ISSN: 2538-2594; Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2022;12(1):128-145

An Analysis of Wood Sloped Structures in Industrial Buildings of North of Iran Belonging to the Pahlavi Era

ARTICLE INFO

Article Type
Analytic Study

Authors

Parisa Esmaeel Zadeh[1*]

Eskandar Mokhtari Taleghani[2]

Ali Asghar Zadeh[3]

How to cite this article

Esmaeel Zadeh P, Mokhtari Taleghani E, Asghar Zadeh A. An Analysis of Wood Sloped Structures in Industrial Buildings of North of Iran Belonging to the Pahlavi Era. Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2022 Mar 26;12(1):128-145.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1401.12.1.6.6

1. PhD Researcher in Architecture, Department of Architecture, Islamic Azad University, Chalous, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Restoration, Faculty of Art and Architecture, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Chalous, Iran.

**Correspondence*

Address: Chalous, Namak Abroud Town, South 2nd Neighborhood, Nastaran St., Nastaran 13, No. 24.

Email:parisaesmaeelzadeh1398@gmail.com

Phone: 0911 391 5228

Article History
Received: 18 Dec 2021
Accepted: 05 Apr 2022
ePublished: 26 Mar 2022

ABSTRACT

Aims: The arrival of European architects and the return of the Iranians students were the root of modern architecture in Iran. Roofing with truss structures is one of the architectural achievements of this period. In many buildings, and even for covering industrial buildings, trusses were used to cover large spans. The present study tries to address the differences between Iranian and non-Iranian truss structures in industrial heritage buildings.

Materials & Methods: The first step of the research is documentation. The second part is based on the field study and structural analysis. Six samples were selected from among from the shared-heritage of Iran and Germany in the late Qajar and beginning Pahlavi era in the Gilan and the Mazandaran provinces. The methodology was set to explain the difference between Iranian and non-Iranian truss structures.

Findings: Among the six selected samples of sloping structures, the two were made with Iranian truss systems and in the four other samples non-Iranian truss systems. The first group is only pretending to be sloping structures but the second group could be categorized as real truss structures.

Conclusion: Investigating the two different groups of sloped roof structures suggests that Iranian truss systems are different from the western truss due to deployment of elements, cut of the wood, joints and distribution of forces. It shows that what we name as Iranian systems of truss structure is only similar in face with the western truss systems; and in statics point of view, those are different obviously.

Keywords: Gable Roof, Sloped Wooden Structures, Contemporary Architecture, Industrial Heritage, Industrial Architecture, Shared-Heritage of Iran and Germany, New Technologies, Sustainability.

CITATIONLINKS

[1] Evolution of Persian traditional architecture through the history. [2] Structural Analysis of the Wooden Structure of the Historical … [3] An Evaluation Framework for Measuring Participation … [4] Maintenance comments on a Persian historical wooden building. [5] Atlas of the selected maps of Qajar era. [6] Structural analysis of two King-post timber trusses. [7] Innovative connection in wooden trusses. [8] Behavioral Study of Palladian Roof Trusses … [9] The Roofs of Wren and Jones: A Seventeenth-Century Migration of Technical Knowledge from … [10] Study on Strength and Stiffness of Meranti Wood Truss with Plywood Gusset … [11] Construction of All-Wood Trusses with Plywood Nodes and Wooden … [12] Experimental study on strength and stiffness connection of wooden … [13] displacement joints of gmelina arborea and tectona grandis wood … [14] Investigation of stiffness of wooden truss structure by finite … [15] Wooden truss analysis, preservation strategies, and digital documentation … [16] Technical and general specifications of construction work. [17] Rehabilitation of a distressed steel roof … [18] Reconstruction projects by using core housing method … [19] Design characteristics and adaptive role of the traditional … [20] Effect of Vernacular Materials and Traditional Construction … [21] The Role of Geography and Culture in Formation … [22] The relationship between rice and the housing of rice-growers … [23] Cultural sustainability patterns in vernacular architecture … [24] An evaluation of Iran architecture during first Pahlavi Era … [25] Analyzing the Intellectual Evolutions of Architectural … [26] The role of German engineers … [27] Analysis of the Architecture of the Industrial … [28] The Adaptive Reuse of Industrial … [29] Principles of Retooling for the Adaptive … [30] Reviewing and Implementing International Valuation … [31] Environment Sustainability through Adaptive Reuse … [32] Significance of authenticity: learning from … [33] Explaining the Role and Place of Industrial … [34] Explaining the Role and Place of Industrial … [35] Framework of Conservation Evaluation for Dynamic … [36] Sustainability Lessons in Persian Architecture … [37] Explanation of Sustainable City Criteria … [38] Investigating the Effect of Adaptive Reuse of Historic Buildings … [39] Assessing the Old Buildings Reclaimability … [40] The Role of Adaptive Reuse in Network of in-between … [41] Posto-Corona Visioning for Sustainable Adaptive Reuse of Kahrzak Sugar Factory. [42] Treatment of Western Wooden Roof Trusses in Early 20th Century … [43] Assessment of fungal diversity and deterioration … [44] Use of the bim methodology for the maintenance … [45] Archive of Guilan General Directorate of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts.

Copyright© 2021, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

تحلیلی بر سازه‌های چوبی شیبدار در ساختمان‌های صنعتی شمال ایران مربوط به دوران پهلوی

پریسا اسماعیل‌زاده[1*]، اسکندرمختاری طالقانی[2]، علی اصغرزاده[3]

۱- پژوهشگر دکترای معماری، گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (نویسنده مسئول)
۲- استادیار، گروه مرمت، دانشکده هنر و معماری واحد تهران مرکز، تهران، ایران.
۳- استادیار، گروه معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

چکیده

اهداف: ورود معماران خارجی و بازگشت تحصیلکردگان ایرانی خارج از کشور، سبب ظهور شکل جدیدی از معماری شد. پوشش شیروانی با سازه‌های خرپایی از رهاوردهای معماری این دوران است. در بسیاری از ساختمان‌ها و حتی برای پوشش بناهای صنعتی نیز به واسطه پوشاندن دهانه‌های بزرگ از خرپا استفاده شد. پژوهش حاضر سعی دارد به تفاوت سازه‌های خرپایی ایرانی و غیرایرانی در بناهای صنعتی بپردازد.

ابزار و روش ها: گام اول پژوهش با اتکا به مطالعات کتابخانه‌ای و بازخوانی دوباره اسناد و متون برجای مانده، به نقد و بررسی موضوع می‌پردازد. در بخش دیگر از فرآیند پژوهش، بر پایه مشاهدات میدانی و عینی، شش نمونه از میان بناهای صنعتی اواخر قاجار و دوره پهلوی، منسوب به میراث مشترک ایران و آلمان، در دو استان گیلان و مازندران انتخاب و تحلیل شده است.

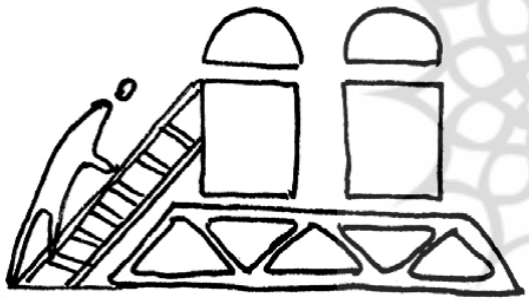
یافته ها: از شش نمونه سازه شیب دار، دو مورد با خرپای ایرانی اجرا شده و در چهار نمونه دیگر خرپای غیرایرانی مورد استفاده قرار گرفته است. گروه اول تنها سازه‌های شیبدار محسوب می‌شوند (فقط ظاهر خرپا) و گروه دوم در دسته سازه-های خرپایی‌اند.

نتیجه گیری: بررسی دو گروه متفاوت از سازه‌های شیبدار در جریان تحقیق این مطلب را روشن کرد که خرپای ایرانی به لحاظ ترکیب قرارگیری اعضاء، برش چوب، اتصالات و توزیع نیروها، متفاوت از خرپای فرنگی است و آنچه ما در ایران خرپا می‌نامیم، تنها از جنبه شکلی مشابه خرپا هستند و به لحاظ سازه‌ای تفاوت-های آشکاری را با یکدیگر دارند.

کلمات کلیدی: سقف شیروانی، سازه‌های چوبی شیبدار، معماری معاصر ایران، میراث معماری صنعتی، معماری صنعتی، میراث مشترک معماری ایران و آلمان، فناوری های نوین، پایداری.

مقدمه

استفاده از پوشش‌های مورب در ایران سابقه‌ای دیرین دارد. قدیمی‌ترین سندی که از این نمونه سازه‌ها در ایران به دست آمده است مربوط به نقش مهری متعلق به تمدن شوش و در هزاره سوم قبل میلاد است. (شکل۱)، اتصالات اجزا و تناسبات موجود یک سیستم مکانیکی عالی را ارائه می-دهد.[۱] این نوع خرپا را در اصطلاح مهندسی به نام خرپای وارِن می‌خوانند و از دید مهندسی با دقت خاص به صورت مجموعه‌ای از اشکال مثلثی ترکیب یافته است که از لحاظ مکانیکی برای صلبیت خرپا ضرورت دارد. ترسیم مجموعه خطوطی که با این ترتیب خاص شیوه خرپایی را به وجود آورده است تصادفی و بدون طرح قبلی نمی‌تواند باشد.[۲] تصاویر موجود در مهر استفاده از سیلوهای استوانه ای با سقف نیم گنبدی را نشان داده است [۳-۱]

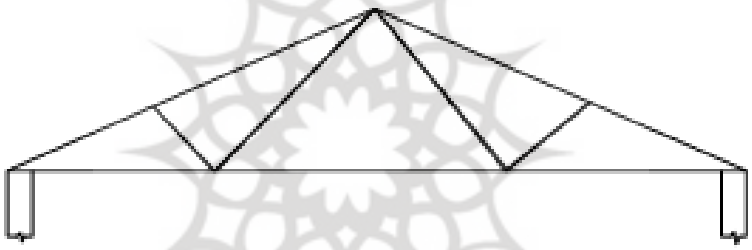


شکل ۱: مهر به دست آمده از شوش ۳۰۰۰ ق.م

در دوره صفوی نیز پوشش‌های شیبدار با سازه خرپایی شکل کار شده است و پوشش ستاوند عالیقاپو یک نمونه آن‌ها است. اعضای تشکیل دهنده سازه شامل: ستون‌ها، تیرهای اصلی که با ستون‌ها در تماسند، تیرهای فرعی که در بالای تیر اصلی یا در بین آن‌ها واقع شده‌اند و اعضای فشاری خرپایی که بار را از تیرهای اصلی به تیرهای فرعی را انتقال می‌دهند، بخشی از بار توسط دیوارهای جانبی تحمل می‌شود. یک سیستم مهاربندی در سقف بار جانبی را منتقل می‌کند (شکل۲)[۴].

شکل ۲: خرپای عمارت عالی قاپو

اواخر دوران قاجار و اوایل پهلوی به واسطه ورود معماری اروپایی به ایران الگوهای این معماری نیز مورد تقلید قرار گرفت که در بعضی موارد این الگوها برداشتی نادرست از معماری متداول در غرب بود. از این دوران اجرای سقف‌ها به صورت شیروانی و با خرپا رایج شد و بسیاری از ساختمان‌های مسکونی، اداری و عمارت‌ها با این الگو ساخته شدند. در این دوره بسیاری از سازه‌ها به لحاظ فرم و نحوه اتصالات متفاوت از خرپاهای غربی بودند.



شکل۳: خرپای فرنگی، ترسیم: نگارندگان با برداشت از دامن پاک جامی[۵]

در کتاب اطلس نقشه‌های منتخب دوره قاجار تهرنگ خرپایی ترسیم شده و با اعضای مورب مثلث‌بندی شده که همان خرپای فرنگی است. (شکل ۳) به لحاظ شکلی خرپاهای ایرانی متشکل از قابی مثلثی است که تیرهای داخلی آن عمودی‌اند ولی تیرهای داخلی خرپاهای فرنگی در داخل قاب مثلثی به صورت مورب اند.

در دوره قاجار ساختمان‌های صنعتی حضوری تازه یافته و شکلی نو در معماری را پدید می‌آورند. تعدای از بناهای این دوره با همان خرپاهای ایرانی و یا با تبعیت از خرپاهای فرنگی ساخته شدند، با گروه سومی نیز مواجهیم که ترکیبی نادرست از خرپاسازی ایرانی و فرنگی را ارائه داده‌اند. این گونه سازه‌ها به لحاظ عملکردی فاقد کارآیی لازم‌اند. در معماری بومی شمال ایران نیز، برای پوشش‌های شیروانی سازه‌های چوبی شیبدار ساخته شده که برآن خرپا نام نهاده‌اند (اگرچه این سازه‌ها به لحاظ شکل و میزان مقاومت ویژگی-های خرپا را دارا نیستند) در برخی از بناهای صنعتی به جای مانده از دوران قاجار و پهلوی شمال ایران می‌توان نمونه این سازه‌ها را مشاهده کرد که در ادامه به توصیف ویژگی‌های هر یک پرداخته می‌شود.

بررسی منابع مرتبط بیانگر آن است که پژوهش‌های انجام شده با محوریت شناخت این نوع سازه‌ها صورت نگرفته و به طور اجمالی به توصیف هر یک پرداخته‌اند. بخش اعظم پژوهش‌ها مربوط به معماری بومی منطقه شمال ایران است و تنها به انواع گونه‌ها اشاره کرده‌اند. دکتر مهدی فرشاد در کتاب

تاریخ مهندسی در ایران اشاره کرده است که قدیمی‌ترین خرپا در ۵۰۰۰ سال پیش در شوش به دست آمده و پیشتر از آن خرپایی وجود نداشت،دکتر محمود گلابچی در کتاب‌های درک رفتار سازه‌ها و سازه در معماری به معرفی انواع خرپا می‌پردازد. بسیاری از منابع، روشها و جزئیات اجرایی معماری بومی این منطقه را مورد مطالعه قرار داده اند. تنها در مقاله علی رنگچیان و وحید حیدری به پوشش‌های مورب در معماری سنتی ایران اشاره می‌کند. در این نوشتار سعی بر این است پوشش‌های شیبدار در ۶ بناهای صنعتی شمال ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و ویژگی‌های معماری، الگوی ساخت و نقاط قوت و ضعف آن‌ها بررسی شود.

گام اول پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بازخوانی دوباره اسناد شامل عکس، نقشه و متون برجای مانده به نقد و بررسی موضوع می‌پردازد. بخش دیگر از فرآیند پژوهش بر پایه مشاهدات میدانی و عینی است که نمونه‌های موردی از میان بناهای صنعتی اواخر قاجار و دوره پهلوی در دو استان گیلان و مازندران انتخاب شده و اساس کار بر پایه تحلیل و استنباط محققان بوده و به لحاظ هدف نیز این پژوهش کاربردی می‌باشد. پژوهش پیش رو بر آن است تا تفاوت سازه‌های شیبدار و خرپایی در بناهای صنعتی منطقه شمال ایران را بررسی کند.

مواد و روش ها

خرپاها سنتی‌ترین سازه‌های چوبی‌اند که اهمیت فوق العاده‌ای در پیشرفت ساخت و سازها دارند. در حقیقت اولین خرپاهای چوبی توسط انسان‌های اولیه برای محافظت در برابر عوامل جوی ابداع شد و این اولین حضور خرپاها در زندگی انسان بود. گرچه ساختارهای نخستین استحکام بالایی نداشتند و همین موضوع سبب شد نمونه‌هایی اندک از آن‌ها بر جای بماند[۶].

نمی‌توان به طور دقیق مشخص کرد که اولین خرپا به عنوان یک سازه سقف چه زمانی ظاهر شده است. قدیمی‌ترین نمونه شناخته شده خرپای چوبی در کلیسای صومعه سنت کاترین در کوه سینا مصر مربوط به قرن ششم پس از میلاد است. که یک خرپا چوبی ساده است[۷] این سقف ساده مثلثی شکل تنها از یک تیر عرضی و دو عضو شیبدار تشکیل شده بود. در مصر در ۳۰۰۰ قبل میلاد سقف‌هایی با لاپه یا پِرلین ظاهر می‌شود که با چوب گرده و از تنه درختان بودند و در میان دو دیوار قرار می‌گرفتند. در یونان دوره کلاسیک خرپای آسناریا شناخته می‌شود که در آن یک تیر عمودی در مرکز و محل اتصال ۲ تیر شیبدار بود که این تکنیک سبب می‌شد طول آزاد ساختمان به دو برابر افزایش پیدا کند. اولین خرپاهای چوبی در رنسانس متولد شدند. آن‌ها توسط رومی‌ها اختراع شدند که پشت بام‌های مثلثی را تشکیل می‌دادند و اولین سازه‌های چوبی سقف با آن‌ها ظاهر می‌شود [۸] در انگلستان معرفی فرم‌های معماری دوران رنسانس ایتالیا به همراه اتخاذ راه حل‌های جدید برای رفع نقص مشکلات روش‌های سنتی مثل پوشاندن دهانه‌های بزرگ بدون پشت‌بند میانی شکل گرفت. ساختمان‌هایی که توسط اینگیو جونز (۱۶۵۲-۱۵۷۳) و کریستوفر رن (۱۶۳۲- ۱۷۲۳) طراحی و اجرا شده‌اند طرح‌های سقف را با الهام از نمونه‌های خرپای کلاسیک کینگ پُست و کویین پُست که پالاین نامیده می‌شود اجرا می‌کردند. این نوع خرپا توسط پالادیو ابداع نشد و مدت‌ها قبل از زمان او در ایتالیا این نوع خرپا رایج بود اما او دراغلب ساختمان‌هایش از این نوع خرپا استفاده می‌کرد به همین دلیل نام او را گرفته است [۹] . بر اساس دسته بندی، سازه‌های چوبی شیبدار به دو گونه قابل تقسیم‌اند:

- گروه اول شامل سازه‌های خرپایی و
- گروه دوم سازه‌های غیرخرپایی

سازه‌های خرپایی اهمیت بالایی دارند. در دسترس بودن چوب با ابعاد طویل و با استحکام لازم محدود است و یکی از راه حل‌های رفع این مشکل خرپا است که با انواع اتصالات می‌توان آن را شکل داد[۱۰] سیستم‌های خرپایی چوبی سازه‌های باربر کارآمدی هستند و برای طراح سازه آزادی زیادی را فراهم می‌کنند[۱۱] ساختار خرپا به این دلیل انتخاب می‌شود که بهینه‌ترین روش استفاده از چوب در ابعاد کوچک است و علاوه بر آن ارزش‌های زیبایی شناختی نیز دارد[۱۲] چوب نه تنها به دلیل کیفیت فنی بلکه به دلایل زیست محیطی

نیز یک ساختار عالی در نظر گرفته می‌شود[۱۳] خرپا یکی از سازه‌های اصلی مهندسی است. هر خرپا شامل عضوهای مستقیمی است که در مفصل‌ها به یکدیگرمتصل‌اند [۱۴]. در تاریخ ساخت و ساز خرپاهای چوبی اصلی‌ترین سازه‌هایی هستند که برای نگهداری سقف استفاده می‌شوند. این نوع سازه‌ها به عنوان سیستم‌های مسطح و سه بعدی با تیرهای چوبی ساخته می‌شوند و بسته به دهانه سقف دارای مقاطع مختلف‌اند و قابلیت توزیع بار عمودی بدون ایجاد نیروی رانشی بر روی دیوارهای جانبی را دارند [۱۵] به دلیل آن‌که اجزای سازه خرپا به شکل مفصلی به یکدیگر متصل هستند نیروهای گشتاور درآن‌ها بی‌تاثیر است. اعضای مختلف خرپای چوبی در تمام نقاط اتصال باید با پیچ و مهره و یا اسکوپ‌های فولادی محکم به یکدیگربسته شوند میخ نمودن ساده این اضلاع به یکدیگر کافی نمی‌باشد. [۱۶] جفت کردن قطعات خرپا باید با اصول فنی صورت گیرد، میخ‌های لاپه باید از تمام ضخامت لاپه گذشته و به مقدار لازم در عضو فوقانی خرپا فرو روند.

شکل ۴: چند نمونه خرپا، ترسیم نگارندگان با برداشت آزاد [۱۷]

تولید و توسعه سازه‌های چوبی، منجر به پیدایش نسل جدیدی از اسکلت ساختمان‌های چوبی شده است. در سازه‌های چوبی نیروهای محوری در المان‌های دیوار، سقف و کف توسط مقاطع خرپا تحمل شده و از طرف دیگر مجموع خرپاها با مقاومت برشی بالا علاوه بر سختی اجزا ساختمانی، سختی کل سازه را عهده‌دار است [۱۴-۱۸]

«سازه‌های غیرخرپایی» هم به لحاظ شکلی و هم به لحاظ سازه‌ای با خرپاها تفاوت دارند و به دلیل آن‌که دچار خمش می‌شوند مقاومت کمتری نسبت به خرپاها دارند. بر عکس خرپاها اعضاء این سازه‌ها مثلثی شکل نیستند، ساخت آن‌ها بیشتر جهت پاسخگویی به مسائل اقلیمی بوده که به راحتی نزولات جوی را به زمین انتقال دهند و جنبه‌های سازه‌ای مد نظر نبوده است. بیشتر اتصالات به وسیله میخ است و معمولا به صورت مناسبی اجرا نمی‌شوند. در حقیقت خرپشته همان شیروانی است و واریخته تنها از یک طرف شیب دارد و نصف شیروانی است،سقف شیروانی یکی از انواع سقف‌های رایج در این منطقه است که شیب زیادی دارد و با چوب اجرا می‌شود. چوب به دلیل فراوانی و در دسترس بودن از مصالح ساختمانی اصلی در این منطقه است که در سازه، دیوار، کف و همچنین سقف خانه‌های بومی استفاده می‌شود[۱۹].

شکل ۵: سقف گالی پوش

سقف تمامی خانه به صورت شیب دار ساخته می شود که در نمونه های بومی اغلب به صورت شیب چهارطرفه می باشد. و متداول ترین نوع پوشش سقف کلوشی با ساقه برنج است، [۲۰] در برخی از ساختمان‌هایی که به صورت یک مجموعه با تعدادی فضـای متنوع و بام‌های متعدد ساخته می‌شدند، ممکن بود که بام بعضی از فضاهای جانبی به صورت یک شیبه طراحـی و سـاخته شود، به گونه‌ای که بخش بالایی بام متصل به دیوار فضای مرکزی و بخش زیرین بام به سمت فضای باز قرار داشت. در نواحی روستایی روی بام را با الیاف گیاهی قابل استفاده و در دسترس می‌پوشاندند. اگر ساقه گیاهانی که استفاده می‌کردند کم دوام بود، هر سال یا هر چند سال یک مرتبه آن را مرمت و پس از فرسودگی زیاد آن را تعویض مـی‌کردند. در برخی از نواحی حاشیه دریای خزر از ساقه برنج و در برخی نواحی از گالی که گیاه بادوام تری بود استفاده می‌کردند [۲۱] این نوع خانه ها به گالی به سرخنه (خانه‌ای با پوشش گالی) معروف هستند. گالی به سازه چوبی چسبانده نمی‌شود و به همین دلیل ممکن است پس از باد و طوفان آسیب شدید ببیند که می تواند باعث نشتی در سقف و ایجاد برخی مشکلات شود. بخشی از گالی هر سال پوسیده می شود و باید جایگزین شود[۲۲] علاوه بر موارد ذکر شده از مصالح دیگر مانند سفال، ورقه‌های آهن گالوانیزه و یا ایرانیت نیز برای پوشش بام استفاده می‌شود.

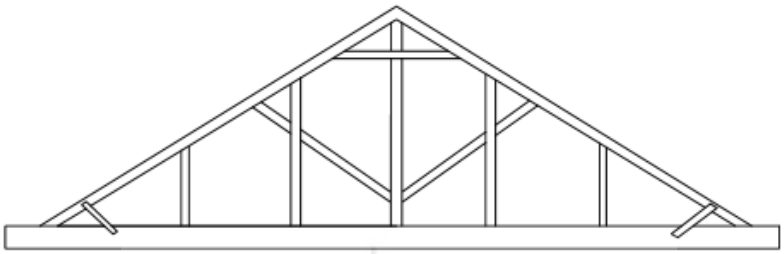
شکل۶: سقف گالی پوش در خانه های شکیلی گیلان[۲۳]

شکل ۷: سازه چوبی خانه‌ای در گیلان و چوب‌های گرده سقف

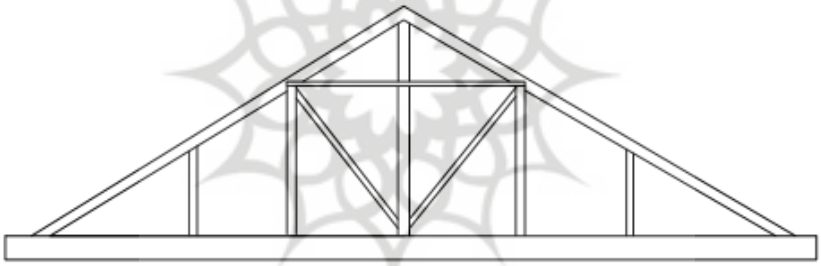
سازه‌های چوبی شیب‌دار در معماری پهلوی بخشی از میراث صنعتی مشترک ایران و کشورهای اروپایی مانند آلمان و فرانسه است. پس از ورود مدرنیته به ایران معماری آن با دوگانگی مواجه شد. از یک سو تمایل به معماری نوینی که وارداتی بود و از سوی دیگر گرایش به معماری سنتی و گذشته مشاهده می‌شد. مهمترین نکته معماری پهلوی دعوت از معماران خارجی و همچنین معماران ایرانی تحصیلکرده اروپا و غرب و تأثیراتی بود که بر معماری ایران گذاشتند. در این دوران بیشتر سعی شد مبانی معماری مدرن در معماری ایران انجام شود[۲۴] به عنوان مثال، استفاده از مصالح جدید ، به ویژه بتن، فولاد و شیشه و ساخت و ساز نوآورانه جایگزین روش‌های قدیمی تر شدند. مهم ترین تغییر استفاده از بتن در بناها بود. از سوی دیگر، پذیرش این مواد توسط معماران سبب شکل‌گیری نوع جدیدی از معماری هم به لحاظ ساختار و هم زیبایی شد [۲۵].

استفاده از پوشش‌های شیروانی از ویژگی‌های بارزی است که در معماری اواخر قاجار و اوایل پهلوی به چشم می‌خورد. بسیاری از ساختمان‌های دولتی، عمارت‌ها و کوشک‌ها با این روش ساخته شدند و دلیل اصلی این گرایش‌ها به واسطه تحصیل معماران در اروپا بود. به دنبال رواج این الگوی ساختمانی، سقف بسیاری از بناها از جمله تکیه تجریش،

ساختمان مجلس، دانشسرای مقدماتی تهران و... با این شیوه اجرا شد. نمونه ای از بناهای نوظهور کارخانه های صنعتی هستند که با وجود پی ریزی شالوده های ابتدایی آن در دوران قاجاریه، به دلیل کارشکنی های وافر نیروهای داخلی و خارجی به ثمر ننشست و شکل گیری آن به دوران پهلوی اول موکول شد[۲۶] در این دوره گونه خاصی از معماری به نام معماری صنعتی شکل گرفت که پیشینه آن ایرانی نبود و با کمک مهندسین اروپایی راه اندازی شد. برای پوشش بناهای صنعتی نیز از سازه‌های شیبدار استفاده شد. در کارخانه‌هایی که تحت نظر مهندسین اروپایی احداث شدند روش‌های اجرایی نیز متفاوت از معماری ایرانی بود. از انواع خرپاهای چوبی برای پوشش این بناها استفاده شد زیرا خرپا بهترین گزینه برای پوشاندن دهانه‌های وسیع ساختمان‌های صنعتی بود.



شکل ۸: خرپای کارخانه قند کهریزک



شکل ۹: خرپای ساختمان دانشسرای مقدماتی تهران

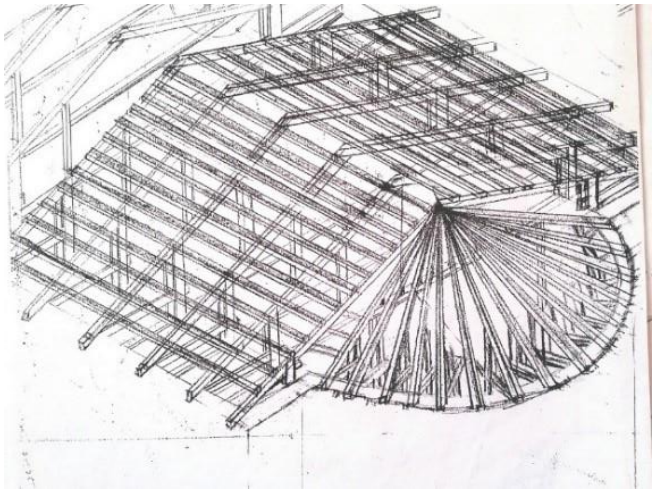
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در ساختمان‌های صنعتی، آشیانه هواپیما، انبارهای بزرگ و سایر ابنیه مشابه که معمولاً دهانه بین ستون‌ها و دیوارها از حد معمول بیشتر است، به منظور احتراز از کاربرد تیرهای بتنی و آهنی سنگین، ازسقف‌های شیبدار استفاده می‌کنند [۱۶] که از نمونه‌های آن کارخانه قند کهریزک و آشیانه هواپیمای قلعه‌مرغی است.

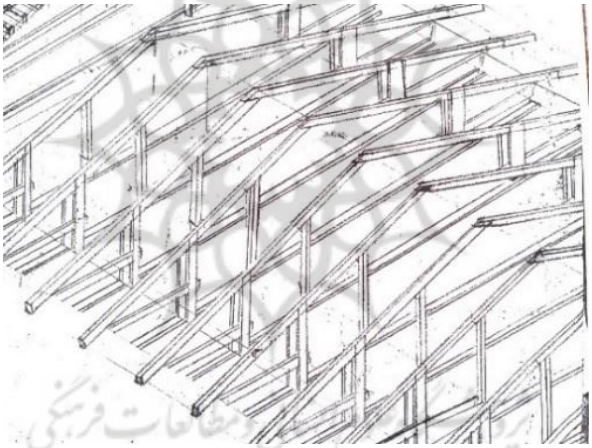
میراث معماری صنعتی ایران بخش مهمی از فرهنگ معماری معاصر کشور محسوب می شود [۲۷-۳۵] که شناخت آن ها از اهمیت بالایی برخوردار است. تجارب قبلی در حوزه مطالعه میراث معماری معاصر و میراث معماری صنعتی ایران [۴۱-۳۶] بر اهمیت شناخت سیستم های ساختمانی تاکید دارند.

معماری پهلوی در شمال ایران، از ارزش های میراثی بالایی برخوردار است. تحولات معماری پهلوی، به شمال ایران نیز بسط پیدا کرد. از آغاز این دوران پوشش ساختمان‌های اداری، دانشگاه، هتل، بیمارستان و خانه‌ها همه با الگوی خرپایی ساخته شدند. گرچه استفاده از سازه‌های شیب‌دار پیشتر هم به واسطه معماری خاص بومی منطقه و شرایط اقلیمی آن رایج بود؛ اما در بعضی از بناها رد پای معماری غربی نیز به چشم می‌خورد. بناهایی مثل هتل رامسر، هتل چالوس،

مجموعه ساختمان‌های میدان شهرداری رشت (عمارت شهرداری، عمارت پست و هتل ایران)، عمارت شهرداری تنکابن و موزه بابل از ساختمان‌های شاخص این دوره‌اند. در این منطقه برای پوشش ساختمان‌های صنعتی نیز از پوشش شیب‌دار چوبی استفاده کردند.



شکل ۱۰: خرپای هتل قدیم رامسر



شکل ۱۱: جزئیات قرارگیری تیرهای مورب روی دیوار

پرتال جامع علوم انسانی

آنچه در پوشش‌های شیبدار ساختمان‌های صنعتی اولیه شمال ایران به چشم می‌خورد التقاط مابین معماری بومی منطقه و معماری جدید وارداتی است که نمونه آن در برخی کارخانه‌های چای قابل رویت است. الگوی معماری بنا ایرانی نیست اما پوشش آن همان سازه چوبی شیبدار رایج در منطقه است. در واقع اکثر کارخانه‌های دوران پهلوی اول در شمال ایران به واسطه عدم آشنایی با معماری صنعتی و فقدان نیروی متخصص، توسط اروپاییان تاسیس شدند. در این دوره پوشش بیشتر بناهای صنعتی منطقه یا خرپاهای چوبی اروپایی است و یا خرپای فلزی و تیر و دال بتنی است.

یافته ها

از میان ساختمان‌های صنعتی شمال ایران، شش نمونه برگزیده شد که سازه‌های شیب‌دار هر یک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

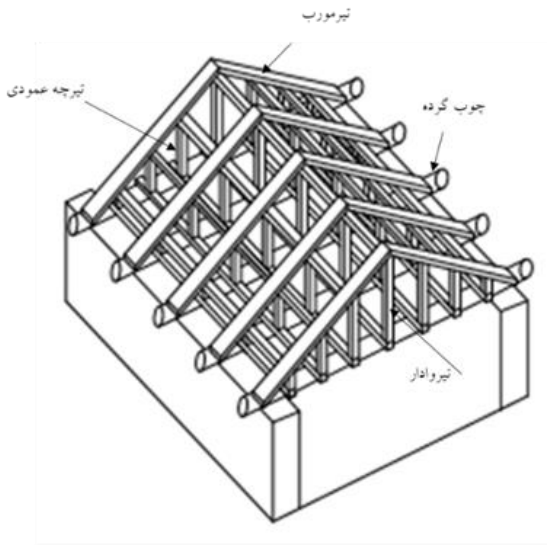
کارخانه فلاطوری لاهیجان

کارخانه فلاطوری با توجه به نزدیکی دوره زمانی آن با پهلوی اول، به عنوان یکی از نمونه‌های منتخب پژوهش پیش روست. در سال ۱۲۷۷ این بنای آجری در دوطبقه ساخته شد. شیوه ساخت بنا ترکیبی از معماری سنتی و اروپایی است و توسط مهندسین آلمانی طراحی و احداث شد. بررسی سازه‌های چوبی سقف مشخص کرد با وجود ساخت بنا توسط مهندسین غیر ایرانی، تکنیک اجرای سازه با همان اصول و روش‌های معماری اقلیمی منطقه انجام گرفته است.

شکل ۱۲: کارخانه فلاطوری لاهیجان

این سازه ترکیبی از چوب‌های چهار تراش و گرده می‌باشد و نحوه استقرار اعضاء بدین صورت است: تیرهای افقی به صورت گرده روی دیوار مستقراند و به وسیله ستون‌های چهار تراش چوبی که در محور طولی قرار گرفته‌اند بار سازه را تحمل می‌کنند. بر اساس الگوی ساخت این نوع سازه‌ها وجود ستون چوبی در مرکز سازه اصولی نیست و به نظر می‌رسد برای پایداری سازه در سال‌های پس از ساخت به آن الحاق شده باشد. اتصالات تیرچه‌های عمودی با تیرهای طولی به صورت نیم آنیم و در بقیه قسمت‌ها اتصالات با میخ فلزی صورت گرفته است. در لایه نهایی تیر لاپه روی سازه قرار گرفته و با ورق حلبی پوشانده شده است.

شکل ۱۳: سازه شیبدار ساختمان فلاطوری لاهیجان



شکل ۱۴: جزئیات سازه شیبدار ساختمان فلاطوری لاهیجان

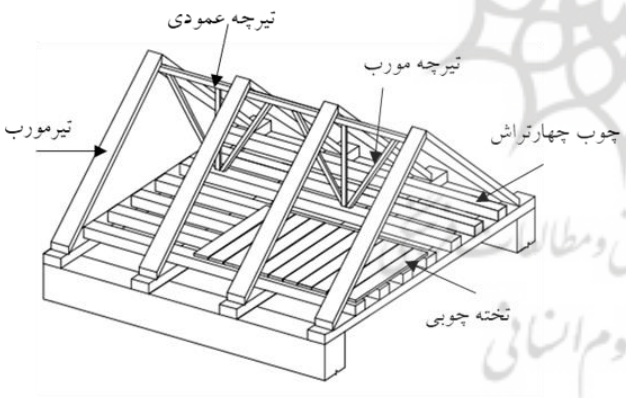
کارخانه چای رامنوش رامسر

این بنا در سال ۱۳۳۰ در سه طبقه ساخته شد. طراحی پلان به صورت محوری، با پیشامدگی در مرکز بنا است که الگوی اصلی ساختمان‌های چای در این منطقه است. سازه چوبی سقف با وجود مرمت‌های انجام شده هنوز شکل اصیل خود را داراست و این نوع سازه در بسیاری از کارخانه‌های چای قابل مشاهده است.

شکل ۱۵: سازه شیبدار کارخانه چای رامنوش

سازه روی دیوار و ستون مستقر است. تیرهای چوبی چهارتراش مستقیما روی دیوار نشسته و دو تیرچه مورب و یک تیرچه عمودی در محور طولی سازه قرار گرفته‌اند(عضو میانی عمودی و اعضای طرفین به صورت مورب‌اند) و روی آن‌ها تخته چوبی قرار دارد و در نهایت با ورق حلبی پوشانده شده است. اتصالات اعضاء سازه با میخ و میخ اسکوپ اجرا شده است.

شکل ۱۶: نحوه قرارگیری تیرهای مورب و عمودی

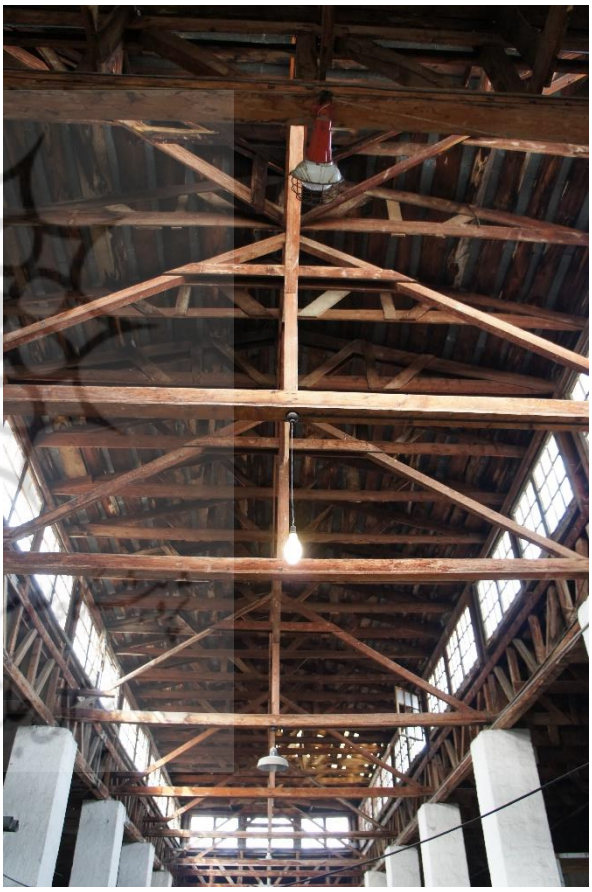


شکل ۱۷: سازه شیبدار کارخانه چای رامنوش رامسر

کارخانه نساجی شاهی یا قائم شهر

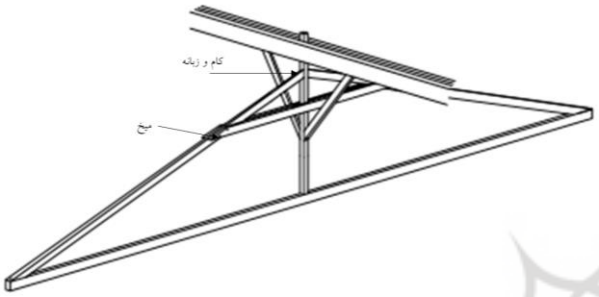
نساجی شاهی در سال ۱۳۰۹ توسط مهندسین آلمانی احداث شد و قدیمی‌ترین کارخانه نساجی مازندران می‌باشد. این بنا هسته اصلی شکل‌گیری شهر شاهی است. قبل از تاسیس کارخانه، یک قریه کوچک به نام علی آباد بود و پس از احداث آن به شاهی تغییر نام داد. کارخانه شامل مجموعه ساختمان‌هایی است که به صورت منفصل و نامنظم در کنار

یکدیگر قرار دارند. پوشش بناها خرپای فلزی است و در بعضی فضاها خرپای چوبی کار شده است. با توجه به ساخت مجموعه توسط مهندسین آلمانی، تکنیک متفاوتی در اجرای خرپاهای چوبی مشاهده می‌شود. خرپای به کار رفته در این بنا ترکیبی است و دو خرپا روی یکدیگر قرار دارند. خرپا به لحاظ نوع اتصالات اعضا کاملا متفاوت با خرپای ایرانیست. سازه روی ستون مستقر است. چوب‌ها به صورت چهارتراش‌اند، اتصالات آن‌ها کام و زبانه و با میخ انجام شده است. روی خرپاها با تخته‌های چوبی و در نهایت ورق حلبی پوشانده شده است.



شکل ۱۸: خرپای کارخانه نساجی شاهی

شکل ۱۹: جزئیات خرپای کارخانه نساجی شاهی



شکل ۲۰: خرپای کارخانه نساجی شاهی

کارخانه پنبه بابلسر

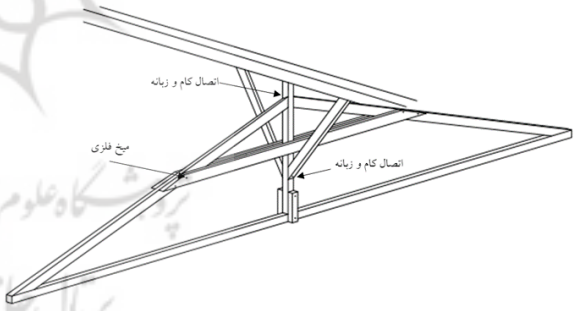
کارخانه پنبه در سال ۱۳۱۲ احداث شد. بنا الگویی با تهرنگ حیاط مرکزی دارد. ساختمان در مرکز یک حیاط و انبارهای پنبه دورتادور آن قرار دارند. خرپای کارخانه فلزی است اما انبارهای پنبه خرپای چوبی دارند. سازه‌ها به صورت دو به دو کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند، در بخش مرکزی انبار ستون مستقر است و سازه چوبی از یک سمت روی دیوار و از سمت دیگر روی ستون نشسته است. و با دستک‌های مورب به تیر مرکزی متصل شده است.

شکل ۲۱: خرپای کارخانه پنبه بابلسر

روی خرپاها لاپه قرار دارد که در قسمت زیرین با تخته‌های چوبی نازک پوشانده شده و پوشش سقف نیز ورق حلبی است. چوب‌ها به صورت چهار تراش‌اند و اتصالات اعضاء فشاری (تیرهای مورب) کام و زبانه است و با میخ و میخ اسکوپ به هم متصل شده‌اند.

شکل ۲۲: جزئیات خرپای کارخانه پنبه بابلسر

برش اعضا این خرپا و نحوه اتصالات آن شباهت بسیاری به خرپاهای اجرا شده در کارخانه نساجی شاهی دارند. با توجه به دوره زمانی یکسان دو بنا احتمال ساخت این مجموعه توسط مهندسین آلمانی بسیار است.



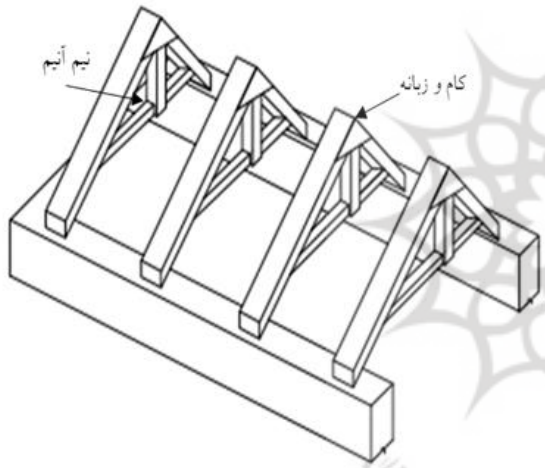
شکل۲۳: جزئیات خرپای کارخانه پنبه بابلسر

کارخانه چای قلعه گردن

ساختمان کارخانه چای قلعه گردن در سال ۱۳۱۲ ساخته شد. بنا در مرکز حیاط قرار دارد. این بنا کهن‌ترین کارخانه چای مازندران و در حال حاضر قدیمی‌ترین کارخانه چای در ایران است. با وجود تغییرات زیادی که در آن ایجاد شده اما در داخل موتورخانه، خرپاهای چوبی قدیمی آن پابرجاست. سازه روی دیوار قرار دارد.

شکل ۲۴: خرپای کارخانه چای قلعه گردن

تمامی اعضاء با چوب‌های چهارتراش ساخته شده و اتصالات آن‌ها به صورت نیم آنیم و کام و زبانه و با میخ فلزی است. روی خرپاها با تخته‌های چوبی پوشانده شده و ورق حلبی پوشش آن‌هاست.



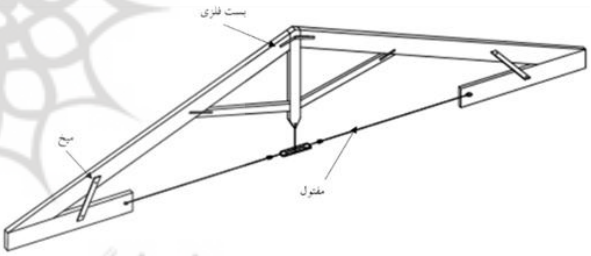
شکل ۲۵: جزئیات خرپای کارخانه چای قلعه گردن

کارخانه شالیکوبی بابل

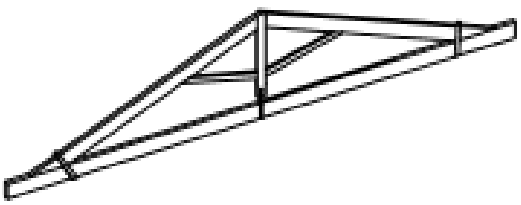
این بنا در سال ۱۳۱۷ ساخته شد. الگوی قرارگیری ساختمان‌های مجموعه به صورت منفصل و نا منظم می باشند. خرپا روی دیوار مستقر است، چوب‌ها چهارتراش‌اند و به جای تیرکش خرپا از مفتول استفاده شده است. روی خرپاها تیرهای چوبی (لاپه) و تخته‌کوبی است که ورق حلبی روی آن قرار دارد.

شکل ۲۶: خرپای کارخانه شالیکوبی بابل

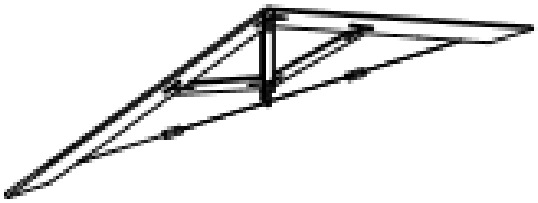
اتصالات به صورت کام و زبانه است و از میخ، میخ اسکوپ و تسمه فلزی استفاده شده است. الگوی ساخت این خرپا نیز ایرانی نیست. این خرپا از نوع کینگ پُست (شاه تیر) است که در میان خرپاهای غربی برای پوشش سقف بیشترین استفاده را دارد [۴۲] در شکل (۲۸ و ۲۹) دو نمونه این خرپا که با مفتول و تیر کش اجرا شده آورده شده که به لحاظ شکلی و نحوه اتصالات کاملا مشابه آن‌هااست.



شکل ۲۷: جزئیات خرپای کارخانه شالیکوبی بابل



شکل ۲۸: خرپای از نوع کینگ پُست (شاه تیر)، ترسیم از نگارندگان با برداشت از(Valeriani) [۴۳]



شکل ۲۹: خرپای از نوع کینگ پُست (شاه تیر)، ترسیم از نگارندگان با برداشت از(Tomasello)[۴۴]

علاوه بر نمونه‌های بررسی شده، بناهای صنعتی دیگری نیز به لحاظ پوشش سقف حائز اهمیت‌اند، خرپای ویرندیل و خرپای ساختمان منبع آب کارخانه گونی بافی رشت که اولین کارخانه گونی بافی در ایران بود و خرپای ساختمان نوغان بندرانزلی از آن جمله‌اند. هر دو بنا در دوره پهلوی اول احداث شدند. فرم و نحوه اتصالات هر یک از اعضای سازه کاملا متفاوت با خرپای ایرانی است. بررسی ساختار این سازه‌ها نیازمند تحقیق و بررسی جداگانه است و امید است که گام دوم این پژوهش باشد.

شکل ۳۰: خرپای ساختمان منبع آب کارخانه گونی بافی رشت

شکل ۳۱: خرپای ساختمان نوغان بندرانزلی[۴۵]

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی سازه‌های شیبدار در ساختمان‌های صنعتی با دو گروه مواجه هستیم. در شش بنای مورد پژوهش دو مورد دارای سازه‌های شیبدار غیرخرپایی هستند و چهار نمونه با سازه‌های خرپایی اجرا شده‌اند. در گروه اول، سازه‌ها بر اساس سنت‌های رایج در معماری بومی منطقه با چوب گرده ساخته می‌شوند و در بعضی موارد ترکیبی از چوب گرده و چهارتراش‌اند. اتصالات تنها با میخ، میخ اسکوپ و یا طناب صورت می‌گیرد، در واقع میخ تنها عامل اتصال اعضای سازه است که فاقد کارآیی لازم جهت برقراری اتصال مناسب اعضاست و خود به مرور زمان به عنوان عاملی مخل در آسیب سازه به شمار می‌آید. به دلیل اتصالات غیر اصولی در این سازه‌ها وتعدد میخ‌های فلزی، در اثر گذشت زمان سازه دچار ضعف گشته و پس از مدتی شکاف در جان تیرهای چوبی مشاهده می‌شود. هندسه کلی این سازه‌ها ترکیبی است از یک تیرکش که در دهانه قرار دارد و دو عضو شیبدار که قاب مثلثی سازه را تشکیل می‌دهند. یک تیر اصلی در مرکز قرار دارد و وادارها در طرفین قرار می‌گیرند. واحد هندسی خرپا مثلث است در حالیکه ترکیب قرارگیری اعضای این سازه اینگونه نیست و حالتی دیگر که در کارخانه چای رامنوش مشاهده شد، سازه از یک تیر کش و دو عضو شیبدار تشکیل شده، پس از قرارگیری تیرها، تیرچه‌های عمودی و مورب چوبی در محور طولی بام قرار می‌گیرد.

بناهای گروه دوم سازه متفاوتی دارند. برش اعضا به صورت چهارتراش است. فرم سازه از ویژگی‌های یک خرپا تبعیت می‌کند. با توجه به ساخت آن‌ها توسط مهندسین اروپایی فرم و تکنیک اجرای آن‌ها متفاوت با خرپاهای ایرانیست. اتصالات آن‌ها به صورت کام و زبانه، فاق و زبانه، نیم آنیم و با پیچ و مهره، میخ، میخ اسکوپ، تسمه و مفتول انجام شده است. استفاده از اتصالاتی مانند کام و زبانه و فاق و زبانه سبب درگیری بیشتر اعضا با یکدیگر می‌شود و سازه‌ای مقاوم‌تر ایجاد می‌شود. اتصالات کششی با میخ و تسمه و اتصالات فشاری به صورت کام و زبانه اجرا می‌شوند. به علاوه استفاده اندک از میخ عاملی است که سبب پیشگیری از ضعف اتصالات می‌شود. با توجه به قدمت ساختمان‌ها میزان آسیب در بناهای گروه اول بیش از گروه دوم است. از مقایسه این دو گروه مشخص می‌شود که در **خرپاهای ایرانی** نحوه قرارگیری اعضا در کنار هم، نوع اتصالات و توزیع نیروها متفاوت از **خرپاهای فرنگی** است. اجرای نادرست اتصالات، برش نامناسب چوب، استفاده بی‌رویه از میخ و مفتول، سازه را ناتوان کرده و در حد یک پوشش برای دفع نزولات جوی قرار می‌دهد و کاربردی به لحاظ سازه‌ای ندارد. در حالی که در سازه‌های خرپایی توزیع نیروها به صورت مناسبی صورت می‌گیرد، برش چوب‌ها و اتصالات اصولی است، اتصالات فشاری به صورت کام و زبانه و اتصالات کششی با میخ و تسمه فلزی اجرا می‌شوند و بر خلاف سازه‌های گروه اول، دچار خمش نخواهند شد. آنچه روشن است استفاده نادرست واژه خرپا برای سازه‌های شیبدار ایرانی است زیرا هیچ یک از ویژگی‌های خرپا را به صورت کامل دارا نیستند و تنها به لحاظ فرم، تهرنگی از خرپای فرنگی را به نمایش می‌گذارند.

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: پریسا اسماعیل‌زاده، پژوهشگر اصلی مقاله با سهم ۵۰٪؛ اسکندر مختاری طالقانی، پژوهشگر کمکی و انجام تحلیل های پژوهش با سهم ۲۵٪، علی اصغرزاده، پژوهشگر کمکی کنترل نتایج پژوهش با سهم ۲۵٪

منابع مالی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1. Hejazi M. Evolution of Persian traditional architecture through the history. *Journal of Architecture and Urbanism*. 2015 Jul 1;39(3):188-207. https://doi.org/10.3846/20297955.2015.1088415

2. Hejazi M. Structural Analysis of the Wooden Structure of the Historical Building of Ali Qapu. *Journal of Structural Engineering*. 2006 Nov 1; 132(11):1801-1805. https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=2737

3. Ansari S, Andalib A. An Evaluation Framework for Measuring Participation in Urban Renovation Projects and it's Application in The Special Renovation Project of Shahid-Khoob-Bakht Neighborhood. Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2016 Jul 10;6(1):5-17. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1395.6.1.5.3

4. Hejazi M. Maintenance comments on a Persian historical wooden building. *WIT Transactions on the Built Environment*. 2005; 83: 503-512. https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-the-built-environment/83/15333

5. Damanpak Jami M, Tehrani F, Khakpour B, Zahedi S. Atlas of the selected maps of Qajar era. Ministry of Foreign Affairs. Tehran. 2015.[Persian]

6. Branco J, Piazza M, Cruz P. Structural analysis of two King-post timber trusses. Non-destructive evaluation and load-carrying tests. *Construction and Building Materials*. 2010 Mar 1;24(3): 371-383. http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.08.025

7. Barbari M, Cavalli A, Fiorineschi L, Monti M, Togni M. Innovative connection in wooden trusses. *Construction and Building Materials*. 2014 Jun 16; 654-664. http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.022

8. Garcia Lopes P. Behavioral Study of Palladian Roof Trusses. Case studies of the S. Roque's Church. Santarém's Cathedral and Military Asylum of Runa. Military Academy & Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa. 2014 Oct. Available from: https://fdocuments.in/reader/full/extended-abstract-behavioral-study-of-palladian-roof-trusses

9. Valeriani S. The Roofs of Wren and Jones: A Seventeenth-Century Migration of Technical Knowledge from Italy to England. *Department of Economic History London School of Economics*. 2006 Aug. https://www.semanticscholar.org/paper/The-roofs-of-Wren-and-Jones%3A-a-seventeenth-century-Valeriani/93e083c511c17438be1bf38cf26a7a4351551887

10. Pratiwi N, Tjondro J. Study on Strength and Stiffness of Meranti Wood Truss with Plywood Gusset Plate Connection and Lag Screw Fastener. *Journal of the Civil Engineering Forum*. 2018 Jan;4(1):51-56. https://doi.org/10.22146/jcef.30230

11. Kromoser B, Braun M, Ortner M. Construction of All-Wood Trusses with Plywood Nodes and Wooden Pegs: A Strategy towards Resource-Efficient Timber Construction. *Applied Sciences*. 2021 Mar 13; 1-17. https://doi.org/10.3390/app11062568

12. Sagara A, Tjondro J, Shiddiq H. Experimental study on strength and stiffness connection of wooden truss structure. *MATEC Web of Conferences*. 2017. http://doi.org/10.1051/matecconf/201710101015

13. Rivera-Tenorio M, Moya R. Stress, displacement joints of gmelina arborea and tectona grandis wood with metal plates, screws and nails for use in timber truss connections. *Cerne*. 2019 Sep 9;25:172-83.. http://doi.org/10.1590/01047760201925022641

14. Ketabi E, Lashkari A. Investigation of stiffness of wooden truss structure by finite element method. *Iranian Journal of Wood and Paper Research*. 2018 Jan;32(1):69- 82. [Persian] http://doi.org/10.22092/IJWPR.2017.107116

15. Massafra A, Prati D, Predari G, Gulli R. Wooden truss analysis, preservation strategies, and digital documentation through parametric 3D modeling and HBIM workflow. *Sustainability*. 2020 Jan;12(12):4975. http://doi.org/10.3390/su12124975

16. Technical and general specifications of construction work. *Journal 55*. Deputy of Technical Affairs. Office for compiling technical criteria and standards. management and planning organization of the country. 2005.[Persian]

17. Adil Dar M, Narayanan S, Rashid Dar A, Raju J. Rehabilitation of a distressed steel roof truss - A study. *Structural Engineering & Mechanics*. 2017;62(5):567-576. http://doi.org/10.12989/sem.2017.62.5.567

18. Fayazi M. Reconstruction projects by using core housing method in Iran: Case study: Gilan Province experience. International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment. 2011 Mar 1;2(1):74-85. https://doi.org/10.1108/17595901111108380

19. Baboli FB, Ibrahim N, Sharif DM. Design characteristics and adaptive role of the traditional courtyard houses in the moderate climate of Iran. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2015 Aug 22;201:213-23. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.170

20. Zohari S, Tahbaz M. Effect of Vernacular Materials and Traditional Construction Methods on Energy Consumption Reduction of Rural Houses in Plain Regions of Gilan. *J. Env. Sci. Tech*. 2020 Mar; 22(1): 91-100. https://jest.srbiau.ac.ir/article_16164.html?lang=en

21. Soltanzadeh H. The Role of Geography and Culture in Formation of House Roof. Human Geography Research. 2014 Jun 22;46(2):449-64. http://doi.org/10.22059/JHGR.2014.51573

22. Pasha MY. The relationship between rice and the housing of rice-growers in the north of Iran. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2011 Jul 8;150:639-50. http://doi.org/10.2495/SDP110531

23. Mottaki Z, Amini I. Cultural sustainability patterns in vernacular architecture: a case study of Gilan, Iran. *GSTF Journal of Engineering Technology (JET)*. 2013 May 1;2(1):106. https://www.researchgate.net/publication/269904303_Cultural_Sustainability_Patterns_In_Vernacular_Architecture_A_Case_Study_of_Gilan_Iran

24. Eiraji J. Yekani Fard A. An evaluation of Iran architecture during first Pahlavi Era: A transition from tradition to modernity. *Journal of Design for Resilience in Architecture & Planning*. 2021 Aug 30; 2(2): 222-233.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.1.7.6

30. Rezaei Ghahroodii S, Mahdavinejad M. Reviewing and Implementing International Valuation Criteria for Industrial Architectural Heritage. *Maremat & Me'mari-e Iran*. 2019 Mar 10;9(17):21-38. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23453850.1398.9.17.4.0

31. Samadzadehyazdi S, Ansari M, Bemanian M.R. Environment Sustainability through Adaptive Reuse (Case Study: Industrial Heritage of Iran). *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019; 9(1):67-77. [Persian] [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.1.2.1

32. Samadzadehyazdi S, Ansari M, Mahdavinejad M, Bemaninan M. Significance of authenticity: learning from best practice of adaptive reuse in the industrial heritage of Iran. *International Journal of Architectural Heritage*. 2020 Mar 15;14(3):329-44. https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1542466

33. Shahhosseini G, Moulaii M. Explaining the Role and Place of Industrial Heritage in Improving the Quality Characteristics of the Hierarchy of the City Entrances (Case study: Brick Furnaces in the Entrance of Hamedan). *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019 Mar 10;9(1):13-22. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.1.3.2

34. Shahhosseini G, Moulaii M. Explaining the Role and Place of Industrial Heritage in Improving the Quality Characteristics of the Hierarchy of the City Entrances (Case study: Brick Furnaces in the Entrance of Hamedan). *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019 Mar 10;9(1):13-22. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.1.7.6

http://doi.org/10.47818/DRArch.2021.v2i2021

25. Soltanzadeh S, Yousefi Tazakor M, Raeisi I, Kiani M. Analyzing the Intellectual Evolutions of Architectural Design during the Pahlavi Era. Space Ontology International Journal. 2019 Mar 1;8(1):53-65. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23456450.2019.8.1.4.9

26. Mirzahosseini M, Soltanzadeh H, Alborzi F. The role of German engineers on contemporary Iranian architecture (with emphasis on the first Pahlavi Period between 1925 and 1941). *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*. 2019 Aug 24;16(75):53-70. http://doi.org/10.22034/bagh.2019.142486.3708

27. Esmaeilian Toussi H, Etessam E. Analysis of the Architecture of the Industrial Heritage Using a Combined Method of Typology and Analytical Shape Grammar (Case Study of Textile Factories of Isfahan and Yazd in the Pahlavi Era). *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019 Mar 10;9(1):1-12. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.1.6.5

28. Heidari S, Hanachi P, Teymoortash S. The Adaptive Reuse of Industrial Heritage, an Approach Based on Energy Recycle. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019 Mar 10; 9 (1):45-53. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.1.5.4

29. Mahdiun S. Principles of Retooling for the Adaptive Reuse of the Industrial Architectural Heritage. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019 Mar 10;9(1):23-31. [Persian]

Intracity Dynamism; Case Study: Tehran Historic Houses. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2021 Jun 10;11(2):27-48. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.2.2.7

41. Pourzargar M. Posto-Corona Visioning for Sustainable Adaptive Reuse of Kahrzak Sugar Factory. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2022 Jan 10;11(4):79-95. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.4.7.6

42. Kim M, Kim T , Park Ch. Treatment of Western Wooden Roof Trusses in Early 20th Century Korea. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. 2018 Oct 24; 8(1): 49-56. http://doi.org/10.3130/jaabe.8.49

43. Held BW, Jurgens JA, Duncan SM, Farrell RL, Blanchette RA. Assessment of fungal diversity and deterioration in a wooden structure at New Harbor, Antarctica. Polar Biology. 2006 May;29(6):526-31. https://doi.org/10.1007/s00300-005-0084-3

44. Tomasello N, Russo G, Caporlingua M, Cascone S. Use of the bim methodology for the maintenance and valorization of historical and architectural heritage: the case study of the Jesuits college in Cata. Conference. 2018 Apr 22. https://www.researchgate.net/publication/324684748

45. Registration File. Archive of Guilan General Directorate of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts. 2009 Jun 15. [Persian] Available from: https://www.mcth.ir/

8.9.1.3.2

35. Yazdgerd F, Hanachi P, Talebian M. Framework of Conservation Evaluation for Dynamic Cultural World Heritage Sites. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2021 Jul 10;11(2):101-19. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.2.6.1

36. Bahramipanah A, Amirzadehdana E. Sustainability Lessons in Persian Architecture; Case Study: Minaee House in Tehran. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2021 Jul 10;11(2):86-100. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.2.5.0

37. Dashtaki N, Majedi H, Habib F. Explanation of Sustainable City Criteria based on Conceptual Model of Transcendence City. Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2021 Nov 10;11(3):109-127. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.3.6.3

38. Karimi F, Jalilisadrabad S, Borji F. Investigating the Effect of Adaptive Reuse of Historic Buildings on Environmental Sustainability; Case Study: Kazemian House in Tehran. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2021 Jul 10;11(2):66-85. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.2.4.9

39. Lotfi S, Sholeh M. Assessing the Old Buildings Reclaimability into the New Life Cycle Implementing Adaptive Reuse Potential (ARP) Model. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2017 Dec 10;7(3):15-34. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1396.7.3.1.0

40. Mottaghi M, Norouzborazjani V, Dehbashisharif M. The Role of Adaptive Reuse in Network of in-between Spaces and