

بررسی علل اصلی تولید و روشهای کاهش پسماندهای ساختمانی صنعت ساخت و ساز در ایران

عبدا... قوامی^{۱*}، سیروان غفوری^۱، کیومرث محمدی^۱، مهدی صفری^۲، پریسا احمدیان^۲، هیمن بزرگمهر^۲^۱ سازمان مدیریت پسماند شهرداری سنندج، کردستان، ایران.^۲ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، کردستان، ایران.

مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و اهداف: پسماند ساختمانی حجم عظیمی از کل پسماندها تولیدی جوامع انسانی را تشکیل می‌دهد. تخلیه منابع طبیعی و مصرف مواد خام برای تولید مصالح از یک طرف و دفن پسماند تولید شده در محیط، علاوه بر چالش اقتصادی، خطرات بالقوه ای برای محیط زیست دارد. این مطالعه به بررسی علل مختلف تولید پسماندهای ساخت و ساز و شیوه‌های کمینه‌سازی آن در کارگاه‌های ساختمانی و چالش‌های مرتبط با آن در ایران می‌پردازد. هدف این تحقیق شناسایی چالش‌های موجود در مدیریت پسماندهای ساخت و ساز است.

مواد و روش‌ها: این پژوهش با بررسی پسماندهای ساخت و ساز و با تمرکز بر تولید و روش‌های کاهش آن در ۵ پروژه منتخب در چهار شهر در مراحل مختلف ساخت، در دو بخش دولتی و خصوصی انجام گردید. از ۳ روش (مطالعه، مصاحبه، مشاهده و پرسشنامه) برای جمع‌آوری داده‌ها و از نرم‌افزار SPSS، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. رعایت ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل اجرای مطالعه در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد علت اصلی تولید پسماندهای ساخت و ساز عدم آگاهی کارگران، تخریب ناشی از طراحی ضعیف، کیفیت پایین مصالح، دوباره کاری به دلیل تغییرات، حمل نامناسب، خرابکاری و مدیریت ناکارآمد می‌باشد. متداول‌ترین اقدامات برای کاهش پسماندهای ساخت و ساز تفکیک و فروش (صرفاً فلزات، مقوا و پلاستیک)؛ استرداد وسایل و مصالح اضافی، ذخیره‌سازی کافی و تحویل به موقع است.

نتیجه‌گیری: میزان کارآمدی و تاثیر مثبت نتایج این تحقیق به میزان آگاهی پرسنل و عوامل اجرایی، ملاحظات اقتصادی، تدوین قوانین و پایش روتین پروژه‌ها، اثرات زیست محیطی بستگی دارد. این نتایج می‌تواند بصورت تدوین دستورالعمل و وضع قوانین برای پیمانکاران ساختمانی ارائه تا تغییری در جهت مدیریت بهینه پسماندهای ساخت و ساز صورت گیرد.

کلید واژه‌ها: پسماند ساخت و ساز؛ صنعت ساختمان؛ کمینه‌سازی؛ ایران.

Please cite this article as: Ghavami A, Ghafory S, Mohammadi Q, Safari M, Ahmadian P, Bozorgmehr H. Investigation of the main causes of construction waste generation and reduction methods in the building industry in Iran. Journal of Health in the Field 2025; 13(1):71-82. **Doi:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v13i1.44416>.

*نویسنده مسئول: سازمان مدیریت پسماند شهرداری سنندج، کردستان، ایران.

Email: ghavami1354@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۲۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱

مقدمه

صنعت ساخت و ساز جهانی به رشد خود ادامه می‌دهد، زیرا فعالیت‌های ساختمانی می‌تواند به رشد اقتصادی، ایجاد ثروت و بهبود کیفیت زندگی کمک نماید [۱]. همچنین این صنعت با تأثیر منفی بر محیط زیست، از منابع طبیعی بهره‌برداری (در برخی موارد به طور نامحدود) می‌کند. این امر به طور برگشت‌ناپذیر محیط طبیعی را متحول کرده و مواد معدنی جهان را مصرف خواهد نمود [۲]. به طور کلی، صنعت ساخت و ساز بر پایداری اقتصادی کشورها تأثیر می‌گذارد، زیرا بخش ساخت و ساز یک متغیر اصلی و اساسی مرتبط با سایر بخش‌ها است [۳]. بسیاری از کشورها در پیگیری مأموریت توسعه پایدار در جهت حفظ تعادل بین توسعه محیط زیست ساخته شده و حفاظت از محیط زیست طبیعی تلاش می‌کنند. این تعادل تنها با تغییر از فرآیند تولید خطی سنتی به یک فرآیند چرخه‌ای مبتنی بر اجتناب از تولید، استفاده مجدد و بازیافت پسماندهای ساخت و ساز حاصل می‌شود [۴]. در بین کشورهای جهان، چین با تولید ۲/۴ میلیارد تن زباله در سال ۲۰۱۵، بیشترین میزان پسماند ساخت و ساز و تخریب را تولید می‌کند [۵].

بر اساس آمار World Population Review ایران در سال ۲۰۲۱ رتبه ۱۷ در تولید (کل) پسماند تولیدی در جهان را داشت [۶]. در ایران، سالانه حدود ۶۰ میلیون تن پسماند ساختمانی تولید می‌شود که فرجامی بهتر از محل‌های دفن پسماند ندارند [۷]. در طی بیست سال گذشته، صنعت ساخت و ساز ایران شاهد رونق نسبتاً مناسبی بوده است. پروژه‌های بزرگ دولتی همچون مسکن مهر و نهضت ملی مسکن، انبوه‌سازی مسکن توسط بخش خصوصی و رشد حاشیه‌نشینی و تشکیل مناطق منفصل شهری در همه شهرهای کشور در حال انجام است. بنابراین تمرکز بر توجه و نگرش پیمانکاران نسبت به پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه‌های ساختمانی اهمیت دو چندان پیدا کرده است. با عنایت به ارائه آمارهای ذکر شده و با توجه به ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و ... تولید اینگونه پسماندها، ورود مراکز علمی و تحقیقاتی جهت تبیین نقش ادارات و سازمان‌ها و ارائه مدیریت جامع پسماندهای ساخت و ساز کاملاً محسوس می‌باشد. اتخاذ روش‌های دیگر مدیریت پسماند به جای دفع، باید راه جایگزین باشد. پسماندهای ساخت و ساز عموماً به عنوان مخلوطی از مواد بی‌اثر ناشی از ساخت و ساز، حفاری، نوسازی، بهسازی، تخریب و سایر فعالیت‌های مرتبط با ساخت و ساز تعریف می‌شود [۸].

پسماند ساختمانی در اکثر کشورها به سرعت در حال افزایش است و منجر به افزایش متناظر در استفاده از منابع طبیعی می‌شود. بر اساس گزارش‌ها، مصالح مورد نیاز بخش ساخت و ساز، سالانه نزدیک به ۴۰ درصد از کل مصالح تولیدی در دنیا می‌باشد [۹]. مؤسسه تحقیقاتی ساختمان (Building Research Establishment)، پسماندهای ساخت و ساز را چنین تعریف می‌کند: هر ماده‌ای بغیر از مواد خاکی که

باید از کارگاه ساختمانی خارج شود یا در خود کارگاه به غیر از هدف خاص مورد نظر پروژه استفاده گردد. همانند تعریف پسماندهای ساخت و ساز، اندازه‌گیری آن نیز باید اجرا شود. مطالعه‌ای موردی در سال ۱۹۹۶ انجام شد [۱۰] که در آن روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری پسماند یا ضایعات هر نوع مصالح و مواد ارائه شده است:

(۱) به عنوان درصدی از مقدار کل پسماندهای ساختمانی تولید شده از ابتداء تا پایان عملیات ساخت و ساز.

(۲) به عنوان درصدی از مصالح و مواد خریداری شده.

(۳) به عنوان درصدی از کل هزینه پرداخت شده در بخش مدیریت یا خدمات پسماند.

عوامل زیادی در میزان تولید پسماندهای ساخت و ساز نقش دارند. این عوامل در پنج دسته تقسیم‌بندی شده اند: (۱) عوامل مرتبط با طراحی (۲) تدارکات (۳) جابجایی (۴) عملیات اجرایی و (۵) عوامل خارجی [۱۱-۱۴]. این محققین به این نتیجه رسیدند که بیشترین علل تولید پسماند، ناشی از طراحی نامناسب است. با این اوصاف فرآیند کمیته‌سازی پسماند، باید در مراحل اولیه پروژه و ساخت و ساز آغاز شود [۱۵]. Osmani تخمین زده است که نزدیک به یک سوم پسماندهای تولید شده می‌تواند ناشی از ناتوانی طراحان در مدیریت اجتناب از تولید پسماند باشد [۱۶]. بررسی مطالعات، اقدامات زیر را به عنوان راه حل‌های اصلی برای جلوگیری کارآمد، از تولید پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه‌های ساختمانی پیشنهاد می‌نماید. مدیریت تدارکات: در واقع ثابت شده، مدیریت تدارکات از حمل مضاعف مصالح و تجهیزات جلوگیری کرده و از جابجایی مناسب برای به حداقل رساندن، آسیب به مواد و مصالح ساختمانی در محل اطمینان دهد [۱۷]. مدیریت زنجیره تامین: (تحويل به موقع مصالح، نگهداری طولانی مدت یا سفارش مصالح و مواد غیرضروری) [۱۷، ۱۸]. آموزش و ایجاد انگیزه: (افزایش آگاهی از طریق آموزش، مشوق‌ها یا معافیت‌های مالیاتی). ساخت و ساز مدرن: مطالعه‌ای که توسط Waste & Resources Action Programme منتشر شد، نشان می‌دهد جایگزینی برخی روش‌های مدرن ساخت و ساز به جای روش‌های سنتی منجر به کاهش خالص میزان پسماند تولیدی می‌شود [۱۹].

به گفته عثمانی و همکاران [۲۰]، انگیزه‌های به حداقل رساندن پسماند ساختمانی را می‌توان به سه دسته اصلی طبقه‌بندی کرد: سیاست‌های دولت و شرایط قرارداد با پیمانکاران: رایج‌ترین سیاست‌ها و مقررات، مربوط به عوارض دفن پسماند است. علاوه بر این دولت می‌تواند عملیات تفکیک و کاهش را پیش‌بینی یا اجبار نماید و با بازدهی روتین و پایش میزان پسماند تولیدی هر پروژه اقدامات تنبیهی برای عدم رعایت آنرا مشخص نماید [۲۱]. استانداردهای زیست محیطی و ابزارهای ارزیابی: استانداردهای سیستم مدیریت زیست محیطی (Environmental Management System) پس از اجلاس

ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲ ایجاد شد. یکی از الزامات اصلی آن به حداقل رساندن پسماند بود [۲۲]. علاوه بر این، سیستمهای ارزیابی زیست محیطی ساختمانهای پایدار مانند LEED (امریکا)، BREAM (بریتانیا)، CASBEE (ژاپن) و GLOBE (کانادا) مدیریت پسماندهای ساختمانی را به عنوان یکی از معیارهای اصلی برای اعطای اعتبار به پیمانکاران در نظر گرفته اند [۲۳].

مزایای مالی: در مطالعاتی [۲۴] مشخص شد، هزینه واقعی دفع پسماندهای ساخت و ساز بیشتر از هزینه پرداخت به کامیون حمل پسماند برای انتقال پسماندهای ساخت و ساز از کارگاه ساختمانی به سایت های دفن است. بصورت تقریبی عملیات تخریب و نوسازی ده برابر پسماند بیشتر از مرحله ساخت و ساز تولید می کند [۲۵]. هدف این مطالعه شناسایی چالش های موجود در مدیریت CW در ایران است.

مواد و روش ها

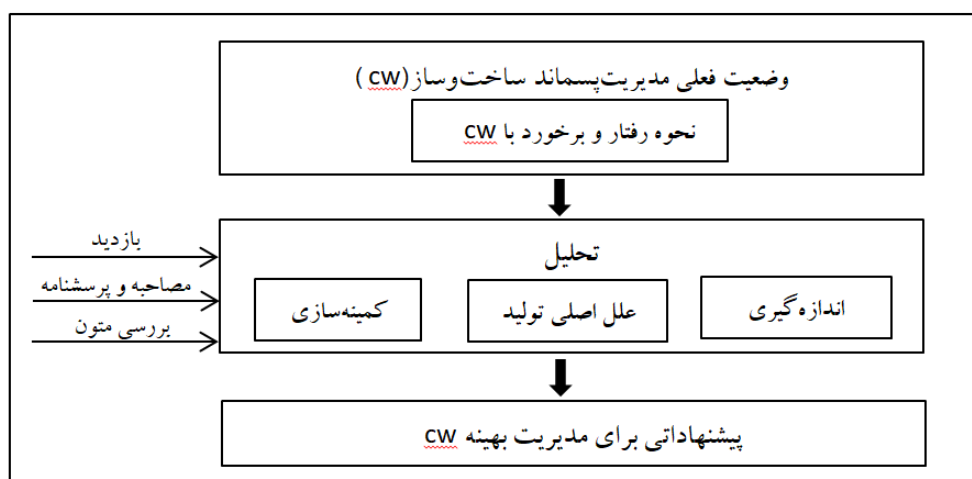
تحقیق حاضر بر اساس هدف از نوع کاربردی و بر اساس ماهیت و روش گردآوری داده ها، یک پژوهش توصیفی-پیمایشی است. در این تحقیق از ۳ روش جمع آوری اطلاعات، استفاده شده است: الف) مطالعات و مدارک موجود، ب) مشاهده و اندازه گیری، ج) تهیه پرسشنامه و مصاحبه (مطابق جدول شماره ۱). جامعه آماری: افراد و گروه های مرتبط با امر

ساختمان سازی و ساختمان های در حال ساخت (بر اساس پیشرفت فیزیکی، وضعیت ظاهری، نحوه مدیریت پسماند و ...) هستند. به طور خلاصه، چارچوب کلی تحقیق در شکل شماره ۱ ارائه شده است. هدف این مطالعه شناسایی چالش های موجود در مدیریت پسماندهای ساخت و ساز در ۵ پروژه ساختمانی منتخب در چهار شهر تهران (مسکن ملی و انبوه سازی خصوصی)، ارومیه (مسکن ملی)، شیراز (انبوه سازی خصوصی) و سنجند (مسکن ملی) بوده است. پس از شناسایی و دسته بندی عوامل مهم در ایجاد پسماندهای ساخت و ساز و مدیریت موثر آن در کارگاه ساختمانی، در دو بخش پروژه های دولتی و خصوصی با خصوصیات مختلف مورد پایش قرار گرفتند. به این منظور پرسشنامه ای مشتمل بر ۴۵ سوال طراحی و مابین ۶۹ نفر (مطابق جدول شماره ۱) توزیع گردید. پرسشنامه شامل چند بخش اصلی بود. بخش اول در مورد شرایط و فعالیت شرکت پیمانکاری و بخش دوم شامل اطلاعات کلی پروژه مورد قرارداد یا ساخت بود. بخش بعدی ۳۵ سوال شامل انواع پسماندهای ساخت و سازهای موجود در محل، علل اصلی تولید و اقدامات انجام شده برای کمینه سازی پسماندهای ساخت و ساز و مزایایی انجام آن را شامل می شود. از آلفای کرونباخ برای سنجش سازگاری درونی پرسشنامه، استفاده شد. تجزیه و تحلیل پایایی با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام شد.

جدول ۱- اطلاعات کلی در مورد پنج پروژه مورد مطالعه

Table 1- General information about the five studied projects

شرح / پروژه	۱	۲	۳	۴	۵
کاربری	مسکونی (مسکن ملی)	مسکونی (انبوه ساز)	مسکونی (مسکن ملی)	مسکونی - خدماتی (انبوه ساز)	مسکونی (مسکن ملی)
شهر	تهران	تهران	ارومیه	شیراز	سنجد
وضعیت	فندانسیون	نازک کاری	سازه ای	در حال پایان	سازه ای
مصاحبه شوندگان	ناظر عمران و تالیسیات، کارشناس شهرداری، شرکت طراحی و معماری، آرمانوربند، کارگر ساده، نگهبان	مدیر پروژه، ناظر عمران، شرکت طراحی و معماری، گچکار، کاشیکار، لوله کش، نگهبان، کارگر ساده، برقکار، انباردار	ناظر عمران، کارشناس اداره مسکن، شرکت طراحی و معماری، بناء، کارگر ساده، نگهبان، مصالح فروش، راننده کامیون، جوشکار	مدیر پروژه، ناظر معماری، مسئول خرید، انباردار، نماکار، نگهبان، کارشناس شهرداری، مصالح فروش، نقاش، کف کار، نصاب آسانسور	ناظر عمران، کارشناس اداره مسکن، آرمانور بند، بناء (سنگ کار)، کارگر ساده، نگهبان، راننده کامیون، کارشناس شهرداری، شرکت طراحی و معماری
کارشناس HSE	عدم بکارگیری	عدم بکارگیری	عدم بکارگیری	عدم بکارگیری	عدم بکارگیری
اطلاع و آگاهی کارکنان از طرح مدیریت پسماندهای ساخت و ساز	عدم آگاهی	عدم آگاهی	عدم آگاهی	عدم آگاهی	عدم آگاهی
نوع پسماندهای ساخت و ساز	سنگ و خاک، مفتول و میلگرد، تخته چوبی شکسته، بتن، گونی	ملات، سطل رنگ، کف، سیم و کابل مسی، mdf، بسته بندی (مقوا و نایلون)، کاشی و سرامیک شکسته، قیر، بلوک سیمانی شکسته، ملات گچ	تخته چوبی، مفتول و میلگرد، بتن، گونی، ملات، بلوک سیمانی شکسته، سنگ و خاک، لوله پلی اتیلنی و ۵ لایه، ملات گچ و خاک، کونی، یونولیت	چوب و mdf، ملات، بسته بندی (مقوا و نایلون)، برش های pvc و کف، سطل رنگ، گونی، سنگ نما، ایزوگام، موزائیک، ملات گچ، شاسی فلزی کنفکاری	سنگ و خاک، تخته چوبی شکسته، بتن، ملات، بلوک سیمانی شکسته، گونی، یونولیت
اقدامات انجام شده برای کمینه سازی	تفکیک و فروش فلزات؛ تحویل به موقع، فضای ذخیره سازی مناسب	تفکیک و فروش فلزات، مقوا و پلاستیک؛ استرداد وسایل و مصالح اضافی، ذخیره سازی کافی	تفکیک و فروش فلزات و مقوا، استرداد وسایل و مصالح اضافی	تفکیک و فروش فلزات، مقوا و پلاستیک؛ ذخیره سازی کافی، استرداد وسایل و مصالح اضافی	تفکیک و فروش فلزات؛ تحویل به موقع



شکل ۱- چارچوب پژوهشی اتخاذ شده برای این مطالعه

Figure 1- The research framework adopted for this study

یافته‌ها

میانگین اجزاء پسماندهای ساختمانی و علل اصلی تولید آن

با بررسی مطالعات در ایران و بازدیدهای میدانی از پروژه‌ها، میانگین اجزاء پسماندهای ساختمانی به تفکیک به دست آمد. مطابق جدول شماره ۲، صرفاً سه نوع از پسماندهای ساخت و ساز شامل مقوا، پلاستیک و فلزات تفکیک می‌شوند. این مهم توسط مصاحبه‌شوندگان با این توجه که این سه نوع مواد با ارزش (قابل فروش) می‌باشند، انجام می‌شود. لذا مقدار این ضایعات به حداقل یا صفر می‌رسد.

شایان ذکر است که تولید پسماندهای ساخت و ساز نه تنها یک موضوع فنی، بلکه یک موضوع رفتاری نیز هست. ماهیت کار سخت فعالیت‌های ساخت و ساز رابطه مستقیمی بر میزان تولید اینگونه پسماندها دارد. با این اوصاف، منابع تولید پسماندهای ساخت و ساز در ایران در شکل شماره ۲ ارائه شده است. به عنوان نمونه، مرحله طراحی و تنظیم قرارداد بخش بسیار مهمی از فرآیند ساخت و ساز به شمار می‌آید، زیرا در این مرحله تولید پسماندهای ساختمانی با توجه به ویژگی‌های مصالح مورد استفاده مدنظر قرار می‌گیرد. از آنجا که مراحل طراحی، تهیه اسناد، برگزاری مناقصه، انتخاب پیمانکار، انعقاد قرارداد و اجرا، متداول‌ترین شیوه تحویل پروژه در صنعت ساخت و ساز ایران محسوب می‌شود، بروز تغییرات طراحی، تضاد در اسناد، تغییر در نوع مصالح و خطاهای احتمالی در تهیه اسناد امری رایج است و این عوامل می‌توانند منجر به تولید پسماند قابل توجهی در طول فرآیند ساخت و ساز شوند. در مقابل،

بهره‌گیری از سیستم‌های مدولار، انتخاب مصالح بادوام و سازگار با محیط‌زیست، و توجه به استفاده از مصالح بازیافتی در فرآیند انتخاب مواد، نقش مهمی در کاهش تولید پسماند ایفا می‌کند. افزون بر این، نقش معمار و تیم طراحی نباید محدود به مرحله طراحی شود؛ بلکه آنان می‌توانند با ایجاد هماهنگی و ارتباط مؤثر با مجریان پروژه در طول اجرای ساخت، در کاهش میزان پسماند تولیدی مشارکت فعال داشته باشند. در جدول شماره ۳، علل تولید پسماندهای ساخت و ساز در پروژه‌ها به تفکیک بصورت رتبه‌بندی شده ارائه شده است.

اقدامات کمیته‌سازی پسماندهای ساخت و ساز

در جدول شماره ۴، خلاصه‌ای از اقدامات مهم برای کمیته‌سازی پسماندهای ساختمانی در پروژه‌ها ارائه شده است. کمیته‌سازی، اجتناب از تولید و مدیریت پسماندهای ساخت و ساز گاهی اوقات به جای هم استفاده می‌شود. با توجه به سلسله مراتب مدیریت پسماند، کمیته‌سازی به عنوان مجموعه‌ای از سه گزینه اولویت‌بندی شده به ترتیب، اجتناب از تولید، استفاده مجدد و بازیافت است. کاهش پسماند تولید شده در مبدأ اولین گزینه‌ای است که برای حفاظت بهتر از محیط زیست و صرفه‌جویی اقتصادی مؤثر، اجرا می‌شود. اهمیت به فاز طراحی ساختمان، به طور مستقیم بر حجم میزان پسماند تولیدی در مراحل ساخت و تخریب تأثیر می‌گذارد.

جدول ۲- میانگین اجزاء پسماندهای ساختموساز در ایران و مقایسه با میانگین جهانی
Table 2- The average components of construction waste in Iran and comparison with the world average

نوع پسماندهای ساخت و ساز	میانگین تولید پسماندهای ساختموساز در ایران [۲۹،۲۸،۲۷،۲۶]	میانگین جهانی [۳۰]
فلزات	۰	۲/۶
بتن	۸/۷	۲/۳
سنگ نما، کاشی، سرامیک و موزائیک	۶/۴	۳/۶
بسته‌بندی (گونی، نایلون و کارتن)	۰/۱	۱۲/۲
مخلوط ماسه و سیمان (ملات)	۱۶/۳	۶/۷
کنف و PVC	۲/۹	۸/۷
ایزوگام و قیرو گونی	۰/۴	۲/۱
آجر و بلوک سیمانی	۱۷/۹	۱۰/۱
انواع پلاستیک	۰	۶/۶
یونولیت	۱/۳	۰
گچ یا دیوار گچی	۴/۴	۱،۸
MDF و چوب	۱/۶	۱۰/۹
خاک یا سنگ بستر	۲۲	
سایر	۱۰	۸



شکل ۲- منشأ پسماندهای ساختمانی و تخریب (منبع: نگارندگان)

Figure 2- The origin of construction and demolition waste (source: authors)

جدول ۳- رتبه‌بندی علل تولید پسماندهای ساختمانی در پروژه‌ها
Table 3- Ranking of the causes of construction waste generation in projects

رتبه	شرح
۱	عدم آگاهی کارگران
۲	طراحی ضعیف
۳	کارگر غیر ماهر و دوباره کاری
۴	فشار زمان
۵	چالش رسیدگی و نظارت
۶	ذخیره سازی نامناسب
۷	آب و هوای نامساعد
۸	خسارت در هنگام تحویل و حمل
۹	کیفیت پایین محصولات
۱۰	خرید مواد ناکافی
۱۱	مشاوره ضعیف از طرف طراحان و ناظران
۱۲	عوامل خارجی

جدول ۴- رتبه بندی اقدامات مهم برای کمینه سازی پسماندهای ساختمانی در پروژه‌ها
Table 4- Ranking of important measures to minimize construction waste in projects

رتبه	شرح
۱	ذخیره‌سازی مناسب مصالح و مواد (وجود انبار در کارگاه)
۲	سفارش مصالح مورد نیاز
۳	آموزش و آگاهی‌سازی کارکنان
۴	ثبت و اندازه گیری پسماندهای مختلف تولیدی
۵	جابجایی مکانیکی مواد
۶	تفکیک پسماند در محل
۷	استفاده از قطعات پیش‌ساخته (در صورت تایید ناظرین)
۸	توافق استرداد با مصالح فروشان
۹	استحصال در محل از مواد قابل استفاده مجدد
۱۰	مشوق‌های کارگران شاغل در کارگاه
۱۱	باز یافت در محل
۱۲	باز یافت خارج از کارگاه
۱۳	تعیین مدیر پسماند در محل (کارشناس HSE)

انگیزه کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز

در ایران بدلیل هزینه بسیار پایین پذیرش و دفن پسماندهای ساخت و ساز در زمین دفن‌های شهری (گاهی رایگان)، انگیزه‌ای برای اجتناب از تولید یا کمینه‌سازی پسماند در مبداء توسط پیمانکاران وجود ندارد. دو عامل دیگر که گزارش شده‌اند، شامل عدم آگاهی و عوامل خارجی است. یافته‌های فوق نشان می‌دهد پسماندهای ساختمانی عمدتاً توسط افرادی ایجاد می‌شود که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در فرآیند ساخت دخیل هستند. با این حال، در بازدید از کارگاه‌ها مشاهده شد که

مشکلاتی در زمینه نگهداری و جابه‌جایی مصالح وجود دارد که می‌تواند منجر به افزایش تولید پسماند شود. علاوه بر این، اقدامات مربوط به کمینه‌سازی و تفکیک پسماند توسط پیمانکاران غالباً مورد غفلت قرار گرفته و نیازمند توجه بیشتری است. مزیت اصلی کمینه‌سازی پسماند، توسط همه صاحب‌ه‌شدگان مربوط به صرفه‌جویی در هزینه‌ها و بهبود شرایط بهداشت و ایمنی کارگاه است. با عنایت به نتایج مطالعه (شکل شماره ۳)، اینگونه استنباط می‌شود که کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز به عنوان ابزاری برای دستیابی به ساخت و ساز پایدار و

تخریب و مراحل بازسازی متفاوت است. به عنوان مثال می‌توان دریافت که ۱۰ درصد از مصالح استفاده شده در مرحله ساخت به پسماند تبدیل می‌شود (این امر در تعیین میزان حق الزحمه استادکاران هم به وضوح مشاهده گردید). پسماندهای ساخت و ساز به عنوان پسماندهای تمیزی توصیف می‌شوند که طبقه‌بندی آنها برای بازیافت و استفاده مجدد نسبتاً آسان است. جدول شماره ۶ پسماندهای ساخت و ساز تولید شده در مراحل مختلف ساخت و ساز را ارائه می‌دهد.

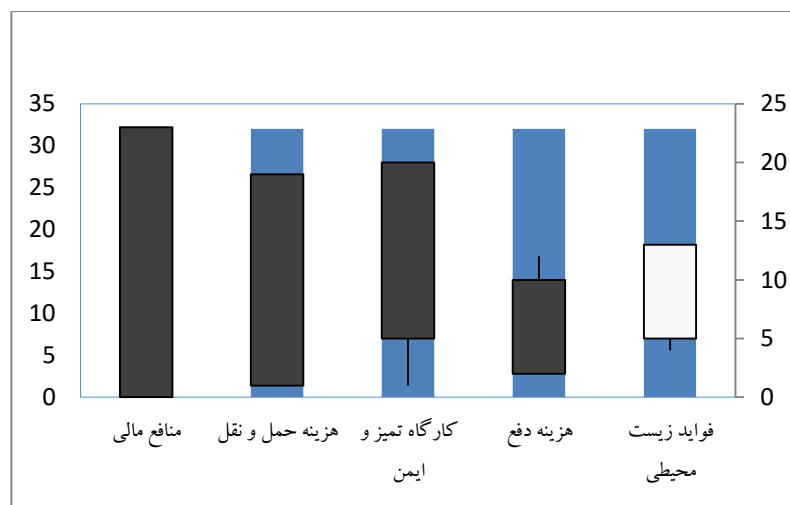
صرفه‌جویی در منابع طبیعی و حفاظت از محیط زیست تلقی نشده، بلکه به عنوان راه حل مالی برای افزایش سود در نظر گرفته می‌شود. با این اوصاف، زمینه برای تغییر نگرش شرکت‌های ساختمانی نسبت به معضل پسماندهای ساخت و ساز در صنعت ساخت و ساز وجود دارد. جدول شماره ۱ و ۵ اطلاعات کلی در مورد پنج پروژه مورد مطالعه، نوع پسماندهای یافت شده در محل و اقدامات انجام شده برای کاهش پسماندهای ساخت و ساز را نشان می‌دهد. تولید پسماندهای ساختمانی بسته به نوع و عملکرد ساختمان در هر مرحله از ساخت و ساز، استفاده،

جدول ۵- نتایج تحلیل پرسشنامه در پروژه‌های مختلف
Table 5- Results of questionnaire analysis in different projects

پروژه‌ها	۱	۲	۳	۴	۵
علل تولید پسماندهای ساخت و ساز					
طراحی ضعیف و نیاز به برش	√	√	√	√	√
کیفیت پایین مصالح	√	√	×	√	×
نداشتن آگاهی و عدم آموزش	×	√	×	√	√
نظارت و بازرسی	√	√	√	√	√
دوباره کاری و تغییرات	√	√	√	√	√
عوامل خارجی	×	×	√	×	√
اقدامات کمینه‌سازی پسماند					
تفکیک پسماند	√	√	√	√	√
استفاده مجدد از برش‌ها (فلزات، کف، mdf)	×	×	×	×	×
تحويل به موقع	√	√	×	√	×
ذخیره سازی کافی (انبار)	×	√	×	√	×
بکارگیری کارشناس HSE و اجرای طرح مدیریت پسماند	×	×	×	×	×
محل مخصوص تفکیک و نگهداری موقت	×	×	×	×	×
قابلیت استفاده مجدد	×	×	×	×	×
استرداد وسایل و مصالح اضافی	×	√	√	√	×
مزایای کمینه‌سازی					
صرفه جویی در هزینه	√	√	√	√	√
حفاظت از محیط زیست	×	×	×	√	×
بهبود سلامت و ایمنی	√	√	√	√	√
ارتقای وجهه شرکت	×	√	×	√	×

جدول ۶- پسماندهای ساخت‌وساز تولید شده در ایران در مراحل مختلف ساخت‌وساز (منبع: نگارندگان)
Table 6- Construction waste produced in Iran at different stages of construction

ردیف	مرحله ساخت‌وساز	پسماندهای ساخت‌وساز عمده مورد انتظار
۱	گودبرداری و فندانسیون	سنگ، خاک، مفتول و میلگرد، بتن، چوب، نایلون
۲	سازه‌ای (ستون، سقف و دیوار)	چوب، نبشی، میلگرد و مفتول، سیمان، ماسه، سنگدانه، آجر یا بلوک، یونولیت
۳	کارهای نازک کاری	سیمان، ماسه، کاشی و سرامیک، رنگ، ملات، MDF، انواع لوله آب و فاضلاب، انواع سیم و کابل، موزائیک، شیشه، گچ، کف، قیر
۴	پاکسازی کارگاه	خاک، سنگ، مواد بسته‌بندی (گونی، نایلون و کارتن)، ایزوگام، ملات، سنگ نما



شکل ۳- مزایای کمینه سازی پسماند ساختمانی

Figure3- Benefits of minimizing construction waste

بحث

میانگین اجزاء پسماندهای ساختمانی

میانگین مقدار تولید شده پسماندهای ساخت و ساز برای پروژه‌های ساختمانی با کاربری عمومی/تجاری ۴۹/۵ کیلوگرم بر مترمربع و برای پروژه‌های مسکونی ۳۵ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد [۳۱]. با بازدید و مشاهده میدانی کارگاه‌های ساختمانی و بررسی پرسشنامه‌های توزیع شده مشخص گردید، هیچکدام از پیمانکاران دارای سیستم ثبت و اندازه‌گیری پسماندهای ساخت و ساز در محل نیستند. این نتیجه معیاری دلسردکننده برای ترویج کمینه‌سازی پسماند در صنعت ساخت و ساز ایران بوده و ایده‌ای در خصوص روش‌های اندازه‌گیری و دقت در میزان تولید اینگونه پسماندها ارائه نمی‌نماید. با این وجود می‌بایست بر روی گزینه‌های اقتصادی و منفعت مالی پیمانکاران (هزینه تخریب مصالح، هزینه انتقال و دفن پسماندها و ...)، برای اهمیت اندازه‌گیری، کاهش و کمینه‌سازی تولید پسماندهای ساخت و ساز گام برداشت. نتایج به دست آمده برای اجزاء پسماندهای ساخت و ساز در صنعت ساختمانی در ایران، نشان‌دهنده اختلاف معناداری با رنج‌های ارائه شده به عنوان یافته‌های چندین مطالعه موردی انجام‌شده می‌باشند. این امر می‌تواند ناشی از تفاوت مصالح بکار رفته در ساختمان‌سازی، خلاء قانونی، فقدان اهمیت به مقوله مدیریت پسماندهای ساخت و ساز در ایران و ... باشد. افزایش برخی از پسماندها بدلیل موارد ذکر شده در شکل دو، می‌باشد که نمود عینی آن در جدول شماره ۲ مشاهده می‌گردد. سه دسته پسماندهای ساخت و ساز که برای آنها کاهش معنی‌داری در سطح پسماند وجود داشت، فلز، پلاستیک و مواد بسته‌بندی بودند.

علل هدر رفتن مواد و مصالح

علل تولید پسماندهای ساخت‌وساز با بررسی پرسشنامه‌ها و بازدید پروژه‌ها استخراج شد. از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا میزان

پسماندهای ساخت‌وساز تولید شده در پروژه‌های خود را بین محدوده‌های، بدون سهم (۱) تا سهم قابل توجه (۴) تخمین بزنند. تجزیه و تحلیل پاسخ‌ها در جدول شماره ۵ نشان داده شده است. سه عامل با میانگین بیشتر از ۳ (بیش از سهم متوسط) شامل ۱) عدم آگاهی کارگران، ۲) طراحی ضعیف و ۳) کارگر یا استادکار غیر ماهر و دوباره کاری شناسایی شده است. طراحی ضعیف معماران به وضوح خارج از کنترل پیمانکاران است. ممکن است عدم آگاهی در نیروی کارگری به عنوان موضوعی مرتبط با فرهنگ صنعت ساخت و ساز در ایران در نظر گرفته شود، جایی که توسعه پایدار و اثرات زیست محیطی در اولویت نیستند. اما این امر نافی نظارت، مسئولیت و نقش کنترلی کارفرمایان و پیمانکاران در رابطه با مدیریت پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه نخواهد بود. در زمان رونق صنعت ساخت و ساز دولتی در ایران (۱۳۸۸-۱۳۹۷) و افزایش تقاضا برای کارگران، عامل کارگر یا استادکار غیرماهر (بدون توجه به سطح تجربه و شایستگی آنها) به عنوان یکی از علل اصلی تولید پسماندهای ساخت و ساز، در نظر گرفته شد. در کنار تعهد و نقش کلیدی دولت برای آموزش و ارتقاء آگاهی‌های استادکاران و کارگران با برگزاری دوره‌های فنی و حرفه‌ای، نباید پیمانکاران را از مسئولیت‌های خود در قبال تولید و مدیریت پسماند مبرا نمود. این تعهد پیمانکار است که با جذب کارشناس HSE در کارگاه ضمن مدیریت مناسب پسماندهای ساخت و ساز، آگاهی پرسنل را افزایش داده و پرسنل آموزش دیده مناسبی را برای کاهش پسماندهای ساخت و ساز در محل فراهم نماید.

جدول شماره ۳، چهار عامل دیگر مربوط به منابع تولید پسماندهای ساخت و ساز را رتبه‌بندی نمود که شامل رتبه ۸ تا ۱۱ است. این چهار عامل بخشی از فرآیند تدارکات هستند که به طور مستقیم توسط

مزایای کمینه‌سازی پسماندهای ساخت‌وساز

تجزیه و تحلیل در مورد مزایای کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز در شکل شماره ۳ نشان می‌دهد، هدف از اجرای این امر در حال حاضر صرفاً بدلیل منافع مالی (کاهش مصرف مصالح و مواد) است، نه رعایت قوانین یا حفاظت از محیط زیست. این امر در هر پنج پروژه مورد مطالعه تایید شده است. مزیت مهم بعدی، منفعت مالی مربوط به صرفه‌جویی در هزینه حمل و نقل است. مزیت دیگر، شرایط کارگاه تمیزتر و ایمن‌تر است که نشانه اهمیت آن در صنعت ساخت و ساز و افزایش علاقه و آگاهی در مورد مسائل بهداشتی و ایمنی در ایران است. عامل بعدی هزینه‌های دفع (دفن) پسماندهای ساخت و ساز در لندفیل‌های شهری یا سایت‌های اختصاصی است؛ که نرخ این خدمات به نسبت سایر کشورهای پیشرو در این زمینه بسیار ناچیز است و در منافع مالی کمترین انگیزه برای کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز را نشان می‌دهد. مزایای زیست محیطی به حداقل رساندن پسماند توسط پاسخ‌دهندگان در رتبه آخر قرار می‌گیرد. با عنایت به موارد ذکر شده در بالا می‌توان نتیجه گرفت در حالی که مزایای اقتصادی و بهداشتی و ایمنی محرک‌های قوی برای به حداقل رساندن پسماندهای ساخت و ساز هستند، مزایای زیست محیطی هنوز توسط پیمانکاران نادیده گرفته می‌شوند.

نتیجه‌گیری

صنعت ساخت و ساز در ایران از حجم عظیمی تولید پسماند رنج می‌برد. مطالعات در ایران محدود بوده و اکثر آنها در یک شهر خاص متمرکز شده‌اند. این مطالعه به بررسی علل مختلف تولید پسماندهای ساخت و ساز، اندازه‌گیری و شیوه‌های کمینه‌سازی آن در کارگاه‌های ساختمانی و چالش‌های مرتبط با آن در ایران می‌پردازد. مهم‌ترین علل مستقیم اصلی تولید پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه‌های ساختمانی ایران عبارتند از: عدم آگاهی کارگران، طراحی ضعیف، دوباره کاری و تغییرات. عوامل ناشی از مدیریت ضعیف کارگاه، مشکلات تدارکاتی و عوامل خارجی از اهمیت کمتری برخوردار بودند. علل غیرمستقیم تولید پسماندهای ساخت و ساز فقدان انگیزه و مشوق‌های قانونی و قراردادی تشخیص داده شد. اندازه‌گیری میزان تولید پسماندهای ساخت‌وساز و عناصر متشکله آن در هیچ‌کدام از پروژه‌ها انجام نشده است. تنها روشی که توسط پیمانکاران یا کارکنان برای کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه ساختمانی اجرا می‌شود، تفکیک و فروش بخشی از پسماندهای ساخت و ساز بود. صرفه‌جویی در هزینه و افزایش سود توسط اکثر پیمانکاران در پروژه‌های ساختمانی ایران مهمترین مزایا و انگیزه برای به حداقل رساندن پسماندهای ساخت و ساز بوده و مزایای زیست محیطی آن دارای کمترین اهمیت می‌باشد. این مطالعه چندین گام را برای بهبود شیوه‌های مدیریت پسماندهای ساختمانی در ایران پیشنهاد می‌نماید:

پیمانکار کنترل می‌شود. سه علت غیرمستقیم تولید پسماندهای ساخت و ساز از طریق مصاحبه شناسایی شد. نتایج این بخش نشان می‌دهد که اکثر پاسخ‌دهندگان فقدان قوانین و سیاست‌های دولتی را به عنوان مانع اصلی در کاهش پسماندهای ساخت و ساز تولید شده در ایران مهم می‌دانند. الزامات لازم در شرایط قرارداد (به عنوان انگیزه‌ی رتبه‌بندی پیمانکاران و اعطاء گواهی‌نامه‌های مرتبط) بعنوان مانعی دیگر برای جلوگیری از تولید پسماندهای ساخت و ساز تعیین گردید.

اقدامات کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز

تجزیه و تحلیل اقدامات کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز براساس اجرای طرح مدیریت پسماند در کارگاه انجام شد. محدوده جواب از هرگز (۱) تا همیشه (۴) متغیر در نظر گرفته شد. به طور کلی، متخصصین و کارشناسان مدیریت پسماند یک استراتژی مشترک برای کاهش پسماندهای ساخت و ساز را پیشنهاد کرده‌اند که تحت عنوان ۳R خلاصه می‌شود: کاهش در مبدأ، استفاده مجدد و بازیافت [۳۲]. مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف [۳۳، ۳۴] اثربخشی رویکرد مدیریت پسماند کارگاه (Site Waste Management Plan: SWMP) را به عنوان یک اقدام مهم در کاهش تولید پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه‌های ساختمانی ثابت کرده‌اند. این مطالعه نشان می‌دهد که اجرای خیلی ضعیف این تکنیک در کارگاه ساختمانی در ایران وجود دارد و تأیید می‌کنند که هرگز از این طرح استفاده نکرده یا اطلاعی از آن ندارند. افزایش استفاده از SWMP در پروژه‌های ایران تاثیر فوری بر سطح پسماندهای ساختمانی تولید شده در محل خواهد داشت. با این حال، برخی از اقدامات، مانند موارد برجسته شده در جدول شماره ۴، می‌تواند بدون SWMP اعمال شود. با استناد به مطالب پیشین و تجزیه و تحلیل ارائه شده در جدول شماره ۴، سه معیار اصلی برای کمینه‌سازی پسماندهای ساخت و ساز در بالاترین سطوح قرار می‌گیرند، که مبنای آن اجتناب از تولید پسماندهای ساخت و ساز بوده و عبارتند از: (۱) ذخیره سازی مناسب مصالح و مواد، (۲) سفارش مصالح مورد نیاز و (۳) آموزش و ارتقاء آگاهی کارکنان. بدیهی است این گزینه می‌تواند برای اکثر پروژه‌ها مفید باشد. طبق تحقیقات بعمل آمده میانگین نرخ بازیافت پسماندهای تخریب و ساخت و ساز (معادن شهری) در ایران، تنها حدود ۵ درصد بوده که بیشتر آن در شهر تهران متمرکز است [۳۲]. علاوه بر این، بازیافت در کارگاه و خارج از آن و استخدام کارشناس HSE در کارگاه کمترین اهمیت را برای پیمانکاران داشته، زیرا یک موضوع هزینه‌ای است. برای سایر عوامل نمی‌توان به راحتی نتیجه گرفت، مثلاً با توجه به قوانین بازار و عدم ثبات قیمت‌ها، شاید نتوان عامل سفارش به اندازه مواد و مصالح یا استرداد مصالح اضافی را اجرا نمود. یا تاثیر استفاده از قطعات پیش‌ساخته را می‌توان با این واقعیت تفسیر کرد که برای اهداف دیگری مانند صرفه جویی در زمان و بهبود کیفیت باشد و لزوماً اقدامی برای کاهش پسماندهای ساخت و ساز نیست.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان مقاله از حوزه های شهرسازی و معماری اداره کل راه و شهرسازی، شهرداری، سازمان نظام مهندسی و مشارکت کنندگان در مطالعه تشکر و قدردانی بعمل می آورند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می دارند هیچگونه تضاد یا تعارض منافی ندارند.

تامین مالی مقاله

نویسندگان مقاله اعلام می دارند در تهیه و نگارش این پژوهش از هیچ ارگانی و سازمانی کمک مالی دریافت ننموده اند.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله با کد اخلاق IR.MUK.REC.1404.076 مصوب دانشگاه علوم پزشکی کردستان می باشد.

مشارکت مولفین

ایده و طراحی مطالعه: عبدا... قوامی، سیروان غفوری
جمع آوری داده ها: کیومرث محمدی، پریسا احمدیان، هیمن بزرگمهر
تحلیل و تفسیر داده ها: عبدا... قوامی، مهدی صفری
نگارش پیش نویس مقاله: عبدا... قوامی، سیروان غفوری
بازبینی انتقادی مقاله از نظر محتوای علمی: مهدی صفری
تجزیه و تحلیل آماری: مهدی صفری، کیومرث محمدی
حمایت های اداری، فنی و پشتیبانی محتوا: عبدا... قوامی، پریسا احمدیان، هیمن بزرگمهر
نظارت بر مطالعه: عبدا... قوامی، مهدی صفری

استفاده از هوش مصنوعی

بدین وسیله اعلام می شود که در تدوین مقاله از هوش مصنوعی استفاده نشده است.

References

- 1- Ibrahim ARB, Roy MH, Ahmed Z, Imtiaz G. An investigation of the status of the Malaysian construction industry. Benchmarking: An International Journal 2010; 17(2):294-308.
- 2- Mills TH, Showalter E, Jarman D. A cost effective waste management plan. Cost Engineering 1999; 41(3):35-43.
- 3- Purchase CK; Al Zulayq DM; O'Brien BT; Kowalewski MJ; Berenjian A; Tarighaleslami AH; et al. Circular economy of construction and demolition waste:

- مسئولیت های پیمانکاران در قبال پسماندهای ساخت و ساز باید به وضوح در مرحله قبل از ساخت در قراردادها تعیین و در طول ساخت و ساز تحت بازرسی قرار گیرد.
- برنامه ریزی برای کاهش پسماندهای ساخت و ساز باید در ابتدای پروژه انجام و بخشی از رویکرد طراحی یکپارچه پسماند باشد.
- برنامه های آموزشی باید برای افزایش آگاهی در مورد مدیریت پسماندهای ساختمانی در مقیاس ملی برای همه ارگان های مرتبط با بخش صنعت ساخت و ساز نهادینه گردد.
- مزایای زیست محیطی مدیریت پسماندهای ساخت و ساز اهمیت کمی داشته، لذا بایستی مقرراتی همچون پروژه سبز، سیستم مدیریت ارزیابی محیطی همانند (ISO 14001) برای کاهش اثرات منفی تبعات زیست محیطی ناشی از مدیریت نامناسب و تخلیه در محیط وضع شود.
- با عنایت به اقدام حداقلی برای کمینده سازی پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه ساختمانی، لازمه اجرای این مهم، ارائه دستورالعمل، انجام پایش های روتین و دوره ای توسط ناظرین مقیم و سازمان های ناظر، رتبه بندی پیمانکاران و ... می باشد.
- الزام برای اجرای طرح اندازه گیری پسماندهای ساخت و ساز در کارگاه های ساختمانی.
- الزام شرکت های فعال برای استخدام دائم کارشناس HSE برای راه اندازی سیستم مدیریت پسماند ساختمانی. اثربخشی اقدامات کمینده سازی پسماندهای ساخت و ساز اجرا شده را می توان بر اساس محتوای این تحقیق بیشتر مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از آن در اختیار مدیران شهری (استانداری، فرمانداری، شهرداری، دهیاری، نظام مهندسی و اداره راه و شهرسازی)، کارفرمایان و پیمانکاران ساختمانی و ... قرار می گیرد تا بتوانند نسبت به افزایش بهره وری در صنعت ساخت و ساز با تعیین علل تولید، اندازه گیری و کاهش پسماندهای ساخت و ساز به طور مناسب اقدام نمایند.

A literature review on lessons, challenges, and benefits. Materials 2021; 15(1):76. Doi: 10.3390/ma15010076.

4- Du Plessis Ch. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. CSIR Report BOU E 2002; 204:2-5.

5- Duan H, Miller TR, Liu G, Tam VW. Construction debris becomes growing concern of growing cities. Waste Management 2019; 83:1-5.

6- Razi, H. (2022). Director General of the Environment and Urban Services Office of the Organization of

- Municipalities and Villages of the country. Available from: ISNA News Agency. Available at: <https://www.isna.ir/news/1401070501904> Accessed Sep 30, 2024 (In Persian).
- 7- Ravanshadnia M, Fuladi M. Recycling of construction and demolition waste. Tehran, Simai Danesh Publications. 2014; P:73-119 (In Persian).
- 8- Hassan SH, Aziz HA, Johari I, Hung YT. Construction and demolition (C&D) waste management and disposal. In Solid Waste Engineering and Management 2022:165-216. Doi: 10.1007/978-3-030-89336-1_3.
- 9- Kulatunga U, Amaratunga D, Haigh R, Rameezdeen R. Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka. Management of Environmental Quality: An International Journal 2006; 17(1):57-72.
- 10- Bossink BAG, Brouwers HJH. Construction waste: quantification and source evaluation. Journal of Construction Engineering and Management 1996; 122(1):55-60.
- 11- Foo LC, Rahman IA, Asmi A, Nagapan S, Khalid KI. Classification and quantification of construction waste at housing project site. International Journal of Zero Waste Generation 2013; 1(1):1-4.
- 12- Bekr GA. Study of the causes and magnitude of wastage of materials on construction sites in Jordan. Journal of Construction Engineering 2014; (1):283298. Doi: 10.1155/2014/283298.
- 13- Mahamid I, Elbadawi IA. Construction material waste: Recognition and analysis. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 2014; 8(11):1312-18.
- 14- Keys A, Baldwin A and Austin S. Designing to encourage waste minimisation in the construction industry. Proceedings of CIBSE (Chartered institute of building services engineers) National Conference, 2000. Dublin, Ireland.
- 15- Saunders J, Wynn P. Attitudes towards waste minimisation amongst labour only sub-contractors. Structural Survey 2004; 22(3):148-55.
- 16- Osmani M, Glass J, Price AD. Architects' perspectives on construction waste reduction by design. Waste Management 2008; 28(7):1147-58.
- 17- Sullivan G, Barthorpe S and Robbins S. Managing Construction Logistics. John Wiley & Sons. 2010; P: 50-63.
- 18- DEFRA, Department for Environment. Non-statutory guidance for site waste management plans.. <http://www.opsi.gov.uk/click-use/psi-licence-information/index.htm>. London April 2008.
- 19- CIF(construction industrial federation) Ireland. Modern methods of construction. waste and resources action programme. This report was produced in support of project Ireland 2040. December 2021; P:14-23.
- 20- Osmani M, Glass J, Price A. Architect and contractor attitudes to waste minimisation. In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-waste and Resource Management 2006; 159(2):65-72.
- 21- Macozoma DS. Secondary construction materials: An alternative resource pool for future construction needs. Concrete for the 21st Century Eskom Conference Centre 2002 March 13-15. Midrand, Gauteng, South Africa.
- 22- Greenwood, Rubina N. Construction Waste Minimisation. Conference: Sustainable Energy and Environmental Technologies- The Third Asia-Pacific Conference., 2000 December 3– 6 Hong Kong, China P:535–40.
- 23- Shafii, F. Achieving sustainable construction in the developing countries of south-east Asia. Proceedings of the 6th Asia-Pacific Structural Engineering and Construction Conference (APSEC 2006), 2006 September 5 – 6, Kuala Lumpur, Malaysia. P:29-44.
- 24- Adams K, Clift M. The economic and environmental benefits of resource efficiency in construction, Environment Agency, Bristol, March 2008; P: 18-42.
- 25- Higgins TE. Pollution prevention handbook. Lewis publisher. A CRC Press Company. 1995. P:389-408.
- 26- Almusawi H, Baqer M. Evaluation of Construction and Demolition Waste Management in Kuwait. Journal of Recycling 2022; 7(6):88.
- 27- Ashrafi H, Qalyan S, Farnag M. Construction waste management is a new approach in sustainable urban development (case study: Shaher Shahroud). 3rd International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Shahid Beheshti University, 2015 Jul 2-4. Tehran, Iran.
- 28- Shirzadi H,. Introducing the experience of the first process of processing Iran's civil and construction wastes in the city of Kermanshah. The 7th National Conference and Specialized Exhibition on Environmental Engineering. 2013 Feb 17-18, Tehran, Iran.
- 29- Mousavi H, Bigdalo S. Investigating the amount and composition of construction wastes in Karaj metropolis. Environmental Research and Technology 2019; 4(6):21-30 (In Persian).
- 30- Tavakli N, Khadim Pir Kh, Jamali H. Investigating the amount of construction debris produced in Bandar Abbas city. 2nd national conference on health, environment and sustainable development. 2012 December 5-6. Hormozgan, Bandar Abbas.
- 31- Osmani MA. Handbook for Management. Elsevier Inc 2011; Chapter 15- Construction Waste P:207-18.

32-Ghavami A, Shahmoradi B. Construction and demolition waste management in Iran based on 3R strategy. *Journal of Health* 2025; 16(1):58-74.

33-Shen LY, Tam VWY. Implementation of environmental management in the Hong Kong

construction industry. *International Journal of Project Management* 2002; 20(7):535-43.

34- McDonald B, Smithers M. Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: A case study. *Construction Management and Economics* 1998; 16(1):71-78.



Journal homepage: <https://journals.sbmu.ac.ir/jhf>



Shahid Beheshti University of Medical Sciences
School of Public Health and Safety

Investigation of the main causes of construction waste generation and reduction methods in the building industry in Iran

Abdullah ghavami^{1*} , Sirvan Ghafory¹ , Qumars Mohammadi¹ , Mehdi Safari² , Parisa Ahmadian² , Heman Bozorgmehr² 

¹ Sanandaj Municipality Waste Management Organization, Kordestan, Iran.

² Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health and Safety, Kordestan University of Medical Sciences, Kordestan, Iran.

Abstract

Background and Aims: Construction waste constitutes a significant proportion of the total waste generated by human societies. The depletion of natural resources and the extensive consumption of raw materials for producing construction materials, on the one hand, and the disposal of generated waste in the environment, on the other, not only impose economic challenges but also pose potential environmental risks. This study investigates the underlying causes of construction waste generation, explores strategies for its minimization at construction sites, and examines the associated challenges in Iran. The main objective of this research is to identify the existing challenges in construction waste management.

Materials and Methods: This study was conducted by examining construction waste with a focus on its generation and reduction methods in five selected projects across four cities, at different stages of construction, and in both public and private sectors. Three approaches—review, interview, observation, and questionnaire—were used for data collection, and SPSS software was applied for data analysis. Ethical considerations were taken into account throughout all stages of the study.

Results: The results of the study showed that the main causes of construction waste generation include workers' lack of awareness, demolition due to poor design, low-quality materials, rework resulting from design changes, improper transportation, vandalism, and inefficient management. The most common measures for reducing construction waste are segregation and sale (limited to metals, cardboard, and plastics); retrieval of surplus tools and materials; adequate storage; and timely delivery.

Conclusion: The effectiveness and positive impact of this study depend on the level of awareness among staff and executive agents, economic considerations, the formulation of regulations and regular monitoring of projects, environmental impacts, and other related factors. These results can serve as a basis for developing guidelines and enacting regulations for construction contractors, thereby fostering changes toward improved construction waste management.

Keywords: Construction waste; Construction industry; Minimization; Iran.

Please cite this article as: Ghavami A, Ghafory S, Mohammadi Q, Safari M, Ahmadian P, Bozorgmehr H. Investigation of the main causes of construction waste generation and reduction methods in the building industry in Iran. *Journal of Health in the Field* 2025; 13(1):71-82. **Doi:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v13i1.44416>.

Corresponding Author: Sanandaj Municipality Waste Management Organization, Kordestan, Iran.

Corresponding Author: Sanandaj Municipality Waste Management Organization, Kordestan, Iran.

Email: ghavami1354@yahoo.com

Received: 16 January 2024

Accepted: 1 June 2025