

## Reconstruction of War-Damaged Housing Using Light Steel Frame (LSF) Systems and Their Conversion into Environmentally Sustainable Buildings

Mahsa Faghih Samarin 

Faculty of Mechanical and Energy Engineering Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

### Abstract

#### Introduction

Following the cessation of the imposed war, the physical reconstruction of damaged territories and the provision of sustainable livelihoods for displaced and affected households have emerged as paramount national priorities. Conventional post-disaster reconstruction predominantly relies on heavy, carbon-intensive construction methods that result in protracted, multi-year delivery timelines and impose severe fiscal burdens on governmental and humanitarian support agencies.

#### Problem Statement

Conventional reconstruction paradigms are inherently characterized by high capital expenditures, extended implementation schedules, and significant environmental externalities, particularly elevated greenhouse gas emissions and the intensive depletion of natural resources. Moreover, prevailing reconstruction initiatives often lack a long-term perspective on economic and environmental sustainability, operating with an infrastructural focus restricted solely to emergency shelter provision while failing to address household employment and self-reliance imperatives.

\* Corresponding Author: 0021927103@iran.ir

How to Cite: Faghih Samarin, M. (2026). Reconstruction of War-Damaged Housing Using Light Steel Frame (LSF) Systems and Their Conversion into Environmentally Sustainable Buildings. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 5(14), pp. 99-116. DOI: 10.22054/eenr.2026.92358.230

Original Research

Accept: 14 June 2026

Revise: 14 June 2026

Receive: 29 April 2026

ISSN: 2538-4791

eISSN: 2538-483X

### **Analysis and Key Findings**

This study proposes an economically viable and sustainable framework designed to concurrently deliver resilient housing and generate sustained employment opportunities. The proposed model is grounded in modern industrial building systems, specifically Light Steel Frame (LSF) construction, which offers critical engineering advantages including rapid erection, high seismic resilience, material recyclability, and operational compatibility with decentralized renewable energy systems. A comparative structural analysis based on an identical spatial layout in Parand City indicates that the proposed LSF structure achieves a total building dead-weight of 107 metric tons per unit, compared to 510 metric tons for an equivalent conventional reinforced concrete-frame benchmark, while requiring less structural steel (3.3 vs. 4.0 tons) and substantially less cement (5.2 vs. 20.5 tons). Within this framework, a three-story residential prototype is designed to accommodate three two-person households. The building's operational electricity demand is fully met through on-site solar photovoltaic panels. The decentralized water management infrastructure integrates 5,000-liter storage reservoirs and advanced septic treatment systems, enabling effective wastewater reclamation and closed-loop reuse. Treated effluent is subsequently utilized for greenhouse drip irrigation, while source-separated organic waste is valorized into natural bio-fertilizer. In tandem with the residential component, a 900 m<sup>2</sup> commercial greenhouse is incorporated as the primary engine of productive employment and localized economic development. Building energy simulations reveal a 66% reduction in total annual primary energy consumption, driven predominantly by curtailed domestic hot-water demand and the total elimination of baseline space-heating loads. Life-cycle embodied energy analysis indicates a net reduction exceeding 50%, decreasing from approximately 4,000 to below 1,900 MJ/m<sup>2</sup>, with the most pronounced mitigations achieved in the exterior (81%) and interior (55%) wall assemblies. In parallel, operational net carbon emissions decrease by approximately 50%, highlighted by an 88% abatement in natural-gas-derived emissions, while aggregate daily freshwater demand declines by about 50% through greywater recycling loops and low-flow sanitary fixtures. Overall, preliminary evaluations

demonstrate that this integrated model can supply structurally secure housing for war-affected populations within a substantially compressed timeframe and at reduced capital costs relative to conventional reconstruction methods.

### **Policy Recommendations**

Furthermore, by generating productive employment via the integrated greenhouse facility, minimizing structural waste and embodied carbon, and mitigating dependence on municipal water networks and fossil fuels, the proposed model significantly bolsters the long-term socio-economic and ecological resilience of post-conflict communities. Policymakers and authorities directing post-war reconstruction programs are strongly advised to adopt LSF-based, production-integrated housing typologies as a scalable, low-carbon alternative to traditional paradigms, particularly in vulnerable regions where the dual delivery of resilient shelter and livelihood restoration constitutes an urgent strategic imperative.

**Keywords:** Light Steel Frame (LSF), Sustainable reconstruction, renewable energy, Sustainable development, Economic resilience

**JEL Classification:** Q56, Q42, R31



## بازسازی مراکز مسکونی آسیب دیده در جنگ با استفاده از روش LSF و تبدیل همزمان آن‌ها به ساختمان سازگار با محیط زیست

مهسا فقیه ثمرین \*  | دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

### چکیده

پس از پایان جنگ تحمیلی، بازسازی مناطق خسارت دیده و تأمین معیشت پایدار برای خانوارهای آسیب دیده از اولویت های اساسی کشور محسوب می شود. روش های سنتی بازسازی، علاوه بر هزینه های هنگفت و زمان بر بودن، با پیامدهای زیست محیطی نامطلوب همراه اند. این مقاله طرحی اقتصادی و پایدار برای ایجاد همزمان مسکن پایدار و اشتغال معرفی می کند. طرح پیشنهادی بر بهره گیری از فناوری های نوین ساختمانی، از جمله سازه های فولادی سبک (LSF) با مزایایی چون سرعت اجرا، مقاومت در برابر زلزله، قابلیت بازیافت و استفاده کامل از انرژی های تجدیدپذیر متمرکز است. در این مدل، یک واحد مسکونی سه طبقه برای اسکان سه خانوار دونفره طراحی شده که برق آن از پنل های خورشیدی تأمین می شود. سامانه آبرسان شامل مخازن ۵۰۰۰ لیتری و سپتیک تانک های پیشرفته است و آب تصفیه شده برای آبیاری قطره ای گلخانه و فضولات انسانی به عنوان کود طبیعی به کار می رود. در کنار واحد مسکونی، گلخانه ای ۹۰۰ مترمربعی به عنوان موتور محرک اشتغال پایدار احداث می شود. نتایج تحلیل های اولیه نشان می دهد این طرح در زمان کوتاه تر و با هزینه ای کمتر از روش های سنتی، سرپناهی امن برای خانوارهای آسیب دیده فراهم می آورد و با ایجاد اشتغال مولد و پایبندی به اصول توسعه پایدار، پایه های اقتصادی مناطق را مستحکم می سازد.

**کلیدواژه ها:** سازه فولادی سبک، انرژی های تجدیدپذیر، اسکان پایدار، اشتغال پایدار، مدیریت پسماند.

طبقه بندی JEL: Q56, Q42, R31

\* نویسنده مسئول: 0021927103@iran.ir

## ۱. مقدمه و بیان مسئله

پایان جنگ تحمیلی، هرچند نویدبخش صلح و آرامش بود، اما جامعه را با چالش‌های عظیم بازسازی و توانمندسازی روبرو ساخت. در میان اولویت‌های اساسی، تأمین مسکن پایدار و ایجاد فرصت‌های شغلی مولد برای خانوارهایی که در خط مقدم آسیب‌دیده‌اند، از اهمیت حیاتی برخوردار است. این خانوارها که اغلب متشکل از خانوار دونفره هستند، علاوه بر ازدست‌دادن سرپناه، سرمایه‌های شغلی و اقتصادی خود را نیز ازدست‌داده‌اند و بازگشت آن‌ها به چرخه زندگی عادی نیازمند راهکارهای جامع و فراگیر است (کاهوه‌جی‌اوغلو و ارسلان سلجوق<sup>۱</sup>، ۲۰۲۵).

روش‌های سنتی بازسازی که غالباً بر ساخت‌وسازهای حجیم و متکی بر منابع انرژی فسیلی استوارند، با مشکلات متعددی دست‌وپنجه نرم می‌کنند. تأمین مالی پروژه‌های عظیم بازسازی، بار سنگینی بر دوش دولت و نهادهای حمایتی می‌گذارد. فرآیندهای طولانی اداری، تهیه مصالح و اجرای فیزیکی، بازسازی را به پروژه‌ای چندین ساله تبدیل می‌کند. استفاده گسترده از مصالح سنتی (مانند سیمان و آجر) و وابستگی به سوخت‌های فسیلی برای تولید انرژی، منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، تخریب منابع طبیعی و آلودگی محیط زیست می‌شود (ابوحَمَد و ابوحَمَد، ۲۰۲۰)<sup>۲</sup>. بسیاری از پروژه‌های بازسازی، فاقد نگاه بلندمدت به پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی هستند و صرفاً به تأمین سرپناه اکتفا می‌کنند، بدون آنکه به نیازهای اشتغال و خودکفایی خانوارها توجهی ویژه داشته باشند.

در مواجهه با این چالش‌ها، پژوهش حاضر به دنبال ارائه یک مدل جامع و نوآورانه است که بتواند به‌طور هم‌زمان به دو نیاز حیاتی اسکان و اشتغال خانوارهای آسیب‌دیده پاسخ دهد. این طرح که بر اصول توسعه پایدار و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین بنا شده است، رویکردی چندوجهی را اتخاذ می‌کند. در این زمینه استفاده از سازه‌های فولادی سبک به‌عنوان جایگزینی مدرن و کارآمد برای روش‌های سنتی، امکان اجرای سریع،

<sup>۱</sup> Kahvecioğlu & Arslan Selçuk

<sup>۲</sup> Abouhamad & Abu-Hamd

کاهش هزینه‌ها، افزایش ایمنی (مقاومت در برابر زلزله و آتش‌سوزی) و کاهش ضایعات ساختمانی را فراهم می‌آورد (سیدشرفی و حاتمی، ۱۳۹۴). تأمین کامل انرژی موردنیاز واحدها از طریق سامانه‌های خورشیدی، ضمن کاهش چشمگیر هزینه‌های جاری خانوارها، به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کمک به حفظ محیط زیست یاری می‌رساند (دافی و همکاران، ۲۰۲۰)<sup>۱</sup>. پیاده‌سازی سامانه‌های جمع‌آوری و تصفیه آب باران و فاضلاب خانگی برای استفاده مجدد در آبیاری و تبدیل فضولات انسانی به کود طبیعی، رویکردی صفر پسماند را در پیش می‌گیرد و آسیب به اکوسیستم را به حداقل می‌رساند ادغام واحدهای مسکونی با فضاهای تولیدی (مانند گلخانه)، امکان ایجاد منبع درآمد پایدار و مستقیم را برای ساکنان فراهم می‌آورد. نزدیکی محل سکونت به محل کار، کاهش هزینه‌های رفت‌وآمد و صرفه‌جویی در مصرف سوخت را نیز به دنبال دارد (دروت‌برگر و همکاران، ۲۰۲۳)<sup>۲</sup>.

این پژوهش با اتکا به چارچوب فوق، طراحی و ارائه یک مدل مفهومی برای واحدهای مسکونی - تولیدی پایدار با استفاده از سازه فولادی سبک و انرژی‌های تجدیدپذیر را به علاوه ارزیابی فنی و اقتصادی طرح پیشنهادی که شامل برآورد هزینه‌ها، زمان اجرا، مصرف انرژی و درآمدزایی است (ابوحمد و ابوحمد، ۲۰۲۰). تحلیل پیامدهای زیست‌محیطی طرح، با تأکید بر کاهش مصرف سوخت فسیلی و مدیریت بهینه پسماند ارائه می‌دهد. بررسی چالش‌های اجرایی احتمالی و ارائه پیشنهادها برای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز طرح در مقیاس وسیع‌تر کمک می‌کند که با ارائه این مدل، گامی مؤثر در جهت بازسازی پایدار، توانمندسازی اقتصادی خانوارها و حفاظت از محیط زیست در مناطق آسیب‌دیده از جنگ برداشته شود.

## ۲. تحلیل و بحث

در این بخش، به تشریح فنی و اقتصادی طرح پیشنهادی برای ایجاد هم‌زمان اسکان و اشتغال

<sup>۱</sup> Duffie

<sup>۲</sup> Drottberger

پایدار پرداخته شده است و جزئیات فنی هر جزء را با تکیه بر مزایای آن بررسی شده است.

## الف) مشخصات کلی طرح

تشریح مشخصات کلی طرح بر اساس یک قطعه زمین به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع طراحی شده است. در این فضا، ترکیبی از واحد مسکونی پایدار و فضای تولیدی (گلخانه) جانمایی شده است تا نیازهای سکونتی و اقتصادی خانوارها را به‌طور هم‌زمان برطرف سازد. محل اجرای طرح نیازمند تعیین دقیق انتخاب منطقه بر اساس میزان خسارت، دسترسی به منابع و شرایط آب‌وهوایی (برای پنل‌های خورشیدی و گلخانه) تعیین می‌شود. مساحت کل زمین ۱۰۰۰ مترمربع بوده، تعداد طبقات ۳ عدد که متراژ هر طبقه ۶۰ مترمربع بوده که متراژ کل واحد مسکونی ۱۸۰ مترمربع است. ظرفیت سکونت ۳ زوج جوان (۶ نفر) هر طبقه به‌طور ایدئال برای اسکان یک زوج جوان با ۲۰ مترمربع فضای اختصاصی طراحی شده است. روش ساخت استفاده از سازه سبک فولادی<sup>۱</sup> خواهد بود. به‌دلیل سرعت بالا، مقاومت در برابر زلزله، سبکی، عایق‌بندی مناسب و قابلیت بازیافت ایدئال‌ترین گزینه است (مؤسسه آهن و فولاد آمریکا، ۲۰۲۰)<sup>۲</sup>. فضای تولیدی یک واحد گلخانه به ابعاد گلخانه ۹۰۰ مترمربع فضای اصلی برای کشاورزی پایدار و ایجاد درآمدی باشد. تأمین انرژی به‌وسیله منابع تجدیدپذیر مثل انرژی خورشیدی خواهد بود که پنل‌های خورشیدی نصب‌شده بر روی سقف واحد مسکونی و گلخانه، برق موردنیاز را تأمین می‌کنند (دافی و همکاران، ۲۰۲۰). توان مصرفی هر خانوار ۵ کیلووات (به‌صورت تخمینی) پیش‌بینی شده است. تأمین و مدیریت آب هم به کمک آب چشمه/منبع محلی + تانک ذخیره + سپتیک تانک آب از منابع محلی تأمین و در مخازن ۵۰۰۰ لیتری ذخیره می‌شود. فاضلاب خانگی توسط سپتیک تانک تصفیه‌شده و برای آبیاری گلخانه و گیاهان استفاده می‌گردد. مدیریت پسماند استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده و فضولات انسانی فاضلاب پس از تصفیه برای آبیاری و فضولات انسانی به‌عنوان کود طبیعی در گلخانه استفاده می‌شود

<sup>۱</sup> Light Steel Frame

<sup>۲</sup> American Iron and Steel Institute

(رویکرد صفر- پسماند). گرمایش و آب گرم از طریق دیوار ترومپ (دیوار حرارتی خورشیدی) + آب گرم کن خورشیدی (استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین گرمایش و آب گرم مصرفی واحدها) طراحی شده است.

### ب) مزایای سازه سبک فولادی

سازه‌های سبک فولادی به‌صورت پیش‌ساخته در کارخانه تولیدشده و در محل پروژه به‌سرعت مونتاژ می‌شوند. این امر زمان ساخت را تا ۴۰٪ کاهش می‌دهد (مقایسه با ساخت سنتی). مقاومت بالا: طراحی سازه با استانداردهای مدرن، مقاومت مناسبی در برابر زلزله و بارهای شدید فراهم می‌کند (دوبینا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). همچنین، فولاد گالوانیزه در برابر خوردگی و زنگ‌زدگی مقاوم بوده و به‌دلیل عدم اشتعال، ایمنی در برابر آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد. ترکیب سازه سبک فولادی با لایه‌های عایق (مانند پشم سنگ یا پلی‌استایرن) در دیوارها و سقف، عایق‌بندی حرارتی و صوتی بسیار خوبی را فراهم می‌کند (سوارز و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷).

این امر به کاهش مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش و ایجاد محیطی آرام و دل‌پذیر کمک شایانی می‌کند (لومن و سانتوس<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰). فرآیند تولید در کارخانه و مونتاژ دقیق، ضایعات مصالح ساختمانی را به حداقل می‌رساند؛ به‌طوری‌که میزان ضایعات در این سامانه کمتر از ۵ درصد در مقایسه با ۲۰ تا ۳۰ درصد در ساخت و ساز سنتی است (لی و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۴). ازسوی دیگر، فولاد به‌کاررفته در سازه فولادی سبک ۱۰۰٪ قابل بازیافت است که این ویژگی با اصول اقتصاد چرخشی و توسعه پایدار هم‌خوانی کامل دارد (می‌نونو و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۲۰). از نظر اقتصادی، هرچند هزینه اولیه ساخت با این سازه‌ها ممکن است کمی بالاتر از ساخت سنتی باشد، اما هزینه‌های کلی پروژه (شامل زمان، نیروی انسانی، حمل‌ونقل و هزینه‌های جاری بلندمدت انرژی) در طول چرخه حیات ساختمان

<sup>۱</sup> Dubina

<sup>۲</sup> Soares

<sup>۳</sup> Lohmann & Santos

<sup>۴</sup> Lee

<sup>۵</sup> Minunno

به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد (ابوحَمَد و ابوحَمَد، ۲۰۲۰).

مصرف برق تخمینی ۵ کیلووات برای هر واحد مسکونی (۶۰ مترمربع) که دارای خانوار دو عددی که زوج جوان است در نظر گرفته شده. این محاسبه باید شامل: روشنایی، لوازم خانگی (یخچال، تلویزیون، ماشین لباس‌شویی)، سامانه گرمایش/سرمایش و پمپ آب است. پمپ‌های سامانه آبیاری قطره‌ای، احتمالی روشنایی گلخانه و فن‌های تهویه.

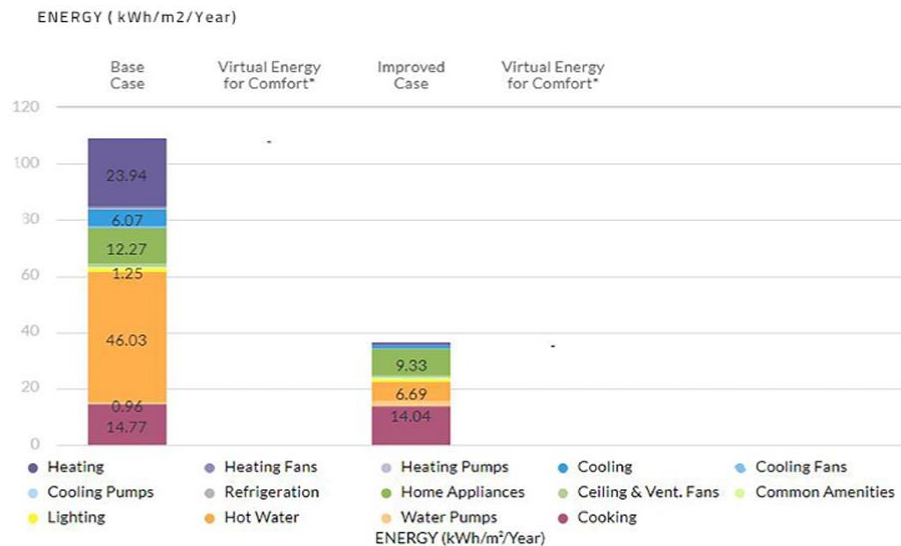
جدول (۱) مقایسه عددی مصرف بتن و فولاد در یک پلان مشابه در شهر پرند فاز سوم در ساختمان با اسکلت بتنی و با سامانه قاب خمشی ساده و سقف مشابه تیرچه‌بلوک و ساختمان با اسکلت فلزی به همراه سامانه مفصلی و سقف کامپوزیت، ساختمان فلزی یکپارچه سبک را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقایسه عددی فاکتورهای اصلی موردبررسی بین یک واحد خانه سنتی و یک واحد

ساخته‌شده با LSF در شهر پرند تهران بر اساس دیتاشیت‌های اصلی پروژه

| جنس اسکلت | میزان مصرف سیمان (تن) | میزان مصرف فولاد (تن) | وزن هر واحد با مشاعات (تن) | وزن کل ساختمان (تن) |
|-----------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| بتنی      | ۲۰/۵                  | ۴                     | ۸۵                         | ۵۱۰                 |
| فلزی      | ۱۱/۵                  | ۵/۸                   | ۵۹                         | ۳۵۷                 |
| LSF       | ۵/۲                   | ۳/۳                   | ۱۸                         | ۱۰۷                 |

مقایسه صرفه‌جویی در مصرف انرژی بین ساختمان‌های سنتی و ساختمان‌های انرژی صفر در نمودار (۱) نشان داده شده است. مقایسه شاخص شدت مصرف انرژی نشان می‌دهد که با اعمال استراتژی‌های بهینه‌سازی، کل مصرف سالانه ساختمان ۶۶ درصد کاهش یافته است. بیش‌ترین میزان صرفه‌جویی در بخش آب گرم مصرفی رخ داده که از ۴۶/۰۳ به ۶/۶۹ واحد کاهش یافته است.

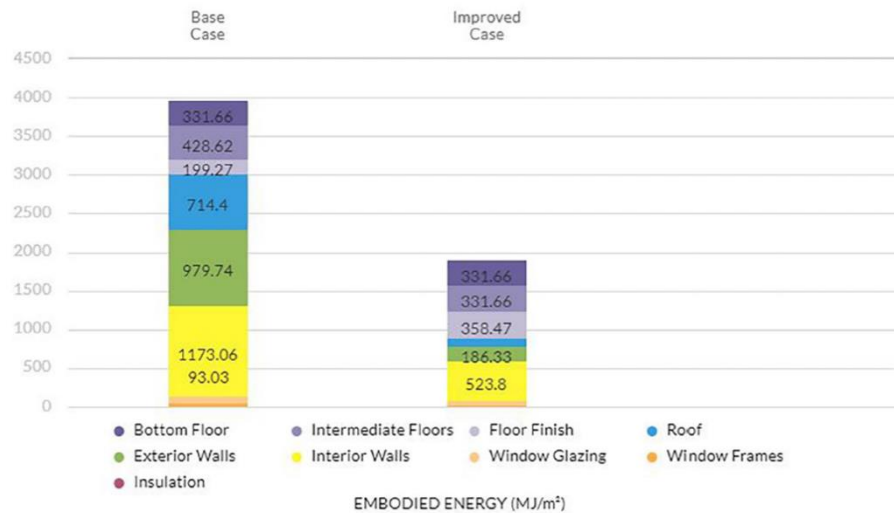


نمودار ۱. مقایسه صرفه‌جویی در مصرف انرژی بین ساختمان‌های سنتی و ساختمان‌های انرژی صفر

همچنین، بار گرمایشی که در حالت پایه ۲۳/۹۴ واحد بود، در حالت بهبودیافته به‌طور کامل حذف شده است. در مقابل، مصرف انرژی در بخش‌هایی نظیر پخت‌وپز و لوازم خانگی تغییر معناداری نداشته که نشان‌دهنده تمرکز موفق طرح بر اصلاح سامانه‌های تأسیساتی و پوسته ساختمان است.

همچنین طبق نمودار (۲)، تحلیل انرژی نهان نشان‌دهنده کاهش چشمگیر بیش از ۵۰ درصدی در استفاده از مصالح با شدت انرژی بالا در حالت بهبودیافته است؛ به‌طوری‌که مجموع انرژی نهان از حدود MJ/m<sup>4000</sup> در حالت پایه به کمتر از MJ/m<sup>1900</sup> تقلیل یافته است. بیش‌ترین کاهش متعلق به بخش دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی است که به ترتیب کاهش ۵۵ و ۸۱ درصد را تجربه کرده‌اند. این نزول قابل توجه، بیانگر جایگزینی مصالح سنتی با جایگزین‌های کم‌کربن و بهینه است.

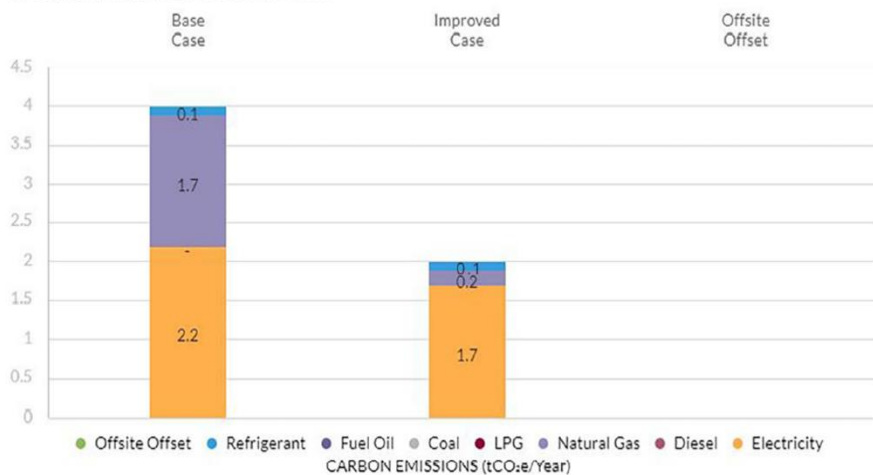
#### EMBODIED ENERGY (MJ/m<sup>2</sup>)



نمودار ۲. مقایسه صرفه‌جویی در مواد اولیه ساخت‌وساز

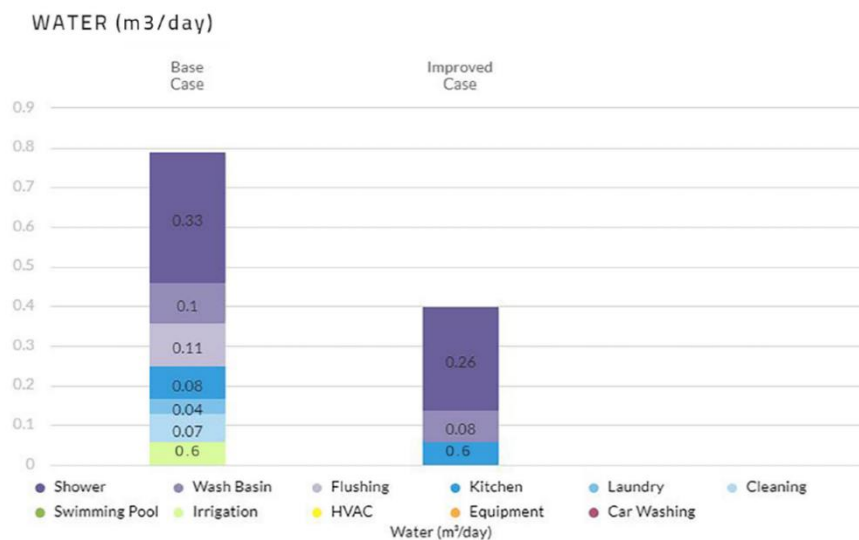
همچنین طبق نمودار (۲)، سهم انرژی نهان در بخش‌های سقف و کف نیز به شکل مؤثری بهینه‌سازی شده است که در مجموع باعث بهبود پایداری زیست‌محیطی پروژه در چرخه حیات مصالح می‌گردد.

#### Net Carbon Emissions: 2.0 tCO<sub>2</sub>e/Year/House



نمودار ۳. مقایسه کاهش تولید کربن

طبق نمودار (۳)، تحلیل اثرات زیست محیطی نشان می‌دهد که با اجرای سناریوی اصلاح شده، خالص انتشار کربن با یک کاهش ۵۰ درصدی رسیده است. نکته حائز اهمیت، کاهش چشمگیر ۸۸ درصدی در انتشار ناشی از گاز طبیعی است که از واحد تنزل یافته؛ این امر بیانگر گذار موفق از سوخت‌های فسیلی به سمت سامانه‌های برقی با بهره‌دهی بالا است. همچنین، علی‌رغم انتقال بخشی از بارهای حرارتی به شبکه برق، میزان انتشار ناشی از الکتریسیته کاهش یافته که نشان‌دهنده کاهش تقاضای کل و بهینه‌سازی هم‌زمان پوسته ساختمان است. مجموع این تغییرات، ساختمان را در آستانه دستیابی به اهداف عملیاتی کربن صفر قرار می‌دهد.



نمودار ۴. مقایسه میزان مصرف آب در ساختمان‌های سنتی و ساختمان‌های سازگار با محیط زیست

بررسی الگوی مصرف آب نشان‌دهنده کاهش حدوداً پنجاه درصدی در کل تقاضای روزانه آب است؛ به طوری که مصرف از ۰/۷۹ مترمکعب در حالت پایه به ۰/۴۰ مترمکعب در روز در سناریوی بهبود یافته تقلیل یافته است. تحلیل زیربخش‌ها حاکی از آن است که بیش‌ترین صرفه‌جویی با حذف کامل مصارف مربوط به آبیاری، فلاش تانک‌ها و شست‌وشو حاصل

شده است که می‌تواند ناشی از به‌کارگیری سامانه‌های بازیافت آب خاکستری یا استفاده از تجهیزات با جریان فوق‌کم باشد. همچنین، مصرف بخش استحمام به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده در حالت بهبودیافته، از ۰/۳۳ به ۰/۲۶ واحد کاهش یافته است. این نتایج بر کارایی استراتژی‌های یکپارچه مدیریت آب در کاهش وابستگی ساختمان به منابع آب شهری تأکید دارد (نمودار ۴).

### ۳. پیشنهادهای سیاستی

بر اساس یافته‌های تحلیلی این پژوهش که بر ترکیب فناوری سازه سبک فولادی، انرژی‌های تجدیدپذیر، مدیریت پایدار منابع و ایجاد اشتغال هم‌زمان با اسکان تأکید دارد، بسته‌های سیاستی زیر به‌صورت مشخص و عملیاتی برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران مناطق آسیب‌دیده از جنگ، ارائه می‌گردد:

الف) بسته سیاستی تسهیل‌گری ساخت و ساز پایدار که هدف آن کاهش موانع قانونی و مالی برای اجرای طرح‌های مسکن-تولید پایدار است.

#### الف-۱) اقدام پیشنهادی

تدوین آیین‌نامه اجرایی طرح‌های جامع مسکن تولید پایدار پس از بحران، گامی ساختاری در جهت تبیین دقیق مفاهیمی چون واحدهای مسکونی-تولیدی، استانداردهای فنی سازه‌های سبک فولادی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، الزامات زیست‌محیطی (به‌ویژه مدیریت آب و پسماند) و بهینه‌سازی فرایندهای صدور مجوز است.

#### الف-۲) مسئولیت اجرا و تأمین مالی

مسئولیت اجرای این بخش بر عهده وزارت راه و شهرسازی، سازمان برنامه و بودجه و سازمان حفاظت محیط زیست خواهد بود؛ به‌طوری‌که کاهش ۳۰ درصدی زمان صدور مجوزهای ساخت در سال اول، به‌عنوان شاخص موفقیت آن ارزیابی می‌شود. از سوی دیگر، به‌منظور تأمین مالی پروژه‌های پایلوت، تشکیل صندوق ملی بازسازی پایدار با سرمایه اولیه پیشنهادی ۵۰۰ میلیارد تومان در دستورکار قرار دارد. این صندوق موظف است تسهیلات

کم بهره با نرخ سود ۴ درصد و دوره بازپرداخت بلندمدت ۱۵ تا ۲۰ ساله را به خانوارها و تعاونی‌های مسکن اعطا کند. مدیریت و اجرای این بخش بر عهده بانک مرکزی، وزارت امور اقتصادی و دارایی و سازمان برنامه و بودجه است و شاخص موفقیت کلان آن، احداث حداقل ۱۰۰۰ واحد مسکونی - تولیدی در سه سال نخست تعریف می‌شود. علاوه بر این، اعمال مشوق‌های مالی از جمله معافیت ۵۰ درصدی عوارض شهرداری و سازمان نظام مهندسی برای واحدهای مبتنی بر استانداردهای سازه سبک فولادی و انرژی خورشیدی، گام مؤثری در ترغیب متقاضیان خواهد بود. شهرداری‌ها و سازمان نظام مهندسی نهادهای مسئول اجرای این بند هستند و هدف گذاری نهایی آن، افزایش ۱۵ درصدی تقاضا برای پروانه‌های ساختمانی مبتنی بر فناوری سازه فولادی سبک تعیین شده است.

(ب) بسته سیاستی توانمندسازی اقتصادی و زیست محیطی که هدف آن تضمین پایداری اقتصادی خانوارها و کاهش اثرات زیست محیطی طرح‌ها است.

#### ب-۱) اقدام پیشنهادی

برنامه جامع آموزش و مهارت آموزی ساکنان، با هدف توانمندسازی جوامع محلی، شامل ارائه دوره‌های عملیاتی و فشرده ۳ ماهه برای هر گروه در زمینه‌های مدیریت گلخانه (کشت، داشت، برداشت و بازاریابی محصولات)، نگهداری سامانه‌های خورشیدی و تجهیزات تصفیه آب و نیز اصول اولیه سازه‌های سبک فولادی جهت انجام تعمیرات جزئی است.

#### ب-۲) مسئولیت اجرا و تأمین مالی

مسئولیت اجرای این برنامه بر عهده وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور خواهد بود؛ به طوری که افزایش ۲۵ درصدی درآمد خالص خانوارها پس از گذشت یک سال از اتمام دوره (مستند به داده‌ها و اسناد پروژه استخراج شده از شرکت هوشمند سازه)، به عنوان شاخص موفقیت آن ارزیابی می‌شود. در همین راستا، اجرای طرح ایجاد شبکه توزیع و بازاررسانی محصولات پایدار از

طریق راه‌اندازی پلتفرم‌های فروش آنلاین و حضوری برای محصولات گلخانه‌ای و تضمین خرید دولتی در سال‌های نخست با قیمتی حداقل ۱۰ درصد بالاتر از میانگین نرخ بازار، در دستور کار قرار دارد. نهادهای مسئول اجرای این بخش، وزارت جهاد کشاورزی و وزارت صنعت، معدن و تجارت هستند و شاخص موفقیت آن، کاهش ۴۰ درصدی ضایعات محصولات و افزایش ۲۰ درصدی سودآوری کشاورزان تعریف شده است. همچنین هم‌زمان، در راستای استانداردسازی و حمایت از مدیریت پسماند، تدوین دستورالعمل‌های بهداشتی جهت بازچرخانی و استفاده ایمن از فاضلاب تصفیه‌شده و فضولات انسانی در کنار توزیع کیت‌های اولیه کمپوست‌سازی میان خانوارها پیش‌بینی شده است که با مسئولیت سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اجرا می‌گردد؛ شاخص موفقیت این بند نیز کاهش ۷۰ درصدی مصرف کودهای شیمیایی در گلخانه‌ها خواهد بود.

(ج) بسته سیاستی پایش و ارزیابی مستمر با هدف تضمین اثربخشی طرح‌ها، اقدام به تشکیل کمیته ملی نظارت بر طرح‌های بازسازی پایدار می‌نماید.

#### ج-۱) اقدام پیشنهادی

این کمیته که متشکل از نمایندگان وزارتخانه‌های مرتبط و کارشناسان حوزه‌های سازه سبک فولادی، انرژی‌های تجدیدپذیر، محیط زیست و اقتصاد است، وظیفه جمع‌آوری داده‌های عملکردی (شامل مصرف انرژی، درآمد، هزینه‌ها، میزان تولید و سطح رضایت‌مندی ساکنان) و ارزیابی سالانه پروژه‌ها را بر عهده دارد.

#### ج-۲) مسئولیت اجرا

مسئولیت اجرای این بخش بر عهده معاون اول رئیس‌جمهور (یا نماینده تام‌الاختیار وی) است و انتشار منظم گزارش جامع سالانه همراه با ارائه راهکارهای اصلاحی، شاخص موفقیت آن محسوب می‌شود. در همین چارچوب، طراحی شاخص‌های کلیدی عملکرد کمی و کیفی دقیق برای سنجش موفقیت طرح‌ها، مانند هزینه نهایی هر واحد مسکونی،

تولیدی، میزان صرفه جویی در مصرف انرژی، نرخ اشتغال پایدار، درآمد سرانه خانوار و کاهش انتشار کربن، توسط این کمیته ملی نظارت صورت خواهد پذیرفت.

### سپاسگزاری

از راهنمایی‌ها و کمک‌های بی‌دریغ استاد عزیزم، سرکار خانم دکتر سپیده عابدی و تمامی کسانی که برای رشد و آبادانی این مملکت تلاش می‌کنند، صمیمانه سپاسگزارم.

### تعارض منافع

تعارض منافع ندارد.

### ORCID

Mahsa Faghih Samarin



<https://orcid.org/0009-0001-3765-1937>

## منابع

- بی‌نام. (۱۳۹۹-۱۴۰۲). دیتاشیت‌ها و گزارش‌های فنی پروژه فاز سوم شهر پرند. تهران: شرکت هوشمند سازه.
- سیدشرفی، سیدمسعود، و حاتمی، شهاب‌الدین. (۱۳۹۴). امکان‌سنجی کاربرد سازه‌های سبک فولادی (LSF) به‌منظور اسکان موقت در مناطق حادثه‌دیده. چهارمین کنفرانس ملی مصالح و سازه‌های نوین در مهندسی عمران، یاسوج.

## References

- Abouhamad, M., & Abu-Hamd, M. (2020). Life cycle environmental assessment of light steel framed buildings with cement-based walls and floors. *Sustainability*, 12(24), 10686. <https://doi.org/10.3390/su122410686>
- American Iron and Steel Institute (AISI). (2020). North American specification for the design of cold-formed steel structural members (AISI S100-16/R2020). Washington, DC: AISI.
- Anonymous. (2020–2023). Datasheets and technical reports of the Phase III project, Parand City. Tehran: Hooshmand Sazeh Company. [In Persian]
- Drottberger, A., Zhang, Y., Yong, J. W. H., & Dubois, M. C. (2023). Urban farming with rooftop greenhouses: A systematic literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113884. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113884>
- Dubina, D. (2008). Behavior and performance of cold-formed steel-framed houses under seismic action. *Journal of Constructional Steel Research*, 64(7–8), 896–913. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2008.01.029>
- Duffie, J. A., Beckman, W. A., & Blair, N. (2020). *Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Kahvecioğlu, B., & Arslan Selçuk, S. (2025). Review of sustainable temporary housing and reuse strategy for post-disaster architectures: Current trends and strategic gaps. *Journal of Engineering and Applied Science*, 72(1), 25. <https://doi.org/10.1186/s44147-025-00581-4>
- Lee, Y. H., Tan, C. S., Mohammad, S., Tahir, M. M., & Shek, P. N. (2014). Review on cold-formed steel connections. *The Scientific World Journal*, 951216. <https://doi.org/10.1155/2014/951216>
- Lohmann, V., & Santos, P. (2020). Trombe wall thermal behavior and energy efficiency of a light steel frame compartment: Experimental and numerical assessments. *Energies*, 13(11), 2744. <https://doi.org/10.3390/en13112744>

- Minunno, R., O'Grady, T., Morrison, G. M., & Gruner, R. L. (2020). Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: A circular economy case study of a modular building. *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104855. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104855>
- Seyyedsharafi, S. M., & Hatami, Sh. (2015). *Feasibility of using light steel frame (LSF) structures for temporary housing in disaster-affected areas*. 4th National Conference on New Materials and Structures in Civil Engineering, Yasouj, Iran. [In Persian]
- Soares, N., Santos, P., Gervásio, H., Costa, J. J., & Simões da Silva, L. (2017). Energy efficiency and thermal performance of lightweight steel-framed (LSF) construction: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 194–209. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.066>

**استناد به این مقاله:** فقیه ثمرین، مهسا. (۱۴۰۴). بازسازی مراکز مسکونی آسیب‌دیده در جنگ با استفاده از روش LSF و تبدیل هم‌زمان آن‌ها به ساختمان سازگار با محیط زیست، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*، ۱۴(۵)، صفحات ۹۹-۱۱۶. DOI: 10.22054/eenr.2026.92358.230



Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.