برنامه‌ریزی راهبردی فضایی برای مدیریت بهینه پسماندهای ساختمانی با رویکرد بازیافت و استفاده مجدد در ایران

Spatial strategic planning for optimal management of construction waste with recycling and reuse approach in Iran

سمانه جوادی فرد *

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

فریبرز کریمی

استادیار، گروه مهندسی معماری، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

Samaneh Javadifard*

MSc graduated in Architecture Engineering, Faculty of Architecture and Urbanism, Imam Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran

Fariborz Karimi

Assistant Professor, Faculty of Architecture and Urbanism, Imam Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran

تاریخ دریافت: 1401/03/01، **تاریخ پذیرش:** 1401/03/21

ارجاع به مقاله:

سمانه جوادی فرد، فریبرز کریمی، برنامه ریزی راهبردی فضایی برای مدیریت بهینه پسماندهای ساختمانی با رویکرد بازیافت و استفاده مجدد در ایران، *مهندسی و مدیریت ساخت*، 1401، 7 (1): 34-40.

چکیده

پسماندهای ساختمانی به عنوان ماحصل فعالیت های عمرانی انسان بر روی زمین، باعث بروز مشکلات عدیده‌ی زیست محیطی شده است. اگر چرخه‌ی عمر ساختمان، سه مرحله‌ی اصلی تخریب، طراحی و اجرا در نظر گرفته شود، هریک از آن‌ها حامل میلیون‌ها تن پسماند ساختمانی است، اما با مدیریت استراتژیک و راهبردی می‌توان کنترل بیشتری بر هر یک از مراحل داشت، و میزان تولید پسماندهای ساختمانی را به حداقل رساند، و همچنین می‌توان برنامه‌ی راهبردی فضایی بازیافت و استفاده‌ی مجدد از پسماندهای ساختمانی برای کنترل و نظارت بیشتر، تعریف کرد. از این رو پژوهش حاضر به دنبال بررسی و توصیف وضع موجود، و ارائه چشم انداز آرمانی با توجه به فرصت و تهدیدها است، و در گام بعدی، پژوهش‌های پیشین با موضوع مدیریت پسماندهای ساختمانی در فازهای اصلی پروژه (تخریب، طراحی، اجرا) بررسی و برنامه‌ی راهبردی فضایی مدیریت پسماندهای ساختمانی، در 15 مؤلفه پیشنهاد شده است. در این پژوهش اطلاعات و داده ها از طریق مطالعات کتابخانه ای گردآوری شده است و مورد واکاوی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

کلمات کلیدی

برنامه ریزی راهبردی، برنامه ریزی راهبردی فضایی، مدیریت پسماندهای ساختمانی، برنامه ریزی راهبردی پسماندهای ساختمانی، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای ساختمانی

1- مقدمه

محیط زیست و طبیعت منبع و سرچشمه الهی برای تامین نیازهای بشر است اما با ادامه رشد جمعیت، گسترش شهرها و صنعتی شدن جوامع ، روند رو به رشد تخریب محیط زیست در حال افزایش است.

*Corresponding author's email address:
samaneh.javadifard@gmail.com

How to cite this article:
Samaneh Javadifard, Fariborz Karimi, Spatial strategic planning for optimal management of construction waste with recycling and reuse approach in Iran, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2022, 7(1):34-40.

Abstract

Construction waste as a result of human construction activities on earth has caused many environmental problems. If the life cycle of the building, the three main stages of demolition, design and implementation are considered, each of them carries millions of tons of construction waste, but with strategic and strategic management, more control can be achieved over each one. It had steps, and minimized the amount of construction waste production, and it is also possible to define a spatial strategic plan for recycling and reuse of construction waste for more control and monitoring. Therefore, the current research seeks to investigate and describe the current situation, and provide an ideal perspective with regard to opportunities and threats, and in the next step, previous researches on the subject of construction waste management in the main phases of the project (demolition, design, implementation) review and spatial strategic plan of construction waste management is proposed in 15 components. In this research, information and data have been collected through library studies and analyzed.

Keywords

Strategic planning, spatial strategic planning, construction waste management, construction waste strategic planning, recycling and reuse of construction waste

در این بین صنعت ساختمان به عنوان استفاده کننده از منابع طبیعی برای ساخت و ساز و فعالیت های عمرانی یکی از عوامل مؤثر در تخریب محیط زیست است. پسماندهای ساختمانی به دلیل حجیم بودن، کمبود فضای دفن و دارای مواد سمی و مضر برای محیط زیست [1]، و از طرفی میزان تولید آن‌ها (به گزارش U.S. EPA، 40 درصد پسماندهای جامد شهری شامل پسماندهای ساختمانی

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1), 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی
مهندسی و مدیریت ساخت

است) تبدیل به یکی از دغدغه های پژوهشگران و فعالان محیط زیست شده است.

پسماندهای ساختمانی به عنوان نوعی از پسماندهای عادی، شامل پسماندهای ساخت و ساز و تخریب (C&D waste) که حاصل فعالیت‌های انسانی از قبیل ساختمان‌سازی، بازسازی، و تخریب در سازه‌هایی ساختمان‌های مسکونی و غیره مسکونی، آسفالت‌کاری، ساخت پل یا حتی پاکسازی هنگام سوانح و بلایای طبیعی است [2]، به دلیل عدم مدیریت صحیح در حوزه‌ی بازیافت و استفاده‌ی مجدد از پسماندهای ساختمانی موجب بروز مشکلات عدیده‌ی زیست محیطی شده است، به ویژه در ایران که طول عمر ساختمان‌ها 25 تا 30 سال در نظر گرفته می شود (این در حالی است که در کشورهای صنعتی به 100 تا 300 سال هم می رسد.) [3] در ایران با وجود قوانین وضع شده، به دلیل شفاف نبودن قوانین، عدم ارائه‌ی راهکارهای واضح و عملی و عدم پیگیری و نظارت، هنوز دفع پسماندهای ساختمانی در حاشیه شهرها و بزرگراه‌ها به طور غیرقانونی انجام می شود، و این معضل باعث شده است آمارهای دقیق و مستند از میزان تولید پسماندهای ساختمانی در دسترس نباشد. اما تخمین‌ها حاکی از آن است که در ایران روزانه تقریبا 200 تا 250 هزار تن پسماند عمرانی و ساختمانی تولید می شود، به عبارتی در طی یک سال حدود 80 ملیون تن پسماند ساختمانی به محل های دفن انتقال می یابند[2]. با وجود اینکه این میزان تولید پسماند چندین برابر دیگر کشورهای جهان است، اما به دلیل ارزان بودن مصالح، در دسترس بودن منابع طبیعی، مدیریت ناکارآمد شهری و عدم نظارت، انگیزه ای برای بازیافت و استفاده‌ی مجدد از پسماندهای ساختمانی وجود نداشته باشد. اما آن چیزی که واضح است محدودیت منابع در دراز مدت و تخریب منابع و محیط زیست به دست انسان، زمین را به نابودی خواهد کشاند.

1-1- بیان مسئله

پسماندها، بزرگترین معضل زیست بوم جهانی با مواد زائد که عموما برای محیط زیست خطرآفرین و تهدیدکننده هستند، در دهه های اخیر مورد توجه برنامه‌ریزان، مدیران شهری و پژوهشگران قرار گرفته است. به طورکلی پسماندها به موادی اطلاق می شود که تولید اجتناب ناپذیر آنها توسط فعالیت‌های انسانی است و پردازش و دفع آنها ضروری است. در این بین صنعت ساختمان در طول ساخت تا تخریب، موجب تولید پسماند و آلودگی می شود [4]. به طوریکه برآورد می شود میزان 38 درصد از پسماندهای جامد تولیدی در جهان شامل پسماندهای ساختمانی است [5] که نه تنها با دارا بودن مواد مخرب محیط زیست موجب آلودگی زمین می شوند، حتی حجیم بودن آنها و محدودیت زمین‌های دفن موجب بروز مشکلات عدیده‌ی زیست محیطی شده است. در ایران بیشتر از 99 درصد نخاله‌ها و ضایعات ساختمانی مستقیما دفن می‌شوند یا در کوره‌های زباله‌سوز سوزانده می شوند. در سال 1391 مجوز ساخت 120 میلیون متر مربع زیر بنا در کشور صادر شده است. اگر به ازای تخریب هر یک متر مربع، 1.5 تن پسماند ایجاد شود ، فقط در سال 91، 180 میلیون تن آوار ساختمانی در ایران تولید شده است [6]. این در حالی است که تنها دو مرکز در تهران برای دفن پسماندهای ساختمانی در شرق و جنوب تهران وجود دارد که پاسخگوی نیاز نیست. این در حالی است که با گسترش و توسعه شهرها، رشد جمعیت، ظهور فن‌آوری‌های جدید، تغییرات در الگوهای مصرف و عادات بهره‌برداران، و از طرفی محدودیت در استفاده از منابع طبیعی باعث بروز انواع ناسازگاری‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می شود [7]. و مدیریت پسماند از جمله پسماندهای ساختمانی تبدیل به یک چالش بزرگ می شود. بنابراین با توجه به مشکلات دفع و دفن پسماندهای ساختمانی، استفاده ناکارآمد از منابع طبیعی به نظر می رسد بازیافت و استفاده‌ی مجدد از پسماندهای ساختمانی گزینه مناسب در پیش روی مدیران و برنامه‌ریزان شهری است. با این وجود در ایران با توجه به پتانسیل های قوی هنوز اقبال ویژه نیافته است [8].

مدیریت پسماندهای ساختمانی به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی در دهه های اخیر، نیازمند برنامه‌ریزی از نوع استراتژیک و راهبردی فضایی برای دستیابی به بیشترین نرخ بازیافت است. اما همچنان در سیستم برنامه‌ریزی ایران، برنامه‌ریزی راهبردی فضایی مبهم است و جایگاه آن در شناخت و به کارگیری تقلیل یافته است [9]. هر برنامه‌ریزی برای هدفی خاص انجام می شود و نیاز به کنترل و مانیتورینگ دارد با این وجود ایران در نظام برنامه‌ریزی فضایی، از منظر اجرا، کنترل و مراقبت از دیگر کشورهای جهان عقب-تر است [10] از این رو پژوهش حاضر به دنبال، 1) تبیین مفاهیم اولیه‌ی برنامه‌ریزی راهبردی فضایی، 2) بررسی نقش برنامه‌ریزی راهبردی فضایی برای مدیریت بهتر پسماندهای ساختمانی است، 3) ارائه راهبردهای متناسب با چشم انداز برای افزایش میزان بازیافت و استفاده مجدد و کاهش تولید پسماندهای ساختمانی است.

2- داده ها و روش پژوهش

در هر پروژه‌ی عمرانی برای دستیابی به اهداف مشخص بایستی طبق برنامه‌ای منظم، منسجم و متناسب با آن هدف مدیریت شود، بنابراین برای دستیابی به بالاترین نرخ بازیافت و کاهش تولید پسماندهای ساختمانی بایستی برنامه‌ای منسجم بر اساس اهداف و چشم انداز، برای آن تعریف کرد. از منظر هدف این پژوهش از نوع بنیادی نظری است و از حیث روش و ماهیت، پژوهش کیفی و تحلیلی است. داده‌ها و اطلاعات پژوهش از طریق اسنادی و کتابخانه‌ای از طریق مطالعه منابع معتبر پیشین جمع‌آوری شده و مورد تحلیل و واکاوی قرار گرفته است . از سوی دیگر با توجه به ماهیت موضوع و جنبه استفاده از آن به منظور رفع نیازمندی‌های بشر و بهبود و بهینه‌سازی ابزارها روش‌ها در جهت توسعه رفاه و آسایش و ارتقای سطح زندگی انسان، می توان آن را یک نوع تحقیق کاربردی نیز به حساب آورد.

همانطور که پیش تر اشاره شد، برای برنامه‌ریزی راهبردی فضایی مدیریت پسماندهای ساختمانی بایستی سه گام اصلی پیموده شود: 1) گام اول : شناخت بررسی وضع موجود و اهداف شهر، برای تدوین چشم انداز است 2) گام دوم : تدوین برنامه و راهبردهای یکپارچه و منسجم برای دستیابی به چشم انداز تعریف شده است، 3) گام سوم: اجرا، پیگیری و کنترل برای نیل به هدف برای تحقق چشم انداز است.

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1), 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی
مهندسی و مدیریت ساخت

این پژوهش برای تشریح کامل گام اول نیازمند شناخت و مطالعه منابع موجود است، و بر پایه‌ی مطالعات پیشینه، راهبردهای رسیدن به چشم انداز را تعریف می کند. لذا گام عملیاتی و اجرایی در اهداف این پژوهش نمی گنجد.

3- مبانی نظری پژوهش

پژوهش حاضر مستلزم شناخت و درک صحیح از دو محور اصلی آن ، "برنامه‌ریزی راهبردی فضایی" و "مدیریت پسماندهای ساختمانی" است، و در گام بعدی ادغام دو محور برای رسیدن به راهبردهای اصلی است، لذا به بررسی دقیق این مفاهیم از دریچه‌ی پژوهش‌های پیشین پرداخته شده است:

3-1- برنامه‌ریزی راهبردی فضایی

برنامه‌ریزی ، فعالیتی سازمان یافته و تلاشی هوشیارانه به منظور گزینش بهترین راه حل‌های پیشنهادی موجود، برای دسترسی به هدف‌های کلی ویژه است [11]. برنامه‌ریزی در سطح کلان و خرد و همچنین از حیث موضوعی انواع مختلفی دارد، برنامه‌ریزی راهبردی نوعی برنامه‌ریزی برای کمک به مدیران اجرایی است که به خودی خود هدف نیست و یک فرایند [12] برای درک وضع موجود، اهداف و چشم اندازها و نحوه‌ی پیمودن و رسیدن به آنها. این فرایند راه‌های اصلی و اساسی برای رسیدن به اهداف را ترسیم و ابزارهای لازم را برای این ماموریت به طور شفاف عنوان می کند و راهبردی یکپارچه برای واقعیت‌های شهر ایجاد می کند [13].

برنامه‌ریزی استراتژیک فعالیتی آینده‌گرا در برنامه‌ریزی شهری برای ارزیابی سالانه‌ی اهداف، تخصیص بودجه‌بندی و تبدیل اولویت‌ها به فرصت‌ها است [14]. تعاریف مختلفی از برنامه‌ریزی راهبردی از دیدگاه پژوهشگران عنوان شده است که راه‌های متفاوتی برای تدوین برنامه‌ریزی راهبردی ارائه میکنند اما نقطه مشترک همه‌ی آنها در رویکرد سیستماتیک و گام‌به‌گام برای توسعه است.

برنامه‌ریزی راهبردی فضایی مطرح ترین رویکرد برنامه‌ریزی استراتژیک شهری است. از آنجا که فضا از سنتز عوامل کالبدی، اقتصادی و اجتماعی در مکان حاصل می شود [14] مفهومی گسترده و بسیار مبهم برای برنامه‌ریزی راهبردی فضایی ایجاد می کند. از این رو کالوراس معتقد است برنامه‌ریزی راهبردی را نمی توان به عنوان یک موضوع مستقل و مشخص تعریف کرد [15] و فریدمن ، اندیشمند تاثیرگذار، معتقد است برنامه‌ریزی راهبردی فراتر از بیان چشم انداز است و باید نتیجه به همراه داشته باشد [16] و برای دستیابی به نتیجه، نیازمند مقبولیت و مشارکت بخش عمومی است [17]. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت برنامه‌ریزی راهبردی فضایی، در گام اول شناخت بررسی وضع موجود و اهداف شهر، برای تدوین چشم انداز است و در گام دوم تدوین برنامه و راهبرد های یکپارچه و منسجم برای دستیابی به چشم انداز تعریف شده است، اما در این بین گام سوم، به عنوان گام عملیاتی که ماحصل تمامی اقدامات، اجرا، پیگیری و نظارت راهبردهای تعیین شده است.

3-2- مدیریت بهینه پسماندهای ساختمانی

پسماندهای ساختمانی که جز پسماندهای عادی طبقه بندی می شوند، حاصل فعالیت های انسانی، از قبیل ساختمان سازی، بازسازی، و تخریب در سازه‌هایی ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی، آسفالت کاری، ساخت پل یا حتی پاکسازی هنگام سوانح و بلایای طبیعی است [2]. 50 درصد از کل پسماندها و 30 الی 40 درصد از گازهای گلخانه ای از پسماندهای ساختمانی به وجود می آید [18]. از طرفی نیمی از منابع استخراج شده از طبیعت تبدیل به مصالح ساختمانی می شود، [19] که خود مشکلات زیست محیطی در سطح جهانی ایجاد می کند.

با این حال این مشکلات در ایران بیش از دیگر نقاط جهان مشهود است، زیرا عمر مفید ساختمان ها در ایران 30 سال است که این میزان، نصف عمر مفید تخمین شده در جهان است، و اگر این موضوع در کنار مدت زمان طولانی اجرا و بهره برداری پروژه ها، مصالح نامناسب [20]، اجرای ناکارآمد قرار گیرد می توان نتیجه گرفت عمر مفید ساختمان ها در ایران از 30 هم کمتر است و فعالیت های نوسازی و بازسازی حامل میزان زیادی از پسماندهای ساختمانی است.

از گذشته اهمیت مدیریت پسماند همیشه به دلیل ایمنی و سلامت انسان بوده است. اما جوامع امروزی نیازهای گسترده تری را مطرح می کند، پایداری زیست محیطی و چرخه بازگشت مواد به طبیعت با بازیافت و استفاده مجدد و صرفه اقتصادی از دلایل مهم به شمار می رود [21]. از طرفی مدیریت پسماند گرچه در 17 هدف اصلی توسعه پایدار به طور مستقیم عنوان نشده است، اما با 12 هدف آن ارتباط مستقیم دارد و یک جنبه‌ی اساسی در ساختمان های پایدار است و هدف اصلی در مدیریت پسماندهای ساختمانی تا حد امکان حذف پسماندهای ساختمانی، کاهش پسماند و استفاده مجدد از مواد است [22].

اما با وجود وضع قوانین، دستورالعمل ها، و افزایش پژوهش های انجام شده در حوزه پسماندهای ساختمانی ، هنوز دفن پسماندهای ساختمانی یک روش رایج است [23] که این نشان از ناتوانی در مدیریت این نوع پسماند است. به نظر می رسد برنامه‌ریزی استراتژیک و گام به گام همراه با در نظر گرفتن پارامترهای فضایی می تواند راهی روشن برای مدیریت بهینه‌ی پسماندهای ساختمانی باشد.

3-3- شناخت وضع موجود

ریشه های مدیریت پسماند را می‌توان در تفکرات توسعه پایدار که از دوره‌ی روشنگری اروپا آغاز شد، یافت. از دهه نخست سال 1960 تاثیرات منفی رشد و توسعه جوامع بر محیط زیست حس شد و ریچل لوئیز کارسون_ زیست‌شناسی دریایی و محیط زیست آمریکایی_ خواستار حفاظت از محیط زیست شد. از آن پس کنفرانس های مختلفی در جهان با موضوع تلاش برای حفظ محیط زیست برگزار شد، برای اولین بار مفهوم توسعه پایدار -sustainable development- در سال 1980 توسط سازمان جهانی حفاظت از منابع طبیعی (IUCN) مطرح شد. در این گزارش راهکارهایی برای حفاظت منابع طبیعی بود و توسعه پایدار برای توضیح توسعه ای هماهنگ با طبیعت مطرح شده بود. امروزه در کشورهای پیشرفته و صنعتی، با تشویق و ارائه گواهینامه های معتبر از طرح مدیریت

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1), 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی
مهندسی و مدیریت ساخت

پسماند حمایت می کنند، و در این بین پسماندهای ساختمانی به دلیل حجیم و اغلب سمی بودن و از طرفی فرصت های ویژه برای استفاده مجدد و بازیافت مورد حمایت و توجه مسئولان، طراحان و مدیران پروژه است.

در ایران به دلیل ضعف مدیریت، عدم آگاهی و هماهنگی در لایه های مختلف جامعه (مسئولان، متخصصان، بهره برداران)، عدم تخصص و تجهیزات مدرن، با وجود فرصت های فراوان و بالقوه، بازیافت پسماندهای ساختمانی مورد استقبال قرار نگرفته است. این در حالی است که میزان تولید پسماندهای ساختمانی در ایران 1.5 برابر تولید آن در مقیاس جهانی است [24].

3-4- تعریف چشم انداز

" ایران با دارا بودن فرصت های بالقوه برای بازیافت و استفاده‌ی مجدد از پسماندهای ساختمانی، دارای برنامه‌ی راهبردی فضایی جامع برای مدیریت بهینه پسماندهای ساختمانی است، لذا دارای کمترین نرخ تولید پسماندهای ساختمانی از پروژه های عمرانی است، و میزان دفع پسماندهای ساختمانی بدون پردازش و دفن آن ها در محل های دفن زباله نزدیک به صفر است. "

4- پیشینه‌ی پژوهش

سیستم مدیریت پسماند شهری به معنای امروزی آن، در دهه 1930 در کشورهای صنعتی پدید آمد و تا دهه 1970 به مثابه دورریز با آنها برخورد می شد که این رویکرد موجب بروز بسیاری از مشکلات زیست محیطی، بهداشتی و اقتصادی شده است. در دهه هشتاد میلادی با مطرح شدن "توسعه پایدار" صاحب نظران نگاهی متفاوت به منابع طبیعی داشتند و اقتصاد، محیط زیست و اجتماع سه رکن اصلی اهداف آنان قرار گرفت [21]. مدیریت پسماند یک جنبه‌ی اساسی در ساختمان های پایدار است [22]. مدیریت پایدار پسماندهای ساختمانی به دلیل دارا بودن مواد سمی که به طور بالقوه در آن ها وجود دارد، در اولویت مدیریت پسماند است. به خصوص در کشورهای پر جمعیت و کوچک به دلیل محدودیت های دفن زباله، اهمیت به سزایی دارد[25]. به همین علت بسیاری از گواهینامه های بین المللی مدیریت پسماند و استفاده صحیح از منابع طبیعی و انتخاب مصالح تجدید پذیر را به عنوان فاکتور های اصلی مطرح کرده اند. در این بین می توان از گواهینامه های BREEAM، LEED، HQE، CASBEE نام برد.

چرخه‌ی عمر ساختمان شامل ۶ مرحله است: استخراج مواد اولیه ، تولید، ساخت و ساز، تعمیرات و نگهداری ، تخریب، دفع یا بازیافت و استفاده مجدد. تمامی مراحل چرخه عمر ساختمان تاثیر مستقیم و غیر مسقیم بر محیط زیست دارند. و در یک تقسیم بندی کلی، چرخه‌ی عمر ساختمان شامل سه مرحله‌ی اصلی تخریب، طراحی، ساخت و اجرا است. بر مبنای تحقیقات "تخریب" دارای بیشترین میزان تولید پسماندهای ساختمانی است که بایستی در برنامه‌ریزی مورد توجه قرار گیرد.

1-4- ارائه‌ی راهبردهای فضایی مدیریت پسماندهای ساختمانی

راهبرد مدیریت پسماندهای ساختمانی در فرآیند تخریب

با توجه به اینکه میزان پسماندهای ساختمانی تولیدی در مرحله تخریب بیشتر از مراحل دیگر پروژه است (نمودار1) بایستی مورد توجه بیشتر پیمانکاران و مدیران پروژه های ساختمانی قرار گیرد [26]. از آنجا که پیشگیری و کاهش تولید پسماند های ساختمانی موثرترین استراتژی برای مدیریت پسماندهای ساختمانی است، انتخاب شیوه‌ی مدرن و مؤثر برای تخریب مهم ترین راهبرد برای کنترل آن است.

تخریب گام به گام یا "Deconstruction" می تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای افزایش نرخ استفاده‌ی مجدد ، یک تخریب سبز است [27]. این تخریب در 4 فاز انجام می شود، در گام اول عناصر و اجزای غیرسازه ای جدا می شود، گام دوم جداسازی اجزای سازه ای با تمرکز بر بتن، در گام سوم متریال های مختلف را جداسازی، دسته بندی می شوند و برای جمع آوری و نگهداری صحیح به منطقه‌ی مناسبی از سایت (on site) انتقال داده می شوند. اگر سایت فضای کافی برای تفکیک، جمع آوری و نگهداری پسماندهای ساختمانی نداشته باشد، پسماندهای تفکیک شده از مبداء به کارخانه های بازیافت هدایت می شوند (off site). (جدول 1)

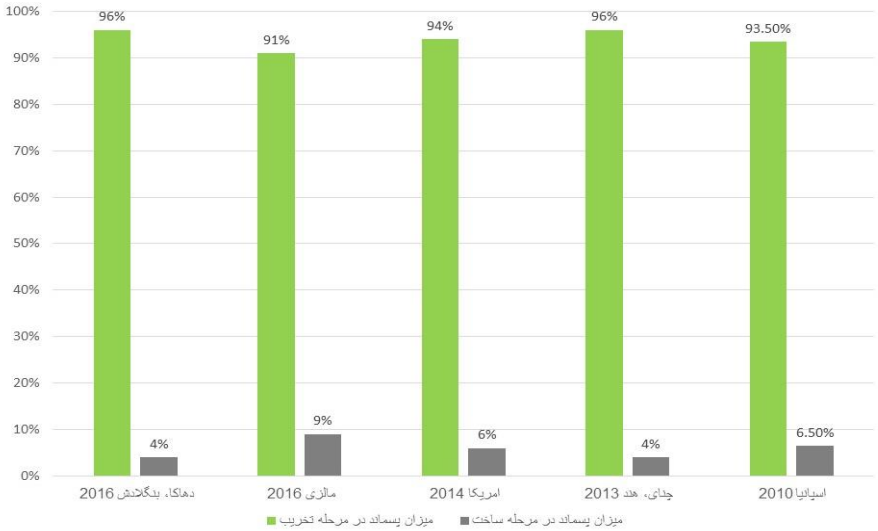
راهبرد مدیریت پسماند ساختمانی در مرحله‌ی طراحی

تحقیقات نشان می دهد حدود یک سوم پسماندهای تولید شده در یک پروژه‌ی ساختمانی ناشی از تصمیمات طراحی است [28]. تغییرات طراحی، پیچیدگی های طراحی و جزییات، شفاف و خوانا نبودن نقشه های معماری، عدم همکاری بخش های مختلف در ساخت، تغییرات ناگهانی مشتری یا کارفرمایان [29] از جمله عواملی است که موجب تولید پسماندهای ساختمانی در مرحله طراحی و یا نا شی از ت صمیمات ا شتباه در این مرحله می شود. در برنامه کار RIBA[1] به سه نقش اساسی معماران در کاهش تولید پسماندهای ساختمانی اشاره شده است: راهنمایی دادن به مشتریان، آغاز کاهش ضایعات در سطح پروژه، بهبود شیوه های کلی طراحی. بنابراین با توجه به پژوهش های انجام شده در این زمینه می توان راهبرد های زیر را برای معمارانی که دغدغه زیست محیطی دارند تدوین کرد تا میزان تولید پسماندهای ساختمانی را به حداقل رساند:

- طراحی انعطاف پذیر برای استفاده حداکثری از فضاها در آینده و کاهش تغییرات و بازسازی در آینده
- انتخاب فرم ساختمان با کمترین میزان برش، و تولید پسماند و ضایعات ساختمانی
- استفاده از ابعاد استاندارد در طراحی برای کاهش اقدامات برش
- استفاده از عناصر پیش ساخته با ابعاد استاندارد
- تخمین کمیت و کیفیت دقیق پسماندهای حاصل از تخریب برای به استفاده‌ی مجدد در طراحی
- نگرش واسازی ساختمان در آینده
- انتخاب مصالح با محتوای بازیافتی و قابل بازیافت در آینده [29]

راهبرد مدیریت پسماند ساختمانی در فرایند ساخت و اجرا

اگر به حداقل رساندن تولید و افزایش بازیافت پسماندهای ساختمانی، به عنوان یک هدف و کانسپت تعریف شود، بایستی اهداف طراحی برای دیگر اعضای پروژه به خصوص پیمانکاران و مدیران پروژه، شفاف سازی و دربارهی دستیابی به این هدف بحث و تبادل نظر شود. و در نهایت راهکارها در قالب برنامه ای از پیش تدوین شده در اختیار پیمانکاران قرار گیرد زیرا در نهایت عوامل اجرایی وظیفه اجرا، کنترل و پیگیری پروژه را به عهده دارند. گاهی اهداف تعریف شده برای یک پروژه نیازمند آموزش به کارگران و دیگر اعضای تیم پروژه دارد [6] که نباید تاثیر به سزای آن را در دستیابی به نتیجهی ایده آل و آرمانی فراموش کرد.



نمودار1 مقایسه میزان تولید پسماند های ساختمانی در فازهای تخریب و ساخت [26]

منبع	سال	منطقه نفوذ	متد و راهکار تخریب	هدف/ اهداف کلی
Guidelines for Pre Demolition Audit, Sequential Demolition and Site Waste Management Plan, Singapore government	۲۰۱۵	سنگاپور	تخریب گام به گام: • فاز اول : جداسازی عناصر و اجزای غیر سازه ای • فاز دوم : تخریب اجزای سازه ای با تمرکز بر فضاهایی که بتن بیشتری دارد. • فاز سوم : مدیریت پسماند سایت – on site - تفکیک متریال ها درگروه های مختلف دسته بندی و لیبل زدن پسماند های ذخیره ای • فاز چهارم: گزارش هفتگی و ثبت جزییات بعد از تمام مراحل تخریب	**** بتن ***آجر **فلز *چوب
Construction or demolition site waste recycling rules and regulations, chicago government	۲۰۰۷	شیکاگو	• پیش بینی نوع پسماند ها • انبار کردن پسماند های ساختمانی قابل بازیافت • بیرون سپاری بازیافت پسماند های ساختمانی – off site -	*** بتن، آسفالت و آجر ** چوب * آهن
Demolition debris recovery plan in sanfrancisco , sfenvironment	۲۰۰۶	سانفرانسیسکو	• جداسازی عناصر و اجزای غیر سازه ای • جداسازی عناصر مناسب برای استفاده مجدد طبق جداول و قوانین مصوب • اقدامات بازیافت از طریق یکی از روش های زیر: تفکیک عناصر و دپوی آنها بر اساس نوع مواد در داخل سایت ـ on site ـ پسماندهای مختلط و ارتباط با مراکز تخصصی بازیافت ـ off site ـ	**چوب * آهن

جدول 1 بررسی متد و راهکار سنگاپور، شیکاگو و سانفرانسیسکو در برنامه ریزی تخریب ساختمان [26]

با وجود اینکه بازیافت جزء آخرین دغدغه های عوامل اجرایی پروژه های ساختمانی است، و اغلب به دلیل افزایش زمان و هزینه های پروژه، نیاز به آموزش، کمبود فضای مناسب برای تفکیک و دپوی پسماندهای ساختمانی مورد استقبال پیمانکاران قرار نمی گیرد. این دلایل گرچه اغلب صحیح است اما با شناخت صحیح فرصت های پروژه و به کمک برنامهریزی راهبردی فضایی می توان آنها را رفع کرد و به هدف پروژه نزدیک شد:

- داشتن طرح پیشنهادی و پروپوزال به صورت راهبردی و سیستماتیک پیش از شروع پروژه، زیرا برنامهی بازیافت یک هدف از پیش تعیین شده است نه یک برنامهی افزودنی به پروژه[26].

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1), 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی

- در آغاز پروژه بایستی مسئول بازیافت انتخاب و به کار گمارده شود. وظیفه‌ی مسئول بازیافت، کنترل بر نحوه‌ی عملکرد کارگران طبق آموزش ها و توصیه های از پیش تعیین شده باشد، و ارائه گزارش هفتگی به پیمانکاران است.
- مصالح ساختمانی بایستی طبق راهنمای خرید که به پیشنهاد معماران و طراحان پروژه تدوین شده است، خریداری شود. این برنامه بایستی از لحاظ کمیت، کیفیت (قابل بازیافت پذیری) و زمان خریداری راهنمای جامع برای پیمانکاران و مدیران پروژه باشد [30].
- برای استفاده‌ی بهینه از فضای سایت، بایستی ظروف ذخیره سازی با پسماندهای تولیدی هماهنگ باشد. یک تا سه ظرف کوچک برای جمع آوری پسماندهای تولیدی با توجه به مرحله‌ی کار در اختیار کارگران گذاشته شود و در صورت پر شدن به کانتینر های بزرگ تر انتقال داده شود.
- برنامه‌ی زمانی و برآورد هزینه بایستی قبل از شروع پروژه انجام شود تا بهترین شیوه‌ی برنامه‌ریزی برای پسماندها (بازیافت درون سایت۲، بازیافت خارج از سایت۳) انتخاب شود.

5- بحث و نتیجه گیری

هدف این پژوهش، بررسی جایگاه و تاثیرات برنامه‌ریزی راهبردی فضایی در مدیریت پسماندهای ساختمانی است، از آنجا که برنامه-ریزی راهبردی فضایی مطرح ترین رویکرد برنامه‌ریزی استراتژیک شهری است [14] می تواند باعث ارتقاء مدیریت پسماندهای ساختمانی به عنوان یکی از مهم ترین معضلات شهرهای امروز، باشد. با توجه به این که چرخه عمر ساختمان شامل : تخریب، طراحی و ساخت و اجرا است. بنابراین این موضوع از منظر پژوهش های پیشین در این سه مرحله بررسی شد و با در نظر داشتن چشم انداز مدیریت پسماند ساختمانی، راهبردهای رسیدن به آن در 15 مؤلفه عنوان شد :

فاز تخریب:

1- به کارگیری تکنولوژی و استفاده از شیوه های نوین تخریب مانند تخریب گام به گام و سبز.
2- تفکیک و جمع آوری پسماندهای ساختمانی قابل بازیافت و استفاده مجدد در مرحله‌ی تخریب.
3- دپو و نگهداری صحیح از پسماندهای ساختمانی تفکیک شده در مرحله‌ی تخریب در داخل سایت. (*onsite recycling*)

فاز طراحی:

4- استفاده از تکنولوژی برای درک بهتر جزییات و نواقص طراحی و جلب رضایت کارفرما و کاهش تغییرات طراحی.
5- کاهش پیچیدگی های فرمی در طراحی برای کاهش تولید پسماندهای ساختمانی.
6- سامان دهی فضاها به صورت تطبیق پذیر و انعطاف پذیر برای پاسخگویی به نیازهای مختلف در زمان های مختلف.
7- استفاده از ابعاد استاندارد و مصالح پیش ساخته در طراحی فضا برای کاهش اقدامات برش و تولید پسماندهای ساختمانی.
8- توجه به روند ساخت و محتویات مصالح و بازیافت پذیر بودن آنها برای انتخاب مصالح.
9- کاهش استفاده از مواد سمی و مضر برای محیط زیست، مانند چسب ها، رزین ها، و استفاده حداکثری از اتصالات قابل تفکیک و بازیافت پس از عمر مفید ساختمان.
10- بازرسی و مطالعه وضع موجود برای استفاده از فرصت های موجود در طراحی و افزایش میزان استفاده مجدد از مصالح.
11- بررسی سایت و در نظر گرفتن فرصت های بازیافت درون سایت با توجه به فضای سایت. در صورت محدود بودن فضا می توان شیوه‌ی بیرون از سایت را برای بازیافت پسماندهای ساختمانی انتخاب کرد.

فاز اجرا:

12- آموزش و هماهنگی بین تمامی عوامل پروژه، برای درک و شناخت بیشتر هدف طراحی.
13- برآورد هزینه و زمان بازیافت در مراحل مختلف اجرای پروژه و تهیه برنامه‌ی راهبردی و استراتژیک برای مدیریت بهتر.
14- تعبیه تجهیزات، ابزارها و کانتینرها با ابعاد مختلف برای تسهیل روند جداسازی، خرد کردن، و نگهداری پسماندهای ساختمانی.
15- تعبیه برنامه‌ی خرید مصالح ساختمانی با نظر طراحان پیش از شروع پروژه و توجه به زمان بندی و کیفیت و کمیت تعیین شده.

از آنجا که برنامه‌ریزی راهبردی فضایی مدیریت پسماندهای ساختمانی، بایستی یک برنامه‌ی منسجم و از پیش تعریف شده باشد، بایستی قبل از شروع پروژه با توجه به ماهیت، فرصت و تهدید های هر پروژه، با همکاری و نظر همه‌ی عوامل اصلی پروژه، طراحان، پیمانکاران، مدیران پروژه و کارفرمایان تدوین شود.

6- مراجع

[1] Arslan, H., Coşgun, N., & Salgin, B. (2012). *Construction and demolition waste management in Turkey*. Waste Management-An Integrated Vision, Edited by Luis Fernando Marmolejo Rebellon, 313-332.

[2] پاست، یغمایيان ، نبی زاده نودهی، دهقانی، مومنی، نادری، ویدا، کامیار ، رامین، محمدهادی، منصور و مازیار.(1396)، انتخاب بهترین روش مدیریتي دفع نخاله هاي ساختماني شهر تهران با دیدگاه توسعه پایدار براساس تکنیک تحلیل سلسله مراتبی. مجله سلامت و محیط زیست ، دوره دهم، شماره دوم، صفحه 259- 270

[3] دهقانی، رعنا و گرگین کرجی، آرش،1395،عوامل موثر بر طول عمر ساختمان در ایران: چالشها و راهکارها،اولین کنفرانس ملی آینده مهندسی و تکنولوژی،تهران.

[4] Wang, jiayuan, WY Tam, Vivian, 2008. *An investigation of construction wastes: an empirical study in Shenzhen*, Journal of engineering design and technology, 6 (3)

[5] *Chinda, T. (2016). Investigation of factors affecting a construction waste recycling decision. Civil Engineering and Environmental Systems, 33(3), 214-226.*

[6] وینکر، گرگ. (2010)، بازیافت ضایعات و نخاله های ساختمانی بر اساس استاندارد *LEED*، ترجمه مهدی روانشادنیا و میلاد فولادی (1394) . تهران: سیمای دانش

[7] رخشانی نسب، حمیدرضا، صفری، خدیجه، 1395. برنامه‌ریزی راهبردی مدیریت پسماند شهر زاهدان به روش *SWOT*، علوم و تکنولوژی محیط زیست، 18 (3)

[8] قنبری، امیرمحمد و خاصی، مهدی،1396،بازیافت نخاله های ساختمانی در ایران و جهان، روش ها و چشم اندازها، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر، تهران

[9] شریف زادگان، محمدرضا و شمس کوشکی، هانیه،1393. برنامه ریزی فضایی راهبردی برای حکمروایی یکپارچه منطقه ای در منطقهٔ کلان شهری تهران، نشریهٔ مدیریت شهری، دورهٔ *19* ، شمارهٔ *92* ، انتشارات سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور.

[10] میرغلامی، مرتضی، پورجعفر، محمدرضا، میثاق، سید محمود، 1398. ارزیابی تطبیقی نظام برنامه ریزی و برنامه ریزی فضایی ایران با مصر، عربستان، ترکیه و مالزی، فصلنامهٔ برنامه ریزی و آمایش فضا، دورهٔ 49 ، شمارهٔ 9، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ص 1-41

[11] سیف الدینی، فرانک، 1388، مبانی برنامه ریزی شهری، تهران، انتشارات آیژ، چاپ چهارم.
[12] برایسون، ج، ام. 1381. برنامه‌ریزی استراتژیک برای سازمان های دولتی و غیر انتفاعی. ترجمه عباس منوریان، تهران : مرکز آموزش مدیریت دولتی
[13] *Steinberg, F. (2005). Strategic urban planning in Latin America: Experiences of building and managing the future. Habitat International, 29(1), 69-93.*
[14] قائد رحمتی، صفر، خادم الحسینی، احمد، ناری، سجاد (1400)، برنامه ریزی فضایی راهبردی شهر و برنامه عملیاتی شهرداری اردکان فارس، برنامه ریزی و آمایش فضا، 25 (2)
[15] Calvaresi, *C. (1997): Provenienze e possibilità Della pianifi cazione strategica.* Archivio di Studi Urbani e Regionali No 59.
[16] *Friedmann, J. (2004). Strategic spatial planning and the longer range.* Planning Theory & Practice, 5(1), 49-67
[17] مهدی زاده، جواد، امیری، مهین دخت، مطلق، محمدتقی، صراف زاده، هایده، جهانشاهی، محمدحسین، پیرزاده نهوجی، محمدحسین. 1392. برنامه‌ریزی راهبردی توسعه شهری (تجربیات اخیر جهانی و جایگاه آن در ایران)، آرمان شهر، تهران
[18] *Schachermayer E, Lahner T, Brunner PH. Assessment of two different separation techniques for building wastes. Waste Manage Res 2000;18:16–24*
[19] *Huang, Zhao, Fishman, Chen, Heeren, G. Hertwich, Beijia, Feng, Tomer, Wei-Qiang, Niko, Edgar.(2018), Building Material Use and Associated Environmental Impacts in China 2000–2015, Environmental Science and Technology,volume 52, issue 23*
[20] شاکری، اقبال و قربانی، علی،1384،مدیریت پروژه وشناخت علل عمده ادعاهای پیمانکاران پروژه های عمرانی،دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه،تهران
[21] نورپور، علی رضا، افراسیابی، هادی، داودی، سید مجید. 1392. بررسی مدیریت پسماند در ایران و جهان، معاونت مطالعات و برنامه ریزي امور زیرساخت و طرح جامع (مطالعات و برنامه ریزي مدیریت خدمات شهري و محیط زیست). تهران
[22] *Napier, T. (2012). Construction waste management. National Institute of Building Science, Available [online]. at: http://www. wbdg. org/resources/cwmgmt. php Accessed, 25(05), 2013.*
[23] *Ghaffar, S. H., Burman, M., & Braimah, N. (2020). Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. Journal of cleaner production, 244, 118710.*
[24] *Ganguly, P. (2012). Construction and Demolition Waste Handling in the EU. Littera Scripta, Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 205-217.*
[25] *Fatta D, Papadopoulos A, Avramikos E, Sgourou E, Moustakas K, Kourmoussis F, Mentzis A, Loizidou M. Generation and management of construction and demolition waste in Greece—an existing challenge. Resour Conserv Recy 2003;40:81–91.*
[26] جوادی فرد، سمانه. 1400. طراحی مجتمع مسکونی فجر تهران با رویکرد مدیریت پسماند خانگی و ضایعات ساختمانی، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه معماری و شهرسازی، دانشکده معماری، دانشگاه بین المللی امام خمینی.
[27] *Zahir, S. (2015). Approaches and associated costs of building demolition and deconstruction (Doctoral dissertation, Michigan State University).*
[28] *Osmani, M., Glass, J., & Price, A. D. (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. Waste management, 28(7), 1147-1158.*
[29] *Fatemi, M. N. (2012). Strategies to reduce construction and demolition (C&D) waste for sustainable building design in Dhaka: Role of architects. In Proceedings of International Seminar on Architecture: Education, Practice and Research.*
[30] *hinkley center for solid and hazardous waste management. (2012) . Construction and Demolition Waste Management A Contractor's Guide for Organizing Waste Diversion*

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1), 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی

[1] برنامه کار RIBA (موسسه سلطنتی معماران بریتانیا) چارچوب و معیار طراحی و مدیریت پروژه برای اجرای ساخت و ساز در انگلیس، از مرحله‌ی ارزیابی نیاز مشتری تا نگهداری .
[2] On site recycling
[3] Off site recycling

COPYRIGHTS
©2022 by the authors. Published by **Journal of Engineering & Construction Management (JECM)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)