

# روش‌های نوین مدیریت ضایعات و نخاله‌های ساختمانی در صنعت ساختمان

غلامعلی شفا بخش<sup>۱</sup>، محمدرضا رضائیان<sup>۲</sup>، میعاد صابری کلایی<sup>۳</sup>

۱- استادیار، دانشگاه سمنان

۲- دانشجو، دانشگاه سمنان

۳- کارشناس عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

mohamadrezarezaeian@yahoo.com

## خلاصه

یکی از عمده‌ترین آلاینده‌های محیط زیست که جزء لاینفک زندگی انسان محسوب می‌گردد، مواد زائد ساختمانی است. امروزه با پیشرفت علوم، تکنولوژی تولید و مدیریت مواد زائد جامد نیز بسیار دگرگون شده است. عدم استفاده مجدد از نخاله‌های ساختمانی نه تنها دور ریختن منابع قابل استهسال است، بلکه هدر دادن سرمایه‌های ملی محسوب می‌شود. تا کنون 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 می‌باشد و در سطح کلان، زمینه ساز توسعه پایدار کشور می‌باشد. در این مقاله، به بررسی روشهای مختلف جهت ارتقاء سیستم بازیافت مواد زائد جامد پرداخته شده است. همچنین نحوه طراحی و اجرای برنامه مدیریت ضایعات C&D و روش‌های مختلف تفکیک و مزایا و معایب آن به همراه الگوریتم کاری هر یک از آن‌ها تشریح شده است.

کلمات کلیدی: مصالح ساختمانی، بازیافت، صرفه اقتصادی، ضایعات، C&D

## مقدمه

افزایش قیمت مصالح ساختمانی در سال‌های اخیر و درک لزوم افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت و ساز در کشور موجب شده است تا کارفرمایان و پیمانکاران به دنبال روشی برای کاهش هزینه‌های عمرانی خود باشند. یکی از روش‌هایی که متأسفانه در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته قابلیت بازیافت و باز مصرف بسیاری از مصالح ساختمانی است. برنامه‌های مدیریت بازیافت ضایعات و نخاله‌های ساختمانی در صورت مطالعه و اجرایی شدن می‌تواند به افزایش بهره‌وری مصالح در صنعت ساختمان (ساخت مسکن، راه، محوطه و ...) منجر شود. در ادامه به توضیح برخی تعریف‌ها و راهکارهایی برای عملیاتی کردن برنامه‌های بازیافت ضایعات می‌پردازیم.

## تعاریف C&D<sup>۲</sup>

در زیر برخی تعاریف و اصطلاحات مرتبط با مدیریت بازیافت مصالح ساختمانی که در این مقاله از برخی از آن‌ها استفاده شده است تشریح گردیده است: [۱]

نخاله‌های ساختمانی و تخریبی (C&D): نخاله‌های C&D نتیجه عملیات ساختمانی، تغییرات داخلی، تعمیرات یا تخریب ساختمان‌ها، راه‌ها و سایر سازه‌ها می‌باشد. این نخاله‌ها شامل چوب، بتن، کناف، دیوارهای پیش ساخته، مصالح بنایی، شیروانی‌ها، دیوارها، فلزات، سیم‌های مسی، عایق کاری‌ها، روکش‌ها، کف پوش‌ها، آسفالت، سنگریزه، خرده بتن و تمامی مصالح مرتبط با ساخت و ساز یا تخریب می‌باشند.

مصالح مناسب برای بازیافت: ضایعاتی که بیش از ۹۰٪ آن قابل بازیافت باشد و بازیافت آن هزینه نسبتاً کمی را نیاز داشته باشد. مزایای ویژه اقتصادی: استفاده از مصالح C&D به عنوان قسمتی از یک ماده قابل باز مصرف در ساختمان یا به عنوان یک جایگزین موثر برای مصالح ساختمانی به روشی که نیاز به بازیافت نداشته باشد از مزایای ویژه اقتصادی مصالح C&D به حساب می‌آید. استفاده مجدد از مصالح بدون بازیافت

<sup>۱</sup> استادیار دانشکده عمران، دانشگاه سمنان

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی راه و ترابری دانشگاه سمنان

<sup>۳</sup> کارشناس مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۴</sup> Construction and Demolition

نیازمند انطباق با تمام آیین نامه های کنترل کیفی مصالح است. البته مزایای ویژه اقتصادی شامل استفاده از نخاله ها به عنوان سوخت یا ADC<sup>1</sup> نیز می شود ولی محدود به این موارد نمی باشد.

پوشش موقت روزانه (Alternative Daily Coverage): روی سطح دپوی ضایعات در کارگاه را می توان توسط برخی مصالح C&D غیر خاکی همچون

روکش ها، کناف ها، تخته چوب ها و ... جهت جلوگیری از آلودگی، آتش سوزی، انتشار بوی بد و پراکنده شدن پوشش داد. (شکل ۱)



شکل ۱- ایجاد پوشش موقت روزانه با استفاده از تخته چوب ها

مصالح C&D مخلوط: مصالح خالص قابل بازیافت C&D که شامل مخلوطی از مصالح قابل بازیافت دپو شده در کارگاه باشد و جهت تفکیک برای بازیافت به کارگاه های تفکیک و بازیافت انتقال داده می شوند را مصالح مخلوط می نامند.

سوخت گیاهی: این سوخت شامل پوست درختان یا خرده چوب ها در محیط کارگاه می باشد و از لحاظ اندازه بین ۱/۲ تا ۶ اینچ (۱۵/۵۴ تا سانتیمتر)، می باشد. سوخت گیاهی در دیگ های بخار و یا کارخانجات تولید کاغذ و سایر صنایع مرتبط مورد استفاده قرار می گیرد.

مصالح غیر مناسب برای بازیافت: ضایعاتی که کمتر از ۹۰٪ آن قابل بازیافت است و هزینه نسبتاً زیادی را نیازمند است.

تثبیت کننده های حاصل از ضایعات صنعتی: مصالحی که با ضایعات صنعتی مثل خاکستر بادی یا سیلیسی مخلوط شده تا از نظر سازه ای تثبیت شود.

ضایعات مخلوط و ناخالص: این ضایعات شامل مصالح بازیافت و غیر قابل بازیافت می شود و درمحل تفکیک نشده اند، ضایعات ساختمانی در صورتی که شامل ۱۰٪ تا ۹۰٪ مصالح قابل بازیافت باشد، به عنوان ضایعات مخلوط و ناخالص شناسایی می شوند.

مصالح قابل بازیافت و خالص: مصالحی که شامل یک یا چند نوع از ضایعات قابل بازیافت می شود که حداقل ۹۰٪ حجمی آن ها قابل بازیافت می باشد. ضایعات تفکیک شده در مبداء: نوعی از مواد قابل بازیافت که از سایر ضایعات درمحل ساخت و ساز و تخریب، تعمیر، بازسازی یا پاکسازی قبل از انتقال به تجهیزات بازیافت، تفکیک شده است. (شکل ۲)



شکل ۲- تفکیک ضایعات در مبداء به کمک محفظه های مخصوص بازیافت

## بازیافت ضایعات C&D

مصالح ساختمانی قابل بازیافت می تواند به دو صورت تفکیک شده در مبداء و یا مخلوط مورد استفاده قرار گیرد. هر دو نوع از این مصالح پس از جمع آوری از محل کارگاه جهت تفکیک و بازیافت به محل تجهیزات جداسازی ارسال می شوند. به طور کلی ضایعات تفکیک شده در مبداء نسبت به ضایعات مخلوط از نظر فنی بیشتر ترجیح داده می شود. با این حال در هر دو روش مزایا و معایبی وجود دارد که در زیر به آن ها اشاره می شود.

### مزایا و معایب جداسازی C&D [۱]

تفکیک در مبداء: مصالح C&D تفکیک شده در مبداء عموماً صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به بازیافت مصالح مخلوط و یا دفع ضایعات دارند و معمولاً به طور میانگین نرخ بازیافت آن ها بیشتر از ۹۰٪ است. همچنین تفکیک در مبداء سبب ایجاد بازارهای مصرف بهتری برای مواد قابل بازیافت می شود. (مثل تولید مصالح ساختمانی بازیافت شده جدید)

<sup>1</sup> Alternative Daily Cover

- بازیافت مخلوط (Commingled): در کارگاه هایی که از نظر مساحت محدودیت وجود دارد، تفکیک ضایعات ساختمانی نیازمند فضای زیادی برای انبار کردن هستند. لذا مخلوط کردن مواد قابل بازیافت از نظر مساحت مورد نیاز موجب صرفه جویی می گردد. با این حال اثبات شده است که نرخ بازیافت ضایعات مخلوط به مراتب کمتر از ضایعات تفکیک شده در مبداء است. در ضایعات مخلوط مصالحی مثل کناف ها، روکش های کف و دیوارها به عنوان نخاله دور ریخته می شود. تنها راه محاسبه میزان مصالح مخلوط بازیافت شده در یک پروژه، استفاده از نرخ بازیافت تجهیزات بازیافت کننده است. این در حالی است که با تفکیک در مبداء می توان این نرخ را افزایش داد. (شکل ۳)



شکل ۳- ظرف حاوی ضایعات ساختمانی مخلوط

## ملاحظات طراحی و برنامه های مدیریت ضایعات C&D

برنامه های بازیافت و جلوگیری از هدررفتن ضایعات زمانی موفق عمل خواهند کرد که همه عوامل انسانی مشغول در کارگاه از آن چه از آن ها انتظار می رود به روشنی آگاه باشند. [۱]

### ۱- ملاحظات طراحی

ملاحظات طراحی می بایست شامل دستورالعمل های خاص برای مشخص کردن انتظارات برای کاهش میزان هدر رفتگی مصالح C&D، باز مصرف و بازیافت هنگام عملیات ساخت و ساز یا تخریب یک بنا باشد.

### ۲- برنامه های مدیریت ضایعات

برنامه مدیریت ضایعات لزوماً نیازمند یک برنامه طولانی یا پیچیده برای برخورداری از صرفه اقتصادی و کارایی بالا نیست، بلکه به طور خلاصه یک برنامه موفق می بایست شامل اطلاعات زیر باشد:

۱. اهداف باز مصرف و بازیافت ضایعات
۲. آنالیز و شناسایی ضایعات پروژه
۳. روش های مختلف و ممکن دفع
۴. مراحل و روند تفکیک، انتقال، انبار و بازیافت مصالح
۵. دستورالعمل هایی برای نیروی انسانی کارگاه و تمام پیمانکاران

### ۳- ملاحظات طراحی در قراردادهای پیمانکاران

در پروژه های بزرگ، مشخص کردن اهداف مدیریت ضایعات C&D در هر قرارداد با پیمانکاران اهمیت بسیار زیادی دارد. به عنوان مثال می توان در قرارداد با پیمانکار به موارد زیر اشاره کرد:

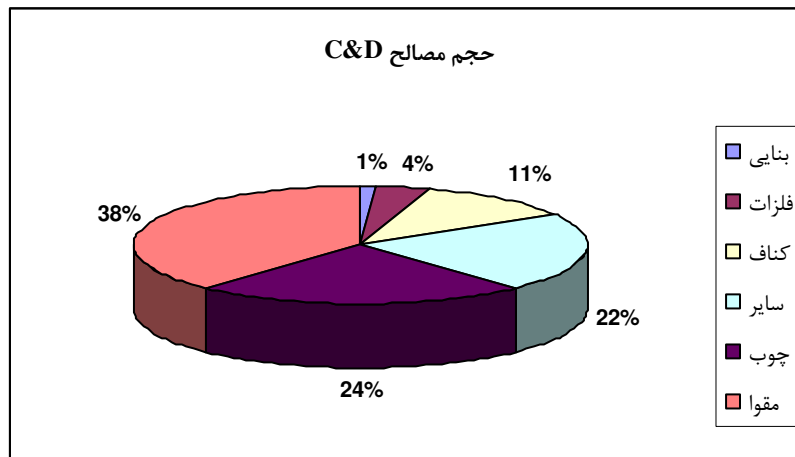
"پیمانکار موظف است تمام تلاش خود را برای کاهش مقدار هدررفتگی ضایعات C&D تولید شده در کارگاه و بازیافت مصالح مطابق با برنامه مدیریت ضایعات انجام دهد. پیمانکار موظف است از دستورالعمل های ارائه شده در مورد فرآیند بازیافت برای هر نوع از مصالح و ضایعات قابل بازیافت پیروی کند و در پایان هر مرحله از پروژه گزارشی جهت اثبات عملکرد خود در باز مصرف، بازیافت و دفع نخاله ها مطابق با برنامه مدیریت ضایعات ارائه دهد."

## خصوصیات ضایعات C&D

طبق تعریف، C&D، ضایعات جامد حاصل از فرآیند ساخت یا تخریب است که شامل ساخت، بازسازی، تعمیر و تخریب سازه هایی همچون ساختمان ها، راه های پل، های پاکسازی اراضی، زهکشی و سیستم های فاضلاب می باشد. ضایعات تولید شده در یک کارگاه ساختمانی می تواند شامل آسفالت، بتن، آجر، چوب، شیشه، صفحات آلومینیومی، قطعات فولادی، انواع کناف، قوطی های رنگ، درزگیرها، شیروانی ها، روکش های عایق، سیم های مسی، ساق و برگ درختان، مقوا، کیسه گونی و بسیاری دیگر از مواد باشد.

به عنوان نمونه در سال ۱۹۹۹ در ایالت کارولینای جنوبی در کشور آمریکا حدود ۱/۱ میلیون تن ضایعات C&D تولید شده است. نمودار دایره ای زیر نشان دهنده میزان درصد مصالح بازیافتی تشکیل دهنده ضایعات C&D است (نمودار ۱). البته با توجه به موقعیت کارگاه، شهر یا کشور مورد نظر

ضایعات ساختمانی از لحاظ درصد مواد تشکیل دهنده متفاوت خواهد بود. مثلاً در ایران میزان تولید ضایعات ساختمانی همچون چوب و کناف بسیار پایین است در حالی که به دلیل استفاده گسترده از مصالح بنایی مثل آجر، گچ و بلوک های سیمانی و بتن طبیعی است که میزان درصد تولید این مصالح در ضایعات C&D بیشتر است. با این حال تعیین دقیق میزان درصد تشکیل دهنده ضایعات C&D در مناطق مختلف کشور نیازمند مطالعات موردی دقیق و گسترده است. [۲]



نمودار ۱- میزان درصد مصالح بازیافتی تشکیل دهنده ضایعات C&D

### تهیه یک برنامه مدیریت ضایعات C&D

برای تهیه یک برنامه مدیریت ضایعات C&D موفق پنج مرحله پیشنهاد می شود. البته تمام این مراحل قابل استفاده برای همه پیمانکاران نمی باشد، بلکه نیازمند مروری تطبیقی برای یافتن بهترین روش متناسب با شرایط کارگاه است. [۲]

۱- تعیین مصالح هدف که قابلیت بازیافت آسان در حجم زیاد و با ارزش اقتصادی بالایی را دارا باشند  
 ۱-۱- پس از تعیین مصالح هدف، یکی از مصالح انتخاب می شود. با این کار، امکان ایجاد و اجرای یک برنامه بازیافت فراهم خواهد شد. از آن جایی که در ایران، پیمانکاران در کارگاه های مختلفی در سطح شهر فعالیت دارند، امکان تجمع مصالح هدف از چند نقطه فراهم می آید و باعث موثرتر شدن فرآیند بازیافت می شود.

۱-۲- تعیین زمان دستیابی به ضایعات هدف. به عنوان مثال در مراحل اولیه تخریب، شیشه ها، قاب های آلومینیومی، در و پنجره، سرامیک و به طور کلی کف پوش ها و در مراحل پایانی، جمع آوری آجرها و آهن آلات، بلوک های سیمانی و خرده بتن ها در مقادیر زیاد تولید می شود.  
 ۱-۳- مصالح هدف می بایست از یک نوع (از نظر کیفی) بوده و قابل باز مصرف و یا باز فروش باشند. به عبارت دیگر ارزش اسقاط کردن داشته باشند. همچنین، در هر پروژه قراردادها به نحوی منعقد شوند که پیمانکاران ملزم به تفکیک و بازیافت ضایعات در محل کارگاه شوند.

۲- تعیین صرفه اقتصادی به دلیل کاهش ضایعات غیرقابل بازیافت و بازیافت مصالح هدف  
 ۲-۱- برنامه بازیافت به گونه ای تنظیم شود که متناسب با سیستم دفع ضایعات بوده و نیاز به کار اضافی نداشته باشد. همچنین گماردن یکی از اعضای گروه در کارگاه برای مدیریت برنامه بازیافت، در حدود ۲ ساعت در هفته، کافی خواهد بود.

۲-۲- با شرکت های بازیافت کننده ارتباط برقرار کرده تا مصالح هدف قیمت گذاری شوند. البته بعضی از این مصالح مانند کناف ها و چوب ها و سایر موارد که کاربرد باز مصرف کمتری دارند نیازمند صرف هزینه ای برای تحویل آن ها به شرکت های بازیافت کننده می باشد. در حالی که ساید مواد مانند فلزات و موزاییک و کف پوش ها توسط شرکت های بازیافت به قیمت خوبی خریداری می شوند. با بررسی قیمت های مصالح می توان تشخیص داد که آیا بازیافت مصالح هدف صرفه اقتصادی دارد یا خیر.

۲-۳- با تفکیک هزینه مصالحی که قابل بازیافت خواهند بود از هزینه کل دفع مصالح، میزان صرفه جویی مشخص می شود. همچنین می بایست هزینه حمل و نقل برای دفع مصالح در نظر گرفته شود. ضمن این که هزینه مربوط به احداث انبار در محل کارگاه برای دیو کردن مصالح نیز باید در محاسبات منظور شود.

۳- محاسبه زمان تولید مصالح هدف در هنگام ساخت و ساز یا تخریب

۳-۱- برنامه بازیافت باید طوری تنظیم شود تا متناسب با زمان تولید مصالح قابل بازیافت باشد. به عنوان مثال در پایان ساخت و ساز و در هنگام نصب کابینت ها و کاشی ها و موزاییک ها مقادیر زیادی مقوای حاصل از بازکردن بسته بندی ها تولید می شود.

۴- تشخیص محدودیت های مصالح هدف

۴-۱- محدودیت در فضای انبار

۴-۲- محدودیت فاصله بین انبار و محل کارگاه بازیافت

۴-۳- اضافه شدن غیرقانونی زباله های غیرقابل بازیافت به دپوی مصالح قابل بازیافت توسط مردم محلی

۵- ایجاد برنامه کاهش میزان هدررفتگی ضایعات C&D

### بازمصرف و بازیافت ضایعات C&D

جدول زیر نشان دهنده موارد مهمی در مدیریت ضایعات است. باید توجه داشت که هر یک از موارد زیر دارای نیازها، مزایا و معایب متفاوتی می باشند که باید قبل از اجرای برنامه مدیریت ضایعات در نظر گرفته شود. ضمن این که روش های زیر قابل استفاده و اجرا در هر کارگاهی نیست بلکه این موارد می بایست با توجه به شرایط هر کارگاه با آن سازگار شوند. [۲]

جدول ۱- مزایا و معایب روش های مختلف مدیریت بازیافت ضایعات ساختمانی

معایب	مزایا	روش ها	
عدم شناخت کارفرمایان با این روش نیاز به استفاده از معمار، بازرس ساختمان و قاب بند در کارگاه	❖ صرفه جویی اقتصادی ❖ به دلیل کاهش تولید ضایعات C&D و کاهش میزان کلی دفع ضایعات	پاکسازی اراضی: عدم قطع درختان تا حد امکان تغییر نحوه اجرای پی/کف برای کاهش خاکبرداری اضافی استفاده از قاب بندی منظم و هم راستا افزایش فاصله ستون ها و شمع ها و بازمصرف خاکبرداری ها	کاهش منابع تولید ضایعات C&D
نیاز به آموزش نیروی انسانی در کارگاه	❖ صرفه جویی در هزینه های دفع ❖ کاهش هزینه های اولیه در خرید مصالح ❖ استفاده کارا و با بهره وری زیاد از مصالح	مصرف مجدد خاکبرداری های اضافی برای ایجاد دیوارهای حایل، محوطه سازی، شیب بندی و ... استفاده از تخته های چوبی برای محافظت از وسایل الکتریکی و محکم کردن لوله کشی ها استفاده از مصالح بنایی خرد شده به عنوان پر کننده ها در کف ها و ... پروژه های تخریبی شامل مصالح قابل بازمصرفی چون سینک ها و کابینت ها و سنگ ها توالت هستند	بازمصرف
کاهش ارزش مصالح قابل بازیافت صرفه اقتصادی کمتر	❖ عدم نیاز به آموزش قابل بازیافت	مصالح هدف قابل بازیافت از مصالح دورریز جدا شوند. قراردادن همه مصالح بازیافت در یک انبار واحد استفاده از حداقل انبار	بهبود مصالح مخلوط
نیاز به آموزش نیروی انسانی در کارگاه نیاز به انبارهای بیشتر امکان آلودگی مصالح هدف در انبار به دلیل کثرت انبارها و در نتیجه کاهش قابلیت فروش	❖ ارزش بالاتر مصالح قابل بازیافت ❖ فروش بهتر مصالح قابل بازیافت به دلیل مجزا بودن هر یک از آن ها	در نظر گرفتن یک انبار مجزا برای هر یک از مصالح درخواست از پیمانکار برای پذیرفتن مسئولیت دپو کردن مصالح در انبارهای مشخص شده	تفکیک در مبدا
معمولا در مقادیر زیاد توجیه پذیر است مصالح باید دارای ارزش	❖ کاهش میزان هدررفتگی ضایعات ❖ مسئولیت پذیری	ترغیب تولید کننده برای بازگرداندن ضایعاتی همچون پوشش ها، کف پوش ها و مصالح بنایی به چرخه بازیافت و تولید	سیاست های بازگرداننده

بالایی باشند تا بازیافت آن ها برای تولید کننده صرفه اقتصادی داشته باشد	تولید کنندگان		
نیاز به تجهیزات خاص نیاز به قوانین محلی یا استانی	❖ جا به جایی ساده در محل کارگاه ❖ عدم نیاز به دفع	استفاده از تخته های بزرگ نیمه شکسته به عنوان دیوار حایل جهت حفظ پایداری خاکریز ها استفاده از ضایعاتی چون خرده چوب ها و شاخ و برگ به عنوان سوخت گیاهی	روش های دیگر

### راهکارهای اجرایی برای توسعه برنامه های مدیریت بازیافت

- برای تشویق کارفرمایان و پیمانکاران در کشور جهت افزایش تمایل به اجرای برنامه های مدیریت بازیافت، راهکارهای زیر به شهرداری ها ارائه می گردد.
- ایجاد مراکز جمع آوری ضایعات C&D در شهر
- صدور مجوز برای بخش خصوصی برای راه اندازی کارگاه های بازیافت
- پرهیز از انحصار گرایی در واگذاری امتیازات تجاری بازیافت
- تفکیک نوع مجوزهای بازیافت C&D با توجه به نوع مصالح
- اعمال معافیت های مالیاتی به کارگاه های بازیافت (شکل ۴)





شکل ۴- پتانسیل شهرداری ها جهت ایجاد مراکز خصوصی بازیافت به همراه معافیت های مالیاتی

### روش های تفکیک ضایعات C&D

یکی از مراحل اولیه بازیافت مصالح ساختمانی، تفکیک آن ها است. همان طور که قبلا به آن اشاره شد، در صورت انجام تفکیک در مبدا، عملیات بازیافت از عملکرد و بازدهی بالایی برخوردار خواهد بود. ضمن این که هزینه های بازیافت کاهش می یابد. جدول ۲ روش های مختلف تفکیک مصالح C&D و میزان عملکرد آن ها را نشان می دهد. [۳]

جدول ۲- روش های مختلف تفکیک ضایعات ساختمانی و میزان کارایی آن ها

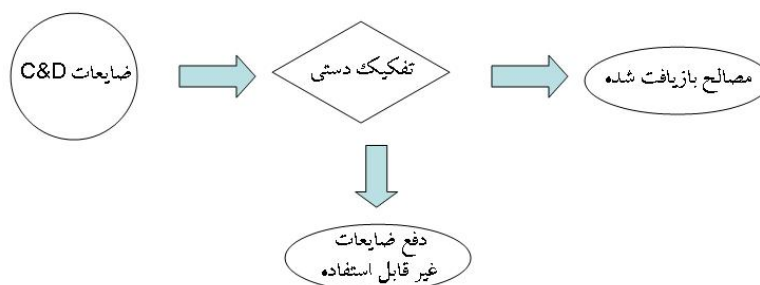
نوع فرآیند	توضیح	حجم هدر رفته
تفکیک دستی	ضایعات بر اساس نوع آن، دسته بندی می گردد. مصالح قابل شناسایی و در اندازه مناسب توسط کارگران آموزش دیده تفکیک شده و باقی مانده مصالح دفن می گردد	زیاد (بیشتر از ۵۰٪)

	<p>ضایعات بر اساس نوع آن، دسته بندی می گردد. مصالح قابل شناسایی توسط کارگران آموزش دیده تفکیک و به کمک نواری نقاله هایی به سمت دپوی بازیافت منتقل می شوند</p>	<p>تفکیک ترکیبی (دستی و ماشینی)</p>
	<p>ضایعات بر اساس نوع آن، دسته بندی می گردد. مصالح توسط دستگاه های مکانیکی خرد شده و بر اساس ویژگی های فیزیکی (مثل وزن مخصوص، وزن و اندازه) به صورت مکانیکی تفکیک می شوند.</p>	<p>تفکیک ماشینی (تمام خودکار)</p>

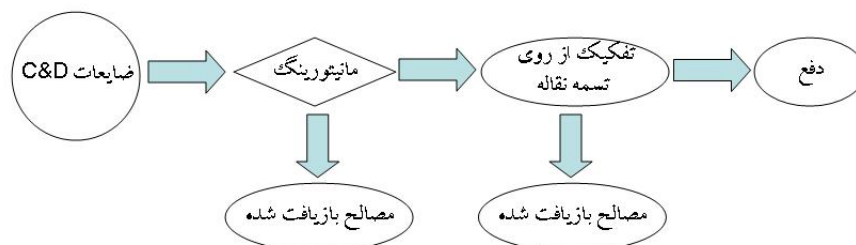
متوسط (بین ۲۵٪ تا ۵۰٪)

کم (کمتر از ۲۵٪)

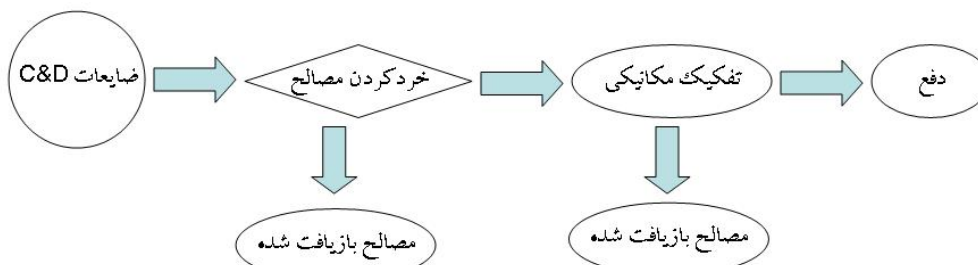
الگوریتم کاری هر یک از روش های تفکیک مصالح در شکل زیر نمایش داده شده است. [۴]



نمودار ۲- الگوریتم کاری تفکیک مصالح به روش دستی



نمودار ۳- الگوریتم کاری تفکیک مصالح به روش ترکیبی



نمودار ۴- الگوریتم کاری تفکیک مصالح به روش خودکار

## نتیجه: طراحی یک برنامه موفق تفکیک و بازیافت

جهت حصول اطمینان برای موفقیت برنامه تفکیک، راهکارهای مختلفی وجود دارد. جلوگیری از اتلاف مصالح و انجام بازیافت با کاهش هزینه های تولید و دفع، سبب کاهش هزینه های کل پروژه می شود. با این حال اجرای یک برنامه مدیریت ضایعات، ممکن است مشکلاتی را به همراه داشته باشد. در ادامه راه حل هایی برای این چالش، مطرح می گردد. [۱]

مدیریت برنامه: انتخاب یک مدیر؛ فرد یا گروهی که مسئولیت آموزش عوامل انسانی، پیمانکاران و برپا کردن کارگاه و هماهنگ کردن و نظارت بر فرآیند بازیافت برای جلوگیری از آلودگی مصالح بازیافتی را داشته باشد.

همکاری با پیمانکاران: پیمانکاران می توانند همگی برای انجام بازیافت نخاله ها در محل اقدام کنند و یا هر یک به طور جداگانه ضایعات را در کارگاه خود بازیافت کنند.

تامین فضای مناسب: به طور کلی، عملیات بازیافت نیازمند فضا می باشد. لازم است یک فضای مجزا در کارگاه تهیه شود تا مصالح ساختمانی زائد در آن محل دپو گردند.

ارتقاء و تعلیم دادن: ایجاد ارتباط بین کارکنان کارگاه و پیمانکاران اصلی لازم به نظر می رسد، تا اینکه آن ها از موارد اجرایی زیر آگاه گردند:

مصالح چگونه باید تفکیک شوند؟ مصالح به کجا باید حمل شوند؟

هرچند وقت یکبار مصالح باید جمع آوری و به کارگاه های بازیافت منتقل شوند؟

جلوگیری از آلودگی: اتخاذ استراتژی هایی برای جلوگیری از آلودگی مصالح قابل بازیافت که شامل علامتگذاری ظروف (محفظه) بازیافت به طور مشخص در کارگاه (شکل ۵)، تهیه فهرستی شامل مصالح قابل بازیافت و غیر قابل بازیافت، انجام بازدیدهای متوالی از کارگاه برای اطمینان از عدم آلودگی نخاله ها می شود.



شکل ۵- مشخص نمودن ظروف مخصوص ضایعات ساختمانی با علامتگذاری در کارگاه

## مراجع

[1] Construction Recycling, available at <http://www.metrokc.gov/dnrp/swd/greenbuilding/construction-recycling/index.asp>. Accessed on February 1, 2007.

[2] Construction & Demolition Debris Guidebook, S.C. Energy & the S.C. Department of Health and Environmental Control's Office of Solid Waste Reduction and Recycling, available at [www.scdhec.net/recycle](http://www.scdhec.net/recycle). Accessed on February 1, 2007.

[3] Brian Yeoman, Construction & Demolition Waste, National Association of Educational Procurement, available at [www.naepnet.org/Microsites/sustainability/0731YeomanConstruction.pdf](http://www.naepnet.org/Microsites/sustainability/0731YeomanConstruction.pdf). Accessed on February 1, 2007.

[4] C&D Debris Recycling Study: Final Report, Florida Department of Environmental Protection, available at [www.floridadep.org/waste/quick\\_topics/publications/shw/recycling/candd/CD%20report%205-8.pdf](http://www.floridadep.org/waste/quick_topics/publications/shw/recycling/candd/CD%20report%205-8.pdf). Accessed on February 1, 2007.