

Construction and Demolition Waste Management in Iran Based on the 3R Strategy

Abdollah Ghavami¹, Behzad Shahmoradi², Hemn Bozorgmehr^{*3}

1. Sanandaj Municipal Waste Management Organization

2. Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

3. Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

* *Corresponding author.* Tel: +989185740078, Fax: +988733611310, E-mail: hbozorgmehr98@gmail.com

Received: Oct 05, 2024

Accepted: Mar 11, 2025

ABSTRACT

Background & objectives: The management of construction and demolition waste (CDW) is an important urban planning and environmental concern in Iran. CDW constitutes over 70% of the total waste volume and is often disposed of arbitrarily or systematically in landfill sites. However, the average recycling rate of CDW-often referred to as "urban mines"-remains at about 5%. Considering the challenges in integrating circular economy principles into Iran's CDW industry, where research remains limited, this study examines CDW management based on the 3R strategy: Reduction, Reuse, and Recycling.

Methods: This applied study analyzed the existing management policies and processes in Iran based on the 3R principles. Data were collected using three methods: literature review, direct observation, and survey questionnaires. Statistical analysis was performed using SPSS software.

Results: The results indicate that reducing CDW in Iran faces significant obstacles, including non-standard building designs, low disposal costs, and inadequate urban planning frameworks. Barriers to reusing CDW include the lack of systematic collection and sorting guidelines, limited knowledge and regulatory standards, and an underdeveloped market for reclaimed materials.

Conclusion: Challenges in recycling CDW include an inefficient waste management system, incomplete recycling technologies, limited market development for recycled products, and weak market performance. To address these issues, Iran must implement comprehensive policies, legal frameworks, and practical regulations that align with the 3R strategy and foster sustainable waste management practices.

Keywords: Construction and Demolition Waste; Iran; Waste Management; Circular Economy; 3R Strategy

مدیریت پسماندهای ساخت و تخریب ساختمان در ایران

مبتنی بر استراتژی 3R

عبدالله قوامی^۱، بهزاد شاهمرادی^۲، هیمن بزرگمهر^۳*

۱. کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت محیط، سازمان مدیریت پسماند شهرداری سنندج

۲. استاد، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۳. کارشناسی، مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۸۵۷۴۰۰۷۸ فکس: ۰۸۷۳۳۶۱۱۳۱۰ ایمیل: hbozorgmehr98@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: مدیریت پسماندهای ساختمانی و تخریب (CDW) از مهمترین نگرانی‌های مدیریت زیست محیطی در ایران است. CDW بیش از ۷۰ درصد از کل مقدار پسماندهای تولیدی در ایران را تشکیل می‌دهد و معمولاً به طور تصادفی یا ساختاری در محل‌های دفن پسماندها تخلیه می‌شود و میانگین نرخ بازیافت CDW (معادن شهری) در ایران تنها حدود ۵ درصد است. با توجه به اینکه چالش بزرگی در پذیرش چرخه اقتصادی در صنعت CDW در ایران وجود دارد در حالی که تحقیقات مرتبط هنوز محدود است، این مقاله تجزیه و تحلیل مدیریت CDW را مبتنی بر اصل 3R انجام داد.

روش کار: تحقیق حاضر کاربردی بوده و سیاست‌ها و فرایندهای مدیریتی موجود در ایران بر اساس اصول کاهش، استفاده مجدد و بازیافت مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. از ۳ روش (مطالعه، مشاهده و پرسشنامه) برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده و با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS، تجزیه و تحلیل انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که موانع اولیه کاهش CDW در ایران شامل عدم استاندارد طراحی ساختمان برای کاهش CDW، هزینه پایین دفع آن و برنامه ریزی شهری نامناسب است. موانع استفاده مجدد CDW عبارتند از: فقدان دستورالعمل برای جمع‌آوری و مرتب‌سازی موثر CDW یا عدم اجرای آن، فقدان دانش و استاندارد برای استفاده مجدد آن و بازار توسعه نیافته CDW تفکیک شده.

نتیجه‌گیری: چالش‌های بازیافت CDW، سیستم مدیریت ناکارآمد، فناوری بازیافت ناقص، توسعه نیافتگی محصولات بازیافتی در بازار و عملکرد ناقص بازار بازیافت شناسایی شده‌اند. با توجه به یافته‌ها نیاز مبرمی به اعمال سیاست‌ها، قوانین و مقررات عملی خاص جهت بهبود وضعیت فعلی بر اساس اصل 3R پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: پسماند ساختمانی و تخریب، ایران؛ مدیریت، چرخه اقتصادی، 3R

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۱

دریافت: ۱۴۰۳/۷/۱۴

مقدمه

عنوان بزرگترین مصرف‌کننده منابع طبیعی در سراسر جهان شناخته می‌شود. حدود ۶۰ درصد از کل منابع طبیعی در دنیا در این صنعت به مصرف می‌رسد و بخش قابل توجهی از این منابع نیز در قالب پسماندهای ساختمانی و عمرانی (CDW^۱) به هدر

پسماندهای ساخت و ساز و تخریب حاصل ساختمان‌سازی، بازسازی و تخریب سازه‌هایی مانند ساختمان‌های مختلف مسکونی و غیرمسکونی، پروژه‌های راه‌سازی و آسفالت، تعمیر پل‌ها و پاکسازی مربوط به سوانح طبیعی یا ایجاد شده توسط انسان هستند (۱). صنعت ساختمان و پروژه‌های عمرانی به

^۱ Construction and Demolition Waste

می‌رود. در کشورهای مختلف بسته به نوع و نحوه زندگی، صنعت، ترکیب و بافت جمعیتی و نیز مصالح محلی موجود، ترکیب و درصد این مواد در CDW متفاوت می‌باشد. برای مدیریت صحیح این پسماندها می‌بایست رویکرد یکپارچه‌ای از مصرف مجدد ضایعات قابل استفاده، ایجاد تأسیسات تفکیک، کارخانه‌های بازیافت و در نهایت زباله سوزی و دفن شکل گیرد. پیش نیازهای اساسی برای تغییر رویکرد و عملکرد مؤثر در برنامه مدیریت پسماند، دسترسی به بودجه کافی، داده‌های دقیق در مورد ویژگی‌ها و وضعیت مدیریت فعلی آن می‌باشد.

هم‌اکنون در کشورهای توسعه یافته شیوه‌های مدیریت CDW با اصل^۱ 3R «کاهش، استفاده مجدد و بازیافت» هدایت می‌شوند (۲). با این حال، اثربخشی پذیرش چنین شیوه‌هایی در ایران، که CDW بیش از ۷۰ درصد از کل پسماندهای شهری را تشکیل می‌دهد، هنوز بسیار محدود است (۳). نرخ فرآیند استفاده مجدد در ایران برای مصالح قابل استفاده بالا بوده اما نرخ بازیافت CDW کمتر از ۵ درصد است (۴). در مقایسه، نرخ بازیافت و استفاده مجدد CDW می‌تواند در برخی از کشورهای توسعه یافته از جمله ایالات متحده، دانمارک، کره جنوبی، سنگاپور، ژاپن و آلمان به ۷۰ تا ۹۵ درصد برسد (۵). اگرچه روند استفاده مجدد، در ۵۰ سال گذشته توجه زیادی از محققان و مالکان خانه‌های قدیمی را به خود جلب کرده بود، اما نرخ رشد این فرآیند در خیلی از کشورها در دهه گذشته در بخش ساخت‌وساز به طور قابل توجهی بهبود نیافته است (۶، ۷). در حال حاضر، حدود ۷۵ درصد از شهرهای چین و اکثر پروژه‌های تخریب در شهرهای ایران با چنین فرایندی روبرو بوده و صرفاً عملیات تفکیک در مبداء را انجام داده و مابقی آن را به محل دفن پسماندها منتقل می‌نمایند (۸). با توجه به اینکه CDW منجر به بارها و تهدیدهای زیست محیطی قابل توجهی می‌گردد،

¹ Reduce, Reuse and Recycle (3R)

مدیریت و ساماندهی معقول باید با جدیت مدنظر قرار گیرد. گلوشکه و همکاران برای اولین بار مفهوم بازیافت CDW را با تمرکز بر بازیافت پسماندهای بتن پیشنهاد کردند (۹). اورتیزت و همکاران و مرزوق سه سناریو مختلف بازیافت، سوزاندن و پر کردن زمین را با هم مقایسه نموده و دریافتند که از نظر پتانسیل گرمایش جهانی، بهترین راه دوسدار محیط زیست برای مدیریت CDW، بازیافت است، پس از آن سوزاندن و آخرین مورد پر کردن زمین بود (۱۰، ۱۱). وو و همکاران کارایی زیست محیطی سه سناریو از نحوه مدیریت CDW شامل دفن، بازیافت با استفاده از امکانات خصوصی و دولتی را تجزیه و تحلیل نموده و پیشنهاد کردند که دولت باید اهتمام بیشتری بر راه‌اندازی مراکز بازیافت دولتی داشته باشد (۱۲). برخی از محققان وضعیت و کاستی‌های مدیریت CDW را در ایران بررسی نمودند. هاشمی، عالی محمدی و تهامی پور نظرسنجی در مورد آگاهی از مفهوم چرخه اقتصادی در مدیریت پسماندها انجام و نتایج نشان داد در حالی که آگاهی گسترده در صنعت از این مفهوم وجود دارد، اما مشتریان، طراحان و پیمانکاران فرعی کمترین آگاهی را دارند و این یک چالش کلیدی برای بیشتر پروژه‌ها بود (۱۳-۱۵). قنبری و یوان دریافتند که موانع اصلی مدیریت CDW در ایران و چین، فقدان بازار بازیافت پسماندها، حمایت و نظارتی ناکافی، روند غالبی است که در آن طرح‌های ساختمانی توجه کافی به کاهش ضایعات ندارند (۱۶، ۱۷). پس از ارزیابی امکان سنجی اقتصادی برای بازیافت CDW، ژائو کشف کردند که مراکز بازیافت CDW ممکن است به دلیل هزینه‌های بالا با ریسک‌های سرمایه‌گذاری روبرو شوند (۱۸). دوان، شیرزادی و عالی محمدی پیشنهاد کردند که باید توجه بیشتری به بهبود مدیریت ساختمان‌های با اسکلت بتنی، بنایی (آجر و بلوک‌های سیمانی/سنگ)، ملات و ضایعات سرامیکی شود، زیرا این چهار نوع CDW حدود ۸۵ درصد از CDW را تشکیل می‌دهند

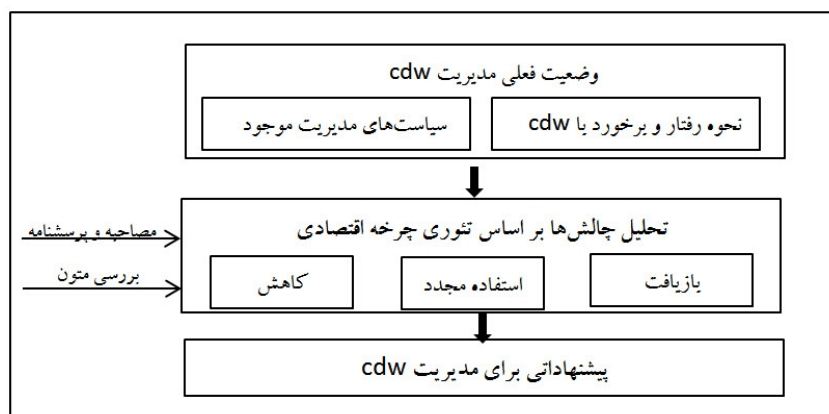
شهرسازی)، کارفرمایان و پیمانکاران ساختمانی و... قرار می‌گیرد تا بتوانند نسبت به افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت‌وساز با کاهش، استفاده مجدد و بازیافت پسماند به‌طور مناسب اقدام نمایند. یکی از روش‌هایی که در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است، استراتژی 3R بوده که در صورت مطالعه و اجرایی شدن می‌تواند به افزایش بهره‌وری مصالح و کاهش هزینه‌های تمام شده در صنعت ساختمان منجر شود. این مطالعه سعی خواهد نمود موارد زیر را مشخص نماید:

- ۱) تعیین سیاست‌های کنونی مدیریت CDW و وضعیت فعلی مدیریت CDW در ایران
- ۲) تبیین چالش‌های مدیریت CDW در ایران با استفاده از اصل 3R
- ۳) ارائه راه حل‌ها و پیشنهادهایی برای افزایش اثربخشی مدیریت CDW

روش کار

پژوهش حاضر از نوع کاربردی است. مجموعه‌ای از افراد یا اشیاء که بر اساس هدف‌های پژوهش تحت بررسی قرار می‌گیرند جامعه آماری را تشکیل می‌دهند که شامل: ساختمان در حال ساخت، تعمیر و تخریب و افراد و گروه‌های مرتبط با امر ساختمان‌سازی (۵۰ کارشناس و ذینفع در زمینه مدیریت CDW) هستند. به‌طور خلاصه، چارچوب کلی تحقیق در شکل ۱ ارائه شده است.

و بیشترین پتانسیل بازیافت را دارند (۱۵،۱۹،۲۰). نظری نشان داد به‌منظور بهبود استفاده مجدد و بازیافت جامع CDW، فناوری اطلاعات تحت شبکه باید برای نظارت بر فرآیندهای تولید و تفکیک CDW اعمال شود (۲۱). به‌طور کلی، آگاهی نسبی از فوریت ترویج فرایند کاهش و بازیافت CDW وجود دارد، اما وضعیت فعلی مدیریت CDW در ایران مناسب نیست. اگرچه برخی مطالعات در مورد وضعیت مدیریت CDW مورد بحث قرار گرفته‌اند، بازبینی دقیق سیاست‌های مدیریت و رویکرد CDW در سطح ملی هنوز وجود ندارد. علاوه بر این، تحلیل‌های موانع موجود عمدتاً بر استفاده مجدد و بازیافت CDW از دیدگاه‌های مختلف تمرکز دارند. نگارندگان بر این باورند که بررسی جامع سیاست‌های مدیریت CDW و وضعیت فعلی نحوه برخورد و رفتار با CDW و بهره‌گیری از نظرات و پیشنهادات پیمانکاران فعال در صنعت CDW، می‌تواند به ما در درک بهتر موانع فعلی چرخه اقتصادی فعال و کارآمد در ساماندهی CDW کمک نماید. از آنجایی که تاکنون به این موضوعات (کاهش، استفاده مجدد و بازیافت) با هم پرداخته نشده و هر یک به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، مطالعه حاضر اولین تلاشی است که تصویری کامل از مسائل مدیریتی 3R ارائه می‌دهد. با توجه به اینکه نتایج حاصل از این پژوهش در اختیار مدیران شهری و روستایی (استانداری، شهرداری، دهیاری، نظام مهندسی و اداره راه و



شکل ۱. چارچوب پژوهشی اتخاذ شده برای این مطالعه

یافته‌ها

در سال ۱۳۹۱ مجوز ساخت ۱۲۰ میلیون متر مربع در کشور صادر شده است (۲۲). اگر به ازای تخریب هر یک متر مربع ساختمان ۱/۵ تن آوار ساختمانی به وجود آید، با فرض ۵۰ درصد ساختمان کلنگی، فقط ۹۰ میلیون تن CDW تولید شده است (۲۳). اگر خاکبرداری ناشی از جاده‌سازی و ساخت تونل و گودبرداری نیز محاسبه شود این رقم تا ۱۰۰ میلیون تن در سال بیشتر خواهد شد، که منجر به مشکلات زیست محیطی و اجتماعی شده است (۲۰). این مقدار به طور مداوم با سرعت در حال رشد است، به ویژه پس از سال ۱۳۸۷ و ورود دولت به صنعت ساختمان‌سازی (مسکن مهر) و گاه‌آبروز سوانح طبیعی همانند سیل و زلزله (۲۲). مطالعه فوق مروری جامع از سیاست‌های مدیریت CDW موجود و شرایط پردازش CDW در مناطق شهری، به ویژه مدیریت آن در کلانشهرها و مراکز استان‌ها ارائه می‌نماید. افزایش قیمت زیاد مسکن و مصالح ساختمانی در سال‌های اخیر و درک لزوم افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت و ساز در کشور موجب شده است تا کارفرما و پیمانکار به دنبال روشی برای کاهش هزینه‌های عمرانی خود باشند. لذا در این تحقیق، محقق بر آن است با بررسی وضعیت موجود CDW و تجزیه و تحلیل چالش‌ها بر اساس اصل ۳R پیشنهادات اجرایی را جهت بهینه نمودن مدیریت آن در کشور ارائه نماید.

وضعیت فعلی سیاست‌های CDW و نحوه مدیریت آن در ایران

سیاست‌گذاری به یاری جامعه و سیاسیون می‌آید تا حلقه ارتباط بین جامعه و قدرت باشد. سیاست‌گذاری مدیریت پسماند، سیستمی است که فرایند جمع‌آوری، پردازش، بازیافت و دفع پسماند را در تعامل با یکدیگر، سیاست‌گذاری و مدیریت می‌نماید، به نحوی که اهداف زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی

تجزیه و تحلیل پایایی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام و از آلفای کرونباخ برای سنجش سازگاری درونی پرسشنامه، استفاده شد. در این تحقیق از ۳ روش برای جمع‌آوری داده‌ها، استفاده شده است:

الف) روش استفاده از اطلاعات و مدارک موجود: در این بخش از اطلاعات و آمار موجود در شهرداری‌ها، نظام مهندسی و راه و شهرسازی، پایان‌نامه‌ها، مقالات و کتب مطرح در این زمینه استفاده شده است. متون مرتبط با وضعیت نحوه برخورد با CDW و موانع در ایران برای به دست آوردن اطلاعات اولیه مورد بررسی قرار گرفت.

ب) روش مشاهده: در این بخش جهت شناسایی انواع پسماند و کیفیت و کمیت آن از بخش‌های مختلف ساختمان‌های در حال ساخت، تخریب شده در بافت تاریخی و فرسوده، اماکن مربوط به خریدوفروش ضایعات فولادی و چوبی، محل‌های تخلیه و دفن نخاله‌های ساختمانی، کارخانه بازیافت نخاله‌ها بازدید به عمل آمد.

ج) روش مصاحبه و پرسشنامه: به دلیل اینکه افراد مرتبط با فرآیند ساخت‌وساز از اقشار مختلف و با سطح سواد مختلف و توان فنی متفاوت تشکیل شده‌اند و موضوع 3R موضوع نسبتاً جدیدی می‌باشد لازم بود با گروه‌های مختلف اعم از متخصصین و محققین (۱۶ نفر)، اپراتورهای طراحی ساختمان (۵ نفر)، پیمانکاران ساخت و ساز (۵ نفر) و شرکت‌های تخریب ساختمان (۹ نفر)، شرکت‌های بازیافت CDW و کارخانه‌های شن و ماسه (۸ نفر)، مدیران و مسئولان شهری با تخصص‌های مختلف ویژه در مدیریت پسماندها، عمران و ابنیه شهری (۸ نفر) مصاحبه شود. مصاحبه‌ها از طریق گفتگوی حضوری یا از راه دور (از طریق تلفن) انجام شد. چالش‌ها در جنبه‌های کاهش، استفاده مجدد و بازیافت بررسی و مورد بحث قرار گرفت. نظرات مورد کنکاش و بررسی شدند.

مطلوب در یک منطقه مشخص به دست آید. به عبارت دیگر، سیاست‌گذاری مدیریت پسماند باید از لحاظ محیط‌زیستی موثر، از لحاظ اجتماعی مقبول و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد (۲۴). این بخش از تحقیق، بررسی جامع از سیاست‌های مدیریت CDW موجود و نحوه برخورد با آن بصورت نمونه‌وار در ایران ارائه می‌دهد.

سیاست‌های ملی

اولین سند خط مشی مربوط به مدیریت CDW در سال ۱۳۹۱ تحت عنوان «شیوه نامه اجرایی ساماندهی پسماندهای عمرانی و ساختمانی» صادر شد و اقدامات مدیریتی برای برنامه‌ریزی، ساماندهی و مراقبت، آموزش و اطلاع‌رسانی عملیات اجرایی CDW را تعریف می‌کند. چندین سیاست مرتبط توسط وزارت دادگستری، کشور، راه و شهرسازی و سایر نهادهای حاکمیتی صادر شد که در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. قوانین و مقررات کلیدی مدیریت پسماندهای ساختمانی و تخریب (منبع نگارندگان)

سال	دستورالعمل و مقررات	عنوان	سازمان مربوطه
۱۳۷۵	ماده ۶۸۸ قانون مجازات اسلامی	تهدید علیه بهداشت عمومی از طریق تخلیه نخاله ساختمانی در معبر عمومی	وزارت دادگستری
۱۳۷۵	تشکیل سازمان‌های مدیریت پسماند در شهرداری‌ها	جهت تعیین مدیریت اجرایی پسماندها و تشکیلات تخصصی در شهرداری‌های کشور	وزارت کشور
۱۳۸۳	قانون مدیریت پسماندها و آیین نامه اجرایی آن	تعریف و طبقه بندی انواع پسماندها، شرح وظایف مدیریت اجرایی و سایر ارگانهای مرتبط	دولت و مجلس شورای اسلامی
۱۳۸۵	دستورالعمل نحوه تعیین بهاء خدمات مدیریت پسماند (شهری)	باستناد ماده ۸ قانون مدیریت پسماندها و به منظور تشویق تولیدکنندگان به تولید کمتر پسماند و افزایش کمی و کیفی تفکیک از مبدأ و بازیافت	سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
۱۳۹۱	شیوه نامه اجرایی ساماندهی پسماندهای عمرانی و ساختمانی	برای اجرای ماده ۵ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها برای برنامه ریزی، ساماندهی و مراقبت، آموزش و اطلاع رسانی عملیات اجرایی CDW	سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
۱۳۹۴	شیوه نامه اجرایی اجتناب و کاهش از تولید پسماند	ارائه دستورالعمل اجرایی و رهنمودهای لازم	سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
۱۳۹۶	معافیت مالیات مستقیم با نرخ صفر	کمک به اجرای فرآیند اصولی مدیریت پسماند، شامل تفکیک از مبدأ، جمع آوری، پردازش، بازیافت، تولید انرژی و دفع	کمیسیون امور داخلی مجلس شورای اسلامی
۱۳۸۴	ماده ۲۰۶ آیین نامه پلیس راهور و ماده ۷ قانون ایمنی راه‌ها	تأمین امنیت مرد و جلوگیری از بروز تخلف در تخلیه های غیرمجاز	وزارت راه و شهرسازی، فرماندهی پلیس راهور
۱۴۰۱	یارانه های مالی برای پروژه های مرتبط با خدمات پسماندها	یارانه های مالی (از جمله وام کم بهره) برای بازیافت CDW	سازمان مدیریت و برنامه ریزی

علاوه بر قوانین و مقررات فوق‌الذکر، هم‌اکنون سیاست‌های دیگری نیز در حمایت از مدیریت CDW وجود دارد. برای مثال، کمیسیون توسعه و محیط زیست برای پروژه‌های مدیریت، ساماندهی و خدمات پسماندها حمایت مالی می‌کند. که در این راستا شهرداری‌های اهواز و اصفهان (با حمایت مالی

دولت) تمهیدات لازم را جهت احداث کارخانه بازیافت با مشارکت سرمایه گذار بخش خصوصی انجام داده‌اند (۲۵).

سیاست‌های منطقه‌ای

بعد از تصویب قانون مدیریت پسماندها در سال ۱۳۸۳ و تکلیف شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور برای

ارائه خدمات تخصصی و بهینه در شهر، تعدادی از سازمان‌های مدیریت پسماند یک سری سیاست‌ها و مقررات را برای مدیریت تولید، حمل و نقل و دفع

جدول ۲. مقررات مدیریت CDW در برخی از شهرهای ایران (منبع نگارندگان)

سال	دستورالعمل و مقررات	عنوان	سازمان مربوطه
۱۳۹۰	مدیریت کاهش آوار و CDW	مشمول بر نحوه تخریب، انبار کردن، جداسازی، کاهش ضایعات مصالح حین حمل و ساخت و نحوه پردازش و دفع پسماندهای ساختمانی	کمیسیون توسعه و عمران شورای شهر تهران
۱۳۹۱	دستورالعمل اجرایی مدیریت CDW شهر سنندج	برای ساماندهی وضعیت موجود و حفاظت از محیط زیست و اجرای قانون مدیریت پسماندها	شهرداری سنندج
۱۳۹۳	چگونگی محاسبه و دریافت بهای خدمات مدیریت CDW	ارائه فرمول بابت تعیین هزینه های نظارت جهت اجرای ماده ۸ قانون مدیریت پسماندها (۱۳۸۳)	شورای شهر تهران
۱۳۹۵	تأسیس اولین کارخانه بازیافت CDW در ایران	الزام انتقال و تخلیه CDW در سایت تخلیه آبلی جهت پردازش و بازیافت	شهرداری تهران
۱۳۹۵	مشخصات فنی جمع آوری، حمل و نقل تولیدکنندگان جزء CDW	ارائه دستورالعمل نحوه جمع آوری و انتقال و تجهیز ناوگان خدمات	شهرداری مشهد و اصفهان
۱۳۹۶	مقررات مربوط به مدیریت پسماندها های ساختمانی در شهر	تقویت استقرار پلت فرم RFID به منظور بهبود بهتر خدمات و کارایی مدیریت CDW	شهرداری تهران و قم
۱۳۹۹	مقررات جمع آوری انتقال و دفع پسماندهای ساختمانی و عمرانی	شهرداری مناطق ضمن اخذ هزینه خدمات CDW از مالک، تا پایان عملیات صحیح حمل و نقل و دفع CDW از شروع یا ادامه کار مالکان خودداری نمایند.	شهرداری ایلام و اراک
۱۴۰۰	استقرار سامانه مدیریت هوشمند پایش لحظه ای خدمات CDW	کنترل خدمات با پلتفرم اطلاعات جامع مدیریت پایش لحظه ای از مرحله تولید تا دفع	شهرداری ایلام

بررسی و مقایسه سیاست‌های قبلی نشان می‌دهد که سیاست‌های منطقه‌ای معمولاً مفاد خاصی را تحت مقررات راهنمایی سیاست‌های ملی، به‌ویژه در مسئولیت مدیریت، اقدامات مدیریتی خاص ارائه می‌دهند. پس از بررسی این خط‌مشی‌های محلی، شاخص‌ترین آنها ارائه هزینه‌های خدمات و احداث کارخانه بازیافت CDW در تهران، الزامات مجوز فعالیت در ایلام و اراک، پلتفرم سامانه هوشمند در ایلام و سیاست‌های ارائه خدمات بهینه در قم، اصفهان و مشهد بود.

وضعیت مدیریت CDW در ایران

با گسترش شهرنشینی و افزایش بازسازی مناطق و محله‌های قدیمی شهرها، با اجرای طرح نوسازی (در شهر و روستا) و بازآفرینی شهری و الحاق روستاهای اطراف شهر تحت عنوان نواحی منفصل شهری در ده

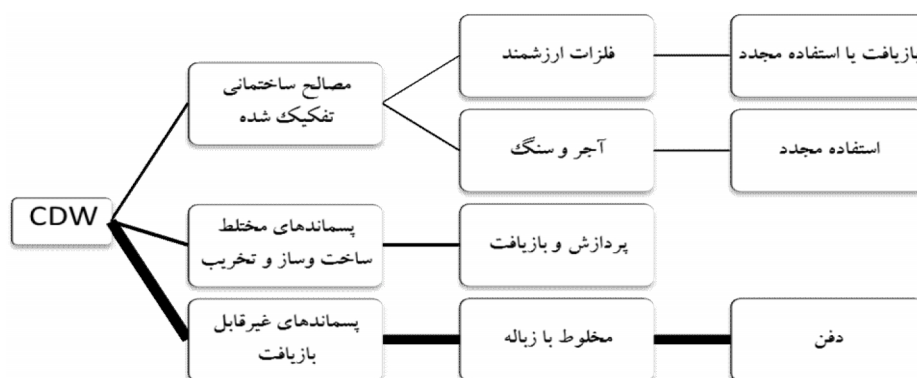
سال اخیر، بروز سوانح و حوادث طبیعی متعدد (سیل و زلزله) میزان CDW در شهرها و روستاها به سرعت در حال افزایش است (25، 14، ۲۶). اگرچه مقررات موجود مستلزم این است که CDW به طور متمرکز جمع‌آوری و دفع شود، اما CDW در ایران (به‌استثناء مراکز استان‌ها) غالباً بصورت غیرمجاز در کنار شهرها تخلیه شده و معمولاً قسمت ناچیزی از آن مستقیماً در محل دفن پسماندها یا سایت‌های اختصاصی تخلیه خاک و نخاله، دفع می‌شوند. علاوه بر این، مقادیر زیادی CDW که از توسعه زیرساخت در شهرها تولید می‌شود، از مناطق شهری به مناطق روستایی اطراف شهرها منتقل شده است (۲۶). با هدف درک وضعیت فعلی CDW در ایران، نحوه مدیریت در دو بخش شهری و روستایی تشریح می‌گردد.

(۱) وضعیت CDW در مناطق شهری

تعداد شهرهای کشور از ۲۷۱ نقطه در سال ۱۳۴۵ به ۱۲۴۲ نقطه در سال ۱۳۹۵ افزایش و نرخ شهرنشینی در ایران از ۳۸ درصد به ۷۴ درصد افزایش یافته است (۲۶). عمر مفید ساختمان در ایران حدود ۳۰ سال است (۲۶). با توجه به رشد جمعیت در سالهای دهه ۶۰ و گسترش بی‌رویه ساخت‌وساز مسکونی، هم اکنون با به پایان رسیدن عمر بافت‌های مسکونی، نیاز به بازسازی آنها و تولید حجم بسیار زیادی از CDW دور از انتظار نیست. به‌طور میانگین در ایران به ازای تخریب یک مترمربع ساختمان، ۱/۵ تن آوار ساختمانی تولید می‌شود (۲۶).

از آنجایی که سیاست‌های مدون در تهران و چند کلانشهر نمونه کرمانشاه، مشهد، قم و اصفهان فعال بودند، نحوه مدیریت CDW در این چند شهر

بررسی می‌شود. در تهران، روزانه حدود ۳۳۰۰۰ تن CDW تولید شده که ۶۷٪ آن مستقیماً در محل‌های دفن تخلیه و ۳۳ درصد (۱۱۰۰۰ تن) آن پردازش و بازیافت می‌شود (۲۷). سرانه CDW در تهران در روز ۵٫۲ کیلوگرم بود (۲۲). تهران دارای ۳ سایت دفع CDW معمولی است، اما بعضی دفع‌ها به صورت تصادفی در سایت‌های بدون مجوز هم انجام می‌شود (۲۲). هم‌اکنون سه کارخانه بازیافت CDW در تهران وجود دارد و برنامه‌ریزی برای احداث چهارمین کارخانه انجام تا ظرفیت بازیافت به ۱۴۰۰۰ تن در روز افزایش یابد (۲۶). چارچوب مدیریت CDW در تهران در شکل ۲ ارائه شده است، ضخامت پیکان‌های موجود در نمودار، میزان پسماندها را نشان می‌دهد.



شکل ۲. جریان مدیریت CDW در تهران (ضخامت خطوط صرفاً برای نمایش‌های کمی است)

پسماند شهری بازیابی شده از کل پسماندها و بهره‌گیری از این معادن شهری^۱ نسبت به تهیه بسته سرمایه‌گذاری احداث کارخانه بازیافت CDW با اعتباری بالغ بر ۲۵۰۰ میلیارد ریال اقدام نموده‌اند. هر چند که قبلاً در شهر کرمانشاه اقدامات خاصی صورت گرفته اما دلیل عدم تعاملات بین بخشی هم اکنون کارخانه تعطیل شده است.

در مورد کلانشهرهای کرمانشاه، مشهد، قم و اصفهان نرخ تولید روزانه CDW به ترتیب ۴۰۰۰، ۵۵۰۰ و ۸۵۰۰ تن در روز می‌باشد. بر اساس گزارش‌های آماری صادر شده توسط سازمان مدیریت پسماند بغیر از تفکیک مصالح ارزشمند در مبدأ هیچگونه عملیات بازیافتی بر روی CDW انجام نمی‌شود و روش دفع، فرایند غالب در این شهرها می‌باشد (۲۲). هم اکنون مدیران شهری (شهرداری) هر چهار شهر به منظور دستیابی به شهری پاک با رعایت استانداردهای زیست محیطی، افزایش سهم

^۱ Urban Mining

(۲) مدیریت CDW در مناطق روستایی

محیط زیست یکی از ابعاد حساس و آسیب‌پذیر روستاها می‌باشد که نسبت به شهرها کمتر در معرض آلاینده‌ها قرار گرفته است. اجرای طرح‌های نوسازی و مقاوم‌سازی در قالب ارائه تسهیلات مالی در روستاها در ده سال اخیر نیز به افزایش تولید CDW کمک کرده است (۲۲). علاوه بر این، مقادیر زیادی CDW تولید شده در عملیات ساخت‌وساز و توسعه زیرساخت‌ها از شهری به مناطق روستایی منتقل می‌شود. اکنون مناطق روستایی بیشتر و بیشتری از مسئله مخاطره CDW رنج می‌برند که ناشی از تخلیه‌های غیرمجاز است (۲۲). با شکل‌گیری تشکیلات دهیاری‌ها در سال ۱۳۸۰، فرصت مناسبی برای انجام اقدامات حفاظتی زیست محیطی و مدیریت پسماند در روستاها فراهم شد (۲۲). مواد موجود در CDW مانند آربست، سیمان و کاشی‌های پلاستیکی وینیلی می‌تواند حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی را کاهش داده و تولید محصول را در آن منطقه کاهش دهند (۲۷).

بحث**تجزیه و تحلیل چالش‌ها بر اساس اصل 3R**

در این بخش، چالش‌های عمده‌ای که مدیریت CDW در ایران با آن مواجه است با رویکرد و دیدگاه ترکیبی کاهش، استفاده مجدد و بازیافت، مفاهیمی که شالوده چرخه اقتصاد را تشکیل می‌دهند، تحلیل می‌شوند.

کاهش: به دلیل ماهیت روش‌ها و شرایط ساخت و فعالیت‌های صنعت ساختمان، تولید پسماند هرگز به حالت صفر نمی‌رسد و سطح معینی از تولید CDW اجتناب‌ناپذیر است. در بین استراتژی‌های 3R برای CDW، کاهش پسماندها به دلیل داشتن کمترین اثرات نامطلوب بر محیط زیست، بهترین اقدام مدیریتی در این زمینه است. بنابراین این مهم در هنگام توسعه برنامه‌های مدیریت CDW به عنوان

اولویت اول در نظر گرفته می‌شود. با این حال، با توجه به بررسی متون و بازخورد از مصاحبه شوندگان، شرایط برای کاهش CDW در ایران به خوبی، توسعه نیافته است، عمدتاً به دلایل زیر:

(۱) عدم استانداردهای طراحی برای کاهش CDW بررسی سیاست‌های مدیریت CDW موجود در ایران نشان داد که بیشتر مقررات موجود به جای کاهش CDW، ساماندهی فرایند بعد از تولید را هدف قرار می‌دهند. مصاحبه شوندگان دلیل این امر را فقدان یا کمبود مقررات موجود در مرحله طراحی و معماری اظهار نمودند. از سوی دیگر، تمام مصاحبه‌شوندگان به‌ویژه محققین پیشنهاد کردند که ارائه استانداردهای دقیق در طراحی و ساخت ساختمان برای کاهش CDW ضروری است. در سال‌های اخیر، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)^۱ در ایران بسیار محبوب بوده و اذعان می‌شود کاهش CDW از طریق شبیه‌سازی مازول‌های ساختمان و فرآیند ساخت و ساز سودمند است (۲۸). با این حال، کمبود استانداردهای صنعتی وجود دارد که استفاده از BIM را در بازار هدایت کند. بر اساس گزارش تحقیق در مورد روند توسعه و استراتژی رقابتی صنعت پیش ساخته ایران، ساخت و ساز پیش ساخته تنها ۲ تا ۳ درصد از بازار را تشکیل می‌دهد، اما انتظار می‌رود این سهم افزایش یابد (۲۲).

همچنین سطح آگاهی پایین پیمانکاران ساختمانی از کاهش مصالح ساختمانی و آموزش ناکافی به عنوان موانع اصلی کاهش CDW بیان شد. در همین حال، در ایران هیچ دستورالعملی برای آموزش نحوه کاهش CDW وجود ندارد.

(۲) هزینه بسیار پایین دفع CDW در ایران، هزینه تخلیه CDW در سایت‌های دفع بسیار ناچیز است (حدوداً ۱/۰ دلار آمریکایی هر تن). در مقایسه با ۵-۱۵ دلار در هر تن در آمریکا، ۱۱/۳۴-۹۰/۷۱ دلار در هر تن در آلمان، ۹/۶۰ دلار در هر تن

^۱ Building Information Modeling

در ژاپن و ۰/۷۶ دلار در هر تن در چین نسبتاً خیلی پایین است (۲۲). هزینه دفع کم، ترغیب پیمانکاران و شرکت‌های ساخت و ساز برای کاهش تولید CDW را دشوار کرده است. با توجه به بازخورد مصاحبه شوندگان، هزینه بسیار پایین دفن پسماندهای ساختمانی به طور غیرمستقیم شرکت‌ها را تشویق می‌کند، به جای بازیافت یا استفاده مجدد، آنها را دفن نمایند. از منظر دیگر، هزینه‌های بالای دفع می‌تواند تخلیه غیرقانونی را افزایش دهد (۲۲). بنابراین، برای تشویق موثر کاهش CDW، نظارت و مجازات شدیدتر باید همزمان اجرا شود. پس از تصویب قانون مدیریت پسماندها، هم اکنون این امر در اکثر مراکز استان‌ها و شهرهای بالای ۲۰۰ هزار نفر جمعیت در حال انجام است.

۳) عدم تحقق مدیریت واحد شهری

برنامه‌ریزی شهری نامناسب، تخریب ساختمان‌ها و فعالیت‌های عمرانی، مقادیر زیادی CDW در شهرها تولید می‌کند و نرخ تخریب در ایران به طور قابل توجهی بالا است. از سال ۲۰۰۶ به ۴۰ درصد از کل مساحت ساخت و ساز در سال می‌رسد (۲۹). میانگین طول عمر ساختمان‌ها در ایران ۳۰ سال است، در حالی که عمر متوسط ساختمان‌ها در کشورهای دیگر بسیار بیشتر است (۳۰). به دلیل فقدان عمومی برنامه‌ریزی شهری منطقی، ساخت‌وسازهای شهری اغلب به طور مکرر تخریب و ساخته می‌شوند و در نتیجه مقادیر زیادی CDW ایجاد می‌شود (۳۱). در شهرهای بزرگ و متوسط بدلیل عدم هماهنگی‌های بین بخشی، زیرساخت‌های موجود شهر به دلیل طراحی و ساخت‌وسازهای غیرمنطقی و غیراصولی در بسیاری از موارد نمی‌تواند نیازهای رو به رشد را برآورده کند. به عنوان مثال، تغییرات مکرر در مناطق عملکردی شهری و شبکه خطوط لوله منجر به تعداد زیادی مسکن و بازسازی سطح جاده‌ها و زیرساخت‌های آب و فاضلاب و... شد. به طور گسترده شهرنشینی شتابان و دگرگونی‌های بزرگ شهرهای قدیمی، دو دلیل اصلی

وجود چنین ساختمان‌هایی با عمر کوتاه هستند (۳۲). متخصصین / محققان مورد مصاحبه نیز بازخورد مشابهی در رابطه با وجود این «ساختمان‌های با عمر کوتاه» و مقادیر زیادی CDW تولید شده ارائه کردند.

استفاده مجدد

استفاده مجدد از CDW عمل یا تمرین دوباره استفاده کردن از مصالح ساختمانی قابل اجرا است، چه برای هدف اصلی خود (استفاده مجدد معمولی) یا برای انجام یک عملکرد متفاوت (استفاده مجدد خلاقانه). بر اساس بررسی متون و مصاحبه با کارشناسان و ذینفعان، موانع کلیدی استفاده مجدد از CDW به شرح زیر است:

۱) فقدان راهنمایی برای جمع‌آوری و مرتب‌سازی CDW موثر

رئیس و کارشناسان سازمان مدیریت پسماند که با آنها در این خصوص مصاحبه شد، اظهار داشتند که اکثر CDWهای جمع‌آوری شده مخلوط و آلوده هستند، زیرا در مبداء جداسازی یا دسته‌بندی نشده‌اند. این امر در نهایت منجر به بازده نسبی کمتر استفاده مجدد و بازیافت CDW می‌شود. برخلاف پسماندهای شهری، CDW به روش‌های پردازش خاصی برای تفکیک یا دسته‌بندی مناسب نیاز دارد. برای مثال، میلگردهای معمولاً با بتن پوشانده می‌شوند و بنابراین بدون جدا کردن بتن از میلگردها، استفاده مجدد از هر دو دشوار است (۳۳). بازخورد شرکت‌های تخریب سنتی CDW نشان داد که معمولاً فقط ضایعات آهنی و غیرآهنی، پلاستیک‌ها، درها و پنجره‌ها، آجرها در محل جمع‌آوری می‌شوند و مابقی CDW تولید شده مستقیماً به مکان‌های دفع CDW تعیین‌شده منتقل می‌شوند. دستورالعمل و دانش مناسبی در مورد نحوه طبقه‌بندی CDW وجود نداشته، بنابراین پتانسیل استفاده مجدد از CDW را محدود می‌کند.

۲) فقدان دانش و استاندارد برای CDW استفاده مجدد

از آنجایی که استاندارد بر روی مصالح و مواد تفکیک شده CDW وجود ندارد، مصرف کنندگان معمولاً به کیفیت آنها شک می کنند. حتی مصاحبه شوندگان از شرکت های ساخت و ساز ساختمان پاسخ دادند که به ندرت از اینگونه مصالح و مواد استفاده می کردند، زیرا کیفیت این مواد را نمی توان تضمین نمود. علاوه بر این، مواد تفکیک شده از CDW در جریان استفاده مجدد اغلب در عرضه کافی نیستند (۳۴).

۳) بازار توسعه نیافته برای فرایند استفاده مجدد CDW

ترویج پذیرش و استفاده از مصالح ساختمانی ساخته شده از فرایند استفاده مجدد CDW نیازمند بازار قوی است. متأسفانه، ایران جهت تسهیل گردش گسترده مصالح در صنعت ساختمان، یک بازار عادی برای مواد و مصالح ساختمانی تحت فرایند استفاده مجدد ایجاد نکرده است (۳۵). افرادی که با آنها مصاحبه شد، اشاره نمودند که توسعه یک بازار قوی برای مصالح ساختمانی مورد استفاده مجدد یک پیش نیاز مهم برای ترویج استفاده مجدد از CDW است. به عنوان مثال، بازارهای مصالح ساختمانی دست دوم در جوامع سراسر آمریکا پراکنده شده اند، که می تواند به طور موثر گردش مواد ساختمانی مستعمل را افزایش دهد (۳۶). در سال های اخیر بدلیل گران شدن مصالح ساختمانی در کشور، بازار خرید و فروش مصالح و مواد مستعمل ساختمانی افزایش محسوسی یافته است.

بازیافت

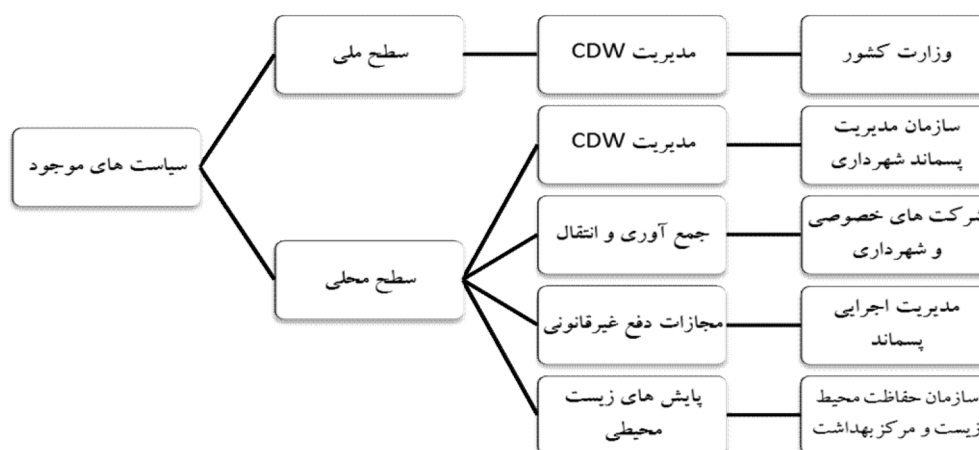
بازیافت CDW مستلزم پردازش و تجزیه اقسام استفاده شده برای ساختن مصالح، مواد و اشیاء جدید

است. بررسی کشورهای پیشرو در این زمینه بیانگر صرفه اقتصادی بسیار بالا در کنار حفظ منابع طبیعی موجود، افزایش طول عمر لندفیل ها، ضرورت زیست محیطی و اجتماعی و اشتغال زایی مستقیم و غیرمستقیم گسترده بازیافت CDW است. در این بخش سعی می گردد تا پتانسیل ها، چالش ها، راهکارها و مزایای این امر در راستای تحقق دستیابی به آن ارزیابی گردد. بر اساس بررسی متون و بازخورد مصاحبه با کارشناسان و سرمایه گذاران این بخش، موانع کلیدی بازیافت CDW به شرح زیر ارائه می شود:

۱) سیستم مدیریت ناکارآمد

همانطور که سیاست های مربوط به مدیریت CDW در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است، بخش ها و نهادهای مختلف دولتی، حاکم به اجرای مدیریت CDW بوده و مقررات مربوط به مدیریت پسماندهای ساختمانی و عمرانی، توسط وزارت کشور در سال ۱۳۹۱ صادر شده است. شهرداری ها و پیمانکاران بخش خصوصی مسئولیت حمل و نقل CDW را بر عهده داشته و نظارت بر شرایط زیست محیطی و بهداشتی محل های دفع CDW با اداره حفاظت محیط زیست و مراکز بهداشت شهرستان ها می باشد. مدیریت امورات اجرایی CDW بر اساس شرح وظایف ابلاغی بر عهده سازمان مدیریت پسماند شهرداری ها است. (شکل ۳).

ارتباط و همکاری بین این بخش ها کافی نبوده که دلیل اصلی آن عدم مدیریت واحد شهری در شهرهای ایران است. این امر تا حدودی منجر به دفع نادرست و گسترده فعلی مقادیر زیادی CDW می شود.



شکل ۳. بخش های مختلفی که در مدیریت CDW دخیل هستند (وضعیت عمومی). (منبع: نگارندگان)

۲) فناوری بازیافت ناقص

بازیافت CDW در ایران هنوز در مراحل اولیه و ابتدایی است. در کشورهایی مانند ژاپن، آلمان و سنگاپور استفاده از فناوری های کامل بازیافت CDW، از جمله جداسازی بتن و سیمان، بازیافت بتن و سنگدانه ها، بازیافت چوب و... صورت می گیرد. در کشورهایی مانند هلند ۹۰ درصد، انگلستان ۴۵ درصد و در دانمارک ۸۷ درصد نخاله ها و ضایعات ساختمانی بازیافت می شوند و در ۱۵ کشور اتحادیه اروپا از ۱۸۰ میلیون تن نخاله های تولیدی، ۲۸ درصد آن بازیافت می شود (۲۳). به طور خاص، امریکا دارای توانایی فناوری برای تولید بتن بازیافتی است که طیف گسترده ای از الزامات مقاومت را برآورده می کند (۳۷). کارخانه بازیافت CDW در ایران فقط مصالح شن و ماسه را تولید می نمایند، بنابراین پتانسیل کامل آنها برای بازیافت به محصولات با ارزش افزوده محقق نشده است (۲۳).

۳) توسعه نیافتگی محصولات بازیافتی CDW در بازار تلاش ها برای مطلوب نمودن بازیافت CDW با موانع بسیاری در ایران به چالش کشیده شده است. اول از همه، هیچ استاندارد کیفی برای محصولات بازیافتی در ایران وجود ندارد (۱۵). بنابراین مصرف کنندگان ممکن است در خرید مواد CDW بازیافتی مردد باشند، زیرا

نمی توانند اطلاعات کافی در مورد محصولات مربوطه به دست آورند (۳۸). علاوه بر این، بازخورد مصاحبه شونده ها (مدیران شرکت های ساخت و ساز ساختمان) نشان داد که مصالح ساختمانی بازیافتی به دلیل هزینه بالای بازیافت در حال حاضر مزیت قیمتی نسبت به مواد اصلی ندارند. بنابراین، بازار محصولات بازیافتی CDW فضای زیادی برای رشد و رقابت در ایران ندارد.

۴) عملکرد ناقص بازار بازیافت

در حال حاضر، چند سرمایه گذار و شرکت محدود در پردازش و بازیافت CDW در ایران فعالیت دارند. با این حال، بدون سیستم مدیریت و نظارت کارآمد CDW، دستیابی به مواد خام مورد نیاز جهت حفظ عملیات تجاری عادی و سودآور برای این شرکت ها دشوار است. بازخورد شرکت های بازیافت و پردازش CDW نشان می دهد که عرضه ناپایدار CDW هزینه بالای عملیات پردازش و بازیافت CDW چالش های اصلی برای بازیافت آنها است. در نظر گرفتن تسهیلات ویژه در پروژه های حوزه بازیافت در کشور و ایجاد بازار مناسب مصالح ساختمانی که طی فرآیند بازیافت تولید می شوند، سرمایه گذاری در این پروژه را پرسود و مطمئن خواهند نمود.

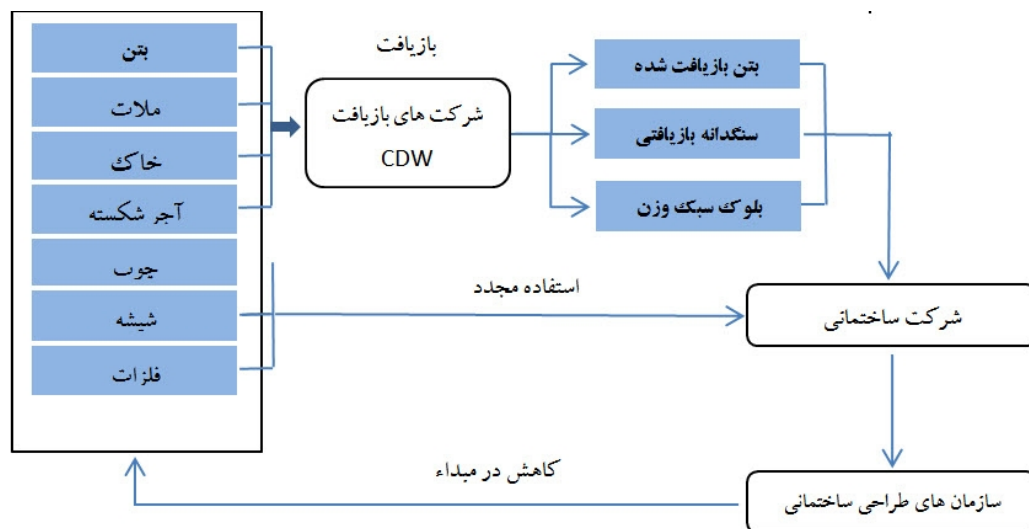
راهبردهای غلبه بر موانع در مدیریت CDW

از طریق تجزیه و تحلیل موانع دفع CDW، استراتژی‌هایی برای بهبود مدیریت CDW در ایران به شرح زیر پیشنهاد می‌گردد.

طراحی مدل چرخه اقتصادی موثر

ایجاد یک مدل چرخه اقتصادی موثر برای CDW مهم است، زیرا CDW بازیافتی نه تنها برای صنعت ساختمان، بلکه در سایر صنایع نیز قابل استفاده است. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، کاهش و استفاده مجدد از CDW باید توسط ذینفعان و متخصصان در طراحی و ساخت ساختمان انجام شود. برای بازیافت و استفاده مجدد از CDW در صنعت ساختمان، ضایعات بتن، آجر، ملات را می‌توان به مواد بازیافتی مانند بتن بازیافتی، بلوک سبک وزن و شن بازیافتی تبدیل کرد (۲۲).

CDW بازیافتی را می‌توان در صنایع دیگر نیز بکار برد، زیرا پسماندهای ساخت و ساز علاوه بر بتن، قلوه سنگ، آجر، ملات حاوی سایر ضایعات جامدی همچون ضایعات فلزی، ضایعات شیشه، ضایعات چوب، آجرهای رسی و شیل و... هستند (۳۹). ضایعات فلزی را می‌توان پس از ذوب در صنعت متالورژی بازیافت کرد. ضایعات شیشه را می‌توان پس از خرد کردن و حرارت دادن در صنعت شیشه استفاده نمود. از ضایعات چوب می‌توان برای ساخت خمیر و در نهایت کاغذ پس از پردازش مجدد و تخته‌های چند لایه چوبی استفاده نمود. آجرهای رسی و شیل را می‌توان برای ساخت آجر سرامیکی استفاده نمود. علاوه بر این، آجرهای خرد شده پس از اصلاح ارگانیک به عنوان پرکننده در رنگ ها یا کامپوزیت های پلاستیکی استفاده شوند (۴۰).



شکل ۴. حالت چرخه اقتصادی برای پسماندهای ساختمانی و عمرانی در صنعت ساختمان (منبع: نگارندگان)

تقویت کنترل منبع CDW

مصاحبه شوندگان در این مطالعه معتقد بودند که کنترل و پایش منبع CDW باید تقویت گردد. به طور خاص، سازمان‌های درگیر در طراحی ساختمان‌ها و شرکت‌های ساخت‌وساز باید توافق نامه‌ای را برای توسعه برنامه ساخت و ساز سبز و مدیریت مشترک CDW منعقد نمایند. علاوه بر این، برای جلوگیری از

کوتاه شدن طول عمر ساختمان‌ها و زیرساخت‌های عمرانی ناشی از سرعت شهرنشینی، استفاده مجدد تطبیقی از ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها باید تشویق شود و برنامه‌ریزی شهری پایدار نیز باید ترویج گردد. به عنوان مثال، یک کارخانه متروکه را می‌توان به بخشی از یک پارک علمی-فناوری تغییر داد که در حال حاضر در ایران مورد توجه قرار گرفته است.

افزایش نظارت و مدیریت

بدلیل فقدان جدی نظارت و مدیریت CDW در ایران، بایستی جهت بهبود آن، چندین مرحله اساسی انجام شود:

(۱) ایجاد یک سیستم راهبردی و نظارتی «از بالا به پایین» جهت استانداردسازی شیوه‌های مدیریت CDW.

(۲) نظارت بر فرآیند CDW را انجام داد. سیستم اجراشده در ژاپن را می‌توان برای نظارت بر فرایند و تحویل CDW با ایران تطبیق داد. هر چند که نمونه‌های موفق آن هم در بعضی شهرداری‌ها از جمله ایلام و مشهد انجام شده است.

(۳) برای رفتارهای غیرمجاز متخلفین مرتبط با CDW، مانند تخلیه غیرقانونی، مجازات شدیدی با رعایت ماه ۱۶ و ۲۰ قانون مدیریت پسماندها مصوب سال ۱۳۸۳ در نظر گرفت.

(۴) به منظور نظارت بر رفتار پیمانکاران در بخش فرایندی و نحوه انجام صحیح امورات، ارتباط و همکاری بین ادارات مانند شهرداری، اداره بهداشت و محیط زیست باید تقویت شود.

(۵) استانداردهای طراحی ساختمان برای کاهش CDW و استاندارد کنترل کیفیت برای مواد و مصالح تفکیک شده یا بازیافتی.

(۶) تشویق به کارگیری مواد و مصالح بازیافتی استاندارد CDW از طریق مشارکت در خرید اینگونه مصالح و مواد ساختمانی و عمرانی در سیستم تدارکات دولتی یا نمایش پروژه‌های توسعه‌ای جهت ترویج مزایای مواد بازیافتی از CDW. علاوه بر این، ارائه امتیازها و مشوق‌ها در ارزیابی ساختمان سبز یا پروژه‌هایی که از مواد بازیافت شده از CDW استفاده می‌کنند.

پذیرش فناوری‌های نوآورانه و مدل‌های بازار

همانطور که قبلاً ذکر شد، سیستم‌های جمع‌آوری و طبقه‌بندی با کیفیت پایین و فناوری بازیافت ابتدایی (ناقص) موانع کلیدی برای استفاده مجدد و بازیافت

CDW هستند. بنابراین، تحقیقات فناوری نوین برای استفاده مجدد و بازیافت CDW باید تقویت شود. فناوری‌های ساخت و ساز پیش ساخته بدلیل عدم ایجاد آلودگی و تسهیل در بازیابی و استفاده مجدد باید ابلاغ و متداول شوند. این مهم می‌تواند در طرح نهضت ملی مسکن بسته به شرایط محل، مورد توجه دولتمردان و برنامه‌ریزان قرار گیرد.

علاوه بر این، برای کاهش هزینه بازیافت CDW، حمایت از فناوری‌های دانش بنیانی که آلودگی زیست‌محیطی و مصرف انرژی را در طول فرآیند بازیافت CDW کاهش می‌دهند و مساعدت و تامین هزینه‌های برای تحقیق و توسعه فناوری‌های برای پروژه‌های موفق در این زمینه باید تنظیم شود. علاوه بر این، تهیه سامانه اطلاعاتی به‌روز برای ارائه اطلاعات بیشتر به عموم مردم در مورد CDW، مانند مقادیر تولید، مکان‌های عرضه مصالح و مواد ساختمانی مستعمل، ظرفیت و ماشین‌آلات جمع‌آوری و انتقال، محل‌های دفن و شرکت‌های حمل و نقل و بازیافت و مصالح بازیافتی واجد شرایط ضروری است. فناوری‌هایی مانند سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) و شناسایی از طریق امواج رادیویی (RFID) می‌تواند بر روی وسایل نقلیه مورد استفاده برای حمل و نقل CDW برای ثبت مسیرهای حمل و نقل و مقصد نهایی آنها نصب شود، به طوری که می‌توان تا حدی از تخلیه تصادفی و غیرمجاز CDW جلوگیری کرد.

مشوق‌های اقتصادی

همانطور که قبلاً بحث شد، یارانه‌های مالی را می‌توان برای شرکت‌های بازیافت CDW جهت گسترش تولید و ترویج استفاده از روش‌های بازیافت مواد و صرفه‌جویی در انرژی در نظر گرفت. با این اوصاف، انگیزه ورود شرکت‌ها به تجارت بازیافت CDW ارتقاء خواهد یافت. همچنین، حمایت اقتصادی برای حفظ مشاغل در فرایندهای مرتبط با CDW کافی نیست، زیرا این خط کسب و کار با موانع ذکرشده در

بالا روبرو است، از جمله بازار توسعه نیافته برای محصولات بازیافتی CDW.

در واقع، در صورت احداث کارخانه‌های بازیافت CDW درصد زیادی از این شرکت‌ها در ایران با کسری مالی مواجه خواهند شد. مشوق‌ها ممکن است شامل افزایش سقف تسهیلات، بخشودگی مالیاتی، کوتاه نمودن دوره درخواست برای وام و کاهش اجاره زمین یا واگذاری زمین رایگان، مشوق‌های مالی جهت توسعه صادرات و... برای مشاغل فرایندی و مدیریت CDW باشد. هزینه جمع‌آوری و دفع CDW باید افزایش یابد، به طوری که شرکت‌های ساختمانی مجبور به کاهش CDW و یا مشارکت در استفاده مجدد و بازیافت CDW تا حد امکان شوند.

نتیجه گیری

چالش‌های مدیریت CDW در ایران بر اساس مفاهیم کلیدی در تئوری چرخه اقتصادی تحلیل گردید. مهمترین چالش‌های شناسایی شده عبارتند از فقدان استاندارد طراحی ساختمان برای کاهش CDW، هزینه بسیار ناچیز برای دفع CDW و برنامه‌ریزی شهری نامناسب. در مورد استفاده مجدد از CDW، موانع کلیدی به‌عنوان فقدان راهنمایی برای جمع‌آوری و مرتب‌سازی موثر CDW، فقدان دانش و استاندارد برای استفاده مجدد CDW، بازار توسعه نیافته برای CDW تفکیک شده یافت شده است. برای بازیافت CDW، موانع اولیه سیستم مدیریت ناکارآمد، فناوری بازیافت ناقص، بازار توسعه نیافته برای محصولات بازیافتی CDW و عملکرد ناقص بازار بازیافت، است. این موانع به طور جدی مانع استفاده تنابویی از CDW شده است.

بر اساس این یافته‌ها، پیشنهادهایی برای ارتقای مدیریت CDW در ایران بر اساس اصول 3R ارائه گردید. ابتدا باید مدل‌های چرخه اقتصادی موثر در ساختمان و سایر صنایع وابسته طراحی شود. به منظور کاهش CDW، لازم است کنترل و پایش در منبع (۴۱)

تقویت گردد. به عنوان مثال، ذینفعان طراحی ساختمان و ساخت‌وساز باید توافق‌نامه‌ای را برای توسعه برنامه ساخت و ساز سبز منعقد نمایند که در آن به طور مشترک CDW را مدیریت می‌کنند. افزایش نظارت و مدیریت بهینه برای اجرای استفاده مجدد و بازیافت CDW ضروری است. رویکردهای این جنبه شامل ایجاد یک سیستم نظارتی و پایش روتین و منسجم از بالا به پایین، انجام نظارت بر فرآیند CDW و اعمال مجازات سخت برای رفتارهای غیرقانونی تخلیه و پردازش CDW است. فناوری‌های نوآورانه نیز برای ترویج چرخه اقتصادی CDW ضروری خواهند بود. به غیر از ترویج فناوری‌های دسته‌بندی و جداسازی CDW، مشارکت فناوری‌های مشترک مانند ساخت‌وساز پیش ساخته و مدلسازی اطلاعات ساخت (BIM) نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت مهمترین مورد اینکه، دولت باید اقدامات تشویقی و حمایتی اقتصادی مانند اعطای سریع وام و تسهیلات، کاهش یا حذف اجاره زمین، بخشودگی مالیاتی، مشوق‌های مالی جهت توسعه صادرات و... (۴۱) برای مشاغل مدیریت CDW را ارائه نماید. حالت‌های سرمایه گذاری جدید مانند مشارکت بخش‌های دولتی و خصوصی نیز جهت کاهش فشارهای اقتصادی برای شرکت‌های پردازش و بازیافت CDW ایجاد شود. با عنایت به مطالب فوق الذکر، بازخورد نتایج حاصل از مطالعه، منعکس کننده و معرف وضعیت ایران است. پیشنهادات ارائه‌شده، مرجعی را برای سیاست‌گذاران فراهم می‌کند تا اقدامات موثری برای بهبود عملکرد مدیریت CDW شامل مولفه‌های طراحی (رهبری توام با نوآوری)، اجرا (بکارگیری صحیح منابع) و نظارت و کنترل (برنامه‌ریزی و ساماندهی) مبتنی بر استراتژی 3R اتخاذ نمایند و با توجه روزافزون به مسائل پایداری، رویکردی ابتکاری برای دولت‌ها در سطوح ملی و محلی جهت اعمال سیاست‌ها و مقررات جدید CDW بوجود آورند (۴۲).

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش دارای کد اخلاق با شماره

IR.MUK.REC.1403.050 می‌باشد.

References

- 1- Pattnaik S, Reddy MV. Assessment of municipal solid waste management in puducherry (Pondicherry), India. *Resources, Conservation and Recycling*. 2010;54(8):512-20.
- 2- Peng, C.L., Domenic E. S., Charles, J.K., 1997. Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations. *Construction Management and Economics*. 15, 49-58. .
- 3- Statistical sources of the field of urban services of the Organization of Municipalities of the country - 1401. <https://www.wisnair/news/1401070501904> [in persian].
- 4- Past V, Yaghmaeian K, Nabizadeh Nodehi R, Dehghani M, Momeni M, Naderi M. Selection of the best management method for construction and demolition waste disposal in Tehran with the view of sustainable development based on Analytical Hierarchy Process (AHP). *Iranian Journal of Health and Environment*. 2017;10(2):259-70.
- 5- Xiao, X.W., Feng, D.K. and Tian, W., 2015. Present situation and suggestions on recycling and utilization of construction waste in China. *Construction Technique*. 44, 6-8.
- 6- Wang ,J.Y., and Yuan, H.P., 2010. Factors affecting contractors risk attitudes: case study from China. *International Journal of Project Management*. 29, 209-219.
- 7- Jin RY, Li B. An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in China. *Resources, Conservation & Recycling*. 2017; 126: 86-9.
- 8- Jiao YW, Sun SR. The Problems of Chinese Garbage Siege and Development Strategies. *Ecological Economy*. 2013; 31: 103-106.
- 9- Gluzhge PJ. The work of scientific research institute Gidrotekhnicheskoye Stroitel'stvo. 1946; 4: 27-28.
- 10- Ortiz O, Pasqualino JC, Castells F. Environmental performance of construction waste: Comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain. *Waste Management*. 2010; 30:646–654.
- 11- Marzouk M. Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics. *Resources, Conservation and Recycling*. 2014; 82:41-49 .
- 12- Wu JB, Hu MM, Shi SY. Eco-efficiency of construction and demolition waste recycling in Chongqing, China. *Sustainable Built Environment Regional Conference*. 2016: 398-403.
- 13- Hashemi SM, Pourrastam T. Managing the reduction of waste production in the construction sector of civil engineering projects in Tehran, *International Conference on New Developments in Civil Engineering*. Amol. 2016. [in persian].
- 14- Tahami Pour Zarandi M, Safahan A. Benefit-Cost Analysis of Municipal Solid Waste Management: A Case Study of Robat Karim City. *Urban Economics and Planning*. 2021;2(1):28-36.
- 15- Ali Mohammadi A, Mahdavi-Adeli M. Investigating the methods of recycling construction waste from garbage, in the reconstruction of Masjid Suleiman, *International Conference on Innovation in Science and Technology*, Spain. 2015.[in persian].
- 16- Ghanbari AM, Khasi M. recycling of construction refuse in Iran and the world, methods and perspectives, international conference on civil engineering, architecture and urban planning of contemporary Iran. Tehran. 2016. [in persian].
- 17- Yuan HP, Shen LY, Wang JY. Major obstacles to improving the performance of waste management in China's construction industry, *Facilities*. 2010; 29: 224 -242.
- 18- Zhao W, Leeftink RB, Rotter VS .Evaluation of the economic feasibility for the recycling of construction and demolition waste in China—The case of Chongqing. *Resource, conservation and recycling*. 2010; 54: 377-389.
- 19- Duan, H., Li, J. Construction and demolition waste management :China's lessons. *Waste Manage. Res*. 2016; 34(5): 397-398.
- 20- Shirzadi Gilani H. Introducing the experience of the first processing process of Iran's civil and construction waste in Kermanshah city. 2013.[in persian].

- 21- Nazari S. Description of services needed for the intelligent management and control system of construction and civil wastes, Ilam municipality. 2021.[in persian].
- 22- Statistical sources of waste management organization and headquarters of construction waste management in Tehran 1397-1398. [in persian].
- 23- Rovanshadnia M, Foulidi A. The book on recycling waste and construction debris, Tehran, Simai Danesh Publications. 2014 .[in persian].
- 24- Khodaverdi Azghandi Z, Kolahi M. Future Horizons of Waste Policy Formulation and Management. Rahyaft. 2019;29(1):57-72.
- 25- Kurdi Z, Salehi H. a review of the management of waste management in rural areas (a case study of the villages of Bakhsh Ken (geography scientific and research quarterly) regional planning).1400;12(1): 827-806. [in persian].
- 26- Iran Statistics Center. Detailed results of general population and housing censuses. 1345 to 1395, Tehran. [in persian].
- 27- Mutasem EF. Environmental Impacts of Solid Waste Landfilling, Journal of Environment management. 1997; 50:1-25.
- 28- Sotoudeh A, Ezni Ashri E. A review of building information modeling studies in Iran, the second international conference on management tools and techniques. 2014 .[in persian].
- 29- Chen GH .Thoughts on "short lived architecture" in China. Journal of Shenzhen Polytechnic. 2012; 1:67-72.
- 30- Su ZL. The protection of urban style and historic buildings in the process of urbanization in China. Journal of Shanghai Normal University (Philosophy & Social Sciences Edition).2012;41:18-24.
- 31- Jin YF, Zhao J. The influence of construction waste on the environment and the Countermeasures. Henan Science and Technology. 2008; 11: 36-37.
- 32- National Development and Reform Commission, National new urbanization Reports. Beijing: National Development and Reform Commission. 2015: 12-16.
- 33- Li DH, Duan ZZ. Disposal of the Construction Waste and Recycling Economy. 2006.
- 34- Zhou XL. Recycling Economy and China 's Construction Waste Management. Construction Economy. 2005; 06:14-17.
- 35- Yang ZS. Research on Processing Strategies of Construction Waste Based on 3R Principle, Value Engineering. 2017; 06: 126-129. .
- 36- Shi WY. The Study of Building Deconstruction and the Reuse of Building Materials in Foreign Countries, Master thesis, Tianjin: Tianjin University, Architectural Design and Theory. 2009.
- 37- Liang B. Countermeasures for the recycling and utilization of construction waste in our country based on the comprehensive utilization of foreign construction waste. Shanghai Building Materials. 2015; 04: 12-16. .
- 38- Hu J, Xiao Z. Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model, Journal of Cleaner Production. 2011; 19: 221-228.
- 39- Ying Y, Xu HZ . Study on the Countermeasures of Building Waste Resource Based on 3R Principle. Business. 2013; 15: 270.
- 40- Li Y, Zheng Y, Chen JL. Policy Study on Construction Waste Reclamation in Beijing. Building Science. 2008; 10: 04-10.
- 41- Mojgan SZ, Jozi SA, Golrayhan Rezaian MH. A Survey of Waste Status based on the Fourth-generation Accreditation Model in Selected Hospitals of the Armed Forces . Journal of Military Medicine. 2021; 22(12):: 1273-1279.
- 42- Dehghani MH, Omrani FF, Nabizadeh R, Azam K .Investigation of Management Status on Medical Wastes in Public Hospitals of Arak City. Iran. J. Health & Environment. 2011; 4(1): 93-104.