



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

## مدیریت و بازیافت نخاله های ساختمانی

حسین سلطانی لرگانی<sup>۱</sup>، سید فرهاد نبی زاده<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

(h\_soltani\_n@yahoo.com)

### چکیده

افزایش قابل توجه ساخت و ساز در کلان شهرها در دهه های اخیر و به واسطه ی آن تخریب ساختمان های فرسوده، موجب تولید حجم زیادی از پسماند های ساختمانی شده است، بطوریکه مصرف بالای منابع مورد نیاز در تولید مصالح ساختمانی و ایجاد مخاطرات زیست محیطی در تولید مواد و مصالح، ضرورت بررسی دقیق تر ابعاد مختلف این موضوع را روشن می کند. مقاله حاضر با هدف بررسی مدیریت و بازیافت نخاله های ساختمانی به مطالعه راهکارهای مدیریتی مواجه با ضایعات ساختمانی خواهد پرداخت. روش تحقیق بر اساس هدف کاربردی توصیفی و از لحاظ گردآوری اطلاعات، مطالعات کتابخانه ای، بازدید های میدانی است. این مقاله در نهایت به این نتیجه رسید که، برنامه های مدیریت و بازیافت ضایعات و نخاله های ساختمانی در صورت مطالعه و اجرایی شدن می تواند به افزایش بهره وری مصالح در صنعت ساختمان و جلوگیری از آلودگی های زیست محیطی منجر شود. بنابراین باید به بررسی روش های بازیافت نخاله های ساختمانی که کمترین مشکلات زیست محیطی را به دنبال داشته باشد.

**کلمات کلیدی:** بازیافت نخاله های ساختمانی، مدیریت،

### ۱- مقدمه

در کشورهای در حال توسعه، نخاله های ساختمانی بخش بزرگی از زباله شهری را به خود اختصاص میدهند که علاوه بر هزینه بسیار برای دفع آن، عواقب نامطلوبی بر محیط زیست نیز دارند. حجم نخاله های ساختمانی به حدی است که اکنون این مسئله نه تنها در ایران بلکه در کشورهای پیشرفته نیز یک مشکل اجتماعی و زیست محیطی است. (Poon, Kou and Lam, 2002) بازیافت نخاله های ساختمانی نه تنها به حفظ منابع طبیعی و محیط زیست کمک میکند، بلکه با بکارگیری روشهای علمی، توجیه اقتصادی نیز دارد. از طرف دیگر بهره برداری بیش از حد از منابع طبیعی برای ساخت راهها، تولید بتن، آجر و سایر مصالح ساختمانی، کمبود مصالح طبیعی را نیز در پی داشته است. امروزه با پیشرفت علوم، تکنولوژی تولید و مدیریت مواد زائد جامد نیز بسیار دگرگون شده است. عدم استفاده مجدد از نخاله های ساختمانی نه تنها دور ریختن منابع قابل استهسال است، بلکه هدر دادن سرمایه های ملی محسوب می شود. تاکنون راهکارهای متفاوتی جهت ارتقاء کارایی سیستم بازیافت مواد زائد ارائه شده است. موفقیت این برنامه در ارتباط تنگاتنگ با شناسایی کلیه عوامل دخیل در امر بازیافت می باشد و در سطح کلان، زمینه ساز توسعه پایدار می باشد. توجه به بازیافت نخاله ها به دلایل زیر لازم و ضروری است:

-مشکلات زیست محیطی

-مکان دفن زباله

-کمبود مصالح خام



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

-ایجاد چشمانداز نامناسب  
-مسائل سیاسی و اجتماعی  
در این مقاله انواع روش دفع نخاله های ساختمانی و راهکارهای مدیریت و بازیافت نخاله های ساختمانی تشریح شده است.

## ۲- نخاله های ساختمانی

نخاله های ساختمانی عبارت است از موادی که به شکل ناخواسته و تصادفی در عملیات ساخت و ساز تولید می شود. این ضایعات شامل مصالح ساختمانی از قبیل عایق، میخ، سیم برق، میلگرد و همچنین ضایعات حاصل از فرایند آماده سازی مقدماتی محل پروژه همچون مصالح لایروبی، کنده درختان و قلوه سنگها می شود. نخاله های ساختمانی، ممکن است دارای سرب، آزبست و یا سایر مواد خطرناک باشد. فعالیت های ساختمانی شامل مجموعه فعالیتها و مراحل ایجاد ساختمان و ابنیه های مختلف در بخشهای آب، صنعت اسکله ها، راهها، محوطه ها و ...، تغییرات اساسی برای افزایش کارایی و عمر بنا، تجدید بنا و تغییرات جزئی میشود. پسماند ساخت و تخریب، از ساخت، نوسازی و تخریب ساختمانها، ابنیه صنعتی، سازه های آبی چون مخازن و سدها، کارخانه ها، نیروگاهها، تاسیسات اتمی، اسکله ها، رویه راهها، جداول و قطعات پیش ساخته، پلها و... و پاکسازی آوارهای ناشی از بلایای طبیعی و انسانی حاصل می شوند (چوبانگلو، ۱۳۸۹). اگر چه ضایعات ساختمانی جزو کم خطرترین انواع پسماند یعنی پسماندهای عادی طبقه بندی میشوند، ولی از اوایل دهه ۹۰ بر اساس مطالعاتی که صورت گرفته، مشخص شده است که مواد زائد خطرناک مانند چسب، رنگ و رزینها، هر چند ناچیز، همراه نخالهها ممکن است خطراتی را برای محیط زیست و انسان ایجاد نماید (غفوری و همکاران، ۱۳۸۴).

حجم پسماندهای ساختمانی به عواملی چون میزان رشد جمعیت و نیاز روزافزون به محل سکونت و تاسیسات و تجهیزات زیربنایی، نرخ مهاجرت روستاییان به شهرها و توسعه ناخواسته مراکز جمعیتی، بافت و قدمت ساختمانهای موجود و میزان مقاومت آنها در برابر زلزله، بلایای طبیعی، معماری ساختمانهای موجود و تقاضای نسل حاضر و ... بستگی دارد (خیاطی، ۱۳۸۵). ضایعات یا همان نخاله های ساختمانی، نوعی از ضایعات جامد هستند. اینها شامل ضایعات متنوع و بزرگی شامل بتن، آسفالت، چوب، گچ و بامپوشها می باشد که از ساخت و ساز، بازسازی و تخریب ساختمانها، خیابانها، پلها و سدها حاصل می شوند. روزانه مقدار زیادی نخاله ساختمانی تولید می شود که بیشتر آنها به سمت محلهای دفن نخاله می روند. <sup>۱</sup> USGBC شورای ساختمانهای سبز آمریکا تخمین زده است که بیش از ۹۵٪ نخاله های ساختمانی، قابل بازیافت هستند. چرخه ی حیات ساختمان یک موضوع مهم است و با بررسی آن و اینکه نخاله ها به محل دفن منتقل شده یا دفن میشوند، به اهمیت بازیافت بیشتر می توان پی برد. عوامل اقتصادی و اجتماعی دنیای امروز نیازمند اینند که چرخه ی حیات به صورت دایره باشد. نخاله ها می تواند شامل این مصالح تخریب شده باشد:

- بتن، آجر سیمانی سبک، دیوار خشک، مصالح بنایی، بامپوشهای آسفالتی و چوبی و گچ.
- تخته چوب قالب بندی و چارچوب، تخته چندلا، چوب لمینت شده، چوب تخریب شده و پالتهای چوبی.
- فولاد، فولاد ضد زنگ، لولهها، درزگیر، آلومینیوم، مس، برنج، قاببندی فلزی ساختمانهای مسکونی و تجاری، فولاد.
- سازه های، تیرهای فولادی.
- آجر و عناصر دکوراتیو.
- دیوار پوش.
- در و پنجره.
- عناصر لوله کشی.
- سیم کشی الکتریکی.

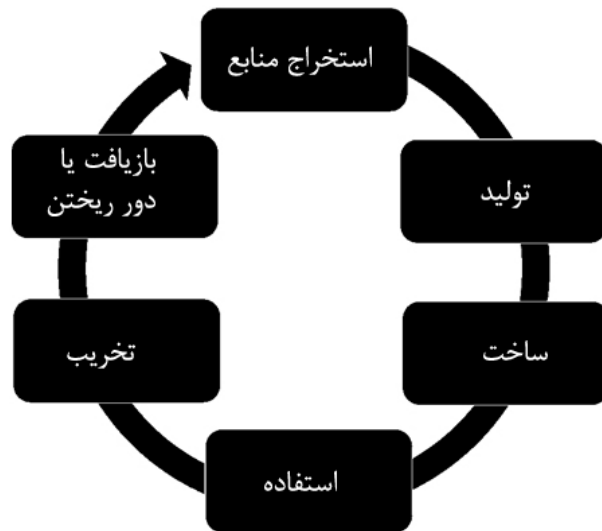
<sup>۱</sup> U.S. Green Building Council



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

-عایق غیر آزیستی.

-چوب، بوته، خاک، سنگ، تنه درخت و مصالح دانه‌های (EPA). (برایان، ۱۳۸۹)  
 عموماً مواد زائد ساختمانی شامل فلز، الوار، مصالح بنایی، شیشه، پلاستیک، کاغذ، تجهیزات، قیر، رنگها و مصالح مربوط به ساخت محوطه می باشد. اکثر این مواد میتوانند دوباره مصرف و یا بازیافت شوند، که یکی از مهمترین اصول معماری سبز می باشد. (اتمن، ۱۳۹۰)



شکل (۱) : چرخه ی حیات محصولات ساختمانی (Winkler، ۲۰۱۰)

در ابتدا فرستادن نخاله های ساختمانی حاصل از تخریب و مصالح تخریب شده به محلهای دفن آسانتر و ارزانتر بود و در آمریکا مراکز بازیافت نخاله تا ده سال گذشته کمتر بودند. با کم شدن منابع اولیه و گران شدن استخراج مواد اولیه، همچنین برای پایداری محلهای دفن، روی آوردن به سمت بازیافت بیشتر شد. تولیدکنندگان به استفاده از نخاله های بازیافتی که مطمئن و اقتصادی بود، به عنوان ماده اولیه روی آوردند. برای منافع اقتصادی بیشتر، پیمانکاران به سمت بازیافت در محل تخریب روی آوردند (Winkler، ۲۰۱۰).



شکل (۲) : مثلث بازیافت (Winkler، ۲۰۱۰)



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

انباشت آوارهای ساختمانی آلودگی هایی برای محیط زیست در بردارد. همانگونه که برداشت از ذخایر طبیعی مانند استخراج خاک، سنگ و شن و ماسه، محیط زیست را دگرگون میسازد، در این زمینه برای حفظ محیط باید راه حل هایی کاربردی ارائه گردد. دلیل اصلی برای استفاده مجدد یا بازیافت مصالح و مواد، کاهش تاثیرات منفی بر محیط زیست است. ساخت ساختمانهای جدید برای افزایش کیفیت زندگی است و این تغییرات بر محیط زیست ما اثر میگذارد. این آثار در بسیاری مسائل آشکار می شوند:

- کاهش منابع طبیعی معدنی و سوخته های فسیلی غیر قابل تجدید.

- آلوده کردن هوا از طریق پروسه های تولید و حمل و نقل جادهای.

- کاهش مناظر طبیعی. (Addis, ۲۰۰۶)

## ۳- انواع روش دفع نخاله های ساختمانی

سه روش کلی برای دفع نخاله های ساختمانی موجود است که شامل: انباشت کردن، دفن و بازیافت است.

### ۳-۱ انباشت کردن

با توسعه شهر ها مقدار بسیار زیادی از نخاله های ساختمانی تولید می شود که به صورت عمدی یا غیر عمدی تل انبار می شوند که این کار نه تنها باعث اشغال زمین ها می شود بلکه به صورت مستقیم و چه به صورت غیر مستقیم باعث آلودگی محیط زیست و هوا می شود. در طی این عملیات از راه های مختلفی از قبیل تخمیر، آبشستگی در اثر باران، آبهای سطحی، آبهای زیرزمینی و یا فاضلاب های تصفیه نشده موجب آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی می شود. همزمان با این مواد خطرناک و مضر وارد خاک خواهند شد که پس از چندین واکنش فیزیکی و شیمیایی و زیست محیطی جذب خاک خواهند شد و بدین ترتیب باعث ایجاد آلودگی هایی در لایه های زیرین خاک و کاهش کیفیت خاک منطقه می شوند (Fu, Teng, 2014)

### ۳-۲ دفن

در حال حاضر اصلی ترین روش دفع نخاله های ساختمانی روش دفن زیر زمینی می باشد. گرچه هزینه این روش بسیار کم است ولی باعث ایجاد آسیب های جدی می شود. در مرحله اول مساحت بسیار زیادی زمین اشغال می شود و در مرحله دوم باعث ایجاد مشکلات جدی زیست محیطی شود. نه تنها تبدیل نخاله های زیست تخریب ناپذیر و ضایعات پلاستیکی، پوشش ها و اندود ها و رنگ ها بسیار مشکل است بلکه این نخاله ها دارای فلزات سنگین خطرناک و مضر نیز هستند که این مواد توسط خاک جذب می شوند و باعث آلودگی آب های زیرزمینی می شود که به صورت مستقیم به مردم اطراف محل دفن آسیب می رساند. و سرانجام باعث تخریب بافت خاک و در نتیجه باعث فرونشست سطح خاک می شود (Fu, Teng, 2014).

### ۳-۳ بازیافت

در مقایسه با دو روش قبلی بازیافت روش بسیار علمی تری می باشد. همچنین مؤثرترین و مفیدترین روش برای حفاظت محیط زیست می باشد. امروزه در میان طرفداران انرژی های سبز و پایدار و دوستداران محیط زیست این روش بسیار مورد حمایت قرار گرفته است. بازیافت به یک موضوع بسیار متداول برای تحقیقات در کشور های مدرن و پیشرفته تبدیل شده است. کشورهای پیشرفته استراتژی کلی استفاده کمتر از منابع در عوض استفاده بیشتر از مصالح بازیافتی را به اجرا گذاشته اند؛ به این معنی که قبل از ساخت و ساز با استفاده از مدیریت علمی و کنترل های مفید و مؤثر میزان ضایعات را کاهش می دهند. اقدامات مؤثر بدین معنی است که نخاله ها به منابع قابل بازیافت تبدیل شوند. در آمریکا و اتحادیه اروپا و ژاپن و دیگر کشور های پیشرفته بعد از یک دوره تمرین بلند مدت و تکرار، مجموعه ای علمی از روش ها و تجهیزات بهره برداری از منابع



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

نخاله های ساختمانی تشکیل شده است. در مقایسه با کشور های پیشرفته و توسعه یافته در کشور ما خلأ بزرگی در استفاده از نخاله ساختمانی وجود دارد و میزان بازیافت ما بسیار پایین تر از کشور های توسعه یافته است و مقدار بسیار زیادی از نخاله ها استفاده درست و مفید نمی شوند که باعث آلودگی محیط زیست و هدر رفت منابع طبیعی می شود. بنابراین این کشور ما باید صنعت بازیافت استفاده مجدد خود را تقویت کند که این امر در روند توسعه پایدار امری اجتناب ناپذیر است. Fu, (Teng,2014) موانع موجود در راه بازیافت نخاله های ساختمانی را میتوان به شرح زیر برشمرد:

- ترکیب گوناگون نخاله ها.
- گستردگی فعالیتهای ساخت و تخریب.
- وجود قوانین گوناگون مدیریت نخاله های حاصل از ساخت و تخریب.
- هزینه های گوناگون دفع از طریق لندفیل متعارف

## ۴- وضعیت تولید ضایعات مصالح ساختمانی در ایران

- در تحقیق آماری انجام شده، عوامل و فعالیتهای موثر در تولید ضایعات ساختمانی در کارگاههای ساخت و ساز و چه در چرخه تأمین مورد بررسی قرار گرفتند که مهمترین آنها به ترتیب زیر مورد شناسایی واقع شدند:
- عدم اجرای کار بصورت کیفی و استاندارد و در نتیجه عمر مفید و کوتاه سازه های ساخته شده.
  - عدم بسته بندی ضایعات مرتبط به نوع آنها.
  - پوسیدگی و خرابی تاسیسات.
  - اطلاعات و تواناییهای پایین کارگران در زمینه استفاده بهینه از مصالح.
  - نداشتن برنامه و راهبرد در سطح خرد صنعت ساخت (سازندگان) برای مدیریت ضایعات.
  - پایین بودن کیفیت و عمر مفید مصالح که منجر به کاهش عمر مفید بنا میشود.
  - حمل نامناسب.
  - سفارش مصالح بیش از نیاز.
  - استفاده از فن آوری های قدیمی و ماشین آلات با دقت پایین (ساجدی، یوری، ۱۳۹۵)



شکل (۳). دیو غیر اصولی نخاله های ساختمانی در حاشیه رودخانه ها (منبع: نگارنده گان)



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

## ۵- راهکارهای مدیریتی مواجهه با ضایعات ساختمانی

در مورد مدیریت ضایعات ونخاله های ساختمانی وبرنامه ریزی جهت سازماندهی آنها موارد زیر باید مدنظر قرار بگیرد.

### ۵-۱ کاهش تولید نخاله ساختمانی

موثر ترین روش کاهش تأثیرات زیست محیطی نخاله ساختمانی جلوگیری از تولید نخاله، کاهش آن تا حد ممکن است. بنابراین کاهش تولید نخاله منجر به صرفه جویی اقتصادی و حفظ محیط زیست خواهد شد. تولید زیاد نخاله به معنای استخراج بیشتر مواد اولیه می باشد. از طرفی برداشت و استخراج هرگونه مصالح از طبیعت همراه با تخریب محیط زیست و آلودگی زیست محیطی می باشد. [۳] جهت کاهش تولید نخاله موارد زیر پیشنهاد می گردد:

- برنامه ریزی جهت افزایش طول عمر سازه های مهندسی

- اعمال سیاست های تنبیهی جهت تخریب ساختمان های نو ساز

- اخذ مالیات از تولید کنندگان نخاله

### ۵-۲ بازیافت و کاربرد مجدد

فرآیند تبدیل پسمانده مواد یا انرژی قابل استفاده مجدداً بازیافت می گویند. علی رغم اینکه نخاله های ساختمانی دارای ترکیب ناهمگونی می باشند اما با مدیریت مناسب می توان بخش قابل توجهی از این مواد را بازیافت و مجدداً وارد چرخه مصرف نمود. بازیافت بعنوان یکی از راهبرد های به حداقل رساندن نخاله دارای مزایای زیادی است که از آن جمله کاهش تقاضا برای منابع و مصالح جدید در نتیجه حفظ منابع طبیعی و مواد خام، استفاده مناسب و بهینه از نخاله و در نتیجه عدم پرت شدن لندفیل ها و همچنین کاهش هزینه حمل و نقل و فرآوری نخاله می باشد.

جداسازی در مبدا یا بازیافت مخلوط:

حتی اگر نشود مواد را برای بازیافت جدا کرد، باز هم هزینه های بازیافت کمتر از دفن است. کارگران فلزات را از چوب، را از بتن و... جدا کرده و هر کدام را در یک پاکت مخصوص و جداگانه قرار می دهند. سپس هر کدام از این پاکت ها مرکز مخصوص همان ماده منتقل می شود. بازیافت مخلوط چاره ای دیگر است، به این معنی که همه مواد قابل بازیافت در یک پاکت ریخته شده و به مرکز بازیافت برده می شود و در آنجا به صورت دستی یا تجهیزات اتوماتیک جداسازی می شوند.

بیشترین عامل مقایسه بین جداسازی و بازیافت مخلوط پیچیدگی اقتصادی است. جداسازی در مبدا پیچیده تر است چون کارگران باید قبل از دور ریزی مصالح آنها را جدا کنند، تعداد زیادی پاکت در محل وجود دارد و تعداد بیشتری مرکز بازیافت و جابجاکننده برای مراجعه وجود دارد اما در اکثر موارد جداسازی در مبدا از نظر اقتصادی مزایای بیشتری نسبت به بازیافت مخلوط دارد:

- جداسازی در مبدا را آماده می کند که می توانند مستقیماً به مراکز بازیافت فرستاده شوند و دیگر به صرف هزینه برای مرتب و جدا کردن مواد نیاز نیست.

- موادی که در مبدا جدا شده اند معمولاً کیفیت بهتری دارند، آلودگی آنها کمتر است و بنابراین ارزش آنها در مراکز بازیافت بیشتر است.

در مقایسه، جداسازی در مبدا به بازیافت مخلوط ارجحیت دارد، هزینه آن کمتر و سرعت آن بیشتر است.

معمولاً پیچیدگی آن قدر تأثیر گذار نیست. برای کارگران پرت کردن مواد مختلف در پاکت های متفاوت یا بیرون ریختن مخلوط آنها خیلی تفاوت نمی کند. پاکت های جداگانه را می توان در نزدیکترین جای ممکن از کارگران قرار دارد در حالی که



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

برای بازیافت مخلوط باید نخاله ها را به پاکت مرکزی ریخت، بنابراین سرعت جداسازی در مبدا بیشتر است و تلاش کمتری برای رسیدن به پاکت وجود دارد. همیشه نباید همه مواد جداسازی شوند. معمولاً یک پاکت برای نخاله های مخلوط در محل وجود دارد و همیشه مقداری مواد به صورت مخلوط دفن یا بازیافت می شوند. بعضی از مواد هم در مرحله ای از پروژه جداسازی می شوند اما در مواقع دیگر به صورت دسته بندی می شوند، مثلاً در یک ساختمان با قاب چوب وقتی که سازه به صورت قاب است، چوب جداسازی می شود اما وقتی چوب به صورت صفحه های بی مصرف یا تکه تکه شدن آن ها را به صورت مخلوط جدا می کنند. (زیدی جودکی، ۱۳۹۰)

## ۵-۳ دفع و دفن ضایعات ساختمانی

با توجه به توسعه روزافزون شهرها و حجم بالای زباله و نخاله و نیاز مبرم به دپو و یا دفن کردن یاسوزاندن اینگونه مواد زاید، پیدا کردن مکان مناسب در اطراف شهرها همواره مشکل اصلی برای مسئولین شهرها بوده است. این گونه مکانها نه تنها باید کمترین مشکلات زیست محیطی را به دنبال داشته باشند، بلکه باید چندان هم دور از مرکز شهرها نباشد که موجب افزایش سرسامآور هزینه حمل آنها گردد. مکان های دفع و دفن نخاله های ساختمانی باید حداقل از مناطق مسکونی و جاده های معمولی ۳۰۰ متر فاصله و از آب های سطحی و رودخانه ها ۱۵۰ مترفاصله داشته باشد. حجم بالای نخالهها در شهرها و هزینه حمل به نقاط دور باعث شده است که با تخلف از قانون، اطراف شهرها به محل دفن زباله تبدیل شود. تعیین محل دفن مناسب باید با همکاری نهادهای مختلف صورت پذیرد و مطالعات وسیعی در این زمینه انجام گیرد که کمترین اثرات زیست محیطی را بر اقلیم و پوشش گیاهی اطراف محل دفع باقی بگذارد. (شکوهیان، نجفیان رضوی، ۱۳۹۰)

معیارهای مکان یابی محل دفن: برای بسیاری از عوامل مؤثر در مکان یابی دفن، استانداردهای تعریف شده و ثابتی وجود ندارد، لیکن با توجه به مطالب گفته شده، بمنظور انجام صحیح یک فرایند مکان یابی محل دفن می توان بعنوان یک دستورالعمل اولیه و تخمینی مناسب از موارد زیر پیروی نمود. محل دفن انتخابی باید:

- فاصله از چاه آب ۳۰۰ متر.
- زمینهای اداری ۳۰۰ متر.
- زمینهای مسکونی ۳۰۰ متر.
- زمینهای تجاری و صنعتی ۱۵۰ متر.
- جاده های شهری ۱۵۰ متر.
- پیکر های آب دائمی ۱۵۰ متر.
- دسترسی آسان به همه جاده ها.
- دسترسی به منابع پوششی مناسب.
- رعایت حداقل فاصله ۱/۵ متری از بالاترین تراز فصلی آب زیر زمینی.
- دسترسی کنترل شده به محل از طریق حصارکشی.
- درخت کاری اطراف محل. (فرزانه، ۱۳۹۴)

## ۶- شیوه های تقویت مدیریت ضایعات مصالح ساختمانی

استفاده بهینه از دورریزهای ساختمانی، یک طرح جامع و کاملی را میطلبد که بهطور اساسی بتواند انواع دورریزهای شیمیایی، فلزات و ... را در بر گیرد. جهت اجراء، وجود موارد زیر در مراحل اولیه کار لازم است:

- راه اندازی مراکز جمعآوری و یا تحویل دورریزها تحت نظر بخش خصوصی در چهار طرف شهر.



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

- وضع قوانین و مقررات برای تولید ضایعات و مدیریت آنها و همچنین در نظر گرفتن جرائم برای تخلف از قوانین وضع شده از طرف شهرداریها.
- راه اندازی واحد فعال گشت شهری برای تشخیص تخلفات.
- راه اندازی واحد فعال کارشناسان جهت بررسی تخریبها و ساخت در برآورد میزان احتمالی تولید ضایعات.

## ۷- هزینه و منفعت

سود آوری بازیافت مواد زائد جامد کاملا به سیاست های تنظیمی از طرف دولت ، مشخصه های قراردادی ، اقتصادی بودن ، انتخاب فن آوری و تکنولوژی ، به کارگیری مدیریت پروژه ، رونق بازار مصرفی بازیافتی بستگی دارد. باید دانست که بدون یارانه های دولتی کافی که از امر بازیافت نخاله های ساختمانی پشتیبانی بکنند و در صورتی که مصالح ثانویه دارای بازاد باثباتی نباشند. امر بازیافت نخاله های ساختمانی قادر به ادامه کار نمی باشند (عبدلی. هاشمی. ابراهیمی، ۱۳۸۴).

بعضی از هزینه های عمده مربوط به طرح بازیافت نخاله های ساختمانی عبارتند از : خرید زمین ، هزینه ساخت بنا ، تهیه ماشین آلات، هزینه برای برنامه ریزی ، هزینه ناشی از کاهش ارزش پول سرمایه گذاری شده به علت تورم و نیز هزینه های عملیاتی عبارتند از : مزد کارگر ، انرژی ، هزینه تعمیرات و سایر هزینه های جانبی. در صنعت بازیافت نخاله های ساختمانی برگشت سرمایه با توجه به معیار های کنترل هزینه های و یارانه های دولتی و درآمد از محل فروش محصولات گوناگون در بازار های مواد ثانویه تامین می شود . شناسایی یک بازار بالقوه می تواند یک فاکتور مؤثر برای موفقیت یک برنامه بازیافت نخاله های ساختمانی باشد . یک اقتصاد بازیافت ترقی یافته موجب کاربرد فراوان از محصولات فرعی کشاورزی ، صنعتی و ... می شود در نتیجه موجب حفظ منابع طبیعی و محیط زیست می شود. سیستم های سیاسی اقتصادی در دنیای فعلی هم به استخراج منابع طبیعی و نو و هم به دفن مواد زباله و احتراق آن یارانه می دهد . این یارانه ها به صورت مختلفی پرداخت می شود که شامل تخفیف های مالیاتی برای مکان های دفت زباله و فروش کم قیمت الوار در زمین های عمومی و ... می باشد. با فرض آنکه مصرفکنندگان نهایی مواد بازیافتی موجود باشند بازیافت نوردی مواد پسماند تخریب و ساخت و ساز دارای وجه اقتصادی می باشد البته در صورت که هزینه های مال کل شبکه بازیافت کمتر از هزینه های دفن زباله و یا سوزاندن زباله باشد. در یک منطقه روستایی که زمین نسبتا ارزان است اقتصاد بازیافت طوری است که هزینه کمتری برای دفن نخاله ای ساختمانی صرف می شود به طور مثال هزینه دفن در ایالت آیدهو تنها ۱۵ دلار به ازای هر تن است ، در حالی که در شهر پورتلند واقع در ایالت اورگان ۷۳ دلار به ازای هر تن می باشد . در مناطق پرجمعیت مانند شمال نیوجرسی هزینه های دفن زباله به ۱۴۵ دلار به ازای هر تن می رسد . یکی دیگر از راه های اقتصادی کردن پروسه بازیافت نخاله ای ساختمانی تعریف طرح های مطالعاتی در زمینه مدیریت مواد پسماند ساختمانی در کشور های مختلف با توجه به امکانات هر کشور و سپس عملی کردن نقشه مدیریت مواد زائد جامد ساختمانی می باشد. تا کنون در دنیا مطالعات وسیعی برای ارزیابی فناوری مدیریت بازیافت نخاله به منظور کاهش حجم نخاله وارد شده به محل دفن انجام گرفته است اما کماکان افزایش هزینه ها (مالیات) برای کمتر شدن حجم ورودی نخاله های ساختمانی به محل های دفن برای یک دوره طولانی قابل پذیرش است (عبدلی. هاشمی. ابراهیمی، ۱۳۸۴)

## ۸- نتیجه گیری

امروزه در کلان شهر ها با حجم بسیار زیاد تولید نخاله های ساختمانی مواجه هستیم که سه روش کلی برای دفع آنها موجود است که دو دوش اول دفن و انباشت کردن نسبت به بازیافت دارای معایبی هستند از جمله آنها می توان به از دسترس خارج کردن مصالح و مواد قابل بازیافت و همچنین آلودگی محیط زیست اشاره کرد. بازیافت بهترین و علمی ترین راه کار برای دفع





# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

نخاله های ساختمانی می باشد که در کشور های توسعه یافته بسیار مورد توجه قرار گرفته است ولی متأسفانه در ایران کمتر به آن پرداخته شده است. در امر بازیافت می توان هر نوع نخاله را با توجه به مواد تشکیل دهنده آن طبقه بندی نمود و دوباره مورد استفاده قرار داد به عنوان مثال می توان پس از خرد کردن از تکه های بتن با اندازه کوچک در تولید بتن با مقاومت بالا و یا به عنوان مصالح ریز دانه در بلوکه و... استفاده کرد. البته این روش های بازیافت باید توجه اقتصادی نیز داشته باشند که در این راه می توان با بازیافت اصولی، بهینه کردن فرآیند بازیافت، کاهش یارانه دولتی برای منابع اولیه و در کنار آن افزایش مالیات محل های دفن، انباشت و ایجاد بازارهای با ثبات برای مواد بازیافت شده، حمایت از مطالعات و پژوهش های در رابطه با بازیافت، قانون سازی و افزایش راندمان ساخت به این هدف دست یافت. لازم است در این طرح مدیریت کاهش نخاله مدنظر قرار گیرد. تحقیقات آینده میتواند به بررسی راهکارهایی در زمینه استانداردسازی و افزایش بازده بازیافت نخاله های ساختمانی بپردازد.

## مراجع

۱. ساجدی، سید فتح الله، پوری، آزاده، مدیریت کاهش ضایعات مصالح ساختمانی در ایران، اولین کنفرانس بین المللی معماری و منظر شهری پایدار، ۱۳۹۵.
۲. چوبانگوس، جورج، کریت، فرانک. (۱۳۸۹)، راهنمای کاربردی مدیریت پسماند، مترجمان: خانی، محمد رضا، پورعطایی، مهدی، خسرو محمودخانی، روح الله، جلد اول و دوم، انتشارات شهرداریها و دهیاری های کشور.
۳. غفوری، محمد، و همکاران (۱۳۸۴)، نخاله های ساختمانی، بازیافت و بهره برداری از آنها جهت دفن بهداشتی زباله های جامد شهری، سازمان بازیافت و تبدیل مواد مشهد.
۴. خیاطی، محمود، (۱۳۸۵)، مقاومت و دوام بتن تهیه شده از سنگدانه های بازیافتی، پایان نامه کارشناسی ارشد عمران (گرایش خاک و پی)، دانشگاه فردوسی مشهد.
۵. ادوارد برابان، رهنمون هایی به سوی معماری پایدار؛ ترجمه ایرج شهروز تهرانی؛ تهران: نشر مهرآزان، ۱۳۸۹
۶. اتمن، عثمان، معماری سبز(سازگار با محیط زیست)، سارا زهری، مهرآزان: تهران، ۱۳۹۰.
۷. عبدلی، م ع، هاشمی، ح، ابراهیمی، الف، بازیافت مواد حاصل از ساخت و تخریب، دومین همایش ملی مدیریت پسماند و جایگاه آن در برنامه ریزی شهری، ۱۳۸۴.
۸. محمد شکوهیان، علی نجفیان رضوی، مدیریت و راهکارهای کاهش آلودگی های زیست ضایعات ساختمانی و بازیافت آنها، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران، ۱۳۹۰.
۹. هادی زیدی جودکی، علی زیدی جودکی، نخستین همایش مدیریت بحران در صنعت ساختمان، شریانه های حیاتی و سازه های زیر زمینی - ۱۳۹۰
10. Fu, Teng (2014) »Analysis of the Construction Cost Management Based on the Perspective of the Construction Waste Recycling « International Conference on Management Science and Management Innovation (MSMI 2014)pp 703
11. Poon, C. S., Kou, S. C. and Lam, L. (2002) "Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks", Construction and Building Materials, 16, pp281-289.
12. Greg Winkler. Recycling Construction & Demolition waste, a LEED-based toolkit: The International Code Council, 2010
13. Bill Addis. Building with Reclaimed Components and Materials A Design Handbook for Reuse and Recycling. Earthscan. 2006