



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Development of a Post - Disaster Temporary Housing Model Using Cellular Architecture in a Hot and Arid Climate

Sajad Aeini^{(1)*} , Ali Abdollahi⁽²⁾ , Navid Jalaeian Ghane⁽³⁾ , Saba Hosseininasab⁽⁴⁾ 

1. Ph.D. in Architecture, Department of Art & Architecture, Ma.C., Islamic Azad University, Mashhad, Iran. (<https://orcid.org/0000-0002-9425-0064>)

2. Ph.D. Candidate, Faculty of Architecture, College of Fine Arts, University of Tehran. Tehran. Iran. (<https://orcid.org/0000-0002-1827-6174>)

3. Ph.D. Candidate, Department of Art & Architecture, Ma.C., Islamic Azad University, Mashhad, Iran. (<https://orcid.org/0000-0001-9209-9148>)

4. Ph.D. in Architecture, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0000-0001-9216-6451>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received:31/08/2024 Revised:11/11/2024 Accepted:21/11/2024 PP. 7-38	Introduction: The present study addresses the critical issue of temporary housing for populations who, following sudden and disruptive events, lose access to adequate shelter and face severe limitations in meeting their basic spatial and living needs. These populations include victims of both natural and human-induced disasters such as earthquakes, floods, and wars—groups for whom the provision of emergency shelter is not merely a physical necessity but also a key determinant in reducing suffering, restoring psychological stability, and facilitating crisis management processes. a review of common temporary housing practices in Iran shows that solutions such as tents and prefabricated containers, despite their advantages in speed and ease of installation, are often insufficient in meeting spatial, functional, and psychosocial needs. These limitations adversely affect the well-being of residents and create long-term environmental, economic, and social challenges. In many disaster-prone regions of Iran—particularly those situated in hot and arid climates—the need for housing solutions that simultaneously address environmental constraints, construction speed, affordability, and living quality becomes even more crucial. Within this context, the present research develops a framework based on “cellular architecture” and the use of lightweight, low-cost, and renewable cellulose-based materials to propose a flexible, adaptable model for post-disaster temporary housing. The study aims not only to provide a rapid shelter solution but also to reconstruct, even partially, the sense of “home” and spatial dignity for affected populations. Thus, the research moves beyond the concept of emergency shelter and approaches temporary housing as an opportunity to reintroduce quality, stability, and psychological support into the lives of disaster survivors.
Keywords: Temporary housing, Post-disaster sheltering, Hot and arid climate, Cellular structures, Housing.	The Purpose of the Research: The main objective of this research is to develop and identify a temporary housing model utilizing cellulose-based structures to improve post-disaster accommodation in hot and arid climatic conditions.
 Use your device to scan and read the article online	Methodology: This study is conducted within a qualitative research framework, following an experiential, case-study-based approach aimed at understanding the capacities and limitations of feasible, user-centered construction methods in post-disaster contexts. As an applied and experimental research project, the study is structured to generate not only theoretical insights but also practical solutions informed by the construction and evaluation of a full-scale prototype. The methodological logic relies on inductive reasoning and progresses gradually from conceptual understanding to design and implementation. Data collection in the first stage involved documentary and library-based

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	research, through which various dimensions of temporary housing, prior global experiences with cellulose-based construction, and foundational principles of cellular architecture were examined. Analytical reflection on these sources enabled the formation of a conceptual framework tailored to the climatic, environmental, and socio-spatial conditions of hot and arid regions. The research process follows a five-step structure: Theoretical Inquiry, Problem Diagnosis, Design Development, Full-Scale Implementation, Evaluation and Synthesis, This stepwise approach ensured a coherent transition from theoretical foundations to pragmatic execution, maintaining the exploratory essence of qualitative research while enabling concrete assessment of architectural feasibility. Findings and Discussion: The findings reveal that three fundamental geometric patterns—rectangular, triangular, and circular—can serve as the basis for developing cellulose-based temporary housing in post-disaster settings. Each pattern presents unique structural, spatial, and construction-related characteristics within hot and arid climatic conditions. Comparative evaluation of these patterns, followed by the full-scale implementation of the rectangular model, generated several key insights: Structural Considerations: The rectangular cellular configuration aligns more easily with common construction modules and standardized components. However, it requires meticulous attention to joint design, load transfer mechanisms, and lateral stability. Achieving adequate stiffness and ensuring safe structural behavior demand careful detailing of connections and precise coordination of cellulose elements. Spatial and Functional Qualities: Rectangular layouts correspond more naturally with the spatial expectations of users, offering intuitive room organization, efficient furniture placement, and scalable modular combinations. In contrast, triangular and circular forms may exhibit superior load distribution and aerodynamic performance under certain environmental conditions but require more complex spatial adaptation. Material Performance and Assembly: Cellulose-based materials, including paper tubes and cardboard panels, provide significant advantages such as reduced structural weight, modularity, rapid assembly, and minimal dependence on specialized equipment. These properties make them highly suitable for emergency contexts. However, challenges related to moisture protection, thermal insulation, solar exposure, and fire resistance necessitate precise design strategies—particularly in hot and arid climates. Psychosocial Dimensions: The study shows that when designed with attention to human scale, privacy, natural lighting, ventilation, and interior organization, cellulose-based spaces can substantially enhance residents’ sense of safety, dignity, and psychological well-being. Conventional solutions like tents and containers rarely meet these deeper needs, often resulting in prolonged psychological stress and diminished post-disaster recovery. Construction of the 1:1 prototype demonstrated the practical realities of translating conceptual models into built form. Challenges encountered during fabrication and assembly—including alignment issues, joint coordination, material behavior under load, and climatic adaptability—offered insights for refining the design. The experience highlights that while cellular architecture may appear simple, it demands detailed technical consideration to ensure real-world feasibility. Overall, the discussion emphasizes that temporary cellulose housing must not be limited to the provision of minimum shelter. Rather, it should be understood as a meaningful architectural opportunity to restore a basic quality of life, support emotional recovery, and foster a sense of stability for disaster survivors. Conclusion: The research concludes that the application of cellular architecture in temporary post-disaster housing—particularly in hot and arid climates—offers a promising, adaptable, and user-centered alternative to conventional emergency shelter solutions. Cellular architecture aims not merely to enclose space but to acknowledge the lived experiences and psychological needs of individuals who, until the moment of crisis, inhabited a proper “home.” The use of low-cost, renewable cellulose-based materials, combined with the possibility of participatory construction by survivors and volunteers, enhances affordability, speeds up installation, and fosters community engagement and empowerment. Flexibility, rapid assembly, and ease of spatial reconfiguration further contribute to mitigating psychological distress associated with displacement. At the same time, successful implementation requires careful consideration of structural design, geometric pattern selection, climatic protection, and detailed construction guidelines. By focusing on the rectangular

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	pattern and rigorously examining its structural and construction challenges at full scale, the study contributes a practical, evidence-based model for future development of temporary, sustainable, and resilient housing systems. The outcomes provide a foundation for advancing cellulose-based architecture and expanding its application across diverse post-disaster contexts. Funding: There is no funding support. Authors' Contribution: Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest. AI Usage Declaration: In the preparation of this manuscript, the authors did not use artificial intelligence for the development of the scientific content. However, they used the AI tool ChatGPT for language editing in certain sections of the manuscript. The authors reviewed and edited the generated content and accept full responsibility for the content of the published article. Acknowledgments: The authors would like to express their sincere gratitude and appreciation to Dr. Amir Ahmad Aminian for his valuable insights and enlightening guidance throughout the course of this research. The authors also gratefully acknowledge all individuals who contributed, in one way or another, to the implementation of the project and the completion of this study.

Highlight

- Contributing to the advancement of the literature on temporary housing solutions through a context-sensitive approach that emphasizes site-specific conditions.
- Developing a temporary settlement model and comparatively evaluating the technical characteristics of cellulose-based materials against conventional construction materials.
- Expanding the architectural design literature by addressing human needs and essential requirements across multiple dimensions, including material selection, geometric configuration, construction details, and technical expertise.

 This paper is an open access and licensed under the Creative Commons CC BY-NC 4.0 license ©2024, AGM. All rights reserved.	Cite This Article: Aeini, S., Abdollahi, A., Jalaiean Ghane, N. and Hoseininasab, S. (2024). Development of a Post-Disaster Temporary Housing Model Using Cellular Architecture in a Hot and Arid Climate. <i>Art of Green Management</i>, 2(3), 7-38. 10.30480/agm.2026.6376.1060  http://doi.org/10.30480/agm.2026.6376.1060  http://agm.journal.art.ac.ir/article_1514.html	
--	--	---

*. Corresponding Author (Email: sj.aeini@gmail.com) / (Phone: +989382575060)



توسعه‌ی الگوی مسکن موقت پس از بحران با استفاده از معماری سلولزی در اقلیم گرم و خشک

سجاد آئینی^(۱)، علی عبدالهی^(۲)، نوید جلائیان قانع^(۳)، صبا حسینی نسب^(۴)

۱- دکترای معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. (<https://orcid.org/0000-0002-9425-0064>)

۲- پژوهشگر دکتری، دانشکده معماری، دانشکده‌های هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (<https://orcid.org/0000-0002-1827-6174>)

۳- پژوهشگر دکتری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. (<https://orcid.org/0000-0001-9209-9148>)

۴- دکترای معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. (<https://orcid.org/0000-0001-9216-6451>)
ناشر: دانشگاه هنر ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۰ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۱ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۱ صص: ۷-۳۸	مقدمه: پژوهش حاضر به مسئله‌ی اسکان اقماری توجه می‌کند که مهم‌ترین دغدغه آن‌ها توجه به ضروریات فضای زیست در شرایط بحرانی است. این نگاه می‌تواند آسیب‌دیدگان از بلایای طبیعی و غیرطبیعی همچون زلزله، سیل، جنگ و... را نیز در برگیرد که از خلال آن به مسئله بهبود اسکان حادثه-دیدگان از بلایای طبیعی به صورت عمیق‌تری پرداخته شده است.
واژگان کلیدی: اسکان پس از بحران، اقلیم گرم و خشک، ساختارهای سلولزی، مسکن موقت، مسکن	هدف پژوهش: هدف اصلی این پژوهش، شناسایی الگوی مسکن موقت با استفاده از ساختارهای سلولزی به منظور اسکان بهتر پس از بحران در اقلیم گرم و خشک است. روش‌شناسی: در روش پژوهش، ابتدا به ابعاد مختلف اسکان موقت پس از بحران به صورت اسنادی و کتابخانه‌ای، به گردآوری داده‌ها پرداخته شد، سپس در کنار استفاده از منطقی استقرایی و با تکیه بر تجربه‌گرایی و بهره‌برداری از پتانسیل مصالح سلولزی در دسترس، به شناسایی الگوی مسکن سلولزی پرداخته شد. در گام نهایی، الگوی پیشنهادی باروش موردپژوهی و کار میدانی به صورت مقیاس واقعی (یک به یک) به مرحله اجرا درآمد تا به صورت تجربی نیز مزایا و معایب مسکن موقت سلولزی استخراج شود. یافته‌ها و بحث: در یافته‌های پژوهش تلاش شد تا به بازتعریف تصویر ذهنی نسبت به سازه‌های سلولزی و همچنین ارتقای کیفیت زیست حادثه‌دیدگان با استفاده از مصالح ارزان قیمت و تجدیدپذیر که قابلیت ساخت به صورت مشارکتی را دارند، پرداخته شود. نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد که سه الگوی اساسی راست‌گوشه، مثلثی، و دایره‌ای جهت اسکان پس از بحران قابل تعریف است که از این بین، به صورت ویژه چالش‌های الگوی راست گوشه به واسطه نمونه‌ی تجربی، کشف و در زمینه‌های ساختار، سازه، اتصالات و اجزا مورد بررسی قرار گرفت.
	نکات برجسته: - تلاش برای توسعه‌ی ادبیات حل مسئله مسکن موقت با اتکا بر وضعیت بستر؛ - توسعه‌ی الگوی اسکان موقت و مقایسه ویژگی‌های فنی مصالح سلولزی با مصالح مرسوم؛ - توسعه‌ی ادبیات طراحی معماری و پاسخ به نیازها و ضروریات انسانی در لایه‌های مترالی، هندسه، جزئیات ساختمانی و دانش فنی.
ارجاع به این مقاله: آئینی، سجاد؛ عبدالهی، علی؛ جلائیان قانع، نوید و حسینی‌نسب، صبا. (۱۴۰۳). توسعه‌ی الگوی	

مسکن موقت پس از بحران با استفاده از معماری سلولزی در اقلیم گرم و خشک، هنر مدیریت سبز، ۲ (۳)، ۷-۲۸
10.30480/agm.2026.6376.1060

مجوز: [Creative Commons CC BY-NC 4.0](#)
قابل استفاده است.
©2024, UST. All rights reserved.



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6376.1060>



http://agm.journal.art.ac.ir/article_1514.html

*. نویسنده مسئول (رایانامه: sj.aeini@gmail.com) / (تلفن: ۰۹۳۸۲۵۷۵۰۶۰۰)

سالانه شرایط زیست میلیون‌ها نفر از مردم، بر اثر بلایای طبیعی آسیب می‌بیند. یکی از چالش‌برانگیزترین مسائل پس از بلایای طبیعی در هر کشوری، آماده‌سازی اسکان موقت برای حادثه‌دیدگان است (Dabiri et al., 2020). بررسی مطالعات در این حوزه نشان می‌دهد که بحران مسکن، همواره زائیده‌ی تغییرات اجتماعی، صنعتی یا سیاسی نبوده است؛ به‌طوری‌که گاه رویدادهایی کنترل‌ناپذیر در نظام طبیعت، موجب تحمیل شرایطی بحرانی به جریان‌های معماری می‌شوند. در چنین شرایطی، بلایای طبیعی می‌توانند موجب تخریب بخشی از بافت مسکونی یک منطقه شوند؛ به‌گونه‌ای که در فرآیند بازسازی مناطق آسیب‌دیده، علاوه بر توجه به ضرورت‌های معمول ساخت مسکن، طرح‌گزاره‌های جدید و متناسب با شرایط بحرانی نیز باید در مراحل طراحی و ساخت اضافه شود. از آنجایی که تأمین مسکن موقت پس از بحران برای حادثه‌دیدگان، ارتباط مستقیم با کاهش درد و رنج آن‌ها دارد (Hosseini, Pons & Fuente, 2019, 1)، پرداختن به این مساله در بستر زلزله‌خیز کشور، ضروری و با اهمیت می‌نماید.

مطالعات حاکی از این است که برنامه‌های بازسازی مسکن پس از زلزله، نقش تعیین‌کننده در بازیابی فاجعه در سطح کلان ایفا می‌کنند (Dabiri et al., 2020, 57). به‌همین دلیل است که بحران مسکن، آن‌گاه که با چنین شرایطی توأم می‌شود، نیازمند توجه و طراحی دقیق‌تری است. به‌نظر می‌رسد آنچه که در رویکردهای برنامه‌های بازسازی مسکن معاصر در ایران مغفول مانده است، توجه به کیفیت طراحی مسکن در شرایط بحرانی است (Conzatti et al., 2022). اگر چه احتمال دارد فرد بد سرپناه به حداقل‌های سکونت ممکن قانع باشد، اما این امکان وجود دارد که با اندک تفاوتی در تصمیم‌گیری‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها روی طرح اولیه، کیفیت مسکن افراد بدسرپناه را به‌صورت قابل توجهی بهبود بخشد.

همان‌طور که اشاره شد، حل مسئله سرپناه و اسکان حادثه‌دیدگان می‌تواند نقطه‌ی اتکا و آغازی برای مدیریت و حل مسائل بحران باشد. ایجاد کیفیتی مطلوب در طراحی و پاسخ دادن به غالب نیازهای اولیه انسانی در سطحی قابل قبول برای حادثه‌دیدگان، می‌تواند نه تنها نیاز به اسکان را تأمین سازد، بلکه در بهبود کیفیت بهداشت روانی افراد نیز مؤثر واقع شود (Heanoy & Brown, 2024). ارزیابی نمونه‌های رایج اسکان موقت در ایران نشان می‌دهد که نمونه‌هایی مانند چادر یا کانکس، اگرچه سهولت اجرایی و سرعت برپاسازی بالایی دارند، ولی دارای چالش‌های فضایی و عملکردی متعددی هستند. اغلب این موارد به‌دلیل برآورده نکردن نیازهای روان‌شناختی حادثه‌دیدگان، بهره‌وری محدودی در کنترل بحران اسکان داشته‌اند. مطالعات متعددی در این حوزه نشانگر این است که مسکن موقت ضعیف دارای اثرات منفی قابل‌توجه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بر حادثه‌دیدگان است که در طی زمان هزینه‌های جبران‌ناپذیری برای جامعه ایجاد می‌کند (حسینی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۹؛ Barakat, 2003; Johnson, 2007). پیرو پاسخ‌گویی به مسئله‌ی مذکور، با طراحی واحدهای سبک و ارزانی که در زمان محدود برپا می‌شوند، می‌توان به حداقل‌های مطرح شده در مسکن که به‌صورت معمول قابل پاسخ‌گویی از طریق راه‌حل‌هایی نظیر چادر و کانکس نیستند، پاسخی مناسب ارائه کرد. پژوهش حاضر تلاشی است برای ارائه‌ی الگوی منعطف برای ایجاد مسکن مناسب برای حادثه‌دیدگان پس از بلایای طبیعی و یا افراد بدسرپناه که می‌تواند در مقیاس‌های متفاوت برای اسکان‌های موقت و غیررسمی مورد استفاده قرار گیرد.

مسئله‌ی این پژوهش، معطوف به اسکان بخشی از جامعه است که دغدغه‌ی آنها توجه و تأمین ضروریات فضای زیست در کمترین زمان و با امکانات محدود است. افرادی که هر چند توقعات آن‌ها از فضای کالبدی مسکن به کمینه‌ی خود می‌رسد، اما نیازمند توجه و توانمندسازی روانی و عاطفی به‌مراتب پیچیده‌تری نسبت به سایر گروه‌های انسانی هستند. بر مبنای آنچه تاکنون بدان اشاره شد، هدف اصلی این پژوهش، تعریف و طراحی الگوی مناسب برای اسکان موقت با توجه و تأکید بر انعطاف‌پذیری معماری سلولزی به‌منظور تأمین نیازهای طراحی است که متعاقباً با ایجاد حس تثبیت در ساکنین سرپناه از طریق کاهش و کنترل بحران‌های روانشناختی ناشی از بدسرپناهی تأمین می‌شود. رویکرد پژوهش برای دستیابی به این هدف مهم، ارزیابی الگوی مسکن موقت با معماری سلولزی، از ایده تا اجرای کامل است که با تمرکز بر سریع‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌های اجرایی ممکن بدون نیاز به تخصص و نیروی کاری ماهر است. پرسش‌های این پژوهش که نویسندگان مترصد هستند به آنها پاسخ دهند به شرح زیر است:

— چگونه می‌توان با استفاده از مصالح سلولزی به سرپناهی جهت سکونت اقشار حادثه‌دیده در زمان بحران دست یافت؟



- الگوهای سازه‌ای قابل اجرا با مصالح سلولزی برای برپایی مسکن موقت چیست؟

در ادامه پیش از بررسی مبانی نظری، در ابتدا پیشینه‌ی پژوهش بررسی می‌شود که تمرکز آن بر دو محور اصلی قرار گرفته است. در گام نخست، تجارب جهانی در حوزه‌ی معماری مبتنی بر مصالح سلولزی و مقوایی مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس مطالعات و پژوهش‌های علمی انجام‌شده در این زمینه مرور می‌شود.

- تجارب جهانی

در تجارب جهانی استفاده از مصالح سلولزی برای اسکان پس از سانحه برای اولین بار در کشور ژاپن و در مقابله با بحران زلزله‌های پی‌پای معرفی شد (Diarte & Shaffer, 2021, 17). کاربرد مصالح سلولزی یکی از بهترین روش‌ها برای کاهش میزان تخریب بناها در مقابل زلزله و سبک کردن ساختمان بر مبنای استفاده از مصالحی با وزن پایین است (Jasiolek, Latka, 2021, 50). استفاده از مصالح سلولزی به عنوان مصالحی کارآمد در بازسازی و اسکان موقت پس از سانحه پیشینه چندان طولانی ندارد. اگرچه عناصر مقوایی و کاغذی به صورت غیرحرفه‌ای و اولیه در پوشش سقف‌های بناهای معماری نشده مانند حلبی‌آبادها و زاغه‌ها و در ترکیب با سایر مصالح پلاستیکی و فلزی به کار گرفته شده است، ولی شناسایی قابلیت‌های این مصالح و کاربرد آن به صورت مصالحی قابل کنترل و بهینه در طراحی معماری به دهه‌های اخیر برمی‌گردد. با وجود این که کاغذ یکی از سبک‌ترین مصالح است، تا اوایل دهه ۱۹۹۰ که کار «شیگروبان»^۱ ظهور کرد، محصولات مقوایی به یک ماده بالقوه برای معماری تبدیل نشده بود (Diarte & Shaffer, 2021, p. 17). زلزله‌های بزرگ کوبه ژاپن در سال ۱۹۹۵ (Koketsu, Yoshida & Higashihara, 1998)، کاینالسی ترکیه در سال ۱۹۹۹ و باه‌ج هند در سال ۲۰۰۱، بیشترین نقش را در معرفی قابلیت کاربرد کاغذ در معماری پس از سانحه ایفا نموده‌اند (سرتیپی‌پور، ۱۳۹۰). استفاده از لوله کاغذی برای تأمین سرپناه و دیگر فضاهای مورد نیاز شهری برای اولین بار در شهر کوبه ژاپن و پس از زلزله ۱۹۹۵ مورد توجه قرار گرفت. معیارها و ضوابط طراحی و ساخت مسکن موقت بر اساس استفاده از مصالح ارزان، ساخت آسان، عایق کاری مناسب و بالاخره زیبایی نسبی بود. شیگروبان که مطالعات و پروژه‌های متعددی در این زمینه دارد، با به کار بستن مصالح سلولزی در قالب لوله‌های کاغذی، معماری سلولزی را در چند مرحله و بخش‌های مختلف به اجرا رسانده است در تصویر ۱ تعدادی از این آثار ارائه شده است، برخی دیگر از آثار او عبارتند از:



تصویر ۱- تصویر راست: خانه موقت با کاغذ اثر شیگروبان (Ban & Shodhan, 2003, 158)؛ تصویر میانی: مسکن کاغذی در ترکیه اثر شیگروبان (Zuckerman Jacobson et al., 2014, 132)؛ تصویر چپ: خانه هوت، ژاپن اثر شیگروبان (Ban, 2020)

طراحی فضاهای داخلی: وی در طرح نمایشگاهی جهت ارائه آثار یک معمار ژاپنی به نام امیلیو آمباسز از لوله‌های کاغذی جهت طراحی فضای داخلی یک آلاچیق کاغذی در سال ۱۹۸۹ استفاده کرد. طراحی دیوارهای داخلی و خارجی این سازه، اولین ساختمان از سری ساختمان‌های لوله کاغذی بود که در آن لوله‌های کاغذ نقش سازه‌ای هم به عهده داشتند.

طراحی سازه‌های کاغذی: شیگروبان در سال ۱۹۹۴ که به عنوان دفتر کار و گالری موسسه «ایسی میاکی»^۲ طراحی شده است، از لوله‌های کاغذی به عنوان سازه و جداکننده فضاهای داخل و خارج استفاده نمود. مشابه همین روند در پروژه کلیسای کاغذی در سال ۱۹۹۵ نیز پیاده‌سازی شد. مهم‌ترین الویت این پروژه، سادگی اجرای آن بود، به گونه‌ای که داوطلبان بتوانند بدون ماشینی آن را برپا سازند.

طراحی پناهگاه‌های کاغذی: پروژه‌ای که به سفارش کمیسیون عالی حقوق بشر سازمان ملل برای مهاجران در آفریقا و در سال ۱۹۹۴ به انجام رسید، از چادرهایی که به جای پایه‌های چوبی یا فلزی، از سازه‌ای با لوله‌های کاغذ برپا می‌شوند، استفاده شده است.

- مطالعات علمی

سرتیپی‌پور در پژوهش خود با عنوان «معماری با مصالح کاغذی؛ اجرای بناهای موقت پس از سانحه»، به معرفی قابلیت‌های معماری با کاغذ، کیفیت‌های مناسب آن در ایجاد فضای موقت سکونت و تجارب و شیوه‌های استفاده از کاغذ در اسکان سانحه‌دیدگان پرداخته و به قابلیت‌ها و امکان استفاده از آن در ساختمان و چشم‌انداز آتی به‌کارگیری و نقشی که در معماری ایفا خواهد نمود اشاره دارد. تجارب به‌دست آمده در زمینه معماری با کاغذ، قابلیت پیش‌سازی آن، سرعت نصب، و امکان جداسازی مجدد قطعات و امکانات و ابزار ساده ساخت لوله‌ها، ایده به‌کارگیری این فناوری برای تأمین سرپناه اضطراری و موقت پس از بلایا و سوانح را به وجود می‌آورد (سرتیپی‌پور، ۱۳۹۰). طیرانی نجاران و خرم به استخراج نیازهای واقعی کاربران حادثه دیده پرداخته و معتقداند که چادرهای امداد نیازهای کاربران را برطرف نمی‌کند. ازین‌رو سرپناه موقت مدولار تاشونده‌ای بنابر نیاز مخاطبین طراحی و پیشنهاد می‌کنند (طیرانی نجاران و خرم، ۱۳۹۵). مطالعات صورت گرفته پیرامون موضوع اجرای مسکن موقت با استفاده از مصالح سلولزی در ایران با محدودیت‌های بسیاری روبه‌رو است (Bagheri Tehrani et al., 2022).

اگرچه اطلاعات موجود در منابع فارسی زبان پیرامون معماری سلولزی محدود است، به‌منظور دستیابی نگرشی جامع به مسئله پژوهش، مروری نظام‌مند در منابع استنادی انگلیسی زبان از تاریخ ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۳ میلادی توسط پژوهشگران به انجام رسید. جست‌وجو در تاریخ آذر ماه سال ۱۴۰۳ در منابع استنادی وب‌آوساینس^۳ و اسکوپوس^۴ انجام شد و کلیدواژه‌های جست‌وجو پیرامون معماری سلولزی^۶ بودند. از بین ۱۶۹۴ عنوان شناسایی شده مربوط به این حوزه و پس از حذف منابع نامربوط، ۲۱ منبع تمام متن و مرتبط با هدف پژوهش انتخاب و مورد مطالعه نظام‌مند قرار گرفتند. مطالعات این حوزه در سه موضوع عمده قابل طبقه‌بندی بودند. گروه اول که ۴۷٪ از منابع را به خود اختصاص داده‌اند، به ارزیابی‌های فنی و تکنیکی کاربرد مصالح سلولزی و مشخصاً کاغذ در صنعت ساختمان تمرکز داشته‌اند. گروه دوم که ۳۸٪ از منابع را پوشش می‌دهند، به جوانب معمارانه کاربرد مصالح سلولزی تمرکز بیشتری داشته و قابلیت‌های کاربرد کاغذ و مقوا در طراحی معماری را مورد واکاوی قرار داده‌اند. گروه سوم که با ۱۵٪ درصد فراوانی، کمترین تعداد مطالعات را شامل می‌شوند، بر قابلیت‌های مصالح سلولزی در برپاسازی مسکن موقت در مواقع بحرانی توجه داشته‌اند (جدول ۱).

جدول ۱- ارزیابی و طبقه‌بندی پیشینه پژوهش مرتبط با معماری سلولزی.

طبقه	نویسندگان	موضوع مورد بررسی
بررسی‌های فنی و تکنیکی کاغذ در صنعت ساختمان	(Łątko et al., 2022)	استفاده از کاغذ در صنعت ساختمان
	(McCracken & Sadeghian, 2018)	بررسی استفاده از تیرهای مقوایی در سازه
	(Lübke et al., 2018)	بررسی تیرهای متشکل از کاغذ و شیشه و کامپوزیت در ساختمان
	(Schütz, 2017)	استفاده از ساندویچ مقوایی در ساختمان
	(Buckley et al., 2017)	استفاده از مقوای ضایعاتی به‌عنوان مصالحی برای ساختمان‌های ارزان قیمت و بررسی مواد افزودنی به آن جهت افزایش مقاومت آن در برابر آب
	(Preston & Bank, 2012)	استفاده از لوله‌های کاغذی برای سازه‌های موقت
	(Schönwälder & Rots, 2008)	بررسی رفتارهای مکانیکی سازه‌های مقوایی و تیرهای مقوایی
	(Schonwalder, van Zijl & Rots, 2006)	بررسی خیزش و شکست در مقوا
	(Correa, 2004)	بررسی خواص مکانیکی کاغذ در سه اثر ساخته شده از شیگروبان
	(Asdrubali et al., 2015)	طراحی پانل‌های مقوایی مبتنی بر مواد بازیافتی
	(خاکی و همکاران، ۱۳۹۸)	در این مقاله، مقاومت لوله‌های مقوایی و چیدمان مختلف آن‌ها در برابر فشار سنجیده شده است.
کاربرد کاغذ و مقوا در معماری	(Diarte, Shaffer & Obonyo, 2019)	طراحی مسکن کم هزینه با استفاده از ترکیب کاغذ و چوب
	(Diarte, Vazquez & Shaffer, 2019a)	استفاده مجدد هوشمند از مقوا به‌عنوان یک مصالح ساختمانی
	(Venkatesan et al., 2023)	بررسی وجوه مختلف کاغذ برای استفاده در صنعت ساختمان
	(Ayan, 2009)	بررسی آثار معماری مقوایی و وجوه مختلف آن در طراحی
	(Dhivya & Yogapriya, 2021)	بررسی کاغذ به‌عنوان یک مصالح پایدار در آثار معماری
	(Diarte, Vazquez & Shaffer, 2019b)	استفاده از مقوا و ضایعات برای تولید عناصر معماری همانند ورق‌های آکوستیکی، به‌وسیله تکنولوژی و ابزار دیجیتال
	(Zuckerman Jacobson et al., 2014)	معرفی مصادیق ساخته شده معماری با استفاده از کاغذ در آثار شیگروبان
	(Jasiolek et al., 2021, 50)	بررسی هفت حالت مختلف بدنه ساخته شده از محصولات کاغذی و ویژگی‌های هرکدام در طراحی ساختمان
	(سرتیپی‌پور، ۱۳۹۰)	در این مقاله به معماری با مصالح کاغذی برای ساخت سرپناه موقت پس از سانحه پرداخته شده است.



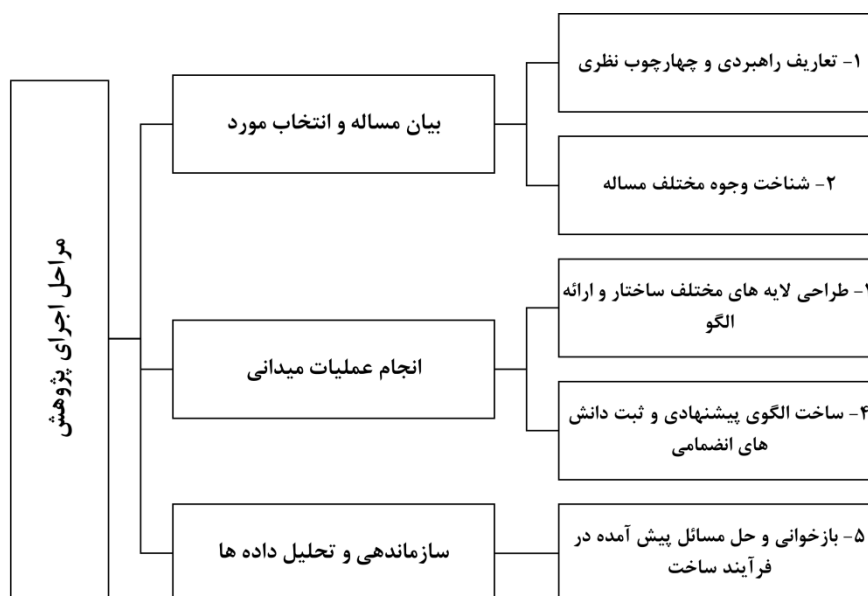
	(رستمی و لفافچی، ۱۴۰۲)	در این مقاله آثار مختلفی از معماری مقوایی در سراسر جهان تشریح شده است.
	(حجازی آزاد و همکاران، ۱۳۹۷)	در این مقاله نمونه‌هایی از تجربیات جهانی در زمینه اسکان پس از بحران با استفاده از مصالح مقوایی معرفی گردیده است.
	(طیسی و خیراندیش، ۱۳۹۴)	در این مقاله به بررسی مصالح سازه‌ای کاغذی و مصالح کاغذی غیرسازه‌ای و کاربردهای آن در صنعت ساختمان می‌پردازد.
معماری مسکن بحران موقت و	(Mojahedi, Vafamehr & Ekhlassi, 2021)	طراحی اسکان موقت پس از سانحه با الهام از اسکان عشایر بومی ایران
	(Park, 2017)	حالت‌های مختلف از طراحی سرپناه اضطراری در شرایط بحران با لوله‌های کاغذی
	(Toralles Carbonari & IlhaLibrelotto, 2018)	بررسی آثار ساخته شده برای اسکان موقت پس از سانحه با لوله‌های کاغذی توسط شیگرویان

ارزیابی نتایج مرور نظام‌مند نشان می‌دهد که نه تنها در منابع فارسی زبان، بلکه در منابع استنادی بین‌المللی نیز کمبود چشم‌گیری در مطالعات پیرامون معماری سلولزی و اسکان موقت وجود دارد. مطالعات انجام شده در گروه سوم غالباً بر معرفی نمونه‌های موردی به صورت نظری تمرکز داشته‌اند و از چالش‌های اجرایی این بناها در سطح عملی غافل مانده‌اند، هدفی که در پژوهش پیش رو بدان پرداخته می‌شود. با توجه به این که مطالعات انجام شده در مورد اسکان موقت در مناطق گرم و خشک، به ویژه در ایران، با محدودیت قابل توجهی پیش‌رو است و از طرف دیگر ایران کشور زلزله‌خیزی است و طی دهه‌های اخیر در مناطق گرم و خشک (طیسی، بم، قائن و ...) زلزله‌های بزرگ بسیاری اتفاق افتاده است (Ibrion, Mokhtari & Nadim, 2015)، از این رو تاکنون پژوهش‌های کاربردی و میدانی در این زمینه در ایران انجام نشده یا بسیار محدود بوده‌اند. بیشتر مطالعات موجود، صرفاً به بررسی جنبه‌های فنی، سازه‌ای یا زیست‌محیطی مصالح سلولزی پرداخته و کمتر به ابعاد فضایی، اقلیمی و اجرایی آن در بستر واقعی معماری موقت در ایران توجه کرده‌اند. نوآوری این پژوهش در آن است که علاوه بر تحلیل نظری قابلیت‌های مصالح سلولزی، به اجرای یک نمونه‌ی واقعی از اسکان موقت در اقلیم گرم و خشک ایران می‌پردازد تا امکان‌پذیری ساخت، عملکرد فضایی، و کارایی زیست‌محیطی این مصالح در شرایط بحرانی مورد ارزیابی قرار گیرد. این رویکرد، گامی در جهت بومی‌سازی دانش معماری موقت با مصالح کم‌هزینه و پایدار است و می‌تواند زمینه‌ساز توسعه‌ی الگوهای قابل اجرا برای طراحی سرپناه‌های موقت پس از بحران در اقلیم گرم و خشک باشد.

۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر از جمله پژوهش‌های کیفی است که تلاش دارد تا به واسطه نمونه تجربی، ظرفیت‌های در دسترس افراد حادثه‌دیده را شناسایی و فرصتی برای ارتقای کیفیت زیستی آن‌ها فراهم آورد. آنچه که در مطالعات کیفی و تجربه‌گرا الویت دارد، توجه به شرایط زمینه و تناسب یافته‌ها با آن است. به بیان دیگر، یافته‌های مطالعات کیفی میزان تعمیم‌پذیری نسبی داشته و ماهیتی اکتشافی دارند (حیدری، ۱۳۹۵، ۱۸۸ و کرسول، ۱۳۹۷)، آنچه که در پژوهش پیش‌رو نیز قابل مشاهده است. از طرفی این پژوهش را باید در دسته پژوهش‌های کاربردی و تجربی دسته‌بندی کرد، چراکه تلاش دارد تا با تکیه بر نوعی عمل‌گرایی مبتنی بر اجرای نمونه موردی، برای حل مسئله اسکان موقت تلاش کند.

آنچه که در مطالعات کیفی مبتنی بر مطالعه موردی رایج است توجه به سه وجه مهم شامل: ۱- بیان مسئله و انتخاب مورد، ۲- انجام عملیات میدانی و ۳- سازماندهی و تحلیل داده‌ها است (حافظنیا، ۱۳۹۷، ۵۹). این سه وجه کلیدی در پژوهش پیش‌رو به صورت جزئی‌تر و در پنج گام به سرانجام رسیده است؛ به طوری که گام اول و دوم پژوهش مربوط به وجه بیان مسئله و انتخاب مورد، گام سوم و چهارم پژوهش مربوط به وجه انجام عملیات میدانی و گام پنجم مربوط به وجه سازماندهی و تحلیل داده‌ها تدوین شده است (تصویر ۲). گام نخست مربوط به گام مطالعاتی است که با هدف اشاره به تعاریف راهبردی پژوهش صورت گرفته و مبنای صورت‌بندی چارچوب نظری پژوهش است و از حیث روش گردآوری داده‌ها، ماهیتی کتابخانه‌ای دارد. گام دوم شناخت وجوه مختلف مسئله است که ماهیتی تحلیلی دارد. گام سوم طراحی ساختار و لایه‌های مختلف طراحی و در نهایت ارائه الگویی از حل مسئله برای چالش‌های شناسایی شده در گام پیشین است. گام چهارم شامل تلاش برای ساخت و اجرای یک نمونه از الگوها در مقیاس یک به یک شامل جزئیات اجرایی و ساختار اصلی پروژه توسط نگارندگان بر مبنای کسب و ثبت دانش‌های انضمامی است که حین اجرای الگوها می‌توانند به وجود آیند. اهمیت این گام در بازخوانی و عملیاتی کردن دانش‌های نظری است. گام پنجم بازخوانی و حل کردن مسائل جدید پیش آمده در ساختار پژوهش است.



تصویر ۲- فرآیند گام به گام روش تحقیق پژوهش منطبق بر چارچوب روش مطالعه‌ی موردی

۳- مبانی نظری

برای ایجاد دریافتی دقیق‌تر از مسئله باید تعاریف راهبردی را در سه ساحت پیکربندی کرد. نخست به‌نظر می‌رسد که ضروری است تا تعریفی از مفهوم خانه و سکونت موقت در پژوهش ارائه شود. موضوع دوم که برای پیش‌برد بحث ضروری به‌نظر می‌رسد، پرداختن به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کاغذ به عنوان یک مصالح و بررسی مزیت نسبی آن نسبت به سایر مواد و مصالح است و در بخش آخر پرداختن به الگوهایی است که می‌تواند ظرفیت باربری ماده را به واسطه ویژگی‌های هندسی سازه و یا انواع اتصالات افزایش دهد. به‌همین واسطه در ادامه تلاش شده است تا مبتنی بر این ساختار سه بخشی چارچوب نظری پژوهش صورت‌بندی شود.

۳-۱- اسکان موقت و سکونتگاه موقت

خانه نقطه‌ای است که شکل محیطی مفروض را به مکانی مسکون تغییر می‌دهد (خسرونی، ۱۳۸۸، ۳۶). انسان با ساختن خانه از فراخنای بی‌انتهای پیرامون خود در یک نقطه گرد می‌آید و از پراکندگی و گریزندگی طبیعت به جمع شدن و تمرکز یافتن روی می‌آورد. خانه انسان، نقطه اتصال و تثبیت شدن وی در محیط است. از این‌رو اهمیت معنایی خانه در وجهه اول، ایجاد «حس تثبیت» در جهان است. تلاش افراد برای صاحب‌خانه شدن بیش از هر چیز ناشی از احساس نیاز معنوی به پیدا کردن نقطه‌ای برای اتکا در محیط، و برای نجات از معلق بودن و سرگستگی پنهان است. اعضاء عالی امور پناهندگان سازمان ملل متحده یک مسکن مناسب را در حالت کلی چنین تعریف می‌کنند: مسکن مناسب چیزی بیش از چهار دیوار و یک سقف را فراهم می‌کند. برای اینکه این مسکن مناسب باشد، باید دارای حداقل معیارهای حق تصدی، حفاظت در برابر هرگونه آزار و اذیت و اخراج و تهدید؛ در دسترس بودن خدمات، مصالح، تسهیلات و...، قابلیت خرید از نظر قیمت، قابلیت سکونت، دسترسی به نیازهای خاص گروه‌هایی که در شرایط نامساعد یا در حاشیه‌اند، موقعیت مکانی مناسب، در نظر گرفتن جلوه‌های هویت فرهنگی باشد (بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲).

نخستین بار در سال ۱۹۷۵ میلادی^۷، درابک^۸ و هاس^۹ به‌عنوان افراد متخصص در زمینه بحران، عنوان کردند که تحقیق در مرحله‌ی بازسازی بحران امر بسیار پیچیده‌ای است. دو سال بعد از آن کتاب «بازسازی پس از بحران» به وسیله‌ی کیتس^{۱۰} و هاس و بوودن^{۱۱} منتشر شد. تعریف اسکان موقت از نظر جانسون این‌گونه است: «سکنتی‌گزینی موقت^{۱۲} که به خانواده‌های سانه دیده مربوط می‌شود و سکونت موقت^{۱۳} فی‌مابین زمان وقوع سانحه تا هنگامی است که دوباره یک خانه‌ی دائمی برای اقرار بدسرپناه ایجاد شود. این نوع سکونت فاصله‌ی میان فاز امدادرسانی سریع و فاز بازسازی را پر می‌کند (Johnson, 2007)». از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو، طیف وسیع از رویکردهای مرتبط با مفهوم اسکان است. تفاوت‌های بنیادین در این مواجهه با مفهوم اسکان، ضرورت الزامات مختلف را ایجاد می‌کند. به‌همین واسطه پژوهشگران تلاش کردند تا مختصری از رویکردهای مرتبط با اسکان را در جدول ۲ مورد بررسی قرار دهند.



جدول ۲- مقایسه رویکردهای مختلف اسکان.

صاحب نظر	رویکرد مرتبط با اسکان	تعریف	مبتنی بر شرایط زمان
کوآرانتلی (Quarantelli, 1995, 45)	سرپناه اضطراری	اقامت تا یک شب.	✓
	سرپناه موقت	در مدت کوتاه.	
	مسکن موقت	احیاء فعالیت‌های روزمره.	
	مسکن دائم	بازگشت به خانه‌های احیاء شده یا جدید.	
انجمن زلزله‌شناسی مرکزی آمریکا	سرپناه فوری	به ۷۲ ساعت اول پس از سانحه می‌گویند و در این مدت تأمین یک پناهگاه موقت و امن مد نظر است (هدفی، فلاحی، اسلامی، ۱۳۹۸، ۴۳۵؛ بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲، ۴۵).	✓
	سرپناه اضطراری	دوره دو ماهه اول پس از سانحه که تأمین نیازهای اولیه برای افراد مد نظر است.	
	اسکان موقت	مدت آن تا یک سال و گاهی بیشتر در نظر گرفته می‌شود که هدف اصلی ایجاد تمهیداتی جهت تأمین امنیت، آب، انرژی، تأمین سرمایش و گرمایش برای اقشار بد سرپناه است.	
	اسکان دائم	به منظور تأمین راه‌حل‌های طولانی مدت و دائمی برای سکونت بازماندگان سانحه می‌شود.	
کورسلیس و ویتال (Corsellis & Vitale, 2015, 17)	سکونتگاه انتقالی	سکونت اضطراری و اولیه تا یافتن راه‌حل دائمی.	✓
	سرپناه انتقالی	فضای پوشیده‌ای قابل سکونت با حفظ شأن و منزلت انسانی برای ساکنین.	
	نظام سرپناه	ترکیب اجزای سازه‌ای و اقلام غیرغذایی که سرپناه را قابل سکونت می‌کند.	
	سرپناه مناسب	سرپناهی است که دارای حریم شخصی مناسب، فضای مناسب، دسترسی فیزیکی، امنیت مناسب، حق تصدی، دوام و مقاومت سازه‌ای، روشنایی، شبکه‌ی گرمایی و تهویه‌ی مناسب، تأسیسات زیربنایی مناسب شامل تأمین آب، بهداشت و امکانات مدیریت زباله و ضایعات، مناسب بودن کیفیت محلی و عوامل مربوط به سلامت، موقعیت‌های مناسب از جهت دسترسی به کار و تسهیلات مهم و اساسی را داراست.	
اداره هماهنگی امداد سوانح سازمان ملل متحد (۱۳۷۱)	دوره امداد و نجات	تا پنج روز پس از سانحه است و در این دوره سکونتگاه دوران اضطرار، جهت ایجاد سرپناه اولیه پس از وقوع سانحه است.	✓
	دوره سر و سامان دادن	تا سه ماه پس از سانحه است و مسکن موقت که از دوران اضطرار تا اتمام عملیات بازسازی را شامل می‌شود (راهب، ۱۳۸۴؛ خورشیدیان، ۱۳۹۰، ۶۲).	
	دوره بازسازی	این دوره پس از دوره سر و سامان دادن اتفاق می‌افتد؛ و سکونت افراد در این دوره مسکن دائم است که سانحه دیدگان به مکان سکونت خود باز می‌گردند.	
	اقامتگاه انتقالی	در برگرفته‌ی فرآیند سکونت از هنگام اضطرار تا دوران تثبیت است و عامل «زمان» را به منزله‌ی شاخص اصلی در اولویت قرار می‌دهد.	
فلاحی (۱۳۸۶)	سکونتگاه واسطه‌ای	کم‌وبیش در خود، معنای واژه اقامتگاه انتقالی را داراست و می‌توان نتیجه گرفت که «فرآیند زمان» و «شکل کالبدی» سکونتگاه موقت را باهم در بر می‌گیرد.	✓
	اسکان موقت	در مقام مقایسه با دو واژه‌ی دیگر، «اسکان موقت» بیشتر ساختاری و کالبدی است و طیف وسیعی از اشکال سازه‌ای و فرم‌های استقرار موقت، از چادر اضطراری تا خانه‌ی پیش‌ساخته شده را در بر می‌گیرد.	
	اقامتگاه انتقالی	در برگرفته‌ی فرآیند سکونت از هنگام اضطرار تا دوران تثبیت است و عامل «زمان» را به منزله‌ی شاخص اصلی در اولویت قرار می‌دهد.	
	سکونتگاه واسطه‌ای	کم‌وبیش در خود، معنای واژه اقامتگاه انتقالی را داراست و می‌توان نتیجه گرفت که «فرآیند زمان» و «شکل کالبدی» سکونتگاه موقت را باهم در بر می‌گیرد.	
خانجان (۱۳۹۹)	اسکان موقت	در مقام مقایسه با دو واژه‌ی دیگر، «اسکان موقت» بیشتر ساختاری و کالبدی است و طیف وسیعی از اشکال سازه‌ای و فرم‌های استقرار موقت، از چادر اضطراری تا خانه‌ی پیش‌ساخته شده را در بر می‌گیرد.	✓
	اسکان موقت	در مقام مقایسه با دو واژه‌ی دیگر، «اسکان موقت» بیشتر ساختاری و کالبدی است و طیف وسیعی از اشکال سازه‌ای و فرم‌های استقرار موقت، از چادر اضطراری تا خانه‌ی پیش‌ساخته شده را در بر می‌گیرد.	
	اسکان موقت	در مقام مقایسه با دو واژه‌ی دیگر، «اسکان موقت» بیشتر ساختاری و کالبدی است و طیف وسیعی از اشکال سازه‌ای و فرم‌های استقرار موقت، از چادر اضطراری تا خانه‌ی پیش‌ساخته شده را در بر می‌گیرد.	
	اسکان موقت	در مقام مقایسه با دو واژه‌ی دیگر، «اسکان موقت» بیشتر ساختاری و کالبدی است و طیف وسیعی از اشکال سازه‌ای و فرم‌های استقرار موقت، از چادر اضطراری تا خانه‌ی پیش‌ساخته شده را در بر می‌گیرد.	

ارزیابی رویکردهای مطالعات صورت گرفته پیرامون اسکان موقت حاکی از این است که مدت زمان اقامت و شرایط برپاسازی دو عامل موثر و تعیین کننده در تعریف مسکن موقت هستند. مدت زمان قید شده در این مطالعات از بازه یک شبانه‌روز تا بیش از یک سال متغیر است. شرایط برپاسازی نیز غالباً به شکل کالبدی اقامتگاه و نحوه‌ی اجرای آن اطلاق می‌گردد. در تمامی تعاریف مطرح شده برای اسکان موقت، هدف‌هایی فیزیکی و روانشناختی از برپاسازی سرپناه تعریف شده که متناسب با مدت



اقامت، گستره‌ی آن متغیر است. به‌طورمثال، در سرپناه‌های یک روزه، تمرکز ساختار کالبدی بنا تا حد قابل توجهی بر تأمین نیازهای اولیه حادثه‌دیدگان است، اما در مواردی که مدت اقامت طولانی می‌شود، تنوع اهداف کارکردی سرپناه بیشتر شده و نیازهای روان‌شناختی و محیطی را نیز پوشش می‌دهد. در پژوهش پیش‌رو، با توجه به این که نمونه منتخب برای اقامت نسبتاً طولانی مدت معرفی می‌شود، هر دو گروه از نیازهای جسمانی و روانشناختی مد نظر مطالعه بوده و برای پاسخ‌گویی به آن‌ها تمهیداتی اندیشیده شده است.

همان‌طور که از نظریات جدول ۲ می‌توان استنتاج نمود، آنچه که مسکن موقت را از تعاریف مسکن دائم متمایز می‌نماید این است که در اسکان پس از سانحه، کاربر پس از گذشت مدتی محدود، مجاب به ترک مسکن موقت و تلاش برای ایجاد مسکن دائم می‌شود. به‌همین دلیل عمر بهره‌برداری از مسکن موقت به‌عنوان یکی از فاکتورهای اساسی و مداخله‌گر در طراحی و اجرای این بناها اهمیت پیدا می‌کند. بر همین اساس است که برای نمونه مسکن‌هایی از این دست که در پژوهش پیش‌رو مورد مطالعه و پیشنهاد می‌شوند، عمر بهره‌برداری کمتر از یک سال در نظر گرفته شود. ماهیت سبک و مقوایی مسکن سلولزی موجب می‌شود که قابلیت تبدیل شدن این سرپناه به مسکن دائم و به تبع آن بهره‌مندی بلند مدت از خدمات دولتی امکان‌ناپذیر تلقی شود، چراکه هدف از طراحی و اجرای این بناها، بهره‌برداری به مدت معین است و امکان سکونت دائمی در این بناها وجود ندارد.

در گامی فراتر، آنچه که بعد از تأمین سرپناه برای حادثه‌دیدگان به‌صورت فیزیکی اهمیت می‌یابد، توجه به نیازهای روان‌شناختی این افراد است. مادامی که شرایط اسکان برای یک خانوار از طریق برپاسازی مسکن موقت محیا می‌شود باید ایمنی، آسایش و احساس تعلق آن خانواده نیز مدنظر قرار داده شود. بنابراین هنگام طراحی، تأمین و اجرای یک سرپناه برای اقصای حادثه‌دیده، باید توجه ویژه‌ای را معطوف به بازگرداندن شأن و منزلت خانوار قرار داد (فلاحی، ۱۳۸۶، ۵). از آنجایی که برخی نیازهای انسانی در ارتباط با مسکن مانند احساس تعلق، وابستگی قابل توجهی به ویژگی‌های زمینه زیستی افراد دارند (Safarkhani, 2025)، شناخت بستر مورد مطالعه از قبیل فرهنگ، تاریخ، سنت و ویژگی‌های اقلیمی منطقه می‌تواند پاسخ‌هایی متناسب با نیازهای افراد حادثه‌دیده پیش‌روی معماران قرار دهد. بر همین اساس، شناخت محلی که بحران در آن پدید آمده است بیش از پیش ضرورت می‌یابد، که در پژوهش پیش‌رو، این کار با بررسی مناطق گرم و خشک امکان‌پذیر شده است.

۲-۲- کاغذ

واژه‌ی کاغذ از لغت چینی «کاکتز» اخذ شده و به ورق نازک همواری که از سلولز^{۱۴} ساخته شده اطلاق می‌شود^{۱۵}. هرچند تاریخچه استفاده از کاغذ نشان می‌دهد برخی تمدن‌ها کاربردی فراتر از استفاده‌های معمول از آن داشته‌اند، اما هیچ‌گاه به‌عنوان ماده ساختمانی از آن استفاده ننموده‌اند. نزدیک‌ترین کاربرد ساختمانی اما غیرسازه‌ای کاغذ در امپراتوری چین بود که به‌جای شیشه پنجره و گاه با رنگ یا کاغذبری‌های رنگین به کار می‌رفت (ذکاء، ۱۳۷۹؛ سرتیپی‌پور، ۱۳۹۰). مطالعات نشان می‌دهد که هنگامی که کاغذ در تماس با آب قرار می‌گیرد، بسیار شکننده است چون هر ۱٪ افزایش در محتوای رطوبت ماده منجر به تقریباً ۱۰٪ اتلاف در استحکام مکانیکی آن می‌شود (Jasiolek et al., 2021, 48). همچنین افزایش دما و رطوبت بیش از حد استاندارد می‌تواند برای کاغذ دردسرساز باشد. رطوبت‌پذیری کاغذ بالاست و خواص فیزیکی آن تحت تاثیر رطوبت موجب دگرگونی می‌شود. مادامی که کاغذ در تماس با حرارت و رطوبت قرار گیرد ممکن است هیدرولیز و اکسیده شود که باعث شکننده شدن آن می‌شود. همچنین رطوبت نسبی بالاتر از ۶۵٪ باعث رشد و گسترش میکرو ارگانیسم‌ها در آن شده و کاغذ را آسیب‌پذیر می‌نماید (سرتیپی‌پور، ۱۳۹۰، ۲۱).

امروزه با افزودن مواد مختلف به خمیر کاغذ و مقوا و تغییر در فناوری ساخت، توانسته‌اند قابلیت‌های زیادی به آن ببخشند و قادرند مقاومت، شکل ظاهری و سایر خصوصیات کاغذ و مقوا را با توجه به محصول تغییر دهند. تلاش‌های زیادی به‌منظور بهبود خواص فیزیکی، مقاومتی و ممانعتی کاغذها انجام شده که از جمله آن‌ها می‌توان به افزودن مواد فیبری چون الیاف بلند سوزنی برگ، الیاف نرمه حاصل از خمیر شیمیایی و مواد افزودنی غیرفیبری مانند پرکننده‌ها، عوامل آهاردهی درونی و چسب‌های ویژه خمیرکوب از جمله پلیمرهای طبیعی و مصنوعی نام برد. در مواردی، برای این که کاغذ سطح صاف‌تری داشته باشد و آب زیادی به خود نگیرد، نشاسته یا رزین به دست آمده از درخت کاج، و برای بالا بردن استحکام و تهیه کاغذهایی که در برابر آب و باران مقاوم باشند، الیاف‌هایی مانند پنبه به مواد اولیه آن اضافه می‌شود. با امکاناتی که تکنولوژی جدید در اختیار انسان گذاشته به راحتی می‌توان در صنعت ساختمان و با کمک مواد پلاستیکی، کاغذ را در برابر رطوبت عایق نمود و با اضافه

نمودن رزین‌های مصنوعی به مواد اولیه مقاومت کششی و فشاری آن را بالا برد. به‌طور کلی ویژگی‌های کاغذ در ابعاد فیزیکی (شامل ضخامت، رنگ، نورگذرانی، چگالی، وزن)، مکانیکی (شامل مقاومت کششی، مقاومت در برابر پاره شدن و تاخوردن و...) و شیمیایی (شامل پی‌هاش افزودنی‌ها و...) قابلیت اصلاح ساختار و بهینه‌سازی دارند.

۳-۲- به‌کارگیری مصالح سلولزی در معماری

با توجه به اینکه ماده اصلی تشکیل‌دهنده کاغذ و مقوا، سلولز حاصل از چوب است، کیفیت و خواص فنی آن مشابه انواع چوب می‌باشد و بخش عمده‌ای از خواص چوب در کاغذ مستتر است. مقاطع لوله‌ای یکی از مقاوم‌ترین اشکال هندسی برای استفاده سازه‌ای در ساختمان و معماری است. فرم و شکل استفاده از کاغذ در ساختمان نیز می‌تواند مشابه فرم و شکل خانه‌های چوبی باشد. چنانچه ورق‌های کاغذ به صورت نوار بریده، آغشته به چسب و به‌صورت مارپیچی (حلزونی) دور میله‌های گرد پیچیده شوند، لوله کاغذی با مقطعی مشابه تنه درخت ساخته می‌شود. لوله‌های کاغذ براساس عملکرد مورد انتظار می‌توانند با قطر، ضخامت و طول‌های مختلف تولید شوند. امکان خمیر کردن مجدد و بازیافت کاغذ، این قابلیت را به وجود می‌آورد که آن‌ها را بارها مورد استفاده قرار داد. ارزانی، سهولت تعویض، فناوری ساده، پایداری رنگ طبیعی که با کمک افزودنی‌های جدید امکان پذیر شده و نداشتن ضایعات و زباله مزیت این لوله‌ها را بیشتر می‌نماید.

محبوب‌ترین محصولات برگرفته از کاغذ که در طراحی ساختمان به‌کار می‌روند شامل مقوای کنگره‌ای^{۱۶}، پانل‌های لانه‌زنبوری کاغذی^{۱۷}، مقوا^{۱۸}، فیبر سلولوز یا الیاف سلولز^{۱۹}، لوله‌های کاغذ^{۲۰} هستند (Jasiolek et al., 2021, 48-49). بیشتر علاقه به طراحی سازه‌ها از لوله‌های کاغذ در قابلیت بازیافت ذاتی مواد صفحه کاغذ و در تازگی استفاده از موادی است که به‌طور کلی ضعیف تلقی می‌شوند و به‌طور خاص بادوام نیستند. اما برخلاف تصور، لوله‌های بسیار مهندسی شده مقوا می‌توانند در سازه‌های بزرگ مورد استفاده قرار گیرند، که بسیاری از آن‌ها بیش از ۲۰ سال است که در محیط بیرون از ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bank & Gerhardt, 2020, 669; Bank & Gerhardt, 2016, 477). با توجه به این‌که تهیه کاغذ با استفاده از تنه و چوب درختان است، به‌منظور پیش‌گیری از کاهش سطح جنگل‌ها و افزایش آلودگی هوا، استفاده درست و بازیافت کاغذ می‌تواند اثرات مثبتی بر حفظ و پاسداری از محیط زیست نیز داشته باشد.

۳- شناخت وجوه مختلف اسکان موقت

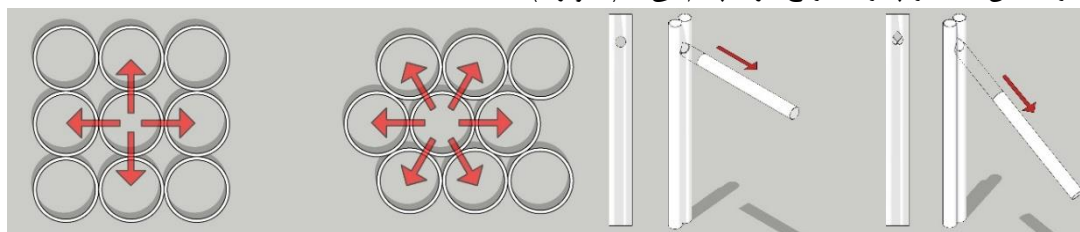
۳-۱- الگو (طراحی الگوی اسکان موقت)

برای پاسخ به مسئله مسکن موقت در شرایط بحران، تلاش شده تا در سه بخش بنیادین سازه توضیحاتی ارائه شود. در بخش نخست عناصر سازه‌ای و باربر سازه بررسی شده، در بخش دوم انواع اتصالات آن مورد بررسی قرار گرفته و در بخش سوم اجزای اجرایی مورد بحث قرار گرفته است. همان‌گونه که اشاره شد، در بخش نخست به معرفی الگوهای سازه‌ای رایج و کاربردی در برپاسازی مسکن موقت پرداخته می‌شود. مرور منابع مطالعاتی نشان می‌دهد که این الگوها عموماً در سه گروه اصلی طبقه‌بندی شده‌اند و پژوهشگران مختلف بر بررسی و توسعه آن‌ها تمرکز داشته‌اند. نخست، «الگوهای راست‌گوشه» که یکی از متداول‌ترین الگوهای مورد استفاده در طراحی و ساخت سازه‌های موقت به شمار می‌روند و پژوهش‌های متعددی به بررسی ویژگی‌ها و عملکرد آن‌ها پرداخته‌اند (Łatka et al., 2025; Fe'lix et al., 2014; Carbonari & Librelotto, 2018). دوم، «الگوهای کمانی» که با بهره‌گیری از فرم‌های منحنی و قوسی، به‌ویژه در سازه‌های سبک و موقت مورد توجه قرار گرفته‌اند (Preston & Bank, 2012; Eekhout, Verheijen & Visser, 2008; Carbonari & Librelotto, 2018). سوم، «الگوهای مثلثی» که با تکیه بر پایداری هندسی و توزیع مناسب نیروها در ساختار مثلثی، در برخی پژوهش‌ها به عنوان الگوی کارآمد برای سازه‌های سبک و قابل حمل بررسی شده‌اند (Félix et al., 2014, 6; Eekhout et al., 2008, 81). از بین الگوهای نام برده شده، الگوی راست‌گوشه در این پژوهش بررسی شده است، دلیل عدم تشریح الگوی کمانی، عدم تناسب شرایط اجرای آن با هدف پژوهش که برپاسازی مسکن موقت با سرعت هرچه بیشتر و هزینه کمتر است. الگوهای کمانی و مثلثی به دلیل پیچیدگی بالا در اجرا و زمان‌بر بودن مراحل اجرایی، اغلب با اهداف زیبایی‌شناسانه اجرا می‌شوند که نمونه‌ی آن گنبد‌های ژئودزیک اجرا شده در نمایشگاه‌های بین‌المللی است (تصویر ۳).



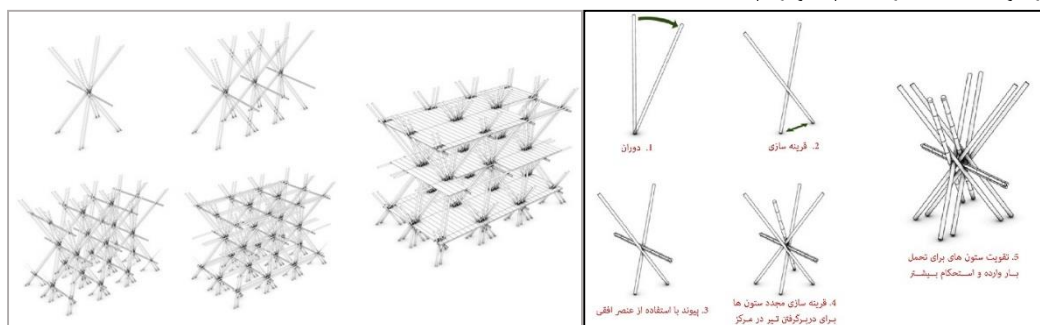
تصویر ۳- تصویر راست: فضای حاصل از ساختارهای مثلثی و ایجاد کنج‌های بدون استفاده؛ تصویر چپ: نمونه‌ای از نحوه اتصالات کاغذی در گنبد‌های ژئودزیک (Burón & Sánchez, 2015, 26)

همچنین الگوهای مثلثی اگرچه از لحاظ پایداری سازه‌ای دارای مزایای قابل توجهی هستند، با این وجود به دلیل داشتن زوایای خاص از سهولت اجرای طرح می‌کاهند، همان‌طور که در تصویر ۳ مشاهده می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد که مشخص کردن زوایای ۹۰ درجه در اتصالات و برش‌های قطعات سه‌بعدی بسیار راحت‌تر از ۶۰ درجه است، به بیان دیگر در سیستم راست‌گوشه اتصال کنج به کنج به صورت قائمه به سادگی امکان‌پذیر است اما در سیستم مثلثی، برش قطعات برای اتصالات غیرقائم با پیچیدگی همراه خواهد بود. در نهایت، در الگوی مثلثی با توجه به زاویه‌دار بودن کنج فضاها، میزان فضای مفید نسبت به حجم مورد استفاده برای چیدمان به صورت چشم‌گیری کاهش می‌یابد؛ همان‌طور که به دلیل سرگیر بودن بخشی از جداره‌ها، این نکته در چادرهای رایج نیز به چشم می‌آید (تصویر ۴).



تصویر ۴- تصویر راست: دو نوع از اتصالات لوله‌های مقوایی به یک‌دیگر به وسیله‌ی اتصالات پیچ و مهره؛ تصویر چپ: نحوه‌ی اتصالات در حالت راست گوشه و زاویه‌دار

یکی از راهکارهای کاهش این معایب در الگوی مثلثی و همچنین رفع مشکل اتصالات، استفاده از حالت هم‌پوشانی مصالح مقوایی است و در این‌جا به جای استفاده از اتصالات کنج به کنج، با استفاده از بست‌های اضافی به ساختار مورد نظر دست خواهیم یافت. این سیستم، مشروط بر افزایش استحکام و اصلاح ساختار محصولات مقوایی، قابل گسترش حتی در ارتفاع نیز می‌باشد؛ و می‌توان برای رفع مشکل عدم استفاده از فضای مفید ساختارهای مثلثی (سرگیر بودن)، آن را در چارچوب هندسه‌ی راست‌گوشه گسترش داد. یک ویژگی استفاده از نظام هم‌پوشانی عناصر، عدم استفاده از اتصالات فلزی (هم به منظور سادگی و کاهش وزن و همچنین استفاده کمتر از مصالح فولاد به منظور صرفه‌جویی) است. این خاصیت باعث خواهد شد که به ساختار مصالح مورد استفاده کمتر آسیب وارد شود و پس از استفاده از محصول می‌توان دوباره آن را باز کرد و درجایی دیگر به شکل دیگر مورد استفاده قرار داد (تصویر ۵).



تصویر ۵- ایجاد ساختار مثلثی با استفاده از هم‌پوشانی برای حذف اتصالات پیچیده و استفاده از هندسه‌ی راست گوشه در ساختارهای مثلثی



۳-۲- عناصر سازه‌ای

همان‌طور که در مقایسه الگوی مثلی و راست‌گوشه در بخش قبلی مشخص شد، مزیت‌های الگوی راست‌گوشه نسبت به الگوی مثلی شامل مواردی مانند سبک‌تر بودن، سادگی اجرا، نیاز به مهارت فنی اندک و سرعت بالا در برپاسازی است. به همین منظور، در ادامه الگوی راست‌گوشه به صورت جامع‌تر بررسی می‌شود. البته ناگفته نماند که وقتی صحبت از الگوها به میان می‌آید ممکن است برای یک طرح از ترکیب دو یا چند الگو به فراخور نیاز استفاده شود که بسته به طرح سرپناه اولیه می‌تواند متغیر باشد. آنچه که تا کنون به عنوان الگوی راست‌گوشه در ادبیات معماری ایران شناخته شده است، ساختار سازه‌ای متشکل از تیر و ستون است. این ساختار از جمله عرفی‌ترین روش‌ها برای انتقال بارهای موجود در بنا عنوان شده است. سازه‌های سلولزی هم مانند آنچه که تاکنون در حل مسئله سازه به کار رفته است، این ظرفیت را دارند تا با این روش، مسئله انتقال بار را حل کنند. مسئله مهم در مورد نظم تیر و ستون در انتقال بار به زمین، شکل اتصالات تیر و ستون است. عدم امکان جوش در مواد سلولزی باعث شده است تا اتصالات از طریق پیچ و مهره صورت پذیرد و در حالت‌های پیچیده‌تر از اتصالات پازلی، اتصالات کشویی و اتصالات بستی می‌توان استفاده کرد که هر کدام نیازمند طراحی ویژه هستند و در ادامه به آنها پرداخته شده است.

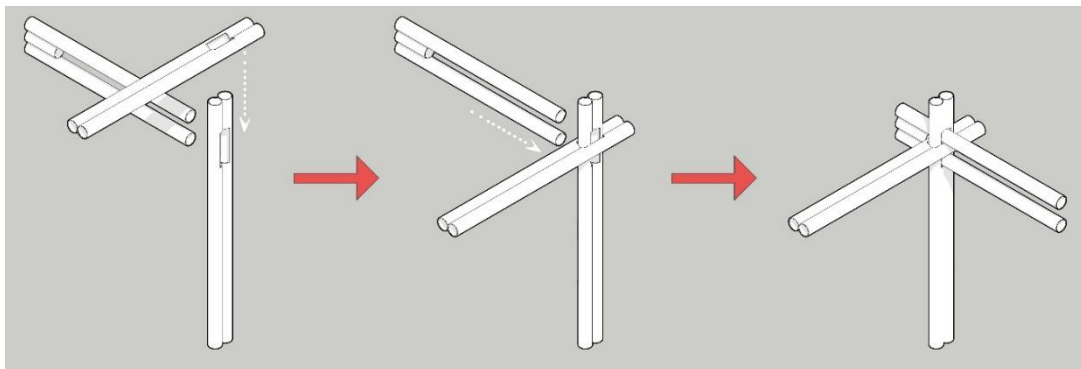
اتصالات

حالت اول: در این نوع اتصال، نحوه‌ی اتصال نیاز به نیروی ماهر و فنی ندارد. نوع اول به صورت چفت شدن لوله‌ها در داخل هم طراحی شده است که این حالت به برش احتیاج دارد و مقطع لوله‌ها بایستی در اندازه‌ی مختلف در نظر گرفته شود که این سیستم از استحکام سازه می‌کاهد. استفاده از این مدل برای شرایطی است که حداکثر سرعت و استحکام اندک مورد نیاز باشد؛ مانند برپاسازی فضاهای خدماتی. عیب دیگر این سیستم در ایجاد تقاطع کنج‌ها است که نمی‌توانند در یک تراز اتفاق بیفتند و نتیجه آن می‌شود که تعداد حفره‌ها در سازه‌ی اصلی زیاد شده، خود همین عامل هم ساختار را سست‌تر می‌کند (تصویر ۶).



تصویر ۶- تصویر راست: سازه‌های کشویی و مهارهای کش بستی برای تثبیت آن‌ها؛ تصویر چپ: آماده کردن اتصالات برای بستن چوب‌های بامبو با طناب

حالت دوم: این حالت به صورت هم‌پوشانی و تثبیت عناصر توسط ریسمان است. مزیت این روش عدم تخریب عناصر است (تصویر ۷). از این روش برای اتصال ساختارهای با نی بامبو بسیار استفاده می‌شود، اما عیب عمده آن این است که برای اجرای آن نیاز به زمان بیشتر و تخصص بیشتری نسبت به حالت اول است.

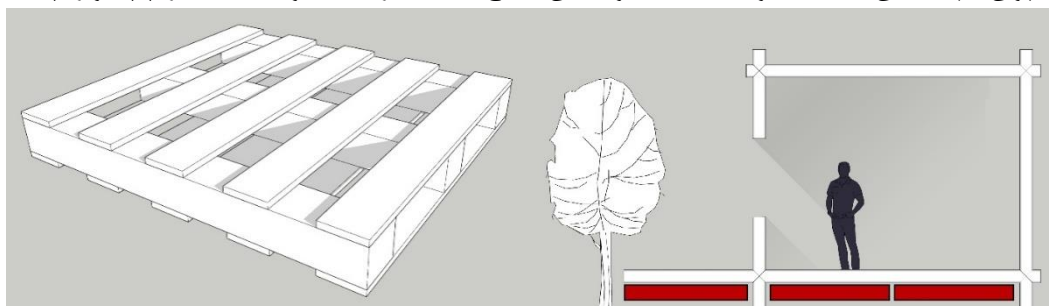


تصویر ۷- نحوه‌ی اتصال تیر و ستون بدون پیچ و مهره (کشویی).

حالت سوم: این نوع اتصال با عنوان اتصال کشویی شناخته شده و مبنای آن مانند موارد پیشین بر پایه برش بوده و بی‌نیاز از کاربرد پیچ و مهره است. در این روش تعداد اجزا بالاتر رفته و بنا به فراخور نیاز می‌توان نقاط مهم مانند ستون‌های اصلی را تقویت نمود و فقط برخی عناصر نیاز به برش دارند. مزیت این سیستم نسبت به برش‌های سیستم قبل، عدم نیاز به برش دایره‌ای و کامل است و با کنار هم قرار دادن دو برش نیم‌مربع، به یک برش کامل مربعی خواهیم رسید. اساس کار این روش درگیر شدن تیر و ستون‌ها و در نهایت تقویت و تثبیت همین عناصر با خود عناصر مقوایی است. همچنین نیازی به کوچک گرفتن عناصر اتصالی نیست و حتی می‌توان آن‌ها را به صورت زوج (دوبل) یا بیشتر در نظر گرفت (تصویر ۷).

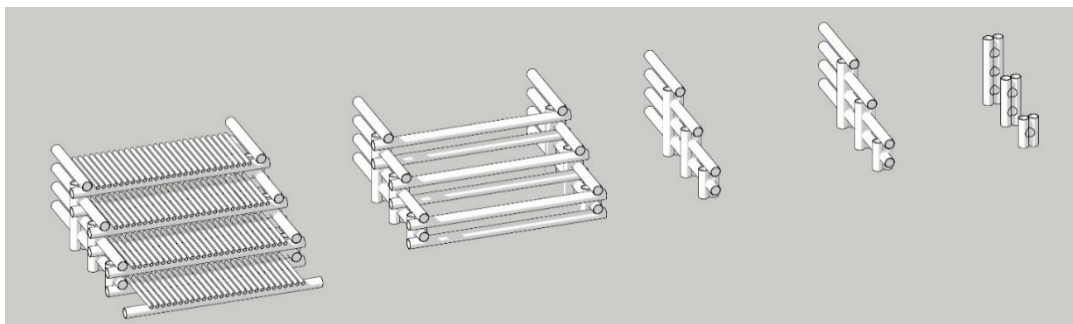
اجزا

پی یا شالوده: با توجه به این که الگوی مورد بررسی در اقلیم گرم و خشک معرفی شده است، در نظر گرفتن مزایا و معایب ساختار خاک در این اقلیم برای پیاده‌سازی شالوده حائز اهمیت است. در شرایط اقلیمی خشک که رطوبت خاک کم است، کافی است ستون‌های اصلی را تا ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر با صفحات پلاستیکی عایق نموده و محل این ستون‌ها را در داخل خاک به عمق ۵۰ سانتی‌متر حفر نموده و ستون را داخل حفره قرار داده و خاک را به صورت فشرده در محل خود تثبیت کرد (تصویر ۱۴). در شرایطی که خاک منطقه دارای رطوبت است، بهتر است ساختار طرح توسط برخی عناصر از زمین جدا شوند (مانند پالت چوبی یا پلاستیکی، جعبه‌های نوشابه، لاستیک و یا حتی مصالح درشت تخریب شده و بازمانده از زلزله) (تصویر ۸).



تصویر ۸- استفاده از مصالح بازیافتی برای آماده‌سازی بستر طرح

ارتباطات عمودی: گزینه‌ی اول برای دسترسی به ارتفاع بیشتر در طبقات بالا به صورت کاملاً عمودی (نردبانی) طراحی شده و گزینه‌ی دوم برای ارتباط بین دو سطح با افزایش ارتفاع سطح به صورت تدریجی در قالب پله‌های معمول مسکونی طراحی شده است. در حالت اول از روی هم قرار دادن لوله‌های مقوایی و ایجاد شکافی به عنوان کف پله، به سادگی به طرح مورد نظر خواهیم رسید. در این‌جا برای استحکام بیشتر یا بایستی پایه‌های اطراف پله تقویت شود و عمق در خاک آن‌ها بیشتر شود تا از واژگون شدن اجزا جلوگیری شود و یا از عناصر دیگر مانند لوله‌های فلزی برای اتصال محکم‌تر لوله‌ها به صورت عمودی استفاده شود (تصویر ۹). البته لازم به ذکر است که استفاده از میله‌های فلزی (مانند میلگرد یا لوله‌های آب)، مستلزم ایجاد حفره در نقاط انتهایی مقوا است که ضرورت دارد حفره‌ها بر روی هم قرار گیرند، همین مسئله می‌تواند سرعت اجرا را کاهش دهد.



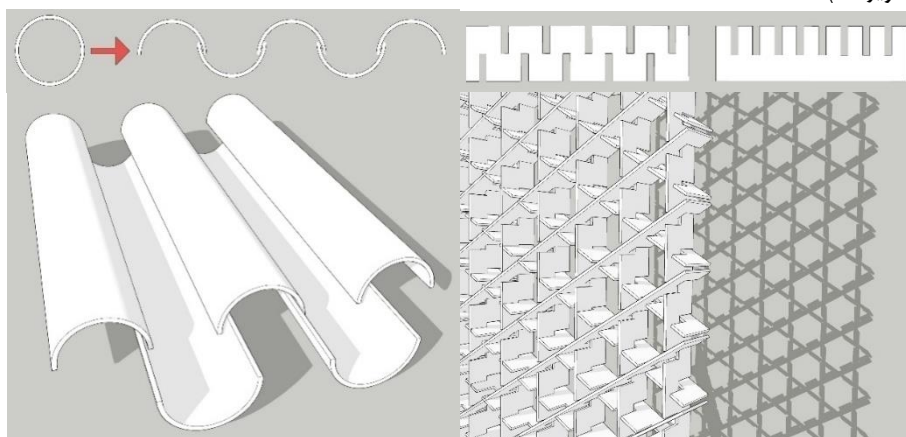
تصویر ۹- اتصال برای ساختار عمودی پلکان (تقویت طرفین یا استفاده از میله‌های فلزی در داخل).

سقف: در برپاسازی سازه سقف، از الگوهای هندسی بهره گرفته شده که نه تنها از خلال کاربرد اشکال پایدار هندسی، پایداری کل سازه تأمین می‌شود، بلکه از نظر زیبایی‌شناختی نیز جزئیات ارزشمندی به فضا اضافه می‌شود. در طراحی نمونه مورد نظر، الگویی برای سقف در نظر گرفته شد که بدون اتصالات فلزی باشد و درعین حال در حالتی که اجزا متفک هستند فضای زیادی را اشغال نکنند و همچنین برپاسازی آن ساده و بدون نیاز به تخصص فنی باشد. طرح هندسی در نظر گرفته شده به صورت ستاره شش پر است که حاصل ترکیب دو طرح هندسی کلی است که با یک‌دیگر در سه زاویه تداخل پیدا می‌کنند.



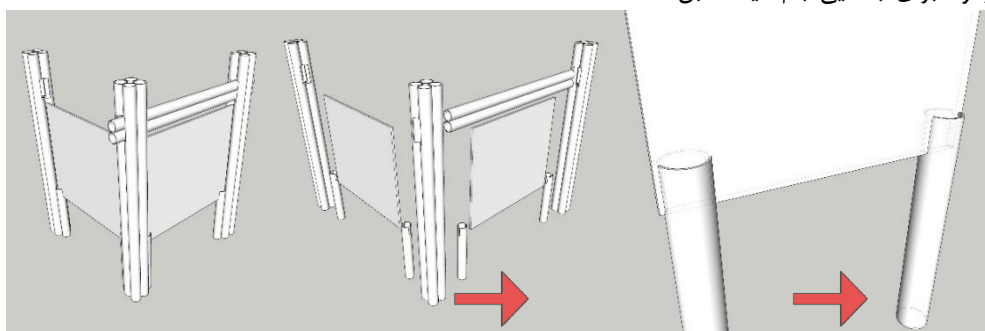
این سقف تحمل سازه‌ای قابل توجهی دارد و کیفیت نیمه شفاف می‌دهد که قابلیت انتقال نور را داراست. همچنین توجه به این نکته خالی از لطف نیست که در معماری ایرانی همواره خود سازه به صورت تزیینات جلوه می‌کرده و تزیینات چیزی مجزا از ساختار اصلی نبوده است. این ساختار برای استفاده در جداره‌ها نیز مطلوبیت دارد. اما باید توجه نمود که این سیستم صرفاً عمود بر بعد صفحه‌ای خود عمل می‌کند و در راستای عمود بر ضخامت خود مقاومت چندانی ندارد. نوع دیگر طرح سقف صرفاً پوشش‌دهنده است و تحمل بار ندارد که می‌توان برای آن حالت‌های مختلفی در نظر گرفت؛ مانند لایه‌های مقوا یا طرح‌های اریگامی و موارد مشابه.

سقف متشکل از دو هندسه دندان‌های برای چفت و بست مکانیکی با استفاده از مقوا کارتن: با توجه به این‌که برش قطعات مقوایی برای برپایی ساختار اصلی طرح قطعات اضافی به جای می‌گذارد، مطلوب‌تر آن است که بتوان از قطعات مازاد برش‌های مقوایی در بقیه‌ی موارد بهره جست. به عنوان نمونه برای پوشش سقف یا لایه دوم آن می‌توان با یک حرکت ساده برای بهینه کردن پاسخ‌های اقلیمی، طرحی انعطاف‌پذیر برای شرایط بارندگی ارائه داد و آن همپوشانی نیمه‌های حاصل از برش مقطع لوله می‌باشد که به صورت ناودانی عمل کنند. که باز هم همین دیتیل علاوه بر پاسخگویی به عملکرد بر زیبایی طرح (رخبام) می‌افزاید (تصویر ۱۰).



تصویر ۱۰- تصویر راست: ایجاد دیتیل لبه‌های سقف از قطعات مازاد بر برش‌های طرح با لوله؛ تصویر چپ: طرح سازه‌ای عناصر پُر کننده (جداره‌ها): در اینجا در سه بخش جداره‌های کاملاً شفاف، جداره‌های نیمه‌شفاف و جداره‌های بسته معرفی و به ذکر چند نمونه طراحی شده پرداخته شده است.

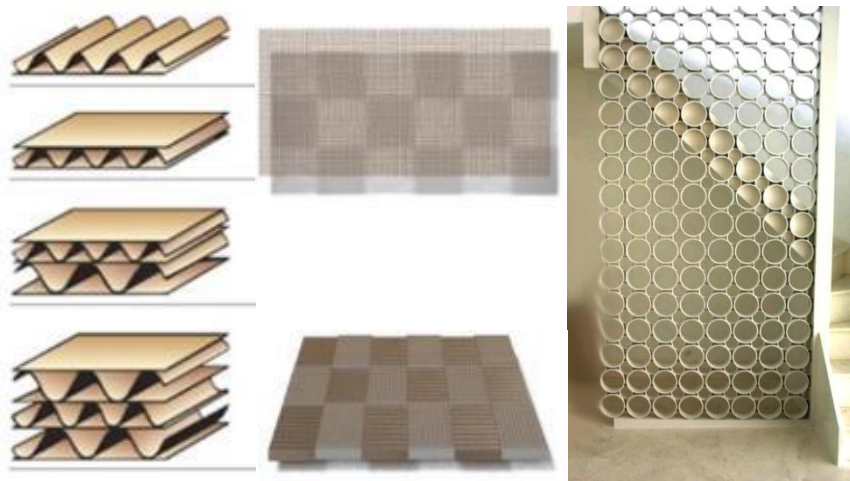
جداره‌های شفاف: برای این‌گونه جداره‌ها، می‌توان از خود شیشه استفاده کرد. با توجه به این‌که مقاومت لوله‌های مقوایی مناسب است، می‌توان با خلق دیتیل‌های بسیار ساده بخش‌هایی برای تعبیه جداره‌های شیشه‌ای ایمن یا پلاستیک فشرده و شفاف مانند پلکسی استفاده نمود. البته استفاده از عناصر شیشه‌ای برای اسکان اضطراری پس از زلزله مناسب نیست ولی برای طرح‌هایی که مربوط به اسکان زلزله نیست، کاربردی به نظر می‌رسد. در تصویر ۱۱ نمونه یک دیتیل اولیه با اجرای یک برش ساده در لوله برای جانمایی جام شیشه قابل مشاهده است.



تصویر ۱۱- نحوه‌ی اتصال و نصب شیشه با دیتیل ساده که فقط شکافی در بالای لوله‌ی مقوایی ایجاد شده است.
جداره‌های نیمه‌شفاف: طراحی این بخش با استفاده از دو روش انجام شده است. اول، به کاربردن مقاطعی از لوله‌های مقوایی و در روش دوم استفاده از مقوای کارتن با کاربست هندسه‌های مختلف برای رسیدن به گزینه‌ی مطلوب. نکته‌ی حائز اهمیت این است که اگر جداره‌های نیمه‌شفاف برای اجرای جداره‌های بیرونی در نظر گرفته می‌شود، باید دارای لایه‌ای محافظ در

برابر جداره‌ها باشند تا از نفوذ جریان هوای خیلی گرم در روز و خیلی سرد در شب جلوگیری شود. این جداره‌ها بیشتر برای مناطق گرم و خشک کارایی دارند و عملکردی شبیه مشربیه‌های قدیم در معماری ایران یا شناسیل‌ها را دارا می‌باشند. در روش دوم با استفاده از ورقه‌های مقوای کارتن، در حالت‌های مختلف هندسی می‌توان به طراحی جداره‌های مورد نظر پرداخت. این نوع جداره‌ها به صورت عادی قابلیت تحمل بار ندارند و فقط می‌توانند به عنوان تقسیم‌کننده فضا مورد استفاده قرار گیرند (تصویر ۱۲).

در راهکاری دیگر برای کاهش زمان برپاسازی می‌توان از لوله‌های مقوایی به صورت طولی استفاده نمود و با ایجاد گشایش‌هایی (یا فاصله‌اندازی) در طول لوله‌ها به شفافیت مورد نظر در جداره بیرونی دست یافت. در این حالت، خلل و فرج جداره به حداقل ممکن می‌رسد و گاه با ساختار اصلی سازه یکی می‌شود؛ بدین صورت که حتی ممکن است در تحمل بار نقش اساسی ایفا کند. ساده‌ترین روش ایجاد این نوع جداره، کنارهم قرار دادن لوله‌های مقوایی است (تصویر ۱۲). طرحی که برای نمونه واقعی در نظر گرفته شده است، علاوه بر حالت فوق، بر مبنای ایجاد جداره توسط لایه‌های فشرده‌ی مقوا کارتن است. با در نظر گرفتن یک مدول خاص و همچنین بازی با سطوح هندسی می‌توان به بافت مطلوبی دست یافت که از لحاظ پاسخ به مسئله نور و همچنین تهویه ایده‌آل است.



تصویر ۱۲ - تصویر راست: استفاده از مقوا کارتن برای ایجاد جداره‌های نیمه شفاف؛ تصویر چپ: ایجاد بافت و همچنین محرمیت و توجه به مسئله‌ی نور و تهویه با قرارگیری ساده‌ی هندسی لایه‌های مختلف مقوا کارتن.

۴- بحث و تحلیل

مطالعه پیش‌رو با شناسایی الگوهای اسکان موقت بهینه و با نظر به ارزش‌های افزوده آن‌ها نسبت به روش‌های موجود، می‌تواند از طرفی در ارتقای کیفیت فضایی و سرعت ساخت این سرپناه‌ها کاربردی بوده و از طرف دیگر با افزایش کیفیت فضایی این نوع از سرپناه، بر بهبود و ارتقا نیازه‌های روانی باشندگان این نوع مسکن، نقشی اساسی ایفا کند. پس از آنچه که گفته شد ضرورت دارد تا به ویژگی‌های مختلفی که برای اسکان موقت ذکر شده است بازگشت. لیندل و دیگران معتقداند «سرعت ساخت بالا؛ وزن و حجم کم در حالت انبار؛ قابلیت برپایی آسان؛ اتصالات از نظر تنوع و شمار عددی در حالت کمینه؛ قابلیت حمل و نقل آسان؛ در نظر داشتن آسیب‌پذیری اعضا در حالت کمینه؛ قابلیت پیش ساختگی پی و سادگی اتصال و تراز آن؛ قابلیت گسترش در آینده؛ و امکان تعویض و جایگزینی قطعات» از ویژگی‌های اسکان موقت است (Lindell, Prater & Perry, 2007, 124-132). نیک‌روان منفرد می‌نویسد، مسکن موقت باید سبک باشد و توسط نیروهای با مهارت فنی ساده و حتی افراد بومی حاضر در محل قابلیت اجرا داشته باشد و نصب آن با استفاده از کتاب راهنما قابل آموزش باشد (نیک‌روان منفرد، ۱۳۸۶). جمع‌بندی حاصل از نظرات مختلف در مورد اسکان موقت را می‌توان در جدول شماره ۳ ملاحظه کرد.

بنابر آنچه که در جدول ۲ بدان اشاره شد، اغلب این ویژگی‌ها از طریق به کارگیری مصالح سلولزی در برپاسازی مسکن موقت قابل دستیابی است. به کارگیری کاغذ یا مقوا در پروژه‌های ساختمانی نشان داده است که به چالش کشیدن تصور موجود در مورد ناپایداری و مقاومت کم کاغذ، از طریق اجرای سازه‌های کوچک و بزرگ معماری امکان‌پذیر است. با این وجود، ادامه روند



توسعه و گسترش فناوری ساختمانی سازه‌های کاغذی، مستلزم طرح و اجرای فضاهای پایدار و دائمی است که استحکام، عملکرد و ارزش‌های زیبایی‌شناسانه کاغذ توأمان در آن به کار گرفته شود.

آنچه اکنون عملی‌تر به نظر می‌رسد امکان استفاده و به کارگیری کاغذ یا مقوا در احداث بناهای موقت پس از سانحه است. تجربه استفاده از کاغذ در تأمین سرپناه‌های موقت کاغذی که برای اسکان زلزله‌زدگان ژاپن، ترکیه، هند و پناه‌جویان رواندایی به کار گرفته شد، میزان کارایی این مصالح برای کاربردهای پیشرفته‌تر در آینده را نشان داد. به این اعتبار، فناوری ساختمانی کاغذ می‌تواند در ایجاد بناهای موقت شهری و محله‌ای با عملکردهای مسکونی برای تأمین سرپناه موقت آموزشی نظیر مدرسه؛ درمانی نظیر درمانگاه و بیمارستان صحرایی؛ و یا فرهنگی مذهبی مانند نمازخانه و یا اداری مانند دفاتر ستادهای معین مستقر در مناطق سانحه دیده به کار گرفته شود. مقایسه کاربرد کاغذ با دیگر شیوه‌های اسکان موقت در کشورهای مختلف نشان می‌دهد خاطره‌ی زندگی در سرپناه‌هایی که واجد ارزش‌های کیفی فضا و عملکرد مناسب باشند می‌تواند سال‌ها در خاطره افراد سانحه دیده باقی مانده و در کاهش آلام و مصایب آن‌ها اثر مثبتی به جای گذارد. بر همین اساس، مزایای برپاسازی مسکن سلولزی پس از سانحه را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود.

جدول ۳- ویژگی‌های اسکان موقت مبتنی بر منابع مکتوب.

ویژگی	منابع
سرعت ساخت بالا	(هدفی و همکاران، ۱۳۹۸) (بهزادفر، ۱۳۸۴) (بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Lindell et al., 2007) (Johnson, 2007)
کم بودن وزن	(بهزادفر، ۱۳۸۴) (بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Lindell et al., 2007) (Diarte & Shaffer, 2021)
حجم کم در حالت قبل از برپایی	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Lindell et al., 2007)
شرایط نگهداری آسان در انبار	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (خرم، طیرانی‌نجان و نائینی، ۱۳۹۵).
قابلیت حمل و نقل آسان	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (سرتیبی‌پور، ۱۳۹۰) (Lindell et al., 2007)
کم بودن گونه‌ها و تعداد اتصالات	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Lindell et al., 2007)
اجرای ساده با مهارت فنی اندک	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (سرتیبی‌پور، ۱۳۹۰) (خداداده و ضیایی، ۱۳۸۶) (فلاحی، ۱۳۸۶) (Hosseini, Pons, 2019) (Jalali, 2002) (Lindell et al., 2007) (Valladares, & Fuente Antequera, 2019, 244) (SaediKhameneh & Hosseini, 2010)
امکان گسترش در آینده	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Lindell et al., 2007)
ارائه و اجرا برای مساحت‌های گوناگون	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲)
پیش ساختگی پی و سایر قطعات	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Lindell et al., 2007)
امکان تعویض و جایگزینی قطعات	(بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Lindell et al., 2007)
استفاده از مصالح در دسترس	(سرتیبی‌پور، ۱۳۹۰) (فلاحی، ۱۳۸۶) (بمانیان و بختیاریان، ۱۳۹۲) (Jalali, 2002)
آسایش محیطی (سرمایش و گرمایش)	(خرم و همکاران، ۱۳۹۳) (امیدوار، قاسمی و ظفری، ۱۳۸۶) (خداداده و ضیایی، ۱۳۸۶) (Asafi & Farrokhi, 2016) (Lindell et al., 2007) (Johnson, 2007) (Saedi Khameneh & Hosseini, 2010)
احساس امنیت	(امیدوار و همکاران، ۱۳۸۶) (خرم و همکاران، ۱۳۹۳) (Saedi Khameneh & Hosseini, 2010) (Asafi & Farrokhi, 2016)
کیفیات بصری و فضایی	(سرتیبی‌پور، ۱۳۹۰) (Alami & Majidi, 2021)
شرایط آب و هوایی	(امیدوار و همکاران، ۱۳۸۶)
قیمت پایین	(سرتیبی‌پور، ۱۳۹۰) (بهزادفر، ۱۳۸۴) (Johnson, 2007) (Diarte & Shaffer, 2021) (Correa, 2004)
کاهش ضایعات ساختمانی (بازیافت مصالح)	(بهزادفر، ۱۳۸۴) (سرتیبی‌پور، ۱۳۹۰) (Corsellis & Vitale, 2005) (Johnson, 2007) (Correa, 2004)
قابلیت برچیدن و استفاده مجدد	(سرتیبی‌پور، ۱۳۹۰) (Johnson, 2007)
فرهنگ و شیوه زندگی ساکنان آسیب‌دیده	(بهزادفر، ۱۳۸۴) (خداداده و ضیایی، ۱۳۸۶) (فلاحی، ۱۳۸۶) (Corsellis & Vitale, 2005) (Johnson, 2007)



- مصالح سلولزی مانند کاغذ و به طور ویژه مقوا با توجه به سبک و ارزان بودن و قابلیت اجراتوسط افراد آموزش ندیده می تواند گزینه ای بسیار مناسب برای اسکان پس از سانحه محسوب شود (سرعت، سادگی، عدم نیاز به نیروی ماهر در مراحل مختلف اجرا).
- به کارگیری افراد بازمانده در فرآیند ساخت علاوه بر بالا بردن سرعت ساخت، در بازگرداندن آن ها به چرخه عادی زندگی نیز می تواند نقشی اساسی را ایفا کند (مشارکت مردمی در راستای التیام حادثه دیدگان).
- از مهم ترین ویژگی های الگوی حاضر می توان به انعطاف پذیر بودن مصالح سلولزی برای برآوردن نیازهای طراحی برای هر فرد یا قشر اجتماعی اشاره کرد. این قابلیت می تواند میزان پاسخگویی فضاهای مسکن موقت را برای حادثه دیدگان به طور قابل توجهی افزایش دهد (طراحی پذیر بودن و پاسخ گویی).
- مسکن موقت سلولزی نمی تواند تبدیل به جایگزین همیشگی برای مسکن دائم شود. بر همین اساس، برپاسازی مسکن سلولزی حین حادثه، خطر تبدیل مسکن موقت به پدیده ای چون حاشیه نشینی و زاغه نشینی را به حداقل می رساند. چراکه مسکن ساخته شده از مقوا، نه تنها از نظر فیزیکی امکان مقاومت در برابر شرایط محیطی به صورت طولانی مدت را ندارد، بلکه از نظر ذهنی نیز در بین حادثه دیدگان گزینه ای جهت سرمایه گذاری روانی برای اسکان طولانی مدت تلقی نمی شود چون در عین ناپایداری، کم هزینه نیز به شمار می رود (عدم وجود خطر ترویج حاشیه نشینی و مسکن غیررسمی).
- برای بازماندگان یک سانحه طبیعی مانند زلزله، ترس از پس لرزه ها و تکرار حادثه در قالب ریزش آوار می تواند تا مدتی از نظر روانی عامل منفی و بازدارنده برای ساخت و سکونت در سرپناه های بتنی یا فولادی محسوب شود. اهمیت ساخت سرپناه سبک از جنس کاغذ آنجا رخ می نمایند که می تواند شرایطی مناسب برای کنترل تجربه های اضطرابی پس از سانحه در میان حادثه دیدگان فراهم آورد (کمک به غلبه بر عدم امنیت روانی).
- یکی از اساسی ترین چالش های اسکان موقت پس از وقوع سانحه، هزینه های بالای این نوع اسکان است. اهمیت این مسئله آن گاه رخ می نمایند که قشر حادثه دیده، در برهه ای که از این نوع مسکن استفاده می کنند، از نظر مالی مولد نیستند و احتمال دارد درآمد ثابتی مانند شرایط پیش از سانحه فراهم نکنند. به همین منظور، پایین بودن هزینه های برپاسازی مسکن سلولزی، نقش کلیدی در اسکان موقت پس از سانحه ایفا می کند (هزینه های پایین برای اجرا).

۴-۱- اجرای نمونه ی تجربی

در این بخش از پژوهش به منظور دستیابی به شناخت دست اول از چالش های برپاسازی مسکن سلولزی در اقلیم گرم و خشک، تلاش شد تا یک نمونه واقعی بر مبنای الگوی شناسایی شده برای مسکن سلولزی اجرا شود. اصول سازه ای برپاسازی این نمونه تجربی، برگرفته از اصول مستخرج از پژوهش پیش رو بود که به صورت تجربی آزموده شد. از مهم ترین دستاوردهای این بخش از پژوهش، تلاش برای دستیابی به فهمی بی واسطه از فرآیند طراحی و ساخت مسکن پس از سانحه با مصالح سلولزی است (تصویر ۱۳). اجرای این الگو به طور کلی می تواند دارای چهار فاز عملیاتی باشد که به شرح زیر است:

فاز اول: آماده سازی و قطعه زنی

- تدارک و انتقال مصالح: انتقال لوله های مقوایی و سایر ملزومات به سایت پروژه با استفاده از وسایل نقلیه سبک (تصویر ۱۳).
- ساخت قطعات سازه ای: برش لوله ها بر اساس ابعاد طراحی شده و ایجاد شکاف ها^{۲۱} و اتصالات مورد نیاز بر روی لوله های مقوایی جهت استقرار جداره ها و تیرها (تمامی مراحل با ابزار ابتدایی مانند اره قابل انجام است در صورت دسترسی به ابزارهای بهتر می توان از فرز نیز بهره گرفت) (تصویر ۷ و ۱۳).

فاز دوم: زیرسازی و فونداسیون

- پیاده سازی نقشه و گودبرداری نقطه ای: جانمایی دقیق ستون ها بر روی زمین و حفر گودال های کم عمق برای استقرار پایه ها (این کار با ابزاری ساده همانند متر و ریسمان کار قابل انجام است) (تصویر ۱۳).
- اجرای فونداسیون با مصالح بازیافتی: بهره گیری از لاستیک های فرسوده، پالت های چوبی یا جعبه های پلاستیکی (بسته به شرایط سایت) جهت ایجاد فاصله میان سازه و زمین. این اقدام با هدف جلوگیری از انتقال رطوبت بستر به مصالح سلولزی انجام می شود (تصویر ۸ و ۱۳).

- ایزولاسیون پایه‌ها: عایق‌بندی بخش تحتانی ستون‌ها با لایه‌های پلاستیکی یا پوشش‌های ضد رطوبت پیش از قرارگیری در بتن یا خاک (تن مورد نیاز جهت تثبیت پایه‌ها از ترکیب سنگ‌دانه، سیمان و آب در محل پروژه تهیه می‌شود؛ با این حال در صورت عدم دسترسی به این مصالح در شرایط بحرانی، بهره‌گیری از خاک متراکم (کوبیده شده) به عنوان راهکاری جایگزین جهت پایداری بستر امکان‌پذیر است) (تصویر ۱۳).

فاز سوم: برپایی اسکلت سازه‌ای

- نصب ستون‌های اصلی: استقرار ستون‌های مقوایی در محل‌های تعیین شده و تثبیت آن‌ها در تراز عمودی (تراز قائم ستون‌ها با استفاده از ابزار شاقول و با سهولت اجرایی بالا قابل کنترل و تنظیم است).
- کلاف‌بندی تراز کف: اجرای کلاف‌های افقی در تراز پایه جهت ایجاد صلبیت و هم‌بندی ستون‌ها با لوله‌های مقوایی که از قبل بریده شده‌اند (تصویر ۱۳).
- شاسی‌کشی سقف: نصب تیرهای اصلی و فرعی مقوایی بر فراز ستون‌ها جهت تشکیل ساختار باربر سقف (تصویر ۱۳).

فاز چهارم: جداره‌سازی و تکمیل نهایی

- نصب جداره‌های شفاف و صلب: قراردادی صفحات شیشه‌ای یا پانل‌های پرکننده در شکاف‌های پیش‌بینی شده در ستون‌ها (اتصال کشویی) (تکمیل جداره‌ها بر اساس میزان دسترسی به منابع، با استفاده از صفحات شیشه‌ای یا پانل‌های سلولزی (به‌صورت صلب یا نیمه‌شفاف) صورت می‌گیرد. شایان ذکر است که جهت ارتقای پایداری و افزایش جرم حرارتی، فضای داخلی ستون‌های مقوایی در این مرحله با مخازن آب یا خاک پر می‌شود) (تصویر ۱۰ و ۱۱).
- کف‌سازی و دسترسی‌ها: اجرای کف کاذب با لایه‌های مقوایی/پالت و ساخت پله‌های ورودی با استفاده از لوله‌های مقوایی با قطر متناسب (تصویر ۹).
- پوشش سقف و عایق‌بندی: اجرای شبکه‌های سلولزی سبک برای سقف و کشیدن لایه‌های محافظ (پلاستیک، نمد یا استفاده از واکس) جهت حفاظت در برابر نزولات جوی در طول فرآیند ساخت و بهره‌برداری (در این مرحله استفاده از لوله‌های نیمه هم برای حفاظت در برابر رطوبت با شیب مناسب توصیه می‌گردد (مطابق تصویر ۱۰)).
- تکمیل بدنه و جنبه‌های زیباشناختی: استفاده از لوله‌های مقوایی به عنوان عناصر نیمه‌شفاف در بدنه جهت بهبود کیفیت بصری و کنترل نور شود.

جدول ۴- مقایسه کارتن، فولاد، بتن از نظر شاخص‌های بهره‌وری اسکان موقت بر اساس هزینه و زمان (شاخص‌های بهره‌وری مسکن موقت بر اساس منابعی که در جدول ۳ آمده است تنظیم شده است) (Eekhout et al., 2008)

شاخص‌های بهره‌وری مسکن موقت	بتن	فولاد
فرهنگ و شیوه زندگی ساکنان آسیب‌دیده	*	*
قابلیت چیدن و استفاده مجدد	*	**
کاهش ضایعات ساختمانی (بازیافت مصالح)	*	*
قیمت پایین	*	*
شرایط آب و هوایی	**	**
کیفیات بصری و فضایی	**	**
احساس امنیت	*	**
آسایش محیطی (سرمایش و گرمایش)	**	**
استفاده از مصالح در دسترس	**	**
امکان تعویض و جایگزینی قطعات	*	**
پیش ساختگی بی وسایر قطعات	**	**
ارائه و اجرا برای مساحت‌های گوناگون	**	**
امکان گسترش در آینده	*	**
اجرای ساده با نیاز به مهارت فنی اندک	*	*
کم بودن گونه‌ها و تعداد اتصالات	*	*
قابلیت حمل و نقل آسان	*	*
شرایط نگهداری آسان در انبار	**	**
حجم کم در حالت قبل از برپایی	**	**
کم بودن وزن	*	*
سرعت ساخت بالا	**	**

در ادامه پژوهش به منظور دستیابی به نگرشی جامع بر بهره‌وری و چالش‌های مسکن موقت سلولزی به مقایسه این نوع از مسکن با سایر نمونه‌های مشابه پرداخته شده است. جدول ۴ برای بررسی و مقایسه فرصت‌ها و تهدیدهایی که کاغذ نسبت به فولاد یابتن دارد تنظیم شده که به شرح ذیل است. لازم به ذکر است که شاخص‌های مورد بررسی برای مقایسه سه نوع مسکن موقت، از مقایسه پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، استخراج و توسط پژوهشگران تکمیل شده است.



تصویر ۱۳- مراحل اجرای سازه موقت طراحی شده.



۴-۲- محدودیت‌های پژوهش

هر پژوهش با توجه به ماهیت خود با محدودیت‌هایی مواجه است که در پیش‌برد پژوهش می‌توانند نقشی بنیادین ایفا کنند. طبق یک دسته‌بندی رایج این محدودیت‌ها به دو دسته محدودیت‌های درونی و بیرونی تقسیم می‌شوند که در این پژوهش هم به همین تقسیم‌بندی ارجاع داده شده است. اما موضوع حائز اهمیت فقط شناخت محدودیت‌ها نیست، بلکه نحوه مواجهه با آن‌ها در جهت برآورد اهداف پژوهش است. در ادامه تلاش شده تا بخشی از محدودیت‌های پیش روی این پژوهش طرح شود:

- محدودیت‌های درونی

عدم مقاومت در برابر حریق: شاید نخستین نگرانی نسبت به این پژوهش که ماهیتی تجربی دارد طرح موضوع مقاومت در برابر حریق باشد. پژوهش‌های متعددی به بررسی مقاومت انواع مقوا در برابر حریق پرداخته‌اند و نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که برخی از این مواد، بسته به ساختار و نحوه قرارگیری، می‌توانند در آزمایش‌های استاندارد تا حدود یک ساعت در برابر آتش مقاومت نشان دهند (Pohl, 2009; Luzik, 1993)، با این حال ملاحظات مقاومت در برابر حریق نه تنها از نظر اجرایی برای مجریان مسکن سلولزی الویت ساختاری دارد، بلکه مواجهه با این جنس نگرانی برای افراد حادثه دیده نیز می‌تواند همراه با عدم امنیت روانی باشد که طراح موظف به رفع آن است. بدین منظور راهکاری تعبیه شده است که بر مبنای استفاده از عناصر بازیافتی و سهل‌الوصول در محل برپاسازی است. استفاده از تیوب‌های آب و یا بطری‌های آب در درون لوله‌ها می‌تواند در مواجهه با حریق کارگشا باشد. در مورد حریق مسئله‌ای که حائز اهمیت است این است که چون ساختار عمده مسکن موقت متشکل از مصالح مقوایی است، باید از نشر حریق جلوگیری کرد. جلوگیری از انتشار حریق راهکارهای معمارانه نیز دارد به این صورت ممکن است که به دلیل وجود فضای خالی داخل لوله‌ها، این امکان وجود دارد که این فضا را با بطری‌های مصرف شده‌ی پلاستیکی نیمه پر از آب پُر نمود، بدین صورت اگر به ساختار یک لوله آسیب وارد شود با پخش آب از سرعت نشر حریق کاسته خواهد شد (تصویر ۱۴).



تصویر ۱۴- استفاده از بطری‌های آب برای جلوگیری از نشر حریق

عدم مقاومت در برابر رطوبت: در مورد عدم مقاومت سازه‌های سلولزی در برابر رطوبت، نقش اقلیم و شرایط آب و هوایی در طول مدت اسکان اهمیت می‌یابد. با توجه به این که الگوی پیشنهادی، در پاسخ به اقلیم‌های گرم و خشک تعریف شده است، مسئله مقاومت در برابر رطوبت با راهکارهای ساده‌ای قابل پاسخ‌گویی می‌باشد. برخلاف تصور و انتظاری که به صورت عام از کاغذ وجود دارد که با اولین رطوبت از بین می‌رود، لوله‌های مقوایی به دلیل تراکم بالا حتی در معرض رطوبت و بارندگی تا چندین روز از خود مقاومت نشان داده و به صورت کلی متلاشی نمی‌شوند. با این حال برای حل این موضوع و برای گسترش طیف عملکردهایی که این سازه می‌تواند در برابر رطوبت کارایی خود را حفظ کند، استفاده از ترمو واکس (واکس گرما دیده که جذب بافت مقوا شده است)، لاک و رنگ^{۲۲}، روغن بذر کتان^{۲۳}، پارافین^{۲۴} و موم^{۲۵} ... پیشنهاد می‌شود (Jasiolek, A., Latka, & Brzezicki, 2021). که در مطالعات مشابه، به عنوان راه حل موثری بدان ارجاع داده شده است. ترمو واکس به راحتی از طریق آغشتن سطوح مقوایی با واکس و اعمال حرارتی اندک (حتی در حد ششوار) به لایه‌ی سطحی واکس اجرا می‌شود که این عامل باعث خواهد شد تمام منافذ کاغذ توسط واکس پوشانده شود و عایق رطوبتی مطلوبی شکل بگیرد که پس از ساعت‌ها نیز از نفوذ آب جلوگیری خواهد کرد. برای افزایش مقاومت مسکن سلولزی در برابر رطوبت، علاوه بر ترمو واکس که بدان اشاره شد، بازهم ساده‌ترین راه استفاده از لایه‌های پوششی است که معمول‌ترین حالت رنگ و یا روغن‌های مرسوم شامل

آن می‌شوند. در مرحله بعد می‌توان از مواد پلیمری نوین که مانند کاهگل و با همان رنگ و بافت قابل اجرا هستند استفاده کرد، در بخش‌های مربوط به فونداسیون از پلاستیک می‌توان بهره جست و در نهایت در نقاط حساس می‌توان از اسپری‌های نانو برای عایق‌بندی رطوبت استفاده نمود.

– محدودیت‌های بیرونی

تصویر ذهنی: به‌نظر می‌رسد از مهم‌ترین محدودیت‌های پیش‌روی‌کاربرد مصالح سلولزیدر اسکان موقت وجود تصویر ذهنی و پیش‌فرض‌هایی است که در مواجهه مخاطبین با آن به عنوان مسکن مقوایی می‌تواند ایجاد موضع کند (Johnson, 2007). به‌نظر می‌رسد علاوه بر استفاده از عناوین جایگزین که اثر مشوق و مثبتی بر واکنش و پیش‌دآوری مخاطب را همراه داشته باشد، ضرورت دارد به شکل گسترده‌ای آموزش‌هایی در حوزه به کارگیری مصالح نوین داده شود. از مهم‌ترین مسائل پیش روی اسکان موقت، پیشی گرفتن کیفیت مسکن موقت نسبت به مسکن از دست رفته می‌تواند باشد. در برخی حوادث و یا شرایط، تفاوت کیفیت میان بنای تخریب شده و مسکن موقت به قدری زیاد است که فرد حادثه دیده میلی به ترک مسکن موقت ندارد. به همین واسطه به‌نظر می‌رسد ضرورت دارد تا با توجه به تعاریف موجود، مسکن موقت به نحوی طراحی شود که در یک بازه زمانی کوتاه قابلیت برپایی و پس از یک بازه زمانی قابلیت برچیده شدن داشته باشد.

محدودیت‌های اقتصادی: با توجه به اتکا و استفاده از مواد و مصالح بازیافتی در مسکن سلولزی برای قشر حادثه‌دیده در حین تلاش برای حل مسئله در بحران، برپاسازی مسکن موقت با محدودیت‌های متعددی چه در بُعد اقتصادی و چه در بُعد زمانی مواجه است. به همین واسطه استفاده از تکنولوژی‌هایی که هزینه‌های اضافی را به پروژه تحمیل می‌کنند، می‌توانند در مرحله اول از خط قرمزهای پروژه باشد و در گام‌های بعدی با توجه به شرایط کاربران، کاربست این تکنولوژی‌ها به صورت نسبی امکان‌پذیر است (Félix et al., 2014).

محدودیت در دسترسی به مصالح سلولزی: از دیگر محدودیت‌های این پژوهش در سطح عملی می‌توان به چالش‌های دسترسی و تأمین عناصر و مصالح سلولزی مانند مقاطع مختلف لوله مقوایی اشاره کرد. با نظر به این که در تمام مراحل طراحی، هدف پژوهش استفاده از مصالح بازیافتی سلولزی بوده است و طراحی و ساخت مصالح غیرسلولزی در واقع همراه با تحمیل هزینه به پروژه محسوب می‌شود، از این‌رو در طراحی و اجرا تلاش شد تا غالب نیازها به وسیله مقاطع لوله‌های مقوایی موجود پاسخ داده شوند.

۵- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف دستیابی به راهکاری برای تأمین مسکن موقت پس از سانحه با تمرکز بر مصالح سلولزی انجام شده است. در پاسخ به پرسش نخست، یافته‌ها نشان می‌دهد که با به‌کارگیری مصالح سلولزی (به‌ویژه مقوا و لوله‌های کاغذی) می‌توان به سرپناهی موقت دست یافت که علاوه بر سهولت و سرعت ساخت، از قابلیت بازیافت، وزن کم، هزینه‌ی اندک و انعطاف‌پذیری فضایی برخوردار است. این مصالح، در صورت استفاده از پوشش‌های مقاوم در برابر رطوبت و اصلاحات سطحی مناسب، توان تحمل شرایط اقلیمی متغیر را نیز دارا هستند و از این رو گزینه‌ای مناسب برای شرایط بحرانی محسوب می‌شوند. در پاسخ به پرسش دوم، الگوهای سازه‌ای شکل گرفته در این پژوهش نشان دادند که ساختارهای راست‌گوشه مبتنی بر اتصال لوله‌های مقوایی و پانل‌های سلولزی می‌توانند به‌عنوان الگوهای قابل‌اجرا برای برپایی مسکن موقت مورد استفاده قرار گیرند. این الگوها ضمن حفظ پایداری سازه‌ای، امکان مونتاژ و دیمونتاژ سریع را فراهم کرده و به تناسب مقیاس و عملکرد، قابلیت گسترش یا تغییر کاربری دارند.

یافته‌های این پژوهش از حیث تأکید بر قابلیت‌های زیست‌محیطی و ساخت‌پذیری مصالح مقوایی، با نتایج پژوهش‌های پیشین هم‌راستا است؛ با این تفاوت که این مطالعه، به‌طور مشخص بر امکان به‌کارگیری این مصالح در چارچوب معماری موقت پس از بحران تمرکز دارد. درحالی‌که برخی پژوهش‌های پیشین بیشتر بر جنبه‌های فنی یا سازه‌ای مقوا تأکید داشته‌اند، نتایج حاضر نشان می‌دهد که این ماده، افزون بر عملکرد فیزیکی، می‌تواند در ارتقای کیفیت فضایی، افزایش سرعت اجرا و کاهش هزینه نیز مؤثر باشد. همچنین در این پژوهش، یک الگوی پیشنهادی برای اسکان موقت طراحی و ساخته شده است تا با رفع مشکلات موجود در اسکان پس از بحران، بتوان از آن به‌صورت مؤثر بهره گرفت. کاربرد نتایج این پژوهش در حوزه‌ی طراحی مسکن موقت و معماری بحران می‌تواند در سه سطح مطرح شود:

– **سطح طراحی:** ارائه‌ی الگویی قابل تکرار و بومی‌سازی‌شده با مصالح سلولزی که می‌تواند مبنای طراحی سریع



پناهگاه‌ها در شرایط اضطراری باشد.

- **سطح آموزشی و پژوهشی:** استفاده از مدل ارائه شده در آموزش طراحی معماری پایدار و توسعه مطالعات مرتبط با مصالح جایگزین.

- **سطح اجرایی:** بهره‌گیری از دستورالعمل ساخت و مونتاژ حاصل از مراحل تجربی پژوهش، جهت تولید نمونه‌های واقعی توسط نهادهای امدادی یا دانشگاهی.

در مجموع، مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد که معماری سلولزی صرفاً تلاش برای ایجاد سرپناهی موقت نیست، بلکه امکانی برای بازآفرینی کیفیت زیست موقت با حداقل منابع و حداکثر انسان‌محوری در شرایط بحران است. توسعه و بومی‌سازی این الگو می‌تواند گامی مؤثر در ارتقای تاب‌آوری جوامع در مواجهه با حوادث طبیعی باشد.

به نظر می‌رسد کاربرد مصالح سلولزی در مسکن موقت با رویکردی انتقادی به کلیشه‌های رایج در مواجهه با بحران می‌تواند ظرفیت‌های جدیدی چه از حیث به‌کارگیری مصالح و چه از نظر طراحی معماری ایجاد کند. در جدول ۴ تلاش شده است تا ظرفیت‌هایی که در حین انجام این پژوهش برای پاسخ به چالش‌های اجرایی دربرپاسازی یک مسکن موقت با معماری سلولزی وجود دارد نشان داده شوند. اهمیت چنین پرداختی به اسکان موقت از آنجاست که می‌توان چنین ظرفیتی را در موقعیت‌های مختلف مورد استفاده قرار داد. می‌توان برای توسعه این نوع نگاه به بررسی این نوع اسکان در ساختارهای دیگر پرداخت که در هر مورد که نیاز به مسکن موقت احساس می‌شود با طراحی متناسب با موضوع به پاسخی کوتاه مدت در این زمینه رسید.

جدول ۵- بررسی کلی الگوهای معماری مقوایی با تاکید بر ساختار راست گوشه

الگو	ساختار	عناصر	انواع	توضیحات
تیر و ستون	کاملاً فشرده	سازه‌ای	...	باله‌های مقوایی
	نیمه شفاف	سازه‌ای	...	باله‌های مقوایی یا لایه‌های فشرده‌ی کارتن
		غیر سازه‌ای (پوشش)	...	استفاده از مقطع لوله‌ها یا تداخل کارتن‌ها
	پی و کف		پالت‌های چوبی	قابلیت تراز یابی راحت، هزینه متوسط، استفاده مجدد
			جعبه‌های نوشابه	اندکی هزینه بر ولی موجود در منطقه
			لاستیک	ارزان و قابلیت تراز کردن راحت
			نخاله‌های تخریب و ...	آوار موجود پس از حادثه موجود در محل
	اتصالات		تداخلی ساده بدون پیچ و مهره	ایجاد برش‌های دایره‌ای و استفاده از مقاطع متفاوت
			تداخلی ساده بدون پیچ و مهره	...
			تیر و ستونی بدون پیچ و مهره	...
			کش‌بستی	...
			تداخلی خود ایستا	...
			صنعتی	شیشه، ورق‌های پلی‌کربنات و ...
	کاملاً شفاف	جدارها	کاملاً شفاف	طرح‌های هندسی، مقاطع لوله و ...
			نیمه شفاف	لایه‌های فشرده کارتن، هم‌پوشانی لوله‌ها و ...
			بسته	...
	سقف و کف		سازه‌ای	مانند شبکه‌ی هگزاگرام
			غیرسازه‌ای	مانند اریگامی، ناودانی و ...
			عمودی	عمودی
	ارتباطات عمودی		زاویه‌دار	زاویه‌دار
	تزیینات		فشرده	با استفاده از مقطع لوله یا ورق‌های مقوایی
			نیمه فشرده	با استفاده از مقطع لوله یا ورق‌های مقوایی
			ورق تاشده	با استفاده از ورق‌های مقوایی
	بازشوها		...	...
	پاسخ به شرایط اقلیمی		پاسخ به رطوبت	استفاده از روش ترموواکس
			پاسخ به حریق	استفاده از بطری‌های آب برای جلوگیری از گسترش

در نهایت توصیه می‌شود برای توسعه مسکن موقت پس از بحران با مصالح سلولزی، مطالعات آزمایشگاهی و شبیه‌سازی‌های دقیق جهت ارتقای رفتار سازه‌ای و دوام مصالح کاغذی در شرایط بحرانی انجام شود. همچنین توسعه روش‌های ترکیب و بهینه‌سازی اتصالات، بررسی چرخه عمر و پایداری زیست‌محیطی، و اجرای مطالعات میدانی در مقیاس واقعی برای ارزیابی عملکرد و میزان پذیرش اجتماعی این سازه‌ها ضروری است.

- 1- Shigeru Ban
- 2- Issey Miyake
- 3- Web of Science
- 4- Scopus
- 5- United Nations High Commissioner for Human Rights
- 6- Cellulosic Architecture
- 7- Mileti
- 8- Drabek
- 9- Hass
- 10- Kates
- 11- Bowden
- 12- Accommodation
- 13- Interim Lodging

۱۴- سلولز رشته‌های نازک و موئینی همانند رشته‌های پشمی درهم تنیده نمد است که چنانچه با دقت به لبه پاره شده کاغذ توجه شود، می‌توان آن را مشاهده نمود. این رشته‌ها مولکول‌های نخ مانند و درازی هستند که بخش عمده گیاهان از آن ساخته شده است.

۱۵- ریشه واژه انگلیسی (Paper) نیز از کلمه پاپیروس که در اصل واژه‌های یونانی است، گرفته شده است. کاغذ ماده‌ای است که بشر از گذشته دور آن را می‌شناخته و بر اساس باور عمومی ماده ضعیف و ناپایداری است که صرفاً برای نوشتن یا در صنایع بسته‌بندی استفاده می‌شود در حالی که با نگرش جدید می‌توان بسیاری از قابلیت‌های مورد انتظار ساختمانی را در آن مشاهده نمود.

- 16- Corrugated Cardboard
- 17- Paper Honeycomb Panels
- 18- PaperBoard
- 19- Cellulose Fibre
- 20- Paper Tubes
- 21- Slits
- 22- Lacquer and paint-covered paper- boards
- 23- Linseed oil
- 24- Paraffin
- 25- Wax

حامیان مالی: مقاله حامی مالی و معنوی نداشته است.

مشارکت نویسندگان: همگی نویسندگان در نگارش و تدوین مقاله به‌صورت یکسان سهمیه بوده‌اند.

اعلام عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است.

قدردانی: نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خود را از جناب آقای دکتر امیر احمد امینیان به‌سبب راهنمایی‌های ارزشمند و روشن‌گر ایشان در پیشبرد این پژوهش ابراز می‌دارند. همچنین از تمامی افرادی که به‌نحوی در اجرای پروژه و انجام این پژوهش همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

بیانیه شفافیت کاربست هوش مصنوعی: در فرایند آماده‌سازی این مقاله، نویسندگان از هوش مصنوعی بهره‌نگرفته‌اند اما برای ویرایش نگارشی، نویسندگان از ابزار هوش مصنوعی ChatGPT در بخش‌هایی از مقاله بهره گرفته‌اند. محتوای تولید شده توسط نویسندگان بازبینی و ویرایش شده و مسئولیت کامل محتوای مقاله منتشر شده بر عهده ایشان است.

منابع

- امیدوار، بابک؛ قاسمی، رضا؛ و ظفری، حسین. (۱۳۸۶). روش اسکان موقت و راهکارهای بومی آن در زلزله لرستان. ص ۱۶ (۳-۴)،
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.1683870.1386.16.3.3.4.53-38>
 آصفی، مازیار و فرخی، شهین. (۱۳۹۵). ارزیابی اسکان موقت بعد از زلزله و راهکارهای بهبود کیفی آن متناسب با نیاز آسیب دیدگان (نمونه موردی: روستای سرند-هریس). *پژوهش‌های روستایی*، ۷(۱)، ۵۵-۸۰. <https://doi.org/10.22059/jrur.2016.58386>
 باقری طهرانی، مرتضی؛ عامری سیاهویی، حمیدرضا؛ پیری، سعید؛ متکی، زهیر. (۱۴۰۱). مروری سیستماتیک بر تولیدات علمی نمایه‌شده در پایگاه اسکوپوس در حوزه مسکن موقت پس از سانحه با تمرکز بر حوزه معماری. *مسکن و محیط روستا*، ۴۱(۱۷۹)، ۹۰-۷۷.
<http://dx.doi.org/DOI:%2010.22034/41.179.77>
 بمانیان، محمدرضا؛ و بختیاریان، نجمه. (۱۳۹۲). مقایسه‌ی ظرفیت‌های نظام ساختمانی LSF با ICF برای ایجاد اسکان موقت در



شرایط بحران پس از زلزله. مدیریت بحران، ۲(۴)، ۴۳-۵۰.
بهزادفر، مصطفی. (۱۳۸۴). اولین قدم برنامه‌گذاری بازسازی بم: استراتژی استقرار و سامانه اسکان موقت. هفت شهر، ۱(۱۸-۱۹)، ۶۰-۷۲.

حافظنیا، محمدرضا. (۱۳۹۷). مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

حسینی‌نژاد، ژیلدا؛ نوری، مهدی؛ برزگر بفرویی، اکرم؛ نورالهی، حانیه و بقائی‌فر، امیر بهنام. (۱۳۹۹). روش طراحی مجموعه اسکان موقت پس از بحران ناشی از جنگ (مطالعه موردی: طراحی مجموعه اسکان موقت شهر موصل پس از حمله داعش. مدیریت بحران، ۹(ویژه‌نامه پدافند غیرعامل)، ۶۷-۸۴. http://www.ioem.ir/article_241872.html

حیدری، شاهین. (۱۳۹۵). درآمدی بر روش تحقیق در معماری با نگرشی تحلیلی بر پایان‌نامه نویسی معماری. تهران: کتاب فکر نو. خاکی، علی؛ یزدی میمند، علی‌اکبر؛ میرحسینی طباء، سید مجتبی و گوهری اصل، سید صالح. (۱۳۹۸). تاثیر نوع پوسته، نحوه چیدمان و ارتفاع لوله‌های مقوایی به عنوان مغزی، بر مقاومت‌های مکانیکی پانل ساندویچی. تحقیقات علوم چوب و کاغذ/ایران، ۳۴(۴)، ۵۶۳-۵۷۱. <https://doi.org/10.22092/ijwpr.2020.128111.1576>

خانجان، میثم. (۱۳۹۹). بررسی ساخت اسکان موقت پس از سانحه در کشور آمریکا. فصلنامه معماری سبز، ۶(۲)، ۵۵-۶۴. خداداده، یاسمن؛ و ضیایی، مینو. (۱۳۸۶). بررسی اشکالات چادرهای موجود برای اسکان موقت بازماندگان زلزله در ایران و ارائه طرح پیشنهادی چادر فتری. هنرهای زیبا، ۳۳(۳۳)، ۵۷-۶۸.

خرم، مهدی؛ طبرانی نجاران، مهسا؛ و صادقی نائینی، حسن. (۱۳۹۳). معیارهای طراحی سرپناه موقت با رویکرد زلزله (مطالعه موردی خراسان رضوی). معماری و شهرسازی/ایران، ۵(۱)، ۹۵-۱۰۶. <https://doi.org/10.30475/isau.2015.61987>. خسرونیا، مرتضی. (۱۳۸۸). ارزیابی رویکردهای مختلف پیرامون شکل‌گیری مسکن روستایی. مسکن و محیط روستا، ۲۸(۱۲۷)، ۳۲-۴۳. <http://jhre.ir/article-1-59-fa.html>

خورشیدیان، عبدالمجید. (۱۳۹۰). سرپناه موقت پس از سانحه؛ بررسی سیاست‌های تأمین مسکن موقت پس از زلزله ۱۳۸۵ لرستان. صفا، ۲(۲)، ۱۱۱-۱۲۴. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.1683870.1390.21.2.9.9>

راهب، غزال. (۱۳۸۴). بررسی تجارب بازسازی سیل ۱۳۷۸ شهرستان نکا از منظر توسعه. هنرهای زیبا، ۲۳(۲۳)، ۵۹-۴۸. سرتیپی‌پور، محسن. (۱۳۹۰). معماری با مصالح کاغذی، اجرای بناهای موقت پس از سانحه. مسکن و محیط روستا، ۳۰(۱۳۴)، ۱۹-۳۴. <http://jhre.ir/article-1-3-fa.html>

طیسی، محسن و خیراندیش، محبه. (۱۳۹۴). مطالعه‌ای بر سازه‌های کاغذی و مصالح بازیافتی (ص ۱-۱۴). مقاله ارائه‌شده در کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی. تهران - مرکز همایش‌های بین‌المللی صدا و سیما. طبرانی نجاران، مهسا؛ و خرم، مهدی. (۱۳۹۵). طراحی سرپناه موقت مدولار مبتنی بر روش کاربر محور برای بازماندگان بلایای طبیعی (زلزله). نشریه هنرهای زیبا- هنرهای تجسمی، ۲۱(۲)، ۶۵-۷۴. <https://doi.org/10.22059/ijfava.2016.59647>. عالمی، بابک؛ و مجیدی، مرتضی. (۱۴۰۰). تبیین راه‌کارهای طراحی اسکان موقت بر مبنای مسکن عشایری ایران. دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۱(۴)، ۴۱۴-۴۲۷. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23225955.1400.11.4.6.5>

فلاحی، علیرضا. (۱۳۸۶). معماری سکونتگاه‌های موقت پس از سوانح. تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. کرسول، جان دبلیو. (۱۳۹۷). طرح پژوهش رویکردهای کمی، کیفی و ترکیبی. (علیرضا کیامنش و مریم دانای طوسی، مترجمان). تهران: جهاد دانشگاهی. (نشر اثر اصلی ۱۹۴۵)

نیک‌روان منفرد، مژگان. (۱۳۸۶). طراحی نمونه‌ای از مسکن موقت سریع الاحداث. مهندسی ساختمان و علوم مسکن، ۵(۱۰)، ۷۳-۸۷.

هدفی، فرزانه؛ فلاحی، علیرضا؛ و اسلامی، سید غلامرضا. (۱۳۹۸). تبیین عوامل معماری و منظر موثر بر احساس امنیت در سایت‌های اسکان موقت روستایی: یک مطالعه کیفی. جامعه‌شناسی اقتصادی و توسعه، ۸(۲)، ۴۲۳-۴۶۹. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23224371.1398.8.2.16.4>
یحیی، ذکاء. (۱۳۷۹). هنر کاغذبری در ایران (قطاعی). تهران: نشر و پژوهش فرزانه‌روز.

Alami, B., & Majidi, M. (2021). Explaining temporary housing design strategies based on Iranian nomadic housing. *Journal of Disaster Prevention and Management Knowledge*, 11(4), 414-427. <http://dpmk.ir/article-1-448-en.html>

Asafi, M., & Farrokhi, S. (2016). Evaluation of post-earthquake temporary housing and strategies for improving its quality according to victims' needs (Case study: Sarand Village, Heris). *Rural Research*, 7(1), 55-80. <https://doi.org/10.22059/jrur.2016.58386>

Asdrubali, F., Laura Pisello, A., D'Alessandro, F., Bianchi, F., Cornicchia, M., & Fabiani, C. (2015).

Innovative Cardboard Based Panels with Recycled Materials from the Packaging Industry: Thermal and Acoustic Performance Analysis. *Energy Procedia*, 78(78), 321-326. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.652>

Ayan, Ö. (2009). *Cardboard in architectural technology and structural engineering a conceptual approach to cardboard buildings in architecture*. ETH Zurich, Switzerland. <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-006080626>

Bagheri Tehrani, M., Ameri Siahooei, H., Piri, S., & Mottaki, Z. (2022). A systematic review of scientific productions indexed in the Scopus database in post-disaster temporary housing with a focus on architecture. *Journal of Housing and Rural Environment*, 41(179), 77–90. <https://doi.org/10.22034/41.179.77>

Bamanian, M. R., & Bakhtiarian, N. (2013). Comparison of the capacities of LSF and ICF building systems for temporary housing in post-earthquake crisis conditions. *Journal of Crisis Management*, 2(4), 43–50.

Ban, Sh. (2020). Shigeru Ban Architects. Retrieved from <http://www.shigerubanarchitects.com>

Ban, Sh., & Shodhan, K. (2003). Paper-Tube Housing. *Perspecta*, (34), 154-159. <http://www.jstor.org/stable/1567333?origin=JSTOR-pdf>

Bank, L. C., & Gerhardt, T. D. (2016). 16 - Paperboard tubes in structural and construction engineering. In K. A. Harries & B. Sharma (Eds.), (K. A. Harries & B. Sharma, Eds.), *Nonconventional and Vernacular Construction Materials* (pp. 453-480). Woodhead Publishing.

Bank, L. C., & Gerhardt, T. D. (2020). 23 - Paperboard tubes in structural and construction engineering. In K. A. Harries & B. Sharma (Eds.), (K. A. Harries & B. Sharma, Eds.), *Nonconventional and Vernacular Construction Materials (Second Edition)* (pp. 645-672). Woodhead Publishing.

Barakat, S. (2003). Housing reconstruction after conflict and disaster. *Humanitarian Practice Network*, (43), 1-41. <https://odihpn.org/en/publication/housing-reconstruction-after-conflict-and-disaster/>

Behzadfar, M. (2005). The first step in planning the reconstruction of Bam: Temporary housing settlement strategy and system. *Haft Shahr*, 1(18–19), 60–72.

Buckley, H. L., Touchberry, C. H., McKinley, J. P., Mathe, Z. S., Muradyan, H., Ling, H., & Amrose, S. E. (2017). Renewable Additives that Improve Water Resistance of Cellulose Composite Materials. *Journal of Renewable Materials*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.7569/JRM.2016.634109>

Burón, J., & Sánchez, M. (2015). An open-source, low-cost & digitally fabricated geodesic dome system. *Interactions Design Research & Practice*, 1, 24-29.

Carbonari, LuanaTorralles; & Librelotto, Lisianellha. (2018). Temporary Housing Made from Recycled Paper Tubes. In A. Mortal, J. Aníbal, J. Monteiro, C. Sequeira, J. Semião, M. Moreira da Silva, & M. Oliveira (Eds.), (A. Mortal, J. Aníbal, J. Monteiro, C. Sequeira, J. Semião, M. Moreira da Silva, & M. Oliveira, Eds.), *INCReaSE* (pp. 503–512). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70272-8_39

Conzatti, A., Kershaw, T., Copping, A., & Coley, D. (2022). A review of the impact of shelter design on the health of displaced populations. *Journal of international humanitarian action*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s41018-022-00123-0>

Correa, C. (2004). Designing with Paper Tubes. *Structural Engineering International*, 14(4), 277-281. <https://doi.org/10.2749/10168660477963496>

Corsellis, T., & Vitale, A. (2005). *Transitional Settlement Displaced Populations*. England: Oxfam GB in association with University of Cambridge shelterproject.

Creswell, J. W. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (A. Kiamanesh & M. DanaeiToosi, Trans.). Tehran: Academic Center for Education, Culture and Research. (Original work published 2014).

Dabiri, M., Oghabi, M., Sarvari, H., Sabeti, M. S., & Kashefi, H. R. (2020). A combination risk-based approach to post-earthquake temporary accommodation site selection: A case study in Iran. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 17(6), 57-74. <https://doi.org/10.22111/ijfs.2020.5601>

Dhivya, K., & Yogapriya, G. (2021). Approach of sustainability using paper as a building material in Shigeru Ban works. *Journal of Architecture and Civil Engineering*, 7(6), 1-4.

Diarte, J., & Shaffer, M. (2021). Cardboard Architecture: Eight Decades of Exploration in Academic Research and Professional Practice 1940-2019. *Enquiry The ARCC Journal for Architectural Research*, 18(1), 17-40. <https://doi.org/10.17831/engarcc.v18i1.1103>

Diarte, J., Shaffer, M., & Obonyo, E. (2019). Developing a Panelized Building System for Low-cost Housing using Waste Cardboard and Repurposed Wood. Presented at *the 18th International*



Conference on Non-Conventional Materials and Technologies, Nairobi, Kenya.

Diarte, J., Vazquez, E., & Shaffer, M. (2019a). Tooling Cardboard for Smart Reuse: A Digital and Analog Workflow for Upcycling Waste Corrugated Cardboard as a Building Material. In *Computer-Aided Architectural Design. "Hello, Culture"* (pp. 384-398). Singapore: Springer.

Diarte, J., Vazquez, E., & Shaffer, M. (2019b). Tooling Cardboard for Smart Reuse Testing a Parametric Tool for Adapting Waste Corrugated Cardboard to Fabricate Acoustic Panels and Concrete Formwork. In *37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference 2019* (Vol. 2, pp. 769-778). Porto, Portugal.

Eekhout, Mick; Verheijen, Fons; & Visser, Ronald (eds.). (2008). *CARDBOARD IN ARCHITECTURE*. Netherlands: IOS Press.

Fallahi, A. (2007). *Architecture of temporary settlements after disasters*. Tehran: Shahid Beheshti University Press.

Fe'lix, D., Monteiro, D., Branco, J. M., Bologna, R., & Feio, A. (2014). The role of temporary accommodation buildings for post-disaster housing reconstruction. *Journal of Housing and the Built Environment*, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10901-014-9431-4>

Fuller, R. B. (1953). The Cardboard House. *Perspecta*, (2), 28-35.

Hadafi, F., Fallahi, A., & Eslami, S. G. R. (2019). Architectural and landscape factors influencing sense of security in rural temporary housing sites: A qualitative study. *Economic Sociology and Development*, 8(2), 423–469. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23224371.1398.8.2.16.4>

Hafeznia, M. R. (2018). *An introduction to research methods in the humanities*. Tehran: SAMT.

Heanoy, E. Z., & Brown, N. R. (2024). Impact of Natural Disasters on Mental Health: Evidence and Implications. *Healthcare*, 12(18), 1812. <https://doi.org/10.3390/healthcare12181812>

Heidari, S. (2016). *An introduction to research methods in architecture with an analytical approach to architectural thesis writing*. Tehran: Fekr-e No Publishing.

Hejazi Azad, H., Dowlatabadi, F., Movahedi, M. M., & Pourzargar, P. (2018). Analysis of paper-based architecture in the construction of temporary post-disaster buildings (pp. 1–11). *Paper presented at the International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development Management in Iran*, University of Tehran, Tehran, Iran.

Hosseini Nejad, Z., Nouri, M., BarzegarBafroei, A., Nourallahi, H., & Baghaei Far, A. B. (2020). Design method of temporary housing complexes after war crises (Case study: Temporary housing design for Mosul after the ISIS attack). *Journal of Crisis Management*, 9(Special Issue: Passive Defense), 67–84.

Hosseini, S. M. A., Pons Valladares, O., & Fuente Antequera, A. (2019). Sustainable building technologies for post-disaster temporary housing: integrated sustainability assessment and life cycle assessment. *International Journal of Geological and Environmental Engineering*, 13(4), 244-250. <https://doi.org/10.5281/zenodo>

Hosseini, S. M. A., Pons, O., & Fuente, A. (2019). A sustainability-based model for dealing with the uncertainties of post-disaster temporary housing. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, 5(5), 1-19. <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1583487>

Ibrion, M., Mokhtari, M. & Nadim, F. (2015). Earthquake Disaster Risk Reduction in Iran: Lessons and "Lessons Learned" from Three Large Earthquake Disasters—Tabas 1978, Rudbar 1990, and Bam 2003. *Int J Disaster Risk Sci*, 6, 415–427. <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0074-1>

Jalali, R. (2002). Civil Society and the State: Turkey after the Earthquake. *Disasters*, 26(2), 120-139. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-7717.00196>

Jasiolek, A., Latka, J., & Brzezicki, M. (2021). Biodegradable methods of impregnating paperboard for its use as a building material. *International Journal of Sustainable Engineering*, 14(5), 1081–1089. <https://doi.org/10.1080/19397038.2021.1920640>

Jasiolek, A., Latka, J., & Brzezicki, M. (2021). Comparative Analysis of Paper-based Building Envelopes for Semi-permanent Architecture Original Proposals and Suggestions for Designers. *Journal of Facade Design and Engineering*, 9(2), 47-72. <https://doi.org/https://doi.org/10.7480/jfde.2021.2.5510>

Johnson, C. (2007). Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey. *Habitat International*, 31(1), 36-52. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2006.03.002>

Khaki, A., YazdiMymand, A. A., Mir Hosseini Taba, M., & Gohari Asl, S. (2019). Influence of sheet type, layout, and height of cardboard tubes as cores on the mechanical properties of the sandwich panel. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 34(4), 563–571.

<https://doi.org/10.22092/ijwpr.2020.128111.1576>

Khanjan, M. (2020). Review of post-disaster temporary housing construction in the United States. *Green Architecture Quarterly*, 6(2), 55–64.

Khodadadeh, Y., & Ziaei, M. (2007). Evaluation of existing tents used for temporary housing of earthquake survivors in Iran and proposal of a spring tent design. *Fine Arts*, 33(33), 57–68.

Khorram, M., Tirani Najaran, M., & Sadeghi Naeini, H. (2014). Design criteria for temporary shelters with an earthquake approach (Case study: Razavi Khorasan). *Iranian Architecture and Urbanism*, 5(1), 95–106.

Khorshidian, A. (2011). Post-disaster temporary shelter: Review of temporary housing supply policies after the 2006 Lorestan earthquake. *Soffeh*, 21(2), 111–124.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.1683870.1390.21.2.9.9>

Khosronia, M. (2009). Evaluation of Different Perspectives on the Formation of Rural Housing. *Housing and Rural Environment*, 28(127), 32–43. <http://jhre.ir/article-1-59-en.html>

Koketsu, K., Yoshida, Sh., & Higashihara, H. (1998). A fault model of the 1995 Kobe earthquake derived from the GPS data on the Akashi Kaikyo Bridge and other datasets. *Earth Planets Space*, (50), 803–811. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/BF03352173>

Łatka, J. F., Jasiołek, A., Karolak, A., Niewiadomski, P., Noszczyk, P., Klimek, A., & Jezierska, D. (2022). Properties of paper-based products as a building material in architecture – An interdisciplinary review. *Journal of Building Engineering*, 50, 104135.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104135>

Łatka, J. F., Jasiołek, A., Pawłosik, D., Karolak, A., Niewiadomski, P., Noszczyk, P., & Sołowiej, P. (2025). Implementation of Paper-Based Materials in Emergency Architecture: Research and Development of Transportable Emergency Cardboard Houses. *Materials*, 18(4134), 1–35.
<https://doi.org/10.3390/ma18174134>

Lindell, M. K., Prater, C., & Perry, R. W. (2007). *Introduction to Emergency Management*. United States: John Wiley & Sons.

Lübke, J., Wettlaufer, M., Kiziltoprak, N., Drass, M., Schneider, J., & Knaack, U. (2018). Honeycomb-Paperboard Glass Composite Beams. *Proceedings in Civil Engineering*, 2(5-6), 57–69.
<https://doi.org/10.1002/cepa.910>

Luzik, J. (1993). Development of a fire-resistant cardboard compressible block for use in stopping construction in underground mines, *Fire Technology*, 29(2), 131–153.

McCracken, A., & Sadeghian, P. (2018). Corrugated cardboard core sandwich beams with bio-based flax fiber composite skins. *Journal of Building Engineering*, 20, 114–122.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.07.009>

Mojahedi, M. R., Vafamehr, M., & Ekhlasi, A. (2021). Designing post-disaster temporary housing inspired by the housing of indigenous nomads of Iran. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 16(2), 436–446. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctaa061>

NikravanMonfared, M. (2007). Design of a rapidly deployable temporary housing prototype. *Building Engineering and Housing Science*, 5(10), 73–87.

Omidvar, B., Ghasemi, R., & Zafari, H. (2007). Temporary housing methods and indigenous strategies in the Lorestan earthquake. *Soffeh*, 16(3–4), 38–53.

Park, J. (2017). Paper Tube Emergency Shelter: Design Experiments for Refugees. *Open House International*, 42(2), 5–10. <https://doi.org/10.1108/OHI-02-2017-B0002>

Pohl, A. (2009). Strengthened corrugated paper honeycomb for application in structural elements. Institute of Structural Engineering Swiss Federal Institute of Technology.

Preston, S. J., & Bank, L. C. (2012). Portals to an Architecture: Design of a temporary structure with paper tube arches. *Construction and Building Materials*, 30, 657–666.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.019>

Quarantelli, E. L. (1995). Patterns of sheltering and housing in US disasters. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 4(3), 43–53.
<https://doi.org/10.1108/09653569510088069>

Raheb, G. (2005). Evaluation of the reconstruction experiences after the 1999 flood in Neka from a development perspective. *Fine Arts*, 23(23), 48–59.

Rostami, M., & Laffafchi, M. (2023). Study of cardboard houses in sustainable architecture and their reflection in Shigeru Ban's crisis conditions. *Paper presented at the Second International Conference of Architecture and Urban Planning Students of Iran*.

Saedi Khameneh, S., & Hosseini, B. (2010). Analysis of women's priorities for residence in



temporary (transitional) housing types (Case study: District 9 of Tehran Municipality). *Architecture and Urban Planning Letter*, 3(5), 5–24.

Safarkhani, M. (2025). Space to Place, Housing to Home: A Systematic Review of Sense of Place in Housing Studies. *Sustainability*, 17(15), 6842. <https://doi.org/10.3390/su17156842>

Sartipipour, M. (2011). Architecture with paper materials: Construction of temporary buildings after disasters. *Housing and Rural Environment*, 30(134), 19–34. <http://jhre.ir/article-1-3-en.html>

Schönwälder, J., & Rots, J. (2008). Mechanical Behaviour of Cardboard in Construction. In *Cardboard in Architecture* (pp. 131-146). Netherlands: IOS Pres.

Schonwalder, J., van Zijl, G. P. A. G., & Rots, J. (2006). A Computational Model for Cardboard Creep Fracture. In E. E. Gdoutos (Ed.), (E. E. Gdoutos, Ed.), *Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures* (pp. 475-476). Dordrecht, Netherlands: Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/1-4020-4972-2_235

Schütz, S. (2017). Folded Cardboard Sandwiches for Load-bearing Architectural Components. Presented at the *World Sustainable Built Environment Conference*, Hong Kong.

Tabasi, M., & Kheirandish, M. (2015). A study on paper structures and recycled materials (pp. 1–14). *Paper presented at the International Conference on Modern Research in Civil Engineering, Architecture and Urbanism*, Tehran, Iran, IRIB International Conference Center.

Tirani Najaran, M., & Khorram, M. (2016). User-centered modular temporary shelter design for natural disaster survivors (Earthquake). *Fine Arts: Visual Arts*, 21(2), 65–74.

Torales Carbonari, L., & IlhaLibrelotto, L. (2018). Temporary Housing Made from Recycled Paper Tubes. In *INCReASE 2017* (pp. 503-512). Cham: Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-70272-8_39

Venkatesan, S., Afroz, M., Navaratnam, S., & Gravina, R. (2023). Circular-Economy-Based Approach to Utilizing Cardboard in Sustainable Building Construction. *Buildings*, 13(1), 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings13010181>

Zaka, Y. (2000). *The art of paper cutting in Iran (Qatayi)*. Tehran: Farzan-Rooz.

Zuckerman Jacobson, H., Bruderlein, C., Pollock, N., & Weizman, E. (2014). *Shigeru Ban: Humanitarian Architecture*. Aspen Art Press.