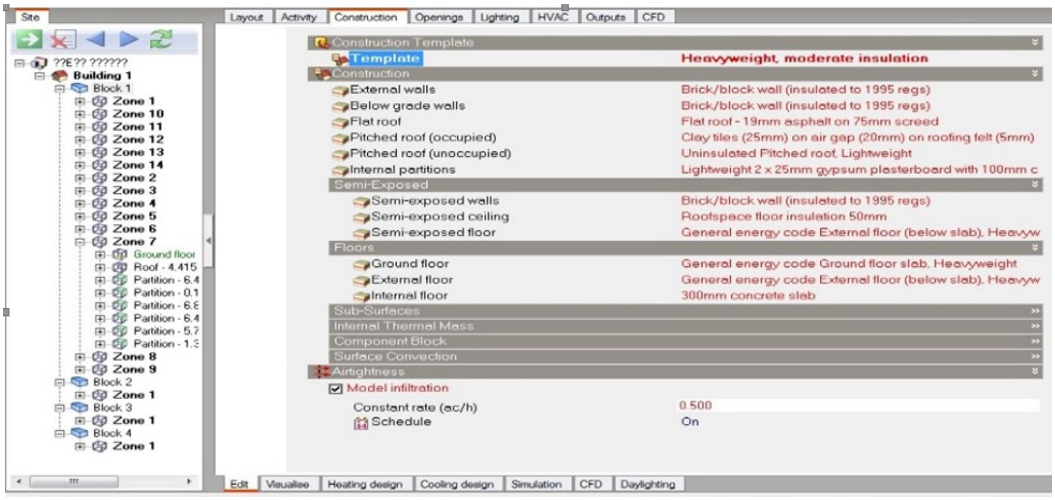
**شکل(۲). منطقه مورد مطالعه**

### داده و روش کار

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی می‌باشد به منظوری جمع آوری داده‌های مورد نیاز از روش کتابخانه‌ای و اسنادی استفاده شده است و در جهت دستیابی به هدف پژوهش از نرم افزار Design Builder استفاده شد اطلاعات داده شده به نرم افزار عبارت است ازضخامت دیوارها: خارجی ۲۰ سانتی متر- داخلی ۱۵ سانتی متر،پنجره های جنوبی (بالکن دو پوسته با شیشه ۴۰ ٪)، پنجره های شمالی ۳۰ درصد، دیوارهای خارجی آجری و دارای تهویه طبیعی که در شکل (۳) اطلاعات داده شده در محیط نرم افزار ارائه شده است.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]




**شکل(۳). اطلاعات داده شده به نرم افزار- منبع: نگارنده**

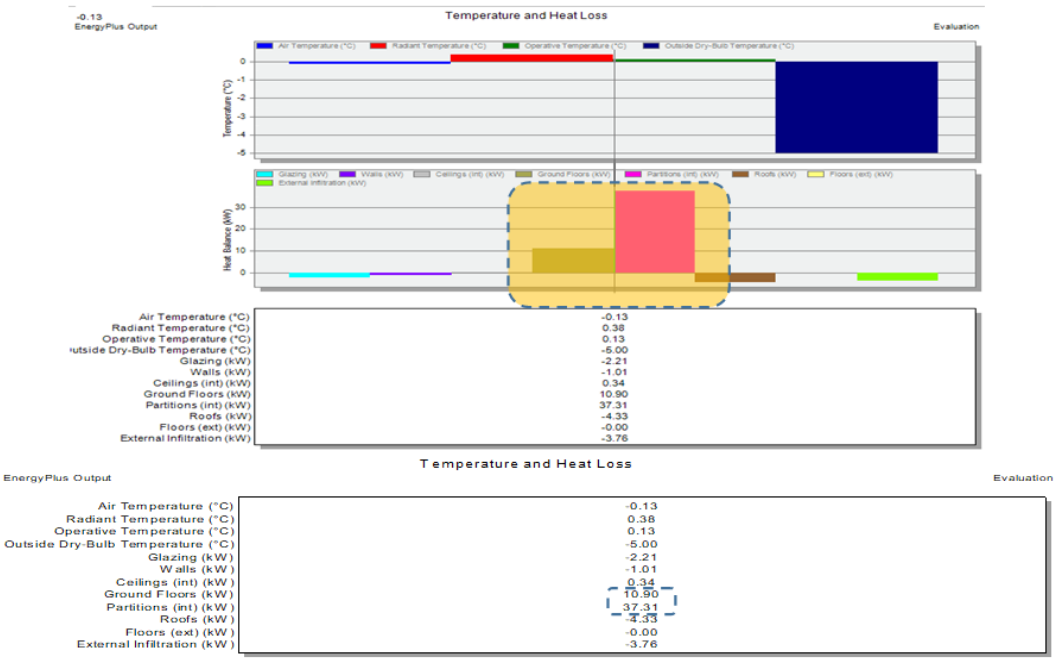
## نتایج

### بررسی عملکرد حرارت

نتایج خروجی حاصل از نرم افزار که در شکل(۴) ارائه شده است نشان می‌دهد که بیشترین انرژی که به ساختمان تحمیل می شود به دلیل هدایت از طریق پارتیشن ها و کف بلوک می باشد. مقداری هدررفت هم به دلیل وجود پنجره ها و نفوذ می باشد. عایق بندی پارتیشن ها با هزینه ای زیاد انجام می گیرد و همان طور که در شکل(۴) مشاهده می‌کنیم، تنها ۵ کیلو وات می‌تواند از مصرف انرژی بکاهد. همچنین زیادتر نمودن ضخامت دیوارهای داخلی از نظر اقتصادی و کاهش سطح مفید فضای داخلی بیشتر از این مقرون به صرفه و عملی نمی باشد.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

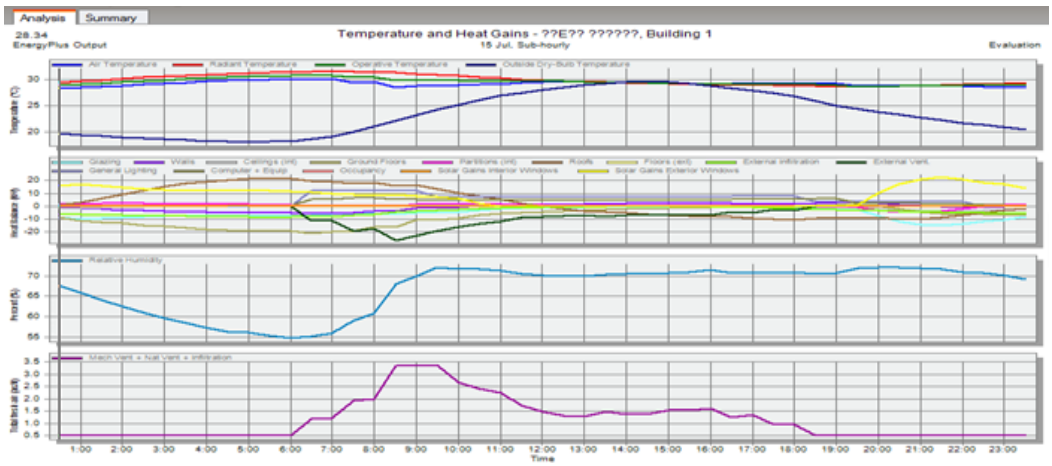
[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]




شکل(۴). عملکرد حرارتی- منبع: نگارنده

## بررسی عملکرد سرمایشی در تابستان

در شکل(۵) عملکرد حرارتی پس از عایق‌بندی ارائه شده است.




شکل(۵). عملکرد سرمایشی در تابستان- منبع: نگارنده

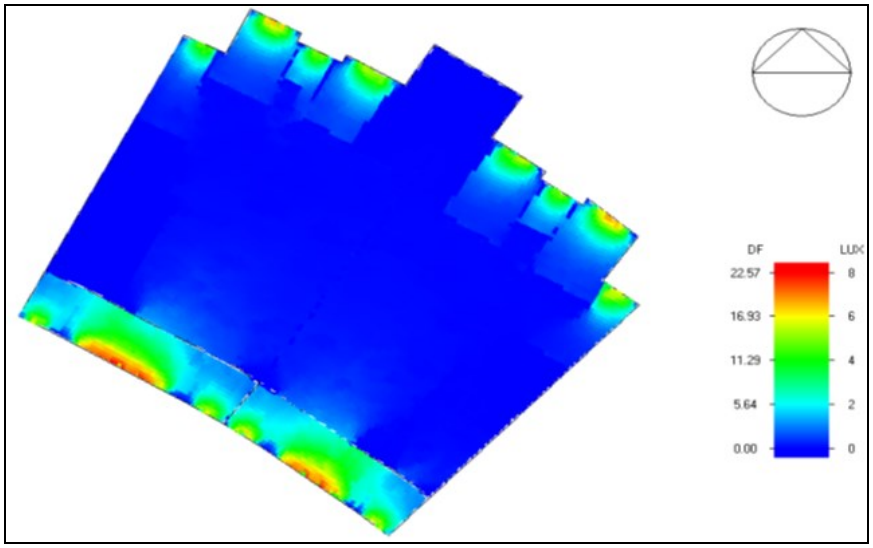
[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

با توجه شکل(۵) در تابستان نیز بخش اعظمی از سرمایی که به فضا داده می شود از طریق سقف ها و تابش نور خورشید به فضا به هدر می رود. در نتیجه به وسیله عایق نمودن سقف ها و شاید حذف پنجره های شرقی بتوان تا حدی در مصرف انرژی صرفه جویی نمود.

**شبیه سازی نور روز در پلان**

تمامی پلان های نوری به وسیله موتور قدرتمند Radiance و توسط نرم افزار دیزاین بیلدر انجام گرفته است. نتایج حاصل به شرح شکل (۶) ارائه شده است. با توجه به خروجی نرم افزار مشاهده می‌شود که نماهایی که با رنگ آبی نشان داده شده است نشان از نفوذ نور کم و قسمت جنوب غربی پلان که با رنگ قرمز نشان داده شده است نشان از نفوذ نور دارد.



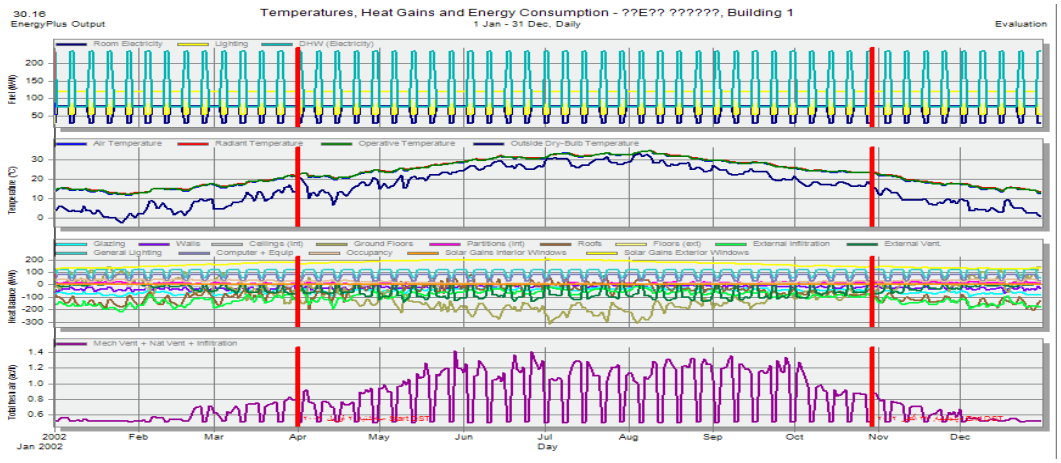

**شکل(۶). شبیه سازی نور روز در بلوک شرقی- منبع: نگارنده**

**شبیه سازی دما و دریافت های حرارتی**

در شکل (۷) شبیه سازی دما ودریافت حرارتی ارائه شده است. با توجه به شکل(۶) می‌توان عنوان نمود که دریافت حرارتی در حالت متعادلی قرار دارد.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

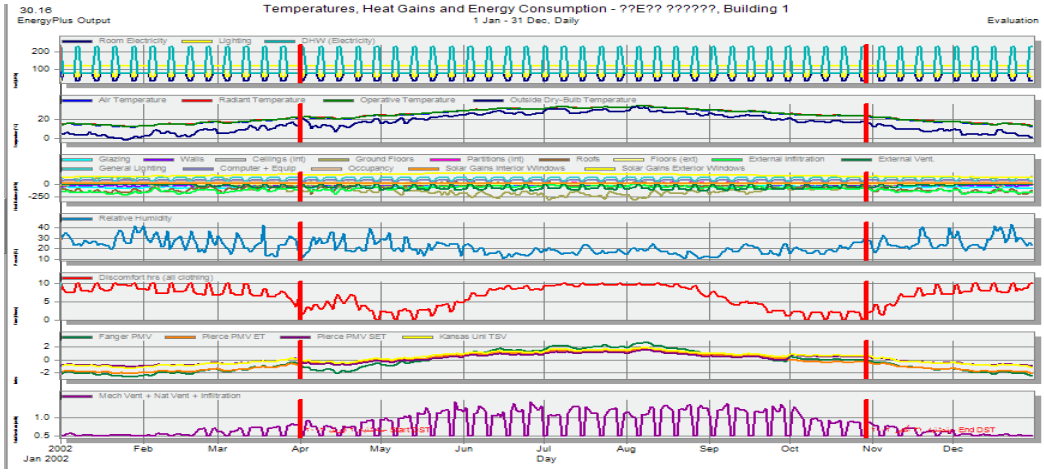
[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]




**شکل(۷). شبیه سازی دما و دریافت های حرارتی- منبع: نگارنده**

## بررسی آسایش حرارتی

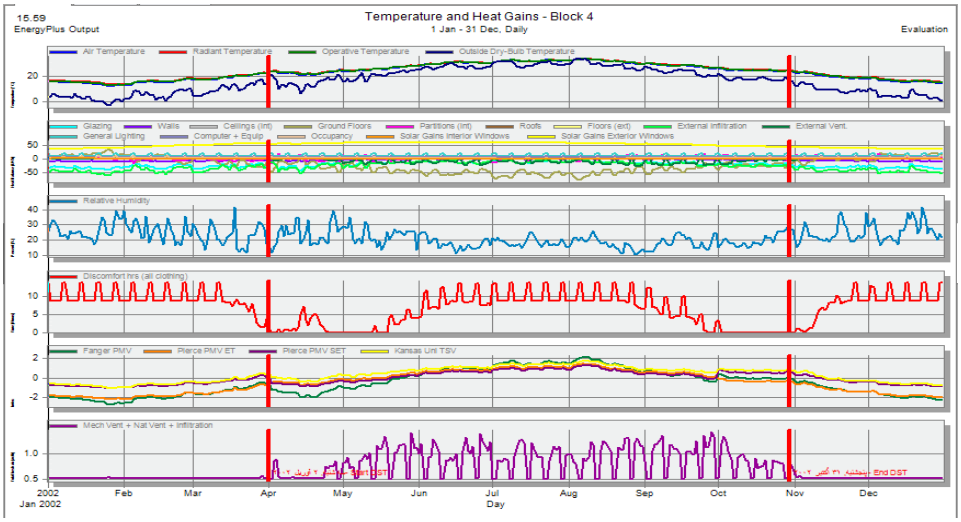
نتایج حاصل از بررسی آسایش حرارتی به شرح اشکال (۸) و (۹) ارائه شده است. از نظر فیزیولوژیکی شرایط آسایش حرارتی محدوده ای است از دما و رطوبت که در آن مکانیسم تنظیم حرارت بدن در حداقل فعالیت خود باشد. تعیین محدوده آسایش حرارتی و استفاده آن در طراحی ساختمان و سیستم های تاسیساتی نه تنها برای اندازه دستگاه های حرارتی و برودتی ، بلکه برای ضخامت عایق و مصرف انرژی در ساختمان نیز تاثیر مستقیم دارد.




**شکل(۸). بررسی آسایش حرارتی تابستان- منبع: نگارنده**

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

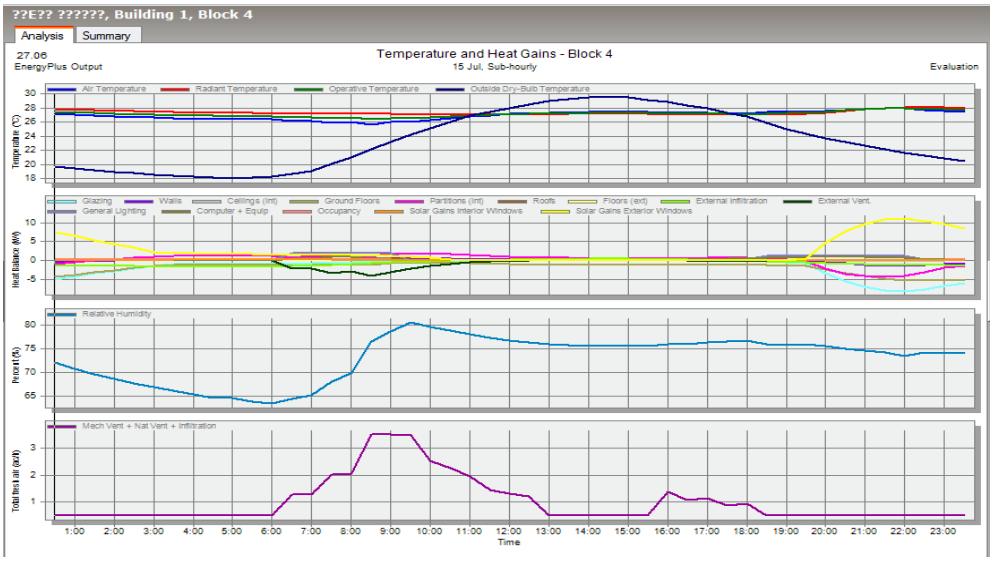



**شکل(۹).بررسی آسایش حرارتی زمستان- منبع: نگارنده**

با توجه به نتایج مندرج در اشکال(۸) و (۹) محدوده آسایش حرارتی برای شرایط تابستان برابر با ۲۱ الی ۲۷ درجه سانتیگراد و برای زمستان برابر با ۲۰ الی ۲۱ درجه سانتیگراد می‌باشد. همچنین با بررسی شاخص فانگر به مشاهده می شود دمای فضای داخلی معتدل تر شده است و افراد در ساعات بیشتری از سال احساس آسایش حرارتی دارند.

**روند مصرف انرژی گرمایی در زمستان و سرمایشی در تابستان**

در شکل(۱۰) روند مصرف انرژی گرمایی در زمستان و سرمایشی در تابستان ارائه شده است. با توجه به شکل(۱۰)، با عایق نمودن کف و دیوارهای داخلی ۲۲ کیلووات از مصرف انرژی کاسته شده است.



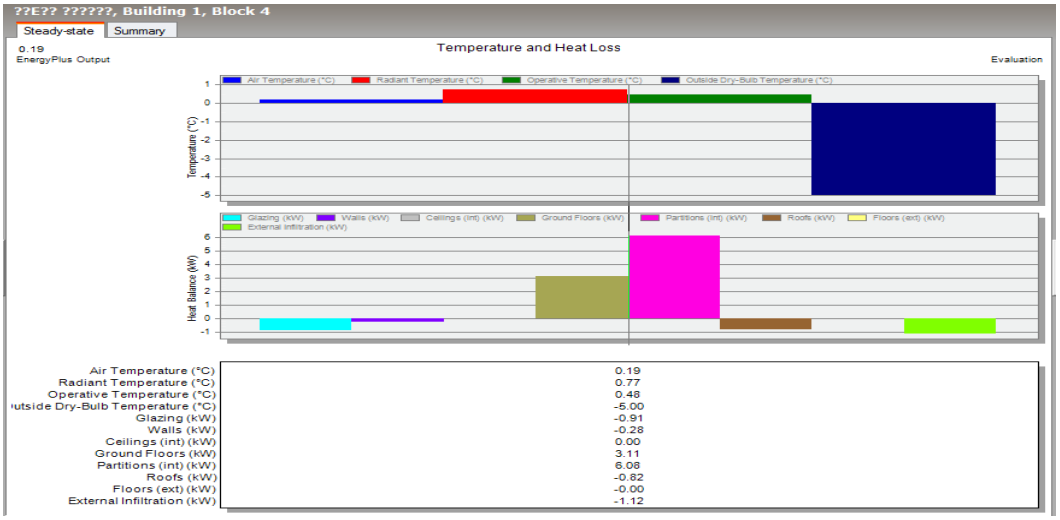

**شکل(۱۰). روند مصرف انرژی سرمایشی در تابستان و گرمایشی در زمستان- منبع: نگارنده**

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

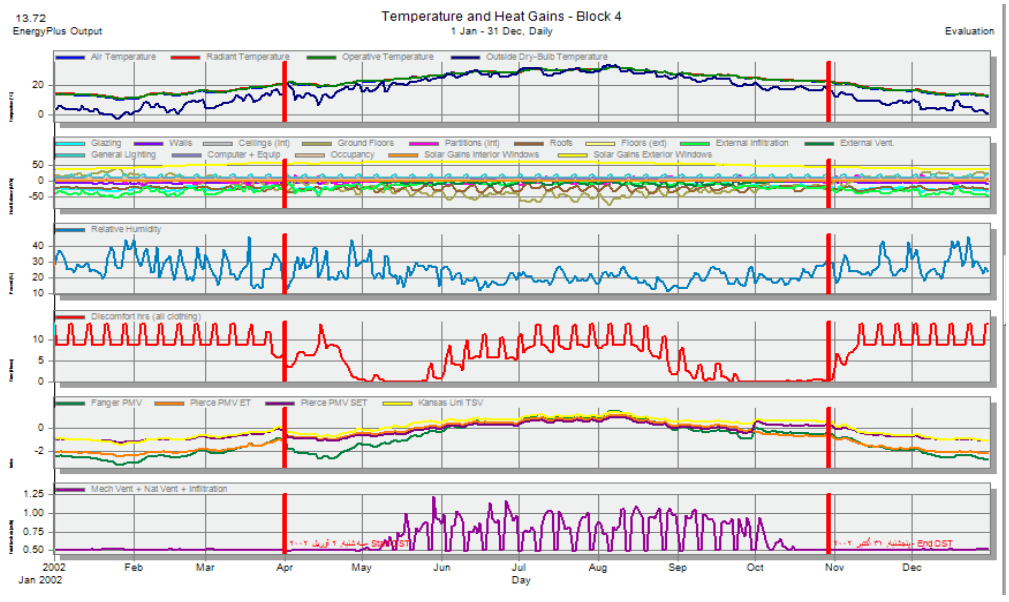
[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

**رفتار حرارتی در طبقه آخر با بام سبز**

با عنایت به نتایج مندرج در اشکال (۱۱) و (۱۲) می‌توان عنوان نمود که در زمستان، اتلاف انرژی کمتری از داخل به بیرون و در تابستان نیز انتقال گرمای کمتری از بیرون به داخل وجود دارد. در بامهای سبز با افزایش لایدهایی که ظرفیت گرمایی لایه های سقف را افزون می کنند در کاهش انتقال حرارت نقش مؤثری دارند و در تابستان به خنکسازی فضای زیر بام کمک می کنند و در زمستان نیز گرمای درون بنا را بیشتر حفظ می-کنند.




**شکل(۱۱).مصرف انرژی سرمایشی در تابستان با بام سبز- منبع: نگارنده**




**شکل(۱۲).مصرف انرژی سرمایشی در تابستان و زمستان با بام سبز- منبع: نگارنده**

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

## نتیجه گیری

در این پژوهش تلاش شد تا با استفاده از نرم افزارDesign Builder جهت بهینه در جهت طراحی ساختمانهای مسکونی با توجه به اقلیمی محلی ارائه شود. نتایج نشان داد که در جهت گیری ساختمان در سایت با توجه به اقلیم تهران و نتایج به دست آمده از نرم افزار اکوتکت، حدودا ۲۵ درجه به سمت جنوب غربی چرخش ایجاد شد تا از تابش مستقیم آفتاب شرقی و غربی جلوگیری به عمل آید و از بارهای حرارتی وارده به ساختمان کاسته شود.حجم ساختمان به صورت پله ای طراحی شد و این حجم ضمن اینکه می تواند از نظر زیبایی شناسی معماری مقاومت و صلابت خود را به رخ بکشد، می تواند از بار باد در طبقات بالاتر بکاهد .همچنین در بام طبقاتی که در معرض هوای بیرون بودند، بام سبز طراحی شد و طبق نتایج به دست آمده از تحلیل ها این بام سبز می تواند در کاهش بارهای گرمایشی و سرمایشی بسیار موثر عمل نماید.همچنین جبهه های شرقی و غربی فاقد بازشو در نظر گرفته شد زیرا با توجه به نتایج به دست آمده در نرم افزار دیزاین بیلدر برای نور روز ممکن است خیرگی در فضاهای کاری مانند آشپرخانه در بعضی اوقات روز در سال به وجود آید. جهت ایجاد سایه اندازی و بهبود کیفیت محیط در بالکن ها جعبه های گیاه تعبیه شد و این گیاهان می توانند فضا را از نظر بصری جذاب نمایند ضمن اینکه طراحی بالکن ها به این صورت می تواند از کیفیت نور ورودی به ساختمان را بهبود ببخشد.طراحی پلان: پلان مجموعه مسکونی طوری طراحی شد که اکثر فضاها بتوانند از نور مطلوب استفاده نمایند و تنها در ساعات کوتاهی از روز های ابری ممکن است به نور مصنوعی در فضاهای زندگی احتیاج باشد. همچنین در تابستان ها امکان تهویه طبیعی عرضی در اکثر فضاها امکان پذیر است که خود می تواند در تهویه شبانه و کاهش بارهای حرارتی در تابستان نقش موثری در این اقلیم ایفا کند. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از بام‌های سبز نشان داد که اتلاف انرژی کمتری از داخل به بیرون و در تابستان نیز انتقال گرمای کمتری از بیرون به داخل وجود دارد.

## منابع


بیژن علی. (۱۳۹۳) . **طراحی خانه صفر انرژی در تهران**. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده معماری دانشگاه خوراسگان.

جعفری،نسرین، برنا،رضا،اسدیان،فریده(۱۳۹۹) **شبیه سازی تاثیر عناصر معماری در کاهش بار سرمایشی داخلی ساختمان شهر تهران(مورد مطالعه:مناطق۱۲ و ۲۲)**، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی،۲۰(۵۷): ۱۸۷-۲۰۴.

ذبیحی، حسین؛ حبیب، فرح و رهبری منش، کمال (۱۳۹۰). **رابطه بین میزان رضایت از مجتمع های مسکونی و تأثیر مجتمع های مسکونی بر روابط انسان (مطالعه موردی چند مجتمع مسکونی در تهران)**، فصلنامه هویت شهر، سال ۵(۸):۱۲۳-۱۸۷.

راپاپورت،آموس؛(۱۹۸۰).**فرم خانه و فرهنگ**، انتشارات فرهنگ.

شاه حسینی حسین .(۱۳۸۶)؛ **سیستم ها و ابزار کنترل انرژی** .مجله هفت شهر،۲۲(۲۱): ۴۹-۴۱.


[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

صادقی نیا، علی رضا، علیجانی، بهلول، ضیائیان، پرویز و شهریار خالدی (۱۳۹۲)، **کاربرد تکنیک همبستگی فضایی در تحلیل جزیره حرارتی شهر تهران**، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳(۳۰): ۶۷-۹۰.

عصاری، شیدا. (۱۳۹۲) مطالعه، مدل سازی و بررسی کارایی انرژی در ساختمان با هدف کاهش مصرف انرژی و آلودگی محیط، پایان نامه کارشناسی ارشد،رشته معماری،دانشگاه اردبیل.

لوکوربوزیه، (۱۹۵۵)؛ **چگونه به مساله شهری بیندیشیم، ترجمه**: م. کاتبی، انتشارات امیرکبیر، تهران.

نوربرگ شولتز، کریستیان،(۱۳۸۱)؛ **فلسفه فضای معماری**، ترجمه ابوالقاسم سید صدر، تهران، انتشارات بیلبانی.

نیک نهاد مریم، زمزمی محسن. (۱۳۹۲) . **طراحی خانه پایدار با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی**. هشتمین همایش ملی معماری و شهرسازی و توسعه پایدار. مؤسسه آموزش عالی خاوران. ۵ دی.

واعظ، حمید. (۱۳۹۱). **طراحی مجتمع مسکونی با رویکرد بر معماری پایدار**. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه معماری دانشگاه خوراسگان.

Amasyali, K., & El-Gohary, N. M. (2018). **A review of data-driven building energy consumption prediction studies**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81: 1192-1205.

Ascione, F., Bianco, N., Mauro, G. M., & Napolitano, D. F. (2019). **Building envelope design: Multi-objective optimization to minimize energy consumption**, global cost and thermal discomfort. Application to different Italian climatic zones. Energy, 174: 359-374.

Atkinson B W, **The Urban Atmosphere, Cambridge University** Press, Cambridge, 1985.

Bonan G, **Ecological Climatology,Cambridge University** Press, 2002

CIENE/University **of Athens, LASH/ENTPE Lyon, ITW/University of Stuttgart, LBCP/University of Thessaloniki, Polistudies**: A multimedia tool for buildings in urban environment, James & James, London, 2001.

Givoni B, Climate **considerations in building and urban design**, Van Nostrand Reinhold, New York, 1997.

Goudarzi, S., Anisi, M. H., Kama, N., Doctor, F., Soleymani, S. A., & Sangaiah, A. K. (2019). **Predictive modelling of building energy consumption based on a hybrid** nature-inspired optimization algorithm. Energy and Buildings, 196: 83-93.

Kidder S Q, Essenwanger 0 M, **The effect of clouds and wind on the difference** in **nocturnal cooling rates between urban and rural areas**, Journal of Applied Meteorology 34, 1995.

Krech S, McNeill J.R, **Merchant C, Encyclopedia of World Environmental** History, Routledge, 2003.

Landsberg H. E**, The Urban Climate, Academic** Press, New York, 1981.

Moore, Charles (1974), **The Place of House, USA, University of California** Press, California.

Oke TR, **The energetic basis of the urban heat island, Quarterly Journal** of the Royal Meteorological Society 108, 1982

Purves, D. & G.J. Augustine & D. Fitzpatrick & W.C. Hall & A.S. LaMantia & J.O. J.O. McNamara & L.E. White. "**Neuroscience". ۳th Sunderland, MA: Sinauer** Associates, 1998.

Romero, R., Gayà, M., & Doswell III, C. A. (2007). **European climatology of severe convective storm environmental parameters: A test for significant tornado events**. Atmospheric Research, 83(2-4): 389-404

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]

Ruiz, L. G. B., Rueda, R., Cuéllar, M. P., & Pegalajar, M. C. (2018). **Energy consumption forecasting based on Elman neural networks with** evolutive optimization. Expert Systems with Applications, 92: 380-389.

Santamouris M, Energy and **Climate in the Urban Built Environment**, James & James, London ,2001

Satrio, P., Mahlia, T. M. I., Giannetti, N., & Saito, K. (2019). **Optimization of HVAC system energy consumption in a building using artificial neural network and multi-objective genetic algorithm**. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 35, 48-57.

Sembroiz, D., Careglio, D., Ricciardi, S., & Fiore, U. (2019). **Planning and operational energy optimization solutions for smart buildings**. Information Sciences, 476: 439-452.

Tiwari GN. 2002. **Solar energy.** Narosa House. 525 p.

Tushar, Q., Bhuiyan, M., Sandanayake, M., & Zhang, G. (2019). **Optimizing the energy consumption in a residential building at different climate zones: Towards sustainable decision making**. Journal of Cleaner Production.

Wei, Y., Zhang, X., Shi, Y., Xia, L., Pan, S., Wu, J., ... & Zhao, X. (2018). **A review of data-driven approaches for prediction and classification of building energy** consumption. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 82: 1027-1047.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.65.265 ]