



Re-composing Physical Form with Energy-Based Resilience Approach to Improve Thermal Comfort (Case Study: Sadra New Town)

Sahar Akbari¹, Mahsa Sholeh^{2*}, Sahand Lotfi³

Received:2023/09/01

Revised:2023/10/19

Accepted:2024/01/27

Published:2024/06/21

Highlights

- Investigate and analyze urban physical form design principles with an energy-based resilience approach to improve Thermal Comfort in Sadra New Town.
- Energy resilience criteria based on global energy resilience rating systems and theoretical research conducted, including smart location, resources and energy, transportation and use, neighborhood form and development pattern, and placemaking, were identified as five layers.
- Re-composing physical form with an energy-based resilience approach in an urban neighborhood, presenting strategies and policies that are extensible to new developments.

Extended Abstract

Introduction

Today, the rapid growth of urbanization and the increasing trend of greenhouse gas emissions, which continue to increase despite international efforts, have aggravated the climate change issue. Reaching an approach that balances the natural and built environment is one of the most essential human objectives in forming a favorable environment. To achieve such a goal, planning and designing cities in line with the principles of climate design is the primary and most crucial concern in this field of activity.

Theoretical Framework

The proposed criteria will encourage the process of becoming more energy resilient by planning a holistic approach to various and complex aspects of cities and looking at cities as dynamic complex systems in each urban functional area. Urban resilience refers to the ability of an urban system and all the social, environmental, and technical networks that make it up, in time and space scales, to maintain or quickly return to the intended function in the face of disruption, to adapt to rapid change and transformation of systems that limit current or future adaptive capacity. In the field of urban energy, resilience is inevitably linked to the concept of sustainability. However, the new towns planned in Iran to respond to the problems of the greater mother city at the level of metropolitan areas have not sufficiently considered the climatic conditions and local characteristics in the design.

Methodology

Therefore, according to the necessity of strategies to reduce energy consumption in the increasing trend of climate change, this research aims to investigate and analyze urban physical form design principles with an energy-based resilience approach to improve Thermal Comfort in Sadra New Town on the northwestern edge of Shiraz, the capital of Fars province. For this purpose, library studies and quantitative measurement using ENVI-met sub-climatic analysis software have followed the descriptive-analytical research method. In the first step, energy resilience criteria based on global energy resilience rating systems and theoretical research conducted, including smart location, resources and energy, transportation and use, neighborhood form and development pattern, and placemaking, were identified as five layers. Then, after designing the main structure of a sample neighborhood in Sadra according to the explained criteria for the physical form and energy-based resilient design and the physical and climatic analysis of the site, a series of

¹ M. Sc. in Urban Design, Department of Urban Design, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

² *Associate Professor, Department of Urban Design, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran. Corresponding Author, Email:msholeh@shirazu.ac.ir.

³ Associate Professor, Department of Urban Design, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

selected points were simulated in Envimet software for which the thermal comfort index or the Predicted Mean Vote (PMV) was extracted in the hottest month of the year.

Results & Discussion

The physical attributes of urban neighborhoods exert substantial influence over their microclimatic conditions and thermal comfort. Key determinants include the spatial configuration of roads, building density, and the ratio of building height to street width, all of which govern ventilation patterns and solar exposure. The compactness of urban fabric, as gauged by the surface-to-volume ratio, and the aperture ratio impacting sky view factor, are critical factors shaping solar radiation dynamics.

Moreover, the spatial continuity and permeability of pedestrian pathways and green spaces significantly contribute to mitigating thermal stresses by fostering cooler microenvironments. Within building units, factors such as orientation, building materials, insulation techniques, and overall building dimensions collectively contribute to the energy resilience of urban neighborhoods.

Incorporating climate-responsive design strategies into neighborhood planning reduces the energy demand required for microclimate management, thereby enhancing environmental sustainability. Furthermore, the layout of pedestrian infrastructure in neighborhood design can actively promote physical activity among residents, thereby enhancing community well-being and satisfaction.

Conclusion

The evaluation result showed that no part of the neighborhood is in the optimal temperature range. In other words, the area needs help in terms of the thermal comfort of pedestrians in the summer season during the hot hours of the day. Finally, design guidelines and regulations were presented on a smaller scale by measuring the plan's deviation from thermal comfort standards compared to the physical design, sky visibility factor, and other climatic indicators. The outcome of this research is to re-composing physical form with an energy-based resilience approach in an urban neighborhood, presenting strategies and policies that are extensible to new developments.

Keywords

Energy Resilience, Thermal Comfort, Re-Composing Physical Form, Sadra New Town.

Citation:

Akbari, S., Sholeh, M., & Lotfi, S. (2024). Re-composing Physical Form with Energy-Based Resilience Approach to Improve Thermal Comfort (Case Study: Sadra New Town). *Journal of Urban Sustainable Development*, 5(15), 1-20.

 DOI: <https://doi.org/10.22034/usd.2024.2010493.1123>

 DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27170128.1403.5.15.1.1>

URL: https://usdjournal.daneshpajooohan.ac.ir/article_713938.html?lang=en



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by Daneshpajooohan Pishro Higher Education Institute. This article is an open access article licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



بازترکیب فرم کالبدی با رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی (نمونه موردی: شهر جدید صدرا)^۱

سحر اکبری^۲، مهسا شعله^{۳*}، سهند لطفی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

چکیده: امروزه رشد سریع شهرنشینی و روند رو به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای سبب به وجود آمدن تغییرات اقلیمی گشته است. این در حالی است که شهرهای جدید که در ایران باهدف پاسخگویی به مسائل مادر شهر اصلی در سطح مناطق کلان‌شهری برنامه‌ریزی شده‌اند، شرایط اقلیمی و ویژگی‌های بومی و محلی را در طراحی کمتر مدنظر داشته‌اند. از این رو با توجه به ضرورت راهبردهای کاهش مصرف انرژی در روند رو به افزایش تغییرات اقلیمی، هدف این پژوهش بررسی و تحلیل اصول طراحی فرم کالبدی شهری با رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی در شهر جدید صدرا است. بدین منظور از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی در بستری از مطالعات کتابخانه‌ای و سنجش کمی با استفاده از نرم‌افزار تحلیل خرده اقلیمی ENVI-met بهره برده شده است. در مرحله اول معیارهای تاب‌آوری انرژی مبنا با استفاده از سیستم‌های جهانی رتبه‌بندی تاب‌آوری انرژی و پژوهش‌های نظری صورت گرفته در ۵ لایه شامل مکان‌یابی هوشمند، منابع و انرژی، حمل‌ونقل و کاربری، فرم محله‌ها و الگوی توسعه و خلق مکان شناسایی شد که با توجه به هدف این پژوهش، مؤلفه فرم محله‌ها و الگوی توسعه در نمونه مورد مطالعه بررسی گردید. به این منظور در بخشی از شهر صدرا پس از طراحی ساختار اصلی محله با توجه به معیارهای تبیین شده بازترکیب فرم کالبدی محله تاب‌آور انرژی مبنا با تأکید بر ارتقاء آسایش حرارتی و همچنین تحلیل کالبدی و اقلیمی بستر سایت؛ نقاط منتخب در نرم‌افزار ENVI-met شبیه‌سازی و شاخص آسایش حرارتی یا میانگین رای پیش‌بینی شده «PMV»، برای آن‌ها در گرم‌ترین ماه سال استخراج گردید. در نهایت بر اساس سنجش انحراف طرح از معیار آسایش حرارتی، ضریب دید به آسمان و سایر شاخص‌های اقلیمی، به ارائه ضوابط و معیارهای طراحی کالبدی در مقیاس خردتر پرداخته شد. برون‌داد این پژوهش بازترکیب فرم کالبدی با رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی در یک محله شهری و ارائه راهبرد و سیاست‌هایی با قابلیت تعمیم‌پذیری در طراحی محله‌های جدید است.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری انرژی، آسایش حرارتی، بازترکیب فرم کالبدی، شهر جدید صدرا.

^۱ این مقاله برگرفته از بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد سحر اکبری با عنوان «طراحی محله با رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا در راستای دستیابی به آسایش اقلیمی» است که در دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز انجام شده است.

^۲ دانش‌آموخته کارشناس ارشد طراحی شهری، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

^{۳*} دانشیار، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران؛ نویسنده مسئول: msholeh@shirazu.ac.ir

^۴ دانشیار، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۱- مقدمه و بیان مسئله

تاب آوری اقلیمی شهر از رویکردهای کارآمد و به روز در برخورد با پیامدهای ناشی از تحولات زیست محیطی است که با دو جهت گیری اصلی کاهش و انطباق در مفاهیم و اقدامات خود به تشریح اقدامات مورد نیاز در برخورد با رویدادهای آب و هوایی می پردازد. این دو جنبه از این مفهوم با ماهیت زمانی تغییرات اقلیمی در ارتباط است (Hamin & Gurran, 2009).

با توجه به نقش انتشار گازهای گلخانه ای و به خصوص گاز کربن دی اکسید ناشی از سوزاندن سوخت های فسیلی، «رویکرد کاهش» به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای به عنوان یک مکانیزم کلیدی برای کم کردن روند تغییرات اقلیمی اشاره دارد. با این حال نظر به برگشت ناپذیری تغییرات به وقوع پیوسته ای اقلیمی و روند کند متوقف ساختن آن، اقدامات انطباقی خاصی برای بهبود و تعدیل اقلیم فعلی اجتناب ناپذیر خواهد بود. در این حالت «رویکرد انطباقی» در مقابله با تغییرات اقلیمی به اقداماتی اشاره دارد که آسیب پذیری سیستم های اجتماعی و اکولوژیکی را کاهش داده و یا آن را به تغییرات اقلیمی پیش بینی شده محدود می سازد (Golubchikov, 2011; Oikarinen, 2014).

با استناد به گزارش های بانک جهانی، ایران بیش از تمامی مخاطرات تغییر اقلیمی چرخه ای، در معرض ایجاد خشک سالی های پیاپی و اثرات افزایشی تغییر دمای چرخه ای مانند اثر جزایر حرارتی شهری است. محله ها نیز به عنوان واحد سازنده ساختار شهر از این تغییرات مستثنا نبوده و لذا اتخاذ سیاست های فضایی مناسب در انطباق با این تغییر بسیار حائز اهمیت است (Golubchikov, 2011). در این نوشتار تلاش بر آن است با بازخوانی تاب آوری شهری و معیارهای مرتبط با تاب آوری انرژی مبنا و بررسی تجارب جهانی در این زمینه به معیارهای فرم کالبدی طراحی محله تاب آور در راستای آسایش حرارتی پرداخته شود؛ بنابراین هدف اصلی پژوهش، شناسایی اجزا و مؤلفه های تاب آوری انرژی به منظور بررسی چگونگی تأثیرگذاری آن ها بر آسایش حرارتی در محیط شهری، تبیین معیارهای طراحی با رویکرد تاب آوری انرژی

مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی و ارزیابی محله مورد مطالعه در شهر جدید صدر را بر اساس ضوابط فرم کالبدی و الگوی ساخت و باز ترکیب فرم کالبدی آن در این راستاست.

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

۲-۱- تاب آوری شهری

تاب آوری از ریشه لاتین فعل Resilire به معنی حالت ارتجاعی داشتن و یا به عقب برگشتن گرفته شده است. فیزیک دانان برای اولین بار از مفهوم تاب آوری برای توضیح قابلیت ارتجاعی و به عنوان یک توانایی مواد برای مقاومت در مقابل شوک و ضربات خارجی استفاده کردند (Solecki et al., 2015). تاب آوری شهری به توانایی یک سیستم شهری و تمام شبکه های اجتماعی-زیست-محیطی و اجتماعی-فنی تشکیل دهنده آن، در مقیاس های زمانی و فضایی برای حفظ و یا بازگشت سریع به عملکرد مورد نظر در مواجهه با اختلال، برای انطباق با تغییر و دگرگونی سریع سیستم هایی که ظرفیت انطباقی فعلی یا آینده را محدود می کنند، اشاره دارد (Meerow et al., 2016). در واقع شهر تاب آور، شبکه ای پایدار از سیستم های کالبدی و جوامع انسانی است. در حین وقوع مخاطرات، سیستم کالبدی شهر باید قادر به باقی ماندن و ادامه عملکرد در شرایط فشارهای شدید باشد. یک شهر بدون سیستم های فیزیکی تاب آور، در برابر مخاطرات بسیار آسیب پذیر خواهد بود (Forgaci & Timmeren, 2014, 3). در زمینه های برنامه ریزی و طراحی شهری، تاب آوری، اغلب در جنبه های کالبدی فضایی شهر مانند چشم اندازها، محیط زیست و شکل شهر بررسی می شود (Davis & Uffer, 2013, 10) و (Michalina et al., 2021).

دو نوع جهت گیری کلی در مفاهیم و اقدامات رویکرد تاب آوری وجود دارد که با ماهیت زمانی تغییرات اقلیمی در ارتباط است. با توجه به نقش انتشار گازهای گلخانه ای و به خصوص گاز کربن دی اکسید ناشی از سوزاندن سوخت های فسیلی، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای یک مکانیزم کلیدی برای کم کردن روند تغییرات اقلیمی است. این

خطرات اقلیمی ناگهانی (کوتاه مدت) و میان مدت (چرخه‌ای) محافظت می‌کند (Hamin & Gurrán, 2009).

۲-۲- تاب‌آوری انرژی مبنا

تاب‌آوری انرژی مبنا شاخه‌ای از تاب‌آوری است که در ادبیات مطالعات شهری مطالعات اندکی روی آن صورت گرفته است. درحالی‌که اختلال در تأمین انرژی به‌عنوان یک جزء حیاتی از سیستم اقتصادی در سطوح گوناگون فعالیت‌های اقتصادی، سبب آسیب‌های شدیدی بر عملکرد سیستم‌های شهری می‌گردد (Pasiméni et al., 2014). درزمینه‌ی انرژی شهری، تاب‌آوری به‌صورت قدرتمندی به مفهوم پایداری مرتبط است. سیستم انرژی شهری پایدار نیاز دارد که استراتژی‌های مؤثری برای اطمینان

از چهار معیار اصلی «موجود بودن، در دسترس بودن، مقرون‌به‌صرفه بودن و پذیرفتگی» انرژی را در طول زمان و تحت شرایط متفاوت عدم قطعیت توسعه ببخشد (Sharifi, 2015). به‌عنوان ابعاد پایداری در سیستم‌های تاب‌آور انرژی مبنا در (جدول شماره ۱) بیان شده است.

اقدام به «رویکرد کاهشی» شناخته شده است. بااین حال اگر روند انتشار کربن توسط انسان متوقف شود، حداقل تا هزار سال ممکن نیست که به دمای جوی گذشته بازگردیم. با توجه به این برگشت‌ناپذیری، اقدامات انطباقی خاصی برای بهبود و تعدیل اقلیم فعلی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در این حالت «رویکرد انطباقی» در مقابله با تغییرات اقلیمی به اقداماتی اشاره دارد که آسیب‌پذیری سیستم‌های اجتماعی و اکولوژیکی را کاهش داده و یا آن را به تغییرات اقلیمی پیش‌بینی شده محدود می‌سازد (Oikarinen, 2014; Jabareen, 2013). افزایش چشمگیر میانگین دما و در نتیجه تغییر در سایر پارامترهای اقلیمی شامل تغییر در الگوی بارش، باد و آب‌وهوا و همچنین یک افزایش تناوب از ناهنجاری‌ها که منجر به تشدید موج‌های گرمایی و سرما، جزایر حرارتی، خشک‌سالی، طوفان، سیل، افزایش سطح دریاها و اقیانوس‌ها و ذوب شدن لایه‌های برف و یخچال‌ها می‌گردد، همگی در یک دسته‌بندی کلی زمانی در سه گروه تغییرات ناگهانی کوتاه‌مدت، تغییرات چرخه‌ای میان‌مدت و تغییرات تدریجی بلندمدت جای می‌گیرند. استراتژی‌های کاهشی به دنبال کاهش گرم شدن جهانی هوا در طولانی مدت هستند درحالی‌که استراتژی‌های انطباقی اجتماعات محلی را از

جدول ۱. ابعاد پایداری در سیستم‌های تاب‌آور انرژی مبنا (اقتباس از Sharifi & Yamagata, 2015)

<p>موجود بودن^۱</p> <p>موجود بودن به معنی وجود عرضه کافی انرژی در شرایطی است که تزلزل در عرضه انرژی بر اثر وقایع اقلیمی غیرقابل پیش‌بینی، تصمیمات سیاسی، تعارضات نظامی و یا دلایل استراتژیک ممکن است به وجود آید. برای اطمینان از پایداری اقدامات پیشگیرانه‌ای به‌منظور درک عدم قطعیت آینده و جلوگیری از خطرات احتمالی می‌باید اتخاذ گردد. این اقدامات شامل ارائه ظرفیت ذخیره، تنوع در عرضه منابع، تنوع فضایی تسهیلات و خدمات‌رسانی منابع، توزیع در تولید انرژی‌های تجدید پذیر و تنوع مسیرهای حمل‌ونقلی و ایجاد پایگاه‌های داده‌های اطلاعات و نظارت بر سیستم‌ها است.</p>	
<p>دسترس بودن^۲</p> <p>در دسترس بودن یکی از لازمه‌های عدالت است برای اطمینان از دسترسی رضایت‌بخش هر فرد و اجتماع به منابع. در زمینه مدیریت انرژی در دسترس بودن شامل دسترسی فیزیکی به منابع انرژی و خدمات مانند ابزار، نیروی انسانی و تکنولوژی است که برای ارائه کیفیت بالایی از انرژی دوستدار محیط‌زیست مطرح می‌شود.</p>	
<p>مقرون به صرفه بودن^۳</p> <p>مقرون به صرفه بودن اشاره به عدالت درآمد و توانایی خانوار برای دستیابی به انرژی موردنیازشان (گرمایش، سرمایش، روشنایی و ...) با یک هزینه معقول دارد و با نسبت به صرفه بودن انرژی (سهام هزینه ماهانه خانوار برای انرژی نسبت به درآمد کل) تعریف می‌شود. این بعد می‌تواند در قالب توانایی جوامع برای سرمایه‌گذاری در نوآوری‌های با تکنولوژی‌های بالا که برای تسهیل انتقال به محلات کم‌کربن و تاب‌آور موردنیاز است، تعریف شود.</p>	
<p>پذیرفتگی^۴</p> <p>این بعد به بررسی تأثیرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و به حداقل رسیدن تأثیرات محیطی فعالیت‌های انسانی پرداخته و با میزان تولید کربن‌دی‌اکسید از هر واحد انرژی مصرف‌شده سنجیده می‌شود. حفاظت و اقدامات ارتقایی به‌منظور حفظ انسجام سیستم‌های اجتماعی- زیست‌محیطی و مسامحه بر سر توانایی نسل‌های آتی برای رفع نیازهایشان باید انجام گردد. هرگونه تلاش برای اطمینان از پایداری مستلزم فرایندهای مدیریتی است که نیاز برای مشارکت فعال ذی‌نفعان، ارتقای آگاهی، ظرفیت‌سازی و تصمیم‌سازی مشارکتی را تشخیص دهد. پرداختن به توزیع نابرابر تأثیرات جانبی منفی مرتبط با مکان‌یابی و تولید، توزیع انرژی و امکانات انتقال آن درزمینه‌ی سیستم‌های انرژی به‌منظور ارتقای عدالت زیست‌محیطی از اهمیت خاصی برخوردار است.</p>	

۳-۲- آسایش حرارتی

در تعاریف اولیه از آسایش حرارتی، عکس‌العمل بدن به شرایط محیطی در فضاهای داخلی و خارجی مدنظر قرار گرفته است. تعریف دقیق‌تر این شرایط در سه گروه جای می‌گیرد. تعریف روان‌شناختی بیانگر رضایت مغز نسبت به دمای محیط باز است. تعریف حرارتی- فیزیولوژیکی که به عکس‌العمل بیولوژیکی بدن و سیستم عصبی به تأثیرات خارجی برگرفته‌های حرارتی پوست مرتبط است؛ و تعریف سوم نشان‌دهنده تعادل میان جریان حرارت به داخل و خارج از بدن باز است (Taleb & Taleb, 2014). به‌طور کلی کیفیت آسایش حرارتی به هفت عامل وابسته است که به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: دمای هوا، رطوبت، فشار بخار آب، سرعت جریان هوا، تابش از جداره‌های داخلی فضا،

(دمای متوسط تشعشعی)، نوع پوشش انسان و سطح متابولیسم فردی (متأثر از فعالیت، سن و جنس). از میان عوامل مؤثر در محدوده آسایش حرارتی، دو عامل مربوط به انسان شامل نوع پوشش و سطح متابولیسم فردی به علت اینکه توسط طراحان قابل کنترل نیستند؛ در محدوده‌های مختلف آسایش حرارتی، ثابت فرض شده‌اند. به این معنی که برای پنج عامل اول مقادیر خاصی تعیین شده و دامنه تغییرات پیشنهاد شده، حال آنکه برای دو عامل آخر مقادیر ثابت ارائه گردیده است؛ بنابراین پنج عامل دمای هوا، رطوبت، فشار بخار آب، سرعت جریان هوا، دمای متوسط تشعشعی به‌عنوان متغیرهایی که تحت تأثیر فرم کالبدی قرار دارند، ابزار طراحان برای کنترل کیفیت آسایش حرارتی عابر پیاده در فضای شهری محسوب می‌شوند (کلهرودی و همکاران، ۱۳۹۴).

¹ Availability

² Accessibility

³ Affordability

⁴ Acceptability

بالای جنگل زدایی در سراسر منطقه و افزایش ایجاد سطوح غیرقابل نفوذ در توسعه‌های کم تراکم حومه‌ای نیز، سبب افزایش تناوب رخداد رویدادهای گرمایی می‌گردد.

اتصال در محله‌ها: یک عامل بسیار مهم در شکل‌گیری الگوهای فعال جابه‌جایی نظیر دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی و در نتیجه کاهش کمتر آلاینده‌ها، وجود پیوستگی و اتصال بالا در معابر شهری و در فواصل مناسب پیاده‌روی است. محله‌های جدید با طیف وسیعی از ویژگی‌ها شامل یک مرکز مشخص، اختلاطی از کاربری‌ها و گونه‌های ساختمانی در فاصله قابل پیاده‌روی، معابر کم‌عرض و پیاده‌محور و درجه بالایی از اتصال مشخص می‌شوند (Stangl & Guinn, 2011).

هندسه و فرم کالبدی محله: بررسی هندسه شهری و فرم‌های ساختمانی منفرد به لحاظ دستیابی به معیارهای مهم طراحی از چندین جهت حائز اهمیت است. نخست آنکه فاکتورهای پیش رو بر امکان و میزان دستیابی به تابش خورشیدی مؤثر است. این عامل خود بر لزوم سرمایه‌ش و یا گرمایش انفعالی محیط‌های داخلی (مرتبط با اقلیم‌های گوناگون) که بر میزان انرژی مصرفی عملکردی ساختمان و آسایش حرارتی در فضاهای شهری و همچنین امکان دستیابی به روشنایی روز تأثیرگذار هستند. دوم آنکه این ویژگی‌ها سبب شکل‌دهی به الگوهای جریان باد می‌گردند و از این رو بر تهویه محیط‌های داخلی و همچنین فضاهای شهری تأثیر می‌گذارند (Ratti et al., 2005).

چندین پارامتر به‌منظور تحلیل موارد فوق حائز اهمیت هستند که شامل جهت‌گیری خیابان و ساختمان، تراکم بناها درون محلات، طرح‌بندی محلات، نسبت ابعاد، فاکتور دید به آسمان، طراحی انفعالی بنا (شامل جهت‌گیری نمای ساختمان‌ها، انتخاب مصالح مناسب، نسبت سطح به حجم، تمهیدات سایه‌اندازی، سایز و جهت‌گیری قطعات و نمای ساختمان، میزان بازشوها پاکت حجمی ساختمان، عایق‌بندی جداره‌ها) است (Abd Elraouf et al., 2022)؛ بنابراین معماران و برنامه‌ریزان می‌باید هم به ویژگی‌های فرم

۲-۴- عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی در طراحی شهری با رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا

در بحث آسایش حرارتی در فضاهای خارجی، ملاحظات مکان‌یابی ساختمان‌ها در سازگاری نسبت به هم جهت‌گیری خورشیدی و جهت باد، ترکیب‌بندی و پارامترهای خاص فیزیکی بسیار حائز اهمیت است. علاوه بر این، در روند فرایند سازگاری، چگونگی رفتار مردم در فضاهای خارجی و تأثیرات آن‌ها بر ملاحظات طراحی موضوع مهم دیگری برای برنامه‌ریزان و معماران است (Taleb & Taleb, 2014). با توجه به اهمیت کالبد در طراحی شهری، در ادامه به ارائه خلاصه عوامل کالبدی تأثیرگذار بر ارتقاء آسایش حرارتی با محوریت کاهش مصرف انرژی با توجه به رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا پرداخته شده است.

کاربری و فعالیت: سیاست‌های کاربری می‌تواند بر دو بعد در زمینه مصرف انرژی تأثیر بگذارد: ۱- تشدید استفاده از زمین به سمت کاربری‌های بیشتر و یا کاهش تراکم فعالیت‌های مسکونی و تجاری ۲- تغییر در ترکیب کاربری اراضی. احتمال سوم ترکیبی از دو احتمال قبلی است. سیاست کاربری زمین می‌تواند شامل متراکم‌تر شدن شهر و نیز اختلاط کاربری باشد که عموماً بانام «شهر فشرده» شناخته می‌شود (Voskamp & Van de Ven, 2015).

الگوی توسعه و تراکم: الگوهای رشد شهری (مانند پراکنده رویی در مقابل میان‌افزایی) نتیجه هزاران تصمیم مستقل در مورد مکان زندگی، کار و خرید بر اساس ویژگی‌های شهری بی‌شمار است. پراکنده رویی و حومه‌نشینی می‌تواند سبب تضعیف ریشه‌ای تاب‌آوری انرژی به‌وسیله تناوب و شدت وقایع گرمایشی شدید (Stone et al., 2010)، افزایش وابستگی به خودرو و در نتیجه افزایش انتشار آلاینده‌ها، الگوهای تراکم و ترکیب‌بندی شبکه خیابان‌های شهری، تأثیر در شکل‌گیری گونه‌های مسکن و افزایش مسکن تک‌خانوار گشته و در نتیجه بر اجزای مستقیم مصرف سوخت و انتشار کربن دی‌اکسید تأثیر می‌گذارد. همچنین الگوهای پراکنده رویی توسعه‌های شهری بر پوشش گیاهی منطقه‌ای تأثیر منفی می‌گذارد و به دلیل نرخ

نیاز به خنک کردن آن ساختمان به خصوص است. با این حال با افزایش فضاهای سبز، تعادل انرژی در کل شهر بهبود می یابد و در اقلیم شهری در ابعاد شهر نیز تغییر ایجاد می گردد. تغییرات در مقیاس شهری در اقلیم به تأثیرات غیر مستقیم اشاره دارد زیرا به طور غیر مستقیم بر مصرف انرژی در یک ساختمان تأثیر می گذارند (Akbari et al., 2001).

در ادامه به صورت خلاصه مؤلفه های کالبدی مؤثر بر آسایش حرارتی در قالب (جدول شماره ۲) مطرح می شود.

جدول ۲. مؤلفه های کالبدی مؤثر بر ارتقاء آسایش حرارتی

کاربری و فعالیت	اختلاط کاربری- چند عملکردی بودن
مورفولوژی بافت	الگوی فشرده توسعه- اتصال در محلات
هندسه شهری	<ul style="list-style-type: none"> • دستیابی به تابش خورشیدی جهت گیری معابر- تراکم- نسبت ابعاد • الگوهای جریان هوا و تهویه مکان شهر، تراکم شهری، نسبت ابعاد- جهت خیابان، فاکتور دید به آسمان، پوشش گیاهی
طراحی منفعل بناها	انتخاب مصالح- نسبت سطح به حجم- تمهیدات سایه اندازی- سایز و جهت گیری قطعات و نمای ساختمان- میزان بازشوها- پاکت حجمی بنا- عایق بندی

و هندسه شهری و مورفولوژی، حکومت، جنبه های اجتماعی- مردم شناسی و رفتار انسانی هستند (Sharifi & Yamagata, 2016).

سیستم رتبه بندی STAR Community Index از انجمن ساختمان سازی سبز آمریکا^۱، LEED برای توسعه محلات^۲ در آمریکا، جوامع BREEAM^۳ در انگلستان، CASBEE-UD^۴ در ژاپن فرصت هایی را برای ارتقای اقدامات پیشگیرانه طراحی شهری با رویکرد تاب آوری فراهم نموده و استانداردهای عملکردی برای پیاده سازی های گسترده به دست خواهند داد. چارچوب رتبه بندی STAR جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی پایداری را ادغام می کند و رویکرد هر جامعه را بر مبنای اولویت های محلی و شرایط خاص خود با یک سیستم فهرست مبنا آماده می سازد. این

ساختمان و هم به فضای پیرامونی در مراحل آغازین فرایند برنامه ریزی توجه کنند.

پوشش گیاهی: فضاهای باز شهری بر وضعیت کیفی محیط و کیفیت زندگی شهرها تأثیر بسیار زیادی دارند و افزون بر این بر بهبود اقلیم شهری، کاهش آلودگی صوتی، کاهش آلودگی هوا، افزایش فعالیت های اجتماعی و نیز فراهم آوردن فضایی دلپذیر به طور چشمگیری تأثیر گذار است (پور دیهیمی، ۱۳۹۰). تأثیر مستقیم مثبت شامل کاشت درختان پیرامون یک ساختمان به منظور تغییر تعادل انرژی و

۲-۵- معیارهای طراحی با رویکرد تاب آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی

تاب آوری انرژی مبنای جوامع محلی در سیستم های متعددی ارزیابی می شود. این سیستم های ارزیابی با ارائه اهداف، معیارها و شاخص های اجرایی به روشن شدن موضوع کمک شایانی می نمایند. به همین منظور، سیستم های ارزیابی و رتبه بندی متفاوتی ایجاد شده است که با ارائه ی چک لیست ها و طیف وسیعی از دستورالعمل های مختلف برای ذی نفعان محلی، طراحان و شهروندان حرکت در جهت پایداری به صورت عام و تاب آوری انرژی به صورت خاص را تسهیل می نمایند (Ameen et al., 2015). بر اساس پژوهش یاماگا و شریفی معیارهای تاب آوری انرژی مبنا به پنج زمینه کلی تقسیم بندی شده اند که شامل زیرساخت، منابع، کاربری زمین

³ BRE Environmental Assessment Method

⁴ Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency—Urban environment

¹ (USGBC)

² Leadership in Energy and Environmental Design—Neighbourhood Development

دستورالعمل ویژه است که در سه زمینه اصلی زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی؛ پایداری نواحی شهر را ارزیابی می نماید (IBEC, 2014, 15). در نهایت سیستم BREEAM است که به موضوعات کلیدی پایداری زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و الزامات برنامه ریزی بر پروژه های توسعه ای پیشنهادی در محیط ساخته شده می پردازد. معیارهای مورد توجه این سیستم شامل موارد زیر است: اقلیم و انرژی؛ منابع؛ شکل دهی به مکان؛ حمل و نقل و جابجایی؛ اجتماع؛ اکولوژی و تنوع زیستی؛ کسب و کار و اقتصاد؛ ساختمان ها؛ امتیازات نوآوری (BREEAM Communities, 2012) و (Liu et al., 2020). در (جدول شماره ۳) خلاصه ای از معیارها و ضوابط اصلی ارتقای تاب آوری در این سیستم های ارزیابی بیان می گردد.

فهرست عبارت اند از: محیط ساخته شده؛ اقلیم و انرژی؛ اقتصاد و اشتغال؛ آموزش و پرورش، هنر، اجتماع؛ عدالت و توانمندسازی؛ سلامتی و امنیت؛ سیستم های طبیعی؛ خلاقیت و فرایندها. در این سیستم برای هر یک از معیارها اهداف و ضوابط طراحی بیان می گردد (STAR Communities, 2014, 7).

در سیستم ارزیابی LEED در بخش طراحی محله ها پنج حوزه سیاست گذاری تحت عنوان مکان یابی هوشمند و اتصال؛ الگوی طراحی محله؛ زیرساخت ها و ساختمان های سبز؛ خلاقیت و اولویت منطقه ای وجود دارد. سپس معیارهایی به منظور برآورده ساختن اهداف سیستم در هر حوزه ارائه شده است (U.S. Green Building Council, 2014) و (Sharifi, 2021). در مقیاس بلوک و ناحیه شهری، سیستم ارزیابی CASBEE دارای یک

جدول ۳. معیارهای تاب آوری انرژی مبنا

مآخذ	معیارهای تاب آوری انرژی مبنا
(Sharifi, Yamagata, 2016)	۱- زیرساخت؛ ۲- منابع؛ ۳- کاربری زمین و هندسه شهری و مورفولوژی؛ ۴- حکومت شهری؛ ۵- جنبه های اجتماعی- مردم شناسی و رفتار انسانی
STAR Communities (STAR Communities, 2014, 7)	۱- محیط ساخته شده؛ ۲- اقلیم و انرژی؛ ۳- اقتصاد و اشتغال؛ ۴- آموزش و پرورش، هنر، اجتماع؛ ۵- عدالت و توانمندسازی؛ ۶- سلامتی و امنیت؛ ۷- سیستم های طبیعی؛ ۸- خلاقیت و فرایندها
سیستم ارزیابی LEED (U.S. Green Building Council, 2014)	۱- مکان یابی هوشمند و اتصال ۲- الگوی طراحی محله ۳- زیرساخت ها و ساختمان های سبز ۴- خلاقیت و ۵- اولویت منطقه ای
ارزیابی توسعه های شهری CASBEE (IBEC, 2014, 15)	۱- محیط زیست؛ ۲- اجتماعی؛ ۳- اقتصادی
سیستم رتبه بندی BREEAM (BREEAM Communities, 2012)	۱- اقلیم و انرژی؛ ۲- منابع؛ ۳- شکل دهی به مکان؛ ۴- حمل و نقل و جابجایی؛ ۵- اجتماع؛ ۶- اکولوژی و تنوع زیستی؛ ۷- کسب و کار و اقتصاد؛ ۸- ساختمان ها؛ ۹- امتیازات نوآوری

که همه این معیارها بر اساس اهداف کلان سیستم های ارزیابی که در (جدول شماره ۳) به آن ها اشاره شد، به هدف های خرد و ضوابط طراحی به طور مفصل پرداخته اند، اما از آنجا که اشاره به هر یک از آن ها در مجال این مقاله نمی گنجد در (جدول شماره ۴) ضوابط طراحی معیارهای پنج گانه ای که در این پژوهش از برآیند معیارهای سیستم های ارزیابی

از میان سیستم های ارزیابی موجود به لحاظ تطابق مناسب و کارآمد با مقیاس این پژوهش بر مبنای تأکید بر آسایش حرارتی می توان مؤلفه های تأثیرگذار بر تاب آوری انرژی را در ۵ محور اصلی مورد بررسی قرار داد که شامل مکان یابی هوشمند، منابع و انرژی، حمل و نقل و کاربری، فرم محله ها و الگوی ساخت و خلق مکان است. لازم به ذکر است

ارتقای آسایش حرارتی انتخاب شد. جمع‌بندی ضوابط منتج از مطالعات نظری در ارتباط با طراحی محله تاب آور انرژی مبنا در راستای آسایش حرارتی با تأکید بر فرم کالبدی و الگوی ساخت در (جدول شماره ۴) ارائه می‌گردد.

فوق‌الذکر انتخاب گردیده‌اند، بیان می‌شود. در نهایت با توجه به رویکرد در نظر گرفته‌شده در تدوین این نوشتار، فرم محله‌ها و الگوهای ساخت برای کاربری در نمونه مورد مطالعه با روش‌شناسی مورد نظر پژوهش در راستای

جدول ۴. ضوابط طراحی محله تاب آور انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی

۱- مکان یابی هوشمند	۲- منابع و انرژی	۳- حمل و نقل و کاربری
توجه به مکان‌های ارجح در مکان‌یابی محلات رویکرد حفاظتی از گونه‌های زیستی و اراضی سبز	استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر تنوع در عرضه انرژی به حداقل رساندن اتلاف منابع و مصالح در ساخت چرخه تولید و مصرف انرژی و منابع در محله‌ها	توسعه فشرده طراحی پیاده محور طراحی شبکه یکپارچه دوچرخه توسعه حمل و نقل همگانی اختلاط کاربری خدمات کارآمد شهری باز کاربری ساختمانی
۴- فرم محله‌ها و الگوهای ساخت		۵- خلق مکان
طراحی ساختار محله با رویکرد افزایش آسایش حرارتی و کارایی انرژی (نسبت دستیابی به تابش خورشیدی، سایه‌اندازی و تهویه طبیعی) توجه به فاکتورهای هندسی بلوک‌های شهری نظیر تراکم، نسبت ابعاد، جهت‌گیری در راستای افزایش آسایش حرارتی و کارایی انرژی ساختار هم پیوند فضاهای سبز و باز شهری انعطاف پذیر و چند عملکردی طراحی منفعل گونه‌های ساختمانی (کارایی انرژی)		توجه به هویت کالبدی و اجتماعی محله رعایت بومی‌گرایی منطقه‌ای توجه به اصول پیاده‌مداری (پیوستگی معابر، جداره‌های فعال، نورپردازی مناسب) توجه به مقیاس‌های انسانی افزایش همه‌شمولی و سرزندگی محلی اختلاط فرهنگی در محله تقویت نقش مشارکت محلی افزایش ایمنی گونه‌های مختلط و مقرون‌به‌صرفه مسکن تقویت نوآوری و خلاقیت ایجاد جداره‌های فعال

است که عناصر اتمسفری که بر روی خرده اقلیم تأثیر می‌گذارد را دنبال می‌کند و به‌نوعی شبیه‌سازی جریان باد، تابش، رطوبت، حرارت و سایر پارامترهای دینامیکی و ترمودینامیکی در محیط‌های شهری را محقق می‌سازد و دارای وضوح فضایی بالایی است (Taleghani et al.,)

۳- روش تحقیق

این پژوهش از نوع کاربردی است و برای انجام آن از روش تحقیق توصیفی- تحلیلی، در بستری از مطالعات کتابخانه‌ای و سنجش کمی با استفاده از نرم‌افزار ENVI-met 4 «basic» استفاده شده است. نرم‌افزار «انویمت» مدلی سه‌بعدی

را فراهم می‌کنند؛ بنابراین محدوده آسایش در بازه $-1 < PMV < +1$ خواهد بود.

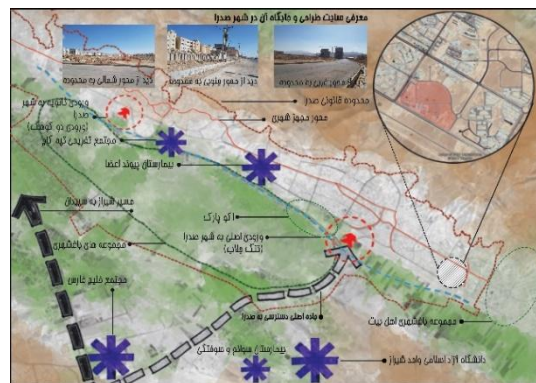
محدوده مورد مطالعه

شهر جدید صدرا در ۱۵ کیلومتری شمال غرب شیراز واقع شده است. این شهر که در محدوده مصوب سال ۱۳۸۵ دارای وسعت تقریبی ۴۳۷۶ هکتار بوده است؛ با توجه به مختصات شهر، از نظر شرایط اقلیمی تفاوت چندانی با اقلیم گرم و خشک شیراز ندارد اما به دلیل آنکه در نواحی کوهستانی و کوهپایه‌ای قرار گرفته است، به تبعیت از شرایط ارتفاع، آب‌وهوای مطبوع‌تر و خنک‌تری نسبت به شهر شیراز داراست (مهندسين مشاور شهر و دیار، ۱۳۹۵، ۴۴).

محدوده‌ای که به منظور کاربست اصول تاب‌آوری انرژی باهدف آسایش حرارتی انتخاب شده است زمینی به وسعت تقریبی ۱۷.۵ هکتار در فاز اول شهر صدرا و در محدوده‌ای معروف به زمین‌های ۱۲۸ هکتاری قرار گرفته است. این محدوده تقریباً آخرین بخش‌های مسکونی فاز یک به سمت شرق بوده و بعد از آن زمین‌های باغ شهری اهل بیت واقع شده‌اند و بلوار فردوسی از میان آن می‌گذرد.

2015). این نرم‌افزار قادر به بازشناخت رفتارهای میکرو اقلیمی و کالبدی فضاهاى شهری و روستایی است.

شاخص مورد استفاده برای پیش‌بینی میزان آسایش حرارتی بر مبنای تعادل انرژی انسان در فضاهاى باز که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است شاخص¹ «PMV» تحت عنوان «میانگین رای پیش‌بینی شده» است. این شاخص بر اساس تعادل گرمای بدن انسان ساخته شده است که برای پیش‌بینی میانگین آسایش احساس حرارتی افراد کاربرد دارد (Johansson et al., 2013). شاخص مذکور برآیندی از شش مؤلفه اصلی است که به دو صورت عوامل محیطی و عوامل انسانی هم چون «میزان فعالیت²»، «سطح پوشش³»، «دمای هوا⁴»، «رطوبت نسبی⁵»، «سرعت باد⁶»، «دمای متوسط تابشی⁷» طبقه‌بندی می‌شوند. این روش بر اساس محاسبه میزان تبادل حرارت بین بدن انسان و محیط پیرامونش استوار است و یکی از متداول‌ترین روش‌های تخمین محدوده آسایش شناخته شده است. در این مدل اعداد مثبت نشان‌دهنده‌ی جهت گرم و اعداد منفی، جهت سرد این معیار سنجش آسایش را مشخص می‌کنند و اعدادی که کمی بالاتر از (+1) و کمی پایین‌تر از (-1) قرار می‌گیرند موجبات بروز ناراضیاتی



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه در شهر جدید صدرا و محدوده شیراز (اقتباس از طرح جامع)

⁴ Air temperature

⁵ Relative Humidity

⁶ Wind speed

⁷ Mean radiant temperature

¹ Predicted mean vote

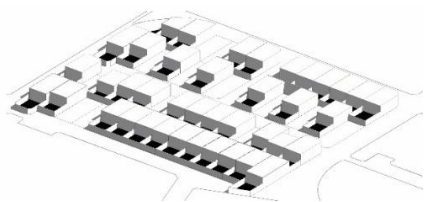
² Metabolic rate

³ Clothing level



شکل ۲. سه بعدی محدوده در رابطه با الگوی باد و تابش

میزان فشردگی یک بافت شهری نشان‌دهنده مقدار پوسته خارجی بناها و در نتیجه پتانسیل آن‌ها برای کنش و واکنش متقابل با اقلیم است. نسبت سطح به حجم یک شاخص مهم در شناخت دانه‌بندی شهری است که نشان‌دهنده مقدار پوسته خارجی بناها و لذا پتانسیل آن‌ها برای کنش و واکنش متقابل با اقلیم از طریق تهویه طبیعی و نور است (Ratti et al., 2003). در حقیقت فشردگی بنا با نسبت سطح به حجم سنجیده می‌شود. در صورتی که شاخص SA/V که نسبت سطح به حجم ساختمانی است، عددی کمتر از ۰.۷ را نشان دهد بافت از تراکم نسبی مطلوبی برخوردار است (McLeod et al., 2014, 2). با توجه به وجود دو گونه کلی ساخت‌وساز در محدوده و همچنین پراکندگی شدید در ساخت‌وسازهای موجود این شاخص برای هر گونه در بخش‌هایی که دارای بیشترین انسجام در ساخت‌وسازها بوده محاسبه شده است. مقدار این شاخص برای الگوی توده گذاری ردیفی در بلوک‌های کم ارتفاع غربی در حدود ۰.۳ محاسبه شده و نشان‌دهنده سطح مناسبی از فشردگی بافت است. این مقدار در بخش‌هایی که قطعات کمتری در حال حاضر ساخته شده و هر بنا گاهی از دو طرف در معرض تماس با فضای اطراف است افزایش یافته و در حدود ۰.۵۵ نیز محاسبه شده است.

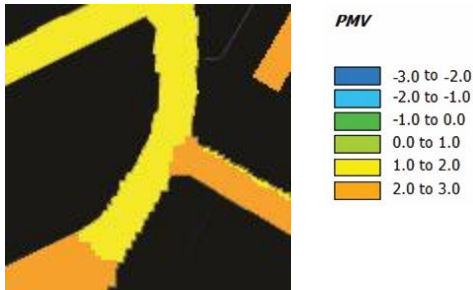


شکل ۳. الگوی توده گذاری ردیفی در بلوک‌های کم ارتفاع غربی

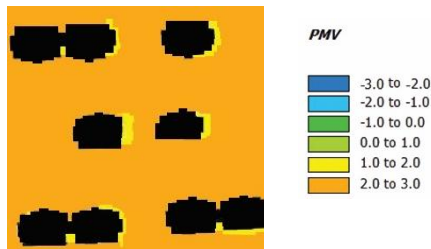
۴- بحث و یافته‌های پژوهش

ویژگی‌های فیزیکی محله‌ها نظیر ساختار و جهت‌گیری معابر در میزان تهویه بلوک‌های شهری و نیز دستیابی به تابش خورشیدی بسیار مؤثر است. تراکم کلی یک معبر، میزان پیوستگی بناهای موجود و نسبت ابعاد میان جدارهای معابر و عرض معبر، میزان فشردگی بافت که با شاخص نسبت سطح به حجم سنجیده می‌شود و فاکتورهایی نظیر حجم آسمان قابل‌رؤیت مشخص‌کننده میزان دستیابی به تابش خورشیدی و در نتیجه اقلیم خرد و میزان آسایش حرارتی در فضاهای شهری یک محله تاب آورند. همچنین پیوستگی و نفوذپذیری معابر و شبکه فضاهای باز و سبز شهری نیز با ایجاد محیط‌هایی خنک‌تر و مطبوع‌تر سبب بهبود وضعیت آسایش حرارتی در محیط‌های شهری می‌گردند. در هر واحد ساختمانی نحوه جهت‌گیری، نوع مصالح، نحوه عایق‌بندی و حجم کلی ساختمان در میزان تاب‌آوری انرژی مبنای محله‌های شهری مؤثرند.

در شهر صدرا باد غالب از جانب غرب به شرق می‌وزد. ساختار شرقی غربی اصلی محدوده امکان بهره‌مندی از این تهویه طبیعی را به دست می‌دهد. همچنین محدوده طراحی با قرار گرفتن میان ارتفاعات جنوبی و شمالی شهر به صورت کلی از وزش بادهای مطبوع و ملایم ارتفاعات بهره‌مند است. این در حالی است که پراکندگی ابنیه، فقدان جداره‌های تعریف‌شده و محصوریت ناکافی و فقدان پوشش گیاهی سایه‌دار مهم‌ترین عوامل در میزان بالای تابش خورشیدی و نبود سایه و در نتیجه سطح پایینی از آسایش حرارتی در ماه‌های گرم سال در حوزه مورد مطالعه است. وجود پتانسیل‌های فراوان به‌منظور ایجاد فضاهای سبز و باز شهری و در پی آن تعدیل خرد اقلیم‌های موجود از مهم‌ترین ویژگی‌های محدوده است. جهت‌گیری آپارتمان‌های مسکن مهر که مغایر با جهت‌گیری مطلوب در اقلیم شهر صدراست و همچنین وجود توده‌های مکعبی شکل بدون سایه‌اندازی مناسب، جنس مصالح ناسازگار با اقلیم، فقدان عایق مناسب حرارتی نیز از دیگر ویژگی‌های این محدوده است.



شکل ۵. توزیع شاخص PMV در گونه ساخت ردیفی در بلوک‌های کم ارتفاع غربی با استفاده از نرم‌افزار ENVI-met



شکل ۶. توزیع شاخص PMV در گونه توده گذاری آزادانه در بلوک‌های مرتفع شرقی مسکن مهر با استفاده از نرم‌افزار ENVI-met

بهره‌گیری از الگوهای بومی همساز با اقلیم در طراحی فرم و بافت شهری: استفاده از الگوهای همساز با اقلیم در طراحی ساختار اصلی محله می‌تواند سبب کاهش نیاز به صرف انرژی به منظور تعدیل خرده اقلیم‌های شکل گرفته گردد. همچنین ساختار پیاده مدار در طراحی محله می‌تواند سبب ترغیب شهروندان به جابجایی فعال در محله به منظور رفع نیازهای آنان گردد. لذا در طراحی محله تاب آور انرژی مینا در راستای آسایش حرارتی از الگوی خوشه‌ای استفاده شده است و تعداد ۱۸ خوشه با ابعاد متنوع و کمتر از ۹۰ متر به منظور رعایت اصل نفوذپذیری طراحی شده است. در هر خوشه با بهره‌گیری از الگوی بومی حیاط مرکزی، قطعات حول فضایی نیمه عمومی - نیمه خصوصی جانمایی شده‌اند. استفاده از الگوی بلوک پیرامونی به منظور ایجاد سلسله مراتبی از محرمیت فضاهای شهری و نیز سلسله مراتبی از فضاهای باز و سبز و شکل دهی به خرده اقلیم‌های مطلوب تر صورت گرفته است.

توجه به عوامل اقلیمی نظیر باد و تابش در طراحی ساختار اصلی محله: شرایط اقلیمی موجود یکی از مهم ترین عوامل تأثیر گذار بر اقلیم‌های ثانویه ایجاد شده در محله‌هاست. استفاده مطلوب از این عوامل می‌تواند موجب تاب آورتر

در گونه آپارتمانی مسکن مهر به لحاظ وجود ارتفاع متفاوت در هر محدوده شاخص نسبت سطح به حجم برای آپارتمان های ۶ طبقه به صورت میانگین محاسبه شده و مقدار عددی این شاخص برابر ۰.۳۴ است که علیرغم مقدار عددی مطلوب به دلیل تماس همه جانبه با محیط اطراف و شکست های فراوان در فرم ساختمانی سبب اتلاف انرژی بالا بوده و فرمی غیر تاب آور از نظر انرژی محسوب می گردد.



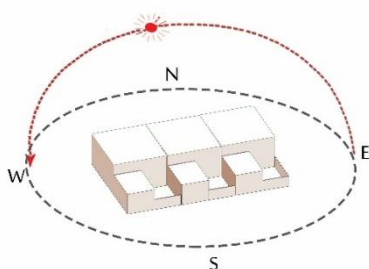
شکل ۴. الگوی توده گذاری آزادانه در بلوک‌های مرتفع شرقی مسکن مهر

در ادامه سنجش میزان آسایش حرارتی در دو گونه موجود بافت با استفاده از نرم‌افزار ENVI-met انجام گرفته و میزان انحراف از معیار شرایط مطلوب اقلیمی، با استفاده از شاخص PMV بیان شده است. سنجش این شاخص در هر دو گونه موجود به عنوان نمونه در ساعت ۱۲ ظهر روز یکم تیرماه نشان دهنده سطح نامناسبی از وضعیت آسایش حرارتی در محدوده است. مقایسه بین این شاخص در دو گونه ساختمانی موجود نشان از اهمیت بیشتر الگوی پیوستار جانمایی قطعات نسبت به تراکم ساختمانی و نسبت ابعاد بناها در ایجاد آسایش حرارتی در اقلیم شهر صدرا دارد که در تطابق کامل با اصول ایجاد آسایش حرارتی مطرح شده در مبانی نظری این پژوهش است و مشاهده می شود که الگوی ساخت و ساز آزادانه در فراهم کردن آسایش حرارتی در معابر شهری ناتوان تر از الگوی ردیفی حتی با ارتفاع ۲ و ۳ طبقه عمل کرده است.

از نظر طرف انرژی شد. در طرح پیشنهادی این شاخص به صورت میانگین برابر با ۵.۸ بوده و با توجه به بازه‌ی مطلوب آن کمتر از ۰.۷ می‌توان نتیجه گرفت که بافت از فشردگی مطلوبی برخوردار است.

طراحی منفعل گونه‌های ساختمانی متناسب با اقلیم:

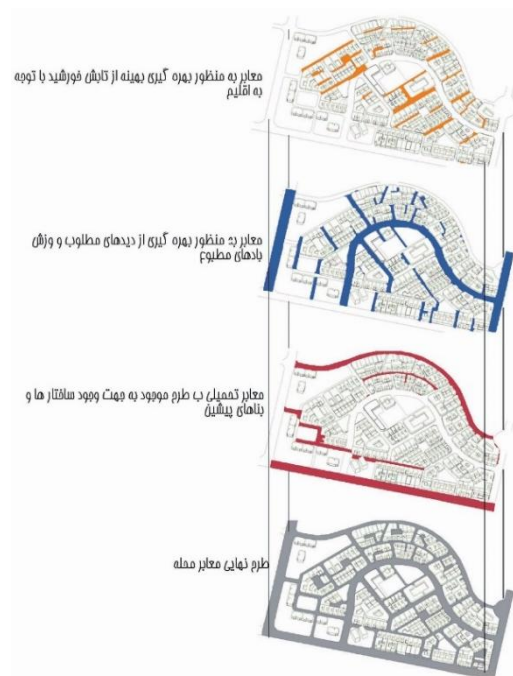
۱- جهت‌گیری قطعات: طراحی منفعل گونه‌های ساختمانی نیاز به صرف انرژی به منظور سرمایش و گرمایش مکانیکی را کاهش داده و سبب افزایش تاب‌آوری انرژی مبنا در محله‌های شهری می‌گردند (Marique & Reiter, 2014). از مهم‌ترین فاکتورهای طراحی منفعل گونه‌ها انتخاب جهت-گیری بهینه قطعات نسبت به تابش خورشیدی است (Sanaieian et al., 2014). با توجه به اینکه نمودار میزان انرژی دریافتی اندازه‌گیری شده در سطوح قائم در شیراز، جهت جنوبی و دامنه‌ای شامل ۱۵ درجه چرخش به سمت شرق و غرب در نظر گرفته شده است (کرمی کرد علیوند و نارنگی فرد، ۱۳۹۶)، در این پژوهش با توجه به نیاز استفاده از انرژی خورشیدی در صبح هنگام و عدم نیاز به آن در عصر، جهت جنوبی تا جهت‌گیری ۱۵ درجه به سمت شرق برگزیده شده است. آپارتمان‌های موجود مسکن مهر دارای جهت نامناسبی نسبت به اقلیم شهر صدرا هستند و این امر با توجه به اختصاص فضای اطراف این آپارتمان‌ها به فضاهای سبز و فضاهای بازی نیمه عمومی- نیمه خصوصی و عدم تکرار این الگو تعدیل گشته است.



شکل ۸. جهت‌گیری پیشنهادی ساختمان‌ها نسبت به تابش خورشیدی

۲- حجم کلی و نحوه توده گذاری ساختمان: ایجاد فرورفتگی و برآمدگی در حجم کلی ساختمان‌ها به منظور

شدن محله از نظر مصرف انرژی گردد (Sanaieian et al., 2014) در طرح پیشنهادی جهت‌گیری کلان معابر در راستای بهینه نسبت به تابش خورشیدی صورت گرفته است. وجود تپه‌های طبیعی در شمال محدوده و نیز دشت‌های جنوبی و وزش بادهای مطلوب از جانب این محورها و وجود دیده‌ای استراتژیک و ارزشمند به این عناصر موجب شده است تا در معابر با طول‌های کوتاه این سوگیری اعمال شده و سبب بهره‌مندی از تهویه طبیعی در محله گردد. (شکل شماره ۷) نحوه شکل‌گیری سازمان فضایی محله در رابطه با شرایط اقلیمی محلی در سایت را نشان می‌دهد.



شکل ۷. فرآیند شکل‌گیری سازمان فضایی محله

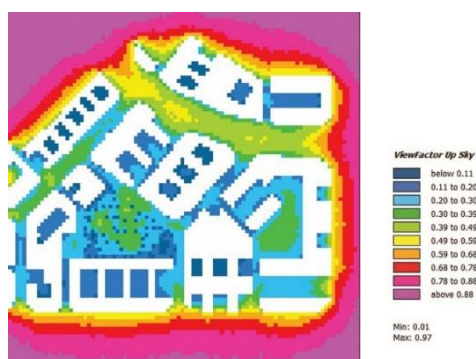
ایجاد سطح مناسبی از تراکم شهری: یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های طراحی سنتی در شهرهای ایران رویکرد کم ارتفاع و متراکم^۱ است. شکل دهی به ساختارهای متراکم می‌تواند از هدر رفت انرژی در اقلیم‌های گرم و خشک جلوگیری کند. همچنین ایجاد سایه و جلوگیری از نفوذ آزاردهنده‌ی تابش خورشیدی نیز از عوامل مؤثر بر خنک‌تر شدن محله است. لذا با بهره‌گیری از میانگین شاخص «نسبت سطح خارجی بنا به حجم» می‌توان سبب ایجاد بافتی متراکم و در نتیجه ایجاد معابر و فضاهای شهری خنک‌تر و تاب‌آورتر

¹ low rise – High density” approach



شکل ۱۳. نحوه توزیع دمای متوسط تابشی در محدوده نمونه در روز اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر در ENVI-met

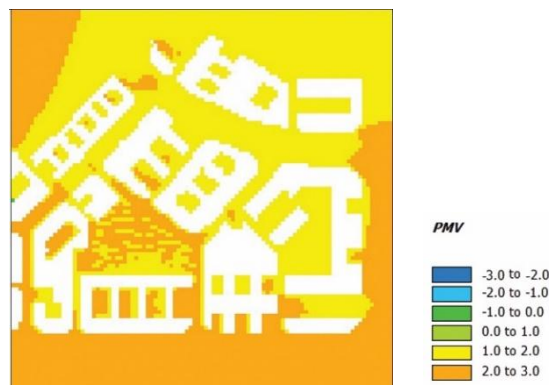
شاخص دید به آسمان میزان سایه‌اندازی عناصر مجاور یک مکان خاص را با اعداد ۰ تا ۱ نشان می‌دهد. پایین بودن این شاخص در مکان‌های دارای شاخص PMV بالاتر مؤید درصد پایین سایه‌اندازی و میزان بالای قرارگیری این نقاط در برابر آسمان باز است. این امر در نتیجه افزایش تابش دریافتی را در پی خواهد داشت. لازم به ذکر است که ویژگی مذکور در فصل تابستان و بهار سبب افزایش تنش حرارتی است، ولی در فصل پاییز و زمستان به‌عنوان عاملی مثبت در ارتقای آسایش حرارتی تلقی می‌شود. به دلیل گرم و خشک بودن محدوده مورد مطالعه که تابستان‌هایی گرم و زمستان‌هایی نسبتاً ملایم دارد، این نقاط به‌عنوان بخش‌هایی مشکل‌دار می‌باید با استفاده از تدابیر مناسب تجهیز شوند.



شکل ۱۴. نحوه توزیع شاخص دید به آسمان در محدوده نمونه در روز اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر در ENVI-met

جریان باد نیز به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در کیفیت آسایش حرارتی مطرح است. باد غالب شهر صدرا از سمت غرب می‌وزد و همچنین گلبادهای ملایم و مطلوبی نیز از جانب ارتفاعات شمالی و پهنه دشت‌های جنوبی وجود دارند. با توجه به سرعت پایین وزش باد در محدوده طراحی

شرایط کاملاً یکسانی ندارد و با افزودن تمهیدات و جزئیات طراحی می‌توان شرایط آسایش حرارتی را بهبود بخشید؛ لذا در ادامه بخش‌هایی که دارای شاخص PMV بالاتری می‌باشند با ارائه جزئیات طراحی در سطح مطلوب‌تری قرار می‌گیرند.



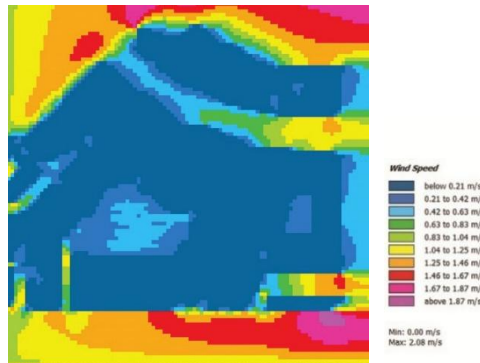
شکل ۱۵. نحوه توزیع شاخص PMV در محدوده نمونه طراحی جزئیات در روز اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر در ENVI-met

در ادامه روند تحلیل و طراحی محدوده‌ی نمونه، به‌منظور ارائه راهبردهای صحیح طراحی، شاخص دید به آسمان که در (شکل شماره ۱۴) توزیع عددی آن مشاهده می‌گردد، با نقشه توزیع دمای هوا (شکل شماره ۱۲) و دمای متوسط تابشی (شکل شماره ۱۳) مقایسه می‌گردد. برای شناسایی مناطقی که عابران پیاده در آن به‌طور خاص در فصل تابستان دچار تنش حرارتی هستند، دمای بخش‌های مختلف محدوده از طریق برداشتی از POT-Temperature بررسی شده است که شامل مجموع دمای متوسط تشعشعی و دمای هوا در محیط است.



شکل ۱۶. نحوه توزیع دمای هوا در محدوده نمونه در روز اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر در ENVI-met

جریان باد نقش قابل توجهی در شرایط آسایش ایجاد نمی‌کند. گیاهی و سطوح آب می‌توان در جهت تقویت تأثیر این عناصر و تعدیل درجه حرارت محیط بهره جست.



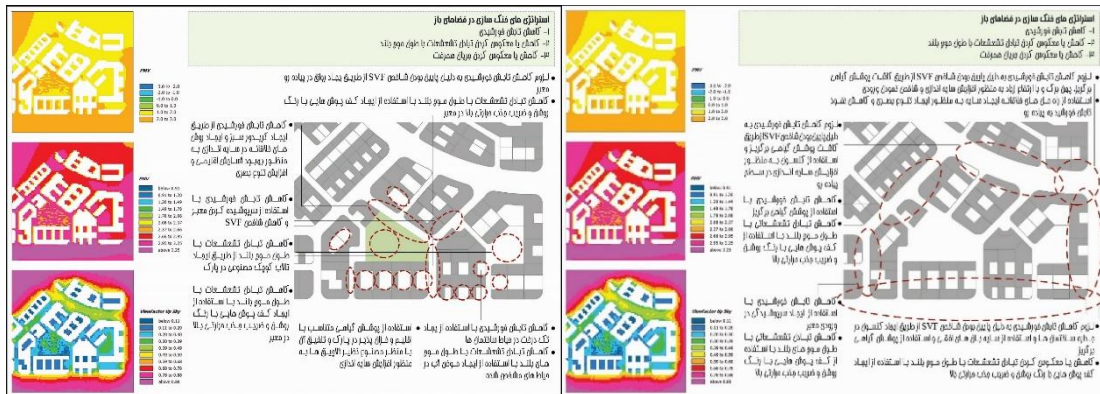
شکل ۱۵. نحوه توزیع سرعت باد در محدوده نمونه در روز اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر در ENVI-met

در ادامه با توجه به استراتژی‌های موجود به‌منظور خنک‌سازی فضاهای باز به ارائه راه‌حل‌های طراحی به‌منظور افزایش آسایش حرارتی پرداخته می‌شود (جدول شماره ۵).

جدول ۵. استراتژی‌های خنک‌سازی در فضاهای باز (مأخذ: Gómez, Cueva, Valcuende, & Matzarakis, 2013)

اقدامات طراحی	اقدامات عمومی	معیارها
ایجاد سایه بهبود سطوح مجاور افزایش محصوریت	کاهش تابش مستقیم و پراکنده به‌وسیله مانع کاهش تشعشعات بازتابشی به‌وسیله ایجاد مانع	کاهش تابش خورشیدی
کف‌سازی سطوح با مصالح دارای ضریب جذب پایین پیش‌بینی آب در محیط مانند پرده‌های آبخار، فواره یا پرده‌های آب	کاهش دمای سطوح هم‌جوار	کاهش یا معکوس کردن تبادل تشعشعات با طول‌موج بلند
ایجاد محصوریت خنک‌سازی محسوس خنک‌سازی نهان ایجاد کانال هوای خنک استفاده از افشانه‌های آب	کاهش دمای هوا تسهیل جریان هوای سرد	کاهش یا معکوس کردن جریان همرفت

در نهایت طراحی ساختار و اجزای محلات با رویکرد کاهش مصرف انرژی و تاب‌آوری انرژی مینا و همخوانی با اقلیم منطقه‌ای صورت گرفت (شکل شماره ۱۶).



شکل ۱۶. ارائه راهکارهای طراحی در راستای تعدیل تنش حرارت

۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

در این پژوهش سعی بر آن بوده است تا اصول و معیارهای طراحی محله تاب آور از نظر انرژی ارائه گردد. مؤلفه‌های تأثیرگذار بر تاب آوری انرژی در ۵ لایه مورد بررسی قرار گرفتند که شامل مکان‌یابی هوشمند، منابع و انرژی، حمل‌ونقل و کاربری، فرم محلات و الگوی توسعه و خلق مکان هستند. رسیدن به رویکردی که سبب تعادل میان محیط طبیعی و محیط انسان‌ساخت گردد، یکی از مهم‌ترین اهداف بشر در تلاش برای ایجاد محیطی مطلوب است. به‌منظور نیل به چنین هدفی برنامه‌ریزی و طراحی شهرهایی همسو با اصول طراحی اقلیمی اصلی‌ترین و مهم‌ترین دغدغه در این حوزه‌ی فعالیتی است. این معیارهای ۵ گانه از برهم‌نهاد معیارهای اصلی مطالعات بنیادی سیستم‌های ارزیابی تاب آوری انرژی مبنای جوامع محلی (سیستم رتبه‌بندی STAR و LEED آمریکا، BREEAM در انگلستان، CASBEE-UD در ژاپن) استخراج گردید. انتخاب معیار فرم محله‌ها و الگوی ساخت و پرداختن به آن در این مقاله به‌صورت خاص بر اساس تأکیدی بود که این سیستم‌ها با تأکید طراحی در محله‌ها پیشنهاد می‌کنند. معیارهای مطرح‌شده با طرح رویکردی کل‌نگر به جنبه‌های گوناگون و پیچیده‌ی شهرها و نگاه به شهرها به‌عنوان سیستم‌های پیچیده پویا در هر کدام از

جنبه‌های حوزه‌های عملکردی خود سبب ارتقای فرآیند تاب‌آورتر شدن محله‌های شهری از جنبه‌ی انرژی می‌گردند. باز ترکیب فرم بهینه ساختار فضایی- کالبدی محله به‌عنوان نمود عملی معیارهای مطرح‌شده و مهم‌ترین بخش در طراحی محله با رویکرد تاب آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی مطرح است. جانمایی ساختار فضایی کالبدی پیشنهادی بر بستر و نحوه توده گذاری بر آسایش اقلیمی محیط‌های بیرونی مؤثر بوده و این امر بر آسایش حرارتی محیط‌های درونی تأثیرگذار است. ساختار محله در این پژوهش با در نظرگیری جهت‌گیری بهینه نسبت به عوامل اقلیمی نظیر تابش، جهت‌گیری بادهای غالب و مطلوب و نیز دیدهای شاخص به عناصر طبیعی هویت‌مند ارائه و سپس با در نظرگیری الگوهای ملهم از نحوه توده گذاری سنتی و با استناد به پژوهش‌هایی که به‌صورت مستدل تأثیر این‌گونه توده گذاری را بر آسایش حرارتی فضاهای باز در نظر گرفته بودند، جانمایی شد. در مرحله بعد با شبیه‌سازی محدوده نمونه در محیط نرم‌افزاری ENVI- met به‌منظور بهبود آسایش حرارتی پیاده‌ها در فضاهای باز به ارائه راهبردها و اقدامات اجرایی متفاوت خنک‌سازی در فضاهای باز پرداخته و جزئیات طراحی ارائه شد که خلاصه‌ای از ضوابط طراحی پیشنهادی به شرح (جدول شماره ۶) است.

جدول ۶. ضوابط طراحی پیشنهادی باز ترکیب فرم کالبدی محله با رویکرد تاب آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی

ایجاد سطح مناسبی از فشردگی بافت شهری و جلوگیری از جانمایی آزادانه توده در فضا
پیشنهاد حد مناسبی از تراکم ساختمانی به منظور دستیابی به سطح مطلوبی از محصوریت در خیابان‌ها و فضاهای شهری با توجه به اقلیم شهر صدرا
توجه به جهت‌گیری معابر به منظور سوگیری به سمت باد غالب و یا گلبادهای مطلوب از جانب شمال و جنوب و افزایش سایه‌اندازی در معابر
تعریف شبکه‌ای کارآمد از فضاهای شهری کوچک مقیاس محلی و مرکز محلات
استفاده از فرم خوشه‌ای در طراحی ساختار محله و استفاده از فرم بلوک پیرامونی در طراحی (الهام از فرم حیاط مرکزی)
افزایش نفوذپذیری فیزیکی در معابر به وسیله کوچک کردن اندازه بلوک‌ها
افزایش هم پیوندی میان معابر بافت به وسیله بهبود نقاط گسستگی دسترسی
شکل‌دهی به جداره‌های شهری به وسیله ایجاد سطح مناسبی از تراکم ابنیه و تشکیل جداره‌های پیوستار شهری
توجه به شاخص حجم آسمان قابل‌رؤیت در مرکز محله و فضاهای سبز باز به منظور جلوگیری از تشکیل جزایر حرارتی
جانمایی توده‌های ساختمانی با جهت ۱۵ درجه چرخش از جهت شمالی - جنوبی به شرق تا نهایتاً قطعات شمالی - جنوبی
پرهیز از ایجاد فرم‌های شکسته به منظور کاهش شاخص سطح به حجم
ایجاد بناهایی با عایق حرارتی به منظور کاهش هدر رفت انرژی
استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا
توجه به تکنیک‌های ساخت بومی
طراحی بازشوهای بزرگ در سطوح جنوبی به منظور احترام به طراحی سازگار با اقلیم و پرهیز از ایجاد بازشوهای بزرگ در جداره‌های شرقی
استفاده از تجهیزات و دستگاه‌های کنترل مصرف انرژی در مقیاس خانگی
ایجاد ضوابط و مقرراتی برای ساخت‌وساز به منظور افزایش کارآمدی در سیستم‌های انرژی مسکن
طراحی شبکه‌ای از فضاهای سبز کارآمد به منظور بهبود شرایط آسایش حرارتی در محله‌ها و ایجاد فضاهای عمومی برای تعامل
استفاده از پوشش گیاهی بومی در فضاهای سبز عمومی
استفاده از پوشش گیاهی برگ‌ریز در جداره شرقی معابر به منظور تأمین آسایش حرارتی در فصول گوناگون
استفاده از سطوح سبز (بام سبز و دیوارهای سبز) به منظور بهبود شرایط خرده اقلیمی

۶- منابع

- مهندسین مشاور پارهاس و همکاران. (۱۳۸۸). مرداد. طرح تجدیدنظر طرح جامع شهر جدید صدرا (جلد ۲ مطالعات مرحله شناخت و سنجش وضعیت). وزارت مسکن و شهرسازی. صدرا: شرکت عمران شهر جدید صدرا.
- مهندسین مشاور پارهاس و همکاران. (۱۳۹۴). دی. طرح تجدیدنظر طرح جامع (طرح و برنامه توسعه). وزارت مسکن و شهرسازی. صدرا: شرکت عمران شهر جدید صدرا.
- مهندسین مشاور شهر و دیار. (۱۳۹۵). گزارش وضع موجود پارک موضوعی کندو شهر صدرا (جلد اول). شهرداری صدرا. صدرا: شرکت عمران شهر جدید صدرا.
- پوردیهیمی، شهرام. (۱۳۹۰). زبان اقلیمی در طراحی معماری پایدار (جلد ۱). تهران، ایران: دانشگاه شهید بهشتی.
- کرمی کرد علیوند، فیروزه و نارنگی فرد، مهدی. (۱۳۹۶). بهینه‌سازی جهت‌گیری ساختمان‌ها در برابر تابش (مطالعه موردی: شهر شیراز). مجله اندیشه جغرافیایی، ۱۶، ۹۶-۱۲۱.
- https://geonot.znu.ac.ir/article_25845.html.
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۷). اقلیم و معماری. تهران: انتشارات نگارنده دانش.

- Hamin, E. M., & Gurran, N. (2009). Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the US and Australia. *Habitat international*, 33(3), 238-245.
<https://doi.10.1016/j.habitatint.2008.10.005>
- IBEC. (2014). CASBEE for urban Development technical manual. 2014. (J. s. consortium (JSBC), Ed.) Tokyo, *Japan: Institute for Building Environment and Energy Conservation*. Retrieved from.
<http://www.ibec.or.jp/CASBEE>
- Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of planning education and research*, 26(1), 38-52.
<https://doi.org/10.1177/0739456X05285119>
- Johansson, Erik. Spangenberg, Jörg. Gouvêa, Mariana Lino. Freitas, Edmilson D. (2013). Scale-integrated atmospheric simulations to assess thermal comfort in different urban tissues in the warm humid summer of São Paulo, Brazil. *Urban Climate*, 6, 24-43.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.08.003>
- Liu, Ch., Wang, F., MacKillop, F. (2020). A critical discussion of the BREEAM Communities method as applied to Chinese eco-village assessment, *Sustainable Cities and Society*, 59, 102172.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102172>
- Marique, A. F., & Reiter, S. (2014). A simplified framework to assess the feasibility of zero-energy at the neighbourhood/community scale. *Energy and Buildings*, 82, 114-122.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.006>
- McLeod, R., Kym Mead, & Mark Standen. (n.d.) (2014). *Passivhaus primer- Designer's guide: A guide for the design team and local authorities*. Passivhaus Institut. England. Retrieved from
<http://www.passivhaus.org.uk>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and urban planning*, 147, 38-49.
- Abd Elraouf, R., Elmokadem, A. Megahed, N., Abo Eleinen, O., Eltarabily, S. (2022). The impact of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot-humid climate, *Building and Environment*, 225, 109632.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109632>
- Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar energy*, 70(3), 295-310.
[https://doi.org/10.1016/S0038092X\(00\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0038092X(00)00089-X)
- Ameen, R. F. M., Mourshed, M., & Li, H. (2015). A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design. *Environmental Impact Assessment Review*, 55, 110-125.
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.07.006>
- BREEAM Team (2015), BREEAM Communities technical manual: SD202 - 1.0.2012, *BRE Global Ltd* (September 22, 2015).
- BREEAM Communities Manual 2012. *Code for a Sustainable Built. Environment. Technical Manual SD202 – 01.2012*. bre. Available on www.bream.org.
- Davis, J., & Uffer, S. (2013). *Evolving Cities: exploring the relations between urban forms 'resilience' and the governance of urban form*. London School of Economics.
<https://lsecities.net/publications/reports/evolvin>
- Forgaci, C., & Van Timmeren, A. (2014). Urban form and fitness: Towards a space-morphological approach to general urban resilience. *International Sustainable Development Research Society (ISDRS)*.
<http://resolver.tudelft.nl/uuid:9d427722-bca3-44c1-b10f-2d0d775d0653>
- Golubchikov, Oleg, *Climate Neutral Cities: How to Make Cities Less Energy and Carbon Intensive and More Resilient to Climatic Challenges* (2011). New York and Geneva: United Nations, *Economic Commission for Europe (UNECE)*, Available at.
<https://ssrn.com/abstract=2181136>

urban energy resilience. *Energy Procedia*, 75, 2904-2909.

<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.586>

- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Principles and criteria for assessing urban energy resilience: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1654-1677.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.028>

- Sharifi, A., (2021). Urban sustainability assessment: An overview and bibliometric analysis, *Ecological Indicators*, 121, 107102.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107102>

- Solecki, W., Seto, K. C., Balk, D., Bigio, A., Boone, C. G., Creutzig, F., Romero-Lankao, P. (2015). A conceptual framework for an urban areas typology to integrate climate change mitigation and adaptation. *Urban Climate*, 14, 116-137.

<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.07.001>

- Stangl, P., & Guinn, J. M. (2011). Neighborhood design, connectivity assessment and obstruction. *Urban Design International*, 16(4), 285-296.

<https://doi.org/10.1057/udi.2011.14>

- STAR Communities. (2014). *STAR Community Rating System*. 1.1. U.S.

<https://www.usgbc.org/resources/star-community-rating-system-technical-guide-v2>

- Stone, B., Hess, J. J., & Frumkin, H. (2010). Urban form and extreme heat events: are sprawling cities more vulnerable to climate change than compact cities? *Environmental health perspectives*, 118(10), 1425.

<https://doi.10.1289/ehp.0901879>

- Taleb, H., & Taleb, D. (2014). Enhancing the thermal comfort on urban level in a desert area: Case study of Dubai, United Arab Emirates. *Urban forestry & urban greening*, 13(2), 253-260.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.01.003>

- Taleghani, Mohammad. Kleerekoper, Laura. Tenpierik, Martin. van den Dobbelen, Andy. (2015). Outdoor thermal comfort within five different urban

<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>

- Michalina, D, Mederly P, Diefenbacher H, Held B. (2021). Sustainable Urban Development: A Review of Urban Sustainability Indicator Frameworks. *Sustainability*; 13(16):9348.

<https://doi.org/10.3390/su13169348>

- Oikarinen, E. M. (2014). Urban design with weather variability—Adaptive capacity approaches towards Northern climate now and in the future. In *Proceedings of the Annual Architectural Research Symposium in Finland*, 119-132.

<https://journal.fi/atut/article/view/46145>

- Pasimeni, M. R., Petrosillo, I., Aretano, R., Semeraro, T., De Marco, A., Zaccarelli, N., & Zurlini, G. (2014). Scales, strategies and actions for effective energy planning: A review. *Energy Policy*, 65, 165-174.

<https://doi.10.1016/j.enpol.2013.10.027>

- Ratti, C., Baker, N., & Steemers, K. (2005). Energy consumption and urban texture. *Energy and buildings*, 37(7), 762-776.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.10.010>

- Ratti, C., Raydan, D., & Steemers, K. (2003). Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. *Energy and buildings*, 35(1), 49-59.

[https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00079-8)

- Sanaieian, H., Tenpierik, M., van den Linden, K., Seraj, F. M., & Shemrani, S. M. M. (2014). Review of the impact of urban block form on thermal performance, solar access and ventilation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 551-560.

<https://doi.10.1016/j.rser.2014.06.007>

- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2014). Major principles and criteria for development of an urban resilience assessment index. In *International Conference and Utility Exhibition on Green Energy for Sustainable Development (ICUE)*, Pattaya, Thailand, 2014, 1-5.
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2015). A conceptual framework for assessment of

forms in the Netherlands. *Building and Environment*, 83, 65-78.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.014>

- U.S. Green Building Council. (2014). *LEED Reference Guide for Neighborhood Development*. 4.


<https://www.usgbc.org/guide/nd>

- Voskamp, I. M., & Van de Ven, F. H. M. (2015). Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*, 83, 159-167.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.018>

نحوه ارجاع به مقاله:

اکبری ، سحر، شعله، مهسا و لطفی، سهند. (۱۴۰۳). باز ترکیب فرم کالبدی با رویکرد تاب آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی (نمونه موردی: شهر جدید صدرا) ، توسعه پایدار شهری، ۵(۱۵)، ۱-۲۰.

 DOI: <https://doi.org/10.22034/usd.2024.2010493.1123>

 DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27170128.1403.5.15.1.1>

URL: https://usdjournal.daneshpajoohan.ac.ir/article_713938.html?lang=fa



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute. This article is an open access article licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)