Scientific-Research Quarterly Journal
of Technical Science
Khatam Al-Nabieen University
Volume 2, Issue 4, Autumn 2024

Building lightness and its economic efficiency

Eng. Naqebullah Satarzada[1]

Abstract:
The present paper, which is a theoretical/analytical paper, examines and compares building lightweighting methods, especially 3D panel and brick systems, and emphasizes the importance of this issue in the field of reducing the weight of buildings and improving energy efficiency. Given the increasing need for sustainable and optimal construction, the 3D panel system is introduced as a modern and efficient option that is composed of lightweight and high-strength materials and can significantly reduce the dead load of the building and at the same time increase earthquake resistance. In contrast, brick, as a traditional material with its own characteristics, is still used in many areas due to its lower cost and easy availability. The comparative results show that the volumetric weight of brick is 1800 kg/m3, while the volumetric weight of 3D panel is only 200 kg/m3. Also, the cost of one cubic meter of brick is estimated at 529 Afghanis and the cost of a panel is estimated at 1087 Afghanis. The results show that 3D panels are a suitable option for modern projects due to their thermal insulation properties and faster construction, while brick can continue to be used in traditional construction due to its low cost and easy availability. This research helps engineers and architects to choose appropriate methods, not only to improve the quality of construction, but also to reduce costs and environmental impacts.

Keywords: lightweight construction, construction, economic efficiency, less time, less cost.

[1] Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khatam Al-Nabieen University, Kabul, Afghanistan.
mail: n.satarzada@knu.edu.af، Phone: +93794733455

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

فصلنامه علمی - تحقیقی علوم فنی
پوهنتون خاتم‌النبیین(ص)
سال دوم ، شماره‌ی چهارم، خزان ۱۴۰۳
صفحه ۹۶ - ۱۱۳

سبک‌سازی ساختمان وموثریت اقتصادی آن

انجنیر نقیب الله ستارزاده[1]

چکیده:

مقاله حاضر که یک مقاله نظری/تحلیلی است به بررسی و مقایسه روش‌های سبک‌سازی ساختمان، به‌ویژه سیستم‌های تریدی پنل و خشت، می‌پردازد و اهمیت این موضوع را در زمینه کاهش وزن ساختمان‌ها و بهبود کارایی انرژی مورد تأکید قرار می‌دهد. با توجه به افزایش نیاز به ساخت و ساز پایدار و بهینه، سیستم تریدی پنل به‌عنوان یک گزینه مدرن و کارآمد معرفی می‌شود که از مواد سبک و با استحکام بالا تشکیل شده و می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بار مرده ساختمان را کاهش دهد و در عین حال مقاومت در برابر زلزله را افزایش دهد. در مقابل، خشت به‌عنوان یک ماده سنتی با ویژگی‌های خاص خود، به دلیل هزینه کمتر و دسترسی آسان در بسیاری از مناطق هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج مقایسه‌ای نشان می‌دهد که وزن حجمی خشت ۱۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است، در حالی‌که وزن حجمی تریدی پنل تنها ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. همچنین، هزینه یک مترمکعب خشت ۵۲۹ افغانی و هزینه تریدی پنل ۱۰۸۷ افغانی برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که پنل‌های سه‌بعدی به دلیل ویژگی‌های عایق حرارتی و ساخت سریع‌تر، گزینه‌ای مناسب برای پروژه‌های مدرن هستند، درحالی‌که خشت به دلیل هزینه پایین و دسترسی آسان می‌تواند در ساخت‌وسازهای سنتی همچنان مورداستفاده قرار گیرد. این تحقیق به انجنیران و معماران کمک می‌کند تا با انتخاب روش‌های مناسب، نه‌تنها به بهبود کیفیت ساخت، بلکه به کاهش هزینه‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی نیز بپردازند.

کلیدواژه‌ها: سبک‌سازی، ساختمان، موثریت اقتصادی، زمان کمتر، هزینه کمتر.

[1] دیپارتمنت سیول، پوهنځی انجنیری، پوهنتون خاتم النبیین(ص)،کابل افغانستان، n.satarzada@knu.edu.af ، +93794733455

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

۱. مقدمه

با پیشرفت‌های چشمگیر در صنعت ساخت‌وساز، استفاده از مواد سبک ساختمانی به‌عنوان یک راهکار کارآمد و اقتصادی در پروژه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. این مواد به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود، از جمله کاهش وزن، عایق‌بندی بهتر و سهولت در نصب، به گزینه‌ای محبوب برای معماران و مهندسان تبدیل شده‌اند. مواد سبک معمولاً شامل پنل‌های پیش‌ساخته، بلوک‌های سبک، فوم‌های عایق و مصالح ترکیبی هستند که به‌طور خاص برای کاهش بار ساختمان و افزایش کارایی انرژی طراحی شده‌اند. این ویژگی‌ها نه‌تنها به بهبود عملکرد ساختمان کمک می‌کنند، بلکه می‌توانند هزینه‌های ساخت و نگهداری را نیز به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهند. علاوه بر این، استفاده از مواد سبک در ساختمان‌سازی به کاهش تأثیرات زیست‌محیطی کمک می‌کند؛ زیرا تولید و حمل‌ونقل این مواد معمولاً انرژی کمتری مصرف کرده و در نتیجه، ردپای کربنی کمتری ایجاد می‌شود. با توجه به چالش‌های جهانی مانند تغییرات اقلیمی و کمبود منابع طبیعی، انتخاب مواد سبک می‌تواند به‌عنوان یک راه‌حل پایدار و هوشمندانه در صنعت ساخت‌وساز مطرح شود. تحقیقات انجام‌شده در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که استفاده از این مواد می‌تواند به‌طور متوسط تا ۳۰ درصد بهبود عملکرد و پایداری ساختمان‌ها را به همراه داشته باشد. در ادامه، این مقاله به بررسی انواع مختلف مواد سبک ساختمانی، مزایا و معایب آن‌ها، و تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی استفاده از این مواد می‌پردازد و هدف آن ارائه درک عمیق‌تری از نقش این مواد در آینده ساخت‌وساز و اهمیت آن‌ها در طراحی و اجرای پروژه‌های مدرن است**[2-1]**.

درزمینهٔ سبک‌سازی ساختمان تحقیقاتی صورت گرفته که به بعضی آن اشاره می‌نماییم:

در دهه ۱۹۷۰ آغاز تحقیقات جدی در زمینه استفاده از مواد سبک و بهینه‌سازی ساختمان‌ها به دلیل بحران انرژی و نیاز به کاهش هزینه‌های ساخت و ساز صورت گرفته است [3].

به ادامه تحقیقات در دهه ۱۹۹۰-۱۹۸۰ توسعه فناوری‌های جدید و مواد پیشرفته، ازجمله کانکریت‌های سبک و فولادهای خاص، که به بهبود عملکرد سازه‌ها کمک کردند انجام‌شده است[4] .

به همین شکل در سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۰: تحقیقات گسترده‌ای در خصوص تأثیرات زیست‌محیطی و اقتصادی سبک‌سازی ساختمان، به‌ویژه با توجه به تغییرات اقلیمی و نیاز به پایداری صورت گرفته است[5].

همچنان سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۰: افزایش توجه به طراحی پایدار و تکنیک‌های نوین، مانند استفاده از فناوری‌های BIM (مدل‌سازی اطلاعات ساختمان) و مواد نوآورانه انجام‌شده است [6].

وهمچنان سال‌های ۲۰۲۰ به بعد :تحقیقات جدید در زمینه تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سبک‌سازی ساختمان در راستای توسعه پایدار و بهبود کیفیت زندگی نیز صورت گرفته است [7].

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

۲. مفهوم سبک‌سازی ساختمان

سبک‌سازی ساختمان به مجموعه‌ای از روش‌ها و تکنیک‌ها اطلاق می‌شود که باهدف کاهش وزن ساختمان و بهینه‌سازی استفاده از مصالح و منابع در پروسه ساخت‌وساز به کار می‌رود. این مفهوم نه‌تنها به طراحی و انتخاب مصالح مربوط می‌شود، بلکه شامل استراتژی‌های مدیریتی، انجنیری و فناوری‌های نوین نیز هست. در ادامه به بررسی ابعاد مختلف این مفهوم می‌پردازیم[8-9] .

تعریف سبک‌سازی

سبک‌سازی به معنای کاهش بار مرده (وزن ساختمان) به شکلی است که ساختمان همچنان قادر به تحمل بارهای زنده (بارهای ناشی از استفاده) و بارهای جانبی (مانند زلزله و باد) باشد. این کار از طریق انتخاب مصالح مناسب، طراحی هوشمندانه و به‌کارگیری فناوری‌های نوین انجام می‌شود[9] .

۳. اهمیت سبک‌سازی

یکی از اهداف اصلی سبک‌سازی، افزایش ایمنی ساختمان است. با کاهش وزن ساختمان، فشار بر روی تهداب و زمین زیرین کاهش می‌یابد، که این موضوع به بهبود پایداری و مقاومت در برابر نیروهای طبیعی مانند زلزله کمک می‌کند. ساختمان‌های سبک‌تر می‌توانند در برابر بارهای جانبی بهتر عمل کنند و خطر آسیب دیدن در شرایط بحرانی را کاهش دهند[10] .

در ضمن سبک‌سازی به کاهش هزینه‌های ساخت و نگهداری کمک می‌کند. با کاهش وزن ساختمان، نیاز به مصالح و تأسیسات زیرساختی کمتری وجود دارد. این موضوع به کاهش هزینه‌های عمومی پروژه و همچنین تسهیل در فرآیند نصب و اجرای پروژه کمک می‌کند[2] .

و ساختمان‌های سبک معمولاً طراحی بهتری برای بهره‌وری انرژی‌دارند. استفاده از مصالح سبک و تکنیک‌های طراحی نوین می‌تواند به کاهش مصرف انرژی در طول عمر ساختمان کمک کند. این امر به کاهش هزینه‌های انرژی و اثرات زیست‌محیطی منجر می‌شود[11] .

۴. روش‌های سبک‌سازی

انتخاب مصالح سبک و باکیفیت یکی از مهم‌ترین مراحل در سبک‌سازی است. برخی از مصالح متداول در این زمینه عبارت‌اند از:

- **کانکریت سبک**: با استفاده از مواد سبک‌تری مانند پرلیت یا پوکه تولید می‌شود.
- **فولاد گالوانیزه**: به دلیل مقاومت بالا و وزن کم، گزینه‌ای مناسب برای ساخت ساختمان‌های سبک است.
- **کامپوزیت‌ها**: با ترکیب مواد مختلف، مصالحی با وزن کم و مقاومت بالا تولید می‌کنند[12] .

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

طراحی بهینه و به‌کارگیری اصول انجنیری می‌تواند به کاهش وزن ساختمان کمک کند. برخی از روش‌ها شامل:

- **تحلیل ساختمانی**: استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته برای شبیه‌سازی و تحلیل بارها.
- **هندسه بهینه**: طراحی ساختمان‌ها به‌طور هوشمندانه به‌گونه‌ای که توزیع بار به بهترین شکل انجام شود[13] .

۴-۱. استفاده از فناوری‌های نوین

فناوری‌های جدید مانند چاپ سه‌بعدی و سیستم‌های مدو لار می‌توانند در سبک‌سازی ساختمان مؤثر باشند. این فناوری‌ها امکان تولید اجزای ساختمان سبک و دقیق را فراهم می‌کنند[2] .

۴-۲. چالش‌ها و ملاحظات

هرچند سبک‌سازی مزایای زیادی دارد، اما چالش‌هایی نیز به همراه دارد. ازجمله:

- **تأثیرات زیست‌محیطی**: انتخاب مصالح باید با توجه به تأثیرات زیست‌محیطی آن‌ها انجام شود.
- **محدودیت‌های طراحی**: برخی از طراحی‌ها ممکن است نیاز به مصالح سنگین‌تری داشته باشند که این موضوع می‌تواند محدودیت‌هایی برای سبک‌سازی ایجاد کند.
- **قوانین و استانداردها** :رعایت استانداردهای ساختمانی و مقررات محلی در فرآیند سبک‌سازی الزامی است.

مفهوم سبک‌سازی ساختمان به‌عنوان یک رویکرد نوین در مهندسی و معماری، به کاهش وزن ساختمان، افزایش ایمنی و بهینه‌سازی مصرف انرژی منجر می‌شود. با توجه به چالش‌ها و ملاحظات موجود، انتخاب صحیح روش‌ها و مصالح، نقش حیاتی در موفقیت پروژه‌های ساختمانی ایفا می‌کند. درنهایت، سبک‌سازی نه‌تنها به بهبود عملکرد ساختمان‌ها کمک می‌کند، بلکه به سمت توسعه پایدار و بهینه‌سازی منابع نیز هدایت می‌شود[11] .

۵. تأثیر مواد سبک در کاهش زمان اجرا

استفاده از مواد سبک در ساخت‌وساز نه‌تنها به کاهش وزن ساختمان کمک می‌کند، بلکه تأثیرات قابل‌توجهی بر زمان اجرای پروژه نیز دارد. در ادامه، به‌تفصیل به این تأثیرات پرداخته می‌شود:

کاهش زمان حمل‌ونقل

مواد سبک معمولاً وزن کمتری دارند، بنابراین حمل‌ونقل آن‌ها به محل پروژه سریع‌تر و آسان‌تر است. به همین شکل زمان کمتری برای بارگیری و تخلیه این مصالح صرف می‌شود، که به تسریع در شروع عملیات ساخت کمک می‌کند[11] .

سرعت در نصب و اجرا

بسیاری از مصالح سبک، مانند پانل‌های پیش‌ساخته و بلوک‌های سبک، به‌گونه‌ای طراحی‌شده‌اند که به‌راحتی و سرعت نصب شوند. این مصالح معمولاً نیاز به زمان کمتری برای آماده‌سازی و نصب دارند، که باعث افزایش سرعت کل پروژه می‌شود[11] .

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

استفاده از مصالح سبک می‌تواند نیاز به مراحل اضافی مانند کانکریت‌ریزی و خشک شدن را کاهش دهد. برای مثال، در ساخت دیوارها، استفاده از پانل‌های پیش‌ساخته می‌تواند زمان را به‌شدت کاهش دهد[11] .

کاهش نیاز به تجهیزات سنگین

به دلیل کاهش وزن مواد، نیاز به استفاده از تجهیزات سنگین مانند جرثقیل‌ها و ماشین‌آلات بزرگ کمتر می‌شود. این موضوع نه‌تنها زمان لازم برای تنظیم و استفاده از تجهیزات را کاهش می‌دهد، بلکه هزینه‌های اجرایی را نیز به حداقل می‌رساند[2] .

کاهش زمان خشک شدن ومراقبت

برخی از مصالح سبک، مانند کانکریت سبک یا عایق‌های خاص، زمان خشک شدن و مراقبت کمتری نیاز دارند. این ویژگی می‌تواند به تسریع در مراحل بعدی ساخت‌وساز کمک کند، زیرا کارگران می‌توانند سریع‌تر به سراغ مراحل بعدی بروند[14] .

کاهش تأثیرات جوی

استفاده از مصالح سبک می‌تواند به کاهش تأثیرات جوی بر روی روند ساخت‌وساز کمک کند. به‌عنوان‌مثال، مصالح سبک معمولاً کمتر تحت تأثیر باران یا رطوبت قرار می‌گیرند. این به معنای کاهش وقفه‌های ناشی از شرایط جوی و تسریع در اجرای پروژه است[15] .

انعطاف‌پذیری در طراحی

مصالح سبک به انجنیران و معماران این امکان را می‌دهند که طرح‌های خلاقانه‌تری را پیاده‌سازی کنند و به‌راحتی تغییراتی در طرح ایجاد کنند. این انعطاف‌پذیری می‌تواند به کاهش زمان موردنیاز برای طراحی و اصلاحات در حین اجرا منجر شود[2] .

کاهش نیاز به نیروی کار

به دلیل سرعت بیشتر نصب و اجرای مصالح سبک، ممکن است نیاز به تعداد کمتری کارگر برای انجام پروژه باشد.

این می‌تواند به کاهش زمان کلی پروژه و همچنین هزینه‌های نیروی کار کمک کند[2] .

کاهش زمان نهایی پروژه

با استفاده از مصالح سبک، زمان کلی پروژه به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد و می‌توان پروژه‌ها را سریع‌تر به پایان رساند.

این موضوع می‌تواند به جلب رضایت مشتریان کمک کرده و فرصت‌های تجاری را افزایش دهد. استفاده از مواد سبک در ساخت‌وساز تأثیرات عمیقی بر زمان اجرای پروژه دارد. از کاهش زمان حمل‌ونقل و نصب گرفته تا کاهش نیاز به تجهیزات و نیروی کار، همه این عوامل به تسریع در فرآیند ساخت‌وساز کمک می‌کنند. به‌این‌ترتیب، مواد سبک نه‌تنها به بهبود کارایی ساخت‌وساز کمک می‌کنند، بلکه به کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان نیز منجر می‌شوند[2] .

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

۶. مقایسه وزنی تریدی پنل و خشت

برای مقایسه وزنی تریدی پنل و خشت، ابتدا باید به خصوصیات و ویژگی‌های هر یک از این مصالح بپردازیم.

تریدی پنل

تری دی پنل (3D Panel) یک دیوار پیش‌ساخته است که از دو قسمت هسته عایق پلی استایرن نسوز (یونولیت) و شبکه‌های از قبل ولدینگ شده (مربعات) تشکیل‌شده است که به‌وسیله سیم‌های تابیده‌شده به‌صورت مثلثی به یکدیگر متصل است که با نصب و کانکریت پاشی (شاتکریت یا کانکریت پاشنده) روی آن از اتفاق دو شبکه فولادی و کانکریت بسیار مقاوم و محکمی به دست می‌آید.[16]

(شکل ۱) تریدی پنل

وجود لایه پلی استایرن در اعضای پنلی به‌کاررفته باعث کاهش وزن قطعات دیوار و سقف شده و علاوه بر انتقال آسان‌تر، از مجموع وزن ساختمان نیز کم می‌کند. این پنل ها در ساختمان به‌صورت دیافراگم افقی ساختمان، دیوار باربر ساختمان و یا دیوارهای جداکننده غیر باربر به کار می‌روند[16] .

این پنلها ترکیبی است از شبکه‌های مربعات در طرفین پنل که این شبکه‌ها تشکیل‌شده از سیم تابی های ۳ میلی‌متری که به روش کششی سرد از سیم تابی ۶/۵ میلی‌متری تهیه‌شده است و در جهت ارتقاء کیفیت ولدینگ، این سیم تابی ها به‌صورت اسید شور شده می‌باشند و با تکنولوژی ولدینگ های نقطه‌ای به‌صورت شبکه درآمده است و صفحه پلی استایرن باضخامت ۳ الی ۲۰ سانتی‌متر در بین شبکه‌های ولدینگ قرار می‌گیرد و شبکه‌های مربعات طرفین پنل توسط مثلثی‌های مورب (سیم تابی های برش گیر) به یکدیگر ولدینگ می‌شوند تا استحکام خود را توأم از ترکیب فولاد و کانکریت به دست آورند و همانند یک قطعه کانکریت عمل نمایند[16] .

لازم به ذکر است این پنل ها به دلیل دارا بودن لایه پلی استایرن صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه‌ای در مصرف سوخت و انرژی‌دارند و هم‌چنین بهترین عایق برای صدا و صوت هست.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

ابعاد پنل سه بعدی

به‌طورکلی ابعاد و مربعات یک پنل استاندارد به شرح ذیل هست:

- عرض: ۱۲۰۰ میلی‌متر
- طول: ۶۰۰۰ میلی‌متر
- وزن تقریبی: ۶ کیلو گرام بر مترمربع
- ضخامت پلی استایرن: ۴۰،۶۰،۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر
- سیم تابی: ابعاد شبکه‌ها ۵۰x۵۰ میلی‌متر به قطر ۲.۸ میلی‌متر
- قطر اعضای مثلث: ۵ میلی‌متر
- فاصله مثلث‌ها از یکدیگر: ۱۰۰ میلی‌متر
- ضخامت کانکریت یا شاتکریت: ۴۰ الی ۸۰ میلی‌متر [16]

وزن:

- **وزن متوسط :**وزن تریدی پنل‌ها معمولاً بین ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم در مترمربع است، بسته به نوع عایق و ضخامت پنل.
- **مزایا :**وزن سبک این پنل‌ها موجب کاهش بار مرده ساختمان و آسان‌تر شدن حمل‌ونقل و نصب می‌شود.

(جدول ۱) جدول مشخصات تریدی پنل و قیمت آن

قیمت یک متر مربع تردیدی پنل					قیمت یک متر مکعب کاک	
دانسی	ضخامت cm	قیمت با جال 5x5	قیمت با جال 6x6	قیمت با جال 8x8	دانسی	قیمت یک متر مکعب
8	5	$6.90	$6.60	$5.72	8	$25.00
8	7	$7.30	$7.00	$6.14	9	$25.20
8	10	$8.00	$7.85	$6.90	10	$27.50
8	12	$8.50	$8.33	$7.32	12	$33.00
10	5	$7.14	$6.85	$6.00	15	$41.25
10	7	$7.66	$7.22	$6.50	17	$46.75
10	10	$8.58	$8.00	$7.42	20	$55.00
10	12	$9.10	$8.52	$7.94	22	$57.20
12	5	$7.40	$6.96	$6.24	25	$65.00
12	7	$8.00	$7.59	$6.86	30	$78.00
12	10	$9.10	$8.64	$7.94	35	$91.00
12	12	$9.72	$9.30	$8.57	40	$104.00

خشت: خشت سازی و استفاده از خشت از زمان‌های قدیم در معماری مروج بوده و حالا نیز من حیث یک مواد ساختمانی استفاده وسیع دارد، خشت‌ها در داش‌های خشت‌پزی پخته‌شده بعداً در ساختمان‌ها از آن استفاده می‌شود. از خشت‌ها برای تزئین دیوارها، سقف‌ها، کتاره ها استفاده می‌شود و نسبت به سایر مواد ساختمانی ارزان نیز هست و همین برتری خشت‌ها باعث استفاده وسیع آن‌ها شده است.

خشت‌ها در فابریکه های خشت به ابعاد و اندازه‌های مختلف تولید می‌شوند. مانند (7x11x22) و (5x10x22) سانتی‌متر. خشت خوب درجه اول باید دارای سختی (مقاومت)

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

مناسب و خوب پخته‌شده باشد و دارای شکل منظم و رنگ سرخ یا مسی و سطح هموار و صاف باید داشته باشد و سطح آن بسیار لشم هم نباشد.[16]

(شکل ۲) خشت مرغوب

مزایا: خشت به‌عنوان یک مصالح سنتی دارای قابلیت‌های خوبی در عایق‌بندی حرارتی و صوتی است، اما وزن آن بیشتر از تریدی پنل است.

مقایسه وزنی

(جدول ۲) وزن حجمی مواد

شماره	جدول حجمی مواد	Kg/m^3
۱	کانکریت	۲۴۰۰
۲	خشت	۱۸۰۰
۳	پشم‌شیشه	۲۸ الی ۱۰۰
۴	تردی پنل (کاک)	۲۰۰
۵	المونیم	۲۰۰۰
۶	قیر	۱۸۰۰
۷	گچ	۸۵۰
۸	سنگ چونه	۱۱۰۰
۹	مصالح سمنتی	۱۸۰۰
۱۰	مصالح چونه ای	۱۶۰۰
۱۱	خاک‌های ساختمانی به‌طور اوسط	۱۳۰۰
۱۲	فلزات آهن فولاد	۷۸۵۰
۱۳	مرمر	۲۷۰۰

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

تعداد خشت در یک مترمکعب خشت‌کاری:

ابعاد خشت:

L=0.22m

B=0.07m

H=0.11m

حجم یک‌دانه خشت $V=LxBxH=0.22mx0.07mx0.11m=0.001694m^3$ (1)

تعداد خشت در یک مترمکعب خشت:

$$N=\frac{1m^3}{0.001694m^3}\rightarrow N=590 \quad (2)$$

در خشت‌کاری مانند سنگ‌کاری ۲۵-۳۰ فیصد آن حجم مصالح تشکیل می‌دهد که در این صورت تعداد خالص خشت قرار ذیل خواهد بود.

$$\begin{cases}590=100\% \\ x=25\%\end{cases}\rightarrow x=147.5=147 \quad (3)$$

$N=590-147\rightarrow N=443$ (4)

در کار های ساختمانی در یک مترمکعب خشت‌کاری بادر نظر داشت ۲۵٪ مصالح و ضایعات خشت ۵۰۰ دانه خشت در نظر گرفته می‌شود.

مقایسه وزن خشت و تریدی پنل: نظر به جدول فوق وزن حجمی خشت ۱۸۰۰ کیلو گرام بر مترمکعب است اما از تریدی پنل ۲۰۰ کیلو گرام بر مکعب است.

۷. سبک‌سازی و تأثیر آن در کاهش هزینه ساختمان

هر ساختمان که ساخته میشود انجنیران کوشش میکنند که ساختمان با وزن کم باشد تا پایه داری خویش را حفظ نماید که در نتیجه هز ینه ساخت ساختمان کم میشود زیرا انتقال مواد سبک ارزان، حمل و نقل و نصب آن نیز آسان میباشد.

- **کاهش هزینه‌های ساخت‌وساز:** استفاده از مصالح سبک معمولاً هزینه‌های ساخت را کاهش می‌دهد. این امر به‌ویژه در پروژه‌های بزرگ‌مقیاس اهمیت دارد و می‌تواند به صرفه‌جویی در منابع مالی کمک کند.
- **افزایش بهره‌وری انرژی:** ساختمان‌های سبک معمولاً عایق بهتری دارند و مصرف انرژی کمتری دارند. این موضوع می‌تواند به کاهش هزینه‌های انرژی برای ساکنان و کسب‌وکارها منجر شود.
- **جذب سرمایه‌گذاری:** پروژه‌های ساختمانی که از مواد سبک استفاده می‌کنند، معمولاً جذاب‌تر برای سرمایه‌گذاران هستند.
- **دسترسی بهتر به خدمات:** با طراحی مناسب، ساختمان‌های سبک می‌توانند به ایجاد فضاهای نزدیک به خدمات عمومی مانند مدارس، مراکز بهداشتی و فروشگاه‌ها کمک کنند، که این امر به تسهیل زندگی روزمره ساکنان منجر می‌شود[2] .

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

سبک‌سازی ساختمان تأثیرات عمیق و گسترده‌ای بر ابعاد فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی یک کشور دارد. با توجه به چالش‌های مدرن، اتخاذ رویکردهای پایدار در صنعت ساخت‌وساز نه‌تنها به بهبود کیفیت زندگی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به رشد اقتصادی و حفظ فرهنگ نیز منجر شود.

آینده سبک‌سازی ساختمان و تأثیر آن بر صنعت ساخت‌وساز، به‌ویژه در زمینه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی، بسیار امیدوارکننده است. در ادامه به برخی از جنبه‌های کلیدی این موضوع می‌پردازم:

سهولت‌ها:

- **کاهش هزینه‌های ساخت مواد سبک‌تر**: استفاده از مواد سبک‌تر معمولاً هزینه‌های مواد و حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد. ساختمان‌های سبک‌تر نیاز به تأسیسات کمتری دارند که منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌شود. و همچنان کاهش وزن ساختمان یکی از مهم‌ترین جنبه‌های سبک‌سازی است که تأثیرات قابل‌توجهی بر هزینه‌ها و عملکرد کلی ساختمان دارد.
- **استفاده از مصالح سبک**: مصالحی مانند کانکریت سبک، پنل های پیش‌ساخته (تریدی پنل)، فولاد سبک و چوب‌های مهندسی‌شده می‌توانند وزن کلی ساختمان را کاهش دهند. این مواد معمولاً هزینه کمتری نسبت به مصالح سنگین دارند. کاهش نیاز به مواد اضافی با کاهش وزن اجزا، نیاز به مصالح اضافی برای تقویت و پشتیبانی از ساختمان نیز کاهش می‌یابد.
- **کاهش زمان ساخت**: ساختمان‌های سبک‌تر معمولاً سریع‌تر ساخته می‌شوند، که منجر به کاهش هزینه‌های نیروی کار و زمان پروژه می‌شود.
- **کاهش نیاز به تجهیزات سنگین**: در پروژه‌های ساختمانی با وزن کمتر، نیاز به جرثقیل‌ها و تجهیزات سنگین برای حمل‌ونقل و نصب نیز کاهش می‌یابد.
- **طول عمر بیشتر ساختمان‌ها**: ساختمان‌های سبک‌تر معمولاً تحت‌فشار کمتری قرار دارند و این می‌تواند منجر به افزایش طول عمر آن‌ها شود، که درنتیجه هزینه‌های نگهداری را کاهش می‌دهد.

کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های سبک‌تر معمولاً در برابر زلزله و سایر نیروهای طبیعی مقاوم‌تر هستند، که می‌تواند هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهد[9] .

کاهش هزینه‌های انرژی: بهبود کارایی انرژی ساختمان‌های سبک‌تر معمولاً دارای طراحی بهینه‌تری هستند که منجر به مصرف کمتر انرژی برای گرمایش و سرمایش می‌شود. این موضوع می‌تواند هزینه‌های انرژی را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهد. استفاده از سیستم‌های انرژی تجدیدپذیرساختمان‌هایی که سبک‌تر هستند، می‌توانند به‌راحتی سیستم‌های خورشیدی یا زمین‌گرمایی را نصب کنند که هزینه‌های انرژی را بیشتر کاهش می‌دهد[17] .

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

نظر به محاسبات که در فوق صورت گرفته در یک مترمکعب با در نظر داشت ضایعات آن ۵۰۰ عدد خشت استفاده می‌گردد اگر قیمت یک عدد خشت مرغوب ۳.۵ افغانی باشد که قیمت ۵۰۰ عدد آن ۱۷۵۰ افغانی می‌شود.

دریافت فیصدی مصالح:

$$\begin{cases} 0.847m^3 = 100\% \\ x = 25\% \end{cases} \rightarrow x = 0.21m^3 \quad (5)$$

نسبت مصالح‌مجموع (6) $1:6 \rightarrow 1 + 6 = 7$

مقدار ریگ(7) $\frac{0.21}{7} x1.52x6 \rightarrow = 0.3m^3$

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

$\frac{0.21}{7} x1.52x1 \rightarrow = 0.05m^3$ (8) مقدار سمنت

$M3x1440\frac{kg}{m^3} = 72kg$ (9)

$0.05x$ سمنت

$$\begin{cases} 1bag = 50kg \\ X = 72 \end{cases} \rightarrow X = 1.44 \approx 1.5bag \quad (10)$$

قیمت یک مترمکعب ریگ نظر به نرخ روز در بازار ۶۰۰ افغانی است بناء ۰.۳ مترمکعب آن ۱۸۰ افغانی می‌شود.

قیمت یک خریطه سمنت به نرخ روز در بازار ۳۸۰ افغانی است بناء ۱.۵ خریطه سمنت آن ۵۷۰ افغانی می‌شود.

قیمت تمام شد یک مترمکعب خشت‌کاری:

خشت ۱۷۵۰ افغانی

ریگ ۱۸۰ افغانی

سمنت ۵۷۰ افغانی

قیمت مجموعی:۲۵۰۰ افغانی

نظر به محاسبات که در فوق برای یک مترمکعب خشت صورت گرفته است حالا محاسبه را به اساس یک متر دیوار به ضخامت ۰.۲۵ متر انجام می‌دهیم و قیمت تمام شد آن را با یک متر دیوار از جنس تریدی پنل مقایسه می‌کنیم.

$1mx1mx0.25m=0.25m^3$ (11)

$$\begin{cases} 1m^3 = 500 \text{ عدد خشت} \\ 0.25m^3 = x \end{cases} \rightarrow x = 125 \quad (12)$$

۲۵ الی ۳۰ فیصد آن را مصالح تشکیل می‌دهد.

$$\begin{cases} 125 = 100\% \\ x = 25\% \end{cases} \rightarrow x = 31 \text{ عدد} \quad (13)$$

$N=125-31=94$ (14)

خشت مرغوب دانه ۳.۵ افغانی در بازار است و ضرب ۹۴ دانه می‌نماییم که درنتیجه ۳۲۹ افغانی.

حالا مقدار ریگ و سمنت مصالح خشت‌کاری را محاسبه نماییم:

$$\begin{cases} 0.25m^3 = 100\% \\ x = 25\% \end{cases} \rightarrow x = 0.0625 \quad (15)$$

مجموع $1:6 \rightarrow 1 + 6 = 7$ (16)

نسبت مصالح

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

مقدار ریگ $\frac{0.0625}{7} x1.52x6 \rightarrow = 0.08m^3$ (17)

مقدار سمنت $\frac{0.0625}{7} x1.52x1 \rightarrow = 0.014m^3$ (18)

سمنت $0.014 \text{m}^3 \text{x} 1440 \frac{kg}{m^3} = 20kg$ (19)

$$\begin{cases} 1bag = 50kg \\ X = 20 \end{cases} \rightarrow X = 0.4\,bag \quad (20)$$

نظر به نر خ بازار قیمت یک مترمکعب ریگ ۶۰۰ افغانی است.

$$\begin{cases} 1m^3 = 600\,AF \\ 0.08\,m^3 = x \end{cases} \rightarrow x = 48\,AF \quad (21)$$

قیمت یک بوجی سمنت در بازار ۳۸۰ افغانی است.

$$\begin{cases} 1bag_{50kg} = 380\,AF \\ 0.4\,bag = x \end{cases} \rightarrow x = 152\,AF \quad (22)$$

$$\sum \left(\text{قیمت سمنت} + \text{قیمت ریگ} + \text{قیمت خشت}\right) = (329\,af + 48\,af + 152\,af) = 529\,af \quad (23)$$

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

جهت محاسبه تردیدی پنل طور ذیل عمل می‌کنیم:

نظر به جدول فوق اگر ضخامت تریدی پنل را ۱۰ سانتی‌متر با جال ۵*۵ طوری در نظر بگیریم که ۳.۵ سانتی‌متر ضخامت شاتکریت پاشنده می‌شود چون دو طرف آن شاتکریت می‌شود بناء ۳.۵ را ضرب ۲ می‌نماییم که درنتیجه ۷ سانتی‌متر می‌شود یعنی دیوار را با طول ۱x۱x۰.۰۳۵ در نظر می‌گیریم چون شاتکریت دو طرف تریدی پنل می‌شود ضرب ۲ می‌نماییم که درنتیجه ۰.۰۷ می‌شود و شاتکریت را ۱:۳ در نظر می‌گیرند.

1+3=4 (24)

$$\frac{0.07}{4} x 1.52 x 3 = 0.0798 m^3 \text{ ریگ} \quad (24)$$

$$\frac{0.07}{4} x 1.52 x 1 = 0.0266 m^3 \text{ سمنت} \quad (26)$$

$$0.0266 m^3 x 1440 \frac{kg}{m^3} = 38.304\ kg \text{ سمنت} \quad (27)$$

$$\begin{cases} 1 bag = 50 kg \\ x = 38.304\ kg \end{cases} \rightarrow x = 0.766\ bag \quad (28)$$

نظر به نر خ بازار قیمت یک مترمکعب ریگ ۶۰۰ افغانی است.

$$\begin{cases} 1 m^3 = 600\ AF \\ 0.0798\ m^3 = x \end{cases} \rightarrow x = 47.88 AF \quad (29)$$

قیمت یک بوجی سمنت در بازار ۳۸۰ افغانی است.

$$\begin{cases} 1 bag_{50kg} = 380\ AF \\ 0.766\ bag = x \end{cases} \rightarrow x = 291\ AF \quad (30)$$

$$\sum (\text{تمیق تنمس} + \text{تمیق گیر} + \text{یدیرت لنپ اب بصن و تیرکتاش}) = (748\ af + 47.88\ af + 291\ af) = 1087\ af \quad (31)$$

۸. نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از سیستم تریدی پنل به‌عنوان یک گزینه مدرن و کارآمد برای سبک‌سازی ساختمان، منجر به کاهش وزن ساختمان و افزایش مقاومت در برابر زلزله می‌شود. وزن حجمی تریدی پنل ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است که به‌طور قابل‌توجهی کمتر از وزن حجمی ۱۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب خشت است. همچنین، هزینه یک مترمکعب خشت به‌طور میانگین ۵۲۹ افغانی و هزینه تریدی پنل ۱۰۸۷ افغانی است، هرچند مزایای تریدی پنل در سرعت نصب و کارایی انرژی ممکن است به صرفه‌جویی‌های بیشتری در طول عمر ساختمان منجر شود. تریدی پنل دارای ویژگی‌های عایق حرارتی بهتری است که به کاهش هزینه‌های انرژی کمک می‌کند و سرعت نصب و اجرای پروژه‌ها را به‌شدت افزایش می‌دهد. انتخاب مواد سبک مانند تریدی پنل به کاهش تأثیرات

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

زیست‌محیطی نیز کمک می‌کند. این تحقیق به انجنیران و معماران کمک می‌کند تا با انتخاب روش‌های مناسب، به بهبود کیفیت ساخت، کاهش هزینه‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی بپردازند. درنهایت، انتخاب بین تریدی پنل و خشت بستگی به نیازهای خاص پروژه، شرایط محلی و بودجه دارد.

۹. نتیجه‌گیری

تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که سبک‌سازی ساختمان با استفاده از تریدی پنل‌ها مزایای فراوانی به همراه دارد. از جمله این مزایا می‌توان به حمل‌ونقل آسان‌تر، سرعت در نصب و اجرا، کاهش مراحل اجرایی، کاهش نیاز به تجهیزات، زمان خشک شدن کمتر، طراحی‌های خلاقانه‌تر، کاهش تعداد کارگران و تسریع در تحویل پروژه اشاره کرد.

تریدی پنل‌ها از کاک (پلی‌استایرن) سبک ساخته شده‌اند، در حالی که خشت معمولاً از خاک رس تولید می‌شود که وزن بیشتری دارد. به همین دلیل، تریدی پنل‌ها در کاهش وزن ساختمان نقش مؤثری ایفا می‌کنند. وزن حجمی خشت به‌طور متوسط ۱۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است، در حالی که وزن حجمی تریدی پنل تنها ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. این تفاوت قابل توجه، اهمیت استفاده از تریدی پنل‌ها را در سبک‌سازی ساختمان‌ها نشان می‌دهد.

تحلیل هزینه‌ها

بر اساس محاسبات انجام‌شده، قیمت تمام‌شده خشت به شرح زیر است:

- **قیمت خشت** :۳۲۹ افغانی
- **قیمت ریگ** :۴۸ افغانی
- **قیمت سمنت** :۱۵۲ افغانی
- **جمع کل** :۵۲۹ افغانی

در مقایسه، قیمت تریدی پنل به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر با مش ۵*۵ به صورت زیر محاسبه شده است:

- هزینه شاتکریت و نصب :۷۴۸ افغانی
- قیمت ریگ :۴۷.۸۸ افغانی
- قیمت سمنت :۲۹۱ افغانی
- جمع کل :۱۰۸۷ افغانی

علاوه بر قیمت‌های ذکرشده، تریدی پنل‌ها مزایای دیگری نیز دارند، از جمله: کاهش هزینه‌های ساخت‌وساز، افزایش بهره‌وری انرژی، جذب سرمایه‌گذاری، دسترسی بهتر به خدمات، کاهش هزینه‌های مصالح، سرعت نصب، انتقال آسان، عایق حرارت، عایق صوت و دوست‌دار محیط‌زیست بودن.

۱۰- فهرست علائم:

شماره	علائم انگلیسی	معنی به فارسی	واحد
۱	L	طول	متر یا سانتی‌متر
۲	B	عرض	متر یا سانتی‌متر

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

۳	H	ارتفاع	متر یا سانتی‌متر
۴	V	حجم	مترمکعب یا سانتی‌متر مکعب (M^3,M^2)
۵	N	تعداد	عدد
۶	af	واحد قیمت (افغانی)	افغانی
۷	*bag*	بوجی (سمنت)	عدد

۱۱. منابع

1. Kabir MZ, Hasheminasab M. Mechanical properties of 3D wall panels under shear and flexural loading. InCSCE Conference 2002 Jun 5 (pp. 5-8).

2 -"Gholabchi, Mahmud and Mohammadi, Hamed. 'New Building Technologies' (2009)."

Kalbhor MS, Shelke N, Kadlag V. Optimization of Industrial Structure using Light Gauge Steel Section. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 2020;7(08).

4- Strauss MP, Scott MW. years of progress in rotorcraft design: a retrospective from the vertical flight society's aircraft design technical committee. InProceedings of the Vertical Flight Society's 6th Decennial Aeromechanics Specialists' Conference. USA, California: Santa Clara 2024 Feb 6 (pp. 6-8).

5- Hosseini M, Gaff M, Wei Y, Tu C. Engineered bamboo building materials: Types, production, and applications. Forests. 2025 Apr 10;16(4):662.

6- "Innovative Structural Systems for Lightweight Buildings" - Engineering Structures (2015)

7- ZYWIETZ M, SCHLESIER K, STIEHLE V, KRAUSS V, PLATE A, STAMM H, WALLBRECHER A, BAWAR A, MOHAMMADI S. Reimagining Design for a Light Environmental Impact: The Paper Composition Pavilion.

8. Nijhawan JC. Insulated wall panels interface shear transfer. PCI journal. 1998 May 1;43(3):98-101.

9. Salmon DC, Einea A, Tadros MK, Culp TD. Full scale testing of precast concrete sandwich panels. Structural Journal. 1997 Jul 1;94(4):354-62.

10. Mowrtage W. Low-rise 3D panel structures for hot regions: design guidelines and case studies. Arabian Journal for Science and Engineering. 2012 Apr;37(3):587-600.

11 -"Gerami, Mohsen. 'New Building Technologies and the Necessity of Developing New Standards for the Construction Industry.' First International Conference on Lightweight Construction, Faculty of Engineering, Qom University, October (2005)."

12. Adil M, Lee MM. Behavior of Reinforced Concrete Sandwich panel with steel connectors under out-of-plane flexure. In8th International Conference on Sandwich Structures ICSS 2008 (Vol. 8, pp. 534-545).

13. Hsu TT. Nonlinear analysis of membrane elements by fixed-angle softened-truss model. Structural Journal. 1997 Sep 1;94(5):483-92.

14. Mowrtage W. Low-rise 3D panel structures for hot regions: design guidelines and case studies. Arabian Journal for Science and Engineering. 2012 Apr;37(3):587-600.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]

15. Mowrtage W, Karadogan F. Behavior of single-story lightweight panel building under lateral loads. Journal of Earthquake Engineering. 2008 Dec 19;13(1):100-7.

16 -Satarzadah, Naqibullah, Ezatullah, 'Use of Modern Building Materials in Buildings', Kabul, New Moustaqble , (2023)."

17. Karadogan F, Yuksel E, ALKI A, DARILMAZ K, MOURTAJA W, SARUHAN H. ZENON sandwich type shotcreted slab element. Laboratory Report, ITU (March 1998). 1998.

[Downloaded from jots.knu.edu.af on 2026-07-12]