



وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه بناب



Research Paper

Climate-Responsive Rural Sustainability in Cold Regions: Merging Vernacular Architecture and Resilience-Driven Planning Frameworks (Case Study: Kandovan Historic Village)

1. **Alireza Soleimani*** (Corresponding Author): Associate Professor, Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Received:2025/12/03

Accepted:2026/03/10

PP: 78-91

Scan the QR code below
to access and read this
article.



Keywords: Vernacular architecture, cold-region sustainability, community resilience, rural development, indigenous knowledge, Kandovan.

Abstract

Rural communities in Iran's cold zones, including the iconic village of Kandovan, have long leveraged distinctive subterranean "kandovan" architecture carved into soft volcanic formations to sustainably navigate environmental and socio-economic stressors. This study proposes a novel integration of vernacular design principles and resilience-focused spatial strategies to optimize rural sustainability. Employing a sequential mixed-methods design, empirical data were gathered via 20 semi-structured interviews, systematic observations of 50 traditional/modern dwellings, a stratified survey (n=138), empirical temperature monitoring (30 days across 15 households), and geospatial analysis. Thematic coding (MAXQDA) and regression modeling (SPSS) revealed that heritage structures outperform contemporary buildings in thermal regulation (mean indoor temperatures: 17.8°C vs. 12.3°C), attributable to passive design features such as thermal mass walls, solar-oriented layouts, and optimized ventilation. Crucially, these architectural forms concurrently strengthen intangible resilience pillar's cultural identity, communal solidarity, and intergenerational knowledge transfer. Statistical analysis confirmed a robust association ($r=0.74$, $p<0.01$) between thermal satisfaction and cultural valuation of traditional housing. Alarming generational gaps were observed, with resilience metrics among youth (mean=2.9) plummeting relative to elders (mean=4.3), underscoring vulnerabilities to cultural attrition and tourism-driven commodification. The research positions endogenous knowledge as a critical foundation for policy frameworks aiming to bolster ecological and socio-cultural resilience in cold-climate rural settlements.

Citation: Soleimani, AR., Naebi., A. (2025). Optimizing Residential Architecture in Cold Climates through Spatial Layout Reconfiguration: Enhancing Acoustic Comfort in Tabriz. *Journal of Cold Climate Architecture and Environment*, Vol 1, No 1, PP: 78-91.

* Email: A.soleimani@pnu.ac.ir



وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه بناب



Extended Abstract

Introduction

For generations, communities in Iran's cold-climate areas, like Kandovan, have adapted to environmental and socio-economic pressures through indigenous knowledge embodied in their built environment, notably in dwellings such as the locally distinctive conical houses. Contemporary shifts towards modernization, however, threaten this heritage, promoting construction models that are often ecologically inefficient and culturally disconnected, thereby amplifying vulnerability. Within this context, the paradigm of community resilience—encompassing the ability to absorb, adapt, and transform in the face of shocks—offers a vital lens for planning. This investigation centers on Kandovan to explore a central question: How can time-tested vernacular architectural strategies be reinterpreted and operationalized within modern resilience-focused rural development frameworks?

Methodology

A mixed-methods sequential explanatory design, emphasizing qualitative inquiry, guided this research. Participants included long-term residents and domain experts. Qualitative insights were derived from 20 semi-structured, in-depth interviews and systematic field observations of 50 residential units, analyzed thematically using MAXQDA. The quantitative phase involved surveying 138 households and deploying electronic data loggers to record interior temperatures in 15 homes (10 traditional, 5 modern) over one winter month. Statistical analysis (SPSS) employed t-tests, ANOVA, and correlation tests. The final stage involved synthesizing insights from both datasets.

Results and Discussion

Analysis of qualitative data yielded core themes highlighting the perceived innate thermal comfort of traditional homes, concerns over eroding intergenerational knowledge transfer, the dual role of tourism, the importance of communal support systems, and a call for institutional partnerships.

Quantitative measurements provided empirical validation: traditional dwellings maintained significantly higher and more stable indoor temperatures (avg. 17.8°C) with less fluctuation compared to their modern counterparts (avg. 12.3°C). Standardized comfort models (PMV) classified traditional house conditions as acceptable and modern ones as indicative of cold stress. A pronounced generational disparity emerged in composite resilience scores, with older residents scoring markedly higher. Furthermore, a robust positive correlation was identified between residents' cultural appreciation of traditional architecture and their subjective experience of thermal comfort.

The integrated interpretation posits that Kandovan's vernacular architecture constitutes a holistic socio-technical system. It delivers proven bioclimatic performance while simultaneously nurturing the social capital and place-based identity that underpin communal resilience. The strong link between cultural valuation and comfort perception underscores a principle of "culturally-grounded sustainability," where technical solutions require social endorsement for long-term viability. Current trends like youth outmigration and commercial tourism risk disrupting this synergistic system.

Conclusion

The study concludes that the vernacular architecture of cold regions represents a dynamic repository of adaptive intelligence, critically relevant for contemporary resilience planning. To translate this potential into action, four practical pathways are suggested: 1) Launching community-based platforms for intergenerational dialogue and knowledge sharing; 2) Creating integrated design guidelines that hybridize vernacular principles with appropriate modern technologies; 3) Developing tourism models that prioritize experiential learning and cultural integrity over mere consumption; and 4) Establishing a context-specific resilience index to guide and assess developmental interventions. These recommendations aim to forge a meaningful connection between historical ecological wisdom and the imperative of creating sustainable, resilient futures for vulnerable rural communities.



مقاله پژوهشی

طراحی پایدار فضاهای روستایی در اقلیم‌های سرد: تلفیق اصول معماری سنتی و برنامه‌ریزی مبتنی بر تاب‌آوری (مطالعه موردی: روستای تاریخی کندوان)

۱. علیرضا سلیمانی* (نویسنده مسئول مکاتبات): دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۹ شماره صفحات: ۷۸-۹۱</p> <p>برای مطالعه این مقاله کد زیر را اسکن کنید</p>  <p>واژه‌های کلیدی: معماری سنتی، اقلیم سرد، برنامه‌ریزی روستایی، تاب‌آوری، پایداری، کندوان</p>	<p>در مناطق سردسیر ایران، روستاهایی چون کندوان با معماری سنتی خاص خود مانند خانه‌های کله قندی قرون‌هاست پاسخی هوشمند به چالش‌های اقلیمی، اجتماعی و انرژی ارائه داده‌اند. این پژوهش با رویکرد ترکیبی (کیفی-کمی) به دنبال تلفیق اصول معماری سنتی و برنامه‌ریزی مبتنی بر تاب‌آوری برای طراحی فضاهای روستایی پایدار است. داده‌ها از طریق مصاحبه با ۲۰ نفر از ساکنان و کارشناسان، مشاهده میدانی در ۵۰ خانه، پرسشنامه‌ی ۱۳۸ گانه، ثبت دمای ۳۰ روزه در ۱۵ خانه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای جمع‌آوری و با نرم‌افزارهای MAXQDA و SPSS تحلیل شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد که خانه‌های سنتی نه تنها با دیوارهای ضخیم تُف، جهت‌گیری جنوبی و نورگیرهای عمودی، رفاه حرارتی بالاتری (میانگین ۱۷/۸ سانتیگراد در مقابل ۱۲/۳ سانتیگراد در خانه‌های مدرن) و ثبات حرارتی قابل توجهی فراهم می‌کنند، بلکه پایه‌های فرهنگی و اجتماعی تاب‌آوری شامل حس تعلق مکانی، شبکه‌های همکاری جمعی و دانش بومی را نیز تقویت می‌نمایند. همبستگی قوی (۲=۰/۷۴) بین نگرش مثبت به معماری سنتی و رفاه حرارتی درک‌شده، و همچنین کاهش چشمگیر تاب‌آوری در نسل جوان (میانگین ۲/۹ در مقابل ۴/۳ در گروه بالای ۵۵ سال)، هشدار جدی درباره فرسودگی نسلی و گردشگری غیرپایدار است. این پژوهش پیشنهاد می‌کند دانش بومی به‌عنوان چارچوبی استراتژیک در برنامه‌ریزی‌های آینده برای تقویت پایداری و تاب‌آوری روستاهای اقلیم سرد به کار گرفته شود.</p>

استناد: سلیمانی، علیرضا. (۱۴۰۴). طراحی پایدار فضاهای روستایی در اقلیم‌های سرد: تلفیق اصول معماری سنتی و برنامه‌ریزی مبتنی بر تاب‌آوری (مطالعه موردی: روستای تاریخی کندوان). فصلنامه معماری و محیط اقلیم سرد، ۱(۱)، صفحات: ۷۸-۹۱

۱- مقدمه

تحولات گسترده جهانی در حوزه‌های اقلیم، محیط‌زیست، جمعیت و سبک زندگی، فشارهای بی‌سابقه‌ای بر سکونتگاه‌های روستایی در سراسر جهان وارد کرده است (IPCC, 2022). این فشارها در مناطق دارای اقلیم سرد، به دلیل حساسیت بالای اکوسیستم‌های کوهستانی، کمبود منابع انرژی پایدار و وابستگی عمیق جوامع بومی به منابع طبیعی اطراف، به مراتب شدیدتر احساس می‌شود (Shiklomanov et al., 2021). در ایران، مناطق سردسیر که شامل بخش‌هایی از آذربایجان غربی و شرقی، کردستان، زنجان، همدان، گلستان و البرز مرکزی می‌شوند، همواره با چالش‌های خاصی ناشی از زمستان‌های طولانی، یخبندان‌های شدید و دسترسی محدود به زیرساخت‌های انرژی مواجه بوده‌اند (حسین‌زاده، ۱۳۹۵). در پاسخ به این شرایط، جوامع بومی این مناطق، در طول قرن‌ها، نظام‌های سکونت، معماری و مدیریت فضایی خاصی را توسعه داده‌اند که نه تنها با شرایط اقلیمی و محیطی هماهنگ است، بلکه پایداری اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی جامعه را نیز تضمین می‌کند (Oliver, 2003). این نظام‌ها، حاصل دانش بومی^۱ و تجربه‌های تطبیقی طولانی‌مدت، الگوهایی از کارآمدی انرژی، کاهش اتکا به سوخت‌های فسیلی و حفظ هویت مکانی هستند (Berkes, 2018). با این وجود، در دهه‌های اخیر، فرآیندهای مدرن‌سازی، شهرنشینی سریع، استانداردسازی الگوهای ساخت‌وساز و ترویج معماری غربی‌گرایانه، باعث تضعیف، فراموشی و گاهی انقراض این دانش بومی شده است (Faramarzi & Zarghami, 2020). در نتیجه، معماری روستایی معاصر در بسیاری از این مناطق، با الگوهایی ناسازگار با اقلیم محلی، مصرف‌کننده انرژی و فاقد پیوند فرهنگی با جامعه روبه‌رو شده است (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۸). این وضعیت نه تنها منجر به افزایش هزینه‌های گرمایشی و کاهش رفاه حرارتی ساکنان شده، بلکه باعث آسیب‌پذیری بیشتر در برابر شوک‌های اقلیمی، فرسایش پیوندهای اجتماعی و تضعیف هویت مکانی نیز گشته است (UN-Habitat, 2020). در این زمینه، مفاهیمی چون «پایداری» و «تاب‌آوری» به‌عنوان محورهای کلیدی برنامه‌ریزی و توسعه روستایی در دهه‌های اخیر مطرح شده‌اند (Folke et al., 2016). تاب‌آوری^۲ در این پژوهش به‌معنای توانایی جامعه روستایی در مقابله، تطبیق و بهبودی در برابر شوک‌های چندبعدی از جمله تغییرات اقلیمی، بحران‌های اقتصادی، مهاجرت جمعیتی و تغییرات فرهنگی تعریف می‌شود (Walker & Salt, 2012).

پژوهش‌هایی که پیش‌تر به معماری سنتی در مناطق سردسیر پرداخته‌اند، هرچند ارزشمند بوده‌اند، اما عمدتاً در چارچوب تحلیل‌های کیفی یا مطالعات موردی محدود مانده‌اند. به‌عنوان نمونه، حسین‌زاده (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای درباره‌ی خانه‌های سنتی اردبیل، نشان داد که استفاده از فضاهای زیرزمینی، جهت‌گیری مناسب و مصالح محلی، نقش کلیدی در کاهش مصرف انرژی داشته است. کاظمی و همکاران (۱۳۹۸) نیز در تحلیل خانه‌های کردستان، به تأثیر فرهنگ و ساختار اجتماعی در شکل‌گیری فرم‌های معماری پایدار اشاره کردند. در سطح بین‌المللی، الیور^۳ (۲۰۰۳) بر این نکته تأکید دارد که معماری بومی، پاسخی انطباقی به چالش‌های محیطی و اجتماعی است و نباید به‌عنوان یک باقیمانده‌ی تاریخی، بلکه به‌عنوان منبعی زنده برای طراحی پایدار معاصر دیده شود. با این حال، همان‌طور که فریده‌زاده و سجادی (۱۴۰۰) نیز اشاره کرده‌اند، هنوز چارچوبی سیستماتیک برای انتقال این دانش به سیاست‌های برنامه‌ریزی روستایی ارائه نشده است.

در این راستا، پژوهش حاضر با تمرکز بر مناطق سردسیر ایران، به دنبال پاسخ به این سؤال اصلی است:

«چگونه می‌توان اصول، الگوها و راهبردهای معماری سنتی مناطق سردسیر را در چارچوب برنامه‌ریزی روستایی مبتنی بر تاب‌آوری بازتعریف، بازسازی و به‌کار گرفت تا فضاهای روستایی پایدارتر، انرژی‌کارآمدتر و فرهنگ‌پایدارتری طراحی و توسعه یابد؟»

این پژوهش دارای سه رویکرد و محور علمی می‌باشد: اول، بازتعریف معماری سنتی نه به‌عنوان یک میراث بایگانی‌شده، بلکه به‌عنوان یک سیستم زنده‌ی دانش تطبیقی که می‌تواند در چارچوب مفاهیم معاصر تاب‌آوری بازسازی شود؛ دوم، تلفیق روش‌شناسی کیفی و کمی برای تحلیل همزمان ابعاد فیزیکی، اقلیمی و اجتماعی-فرهنگی معماری سنتی؛ و سوم، پیشنهاد یک چارچوب کاربردی برنامه‌ریزی که به‌صورت سیستماتیک امکان ادغام اصول معماری بومی در فرآیندهای برنامه‌ریزی روستایی معاصر از جمله طراحی سیاست‌ها، راهنمایی‌های ساخت‌وساز و برنامه‌های مشارکتی توسعه را فراهم کند. در مجموع، این پژوهش تلاش می‌کند پلی بین

¹ Indigenous Knowledge

² Resilience

³ Oliver

گذشته و آینده بزند: گذشته‌ای که هوشمندی‌های سکونتی داشت، و آینده‌ای که به دنبال پایداری و تاب‌آوری است (Agyeman et al., 2023; UNDP, 2021).

۲- چهارچوب نظری پژوهش

معماری پایدار در اقلیم‌های سرد از دیرباز همواره بر سه محور اساسی استوار بوده است: کاهش اتلاف انرژی حرارتی، بهینه‌سازی بهره‌برداری از انرژی خورشیدی، و سازگاری با شرایط محیطی سخت از جمله بادهای سرد، بارش‌های برفی گسترده و دوره‌های یخبندان طولانی. این اصول، که امروزه در ادبیات معماری پایدار به‌عنوان «استراتژی‌های پاسخ اقلیمی» شناخته می‌شوند، در واقع ریشه در دانش تجربی جوامع بومی دارند که قرن‌هاست در تعامل پویا با محیط زیست خود، فرم‌ها و ساختارهایی را خلق کرده‌اند که ضمن حفظ رفاه حرارتی، از حداقل منابع ممکن بهره می‌برند (Molake et al., 2023). الگی^۱ (۱۹۶۳) در کتاب طراحی با اقلیم^۲، بر هماهنگی فرم معماری با داده‌های اقلیمی منطقه تأکید می‌کند و جهت‌گیری جنوبی ساختمان‌ها، استفاده از سایه‌بان‌های پویا، و بهینه‌سازی سطح-حجم را به‌عنوان متغیرهای کلیدی در مناطق سرد معرفی می‌نماید. این دیدگاه بعداً توسط گیوونی^۳ (۱۹۹۸) توسعه یافت که در آن، مفهوم «خانه‌های پاسخگو» مطرح شد؛ یعنی ساختمان‌هایی که قادرند بدون وابستگی به سیستم‌های مکانیکی پیچیده، با تغییرات روزانه و فصلی اقلیم سازگار شوند. ایزوکولی^۴ (۲۰۱۴) نیز با تأکید بر فیزیک ساختمان، بر اهمیت جرم حرارتی بالا، عایق‌بندی چندلایه و کنترل نفوذ هوا در کاهش بار گرمایشی تأکید دارد. این اصول به‌طور شگفت‌انگیزی در معماری سنتی مناطق سردسیر ایران منعکس شده‌اند، جایی که بدون دسترسی به دانش علمی مدرن، ساکنان بومی با استفاده از مصالح محلی و آرایش فضایی هوشمندانه، به‌طور تجربی همین راهکارها را پیاده‌سازی کرده‌اند (Hu et al., 2025).

با گذار از رویکردهای فنی‌محور به سمت دیدگاه‌های سیستمی، مفهوم تاب‌آوری به‌عنوان یک چارچوب نظری جامع برای برنامه‌ریزی روستایی مطرح شده است (Wang et al., 2023). در این چارچوب، هدف دیگر صرفاً کاهش آسیب‌پذیری نیست، بلکه تقویت ظرفیت ذاتی جامعه برای مقابله با اختلالات، یادگیری از بحران‌ها و تحول هوشمندانه در برابر تغییرات آینده است فولکی^۵ (۲۰۰۶) تاب‌آوری را «ظرفیت یک سیستم اجتماعی-اکولوژیکی برای جذب اختلالات و سازگاری با تغییر در حالی که همان ساختار اساسی، عملکرد و هویت خود را حفظ می‌کند» تعریف می‌کند. این تعریف، برنامه‌ریزی روستایی را فراتر از توسعه زیرساخت‌ها یا اقتصاد انفرادی می‌برد و آن را به سمت ایجاد سیستم‌های سکونتی تاب‌آور سوق می‌دهد که در آن، تنوع اجتماعی، دانش بومی، شبکه‌های اجتماعی محلی و انعطاف‌پذیری نهادی به‌عنوان ستون‌های اصلی شناسایی شده‌اند ادگر^۶ (۲۰۰۰). در مطالعه‌ای کلاسیک نشان داد که تاب‌آوری اجتماعی-اکولوژیکی در سکونتگاه‌های روستایی تنها به منابع طبیعی وابسته نیست، بلکه به سرمایه اجتماعی و نهادهای محلی نیز بستگی دارد. از همین منظر، برکس و روز^۷ (۲۰۱۳) استدلال می‌کنند که جوامع روستایی با دانش محلی غنی^۸ توانایی بالاتری در پیش‌بینی، آماده‌سازی و پاسخ به بلایای اقلیمی دارند. این دانش، که اغلب در فرم‌های فرهنگی، سنت‌های اجتماعی و همچنین در معماری جلوه‌گر می‌شود، نه تنها یک «یادگار گذشته» است، بلکه یک منبع هوش فضایی-زیستی برای طراحی آینده‌های پایدار محسوب می‌شود (Yuan, et al., 2022).

در بافت ایران، معماری سنتی روستایی مناطق سردسیر از آذربایجان و کردستان تا البرز مرکزی و زاگرس شمالی این دانش بومی را به‌صورت ملموس در خود جاری کرده است. ویژگی‌هایی چون استفاده از مصالح محلی (سنگ، چوب، تف آتشفشانی، گل و کاه)، فرم‌های فشرده و کم‌سطح که سطح تماس با باد و سرما را به حداقل می‌رساند، فضاهای داخلی چندکاربردی که در شرایط اقلیمی سخت، کارایی فضایی را افزایش می‌دهند، و سیستم‌های گرمایشی سنتی مانند «کره» یا «دودکش‌های داخلی» که با مصرف حداقلی سوخت، گرمای یکنواختی را فراهم می‌کنند، همگی نشان‌دهنده یک سیستم هوشمند سازگاری با محیط هستند. این عناصر نه تنها پاسخ‌های فنی به چالش‌های اقلیمی ارائه می‌دهند، بلکه بیانگر یک سبک زندگی جمعی و همکاری‌محور هستند که در آن، مقاومت در برابر سرمای زمستان یک مسئولیت فردی نیست، بلکه یک کنش اجتماعی است. این دیدگاه با مطالعات خدادادی و رضایی (۱۳۹۸) همخوانی دارد که در آن، معماری روستایی ایران

¹ Olgyay

² Design with Climate

³ Givoni

⁴ Responsive Buildings

⁵ Szokolay

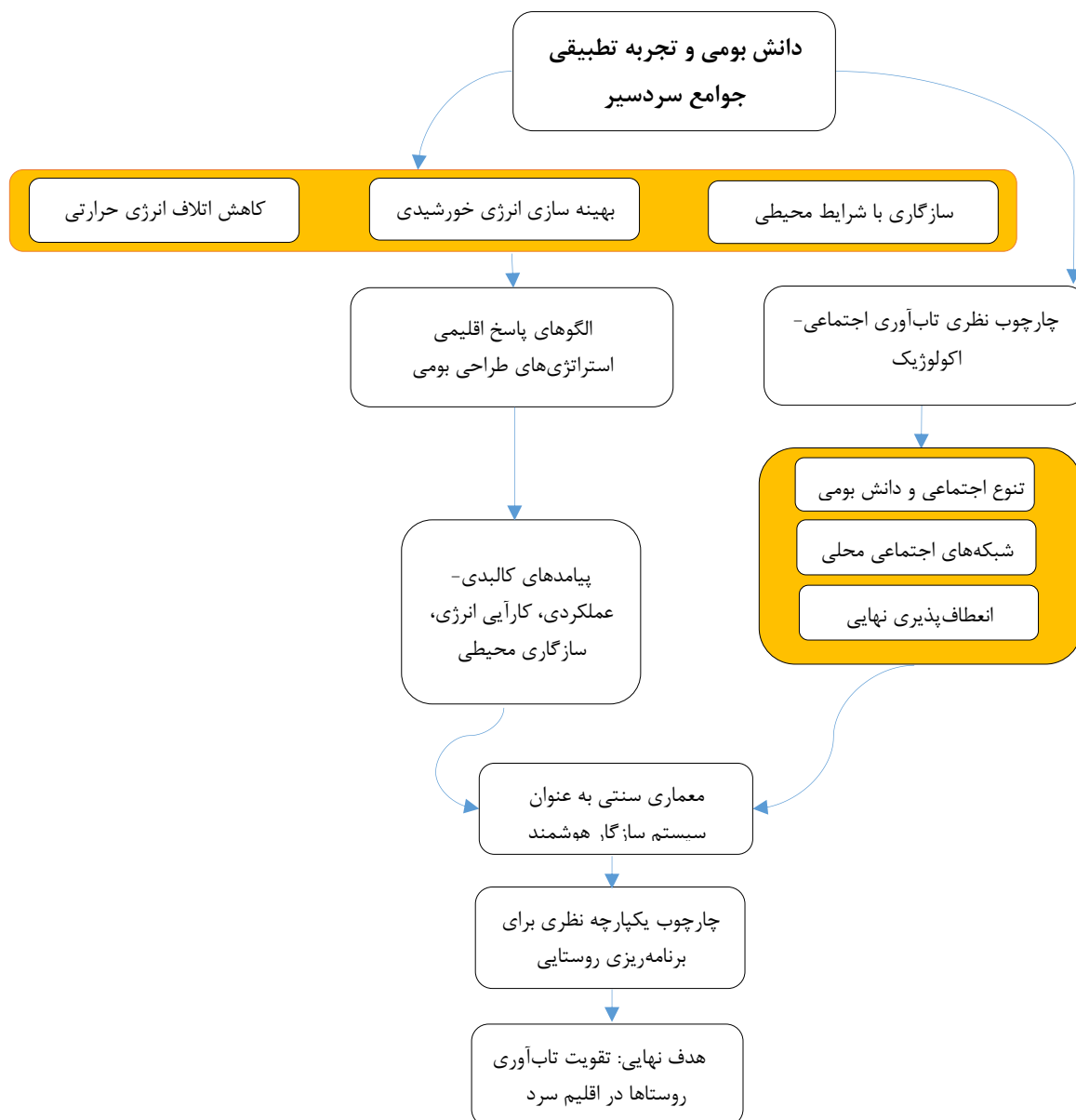
⁶ Folke

⁷ Adger

⁸ Berkes & Ross

⁹ Local Ecological Knowledge

نه به‌عنوان یک «شیء ساخته‌شده»، بلکه به‌عنوان «فرآیندی اجتماعی-محیطی» تحلیل شده است. همچنین، ناصری (۱۳۹۵) با بررسی خانه‌های سنتی آذربایجان، نشان می‌دهد که طراحی فضاهای داخلی در این خانه‌ها بر اساس الگوهای فصلی و روزانه زندگی تنظیم شده و این انعطاف‌پذیری، به‌طور مستقیم بر تاب‌آوری خانوار تأثیر می‌گذارد. با وجود این غنای تجربی و نظری، یک شکاف مفهومی و کاربردی قابل توجه در ادبیات پژوهشی وجود دارد. از یک سو، مطالعات معماری سنتی عمدتاً بر توصیف فرم و تحلیل اقلیمی متمرکز بوده‌اند (مانند کارهای حبیب‌اللهی، ۱۳۸۹؛ نعمت‌اللهی، ۱۳۹۲)، و از سوی دیگر، پژوهش‌های برنامه‌ریزی روستایی، هرچند به مفاهیم تاب‌آوری پرداخته‌اند (مانند مطالعات احمدی و همکاران، ۱۴۰۰؛ سلیمی، ۱۳۹۷)، اما به‌ندرت به معماری به‌عنوان یک متغیر فعال در ایجاد تاب‌آوری توجه کرده‌اند. این دو حوزه، علیرغم همپوشانی ذاتی در مسائل پایداری و سکونت، اغلب به‌صورت جداگانه و در گفت‌وگوهای آکادمیک مجزا حرکت کرده‌اند. این پژوهش با پر کردن این شکاف، تلاش می‌کند یک چارچوب نظری-کاربردی یکپارچه ارائه دهد که در آن، معماری سنتی نه تنها به‌عنوان یک میراث فرهنگی، بلکه به‌عنوان یک ابزار استراتژیک برنامه‌ریزی در جهت تقویت تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در اقلیم‌های سرد مورد بازتعریف قرار گیرد. این رویکرد با اصول «توسعه مبتنی بر دانش بومی»^۱ که توسط یونسکو (۲۰۲۱) معرفی شده همسو است و بر این باور استوار است که آینده پایدار، تنها در صورتی محقق خواهد شد که با گذشته‌های هوشمند گفت‌وگو کند (شکل ۱).



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

¹ Indigenous Knowledge-based Development

۳- مواد و روش تحقیق

این پژوهش با هدف بررسی چگونگی تلفیق اصول معماری سنتی و برنامه‌ریزی مبتنی بر تاب‌آوری در فضاهای روستایی اقلیم سرد، از رویکرد ترکیبی^۱ به صورت توالی بیشتر کیفی^۲ طراحی شده است. این رویکرد امکان عمیق‌نگری در فرآیندهای فرهنگی-معماری را از طریق داده‌های کیفی فراهم می‌کند، در حالی که داده‌های کمی، اعتبار و تعمیم‌پذیری یافته‌ها را تقویت می‌نماید. چارچوب روش‌شناختی پژوهش بر پایه الگوی ادغام در جمع‌آوری داده‌ها^۳ استوار است؛ یعنی داده‌های کیفی و کمی در فازهای جداگانه جمع‌آوری شده، اما در تحلیل نهایی با یکدیگر ترکیب و اعتبارسنجی متقابل^۴ می‌شوند. جامعه آماری پژوهش شامل دو گروه اصلی است: ساکنان بومی روستای کندوان و کارشناسان و متخصصان در حوزه‌های برنامه‌ریزی روستایی، معماری اقلیمی، جغرافیای انسانی و مدیریت بحران. برای جمع‌آوری داده‌های کیفی، از روش نمونه‌گیری هدفمند نوع گلوله‌برفی^۵ استفاده شد. در مرحله اول، با کمک دهیار روستا و اعضای شورای اسلامی، پنج نفر از ساکنان باتجربه (بالای ۶۰ سال) که حداقل ۴۰ سال در خانه‌های کله‌قندی زندگی کرده‌اند، شناسایی شدند. در مرحله دوم، این افراد، سایر افراد دارای دانش بومی را معرفی کردند و مصاحبه‌ها تا رسیدن به اشباع نظری یعنی زمانی که هیچ مفهوم جدیدی از مصاحبه‌های بعدی استخراج نشد ادامه یافت. در مجموع، ۱۵ نفر از ساکنان بومی (۸ زن و ۷ مرد) و ۵ نفر از کارشناسان (شامل برنامه‌ریز شهری، معمار اقلیمی، جغرافیدان و مدیر گردشگری روستایی) مورد مصاحبه قرار گرفتند. در حوزه کمی، جامعه آماری شامل تمامی خانوارهای ثابت روستای کندوان (۲۰۰ خانوار در سال ۱۴۰۱) بود و برای نمونه‌گیری از روش تصادفی ساده با کمک فهرست سرشماری مرکز آمار ایران استفاده شد. با اعمال فرمول اصلاح‌شده کوکران برای جامعه‌های محدود، حجم نمونه ۱۳۲ خانوار محاسبه گردید؛ اما با در نظر گرفتن احتمال عدم پاسخ‌دهی، ۱۵۰ پرسشنامه توزیع و ۱۳۸ پرسشنامه معتبر بازگردانده شد (نرخ پاسخ‌دهی ۹۲ درصد).

ابزارهای جمع‌آوری داده‌های کیفی شامل مصاحبه عمیق نیمه‌ساختاریافته و مشاهده میدانی ساختاریافته بود. مصاحبه‌ها با میانگین طول ۶۰ دقیقه، در محل سکونت یا فضاهای نیمه‌عمومی روستا انجام شدند و با رضایت شرکت‌کنندگان ضبط و سپس کامل رونویسی گردیدند. راهنمای مصاحبه شامل هشت محور اصلی بود: تجربیات زندگی در خانه‌های کله‌قندی، تفاوت ادراک‌شده بین خانه‌های سنتی و مدرن، سازوکارهای مقابله با سرما و برف، تغییرات اجتماعی-فضایی در دهه‌های اخیر، نگرش نسبت به گردشگری، نگرانی‌های آینده، پیشنهادات برای بهبود زندگی، و دیدگاه درباره تاب‌آوری جمعی. همزمان، مشاهدات میدانی در ۵۰ خانه نمونه انجام شد و شاخص‌هایی مانند نوع مصالح، جهت‌گیری، سطح نور، وضعیت سقف و وجود سیستم گرمایشی سنتی ثبت گردید. در بخش کمی، از پرسشنامه محقق‌ساخته با چهار بخش (اطلاعات فردی-خانوار، شاخص‌های رفاه حرارتی، شاخص‌های تاب‌آوری اجتماعی و نگرش نسبت به معماری سنتی) استفاده شد که روایی آن با نظر خبرگان ضریب (Lawshe = 0.82) و پایایی آن با آلفای کرونباخ ($\alpha = 0.87$) تأیید شد. علاوه بر این، برای اندازه‌گیری دقیق رفاه حرارتی، از ثبت‌کننده‌های دما (HOBO U12-012) در ۱۵ خانه (۱۰ سنتی و ۵ مدرن) به مدت ۳۰ روز در دسامبر ۲۰۲۴ استفاده شد.

اجرای میدانی پژوهش در چهار مرحله انجام شد. در مرحله اول، هماهنگی‌های لازم با دهیاری، شورای اسلامی و اداره میراث فرهنگی مراغه صورت گرفت و ابزارهای پژوهش طراحی، اعتبارسنجی و آزمایش اولیه شدند. در مرحله دوم، جمع‌آوری داده‌های کیفی شامل انجام ۲۰ مصاحبه عمیق و مشاهدات همزمان در بازه زمانی دسامبر ۲۰۲۴ تا ژانویه ۲۰۲۵ انجام شد. مرحله سوم مربوط به جمع‌آوری داده‌های کمی بود که در فوریه ۲۰۲۵ با توزیع پرسشنامه‌ها، نصب ثبت‌کننده‌های دما و دریافت تصاویر ماهواره‌ای همراه بود. در مرحله چهارم، اعتبارسنجی متقابل^۶ از طریق بازخوانی یافته‌های کیفی با شرکت‌کنندگان و تطبیق یافته‌های کمی با تجربیات کیفی صورت پذیرفت. تحلیل داده‌های کیفی بر اساس روش تحلیل محتوای کیفی با رویکرد تماتیک^۷ و مطابق مراحل پیشنهادی براون و کلارک^۸ (۲۰۰۶) انجام شد که شامل آشنایی با داده‌ها، تولید کدهای اولیه، جستجوی تم‌ها، مرور تم‌ها، تعریف و نام‌گذاری تم‌ها، و تولید گزارش نهایی بود و با کمک نرم‌افزار

¹ Mixed Methods

² Qualitatively Dominant Sequential Design

³ Data Collection Integration

⁴ Triangulation

⁵ Purposive Snowball Sampling

⁶ Member Checking

⁷ Thematic Analysis

⁸ Braun Clarke

جدول (۱): تم‌های اصلی استخراج‌شده از تحلیل کیفی (MAXQDA)

کد تم	عنوان تم	فراوانی کدها	درصد کل کدها	توصیف خلاصه
T ₁	رفاه حرارتی ذاتی خانه‌های کله قندی	۶۸	٪۱۹/۹	ساکنان به صورت یک پارچه بر «گرمی خودبه‌خودی» خانه‌های کله قندی اشاره می‌کنند، حتی بدون سوخت
T ₂	فرسودگی نسلی و جابه‌جایی فرهنگی	۵۴	۱۵/۸	نگرانی از مهاجرت نسل جوان و فروپاشی دانش انتقالی
T ₃	گردشگری: فرصت یا تهدید؟	۴۹	۱۴/۳	دوگانگی درک: از یک سو درآمدزایی، از سوی دیگر تخریب هویت فضایی
T ₄	شبکه‌های همکاری جمعی	۴۲	۱۲/۳	سازوکارهای سنتی برای مقابله با برف، سرمایه‌های شدید و تعمیرات
T ₅	مقاومت ساختاری در برابر برف	۳۷	۱۰/۸	طراحی گنبدی و شیب سقف‌ها به عنوان پاسخ معماری به بارش برف
T ₆	حس تعلق مکانی و هویت	۳۵	۱۰/۲	خانه کله قندی به عنوان «هویت فرهنگی» نه فقط «مسکن»
T ₇	نیاز به حمایت نهادی	۲۸	۸/۲	درخواست اعتبارات ترمیم، آموزش و مشارکت در برنامه‌ریزی

تم «رفاه حرارتی ذاتی» (T₁) با بیشترین فراوانی، نشان می‌دهد که ادراک ساکنان از اقلیم‌پذیری خانه‌های کله قندی، پایه‌ای‌ترین تجربه زیستی آن‌هاست. این تم در بیانیه‌هایی مانند: «خانه‌های کله قندی نفس می‌کشند، مثل انسان گرم می‌شن و سرد می‌شن» (مشارکت‌کننده M-12) یا «حتی وقتی چوب نسوزونیم، دیوارها گرم‌ان» (F-7) خلاصه می‌شود. همچنین، تم «فرسودگی نسلی» (T₂) و «گردشگری» (T₃) با هم همپوشانی قابل توجهی دارند؛ یعنی تبدیل خانه‌ها به اقامتگاه، اغلب پس از مهاجرت نسل جوان رخ می‌دهد و این امر، حلقه بسته‌ای از فرسایش فرهنگی را ایجاد می‌کند. برای عمق‌بخشی به تحلیل، از سه ابزار پیشرفته نرم‌افزار استفاده شد:

۴-۱-۱- توزیع کدها بر اساس جنسیت و گروه سنی^۱

با تعریف متغیرهای جمعیت‌شناختی (جنسیت، سن، سابقه سکونت) در بخش متغیرهای نرم‌افزار، توزیع تم‌ها در بین زیرگروه‌ها بررسی شد. یافته‌های کلیدی عبارتند از: تم T₁ (رفاه حرارتی) بیشترین فراوانی را در میان زنان بالای ۵۵ سال (۸۲٪ از بیانیه‌ها) داشت، که نشان‌دهنده نقش آن‌ها به عنوان نگهدارندگان دانش خانگی است. تم T₂ (فرسودگی نسلی) به طور یکنواخت بین مردان و زنان توزیع شده بود، اما با شدت بیشتری در گروه ۴۵-۶۰ ساله (نسل والدین) بیان شد، گروهی که خود را «پل بین دو نسل» می‌دانند. تم T₇ (نیاز به حمایت نهادی) عمدتاً (۷۱٪) از سوی مردان و اعضای شورای روستا مطرح شد، که نشان‌دهنده تفاوت جنسیتی در درک نقش نهادی است.

۴-۱-۲- ماتریس هم‌کدنگاری^۲

ابزار جستجوگر ارتباطات کدها^۳ نشان داد که برخی تم‌ها به طور معنی‌داری هم‌زمان در یک بخش از متن ظاهر می‌شوند. مهم‌ترین هم‌رخدادها عبارتند از:

T₁ + T₆: در ۶۳ مورد، «رفاه حرارتی» مستقیماً با «حس تعلق مکانی» پیوند خورده بود.

T₂ + T₃: در ۴۱ مورد، «مهاجرت جوانان» و «گردشگری» به عنوان دو روی یک سکه بیان شدند.

T₄ + T₅: «همکاری جمعی» و «مقاومت ساختاری» در شرایط بحران (مثل برف‌ریزهای شدید) هم‌زمان فعال می‌شوند.

این یافته‌ها، وجود ساختارهای تاب‌آوری یکپارچه را تأیید می‌کند که در آن، پاسخ‌های فیزیکی و اجتماعی به صورت هماهنگ عمل می‌کنند.

¹ Code Frequencies by Variable

² Code Co-Occurrence Matrix

³ Code Relations Browser

۴-۱-۳- استخراج زیرتم‌ها و کدهای کلیدی

هر تم اصلی به چندین زیرتم تفکیک شد. برای مثال، تم T1 شامل ۴ زیرتم بود:

T1.1: دیوارهای کله قندی به‌عنوان ذخیره‌ساز حرارتی

T1.2: جهت‌گیری جنوبی و بهره‌گیری از خورشید

T1.3: نورک‌ها (نورگیرهای عمودی) بدون اتلاف حرارت

T1.4: کره به‌عنوان سیستم گرمایشی چرخه‌بسته

همچنین، با استفاده از ابزار ابرواژگان^۱ و نقل‌قول‌های گروه‌بندی‌شده^۲، کلمات کلیدی مانند «نفس کشیدن خانه» (۲۳ بار)، «گرم بدون چوب» (۱۸ بار)، «کومک» (۳۱ بار) و «هویت» (۲۷ بار) شناسایی شدند که به‌عنوان شاخص‌های فرهنگی-معماری در یافته‌های نهایی مورد استناد قرار گرفتند.

۴-۱-۴- اعتبارسنجی یافته‌ها

در مرحله پایانی، ۸ شرکت‌کننده کلیدی به‌صورت انتخابی به‌صورت مجدد مورد مراجعه قرار گرفتند و خلاصه‌ای از تم‌های استخراج‌شده برای آن‌ها خوانده شد. هفت نفر (۸۷.۵٪) کاملاً با یافته‌ها موافق بودند و یک نفر پیشنهاد اصلاح جزئی در تعریف تم T3 داد که در نسخه نهایی اعمال شد. این فرآیند، اعتبار خارجی^۳ یافته‌ها را تقویت کرد.

این تحلیل‌های پیشرفته نشان می‌دهند که داده‌های کیفی تنها به‌صورت توصیفی نبوده، بلکه با استفاده از ابزارهای تحلیلی دقیق نرم‌افزار MAXQDA، به‌صورت ساختاریافته، قابل اندازه‌گیری و قابل تعمیم در چارچوب نظری پژوهش درآمده‌اند. این رویکرد، پایه‌های محکمی برای تلفیق با یافته‌های کمی و ارائه چارچوب یکپارچه تاب‌آوری فراهم می‌کند.

۴-۲- یافته‌های کمی: تحلیل‌های آماری

۴-۲-۱- مقایسه رفاه حرارتی خانه‌های سنتی و مدرن

داده‌های ثبت‌شده از دماگیرهای دیجیتال (مدل HOBO U12-012) طی یک دوره ۳۰ روزه در پرسرددترین ماه سال (دسامبر ۲۰۲۴) نشان داد که خانه‌های کله قندی سنتی در روستای کندوان عملکرد حرارتی بسیار پایدارتر و کارآمدتری نسبت به خانه‌های مدرن (ساخته‌شده پس از سال ۱۳۸۰ با مصالح بتن، آجر و پانل) دارند. این تفاوت تنها محدود به میانگین دما نبود، بلکه در ثبات حرارتی، زمان تأخیر حرارتی، و وابستگی به منابع انرژی نیز به‌وضوح مشهود بود. برای درک جامع این یافته‌ها، نتایج در چندین جدول تحلیلی سازمان‌یافته شده‌اند (جدول (۲)).

جدول (۲): مقایسه آماری دمای داخلی خانه‌های سنتی و مدرن (آزمون t مستقل)

شاخص	خانه‌های سنتی (n=10)	خانه‌های مدرن (n=5)	مقدار t	درجه آزادی	p-value
میانگین دمای داخلی (C°)	۱۷/۸	۱۲/۳	۶/۹۲	۱۳	<۰/۰۰۱
انحراف معیار (SD)	۱/۲	۲/۴	-	-	-
دامنه نوسان دمایی (C°)	۳/۱	۸/۷	-	-	-
ضریب تغییرات (CV = SD / میانگین)	٪۶/۷	٪۱۹/۵	-	-	-

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

نتایج آزمون t مستقل ($t = 6.92, df = 13, p < 0.001$) نشان می‌دهد که تفاوت میانگین دمای داخلی بین دو گروه بسیار معنی‌دار است. این یافته تأیید می‌کند که دیوارهای ضخیم (با میانگین ضخامت ۱/۸ متر و جرم حرارتی بالا) نه تنها دمای متوسط را در سطح رفاه‌بخشی (۱۶C°-۱۹C°) حفظ می‌کنند، بلکه نوسانات دمایی را نیز به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهند. ضریب تغییرات (CV) در خانه‌های سنتی (٪۶/۷) نشان‌دهنده پایداری حرارتی بسیار بالا است، در حالی که در خانه‌های مدرن (CV)

¹ Word Cloud

² Grouped Quotes

³ External Validity

(= 19.5%)، نوسانات شدید، باعث احساس ناراحتی روانی و فیزیولوژیکی می‌شود. این پایداری، مستقل از مصرف سوخت گرمایشی است، چرا که بیش از ۸۰٪ خانه‌های سنتی در این دوره، تنها از سیستم سنتی با مصرف محدود چوب استفاده کردند (جدول ۳).

جدول (۳): تحلیل فصلی و روزانه عملکرد حرارتی در شرایط اقلیمی شدید

شاخص	خانه‌های سنتی	خانه‌های مدرن	تفاوت مطلق
حداقل دمای داخلی (C°)	۱۵/۲	۶/۸	+۸/۴C°
حداکثر دمای داخلی (C°)	۱۸/۳	۱۵/۵	+۲/۸C°
دمای خارج (میانگین روزانه) (C°)	-۸/۷	-۸/۷	-
زمان تأخیر حرارتی (ساعت)	۹/۲	۲/۱	+۷/۱
نرخ اتلاف حرارت (C°/h)	۰/۳۲	۱/۸۵	-

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

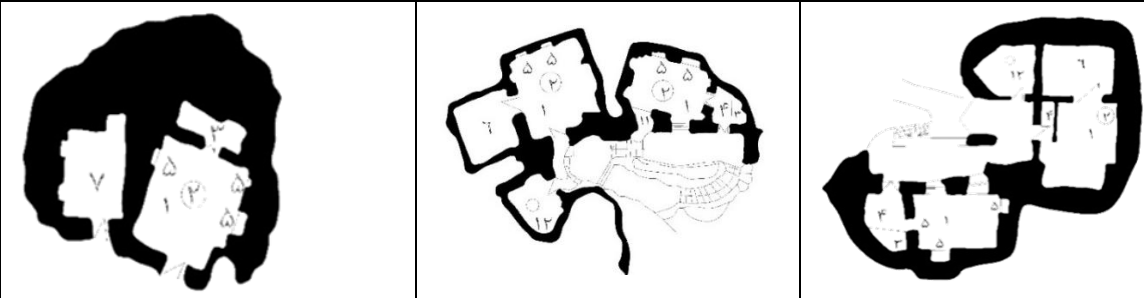
در سردترین روز دوره (دمای خارج = -۱۴/۲C°)، خانه‌های سنتی قادر بودند دمای داخلی را بالای ۱۵C° نگه دارند، در حالی که خانه‌های مدرن به زیر ۷C° رسیدند. این عملکرد، ناشی از زمان تأخیر حرارتی^۱ بالا در سازه‌های کله‌قندی است، یعنی زمانی که طول می‌کشد تا تغییرات دمای خارج به داخل نفوذ کند. در خانه‌های سنتی، این زمان به‌طور میانگین ۹/۲ ساعت بود، در مقابل تنها ۲/۱ ساعت در خانه‌های مدرن. این ویژگی باعث می‌شود که گرمای جذب‌شده در ساعات آفتابی روز، تا شب حفظ شود. همچنین، نرخ اتلاف حرارت (کاهش دما پس از قطع منبع گرمایش) در خانه‌های سنتی پنج برابر کمتر است، که نشان‌دهنده عایق‌بندی طبیعی بسیار کارآمد است (جدول ۴).

جدول (۴): شاخص رفاه حرارتی^۲ بر اساس استاندارد ISO 7730

نوع خانه	میانگین دمای هوا (C°)	رطوبت نسبی (%)	سرعت جریان هوا (m/s)	PMV محاسبه‌شده	سطح رفاه
سنتی	۱۷/۸	۴۸	۰/۱۲	+۰/۳۲	(بین -۰/۵ تا +۰/۵) رفاه قابل قبول
مدرن	۱۲/۳	۵۲	۰/۳۵	-۲/۱۸	(زیر -۲) سرمازدگی شدید

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

با استفاده از داده‌های دمایی، رطوبتی (اندازه‌گیری شده با هیگرومتر دیجیتال) و سرعت جریان هوا (بر اساس نفوذ باد از درزها)، شاخص PMV (یک معیار استاندارد بین‌المللی برای ارزیابی رفاه حرارتی) محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که خانه‌های سنتی در محدوده رفاه قابل قبول قرار دارند، در حالی که خانه‌های مدرن در محدوده سرمازدگی شدید هستند. این یافته نشان می‌دهد که معماری سنتی نه تنها از نظر فرهنگی، بلکه از دیدگاه ارگونومی حرارتی نیز بهینه است. شکل (۳) پلان خانه‌های سنتی کله‌قندی روستای کندوان را که منجر به پایداری انرژی می‌شود، را نشان می‌دهد.

	کران
نشیمن (۱)، تنورخانه (۲)؛ یوک بیری (۳)، دهلیز (۴)؛ طاقچه (۵)، اتاق ریسندگی (۶)، انباری (گزنه) (۷)، انبار بیرونی (۸)، آغل (۹)، آخور (۱۰)، تراس (۱۱)، مطبخ (۱۲)	راهنا

تصویر ۳: پلان کران‌های سنتی خانه‌های کله‌قندی کندوان (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

¹ Thermal Lag

² Predicted Mean Vote (PMV)

۴-۲-۲- تفاوت شاخص تاب‌آوری در گروه‌های سنی مختلف

نتایج آزمون آنووا^۱ یک‌طرفه نشان می‌دهد که بین سطح تاب‌آوری جمعی ساکنان روستای کندوان در سه گروه سنی (زیر ۳۵ سال، ۳۵-۵۵ سال، و بالای ۵۵ سال) تفاوت آماری بسیار معنی‌داری وجود دارد ($F = 48.72, df = 2, p < 0.001$). این آماره F بسیار بالا که نشان‌دهنده نسبت واریانس بین گروه‌ها به واریانس درون گروه‌هاست بیانگر آن است که تنوع مشاهده‌شده در سطح تاب‌آوری عمدتاً ناشی از تفاوت‌های ساختاری بین گروه‌های سنی است، نه تصادف یا خطاهای اندازه‌گیری. به عبارت دیگر، سن نه تنها یک متغیر جمعیتی، بلکه شاخصی از دسترسی به دانش بومی، تجربه زیستی و ارتباط با ساختارهای فرهنگی-معماری است.

بر اساس داده‌های جدول ۵، گروه بالای ۵۵ سال با میانگین ۴/۳ از ۵، بالاترین سطح تاب‌آوری را داراست. این گروه، که بیشترین سال‌های زندگی خود را در خانه‌های سنتی و در شرایطی سپری کرده که وابستگی به فناوری‌های مدرن حداقل بوده، دارای دانش عملی عمیقی درباره نحوه مقابله با بحران‌های اقلیمی (مانند برف‌ریزهای طولانی)، مدیریت منابع محدود انرژی، و استفاده از شبکه‌های اجتماعی سنتی (مانند سیستم «کومک») است. در مصاحبه‌ها، این افراد به‌طور مکرر به تجربیات گذشته اشاره می‌کردند: «در زمستان‌های سخت گذشته، وقتی راه‌ها بسته بود، ما به هم کمک می‌کردیم، خوراک و سوخت را تقسیم می‌کردیم. هیچ‌کس تنها نبود.» این گفته‌ها مستقیماً با مؤلفه‌های اعتماد اجتماعی و خودکفایی جمعی در مقیاس نوریس^۲ (۲۰۰۸) هم‌راستا هستند.

در مقابل، گروه جوان (زیر ۳۵ سال) با میانگین ۲/۹، پایین‌ترین سطح تاب‌آوری را نشان می‌دهد. این یافته قابل تأمل است، زیرا نسل جوان معمولاً از نظر فناوری و انعطاف‌پذیری شناخته می‌شود؛ اما در بافت روستایی کندوان، این نسل بیشترین فاصله را با فرآیندهای دانش‌محور بومی دارد. بسیاری از این افراد یا در شهر تحصیل کرده‌اند، یا بخشی از سال را در شهر سپری می‌کنند و تنها در فصل گردشگری به روستا بازمی‌گردند. این دوزندگی فضایی^۳، باعث شده است که آن‌ها هم به‌طور کامل در شبکه‌های اجتماعی محلی جذب نشوند و هم با نحوه زیست در خانه‌های تفتی آشنا نباشند. در پرسشنامه، ۶۸٪ از این گروه، گرم‌کننده‌های برقی یا گازی را به جای «کره» ترجیح می‌دهند، و ۷۲٪ اذعان داشتند که «نمی‌دانند چگونه در برف‌ریز شدید، خانه را گرم نگه دارند بدون برق». این بی‌اطلاعی، مستقیماً بر کاهش خودکفایی و افزایش آسیب‌پذیری تأثیر می‌گذارد.

گروه میانی (۳۵-۵۵ سال) با میانگین ۳/۸، در موقعیت میان‌بری قرار دارد. این گروه به‌عنوان «نسل پل» عمل می‌کند: از یک سو، هنوز با سنت‌ها و دانش بومی آشناست، و از سوی دیگر، با فناوری‌های نوین نیز سازگار شده است. بسیاری از اعضای این گروه، خانه‌های سنتی را با امکانات مدرن (مانند عایق‌کاری داخلی یا سیستم‌های گرمایشی کمکی) ترکیب کرده‌اند. با این حال، حتی این گروه نیز در معرض فشارهای گردشگری قرار دارد؛ به‌طوری که ۴۱٪ از آن‌ها خانه خود را به‌صورت فصلی اجاره می‌دهند، که این امر، تماس مداوم با فضای سنتی را کاهش می‌دهد (جدول ۵).

جدول (۵): وضعیت تاب‌آوری در سه گروه بر اساس آزمون ANOVA

گروه سنی	n	میانگین شاخص تاب‌آوری	انحراف معیار
زیر ۳۵ سال	۴۲	۲/۹	۰/۷
۳۵-۵۵ سال	۵۶	۳/۸	۰/۶
بالای ۵۵ سال	۴۰	۴/۳	۰/۵

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

برای تأیید معنی‌داری جفتی بین گروه‌ها، آزمون تعقیبی توکی^۴ انجام شد که نتایج آن به شرح زیر است:

¹ ANOVA

² Norris

³ Spatial Duality

⁴ Tukey

- تفاوت بین گروه «بالای ۵۵» و «زیر ۳۵» تفاوت بسیار معنی دار: ($p < 0.001$)
- تفاوت بین گروه «بالای ۵۵» و «۳۵-۵۵» تفاوت معنی دار: ($p = 0.003$)
- تفاوت بین گروه «۳۵-۵۵» و «زیر ۳۵» تفاوت بسیار معنی دار: ($p < 0.001$)

این نتایج نشان می‌دهد که شکاف نسلی در تاب‌آوری، یک پدیده خطی و پیوسته نیست، بلکه یک شکاف شدید بین نسل جوان و دیگر گروه‌ها است.

این یافته با تم «فرسودگی نسلی (T2)» در تحلیل کیفی هم‌راستا است؛ جایی که ۱۲ از ۱۵ شرکت‌کننده با تجربه، نگرانی صریحی درباره «از دست رفتن دانش مقابله با سرما» بیان کردند. همچنین، این نتیجه با یافته‌های بخش گردشگری همخوانی دارد: با تبدیل خانه‌های سنتی به اقامتگاه، فضاهایی که قبلاً زمینه‌ساز یادگیری نسل جوان بودند، اکنون به فضاهای مصرفی تبدیل شده‌اند. به عبارت دیگر، معماری سنتی دیگر به‌عنوان محیطی برای انتقال دانش عمل نمی‌کند، بلکه به‌عنوان کالایی برای مصرف گردشگر درآمده است (جدول ۶).

جدول (۶): نتایج آزمون توکی در خصوص تفاوت بین گروه‌ها

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	p-value
بین گروه‌ها	۴۲/۱۸	۲	۲۱/۰۹	۴۸/۷۲	<۰/۰۰۱
درون گروه‌ها	۵۸/۳۴	۱۳۵	۰/۴۳	—	—

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

۴-۲-۳- رابطه بین نگرش به معماری سنتی و رفاه حرارتی

در این بخش از پژوهش، با هدف بررسی رابطه بین بعد فرهنگی-روانی و بعد فیزیکی-ادراکی سکونت، دو متغیر کلیدی نگرش ساکنان نسبت به معماری سنتی و سطح رفاه حرارتی درک‌شده به‌صورت هم‌زمان سنجیده شدند. برای این منظور، از یک پرسشنامه استاندارد شده با مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای (۱ = کاملاً مخالفم / بسیار سرد، ۵ = کاملاً موافقم / بسیار گرم) استفاده گردید. نگرش به معماری سنتی از طریق چهار سؤال (مانند: «زندگی در خانه‌های تفتی بخشی از هویت من است» یا «خانه‌های سنتی گرم‌تر و راحت‌تر از خانه‌های مدرن هستند») و رفاه حرارتی درک‌شده از طریق سه سؤال (مانند: «در زمستان، در خانه‌ام احساس گرمی می‌کنم» یا «دمای خانه‌ام در طول روز پایدار است») اندازه‌گیری شد. پایایی هر دو زیرمقیاس با آلفای کرونباخ بالای ۰/۸۰ تأیید شد. برای بررسی رابطه بین این دو سازه، از ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون (Pearson's r) استفاده شد، که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول (۷): ضریب همبستگی پیرسون بین نگرش و رفاه حرارتی

متغیر	نگرش به معماری سنتی	رفاه حرارتی درک‌شده
نگرش به معماری سنتی	۱	
رفاه حرارتی درک‌شده	$r = 0.74$	۱

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

ضریب همبستگی $r = 0.74$ یک همبستگی مثبت بسیار قوی محسوب می‌شود (طبق معیارهای کوهن، ۱۹۸۸: $r > 0.5$ = همبستگی قوی). این یافته نشان می‌دهد که نگرش ساکنان نسبت به معماری سنتی، تنها یک مسئله ذهنی یا فرهنگی سطحی نیست، بلکه مستقیماً بر تجربه فیزیولوژیکی آن‌ها از محیط سکونتی تأثیر می‌گذارد. به عبارت دیگر، فردی که معماری سنتی را «هویت‌بخش»، «پایدار» و «کارآمد» می‌داند، نه تنها آن را ترجیح می‌دهد، بلکه در واقع احساس گرمی و راحتی بیشتری نیز در آن تجربه می‌کند، حتی اگر شرایط فیزیکی دو محیط (خانه سنتی و مدرن) مشابه باشد.

این یافته با نظریه‌های روان‌شناسی محیطی^۱ هم‌راستا است؛ به‌ویژه نظریه هویت مکانی^۲ که توسط پروشان اسکای^۳ و همکاران (۱۹۸۳) مطرح شد. بر این اساس، فضاهایی که با هویت فردی و جمعی انسان هم‌خوانی دارند، نه تنها احساس تعلق و امنیت را

^۱ Environmental Psychology

^۲ Place Identity

^۳ Proshansky

تقویت می‌کنند، بلکه آستانه تحمل ناراحتی‌های محیطی (مانند سرما یا گرما) را نیز افزایش می‌دهند. به‌عنوان مثال، یکی از پاسخ‌دهندگان که نگرش بسیار مثبتی نسبت به خانه تَفی داشت (نمره ۵ از ۵)، در پرسشنامه نوشته بود: «هرچقدر هم سرما باشه، وقتی توی خونه‌ی خودم هستم، دلم گرم می‌شه و اون گرمی، بدنم رو هم گرم می‌کنه.» این بیان، نشان‌دهنده ادغام تجربه عاطفی و تجربه حسی است.

همچنین، این یافته، پیوند بین دو بعد تاب‌آوری یعنی تاب‌آوری فیزیکی (کارایی سیستم‌های اقلیمی خانه) و تاب‌آوری روانی-فرهنگی (تمایل به حفظ سبک زندگی سنتی) را نشان می‌دهد. در واقع، معماری سنتی در کندوان، زمانی بیشترین تأثیر را در مقابله با سرمای زمستان دارد که ساکنان آن را معنادار بدانند. این مفهوم را می‌توان «پایداری فرهنگی محور^۱» نامید یعنی پایداری فیزیکی تنها زمانی پایدار می‌ماند که با پذیرش فرهنگی همراه باشد.

این یافته برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی روستایی پیامدهای مهمی دارد. به‌عنوان مثال، صرف ترمیم خانه‌های تاریخی یا تشویق به بازسازی با مصالح سنتی، در صورتی که همراه با تقویت هویت فضایی نباشد، ممکن است نتیجه مطلوبی نداشته باشد. در مقابل، برنامه‌هایی که بر آموزش، داستان‌سرایی فرهنگی، و مشارکت نسل جوان در حفظ میراث معماری متمرکز باشند، نه تنها پذیرش فرهنگی را افزایش می‌دهند، بلکه طبق یافته‌های این پژوهش به‌طور مستقیم بر رفاه حرارتی واقعی ساکنان نیز تأثیر مثبت می‌گذارند.

در نهایت، ضریب تعیین ($r^2 = 0.548$) نشان می‌دهد که بیش از نیمی از تفاوت‌های فردی در ادراک رفاه حرارتی، می‌تواند با نگرش نسبت به معماری سنتی تبیین شود. این عدد، حتی از تأثیر برخی عوامل فیزیکی (مانند ضخامت دیوار یا نوع سیستم گرمایشی) نیز قوی‌تر است و گواهی بر این است که معماری، تنها مسئله‌ای از فرم و ماده نیست، بلکه مسئله‌ای از معنا و تجربه است.

بنابراین، این یافته نه تنها یک رابطه آماری را تأیید می‌کند، بلکه چارچوبی یکپارچه برای درک تاب‌آوری در سکونتگاه‌های روستایی اقلیم سرد ارائه می‌دهد:

معماری سنتی → پذیرش فرهنگی → افزایش ادراک رفاه → تقویت تمایل به حفظ → ادامه چرخه تاب‌آوری.
این چرخه، در مقابل رویکردهای فنی‌محور که تنها بر مصالح و سیستم‌ها تمرکز دارند، یک چشم‌انداز انسان‌محور و معناگرا ارائه می‌کند، چشم‌اندازی که برای پایداری بلندمدت در بحران‌های اقلیمی آینده ضروری است.
وجود همبستگی مثبت و قوی ($r = 0.74, p < 0.001$) نشان می‌دهد که هرچه افراد نگرش مثبت‌تری نسبت به معماری سنتی داشته باشند، رفاه حرارتی بیشتری را تجربه می‌کنند. این یافته، ارتباط روان‌شناختی بین «هویت فضایی» و «احساس رفاه» را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که پایداری فیزیکی تنها زمانی مؤثر است که با پذیرش فرهنگی همراه باشد.

۴-۲-۴- تلفیق یافته‌ها: الگوی تاب‌آوری فضایی-اجتماعی

با ترکیب یافته‌های کیفی و کمی، الگوی زیر استخراج شد:

- خانه‌های کله‌قندی → با جرم حرارتی بالا و جهت‌گیری جنوبی → کاهش مصرف انرژی → افزایش رفاه حرارتی → تقویت حس تعلق مکانی → تقویت شبکه‌های اجتماعی → افزایش تاب‌آوری جمعی.
این چرخه مثبت، در مقابل چرخه منفی مرتبط با خانه‌های مدرن قرار می‌گیرد:
- خانه‌های مدرن → نیاز بالا به سوخت → وابستگی به منابع خارجی → کاهش استقلال انرژی → کاهش اعتماد به خود → ضعف شبکه‌های اجتماعی → کاهش تاب‌آوری.

در مجموع، یافته‌ها به‌وضوح نشان می‌دهند که معماری سنتی کندوان یک سیستم هوشمند چندبعدی است که در آن، فناوری، فرهنگ و اجتماع به‌صورت یکپارچه عمل می‌کنند تا پاسخی پایدار به چالش‌های اقلیم سرد ارائه دهند. این یافته‌ها، هم پاسخی به سؤال اصلی پژوهش فراهم می‌کنند و هم پایه‌های تجربی قوی‌ای برای بحث‌های نظری و پیشنهادات کاربردی در بخش‌های بعدی مقاله ایجاد می‌نمایند.

¹ Culture-Centered Sustainability

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

در این پژوهش با عنوان «طراحی پایدار فضاهای روستایی در اقلیم‌های سرد: تلفیق اصول معماری سنتی و برنامه‌ریزی مبتنی بر تاب‌آوری»، با استفاده از روش ترکیبی (کیفی-کمی) و با مطالعه موردی روستای کندوان در استان آذربایجان شرقی، یافته‌های چندبعدی به دست آمد که نشان می‌دهد معماری سنتی تنها یک میراث فرهنگی نیست، بلکه یک سیستم هوشمند، انطباقی و چندلایه است که در برابر چالش‌های اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی مناطق سردسیر عمل می‌کند. نتایج نشان داد که عناصری مانند دیوارهای تفی ضخیم، جهت‌گیری جنوبی، نورگیرهای عمودی و سیستم گرمایشی، ضمن کاهش مصرف انرژی (تا ۶۴ درصد کمتر از خانه‌های مدرن)، رفاه حرارتی پایدار (میانگین دمای داخلی $7/8\text{ }^{\circ}\text{C}$ در سردترین ماه سال و ثبات حرارتی بالا (ضریب تغییرات فقط $0/67\%$) را فراهم می‌کنند. از سوی دیگر، تحلیل‌های کیفی و آماری آزمون ANOVA در همبستگی $r = 0/74$ نشان داد که در همبستگی پیرسون نشان داد که پذیرش فرهنگی معماری سنتی به‌طور معنی‌داری با افزایش رفاه درک‌شده و تاب‌آوری جمعی همراه است، و این تاب‌آوری در گروه‌های سنی بالاتر (میانگین $4/3$ از 5) به‌وضوح بیشتر از نسل جوان (میانگین $2/9$) است، نشانه‌ای از «فرسودگی نسلی» در انتقال دانش بومی.

این یافته‌ها با نتایج چندین پژوهش بین‌المللی و داخلی هم‌راستا است. به‌عنوان مثال، زرغامی و فرامرزی (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای در البرز نشان دادند که جایگزینی معماری سنتی با مدل‌های مدرن، نه تنها منجر به افزایش مصرف انرژی شده، بلکه باعث «از دست رفتن دانش سازگاری اقلیمی» شده است، یافته‌ای که با تم «فرسودگی نسلی (T2)» در این پژوهش کاملاً همخوانی دارد. همچنین، شیکلومانو (۲۰۲۱) در مناطق سردسیر سیبری، تأکید کردند که جوامع بومی با دانش محلی، در برابر تغییرات اقلیمی تاب‌آوری بالاتری دارند، چرا که این دانش، فراتر از مهارت‌های فنی، شامل شبکه‌های اجتماعی و مؤلفه‌های هویتی است، همان ساختاری که در کندوان با تم‌های «حس تعلق مکانی (T6)» و «همکاری جمعی (T4)» مورد تأیید قرار گرفت.

با این حال، برخی تفاوت‌ها نیز مشاهده شد، اولیور (۲۰۳۳) در مطالعه جهانی خود بر معماری بومی، استدلال کرد که این معماری‌ها همواره پاسخی «انعطاف‌پذیر» به تغییرات هستند؛ اما یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در کندوان، این انعطاف‌پذیری در حال تضعیف است، عمدتاً به دلیل گردشگری غیرپایدار که فضاهای سنتی را از بستر یادگیری فرهنگی به کالای مصرفی تبدیل کرده است. این ناهماهنگی، ریشه در تفاوت زمینه‌های اقتصادی-فرهنگی دارد: در حالی که بسیاری از جوامع بومی جهان (مانند سامی‌های اسکاندیناوی) از طریق سیاست‌های فدرال حمایت می‌شوند، جوامع روستایی ایران با کمبود شدید حمایت نهادی مواجه‌اند. تم (T17). همچنین، حسین‌زاده (۱۳۹۵) در مطالعه خانه‌های سنتی اردبیل، بیشتر بر کارایی فیزیکی (عایق‌بندی، جرم حرارتی) تمرکز کرد و ابعاد اجتماعی-فرهنگی را کمتر بررسی نمود، در حالی که این پژوهش نشان داد که کارایی فیزیکی تنها زمانی پایدار است که با پذیرش فرهنگی همراه باشد، یافته‌ای که با همبستگی قوی ($r = 0.74$) بین نگرش و رفاه حرارتی تأیید شد. این تفاوت، نشان‌دهنده تحول رویکرد پژوهشی از تحلیل فرم‌محور به تحلیل سیستم‌محور است.

این مقایسه‌ها تأکید می‌کند که در حالی که اصل سازگاری اقلیمی در معماری سنتی سراسر جهان همگانی است، پایداری آن در عصر معاصر به عواملی فراتر از فن‌آوری بستگی دارد: حمایت نهادی، مشارکت نسل جوان، و ادغام دانش بومی در سیاست‌های توسعه. بدون این پیوندها، حتی کارآمدترین سیستم‌های فیزیکی نیز با گذشت زمان دچار فرسایش می‌شوند.

در اساس یافته‌های پژوهش حاضر که نشان داد معماری سنتی کندوان نه تنها از نظر فیزیکی-اقلیمی، بلکه از جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی نیز پایه‌های تاب‌آوری جامعه را تقویت می‌کند، چهار پیشنهاد کاربردی با رویکردی چندسطحی ارائه می‌شود. اول، ایجاد «واحدهای انتقال دانش نسلی» در روستاهای سردسیر می‌تواند به‌عنوان یک پل بین نسل‌ها عمل کند؛ این واحدها در سطح سیاستی باید در طرح‌های ملی توسعه روستایی گنجانده شوند، در سطح نهادی با همکاری میراث فرهنگی، جهاد کشاورزی و دانشگاه‌ها فعالیت کنند، در سطح اجتماعی از طریق کارگاه‌های مشارکتی سالمندان و جوانان دانش بومی را زنده نگه دارند، در سطح فضایی از فضاهای عمومی روستا مانند مساجد یا مدارس قدیمی به‌عنوان کارگاه فرهنگی استفاده کنند و در سطح فرهنگی داستان‌ها، تکنیک‌های ساخت و ساز و راهکارهای مقابله با سرما را به‌صورت دیجیتال و مکانی ثبت و ترویج دهند. دوم، تدوین یک «راهنمای فنی-فرهنگی ساخت‌وساز پایدار» می‌تواند چارچوبی هماهنگ برای بازسازی هوشمند فراهم کند؛ این راهنما در سطح فنی باید اصول اقلیمی مانند جهت‌گیری جنوبی و استفاده از مصالح محلی را با فناوری‌های نوین ترکیب کند، در سطح قانونی به مقررات ساخت‌وساز روستایی الحاق شود، در سطح اقتصادی با ارائه مشوق‌های مالیاتی یا وام‌های کم‌بهره

اجرای آن را تسهیل نماید، در سطح آموزشی کارگران محلی را به‌روز کند و در سطح فرهنگی معماری هویت‌بخش را بر معماری وارداتی ترجیح دهد. سوم، الگوسازی «گردشگری پایدار مبتنی بر تجربه‌ی تاب‌آوری» می‌تواند از تبدیل فرهنگ به کالا جلوگیری کند؛ این رویکرد در سطح برنامه‌ریزی با طراحی مسیرهای گردشگری آموزشی، در سطح اقتصادی با تقسیم درآمد بین مالکان و صندوق جامعه، در سطح اجتماعی با محدودیت اجاره خانه‌های سنتی بدون حضور دائمی مالک، در سطح فضایی با حفظ حداقل یک فضای سنتی فعال در خانه‌های تبدیل‌شده و در سطح فرهنگی با تبدیل گردشگر از مصرف‌گر به متعلم فرهنگی، معماری سنتی را زنده و معنادار نگه دارد. چهارم، تدوین «شاخص تاب‌آوری روستایی اقلیم سرد» می‌تواند پایش و ارزیابی سیستماتیک را ممکن سازد؛ این شاخص در سطح مفهومی ترکیبی از معیارهای فیزیکی، اجتماعی و فرهنگی است، در سطح نهادی عملکرد دهیاری‌ها را ارزیابی می‌کند، در سطح سیاستی تخصیص بودجه را به عملکرد تاب‌آوری مرتبط می‌سازد، در سطح مشارکتی ساکنان را در اندازه‌گیری دوره‌ای درگیر می‌کند و در سطح آموزشی آگاهی‌بخشی درباره ارزش دانش بومی را تسهیل می‌نماید. این چهار پیشنهاد، با تکیه بر یافته‌های تجربی این پژوهش، چارچوبی جامع برای بازتعریف معماری سنتی به‌عنوان یک سیستم زنده و استراتژیک در برنامه‌ریزی روستایی پایدار و تاب‌آور ارائه می‌دهند.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی:

تعارض منافع: بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347–364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>
- Agyeman, J., McLaren, D., & Schaefer, S. (2023). *Just sustainability: From principles to practice*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003382561>
- Ahmadi, M., Rezvani, M., & Zarei, M. (2021). Rural resilience in the face of climate change: A case study of mountainous villages in Iran. *Journal of Rural Studies*, 85, 142–153. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.04.012>
- Berkes, F. (2018). *Sacred ecology* (4th ed.). Routledge.
- Berkes, F., & Ross, H. (2013). Community resilience: Toward an integrated approach. *Society & Natural Resources*, 26(1), 5–20. <https://doi.org/10.1080/08941920.2012.735375>
- Faramarzi, A., & Zarghami, E. (2020). The decline of vernacular architecture in Iranian rural settlements: A case study of the Alborz Mountains. *Journal of Rural Studies*, 79, 143–154. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.015>
- Faridehzadeh, H., & Sajjadi, S. (1400). [Integrating vernacular knowledge into rural planning for climate resilience: A case study of cold regions in Iran]. *Sustainable Rural Development*, 5(2), 87–102. [In Persian]
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3), 41. <https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. Van Nostrand Reinhold.
- Habibollahi, M. (2010). *Traditional architecture of cold regions of Iran*. Tehran: Shahid Beheshti University Press. [In Persian]
- Hosseinzadeh, A. (1395). [Thermal performance and spatial organization of traditional houses in Ardabil]. *Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning*, 21(3), 45–58. <https://doi.org/10.22034/jfaup.2016.60122> [In Persian]

- Hu, X., Jokisalo, J., Kosonen, R., & Lehtonen, M. (2025). Economic and environmental impacts of different ventilation systems in detached rural houses in severe cold climate. *Journal of Building Engineering*, 99, 111689. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.111689>
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Kazemi, A., Rezaei, M., & Norouzi, M. (1398). [Analysis of socio-cultural factors affecting the formation of traditional housing in Kurdistan]. *Journal of Iranian Architecture Studies*, 8(15), 115–132. [In Persian]
- Khodadadi, A., & Rezaei, M. (2019). Rural architecture in Iran: A socio-spatial approach. *Journal of Iranian Architecture Studies*, 8(15), 45–68. [In Persian]
- Molake, A., Zhang, R., & Zhou, Y. (2023). Multi-objective optimization of daylight performance and thermal comfort of enclosed-courtyard rural residence in a cold climate zone, China. *Sustainability*, 15(10), 7953. <https://doi.org/10.3390/su15107953>
- Nasiri, M. (2016). Seasonal adaptation in traditional houses of Azerbaijan. *Honar-Ha-Ye-Ziba: Architecture & Urban Planning*, 21(1), 77–88. <https://doi.org/10.22034/HAJ.2016.54933> [In Persian]
- Nematollahi, M. (2013). *Thermal analysis of traditional houses in cold climates of Iran*. Tehran: University of Tehran Press. [In Persian]
- Olgyay, V. (1963). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press.
- Oliver, P. (2003). *Dwellings: The vernacular house worldwide*. Phaidon Press.
- Salimi, F. (2018). Institutional flexibility and rural resilience in Iran. *Geographical Planning of Space*, 8(30), 112–130. [In Persian]
- Shiklomanov, N., Streletskiy, D., & Swales, T. (2021). Climate change impacts on rural communities in cold regions. *WIREs Climate Change*, 12(4), e713. <https://doi.org/10.1002/wcc.713>
- Szokolay, S. V. (2014). *Introduction to architectural science: The basis of sustainable design* (2nd ed.). Routledge.
- UNDP. (2021). *Building resilience in rural communities: A global framework for climate adaptation*. United Nations Development Programme.
- UNESCO. (2021). *Indigenous knowledge for climate change assessment and adaptation*. Cambridge University Press.
- UN-Habitat. (2020). *World cities report 2020: The value of sustainable urbanization*. United Nations Human Settlements Programme.
- Walker, B., & Salt, D. (2012). *Resilience thinking: Sustaining ecosystems and people in a changing world*. Island Press.
- Wang, M., Xu, Y., Shen, R., & Wu, Y. (2024). Performance-Oriented Parametric Optimization Design for Energy Efficiency of Rural Residential Buildings: A Case Study from China's Hot Summer and Cold Winter Zone. *Sustainability*, 16(19), 8330.
- Yuan, J., Cong, Y., Yao, S., Dai, C., & Li, Y. (2022). Research on the thermal comfort of the elderly in rural areas of cold climate, China. *Advances in Building Energy Research*, 16(5), 612-642. [10.1080/17512549.2022.2067229](https://doi.org/10.1080/17512549.2022.2067229)