پژوهش و فناوری محیط زیست، دوره چهارم، شماره شش، پاییز و زمستان ۹۸، صفحه‌ی ۲۱-۳۰

بررسی مقدار و ترکیب نخاله‌های ساختمانی کلانشهر کرج

سعیده بیگدلو[۱]، سیدحسن موسوی[۲]، مظاهر معین‌الدینی[۳]*، قاسمعلی عمرانی[۴]، علیرضا میرزا حسینی[۴]
moeinaddini@ut.ac.ir

چکیده

کلانشهر کرج، به علت حجم بالای فعالیت‌های عمرانی و ساختمانی همچون تخریب ساختمان‌های قدیمی، احداث ساختمان‌های جدید و بهسازی معابر شهری روزانه با حجم بسیار بالایی از نخاله‌های ساختمانی روبرواست که این امر ضرورت داشتن سیستم مدیریت پسماند با دیدگاه حفظ محیط زیست را دوچندان می کند. از این رو این مطالعه با هدف بررسی مقدار و ترکیب نخاله های ساختمانی مناطق ۱۰ گانه کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۶ و با حمایت مالی شهرداری کرج به انجام رسید. در گام نخست مقدار کمی نخاله ساختمانی با استفاده از آمار و اطلاعات سازمان مدیریت پسماند بررسی گردید. نتایج نشان داد که به طور متوسط روزانه ۵۹۷۳ تن (سالانه ۲۱۸۶۴۱۰ تن) نخاله ساختمانی در کرج تولید می‌شود که حدود ۳ درصد از حجم کل نخاله ساختمانی کل کشور را شامل می‌شود. طبق نتایج به دست آمده سهم سرانه تولید نخاله ساختمانی در شهر کرج برابر ۱۲۲۰ کیلوگرم برای هر نفر در سال می‌باشد و همچنین بیشترین مقدار تولید نخاله به ترتیب در ماه‌های آذر و دی و کمترین مقدار آن به ترتیب در ماه های فروردین و اردیبهشت مشاهده می‌شود. در گام دوم ترکیبات تشکیل‌دهنده نخاله‌های ساختمانی با استفاده از مشاهدات میدانی از محل‌های دپو و دفن با روش تخمین چشمی شناسایی شد. نتایج نشان داد که حدود ۸۰ درصد حجم این نخاله‌ها را مواد حاصل از عملیات خاکی (خاک، ماسه، سنگ و...)، آسفالت و قطعات بتن و مصالح بنایی (آجر، بلوک، گچ، سفال، کاشی، موزائیک و ...) تشکیل می‌دهند.

کلید واژه‌ها: کمیت، ترکیب، نخاله ساختمانی، کرج، مدیریت پسماند

Study of the Amount and Composition of Construction and Demolition Wastes in the Karaj City

Saeeideh Bigdelo[1], Seyed Hassan Mousavi[2], Mazaher Moeinadini*[3], Ghasemali Omrani[4], Alireza Mirzahoseini[4]

1. M. Sc. of environmental pollution, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran and environmental expert at Karaj municipality
2. M. Sc. of environmental science and HSE expert at Karaj municipality
3. Faculty member of department of environmental engineering, Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Faculty member of department of environmental engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Abstract

In Karaj, the large volume of wastes was produced due to the high level of construction activities such as demolition of old buildings and the construction of new buildings. In this regard, it is necessary to have management system with environmental protection perspective for the construction and demolition wastes (CDW). Therefore, the main purpose of this research was study of the amount and composition of CDW in Karaj municipality zones (10 zones) in 2017 with the financial support of Karaj municipality. In the first step, a little amount of CDW was investigated by Karaj waste management organization's statistics. The results showed that the Karaj construction sector produces 5973 tons (2186410 tons/year) of CDW every day, which is around 3% of the total amount of the country generated CDW. Also, the share of per capita CDW production is 1220 kg/year for each person per year and the maximum CDW generation rate was in the November and December and the minimum one was in March and April. In the second step, the composition of CDW was determined using field observations of the disposal sites and landfills. The average composition of CDW showed that up to 80% of the wastes are composed of the soil operation (soil, sand, stone and …) asphalt and concrete parts, building materials (such as brick, block, plaster, pottery, mosaic, etc.)

Keywords: Quantity, Composition, Construction and Demolition Wastes (CDW), Karaj, Waste Management

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران و کارشناس بهداشت‌محیط شهرداری کرج
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ارزیابی محیط‌زیست و کارشناس بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) شهرداری کرج
۳- عضو هیات علمی گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۴- عضو هیات علمی گروه مهندسی محیط‌زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

مقدمه

حجم روزافزون مواد و زباله‌های شهری به ویژه نخاله‌های حاصل از تخریب ساختمان‌ها و بافت‌های فرسوده شهری، مشکلات فراوانی را در شهرهای بزرگ به وجود آورده است. نخاله‌های ساختمانی از جمله مشکلاتی است که اگر امروز چاره‌ای برای آن‌ها اندیشیده نشود در آینده‌ای نه چندان دور تبدیل به یک بحران خواهد شد (اشترزاده، ۱۳۹۲). عبارت نخاله ساختمانی شامل زائدات و پسماندهای ناشی از فعالیت‌های ساخت و ساز، تعمیر و نگهداری، و تخریب ساختمان ها و تاسیسات می باشد (Martosa et al., 2018). نخاله ساختمانی شامل پسماندهای حاصل از ساخت‌وساز، تخریب اماکن، ساختمان‌های فرسوده، گودبرداری، خاک‌برداری، تعمیر و نوسازی، آسفالت معابر، حفاری‌های مربوط به تأسیسات شهری و به‌طور کلی هر گونه پسماند حاصل از فعالیت عمرانی و ساختمانی مشتمل بر خاک و مخلوط حاصل از خاک‌برداری، شیشه، بتن، ملات، گچ، خاک، کاشی، سرامیک، ماسه، سیمان، قیرگونی، سنگ، آجر، موزاییک، تیرچه سقفی، شیروانی، چوب و سایر پسماندهای مشابه اطلاق می‌شود (شکوهیان و نجفیان رضوی، ۱۳۹۰). حجم روز افزون نخاله های حاصل از تخریب ساختمان‌ها و بافت های فرسوده شهری، مشکلات فراوانی را در شهرهای بزرگ به وجود آورده است که اغلب برنامه مدونی برای مدیریت این پسماندها در کلان‌شهرها وجود ندارد (اشترزاده، ۱۳۹۲).

صنعت ساختمان و فعالیت‌های عمرانی حجم عظیمی از مواد و مصالح را مصرف کرده و در مقابل مقدار زیادی ضایعات ساختمانی را تولید می کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد میانگین عمر ساختمان‌ها در کشورهای جهان حدود ۴۰ سال است. عمر ساختمان‌ها در ایران ۳۰ سال برآورد شده است و با توجه به اینکه حدود ۲۵ درصد بافت شهری در کشورهای جهان فرسوده هستند، احداث ساختمان‌های جدید مقدار زیادی نخاله‌های ساختمانی تولید خواهد کرد (رجبی‌نژاد و فلاح، ۱۳۸۹). در هلند ۱ تا ۱۰ درصد از کل مواد و مصالح خریداری شده برای ساخت‌وساز به ضایعات تبدیل می‌شوند این در حالی است که این میزان در برزیل به ۲۰ تا ۳۰ درصد می‌رسد. تولید نخاله‌های ساخت و تخریب در ایران به خصوص در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته، بسیار بیشتر از دیگر کشورهاست. در ایران نیز درصد وزنی نخاله‌های ساختمانی در زباله‌های دفن شده بیش از ۶۵ درصد برآورد شده است. این امر بیانگر بالا بودن سرانه تولید نخاله‌های ساختمانی در کشورهای در حال توسعه همچون ایران نسبت به سایر کشورهای توسعه‌یافته است (مرتهب و کاوسیان، ۱۳۸۸). نسبت اجزای تشکیل‌دهنده نخاله‌های ساختمانی نیز در کشورهای توسعه‌یافته و کشورهای در حال توسعه با یکدیگر متفاوت می‌باشد. در کشورهای توسعه‌یافته نخاله‌های ساختمانی به ترتیب بیشتر از موادی همچون بتن، آسفالت، لوح‌های سفالی، چوب، میلگرد، پلاستیک، مصالح بسته‌بندی، پانل‌های گچی و شیشه تشکیل شده است (مرتهب و کاوسیان، ۱۳۸۸). سالانه بیش از ۸۴۰ تن نخاله ساختمانی در اروپا تولید می‌شود که موادی همچون بتن، سرامیک، انواع سنگ‌ها، آسفالت و موزائیک حدود ۸۵ درصد ترکیب وزنی این نخاله‌ها را شامل می‌شود. اگرچه ترکیبات نخاله ساختمانی می‌تواند بسته به منشا متفاوت باشد و مقدار زیادی از چوب، تخته و گچ را نیز در برگیرد (Martosa et al., 2018). بعد از بتن و مخلوط آسفالت موادی همچون آجر، کاشی، چوب، شیشه، پلاستیک، مخلوط‌های فلزی، مواد عایق، مصالح ساختمانی مبتنی بر گچ مهمترین ترکیبات نخاله ساختمانی در اروپا را تشکیل می‌دهند (Butera et al., 2014). اتحادیه اروپا پیش‌بینی کرده است که تا سال ۲۰۲۰ می‌بایست بیش از ۷۰ درصد این نخاله‌های ساختمانی بازیافت و مجدد به چرخه مصرف بازگردد و ۳۰ درصد باقیمانده با رعایت اصول بهداشتی و محیط‌زیستی دفن گردد. این درحالی است که در حال حاضر در کشورهایی همچون هلند، آلمان و دانمارک حدود ۸۰ درصد نخاله ساختمانی بازیافت می‌شود (Arm et al., 2014).

روزانه حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ هزار تن (۷۰ تا ۹۰ میلیون تن سالانه) نخاله ساختمانی در کشور تولید می‌شود که در حال حاضر این مقدار پسماند ساختمانی تولیدی پنج برابر پسماند شهری است (پاست و همکاران، ۱۳۹۶). ترکیب و درصد مواد تشکیل دهنده نخاله‌های ساختمانی در مناطق مختلف کشور تابع نوع و نحوه زندگی، نوع صنعت ساختمان، ترکیب و بافت جمعیتی و نیز فراوانی منابع قرضه است. طی سالیان گذشته مطالعات مختلفی با هدف شناسایی میزان و ترکیب پسماندهای ساختمانی، مدیریت و مکانیابی محل دفن آن‌ها در کشور صورت پذیرفت که مطالعه قانعی اردکانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ پاست و همکاران، ۱۳۹۶؛ اشرفی و همکاران، ۱۳۹۵؛ مرتضوی و اجل لوئیان، ۱۳۹۴؛ ساکی، ۱۳۹۳؛ اشترزاده، ۱۳۹۲؛ رضائیان

فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲؛ توکلی و همکاران، ۱۳۹۱؛ حسنیان و همکاران، ۱۳۹۱؛ بیگم موسوی و حافظی مقدس، ۱۳۹۰؛ رجبی نژاد و فلاح، ۱۳۸۹؛ عموئی و همکاران، ۱۳۸۷ از جمله مهمترین این موارد به شمار می روند. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان می‌دهد که ترکیب اصلی نخاله‌های ساختمانی درکشور اغلب شامل چوب و الوار، بتن، آجر، آسفالت پیاده روها و بامها، آهن آلات، خاک، سنگ، گچ، لوله و شیشه بوده و عمده زایدات ساختمانی بازیابی شده نیز شامل، آهن آلات، آجر، چوب، آسفالت و خاک می‌باشد. طبق تحقیقات انجام شده، بیشترین درصد تولید نخاله‌های ساختمانی در کشور در فصل تابستان و تیر ماه، کمترین درصد تولید آن در فصل زمستان و در دی ماه می‌باشد. همچنین برخی از مهمترین مطالعات صورت گرفته در زمینه بررسی نخاله‌های ساختمانی در کشور عبارتند از:

پاست و همکاران در سال ۱۳۹۵ طی مطالعه‌ای از نوع توصیفی-کاربردی و از نظر گردآوری داده ها از نوع تحقیقات پیمایشی به روشهای مدیریتی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تهران پرداختند که در نهایت گزینه استفاده مجدد از نخاله ساختمانی به عنوان بهترین گزینه دفع و گزینه بازیافت دومین ارجحیت و گزینه دفن در زمین به عنوان گزینه بعدی انتخاب شد. در این مطالعه مشخص شد روزانه بیش از ۴۰ هزار تن نخاله ساختمانی در شهر تهران تولید و به مدفن آبعلی و کهریزک منتقل می‌شود. در این دوره نرخ تولید نخاله‌های ساختمانی در تهران حدود ۴ تا ۵ برابر تولید زباله‌های خانگی عنوان گردید. همچنین در این مطالعه مشخص گردید که بخش اعظم نخاله‌های ساختمانی شهر تهران ناشی از فعالیت‌های ساختمان سازی و یا تخریب آن‌ها و دیگر سازه‌ها، فعالیت‌های راه‌سازی می‌باشد. ترکیب اصلی این نخاله‌های ساختمانی در محل تولید اغلب شامل خاک، ماسه، سنگ، آسفالت و قطعات بتن، مصالح بنایی (آجر، بلوک، گچ، سفال، کاشی، موزائیک و ...)، آهن آلات، زایدات الکتریکی، مقوا، کاغذ، پلاستیک و چوب و الوار می‌باشد.

شهبازی و همکاران نیز در سال ۱۳۹۵ طی مطالعه‌ای به بررسی کمیت و کیفیت نخاله‌های ساختمانی شهر گرگان پرداختند. جهت برآورد مقدار کمی نخاله ها از سه پارامتر تعداد تخلیه، چگالی نخاله و بار ماشین استفاده شد و برآورد کیفیت نخاله با روش تخمین چشمی در پلات انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که به طور متوسط روزانه ۲۶۴ تن (۹۶۸۶۱ تن در سال) نخاله ساختمانی در شهر گرگان تولید می شود که بیشترین درصد ترکیب نخاله در محل دفن هزارپیچ را خاک با ۳۳/۵ ٪ و کمترین آن را چوب با ۱٪ تشکیل می دهد و در محل دفع توسکستان نیز بیش از ۹۰ درصد نخاله تخلیه شده را خاک تشکیل داده است.

منصوریان و همکاران در سال ۱۳۹۳ طی مطالعه‌ای اقدام به بررسی میزان تولید، وضعیت جمع آوری و حمل، بازیافت و دفع زایدات ساختمانی شهر کرمان پرداختند. در این تحقیق که به روش گردآوری آمار و اطلاعات شهرداری کرمان و همچنین مطالعه میدانی و نمونه‌برداری از محل دپوی موقت و محل دفن نخاله ساختمانی صورت پذیرفت، مشخص شد که میزان زائدات ساختمانی شهر کرمان ۲۴۰۰ تن در روز می‌باشد که حدود ۹۵ درصد آن دفن و تنها ۵ درصد آن بازیافت می شود. همچنین میزان سرانه تولید مواد زاید ساختمانی برابر ۰/۰۰۵ کیلوگرم در روز مشخص گردید. در این تحقیق همچنین مشخص گردید که ترکیب اصلی نخاله های ساختمانی شهر کرمان را بتن، آجر، آسفالت پیاده‌روها، آهن‌آلات، خاک، سنگ، گچ، چوب و الوار تشکیل می‌دهد.

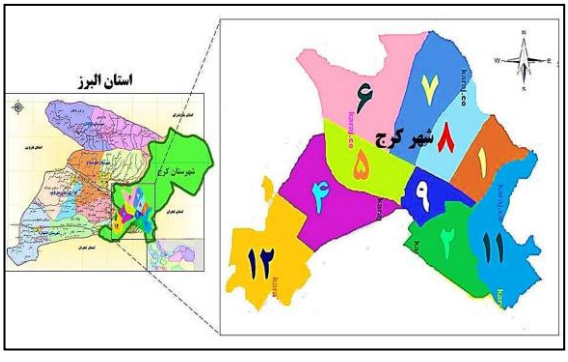
استان البرز و به ویژه کلانشهر کرج به‌واسطه سیل مهاجرت‌ها و نیاز به مسکن سال‌ها است که به کارگاه ساختمانی تبدیل‌شده است و هر ساله با روند کاهشی سطح باغات و جایگزینی آن‌ها با ساختمان‌های سر به فلک کشیده به لحاظ سرانه مصرف مصالح ساختمانی و به تبع آن تولید نخاله‌های ساختمانی در رتبه نخست کشور قرار دارد. عوامل بسیاری از قبیل وضعیت اقتصادی مردم، فصول مختلف سال، مناطق مختلف شهری، افزایش جمعیت، رشد و توسعه شهر و... . همچنین خاک‌برداری، تخریب و نوسازی، تعمیرات، حفاری بر روند تولید نخاله‌های ساختمانی در کلانشهر کرج تاثیرگذار می‌باشند. در بعضی مناطق شهر به‌علت وضعیت مناسب اقتصادی مردم، ساخت‌وساز رونق بیشتری دارد و در بعضی فصول به دلیل وضعیت مناسب‌تر آب‌وهوایی ساخت‌وساز بیشتری انجام شود که بر روند تولید نخاله‌های ساختمانی تأثیر می‌گذارند. پسماندهای ساختمانی در کلانشهر کرج را به‌طورکلی می‌توان در دو گروه ۱) پسماندهای حاصل از تخریب و نوسازی ساختمان‌ها ۲) پسماندهای حاصل از فعالیت‌های عمرانی شهری طبقه‌بندی نمود (سازمان پسماند شهرداری کرج، ۱۳۹۵).

روزانه ۱۰ هزار تن (سالانه ۳/۶۵ میلیون تن) نخاله ساختمانی در کلانشهر کرج تولید می‌شود که متاسفانه هیچ گونه برنامه‌ای برای بازیافت این حجم از نخاله‌ها پیش‌بینی نشده است و بطور مستقیم در مراکز دفع حصار (تا سال ۱۳۹۴)، مرکز دفن حلقه‌دره و بطور غیرمجاز پیرامون شهر دفع می‌گردد (اداره کل محیط‌زیست استان البرز، ۱۳۹۶). امروزه بیش از ۱۶۰۰ هکتار بافت فرسوده در البرز وجود دارد که با این میزان بافت فرسوده بحث نخاله‌های ساختمانی تا ۱۵ سال آینده از جدی تری چالش‌های محیط‌زیستی شهر کرج به شمار می‌رود. پسماندهای ساختمانی و عمرانی اگر چه خطرات کمتری نسبت به مواد زائد جامد شهری برای سلامت بشر و محیط‌زیست دارند ولی دفع بی‌رویه و مدیریت ناصحیح این پسماندها پس از دفع، میزان خطر این پسماندها را تشدید می‌کند (شکوهیان و نجفیان رضوی، ۱۳۹۰، بیگم موسوی و حافظی مقدس، ۱۳۹۰). از این رو نخستین گام در مدیریت نخاله‌های ساختمانی را می‌توان شناخت کمیت و ترکیبات تشکیل دهنده نخاله‌های ساختمانی در کلانشهر کرج دانست که در این مطالعه سعی شده است تا با توجه به نیاز شهرداری کرج در مدیریت و ساماندهی نخاله‌های ساختمانی اقدام به شناسایی ترکیبات نخاله‌ها گردد.

مواد و روش‌ها

- **محدوده مطالعاتی**

محدوده مطالعاتی این پژوهش مناطق ۱۰ گانه کلانشهر کرج با جمعیتی بالغ بر۱,۷۹۲,۲۹۶ نفر می‌باشد (شکل ۱). کرج یکی از شهرهای کوهپایه‌ای ایران می‌باشد که در دامنه رشته کوه‌های البرز و در موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه خاوری و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و ۴۵ ثانیه شمالی، در ارتفاع ۱۲۹۷ متر از سطح دریا، در فاصله ۴۸ کیلومتری غرب شمالی تهران واقع شده است (سالنامه آماری البرز، ۱۳۹۶).



شکل ۱- محدوده مطالعاتی

- **روش مطالعه**

این تحقیق از نوع توصیفی- کاربردی و از نظر گردآوری داده ها از نوع تحقیقات پیمایشی است که در شهر کرج در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. در این بررسی در گام نخست کمیت نخاله‌های ساختمانی تولید شده در شهر کرج از تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات سازمان مدیریت پسماند شهرداری کرج (تعداد کامیون تخلیه شده در مرکز دفن حلقه‌دره در فصول مختلف) سال ۱۳۹۶ بهره گرفته شد. در گام دوم ترکیب نخاله‌های ساختمانی شهر کرج طی بررسی‌های میدانی از نخاله ساختمانی در ۳ سطح مراکز تولید نخاله ساختمانی (شکل‌های ۲ و ۳)، دپوی تخلیه غیرمجاز نخاله ساختمانی در جاده‌های بیرون شهری (شکل‌های ۴ و ۵) و مرکز دفن حلقه‌دره (شکل‌های ۶ و ۷) به روش لیست‌برداری و تخمین چشمی صورت پذیرفت. در این بررسی مراکز تولید نخاله ساختمانی به تعداد ۳ نقطه در مرکز شهر، محل‌های تخلیه غیرمجاز نخاله ساختمانی به تعداد ۳ نقطه در جاده‌های بیرون شهری (باغستان، ابتدای جاده آتشگاه و جاده قزل‌حصار هر کدام یک نقطه) و مرکز دفن حلقه‌دره به تعداد ۳ نقطه بصورت کاملا تصادفی انتخاب گردیده و سعی شد تا تمامی اجزاء هر پشته مورد بررسی قرار گرفته و نوع زائدات و همچنین درصد تقریبی آن‌ها لیست‌برداری و ثبت گردد. سپس با توجه به نتایج ثبت و مشاهده شده نوع نخاله ساختمانی تعیین و درصد حجمی هر یک از اجزاء تخمین زده شد.

شکل ۲ و ۳- دپوی موقت نخاله‌های ساختمانی در داخل شهر کرج

شکل ۴ و ۵- نخاله ساختمانی تخلیه شده در جاده‌های بیرون شهری

شکل ۶ و ۷- نخاله‌های ساختمانی تخلیه شده در مرکز دفن حلقه‌دره

یافته‌های پژوهش

- **بررسی کمیت نخاله‌های ساختمانی**

نخاله ساختمانی و عمرانی تولیدی در کلانشهر کرج و شهرهای اقماری آن (از قبیل محمدشهر، ماهدشت، کمال‌شهر، مشکین شهر، گرمدره و حتی شهرک‌های صنعتی پیرامونی) تا پایان سال ۱۳۹۳ در دو منطقه حصار و حلقه دره و از سال ۱۳۹۴ تاکنون تنها در مرکز دفن زباله حلقه دره و یا بصورت غیرمجاز در حاشیه جاده‌های برون شهری تخلیه می‌گردد که متاسفانه آمار و اطلاعات دقیق و قابل استنادی از میزان نخاله تولیدی و تخلیه شده در این مراکز طی سالیان گذشته در دسترس نمی باشد. با این وجود، مطابق آمار دریافتی از سازمان مدیریت پسماند شهرداری کرج، میزان نخاله تخلیه شده در مرکز دفن حلقه‌دره در سال ۱۳۹۶ در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- میزان نخاله تخلیه شده در مرکز دفن حلقه‌دره در سال ۱۳۹۶ – برحسب تن

ماه	مقدار (تن)	ماه	مقدار (تن)
فروردین	۲۲۲۸۰	مهر	۵۰۳۵۰
اردیبهشت	۲۵۳۱۰	آبان	۱۶۰۲۹۰
خرداد	۲۵۷۶۰	آذر	۵۵۵۷۸۰
تیر	۴۳۷۱۰	دی	۴۹۶۳۶۰
مرداد	۳۸۰۷۰	بهمن	۴۱۰۸۷۰
شهریور	۴۰۳۵۰	اسفند	۳۱۷۲۸۰
جمع کل: ۲۱۸۶۴۱۰		مقدار نخاله تخلیه شده روزانه: ۵۹۷۳/۸	

ماخذ: سازمان مدیریت پسماند شهرداری کرج

مطابق جدول ۱، در مجموع مقدار ۲۱۸۶۴۱۰ تن نخاله ساختمانی در سال ۱۳۹۶ به مرکز دفن حلقه‌دره تخلیه شده است. از این رو مطابق رابطه ۱، می‌توان نتیجه گرفت که بطور میانگین روزانه به مقدار ۵۹۷۳/۸ تن نخاله ساختمانی به مرکز دفن حلقه‌دره تخلیه شده است. با توجه به این که روزانه حدود ۱۱۰۰ تن زباله خانگی از سطح شهر کرج جمع‌آوری و دفن می‌گردد، نتایج به دست آمده بیانگر این واقعیت است که نرخ تولید نخاله ساختمانی در شهر کرج ۵/۴ برابر پسماندهای خانگی می‌باشد. لازم به ذکر است تقریبا نیمی از نخاله ساختمانی تولیدی در کلانشهر کرج به‌صورت غیرقانونی در پیرامون شهر کرج از جمله ملک‌آباد، کوره‌های آجرپزی محدوده ملک‌آباد، حسین‌آباد، باغستان، ابتدای جاده آتشگاه و .... تخلیه می‌گردد که متاسفانه آمار دقیقی از مقدار آن در دسترس نمی‌باشد. از این رو مقدار نخاله ساختمانی تولید شده در کلانشهر کرج به مراتب بیشتر از مقدار تخلیه شده در مرکز حلقه‌دره می‌باشد. همچنین مطابق رابطه ۲، نرخ سرانه تولید نخاله ساختمانی به ازای هر نفر برای سال ۱۳۹۶ برابر ۱۲۲۰

کیلوگرم (۱/۲۲ تن) به دست آمد. از سوی دیگر نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار تولید نخاله در سال ۱۳۹۶ به ترتیب در ماه‌های آذر و دی و کمترین مقدار آن در به ترتیب در ماه‌های فروردین و اردیبهشت مشاهده می‌شود.

رابطه ۱:

$$\text{میانگین نخاله تولیدی در روز} = \frac{\text{جمع کل نخاله نخاله شده در سال ۹۶}}{\text{تعداد روزهای سال ۹۶}} = \frac{۲۱۸۶۴۱۰}{۳۶۶\text{روز}} = ۵۹۷۳,۸ \text{ تن}$$

رابطه ۲:

$$\text{نرخ سرانه تولید نخاله ساختمانی} = \frac{\text{جمع کل نخاله نخاله شده در سال ۹۶}}{\text{جمعیت کرج در سال ۹۶}} = \frac{۲۱۸۶۴۱۰}{۱۷۹۲۲۹۶} = ۱۲۱۹,۸ \text{ کیلوگرم}$$

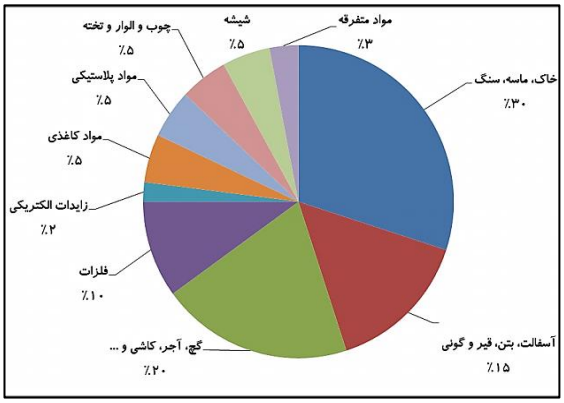
- **بررسی ترکیبات نخاله‌های ساختمانی**

ترکیب و درصد مواد تشکیل دهنده نخاله‌های ساختمانی در کلانشهر کرج تابع نوع و نحوه زندگی، نوع صنعت ساختمان، ترکیب و بافت جمعیتی و نیز فراوانی منابع قرضه است. در این مرحله با بازدید میدانی از محل‌های دپوی موقت نخاله‌های ساختمانی در محل تولید (معابر درون شهر) و محل‌های دفع مجاز (مرکز دفن حلقه‌دره) و غیرمجاز (حاشیه جاده‌های بیرون شهر)، ترکیبات نخاله‌های ساختمانی تولید شده در شهر کرج مورد بررسی قرار گرفت.

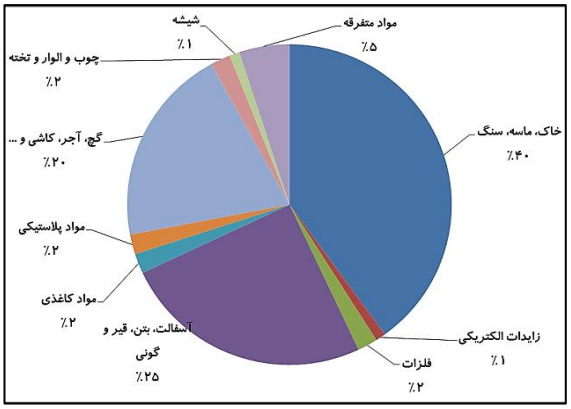
نتایج این بررسی نشان داد که بطور کلی بخش اعظم نخاله‌های ساختمانی شهر کرج از موادی تشکیل شده است که در احداث ساختمان بکار می‌روند. این نخاله‌ها در اثر فعالیت‌های ساختمان‌سازی و یا تخریب آنها و دیگر سازه‌ها، فعالیت‌های راه‌سازی تولید می‌شوند. ترکیب اصلی این نخاله‌های ساختمانی در محل تولید اغلب شامل مواد حاصل از عملیات خاکی (خاک، ماسه، سنگ و...)، آسفالت و قطعات بتن (خیابان و سنگ فرش)، مصالح بنایی (آجر، بلوک، گچ، سفال، کاشی، موزائیک و ...)، پوشش‌ها و روکش‌ها (ورق شیروانی، آزبست و ...)، فلزات (آهن‌آلات، آلومینیوم، لوله و اتصالات، سیم برق، میخ و ....)، زایدات الکتریکی (لوازم برقی خراب، لامپ و ...)، ظروف مواد شیمیایی خطرناک (ظروف رنگ و ترکیبات رنگی، روغن‌ها و گریس، چسب و رزین، مواد نگهدارنده چوب و نئوپان، قوطی‌های اسپری و ...)، مواد کاغذی (مقوا، کاغذ و پوشال، کیسه‌های کاغذی سیمان و ...)، پلاستیک و ظروف پلاستیکی، چوب و الوار، شیشه و مواد متفرقه (اثاثیه منزل، قالی و موکت، لاستیک، درزگیرها و ...) می‌باشد که بخش اعظم این مواد از قبیل آهن‌آلات (فلزات)، چوب و الوار، آجر، زایدات الکتریکی، مواد کاغذی، مواد پلاستیکی و شیشه یا توسط سازندگان (صاحبان ملک تخریبی) و یا توسط افراد دوره گرد جهت استفاده مجدد یا فروش به مراکز بازیافتی جداسازی می شوند. باقیمانده نخاله‌های ساختمانی که اغلب شامل تکه‌های بتن، آجرهای شکسته، مواد زاید خطرناک، قطعات آسفالت، موزائیک های شکسته، خاک، سنگ، گچ و مواد زایدی که به ظاهرغیرقابل استفاده و غیربازیافتی می‌باشند به محل دفع منتقل می‌شوند. ضمن اینکه اندک مواد بازیافتی موجود در این نخاله‌های ساختمانی حتی پس از انتقال به محل دفع و یا دپو در حاشیه جاده‌ها مجدد توسط افراد دوره گرد جداسازی می‌شوند. از این رو ترکیبات و وزن نخاله‌های ساختمانی شهر کرج در محل تولید و در محل دفع آنها با هم متفاوت بوده و از ترکیب یکسان برخوردار نمی‌باشند. در جدول ۲ ترکیبات نخاله‌های ساختمانی شهر کرج و درصد حجمی آنها ارائه شده است. همچنین در شکل ۸ ترکیبات نخاله‌های ساختمانی و درصد حجمی آنها در محل تولید و در مرکز دفن حلقه دره و در شکل ۹ تغییرات درصد حجمی نخاله‌های ساختمانی شهر کرج در محل تولید و در محل دفع نشان داده شده است.

جدول ۲: ترکیبات نخاله‌های ساختمانی شهر کرج و درصد حجمی آنها (ماخذ: برآورد میدانی نگارنده)

مواد تشکیل دهنده	درصد حجمی	
	در محل تولید	در محل دفع
خاک، ماسه، سنگ	۳۰	۴۰
مصالح بنایی (گچ، آجر، بلوک، کاشی و ...)	۲۰	۲۵
آسفالت، بتن، قیر و گونی	۱۵	۲۰
فلزات (لوله و اتصالات، سیم برق، میخ و ....)	۱۰	۲
مواد کاغذی (پاکت سیمان و ....)	۵	۱
پلاستیک و ظروف پلاستیکی	۵	۲
چوب و الوار و تخته	۵	۲
شیشه	۵	۲
مواد متفرقه (قالی و موکت، لاستیک و ...)	۳	۱
زایدات الکتریکی	۲	۵
مجموع	۱۰۰	۱۰۰

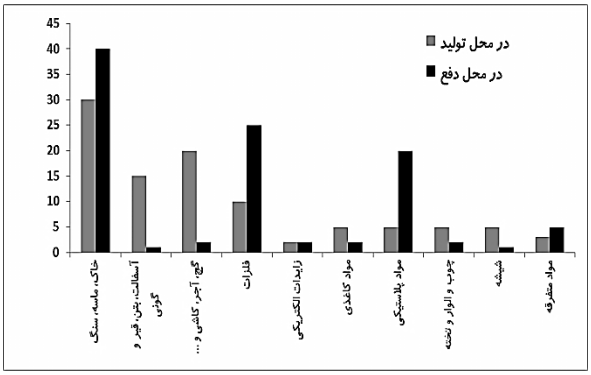


الف)



ب)

شکل ۸- ترکیبات نخاله‌های ساختمانی و درصد حجمی آنها الف) در محل تولید، ب) در مرکز دفن حلقه‌دره (ماخذ: مشاهدات میدانی نگارنده)



شکل ۹- تغییرات درصد حجمی نخاله‌های ساختمانی شهر کرج در محل تولید و در محل دفع

بحث و نتیجه گیری

امروزه مهمترین چالش پیش روی مدیریت نخاله‌های ساختمانی در شهر کرج نبود آمار و اطلاعات دقیق و قابل استناد از مقدار و ترکیب نخاله‌های ساختمانی تولیدی است. از این رو در این مطالعه سعی شد تا با بررسی اسناد موجود و بازدیدهای میدانی، مقدار (کمیت) و ترکیب نخاله‌های ساختمانی تولید شده در شهر کرج مورد بررسی قرار گیرد. نتایج حاصله از این مطالعه نیز نشان داد که بطور متوسط روزانه ۵/۹ هزار تن نخاله ساختمانی در شهر کرج تولید می‌شود که با در نظر گرفتن حجم نخاله تخلیه شده غیرقانونی در پیرامون شهر این مقدار به دو برابر نیز خواهد رسید. مطابق مطالعه پاست و همکارانش در سال ۱۳۹۶، روزانه ۲۰۰ هزار تن نخاله ساختمانی در کشور تولید می‌شود که نخاله‌های تولیدی در شهر کرج تقریبا ۳ درصد از کل نخاله‌های تولیدی در کشور را شامل می‌شود. همچنین نرخ سرانه تولید نخاله ساختمانی بطور میانگین طی سال‌های مورد بررسی برای شهر کرج برابر ۱۲۲۰ کیلوگرم در سال می‌باشد که این مقدار با نرخ سرانه شهر تهران برابر و از نرخ سرانه تولید نخاله ساختمانی کشور در سال ۱۳۹۶ که حدود ۱۱۱۱ کیلوگرم[1] در سال می‌باشد، بیشتر است. همچنین طبق نتایج Lauritzen و Hahn نرخ سرانه تولید نخاله ساختمانی برای کشورهای پیشرفته بین ۱۰۰۰ – ۵۰۰ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال می‌باشد (جعفری منصوریان و همکاران، ۱۳۹۳)، که نتایج به دست آمده نشان دهنده بالاتر بودن (حدود ۲۲ درصد) سرانه تولید نخاله ساختمانی در شهر کرج در مقایسه با کشورهای توسعه یافته از جمله آمریکا، انگلیس، هلند، آلمان می‌باشد. بالاتر بودن سرانه تولید نخاله ساختمانی در شهر کرج را می‌توان به دارا بودن رتبه دوم (بعد از تهران) نرخ مهاجرپذیری در کشور دانست که رشد شدید شهرنشینی را باعث شده است بطوری که حدود ۴ درصد جمعیت کشور را تنها در ۱ درصد مساحت کشور جای داده است. این امر نیاز به تامین مسکن و ساخت و ساز را در مناطق مختلف شهر کرج با روندی روبه رشد مواجه کرده است. ضمن اینکه شهر کرج بخاطر وجود وسعت زیاد بافت فرسوده و ضعف زیرساخت‌های شهری همواره با تلاش‌های گسترده مدیران شهری برای توسعه شهر و بهسازی معابر و آسفالت خیابان‌ها و ... روبرو بوده است.

بررسی ترکیبات (کیفیت) نخاله‌های ساختمانی تولید شده در شهر کرج ضمن بازدیدهای میدانی از مرکز دفن حلقه‌دره، بازدید از محل‌های دپوی غیرمجاز نخاله ساختمانی در حاشیه جاده‌های بیرون شهری و بازدید از محل‌های دپوی موقت نخاله ساختمانی در معابر درون شهری نشان داد که مواد حاصل از

۱- این مقدار مطابق نتایج پاست و همکاران در سال ۱۳۹۶، با فرض تولید ۹۰ میلیون تن نخاله و در نظر گرفتن ۸۱ میلیون نفر کل جمعیت ایران در سال ۱۳۹۶، به دست آمده است.

عملیات خاکی (خاک، ماسه، سنگ و...)، آسفالت و قطعات بتن (خیابان و سنگفرش)، مصالح بنایی (آجر، بلوک، گچ، سفال، کاشی، موزائیک و ...) به ترتیب بیشترین مقدار حجمی و زایدات الکتریکی، مواد کاغذی (مقوا، کاغذ و پوشال، کیسه‌های کاغذی سیمان و ...)، پلاستیک و ظروف پلاستیکی، چوب و الوار کمترین مقدار حجمی نخاله‌های ساختمانی را شامل می‌شوند. مطالعه مرتضوی و اجل لوئیان در سال ۱۳۹۴ نیز نشان داد که بیشترین حجم نخاله‌های ساختمانی در شهر فولاد شهر را مخلوط شن و ماسه و سیمان، آجر، بتن و خاک و آسفالت تشکیل می‌دهد. نتایج آنالیز کمی شهبازی و همکاران در سال ۱۳۹۵ بر روی نخاله‌های ساختمانی شهر گرگان نیز نشان داد که بیشترین درصد ترکیب نخاله در محل دفن هزارپیچ را خاک با ۳۳/۵ ٪ و کمترین آن را چوب با ۱٪ تشکیل می‌دهد و در محل دفع توسکستان نیز بیش از ۹۰ درصد نخاله تخلیه شده را خاک تشکیل داده است. همچنین نتایج مطالعه قانعی اردکانی و همکاران در سال ۱۳۹۶ بر روی پسماندهای ساختمانی شهر یزد نیز نشان داد که مخلوط خاک و نخاله (آجر، موزائیک، تکه‌های بتن و ...) بیشترین درصد فراوانی پسماندهای ساختمانی در محل‌های دفع این پسماندها در شهر یزد را تشکیل می‌دهند. همچنین مطالعه مارتوسا[1] و همکارانش در سال ۲۰۱۸ در اروپا نشان داد که بتن مهمترین و فراوانترین درصد وزنی و حجمی ترکیب نخاله‌های ساختمانی در اروپا را تشکیل می‌دهد بطوری که نرخ تولید بتن در روند تخریب ساختمانها و تاسیسات حدود ۸۴۰ کیلوگرم در هر متر مربع برآورد می‌شود. حتی این مقدار برای ساختمانهای چوبی نیز حدود ۳۰۰ کیلوگرم در هر متر مربع می‌باشد. ریمولدی[2] طی مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۰ معتقد است که بسته به نوع سازه‌هایی که تخریب می‌شوند، بتن ۴۰ تا ۸۵ درصد ترکیب وزنی نخاله ساختمانی تولیدی در اروپا را شامل می‌شود. از سوی دیگر نسبت اجزای تشکیل دهنده نخاله‌های ساختمانی در کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه با یکدیگر متفاوت می‌باشد. به عنوان مثال در ایالات متحده نخاله های ساختمانی ۲۶ درصد وزن کلی زباله های دفع شده را تشکیل می دهند. این مقدار در آلمان بین ۲۰ تا ۲۹ درصد، در هلند ۱۹ درصد، در فنلاند ۱۳ تا ۱۵ درصد، در هنگ کنگ در حدود ۶۵ درصد، در کانادا حدود ۳۵ درصد و در انگلستان بیش از ۵۰ درصد گزارش شده است. در ایران نیز درصد وزنی نخاله‌های ساختمانی در زباله‌های دفن شده بیش از ۶۵ درصد برآورد شده است (مرتهب و کاوسیان، ۱۳۸۸).

1. Martosa
2. Rimoldi

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مدیریت نخاله ساختمانی ازجمله ضروریات مدیریت شهری شهر کرج به شمار می‌رود که نیازمند آگاهی از چگونگی جمع‌آوری، دفع و بازیافت آن‌ها است. در حال حاضر رعایت نکردن قانون تخلیه نخاله ساختمانی در مناطق غیرمجاز، کمبود ایستگاه‌های تخلیه پسماند و نبود مراکز بازیافت از عواملی هستند که مدیریت نخاله ساختمانی در شهر کرج را با ضعف و چالش‌هایی روبرو نموده است. ضمن این که نبود آمار و اطلاعات دقیق و قابل استناد از مقدار و ترکیب نخاله‌های ساختمانی تولیدی نیز این ضعف را تشدیدتر کرده است. از این‌رو چون کمیّت و کیفیّت پسماندهای ساختمانی در شهر کرج شناخته شده نیست، تحقیق حاضر با مطالعه و بررسی جوانب موضوع به بررسی کمیت و کیفیت (ترکیبات) نخاله‌های ساختمانی تولیدی در شهر کرج پرداخته است.

در این بررسی مشخص شد که فعالیت‌های ساختمان سازی، تخریب بناهای فرسوده و فعالیت‌های راه سازی از مهمترین منابع تولید کننده نخاله در شهر کرج به شمار می‌روند. در بر گرفتن بیش از دو سوم (۶۷ درصد) حجم نخاله‌های مورد بررسی توسط خاک، ماسه، مصالح ساختمانی، آسفالت و قطعات بتنی تائید کننده این مدعاست. بر اساس بررسی صورت گرفته مشخص شد که حجم تولید نخاله‌های ساختمانی در شهر کرج بسیار زیاد (سرانه ۱۲۲۰ کیلوگرم در سال) است و عدم ثبت آماری دقیق نخاله‌های تخلیه شده و تخلیه بیش از نیمی از نخاله‌های تولیدی در مناطق غیرمجاز، برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌ای جامع برای مدیریت ضایعات ساختمانی را مشکل می‌سازد. از این رو برای مدیریت اصولی و دفن بهداشتی نخاله‌های ساختمانی شهر کرج توسط سازمان مدیریت پسماند، پیشنهادات ذیل توصیه می‌شود تا این امید وجود داشته باشد که کرج نیز در آینده‌ای نه چندان دور با ساماندهی وضعیت نخاله‌ها بتواند فارغ از معضلات پسماندهای شهری، سیمایی زیبا را برخود نمایان سازد.

- سیاست کاهش تولید نخاله ساختمانی در شهر کرج مد نظر قرار گیرد. این سیاست را می‌توان با اخذ مالیات از تولید کنندگان نخاله، جریمه تخریب ساختمان‌های نوساز، برنامه‌ریزی

افزایش طول عمر سازه‌های ساخته شده، آموزش سازندگان در جهت مصرف بهینه مصالح ساختمانی و همچنین مصرف نخاله‌های ساختمانی در فرایند ساخت و ساز، مورد توجه قرار داد.

○ قانونگذاران برای سازندگان، قوانین و مقررات مناسب وضع کند و بر اجرای این مقررات کنترل داشته باشد.

○ شناسایی ترکیب و اجزای نخاله های ساختمانی به تفکیک مناطق ۱۰ گانه شهرداری کرج مورد توجه قرار گیرد.

○ سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت مکانیابی و استقرار کارگاه‌های بازیافت نخاله‌های ساختمانی در پیرامون شهر کرج از سوی سازمان مدیریت پسماند صورت پذیرد.

○ محل‌های دپوی غیرمجاز نخاله ساختمانی در شهر کرج شناسایی و از تخلیه نخاله در این مکان‌ها جلوگیری شده و جرایم و مجازات‌هایی برای مسببین این امر در نظر گرفته شود.

○ راهکارها و تمهیدات لازم از سوی سازمان مدیریت پسماند برای بازیافت در محل نخاله‌های ساختمانی فراهم گردد تا نخاله‌های بازیافت شده در محل مجدد بعنوان مصالح در فرایند ساخت و ساز مورد استفاده قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد با عنوان "بررسی کمی و کیفی نخاله‌های ساختمانی و مکانیابی محل دفن آنها با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS در محیط GIS (مطالعه موردی کلانشهر کرج)" می‌باشد که توسط مرکز پژوهش و مطالعات راهبردی شورای اسلامی شهر کرج و شهرداری کرج مورد حمایت مالی قرار گرفت. از این رو نویسندگان این مقاله برخود لازم می‌دانند تا از شهرداری کرج، سازمان مدیریت پسماند شهرداری کرج و مسئولان مستقر در مرکز دفن پسماند حلقه‌دره به خاطر فراهم نمودن امکان بازدید از این محل و در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات لازم که منجر به ارتقاء کیفی این پژوهش گردید، سپاسگزاری نمایند.

منابع

اشترزاده، رضا.، مدیریت ضایعات مصالح ساختمانی در شهر یزد، شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران- تابستان ۱۳۹۲.، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

اشرفی، سیدحسین.، قلیان، سعید.، دستنبوی، سعید.، فرهنگ، سیدمهیار.، ساماندهی ضایعات ساختمانی رویکردی نوین در توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر شاهرود)، سومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری، بهار ۱۳۹۵، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

بیگم موسوی، زهرا.، حافظی مقدس، ناصر.، ساماندهی زیست‌محیطی نخاله‌های ساختمانی شاهرود، هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، تابستان ۱۳۹۰، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

پاست، ویدا.، یغمائیان، کامیار.، نبی‌زاده نودهی، رامین.، دهقانی، محمدهادی.، مومنی، منصور.، نادری، مازیار.،، انتخاب بهترین روش مدیریتی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تهران با دیدگاه توسعه پایدار براساس تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، مجله سلامت و محیط‌زیست، پائیز ۱۳۹۶، دوره دهم، شماره دوم، ص ۲۷۰-۲۵۹.

تقی‌زاده، سیدعلی.، سلمان ماهینی، عبدالرسول.، خیرخواه زرکش، میرمسعود.، مکانیابی چند معیاری محل دفن مواد زاید ساختمانی با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی فازی. مطالعه موردی شهر گرگان، مجله آمایش جغرافیایی فضا، زمستان ۱۳۹۲، سال سوم، شماره دهم، ص ۱۳۹-۱۲۲.

توکلی، نادیا.، خادم پیر، مریم.، جمالی، حمید.، بررسی میزان نخاله‌های ساختمانی تولید شده در شهر بندرعباس، دومین همایش ملی سلامت، محیط‌زیست و توسعه پایدار، زمستان ۱۳۹۱، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران.

جعفری منصوریان، حسین، رجبی‌زاده، احمد، دولتشاهی، شیدوش.، ارزیابی وضعیت مدیریت مواد زاید ساختمانی: (مطالعه موردی شهر کرمان)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، بهار ۱۳۹۳، دوره ۱۶، شماره ۱، صفحه ۱۳۳-۱۴۲.

حسنیان، حامد؛ حسین وحیدی و سجاد کریمی، انتخاب بهترین راهکار مدیریتی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تهران با دیدگاه توسعه پایدار براساس روشAHP، ششمین همایش ملی و اولین همایش بین المللی مدیریت پسماند، بهار ۱۳۹۱، مشهد، ایران.

رجبی‌نژاد، مهدی.، فلاح، احمدعلی.، دلایل تولید ضایعات ساختمانی و راه‌های مدیریت و ساماندهی ضایعات، کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری،

تابستان ۱۳۸۹، دانشگاه آزاد تبریز، تبریز، ایران.

رضائیان فیروزآبادی، محمدحسین.، فلاح، احمدعلی.، عابدینی، حمیدرضا.، مدیریت دورریزهای ساختمانی در شرایط عادی، اولین همایش ملی مصالح ساختمان و تکنولوژی‌های نوین در صنعت ساختمان، زمستان ۱۳۹۲، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، یزد، ایران.

ساکی، محمد.، مطالعه و بررسی روشهای مدیریت بازیافت و بهره‌برداری از نخاله‌های ساختمانی، همایش ملی مهندسی عمران، معماری و مدیریت پایدار شهری، تابستان ۱۳۹۳، گرگان، ایران.

شکوهیان، محمد.، نجفیان رضوی، علی.، مدیریت و راهکارهای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ضایعات ساختمانی و بازیافت آنها، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، بهار ۱۳۹۰، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

شهبازی، علی.، حسنی، علی‌محمد.، روحانی شهرکی، فرزاد.، بررسی خصوصیات کمی و کیفی نخاله‌های ساختمانی شهر گرگان و امکان‌سنجی اقتصادی بازیافت آنها، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، بهار ۱۳۹۵، دبیرخانه دایمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

عموئی، عبدالایمان.، اصغرنیا، حسینعلی.، خدادادی، علی.، ویژگی های کمی و کیفی پسماندهای جامد روستایی شهرستان بابل (۱۳۸۶)، مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل، تابستان ۱۳۸۷، دوره دهم، ص ۸۰-۷۴.

قانعی اردکانی، جواد.، کشفی، سیدابوالفضل.، بررسی مدیریت نخاله ساختمانی شهر یزد، دومین همایش ملی معماری پایدار، شهرسازی و توسعه محیط‌زیست، تابستان ۱۳۹۶، تهران، ایران.

مرتضوی، سیدعلی.، اجل لوئیان، رسول.، بررسی آزمایشگاهی نخاله‌های ساختمانی و استفاده مجدد از آنها در راهسازی (مطالعه موردی: شهر فولادشهر)، نخستین کنفرانس سراسری معماری و مهندسی عمران، بهار ۱۳۹۴، پردیس بین‌الملل توسعه ایده هزاره، تهران، ایران.

مرتهب، محمد مهدی.، کاوسیان، امیر احسان.، تولید و سازماندهی ضایعات ساختمانی در کشورهای در حال توسعه (مطالعه موردی کلانشهر تهران)، مجله علمی و پژوهشی شریف، زمستان ۱۳۸۸، شماره ۵۱، ص ۲۲-۲۵.

Martosa, J.L.G., Stylesb, D., Schoenbergerd, H., Zeschmar-Lahl, B., 2018., Construction and demolition waste best management practice in Europe, Resources, Conservation & Recycling 136, 166–178.

Butera, S., Christensen, T.H., Astrup, T.F., 2014. Composition and leaching of construction and demolition waste: inorganic elements and organic compounds. J. Hazard. Mater. 276, 302–311.

Arm, M., Wik, O., Engelsen, C.J., Erlandsson, M., Sundqvist, J.-O., Oberender, A ,.Hjelmar, O., Wahlström, M., 2014. ENCORT-CDW – Evaluation of the European Recovery Target for Construction and Demolition Waste. Nordisk Ministerrådhttp:// dx.doi.org/10.6027/NA2014-916.

Rimoldi, A., 2010. The Concrete Case. Workshop on the Management of C&D Waste in the EU [WWW Document]. URL. http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm.