ISSN: 27170128
EISSN: 27170136

Journal of Urban Sustainable Development
Vol. 5, No. 15, Summer 2024, 1-20
https://usdjournal.daneshpajoohan.ac.ir/

USD Journal

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

Sahar Akbari [1], Mahsa Sholeh [2]*, Sahand Lotfi [3]

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

Intoduction

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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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.daneshpajoohan.ac.ir/article_713938.html?lang=en

Copyrights:

©2023 by the authors. Published by the Urban Sustainable Development Journal. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

OPEN ACCESS

ISSN: 27170128
EISSN: 27170136

نشریه علمی توسعه پایدار شهری
دوره ۵، شماره ۱۵، تابستان ۱۴۰۳، ۲۰-۱
https://usdjournal.daneshpajoohan.ac.ir/

USD Journal

https://doi.org/10.22034/usd.2024.2010493.1123

مقاله پژوهشی

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 برنامه‌ریزی‌شده‌اند، شرایط اقلیمی و ویژگی‌های بومی و محلی را در طراحی کمتر مدنظر داشته‌اند. ازاین‌رو با توجه به‌ضرورت راهبردهای کاهش مصرف انرژی درروند 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 موردمطالعه 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 تاب آور انرژی مبنا با تأکید بر ارتقاء آسایش حرارتی و همچنین تحلیل کالبدی و اقلیمی بستر سایت؛ نقاط منتخب در نرم‌افزار ENVI-met شبیه سازی و شاخص آسایش حرارتی یا میانگین رای پیش‌بینی شده «PMV»، برای آن‌ها در گرم‌ترین ماه سال استخراج گردید. درنهایت 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 باقابلیت 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 تاب آوری انرژی مبنا در راستای دستیابی به آسایش اقلیمی» است که در دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز انجام شده است.

[۲] دانش آموخته 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

تاب‌آوری اقلیمی شهر از رویکردهای کارآمد و به‌روز در برخورد با پیامدهای ناشی از تحولات زیست‌محیطی است که با دو جهت‌گیری اصلی کاهش و انطباق در مفاهیم و اقدامات خود به تشریح اقدامات موردنیاز در برخورد با رویدادهای آب و هوایی می‌پردازد. این دو جنبه از این مفهوم با ماهیت زمانی تغییرات اقلیمی در ارتباط است (Hamin & Gurran, 2009).

با توجه به نقش انتشار گازهای گلخانه‌ای و به‌خصوص گاز کربن دی‌اکسید ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی، «رویکرد کاهشی» به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان یک مکانیزم کلیدی برای کم کردن روند تغییرات اقلیمی اشاره دارد. بااین‌حال نظر به برگشت‌ناپذیری تغییرات به وقوع پیوسته‌ی اقلیمی و روند کند متوقف ساختن آن، 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 پیش‌بینی‌شده محدود می‌سازد(Golubchikov, 2011; Oikarinen, 2014).

با استناد به گزارش‌های بانک جهانی، ایران بیش از تمامی مخاطرات تغییر اقلیمی چرخه‌ای، در معرض ایجاد خشک‌سالی‌های پیاپی و اثرات افزایشی تغییر دمای چرخه‌ای مانند اثر جزایر حرارتی شهری است. محله‌ها نیز به‌عنوان واحد سازنده ساختار شهر از این تغییرات مستثنا نبوده و لذا اتخاذ سیاست‌های فضایی مناسب در انطباق با این تغییر بسیار حائز اهمیت است (Golubchikov,2011). در این نوشتار تلاش بر آن است با بازخوانی تاب‌آوری شهری و معیارهای مرتبط با تاب‌آوری 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 مؤلفه‌های تاب‌آوری انرژی به‌منظور بررسی چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها برآسایش حرارتی در محیط شهری، تبیین معیارهای طراحی با رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی و ارزیابی محله موردمطالعه در شهر جدید صدرا بر اساس ضوابط فرم کالبدی و الگوی ساخت و بازترکیب فرم کالبدی آن در این راستاست.

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

۱-۲-تاب‌آوری شهری

تاب‌آوری از ریشه لاتین فعل Resilire به معنی حالت ارتجاعی داشتن و یا به عقب برگشتن گرفته‌شده است. فیزیک‌دانان برای اولین بار از مفهوم تاب‌آوری برای توضیح قابلیت ارتجاعی و به‌عنوان یک توانایی مواد برای مقاومت در مقابل شوک و ضربات خارجی استفاده کردند (Solecki et al., 2015). تاب‌آوری شهری به توانایی یک سیستم شهری و تمام شبکه‌های اجتماعی-زیست-محیطی و اجتماعی- فنی تشکیل‌دهنده آن، در مقیاس‌های زمانی و فضایی برای حفظ و یا بازگشت سریع به عملکرد موردنظر در مواجهه با اختلال، برای انطباق با تغییر و دگرگونی سریع سیستم‌هایی که ظرفیت انطباقی فعلی یا آینده را محدود می‌کنند، اشاره دارد (Meerow et al., 2016). درواقع شهر تاب آور، شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های 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 سیستم‌های فیزیکی تاب آور، در برابر مخاطرات بسیار آسیب‌پذیر خواهد بود (Forgaci & Timmeren, 2014,3). در زمینه‌های برنامه‌ریزی و طراحی شهری، تاب‌آوری، اغلب در جنبه‌های کالبدی فضایی شهر مانند چشم‌اندازها، محیط‌زیست و شکل شهر بررسی می‌شود (Davis & Uffer, 2013,10) و (Michalina et al., 2021).

دو نوع جهت‌گیری کلی در مفاهیم و اقدامات رویکرد تاب‌آوری وجود دارد که با ماهیت زمانی تغییرات اقلیمی در ارتباط است. با توجه به نقش انتشار گازهای گلخانه‌ای و به‌خصوص گاز کربن دی‌اکسید ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای یک مکانیم کلیدی برای کم کردن روند تغییرات اقلیمی است. این

اقدام به «رویکرد کاهشی» شناخته‌شده است. بااین‌حال 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 پیش‌بینی‌شده محدود می‌سازد (Oikarinen, 2014; Jabareen, 2013). افزایش چشمگیر میانگین دما و درنتیجه 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 طولانی‌مدت هستند درحالی‌که استراتژی‌های انطباقی اجتماعات محلی را از خطرات اقلیمی ناگهانی (کوتاه‌مدت) و میان‌مدت (چرخه‌ای) محافظت می‌کند (Hamin & Gurran, 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(Pasimeni 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 & Yamagata, 2015). خلاصه‌ای از تعریف این چهار معیار به‌عنوان ابعاد پایداری در سیستم‌های تاب آور انرژی مبنا در (جدول شماره ۱) بیان‌شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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

موجود بودن[1]	موجود بودن به معنی وجود عرضه کافی انرژی در شرایطی است که تزلزل در عرضه انرژی براثر وقایع اقلیمی غیرقابل‌پیش‌بینی، 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.
دسترس بودن[2]	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.
مقرون‌به‌صرفه بودن[3]	مقرون به‌صرف 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 به‌صرفه بودن انرژی (سهم 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.
پذیرفتگی[4]	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.

۳-۲-آسایش حرارتی

در تعاریف اولیه از آسایش حرارتی، عکس‌العمل بدن به شرایط محیطی در فضاهای داخلی و خارجی مدنظر قرارگرفته 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 به‌عکس العمل بیولوژیکی بدن و سیستم عصبی به تأثیرات خارجی برگیرنده‌های حرارتی پوست مرتبط است؛ و تعریف سوم نشان‌دهنده تعادل میان جریان حرارت به داخل و خارج از بدن باز است(Taleb & Taleb, 2014). به‌طورکلی کیفیت آسایش حرارتی به هفت عامل وابسته است که به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: دمای هوا، رطوبت، فشار بخارآب، 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 قابل‌کنترل نیستند؛ در محدوده‌های مختلف آسایش حرارتی، ثابت فرض شده‌اند. به این معنی که برای پنج عامل اول مقادیر خاصی تعیین‌شده و دامنه تغییرات پیشنهادشده، حال‌آنکه برای دو عامل آخر مقادیر ثابت ارائه گردیده است؛ بنابراین پنج عامل دمای هوا، رطوبت، فشار بخارآب، 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

۴-۲- عوامل مؤثر برآسایش 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، درروند فرایند سازگاری، چگونگی رفتار مردم در فضاهای خارجی و تأثیرات آن‌ها بر ملاحظات طراحی موضوع مهم دیگری برای برنامه ریزان 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 پرداخته‌شده است.

کاربری و فعالیت: سیاست‌های کاربری می‌تواند بر دو بعد درزمینه 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 میان افزایی) 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 درنتیجه افزایش انتشار آلاینده‌ها، الگوهای تراکم و ترکیب‌بندی شبکه خیابان‌های شهری، تأثیر در شکل‌گیری گونه‌های مسکن و افزایش مساکن تک خانواری گشته و درنتیجه 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 بالای جنگل‌زدایی 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 درنتیجه 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 پیاده محور 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 سرمایش 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 ازاین‌رو 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 برنامه ریزان می‌باید هم به ویژگی‌های فرم

ساختمان و هم به فضای پیرامونی در مراحل آغازین فرایند برنامه‌ریزی 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 فعالیت‌های اجتماعی و نیز فراهم آوردن فضایی دلپذیر به‌طور چشمگیری تأثیرگذار است (پور دیهیمی، ۱۳۹۰). تأثیر مستقیم مثبت شامل کاشت درختان پیرامون یک ساختمان به‌منظور تغییر تعادل انرژی و نیاز به خنک کردن آن ساختمان به‌خصوص است. بااین‌حال با افزایش فضاهای سبز، تعادل انرژی در کل شهر بهبود می‌یابد و در اقلیم شهری در ابعاد شهر نیز تغییر ایجاد می‌گردد. تغییرات در مقیاس شهری در اقلیم به تأثیرات غیرمستقیم اشاره دارد زیرا به‌طور غیرمستقیم بر مصرف انرژی در یک ساختمان تأثیر می‌گذارند(Akbari et al., 2001).

در ادامه به‌صورت خلاصه مؤلفه‌های کالبدی مؤثر برآسایش حرارتی در قالب (جدول شماره ۲) مطرح می‌شود.

جدول ۲. مؤلفه‌های کالبدی مؤثر بر ارتقاء آسایش حرارتی

کاربری و فعالیت	اختلاط کاربری- چند عملکردی بودن
مورفولوژی بافت	الگوی فشرده توسعه- اتصال در محلات
هندسه شهری	≠ دستیابی به تابش خورشیدی جهت‌گیری 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 سایه‌اندازی- سایز و جهت‌گیری قطعات و نمای ساختمان- میزان بازشوها- پاکت حجمی بنا- عایق‌بندی

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

تاب‌آوری انرژی مبنای جوامع محلی در سیستم‌های متعددی ارزیابی می‌شود. این سیستم‌های ارزیابی با ارائه اهداف، معیارها و شاخص‌های اجرایی به روشن شدن موضوع کمک شایانی می‌نمایند. به همین منظور، سیستم‌های ارزیابی و رتبه-بندی متفاوتی ایجادشده است که با ارائه‌ی چک لیست‌ها و طیف وسیعی از دستورالعمل‌های مختلف برای ذی‌نفعان محلی، طراحان و شهروندان حرکت در جهت پایداری به‌صورت عام و تاب‌آوری انرژی به‌صورت خاص را تسهیل می‌نمایند (Ameen et al., 2015). بر اساس پژوهش یاماگا و شریفی معیارهای تاب‌آوری انرژی مبنا به پنج زمینه کلی تقسیم‌بندی شده‌اند که شامل زیرساخت، منابع، کاربری زمین و هندسه شهری و مورفولوژی، حکومت، جنبه‌های اجتماعی- مردم‌شناسی و رفتار انسانی هستند (Sharifi &Yamagata, 2016).

سیستم رتبه‌بندی STAR Community Index از انجمن ساختمان‌سازی سبز آمریکا[1]، LEED برای توسعه محلات[2] در آمریکا، جوامع BREEAM[3] در انگلستان، CASBEE-UD[4] در ژاپن فرصت‌هایی را برای ارتقای اقدامات پیشگیرانه طراحی شهری با رویکرد تاب‌آوری فراهم نموده و استانداردهای عملکردی برای پیاده‌سازی‌های گسترده به دست خواهند داد. چارچوب رتبه‌بندی STAR جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی پایداری را ادغام می‌کند و رویکرد هر جامعه را بر مبنای اولویت‌های محلی و شرایط خاص خود با یک سیستم فهرست مبنا آماده می‌سازد. این

[1] (USGBC)
[2] Leadership in Energy and Environmental Design—Neighbourhood Development
[3] BRE Environmental Assessment Method
[4] Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency–Urban environment

فهرست عبارت‌اند از: محیط ساخته‌شده؛ اقلیم و انرژی؛ اقتصاد و اشتغال؛ آموزش‌وپرورش، هنر، اجتماع؛ عدالت و توانمندسازی؛ سلامتی و امنیت؛ سیستم‌های طبیعی؛ خلاقیت و فرایندها. در این سیستم برای هر یک از معیارها اهداف و ضوابط طراحی بیان می‌گردد (STAR Communities, 2014, 7).

در سیستم ارزیابی LEED در بخش طراحی محله‌ها پنج حوزه سیاست‌گذاری تحت عنوان مکان‌یابی هوشمند و اتصال؛ الگوی طراحی محله؛ زیرساخت‌ها و ساختمان‌های سبز؛ خلاقیت و اولویت منطقه‌ای وجود دارد. سپس معیارهایی به‌منظور برآورده ساختن اهداف سیستم در هر حوزه ارائه‌شده است (U.S. Green Building Council,2014) و (Sharifi, 2021). در مقیاس بلوک و ناحیه شهری، سیستم ارزیابی CASBEE دارای یک دستورالعمل ویژه است که در سه زمینه اصلی زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی؛ پایداری نواحی شهر را ارزیابی می‌نماید(IBEC,2014, 15). درنهایت سیستم BREEAM است که به موضوعات کلیدی پایداری زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و الزامات برنامه‌ریزی بر پروژه‌های توسعه‌ای پیشنهادی در محیط ساخته‌شده می‌پردازد. معیارهای موردتوجه این سیستم شامل موارد زیر است: اقلیم و انرژی؛ منابع؛ شکل‌دهی به مکان؛ حمل‌ونقل و جابجایی؛ اجتماع؛ اکولوژی و تنوع زیستی؛ کسب‌وکار و اقتصاد؛ ساختمان‌ها؛ امتیازات نوآوری(BREEAM Communities, 2012) و (Liu et al., 2020). در (جدول شماره ۳) خلاصه‌ای از معیارها و ضوابط اصلی ارتقای تاب‌آوری در این سیستم‌های ارزیابی بیان می‌گردد.

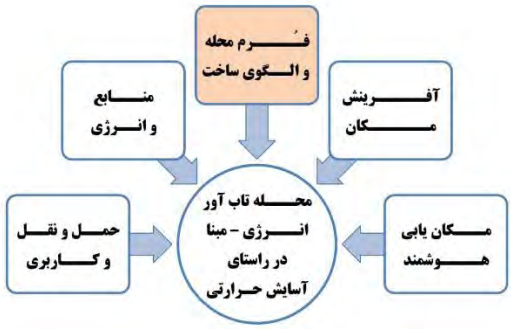
جدول ۳. معیارهای تاب‌آوری انرژی مبنا

مأخذ	معیارهای تاب‌آوری انرژی مبنا
(Sharifi,Yamagata, 2016)	۱- زیرساخت؛ ۲- منابع؛ ۳-کاربری زمین و هندسه شهری و مورفولوژی؛ ۴- حکومت شهری؛ ۵-جنبه‌های اجتماعی- مردم‌شناسی و رفتار انسانی
STAR Communities (STAR Communities, 2014, 7)	۱- محیط ساخته‌شده؛ ۲-اقلیم و انرژی؛ ۳-اقتصاد و اشتغال؛ ۴-آموزش‌وپرورش، هنر، اجتماع؛ ۵- عدالت و توانمندسازی؛ ۶- سلامتی و امنیت؛ ۷- سیستم‌های طبیعی؛ ۸- خلاقیت و فرایندها
سیستم ارزیابی LEED (U.S. Green Building Council,2014)	۱- مکان‌یابی هوشمند و اتصال ۲- الگوی طراحی محله ۳- زیرساخت‌ها و ساختمان‌های سبز ۴- خلاقیت و ۵- اولویت منطقه‌ای
ارزیابی توسعه‌های شهری CASBEE (IBEC,2014, 15)	۱-محیط‌زیست؛۲- اجتماعی؛ ۳- اقتصادی
سیستم رتبه‌بندی BREEAM (BREEAM Communities, 2012)	۱-اقلیم و انرژی؛ ۲- منابع؛ ۳- شکل‌دهی به مکان؛ ۴- حمل‌ونقل و جابجایی؛ ۵- اجتماع؛ ۶- اکولوژی و تنوع زیستی؛ ۷- کسب‌وکار و اقتصاد؛ ۸- ساختمان‌ها؛ ۹- امتیازات نوآوری

از میان سیستم‌های ارزیابی موجود به لحاظ تطابق مناسب و کارآمد با مقیاس این پژوهش بر مبنای تأکید برآسایش حرارتی می‌توان مؤلفه‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری انرژی را در ۵ محور اصلی موردبررسی قرار داد که شامل مکان‌یابی هوشمند، منابع و انرژی، حمل‌ونقل و کاربری، فرم محله‌ها و الگوی ساخت و خلق مکان است. لازم به ذکر است که همه این معیارها بر اساس اهداف کلان سیستم‌های ارزیابی که در (جدول شماره ۳) به آن‌ها اشاره شد، به هدف‌های خرد و ضوابط طراحی به‌طور مفصل پرداخته‌اند، اما ازآنجاکه اشاره به هر یک از آن‌ها در مجال این مقاله نمی‌گنجد در (جدول شماره ۴) ضوابط طراحی معیارهای پنج‌گانه‌ای که در این پژوهش از برآیند معیارهای سیستم‌های ارزیابی

فوق‌الذکر انتخاب گردیده‌اند، بیان می‌شود. درنهایت با توجه به رویکرد در نظر گرفته‌شده در تدوین این نوشتار، فرم محله‌ها و الگوهای ساخت برای کاربست در نمونه موردمطالعه با روش‌شناسی موردنظر پژوهش در راستای 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.

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



۱-مکان‌یابی هوشمند	۲-منابع و انرژی	۳-حمل‌ونقل 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 حمل‌ونقل همگانی اختلاط کاربری خدمات کارآمد شهری باز کاربست 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 انعطاف‌پذیر و چند عملکردی طراحی منفعل گونه‌های ساختمانی (کارایی انرژی)	توجه به هویت کالبدی و اجتماعی محله رعایت بومی‌گرایی منطقه‌ای توجه به اصول پیاده مداری (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

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» استفاده‌شده است. نرم‌افزار «انویمت» مدلی سه‌بعدی 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.,

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

شاخص مورداستفاده برای پیش‌بینی میزان آسایش حرارتی بر مبنای تعادل انرژی انسان در فضاهای باز که در این پژوهش مورداستفاده قرارگرفته است شاخص[1] «PMV» تحت عنوان «میانگین رای پیش‌بینی‌شده» است. این شاخص بر اساس تعادل گرمای بدن انسان ساخته‌شده 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 فعالیت»[2]، «سطح پوشش»[3]، «دمای هوا»[4]، «رطوبت نسبی»[5]، «سرعت باد»[6]، «دمای متوسط تابشی»[7] 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 شناخته‌شده 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 (+۱) و کمی پایین‌تر از (-۱) قرار می‌گیرند موجبات بروز نارضایتی را فراهم می‌کنند؛ بنابراین محدوده آسایش در بازه > -1 PMV<+1خواهد بود.

محدوده موردمطالعه

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

محدوده‌ای که به‌منظور کاربست اصول تاب‌آوری انرژی باهدف آسایش حرارتی انتخاب‌شده است زمینی به وسعت تقریبی ۱۷٫۵ هکتار در فاز اول شهر صدرا و در محدوده‌ای معروف به زمین‌های ۱۲۸ هکتاری قرارگرفته است. این محدوده تقریباً آخرین بخش‌های مسکونی فاز یک به سمت شرق بوده و بعدازآن زمین‌های باغ شهری اهل‌بیت واقع‌شده‌اند و بلوار فردوسی از میان آن می‌گذرد.

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

[1] Predicted mean vote
[2] Metabolic rate
[3] Clothing level
[4] Air temperature
[5] Relative Humidity
[6] Wind speed
[7] Mean radiant temperature

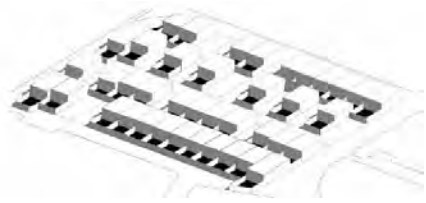
۴- بحث و یافته‌های پژوهش

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 درنتیجه 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 به‌صورت 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 درنتیجه سطح پایینی از آسایش حرارتی در ماه‌های گرم سال در حوزه موردمطالعه است. وجود پتانسیل‌های فراوان به‌منظور ایجاد فضاهای سبز و باز شهری و در پی آن تعدیل خرده 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.

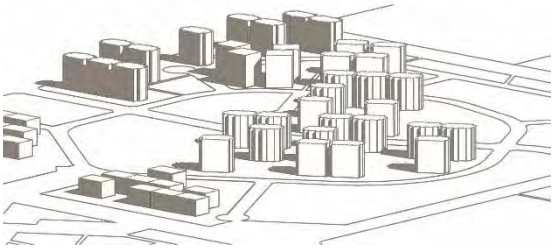
شکل ۲. سه‌بعدی محدوده در رابطه با الگوی باد و تابش

میزان فشردگی یک بافت شهری نشان‌دهنده مقدار پوسته خارجی بناها و درنتیجه 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. درصورتی‌که 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 هرگونه در بخش‌هایی که دارای بیشترین انسجام در ساخت‌وسازها بوده محاسبه‌شده است. مقدار این شاخص برای الگوی توده گذاری ردیفی در بلوک‌های کم ارتفاع غربی در حدود ۰,۳ محاسبه‌شده و نشان‌دهنده سطح مناسبی از فشردگی بافت است. این مقدار در بخش‌هایی که قطعات کمتری در حال حاضر ساخته‌شده و هر بنا گاهی از دو طرف در معرض تماس با فضای اطراف است افزایش‌یافته و در حدود ۰,۵۵ نیز محاسبه‌شده است.



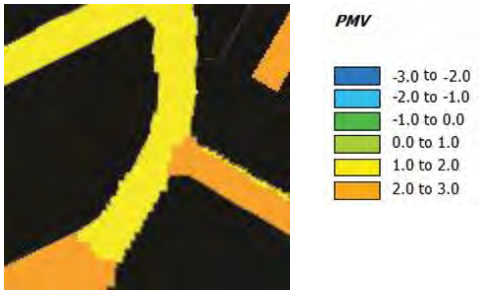
شکل ۳. الگوی توده گذاری ردیفی در بلوک‌های کم ارتفاع غربی

در گونه آپارتمانی مسکن مهر به لحاظ وجود ارتفاع متفاوت در هر محدوده شاخص نسبت سطح به حجم برای آپارتمان های ۶ طبقه به‌صورت میانگین محاسبه‌شده و مقدار عددی این شاخص برابر ۰,۳۴ است که علیرغم مقدار عددی مطلوب به دلیل تماس همه‌جانبه با محیط اطراف و شکست-های فراوان در فرم ساختمانی سبب اتلاف انرژی بالا بوده و فرمی غیر تاب آور ازنظر انرژی محسوب می گردد.

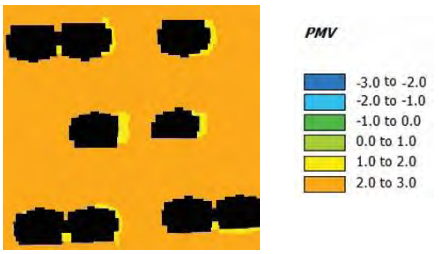


شکل ۴. الگوی توده گذاری آزادانه در بلوک‌های مرتفع شرقی مسکن مهر

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 بیان‌شده است. سنجش این شاخص در هر دو گونه موجود به‌عنوان نمونه در ساعت ۱۲ ظهر روز یکم تیرماه نشان‌دهنده 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 مطرح‌شده در مبانی نظری این پژوهش است و مشاهده می‌شود که الگوی ساخت‌وساز آزادانه در فراهم کردن آسایش حرارتی در معابر شهری ناتوان‌تر از الگوی ردیفی حتی با ارتفاع ۲ و ۳ طبقه عمل کرده 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 به‌صرف انرژی به‌منظور تعدیل خرده اقلیم‌های شکل‌گرفته گردد. همچنین ساختار پیاده مدار در طراحی محله می‌تواند سبب ترغیب شهروندان به جابجایی فعال در محله به‌منظور رفع نیازهای آنان گردد. لذا در طراحی محله تاب آور انرژی مبنا در راستای آسایش حرارتی از الگوی خوشه‌ای استفاده‌شده است و تعداد ۱۸ خوشه با ابعاد متنوع و کمتر از ۹۰ متر به‌منظور رعایت اصل نفوذپذیری طراحی‌شده است. در هر خوشه با بهره‌گیری از الگوی بومی حیاط مرکزی، قطعات حول فضایی نیمه عمومی- نیمه‌خصوصی جانمایی شده‌اند. استفاده از الگوی بلوک پیرامونی به‌منظور ایجاد سلسله مراتبی از محرمیت فضاهای شهری و نیز سلسله مراتبی از فضاهای باز و سبز و شکل‌دهی به خرده اقلیم‌های مطلوب‌تر صورت گرفته است.

توجه به عوامل اقلیمی نظیر باد و تابش در طراحی ساختار اصلی محله: شرایط اقلیمی موجود یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر اقلیم‌های ثانویه ایجادشده در محله‌هاست. استفاده مطلوب از این عوامل می‌تواند موجب تاب‌آورتر

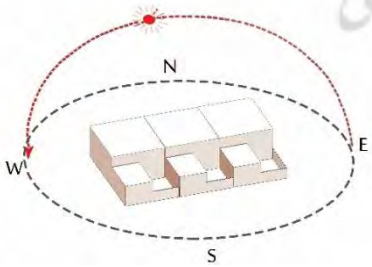
شدن محله ازنظر مصرف انرژی گردد (Sanaieian et al., 2014). در طرح پیشنهادی جهت‌گیری کلان معابر در راستای بهینه نسبت به تابش خورشیدی صورت گرفته است. وجود تپه‌های طبیعی در شمال محدوده و نیز دشت‌های جنوبی و وزش بادهای مطلوب از جانب این محورها و وجود دیده‌ای استراتژیک و ارزشمند به این عناصر موجب شده است تا در معابر با طول‌های کوتاه این سوگیری اعمال‌شده 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[1] است. شکل‌دهی 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 درنتیجه ایجاد معابر و فضاهای شهری خنک‌تر و تاب‌آورتر ازنظر طرف انرژی شد. در طرح پیشنهادی این شاخص به‌صورت 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 به‌صرف انرژی به‌منظور 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 جهت‌گیری 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 گرفته‌شده 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 برگزیده‌شده 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- نیمه‌خصوصی و عدم تکرار این الگو تعدیل گشته است.



شکل ۸. جهت‌گیری پیشنهادی ساختمان‌ها نسبت به تابش خورشیدی

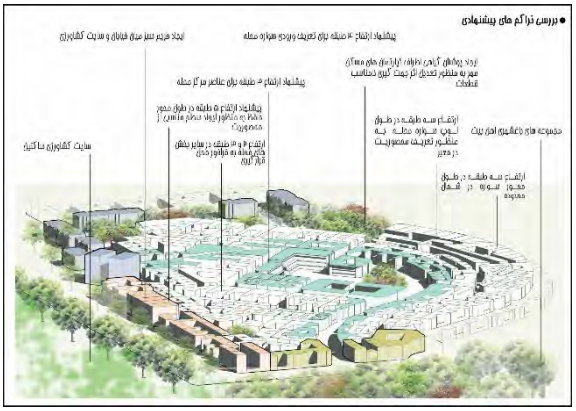
۲-حجم کلی و نحوه توده گذاری ساختمان: ایجاد فرورفتگی و برآمدگی در حجم کلی ساختمان‌ها به‌منظور

[1] low rise – High density'' approach

افزایش استفاده بهینه در ساعات مختلف روز از دیگر ویژگی-های طراحی منفعل در رویکرد تاب‌آوری انرژی است. نحوه توده گذاری در قطعات موجود نیز یکی از عواملی است که بر میزان آسایش حرارتی مؤثر است (کسمایی، ۱۳۸۷، ۱۱۶). با توجه به مقایسه شبیه‌سازی‌های انرژی صورت گرفته در گونه رایج توده گذاری که توده‌های ساختمانی در یک‌طرف و در قسمت شمالی قطعه ساخته می‌شوند؛ با نحوه توده گذاری ملهم از گونه‌های بومی، این نتیجه حاصل‌شده است که الگوهای حیاط مرکزی خرده اقلیم‌های خنک‌تری را در فصول گرم ایجاد می‌نمایند؛ بنابراین با استفاده از این الگو گونه‌های متنوعی از مساکن با سطح اشغال متنوع پیشنهادشده است.

شکل ۹. نحوه جانمایی توده‌های ساختمانی در محله

۳-تعیین ارتفاع مناسب: تعیین ارتفاع مناسب یکی دیگر از جنبه‌های مهم در طراحی منفعل بناست. در اقلیم گرم و خشک به‌منظور کمک به تهویه طبیعی داخلی، ارتفاع سقف بلندتر پیشنهاد می‌شود (کسمایی، ۱۳۸۷، ۴۷). به همین منظور ارتفاع هر طبقه در طراحی بناها ۳,۲ تا ۳,۴ در نظر گرفته‌شده است. با توجه به عرض خیابان جنوبی محدوده (حافظ) به‌منظور تأمین سطح مناسبی از محصوریت در جداره آن و بهبود شرایط آسایش حرارتی ساختمان‌های ۴ و ۵ طبقه در نظر گرفته‌شده است. همچنین به‌منظور تأکید کالبدی بر ورودی‌های سواره محله، ارتفاع بناهای تعریف‌کننده ورودی بیش از سایر بناها و ۴ طبقه در نظر گرفته‌شده است. سایر واحدهای محله بنا به جایگاه قرارگیری ارتفاع ۲ و ۳ طبقه دارند و واحدهایی که در لایه اول نسبت به معابر عریض‌تر قرار دارند مرتفع‌تر در نظر گرفته‌شده‌اند.

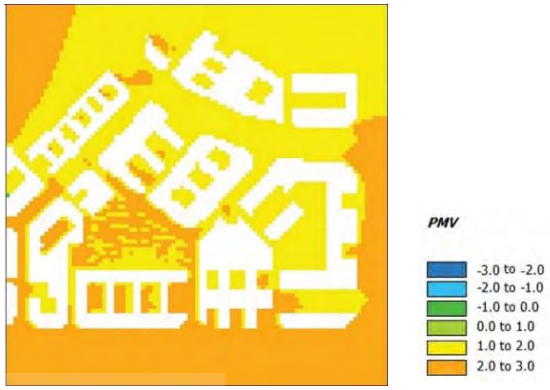


شکل ۱۰. تراکم‌های پیشنهادی

بهبود شرایط خرده اقلیمی از طریق افزودن جزئیات به ساختارهای غیرقابل تغییر شهری: در این بخش وضعیت آسایش حرارتی عابران پیاده در محدوده از طرح پیشنهادی به‌عنوان نمونه در نرم‌افزار ENVI-met شبیه‌سازی و شاخص‌های موردنیاز به‌منظور تحلیل شرایط اقلیمی استخراج‌شده است. با در نظر گرفتن شاخص آسایش حرارتی PMV به‌عنوان شاخصی به‌منظور سنجش انحراف معیار شرایط حاصل از طراحی نسبت به شرایط مطلوب پرداخته‌شده و طراحی جزئیات در راستای افزایش آسایش اقلیمی صورت خواهد گرفت. (شکل شماره ۱۱) نشان‌دهنده نحوه توزیع کیفیت آسایش حرارتی در محدوده در بازه گرم روز و در ساعت ۱۲ ظهر روز اول تیرماه است. شرایط آسایش‌بخش‌های مختلف این بخش از محله با توجه به عرض معبر، ارتفاع ابنیه مجاور، مصالح کف‌سازی، وجود و یا فقدان پوشش گیاهی به‌صورت قابل‌توجهی در بخش‌های مختلف متفاوت است.

با توجه به بازه مطلوب آسایش حرارتی که عددی در بازه +۱ تا -۱ است، (اعداد کمتر از -۱ نشان‌دهنده بازه دمایی نقاط با ایجاد احساس سرما و اعداد بیشتر از +۱ نشان‌دهنده نقاط با ایجاد احساس گرما هستند) می‌توان گفت که هیچ بخشی از محله در بازه دمایی مطلوب قرار ندارد و در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که محدوده به لحاظ آسایش حرارتی عابرین پیاده در فصل تابستان در ساعات گرم روز با مسئله مواجه است؛ اما این مسئله در بخش‌های مختلف به دلیل تنوع در درجه محصوریت، جهت‌گیری و جنس مصالح،

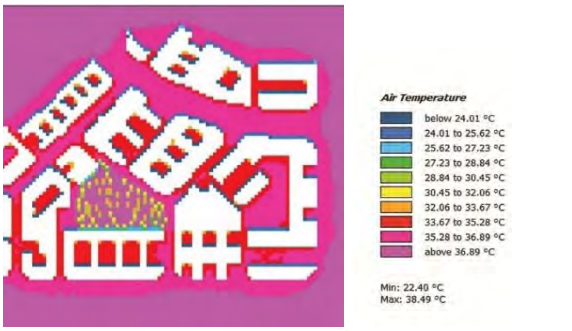
شرایط کاملاً یکسانی ندارد و با افزودن تمهیدات و جزییات طراحی می‌توان شرایط آسایش حرارتی را بهبود بخشید؛ لذا در ادامه بخش‌هایی که دارای شاخص PMV بالاتری می‌باشند با ارائه جزئیات طراحی در سطح مطلوب‌تری قرار می‌گیرند.



شکل ۱۱. نحوه توزیع شاخص PMV در محدوده نمونه طراحی جزییات در روز اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر در ENVI-met

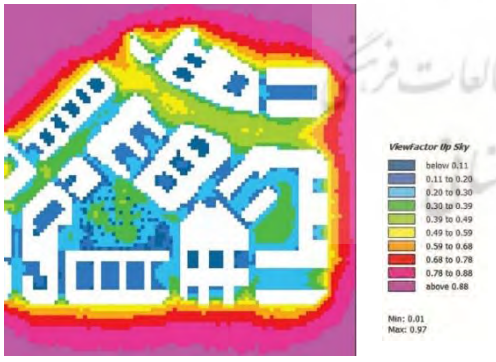
در ادامه روند تحلیل و طراحی محدوده‌ی نمونه، به‌منظور ارائه راهبردهای صحیح طراحی، شاخص دید به آسمان که در (شکل شماره ۱۴) توزیع عددی آن مشاهده می‌گردد، با نقشه توزیع دمای هوا (شکل شماره ۱۲) و دمای متوسط تابشی (شکل شماره ۱۳) مقایسه می‌گردد. برای شناسایی مناطقی که عابران پیاده در آن به‌طور خاص در فصل تابستان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

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



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

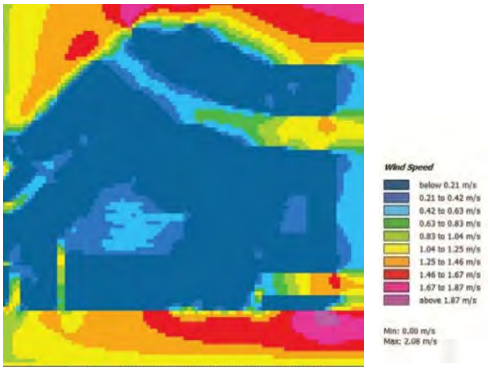
شاخص دید به آسمان میزان سایه‌اندازی عناصر مجاور یک مکان خاص را با اعداد ۰ تا ۱ نشان می‌دهد. پایین بودن این شاخص در مکان‌های دارای شاخص PMV بالاتر مؤید درصد پایین سایه‌اندازی و میزان بالای قرارگیری این نقاط در برابر آسمان باز است. این امر درنتیجه افزایش تابش دریافتی را در پی خواهد داشت. لازم به ذکر است 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 موردمطالعه 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 به‌سرعت پایین وزش باد در محدوده طراحی

جریان بادنقش قابل‌توجهی در شرایط آسایش ایجاد نمی‌کند. بااین‌حال از ترکیب جریان بسیار ضعیف جریان باد با پوشش گیاهی و سطوح آب می‌توان در جهت تقویت تأثیر این عناصر و تعدیل درجه حرارت محیط بهره جست.



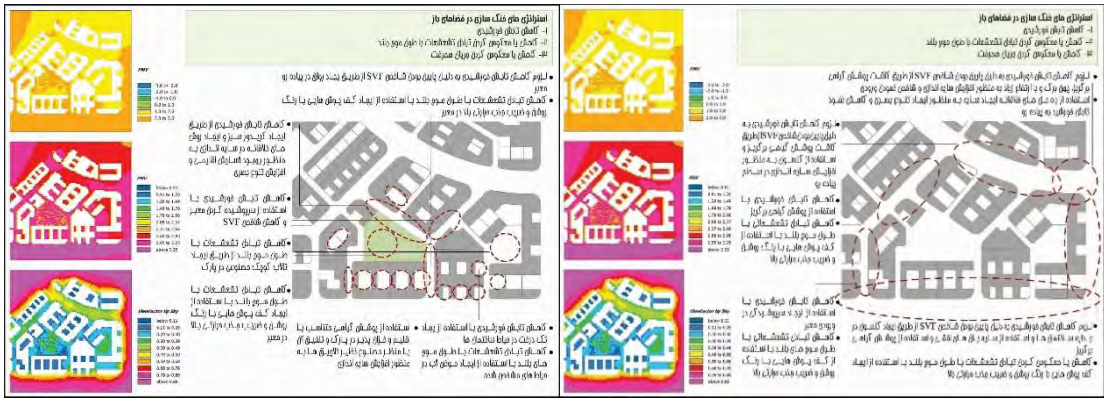
شکل ۱۵. نحوه توزیع سرعت باد در محدوده نمونه در روز اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر در ENVI-met

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

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

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

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



شکل ۱۶. ارائه راهکارهای طراحی در راستای تعدیل تنش حرارت

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش سعی بر آن بوده است تا اصول و معیارهای طراحی محله تاب آور ازنظر انرژی ارائه گردد. مؤلفه‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری انرژی در ۵ لایه موردبررسی 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 بر هم‌نهاد معیارهای اصلی مطالعات بنیادی سیستم‌های ارزیابی تاب‌آوری 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 هرکدام از جنبه‌های حوزه‌های عملکردی خود سبب ارتقای فرآیند تاب‌آورتر شدن محله‌های شهری از جنبه‌ی انرژی می‌گردند.

بازترکیب فرم بهینه ساختار فضایی- کالبدی محله به‌عنوان نمود عملی معیارهای مطرح‌شده و مهم‌ترین بخش در طراحی محله با رویکرد تاب‌آوری انرژی مبنا در راستای ارتقاء آسایش حرارتی مطرح است. جانمایی ساختار فضایی کالبدی پیشنهادی بر بستر و نحوه توده گذاری برآسایش اقلیمی محیط‌های بیرونی مؤثر بوده و این امربر 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 برآسایش 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 بازترکیب فرم کالبدی محله با رویکرد تاب‌آوری 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 به‌منظور دستیابی به سطح مطلوبی از محصوریت در خیابان‌ها و فضاهای شهری با توجه به اقلیم شهر صدرا
توجه به جهت‌گیری معابر به‌منظور 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 کوچک‌مقیاس 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 به‌وسیله کوچک کردن اندازه بلوک‌ها
افزایش هم پیوندی میان معابر بافت به‌وسیله بهبود نقاط گسستگی دسترسی
شکل‌دهی به جداره‌های شهری به‌وسیله ایجاد سطح مناسبی از تراکم ابنیه و تشکیل جداره‌های پیوستار شهری
توجه به شاخص حجم آسمان قابل‌رؤیت در مرکز محله و فضاهای سبز باز به‌منظور 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 به‌منظور کاهش شاخص سطح به حجم
ایجاد بناهایی با عایق حرارتی به‌منظور کاهش هدر رفت انرژی
استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا
توجه به تکنیک‌های ساخت بومی
طراحی بازشوهای بزرگ در سطوح جنوبی به‌منظور 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 به‌منظور افزایش کارآمدی در سیستم‌های انرژی مسکن
طراحی شبکه‌ای از فضاهای سبز کارآمد به‌منظور 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 به‌منظور تأمین آسایش حرارتی در فصول گوناگون
استفاده از سطوح سبز (بام سبز و دیوارهای سبز) به‌منظور بهبود شرایط خرده اقلیمی

۶- منابع

≠ 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، ۱۲۱-۹۶.

https://geonot.znu.ac.ir/article_25845.html.

≠ کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۷). *اقلیم و معماری*. تهران: انتشارات نگارنده دانش.

≠ 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.

≠ 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: Institude 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

≠ 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 Dobbelsteen, 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

≠ 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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نحوه ارجاع به مقاله:

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

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

Copyrights:

©2023 by the authors. Published by the Urban Sustainable Development Journal. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

OPEN ACCESS