

## بررسی عوامل مؤثر بر کاهش تولید ضایعات ساختمانی در پروژه‌های انبوه‌سازی با استفاده از منطق فازی

محسن مهیاپور<sup>۱\*</sup>، علی قربانی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی عمران، مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه پیام نور کرج  
۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی عوامل کاهش ضایعات ساختمانی در پروژه‌های انبوه‌سازی بر اساس منطق فازی در شهرستان سیرجان انجام شد. جامعه آماری این پژوهش شامل پیمانکاران و مهندسان و کلیه عوامل مرتبط با ساخت و ساز می‌باشد. نمونه این پژوهش شامل ۸۶ نفر می‌باشند که به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. ابزار به‌کاررفته در این پژوهش پرسشنامه محقق ساخته و پرسشنامه خبره ۹ عاملی *ahp* فازی است. پنج فرضیه مطرح شده که عبارت‌اند از روزآمدی صنعت ساخت و ساز، طراحی مناسب و انطباق دائم با نیازهای در حال تغییر، ذخیره‌سازی مناسب و روش حمل و نقل و استفاده از مواد قابل بازیافت که این فرضیه‌ها اثبات گردیدند. همچنین پرسشنامه خبره جهت اولویت‌بندی این فرضیه‌ها نسبت به هم مورد بررسی قرار گرفته و زیر معیارهای هر فرضیه و اوزان آن‌ها مشخص گردیده است. نتایج نشان داد که ذخیره‌سازی و روش حمل و نقل رتبه اول و دوم و طراحی مناسب و به‌روزرسانی صنعت ساخت و ساز و استفاده از مواد قابل بازیافت به ترتیب از بیشترین تا کمترین اولویت برخوردارند و در زیر معیارها به ترتیب نوع سفارش و متناسب بودن با شرایط آب و هوایی عدم هماهنگی در طرح و اجرا و استفاده از روش‌های صنعتی و استفاده مجدد از مصالح قابل بازیافت از اهمیت بیشتری در بین مؤلفه‌های دیگر در گروه خود برخوردارند. پس از مشخص شدن اولویت‌ها مدیریت می‌تواند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی بهتری جهت کاهش ضایعات ساختمانی انجام دهد و همچنین از اطلاعات افراد خبره که به سیستم آشنایی کامل دارند به‌عنوان سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری استفاده شود.

کلمات کلیدی: ضایعات ساختمانی، منطق فازی، انبوه‌سازی

\*نویسنده مسئول: محسن مهیاپور

پست الکترونیکی: mohsenmhyapour@gmail.com

## ۱- مقدمه:

مسئله تولید ضایعات ساختمانی در پروژه‌های انبوه‌سازی و هزینه‌های بالایی که سازندگان باید متحمل شوند و همچنین ای آلودگی‌های زیست‌محیطی که به وجود می‌آورند ما را به توجه بیشتر به این امر سوق می‌دهد که باید به این امر نگاه ویژه کرد و به بررسی دقیق و علمی این امر پرداخت و جنبه‌های مختلف این امر را جهت کاهش ضایعات و بهره‌وری بیشتر مورد بررسی قرار داد. رشد سریع جمعیت در چند سال اخیر بسترهای لازم برای توسعه شهرنشینی و تمرکز جمعیت در بخش‌های خاصی از کشور را فراهم نمود. این تمرکز جمعیت در نواحی شهری در حالی صورت می‌گیرد که بسیاری از شهرها فاقد زیربنای لازم برای پاسخگویی به نیازهای جمعیت است. این پدیده تبعات مخرب زیادی بر محیط‌زیست شهرها به‌ویژه کلان‌شهرهایی نظیر تهران و مشهد بر جای گذارده است. این آثار در ابعاد گوناگونی چون کیفیت آب‌وهوا، محل سکونت، آلودگی صوتی، مصرف انرژی، ترافیک و ناهنجاری‌های اجتماعی بروز نموده و بحران‌های زیست‌محیطی مختلفی را به همراه داشته است. اغلب شهرهای ایران به دلیل عدم برخورداری از یک آینده‌نگری و فقدان سیستم مستقیم و مستمر کنترل و هدایت رشد آن‌ها، در دهه‌های گذشته با رشدی شتابان مواجه بوده‌اند. مدیریت‌ها و طرح‌ریزی‌های شهری نیز بیشتر به چهره ظاهری شهرها تأکید داشته و قوانین مصوبه نیز عمدتاً حدود فعالیت‌ها را تنها در بعد فیزیکی مشخص کرده است. از این‌رو، در بسیاری از شهرها مسئله (کاهش ضایعات ساختمانی) مورد توجه قرار نگرفته است. با توسعه سریع شهرها و افزایش جمعیت، حجم ضایعات ساختمانی تخلیه‌شده در منابع پذیرنده افزایش چشم‌گیری یافت، به‌طوری‌که بسیاری از منابع پذیرنده قادر به پالایش آن‌ها نبوده و ابعاد این آلودگی‌ها از محدوده شهرها فراتر رفته و مناطق دوردست را نیز مورد تهدید قرار داده‌اند [۱]

با توجه به حجم روزافزون مواد و زباله‌های شهری و از آن جمله نخاله‌های حاصل از تخریب ساختمان‌ها و بافت‌های فرسوده شهر به‌ویژه در شهرهای بزرگ و مشکلات فراوان حاصل از دفع غیراصولی و غیر فنی این مصالح، بازیافت این مواد مورد توجه فراوان است؛ و همچنین افزایش قیمت مصالح ساختمانی در سال‌های اخیر و درک لزوم افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت‌وساز در کشور موجب شده است تا کارفرمایان و پیمانکاران در جستجوی روشی برای کاهش هزینه‌های عمرانی خود بوده و سازمان‌های ذیربط به دنبال کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی این ضایعات ساختمانی باشند. برنامه‌های مدیریت و بازیافت ضایعات و نخاله‌های ساختمانی در صورت مطالعه و اجرایی شدن می‌تواند به افزایش بهره‌وری مصالح در صنعت ساختمان و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی منجر شود. توجه به بازیافت نخاله‌ها به دلایل زیر لازم و ضروری است. [۲]

در راستای اهداف این مطالعه باید به بررسی عوامل مؤثر بر کاهش ضایعات ساختمانی در پروژه‌های انبوه‌سازی بر اساس منطق فازی بپردازیم.

## ۲- پیشینه تحقیق:

در مورد این موضوع این پژوهش پایان‌نامه، کتب و مقالات زیادی به نگارش درآمده‌است که به موارد ذیل می‌توان اشاره نمود:

### ۱،۱ الف - پیشینه داخلی:

در تحقیقی علی نجفیان رضوی (۱۳۹۰) با عنوان مدیریت و راهکارهای کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ضایعات ساختمانی و بازیافت آن‌ها در شهر مشهد انجام شده است. توضیح می‌دهد در برنامه‌های مدیریت و بازیافت ضایعات و نخاله‌های ساختمانی باید به بررسی روش‌هایی که کمترین مشکلات زیست‌محیطی را به دنبال داشته باشد، بپردازیم که نکته مهم در این رابطه، ارزیابی ترکیب مصالح و مواد تشکیل‌دهنده آن‌ها می‌باشد. در ادامه آزمایش‌های شیمیایی بر روی نخاله‌های ساختمانی از نظر مواد سمی و خطرناکی که آلوده‌کننده محیط‌زیست هستند، انجام گرفته است. مقادیر به‌دست‌آمده از آزمایشات مختلف با استانداردهای موجود مقایسه و سرانجام ضرورت تحقق هرچه سریع‌تر مدیریت صحیح و کارآمد در جهت دفع و دفن



نخاله‌ها در مکان‌های مناسب و اجرای امر بازیافت ضایعات و نخاله‌های ساختمانی در جهت کاهش اثرات مخرب آن‌ها بر محیط‌زیست و زندگی انسان بیان گردیده است.

در پژوهش دیگری امید ابراهیمی تجدید (۱۳۹۶) با عنوان ارائه راهکار برای احداث سازه‌های ساختمانی با نگرش کاهش و مدیریت ضایعات. با انجام مطالعات میدانی، اقدامات بااهمیت‌تر و دارای اولویت‌های بالاتر در صنعت ساخت را که می‌تواند در مدیریت و کاهش ضایعات حاصل از فعالیت‌های ساختمان‌سازی تأثیر بیشتری داشته باشد شناسایی و سپس با مصاحبه با متخصصین و کارشناسان درگیر در صنعت ساخت، سایر عوامل تأثیرگذار که برای مدیریت و کاهش ضایعات شناسایی شده‌اند بر اساس یک پرسشنامه و تحلیل آن، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی کنیم. در این تحقیق، درنهایت چهارچوب و راهکارهایی برای احداث سازه‌های ساختمانی با دیدگاه کاهش ضایعات و مدیریت آن‌ها ارائه می‌گردد. در این پژوهش درنهایت ۱۱ عامل که امتیازی بالای ۳٫۷۵ را به خود اختصاص داده‌اند به‌عنوان مهم‌ترین عوامل برگزیده شده‌اند و در راهکار نهایی برای احداث ساختمان با نگرش کاهش و مدیریت ضایعات مورد استفاده قرار گرفتند. با اعمال شیوه‌های مدیریت و کاهش ضایعات تا حد زیادی در مصرف مصالح صرفه‌جویی و باعث کاهش تولید نخاله‌های ساختمانی و حفظ منابع طبیعی می‌گردد.

در پژوهش دیگری محمد علی صالحیان (۱۳۹۵) با موضوع مدیریت ضایعات مصالح ساختمانی در چرخه عمر پروژه و ارائه راهکار جهت کاهش آن (مبتنی بر ساخت ناب) انجام داده است که بیان می‌دارد افزایش جمعیت در سال‌های اخیر و نیاز به ساخت‌وسازهای بیشتر، استفاده از مواد و مصالح ساختمانی را افزایش داده است. از طرف دیگر با میزان افزایش ساخت‌وساز، فضای این صنعت به سمت رقابتی‌تر شدن میل می‌کند. با توجه به اینکه منابع مصالح ساختمانی در طبیعت محدود می‌باشند و مدیر پروژه نقش اساسی بر مدیریت منابع و کاهش هدررفته‌ای حین ساخت دارد، نیاز است که در چرخه‌ی عمر پروژه به مقوله‌ی مدیریت مصالح و نخاله‌های ساختمانی توجه دوچندانی شود. هدف از این مطالعه شناسایی و رتبه‌بندی عوامل تولید نخاله ساختمانی در بخش‌های طراحی، حمل‌ونقل، خرید و تدارکات، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری می‌باشد. همچنین در بخش ارائه‌ی راهکار، الگوی مدیریت ناب پروژه به‌منظور کاهش اتلاف مصالح ارائه می‌گردد.

در پژوهش دیگری مینا قدمی (۱۳۹۴) با موضوع طراحی و پیاده‌سازی سیستم خبره فازی پیشنهاد ابزار و فناوری‌های مدیریت دانش به این موضوع اشاره دارد که از آنجایی که دسترسی به افراد خبره با محدودیت‌های زمانی و مکانی همراه است، سیستم‌های خبره باهدف در دسترس قرار دادن مهارت‌های خبرگان به‌منظور از میان برداشتن این محدودیت‌ها به وجود آمدند. ورودی‌های سیستم شامل ساختار سازمانی، استراتژی سازمان، استراتژی مدیریت منابع انسانی، سطح بلوغ فناوری اطلاعات، اندازه سازمان و عدم اطمینان محیطی است و خروجی این سیستم ابزارهای مناسب مدیریت دانش است که بر اساس نوع فرایند انتخاب‌شده به کاربر پیشنهاد می‌گردد.

## ب- پیشینه خارجی:

۱- لی و آردیتی<sup>۱</sup> در سال (۲۰۱۱) به مدلی پرداختند که به‌منظور سنجش کیفیت یک شرکت طرح و ساخت از QFD بهره می‌برد. پس از مشخص کردن مؤلفه‌های کیفیت ساختمان ارتباط بین هرکدام از مؤلفه‌ها با سه عامل عملکردی، وظیفه‌ای و فنی با استفاده از خانه کیفیت مشخص گردید و درنهایت نتایج نشان داد به‌روزرسانی صنعتی بر کیفیت ساختمان‌ها تأثیر دارد.

۲- محققین زیادی (۲۰۱۳-۲۰۰۷) نیز با انجام تحقیقات تجربی متعدد، نتیجه گرفتند که بهترین روش برای استفاده از نخاله‌ها و ضایعات ساختمانی، بازیافت آن‌ها جهت استفاده در بتن است.

<sup>۱</sup> Lee, D. E. & Arditi, D



۳-سahed و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) در تحقیقات خود در مورد مدیریت زباله‌های ساختمانی در کشور انگلستان بیان کردند اساسی‌ترین پارامتر مؤثر در مدیریت زباله‌های ساختمانی، فرهنگ‌سازی در جامعه است.

۴-فورموسو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) گزارش نمودند که قسمت عمده‌ای از ضایعات مصالح به خاطر جریان فعالیت‌ها مانند دریافت مصالح، انبارداری و حمل و جابه‌جایی در کارگاه است که به‌وسیله مدیریت نادیده گرفته شده است.

۵-طبق مطالعات وانگ و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۰)، برخی عوامل عمده در پیاده‌سازی و مرتب‌سازی ضایعات در ساخت‌وساز نظیر تلاش‌های مدیریتی، هزینه‌ها، میزان کار، مداخله در فعالیت‌های موجود در کارگاه، آگاهی ذینفعان از مراحل پروژه، بازاریابی برای تجارت مصالح بازیافتی و شناسایی مواد زائد مؤثر می‌باشند.

با توجه به مشکلات عدیده‌ای که ناشی از عدم توجه به دورریزها و ضایعات مصالح ساختمانی پیش می‌آید و بر اساس تحقیقات انجام‌شده در این خصوص تاکنون، هدف این تحقیق این است تا طرحی مناسب در خصوص نحوه انجام مدیریت کارا و مؤثر بر کاهش مقدار ضایعات مصالح ساختمانی در کشور را ارائه نماید.

### ۳- مفاهیم کاربردی تحقیق

برای بررسی جامع‌تر تحقیق ضروری است به تفسیر واژگان کلیدی بپردازیم، لذا در ذیل به بررسی مفاهیم کاربردی در تحقیق می‌پردازیم:

### ۴- مفهوم ضایعات ساختمانی:

ضایعات ساختمانی یا نخاله‌های ساختمانی، عبارت است از موادی که به شکل ناخواسته و تصادفی در عملیات ساخت‌وساز تولید می‌شود. این ضایعات شامل مصالح ساختمانی از قبیل عایق، میخ، سیم برق، میلگرد و همچنین ضایعات حاصل از فرایند آماده‌سازی مقدماتی محل پروژه همچون مصالح لایروبی، کنده درختان و قلوه سنگ‌ها می‌شود. نخاله‌های ساختمانی، ممکن است دارای سرب، آزبست یا سایر مواد خطرناک باشد [۲]... صنعت ساختمان‌سازی اگرچه در توسعه و پیشرفت یک جامعه سهم بسزایی دارد اما از طرف دیگر به‌عنوان یک عامل مخرب محیط‌زیست نیز تلقی می‌شود. کمبود مکان‌های کافی جهت دفن ضایعات، ۳۰-۴۰٪ مصرف انرژی، ۱۵٪ مصرف آب، ۴۰-۵۰٪ تولید و انتشار گازها و گردوغبار در طی مراحل ساخت، بهره‌برداری و تخریب از جمله این خسارات زیست‌محیطی می‌باشد [۳] ضایعات مربوط به ساختمان‌سازی ۳۵٪ مواد زائد جامد شهری در کشورهای توسعه‌یافته را به خود اختصاص داده است در حالی که در کشورهای در حال توسعه این مقدار حداقل ۵۰٪ کل ضایعات می‌باشد. [۴] برآورد شده است که ضایعات ساختمانی در کشور آمریکا ۲۹٪ از حجم کل اماکن دفن بهداشتی را تشکیل می‌دهد. مطالعات در کشور تانزانیا، زامبیا، زیمبابوه نیز نشان می‌دهد که ۲۵-۲۰٪ مصالح در محل ساخت تبدیل به ضایعات می‌شود. در کشور یونان در سال ۲۰۰۳ نیز برآورد شده است که هر ۱۰۰۰ مترمربع فعالیت ساختمانی، ۵۰ مترمکعب ضایعات تولید می‌کند. مطالعه‌ای در همین راستا در غنا نیز نشان داده است که ۲۷٪ - ۵٪ مصالحی که جهت فعالیت‌های ساختمانی خریداری می‌شوند، در محل ساخت تبدیل به ضایعات می‌شود. گزارش شده است که از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۴ تولید سالانه ضایعات ساخت و تخریب در هنگ‌کنگ بیش از دو برابر شده است و به حدود ۲۰ میلیون در سال ۲۰۰۴ رسیده است و حدود ۲۳٪ ضایعات ساختمانی در این کشور مربوط به بخش ساختمانی است [۵] اطلاعات موجود در این زمینه برای بعضی از کشورهای اروپایی نشان می‌دهد که مقدار ضایعات ساخت و تخریب از کشوری تا کشور دیگر متفاوت می‌باشد براین اساس میزان سرانه حاصل از ضایعات ساختمانی در کشورهای استرالیا، دانمارک، آلمان و هلند به ترتیب حدود ۳۰۰، ۵۰۰ و ۹۰۰  $kg/cap.yr$  می‌باشد [۶]

<sup>۲</sup> Saheed et al.

<sup>۳</sup> Formoso et al.

<sup>۴</sup> Wang et al.

## ۵- مفهوم بازیافت در مصالح ساختمان

امروزه حجم زیادی از سرمایه‌های ملی صرف توسعه شهرنشینی و ساختمان‌سازی می‌شود. باغ‌ها، جای خود را به برج‌ها می‌دهند و مکان‌های تفریحی از دل طبیعت سر برون می‌آورند. بناهای کوچک، متروک و یا از کار افتاده، تخریب می‌گردند و ساختمان‌های مدرن جای آن‌ها را پر می‌کنند. مواد استفاده شده دور ریخته می‌شوند و مصالح نوین جایگزین آن‌ها می‌گردند و به مرور عوارض طبیعی جای خود را به عوارض مصنوعی می‌دهند و رفته رفته از محیط غیرطبیعی ما رخت برمی‌بندند. چندین دهه است که بحث جلوگیری از هجوم وحشیانه تکنولوژی به منابع طبیعی مورد توجه محافل علمی دنیاست و فن بازیافت و باز فرآوری موادی که دور ریخته می‌شوند رو به توسعه نهاده است. در مجموع نخاله‌های ناشی از عملیات ساخت و تخریب ساختمان ۲۳ تا ۳۳ درصد کل زباله‌های خشک شهرها را تشکیل می‌دهد. [۷] با توجه به مطالب بالا طرح بازیافت در مدیریت ضایعات باید بر اساس تجزیه و تحلیل هزینه و فایده صورت گیرد. در این تجزیه و تحلیل موارد زیر می‌بایستی در نظر گرفته شود:

## تعیین کاربرد ماده بازیافتی و بازار نیاز آن

پایه‌گذاری فرم و استاندارد مواد بازیافتی که بتواند جانشین همان ماده از نوع اصلی شود.

تعیین فرآیندهای مورد نیاز جهت رسیدن به فرم بازیافتی ماده مورد نظر

هزینه معمول بکار رفته جهت تدارک و تهیه ماده استخراجی در حالت طبیعی و تولید مصالح

هزینه‌های خرد سازی ضایعات ساختمانی و حمل آن به جایگاه موقت

هزینه پروسه‌های بازیافتی این مواد جهت تولید محصولاتی که قابل قبول بازار باشد.

هزینه انتقال و دفع ضایعات باقیمانده غیر قابل بازیافت از محل جداسازی به محل دفع نهایی

## ۱،۳ ۶- روزآمدی صنعت ساخت

صنعت ساختمان و پروژه‌های عمرانی به گواهی آمار و ارقام، از لحاظ سرمایه و حجم نیروی انسانی درگیر، بزرگ‌ترین صنعت در کشور است. نیاز به کاهش زمان تحویل پروژه‌های عمرانی و کاهش زمان برگشت سرمایه سرمایه‌گذاران و عواملی از این قبیل باعث شده‌اند تا ضرورت ایجاد تحول در شیوه‌های سنتی صنعت ساختمان روز به روز بیشتر شود. روش «صنعتی سازی سیستم‌های ساختمانی» یکی از روش‌های نوپا در عرصه ساخت و سازهای عمرانی در کشور است [۸] اگر فناوری ساختمان را به معنی وارد شدن صنعت در ساختمان‌سازی بگیریم، از حدود سال ۱۳۴۷ تکنولوژی ساختمان وارد ایران شد و اوج آن زمانی بود که ساختمان‌سازی به صورت شهرک‌سازی در بعضی از شهرهای بزرگ مثل اصفهان (مجتمع ذوب آهن)، اهواز، تبریز، تهران و برخی دیگر از شهرها شروع شد. این صنعت بیشتر از کشورهای اروپایی مانند آلمان، هلند، انگلیس و فنلاند به ایران وارد شد. با این حال هیچ صنعتی بدون ضعف نیست، اغلب مشکلات در حوزه بهره‌وری، کیفیت کار و مهم‌تر از همه در تحویل پروژه رخ می‌دهد. می‌بینیم که صنعت ساخت و ساز در کشور ما هنوز هم در بسیاری از موارد ضعیف عمل می‌کند، استفاده زیاد از کارگران غیرماهر، تجهیزات فنی کم و روش‌های ساخت و ساز باعث بهره‌وری پایین در محل ساخت و ساز می‌شود. [۹] لذا ضروری است تا با الگوبرداری از تکنولوژی‌های ساخت کشورهای اروپایی این صنعت را به روزرسانی کنیم تا در جهت نیل به هدف کاهش مصالح و ضایعات ساختمانی نائل آییم. یکی از موارد مهمی که در این صنعت می‌تواند تأثیرگذار باشد فناوری نانو در حوزه ساخت و ساز، عمدتاً در مراحل اولیه زنجیره‌ی ارزش به‌ویژه در حوزه‌ی شیمی ساخت قابل توجه است؛ مانند:

۱- مواد بتنی خود متراکم که به واسطه‌ی افزودنی‌های بهینه بر پایه عامل‌های پلیمر در مقیاس نانو ایجاد می‌شوند.

۲- بتن با کارایی بالا (بتن فوق قوی) به واسطه‌ی بهینه‌سازی ساختار دانه

۳- سیستم عایق‌بندی کارآمد از جنس نانو مواد متخلخل با رسانایی گرمایی حداقل و با انعکاس یکنواخت

۴- رنگ نمای مقاوم در برابر کثیفی و آلودگی دارای ساختار نانو

کاربردهای دیگر فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز:

مصالح ساختمانی سیمانی نمای بیرونی و بام ساختمان پنجره‌ها و جداره‌ها انرژی و فن‌های نورپردازی حفاظت در برابر آتش دکوراسیون داخلی زیرساخت. [۱۰] موارد فوق نمونه‌ای از به‌روزآوری صنعت ساخت و ساز با استفاده از فن‌آوری‌های نوین است که می‌توان میزان تولید ضایعات ساختمانی را حد زیادی کاهش داد.

## ۷- طراحی مناسب و انطباق دائم با نیازهای در حال تغییر

طرح معماری ساختمان تأثیر بسزایی بر اتلاف مصالح و هزینه ساخت دارد. ویژگی‌های طرح، مشخصات فنی ساختمان و نقشه‌های اجرایی آن در روش‌های مختلف ساختمان‌سازی اساس برآورد هزینه ساختمان است. طراح می‌تواند ساختمان را طوری طراحی نماید که اهداف کارفرما را تأمین نموده و در عین حال کمترین هزینه ممکن را به وی تحمیل نماید. آشکارترین عوامل تعیین‌کننده هزینه کلی یک ساختمان، عملکرد و ابعاد آن است و اولین قدم برای طراحی اقتصادی، ارزشیابی دقیق از نحوه عملکرد ساختمان، نه تنها در ابتدا بلکه در طول عمر آن است؛ بنابراین بهتر است طرح ساختمان انطباق پذیر باشد تا بتواند با تغییرات تدریجی عملکرد در طول عمر خود سازگار شود. [۱۱]

عوامل مؤثر طراحی که در میزان اتلاف مصالح و هزینه ساخت تأثیر می‌گذارند عبارت‌اند از:

### ۱- شکل پلان

شکل پلان ساختمان تأثیر عمده‌ای بر اندازه‌های عناصر عمودی خارجی آن همچون دیوارها، پنجره‌ها و درهای خارجی و همچنین عناصر عمودی داخلی همچون جداکننده‌ها و عناصر سیستم تأسیسات و نیز بر جزئیات پیرامونی مانند پیش‌آمدگی‌های بام و ... دارد. علاوه بر این، اسکلت ساختمان و عناصر سازه‌های عمودی و افقی آن نیز متأثر از شکل پلان است. محیط چند ساختمان با مساحت مشابه و ثابت نیز بسته به شکل هندسی پلان دارای مقادیر مختلفی است و عناصر سازه‌های عمودی و افقی آن نیز متأثر از شکل پلان است. محیط چند ساختمان با مساحت مشابه و ثابت نیز بسته به شکل هندسی پلان دارای مقادیر مختلفی است؛ بنابراین هزینه‌های عناصری که مستقیماً مربوط به اندازه محیط است بسته به شکل پلان تغییر می‌کند. اگرچه شکل دایره کمترین محیط را دارد، اما معمولاً ارزان‌ترین انتخاب نیست. شکل هشت‌وجهی و یا شش‌وجهی نیز تا حد زیادی مشکلات شکل دایره را دارند. زاویه دادن معمولاً به هزینه‌ها اضافه می‌کند در حالی که زاویه‌های راست با مصالح کمتری اجرا می‌شوند. شکل مستطیل در ساختمان‌های مسکونی بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است و دلایل آن تنها مربوط به هزینه دیوار یا سازه سقف نیست بلکه عوامل دیگری نیز وجود دارد که شاید مهم‌ترین آن‌ها مقدار سطح دیوارهای خارجی و امکان تعبیه پنجره‌های بیشتر در این سطح بوده است. در چنین حالتی در ساختمان‌های مسکونی بیشتر فضاهای داخلی از نور و تهویه طبیعی استفاده خواهند نمود [۱۱]

### ۲- مساحت پوسته خارجی

یک ساختمان، یعنی دیوارهای خارجی و بامی که آن را محصور می‌کند در میزان هزینه یک ساختمان عامل مهمی به شمار می‌رود. یک ساختمان بزرگ یک طبقه با مساحت مشخص، اگر به صورت دوطبقه در نظر گرفته شود مساحت بام آن کاهش می‌یابد و این کاهش بیشتر از میزان افزایش مساحت دیوارهای خارجی است، بنابراین مساحت کل پوسته خارجی کاهش خواهد یافت. به همین ترتیب در حالتی که همان مساحت را در سه طبقه جای دهیم نیز این اتفاق رخ می‌دهد؛ اما اگر این فرایند ادامه یابد یعنی ساختمان بلندتر و بلندتر شود ولی مساحت ناخالص کف ثابت بماند نتیجه، معکوس می‌شود و افزایش مساحت دیوارها بیشتر از کاهش مساحت بام خواهد بود [۱۱]

### ۳- طراحی مدولار

برای جلوگیری از اتلاف مصالح و قطعات ساختمانی که ممکن است به منظور انطباق ابعاد قطعات با اندازه فضاها صورت گیرد، می‌توان در مراحل اولیه طراحی با توجه به نوع قطعات، فضاها را به نحوی طراحی نمود که اندازه‌های آن مضرری از ابعاد قطعات باشد. به‌عنوان مثال دهانه‌های مناسبی برای تیرهای فرعی و تیرچه‌هایی که دارای ابعاد استاندارد هستند وجود دارد و یا ابعاد مناسب برای فضاهایی که قرار است با کاشی یا موزاییک پوشیده شوند، می‌توان در نظر گرفت. این موضوع در مورد فضاهای سرویس و حمام که هزینه آن‌ها به ازای هر مترمربع بیشتر از فضاهای دیگر است اهمیت بیشتری دارد.

### روش‌های کاهش اتلاف در فاز طراحی:

استفاده از مصالح پیش‌ساخته، طراحی المان‌ها با ابعاد استاندارد، طراحی بر اساس مصالح واقعی و موجود

کاهش کارهای موقتی، استفاده از مصالح قابل بازیافت، شاخص کردن مصالح و فعالیت‌هایی که امکان هدر رفت بیشتری دارند، برقراری ارتباط بین فازهای طراحی و اجرا، طراحی با توجه به سبب استاندارد مصالح موجود طراحی فضاها به‌گونه‌ای که قابل اصلاح و تغییر با حداقل تخریب باشند طراحی و انتخاب مصالح به‌منظور سهولت تخریب در پایان دوره بهره‌برداری استفاده از اتصالات پیچی به‌جای چسباندن، عدم استفاده از مصالح خطرناک، برنامه‌ریزی برای ساخت و تخریب احتمالی در آینده، استفاده از مصالح باقابلیت بازیافت [۱۱] است.

### ۸- ذخیره‌سازی و حمل مناسب

یکی از مواردی که می‌تواند در کاهش ضایعات ساختمانی در پروژه‌های انبوه‌سازی نقش مهمی ایفا کند چگونگی نگهداری و حمل مصالح ساختمانی موردنظر شامل: سیمان، شن و ماسه، سنگ نما، بلوک سیمانی، بلوک سفالی، بلوک گچی، کاشی و سرامیک، آجر، عایق رطوبتی، عایق حرارتی، گچ، صفحات روکش‌دار گچی، موزاییک، چوب، پنجره‌های UPVC، رنگ، بلوک‌های سقف پلی استایرن، تأسیسات مکانیکی و برقی و غیره مورد استفاده در پروژه‌های سازمان مجری ساختمان‌ها و تأسیسات دولتی و عمومی است. برای هر یک از مصالح ساختمانی موردنظر در این پروژه که مهم‌ترین اقلام مورد استفاده در ساخت‌وسازهای عمومی و دولتی است.

کلیات انبار، آماده‌سازی زمین، ویژگی‌های جایگاه انبار، عوامل مؤثر در تعیین موقعیت فیزیکی انبار در کارگاه، مشخصات ساختمان انبار، تأسیسات الکتریکی و پیشگیری از حریق آن، روش‌های انبارش پالت‌های حاوی قطعات مصالح، چیدمان انبارهای روباز، فرایند انبار کردن مصالح، لزوم کدگذاری کالا و اقلام انبار، نحوه انبار کردن ایمن مصالح، تحویل از انبار، بسته بندی و اهداف بسته‌بندی، حمل مصالح ساختمانی، جابه‌جایی مصالح در کارگاه ساختمانی، ایمنی و بهداشت، چک لیست، دستورالعمل و چک لیست‌های نگهداری و حمل مواد و مصالح ساختمانی است. [۱۲]

### ۱،۴ ۹- مفهوم منطق فازی<sup>۵</sup>:

منطق فازی جهان‌بینی جدیدی است که باوجود ریشه داشتن در فرهنگ مشرق زمین با نیازهای دنیای پیچیده امروز بسیار سازگارتر از منطق ارسطویی است. منطق فازی جهان را آن‌طور که هست به تصویر می‌کشد. دنیایی که در آن زندگی می‌کنیم دنیای عدم قطعیت و دنیای پدیده‌های مبهم است. مغز انسان عادت کرده است که در چنین محیطی فکر کند و تصمیم بگیرد و این قابلیت مغز که می‌تواند با استفاده از داده‌های غیردقیق و کیفی به یادگیری و نتیجه‌گیری بپردازد، در مقابل منطق ارسطویی که لازمه‌اش داده‌های دقیق و کمی است، درخور تأمل می‌نماید. منطق فازی را می‌توان منطق خاکستری نامید. منطق دوارشی منطق خاکستری را نادیده می‌گیرد، آن را نفی یا تماماً سیاه‌وسفید فرض می‌کند. منطق فازی بیان می‌کند که

<sup>۵</sup> Fuzzy logic

حقیقت حقیقتی خاکستری است، اما منطق دوارشی بیان می‌کند که حقیقت حقیقتی سیاه‌وسفید است، یعنی حقیقتی کاملاً درست یا کاملاً نادرست. [۱۳] مفاهیم نادقیق بسیاری در پیرامون ما وجود دارند که آن‌ها را به‌صورت روزمره در قالب عبارتهای مختلف بیان می‌کنیم و هیچ کمیتی برای اندازه‌گیری آن‌ها وجود ندارد و فقط از یک حس کیفی برخوردارند، مثل خوب بودن هوا، گرم یا سرد بودن آب، درواقع مغز انسان با در نظر گرفتن فاکتورهای مختلف و بر اساس تفکر استنتاجی جملات را تعریف و ارزش‌گذاری می‌نماید که مدل‌سازی آن‌ها به زبان و فرمول‌های ریاضی اگر ممکن نباشد کاری بسیار پیچیده خواهد بود. [۱۴] منطق فازی تکنولوژی جدیدی است که شیوه‌هایی را که برای طراحی و مدل‌سازی ریاضی یک سیستم نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته می‌باشد، با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد. درواقع منطق فازی تجربه و دانش انسانی را به‌صورت ترکیبی از اعداد در مقابل وی قرار می‌دهد و او را قادر می‌سازد تا تصمیمی بر اساس ریاضیات و منطق بگیرد. [۱۴]

بررسی پارامترهای اثرگذار بر کاهش ضایعات بر اساس منطق فازی

در این بررسی با توجه به الگوریتم منطق فازی، پنج پارامتر به‌روزآوری صنعت ساخت، طراحی مناسب و انطباق دائم با نیازهای در حال تغییر، ذخیره‌سازی مناسب، روش حمل‌ونقل و استفاده از مواد قابل بازیافت وزیر مجموعه آن‌ها به‌عنوان پارامترهای اثرگذار به‌عنوان ورودی داده‌ها در یک سیستم فازی مطرح می‌شود این سیستم حداقل دارای چهار جزء زیر است ۱. فازی کننده (*Fuzzifier*) در این مرحله عبارات کلامی که در پرسشنامه استفاده شده تبدیل به اعداد فازی می‌گردد ۲. پایگاه قواعد (*Rule Base*) به مجموعه قواعد یک سیستم فازی پایگاه قواعد می‌گویند این مجموعه قواعد به نحوی ایجاد می‌گردند که بیانگر یک توصیف از عوامل مؤثر بر کاهش ضایعات ساختمانی است و یا یک استنتاج انسانی از سیستم موردنظر باشند ۳. موتور استنتاج (*Inference Engine*) ۴. دفازی کننده (*Defuzzifie*) در این قسمت‌ها پس از مشخص شدن قواعد مدیر بر اساس اگر و آنگاه در مورد مسائل به بررسی می‌پردازد و بهترین گزینه را برای تصمیم‌گیری انتخاب می‌کند.

## ۱۰- روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی است و از نظر هدف توصیفی می‌باشد این پژوهش در نیمه دوم سال ۱۳۹۷ انجام گردیده است. جامعه مورد مطالعه در این تحقیق نیز حدود ۸۶ نفر از مهندسیین ناظر، مهندسیین معمار، مهندسیین طراح و پیمانکاران بخش خصوصی و ارگان‌های دولتی در شهر سیرجان می‌باشند که به‌صورت تصادفی انتخاب گردیدند افراد واجد مشخصات زیر بودند که به‌عنوان نمونه‌های تحقیق انتخاب کرد.

۱- دارای مدرک کاردانی یا بالاتر در یکی از رشته‌های مهندسی مرتبط با پروژه‌های ساختمان‌سازی باشند.

۲- در یکی از بخش‌های مربوط به پروژه‌های ساخت‌وساز و انبوه‌سازی مشغول به کار باشند.

۳- دارای حداقل یک سال سابقه کار در محیط تحقیق باشند.

ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه پژوهشگر ساخته بود که در ۵ بخش تنظیم گردیده است. در ابتدای بخش به سؤالات مربوط به مشخصات دموگرافیک گروه‌های مورد پژوهش پرداخته شده است. پرسشنامه تهیه شده همان‌طور که گفته شد در ۵ بخش و تعداد ۲۹ سؤال در بخش‌های مختلف طراحی شده است. بخش اول مربوط به بخش به‌روزآوری صنعت ساخت که مشتمل بر ۶ سؤال، بخش دوم دربرگیرنده ۸ سؤال مبنی بر طراحی مناسب و انطباق دائم با نیازهای در حال تغییر، بخش سوم مشتمل بر ۹ سؤال جهت سنجش ذخیره‌سازی مناسب، بخش چهارم مشتمل بر ۴ سؤال جهت سنجش روش حمل‌ونقل، بخش پنجم مشتمل بر ۴ سؤال جهت سنجش استفاده از مواد قابل بازیافت می‌باشد. برای تعیین اعتبار ابزار از روش اعتبار محتوا و پرسشنامه‌ی محقق مبتنی بر پرسشنامه‌های استاندارد طیف لیکرت استفاده می‌شود که بر اساس مبانی نظری موضوع تنظیم شده است اطلاعات در نرم‌افزار SPSS با استفاده از آزمون‌های لازم وارد می‌گردد.

جهت بررسی عوامل مؤثر بر کاهش تولید ضایعات ساختمانی در پروژه‌های ساختمانی با استفاده از منطق فازی نیز پرسشنامه دیگری به نام پرسشنامه خبره (پرسشنامه ۹ عاملی *AHP*) با نظر اساتید محترم و کارشناسان این حوزه جهت بررسی و مقایسه زوجی، میزان اهمیت معیارهای به‌روزآوری صنعت ساخت، طراحی مناسب، ذخیره‌سازی مناسب، روش حمل‌ونقل و استفاده از مواد قابل بازیافت در پروژه‌های انبوه‌سازی نسبت به یکدیگر و همچنین زیر معیارهای آن‌ها تهیه و طراحی گردیده است. این پرسشنامه شامل ۵ جدول می‌باشد که بر اساس مقایسه زوجی میزان اهمیت هر یک از آن‌ها بر اساس





امتیازدهی سنجیده می‌شود. میزان اهمیت هر یک از عامل‌ها نسبت به عامل دیگر از ۱ تا ۹ امتیاز داده می‌شود. بر اساس پاسخ‌های دریافت شده محاسبات آن بر اساس نرم‌افزار متلب واکسل با استفاده از آزمون‌های لازم انجام می‌شود. روایی پرسشنامه با استفاده از ضریب روایی لاوشه انجام گردیده است و همچنین پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده که نتایج در جدول شماره ۱ آمده است

جدول ۱: جدول آلفای کرونباخ

شاخص	مقدار آلفای کرونباخ
به‌روزآوری صنعت ساخت	۰/۷۰۷
طراحی مناسب و انطباق دائم با نیازهای در حال تغییر	۰/۶۲۰
ذخیره‌سازی مناسب	۰/۶۷۸
روش حمل‌ونقل	۰/۷۶۶
استفاده از مواد قابل بازیافت	۰/۷۷۱

معمولاً دامنه ضریب اعتماد آلفای کرونباخ از ۰/۰۰ (عدم پایداری) تا ۱/۰۰ (پایایی کامل) قرار می‌گیرد؛ که هرچه مقدار به‌دست‌آمده به ۱/۰۰ نزدیک‌تر باشد، قابلیت اعتماد پرسشنامه بیشتر است. معمولاً برای آزمون با اهداف پژوهشی، حصول پایایی بین ۰/۶ تا ۰/۸ کافی می‌باشد. (مقدار قابل قبول در اکثر منابع ۰/۷ می‌باشد).

جدول زیر نتایج آزمون آلفای کرونباخ را نشان می‌دهد.

برای پایایی پرسشنامه تدوین شده پس از اجرای آزمایشی بین ۳۵ نفر از حجم نمونه مورد مطالعه با استفاده از فرمول ضریب همسان درونی سئول‌ها (آلفای کرونباخ) مقدار آن برابر ۰/۷۰۸ محاسبه و تأیید شد. و به‌منظور بررسی نرمال بودن متغیرهای پژوهش و انتخاب آزمون آماری مناسب، از آزمون کالموگروف-اسمیرنوف استفاده شد.

## ۱۱- یافته‌های تحقیق

با توجه به موضوع تحقیق افراد جامعه آماری شامل مهندسان و پیمانکاران هست. در پرسشنامه اول مشخصات دموگرافیک پاسخ‌دهندگان با کمک ابزارهای آمار توصیفی گزارش می‌گردد. در نمونه مورد بررسی بیشترین فراوانی مربوط به بازه سنی بالای ۳۵ سال با درصد فراوانی ۴۴ درصد و کمترین فراوانی مربوط به بازه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال با درصد فراوانی ۱۶ درصد می‌باشند. توزیع مدرک تحصیلی پاسخ‌دهندگان، در نمونه مورد بررسی بیشترین فراوانی مربوط به لیسانس‌ها با درصد فراوانی ۵۲ درصد و کمترین فراوانی مربوط به دکترا و بالاتر با درصد فراوانی ۴ درصد می‌باشد. توزیع سابقه کاری

پاسخ‌دهندگان را نشان می‌دهد. که بیشترین فراوانی مربوط به سابقه ۱۰ سال و کمتر با درصد فراوانی ۳۹ درصد و کمترین فراوانی مربوط به سابقه ۳۰ سال به بالا با درصد فراوانی ۸ درصد می‌باشد.

نتایج به دست آمده در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که مقدار معناداری ۰,۰۰ به دست آمده است که کوچکتر از ۰,۰۵ است و میانگین‌های به دست آمده نشان می‌دهد که فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و حد پایین فاصله اطمینان مقداری بزرگتر از صفر بوده (مثبت) است ادعای آزمون‌ها تأیید می‌شود. در پرسشنامه دوم که به بررسی این عوامل بر اساس نظر خبرگان پرداخته شده است عبارات کلامی در این پرسشنامه تبدیل به اعداد مثلثی فازی گردیده و اولویت‌ها بر اساس مقایسات زوجی با استفاده از *ahp* فازی در محیط اکسل و متلب انجام گردیده است که نتایج زیر حاصل گردیده است.

جدول ۲: نتایج آزمون t برای مولفه‌ها

آماره t	مقدار معناداری	میانگین	حد پایین	حد بالا
۱۰,۵۶۸	۰	۳,۵۵	۰,۸۵۵۷	۱,۲۵۲۴
۱۴,۷۱	۰	۳,۷۶	۱,۰۹۵۵	۱,۴۳۷۹
۱۳,۳۴۳	۰	۳,۷۰	۱,۰۲۷۷	۱,۳۸۷۷
۱۳,۲۰۷	۰	۳,۶۳	۰,۹۵۲۳	۱,۳۲۲۹
۱۰,۶۴۱	۰	۳,۵۴	۰,۸۵۱۹	۱,۲۴۳۴

بر اساس نتایج جدول فوق، شماره ۳ اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر کاهش تولید ضایعات ساختمانی عبارت است از:

۱. ذخیره‌سازی مناسب ۲. روش حمل‌ونقل ۳. طراحی مناسب ۴. به‌روزرسانی صنعت ساخت ۵. استفاده از مواد قابل بازیافت

جدول ۳: وزن قطعی مولفه‌های اصلی

وزن قطعی نهایی مولفه‌ها	مؤلفه
-------------------------	-------



به روز آوری صنعت ساخت	۰,۰۸۶۵
طراحی مناسب	۰,۱۷۷
ذخیره سازی مناسب	۰,۳۷۱۲
روش حمل و نقل	۰,۳۲۲۲
استفاده از مواد قابل بازیافت	۰,۰۴۳۲

بر اساس نتایج جدول شماره ۴ اولویت بندی زیر معیارهای به روز آوری صنعت ساخت عبارت است از:

۱. استفاده از روش های صنعتی ۲. کاربرد فناوری های نوین ۳. تولید قطعات بر اساس شیوه و استاندارد واحد ۴. پیش مونتاژ

جدول ۴: وزن قطعی مولفه به روز آوری صنعت ساخت ساز

وزن قطعی نهایی مؤلفه ها	مؤلفه به روز آوری صنعت ساخت
۰,۱۹۵۴	تولید قطعات بر اساس شیوه و استاندارد واحد
۰,۳۳۷۴	کاربرد فناوری های نوین
۰,۰۵۱۸	پیش مونتاژ
۰,۴۱۵۳	استفاده از روش های صنعتی

بر اساس نتایج جدول شماره ۵ اولویت بندی زیر معیارهای ذخیره سازی مناسب عبارت است از:

۱. نوع سفارش ۲. بسته بندی مناسب ۳. چیدمان انبار

جدول ۵: وزن قطعی مولفه ذخیره سازی مناسب

وزن قطعی نهایی مؤلفه ها	مؤلفه ذخیره سازی مناسب
۰,۳۳۰	بسته بندی مناسب



چیدمان انبار	۰,۲۰۳
نوع سفارش	۰,۴۶۷

بر اساس نتایج جدول شماره ۶ اولویت‌بندی زیرمعیارهای طراحی مناسب عبارت است از:

۱. عدم هماهنگی در طرح و اجرا / ۲. طراحی و ساخت مصالح جدید ۳. طراحی مدرن ۴. پیشرفت روش‌های صنعتی

جدول ۶: وزن قطعی مولفه به روزآوری صنعت ساخت ساز

مؤلفه طراحی مناسب	وزن قطعی نهایی مؤلفه‌ها
عدم هماهنگی در طرح و اجرا	۰,۴۱۶۹
طراحی و ساخت مصالح جدید	۰,۳۱۶۷
طراحی مدرن	۰,۱۸۰۵
پیشرفت روش‌های صنعتی	۰,۰۸۵۹

بر اساس نتایج جدول شماره ۷ اولویت‌بندی زیرمعیارهای روش حمل‌ونقل عبارت است از:

۱. متناسب با شرایط آب و هوایی ۲. زمان مناسب ۳. استفاده از وسیله مناسب

جدول ۷: وزن قطعی مولفه روش حمل و نقل

مؤلفه روش حمل و نقل	وزن قطعی نهایی مؤلفه‌ها
متناسب با شرایط آب و هوایی	۰,۴۹۱
استفاده از وسیله مناسب	۰,۱۴۶
زمان مناسب	۰,۳۶۲

بر اساس نتایج جدول شماره ۸ اولویت‌بندی زیرمعیارهای استفاده از مواد قابل بازیافت عبارت است از:

۱. استفاده مجدد از مصالح قابل بازیافت ۲. جلوگیری از آلودگی ۳. صرفه اقتصادی

جدول ۸: وزن قطعی مؤلفه استفاده از مواد قابل بازیافت

مؤلفه استفاده از مواد قابل بازیافت	وزن قطعی نهایی مؤلفه‌ها
جلوگیری از آلودگی	۰,۳۳۹
صرفه اقتصادی	۰,۱۰۸
استفاده مجدد از مصالح قابل بازیافت	۰,۵۶۳

## ۱۲- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

هدف از این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر تولید ضایعات ساختمانی در پروژه‌های انبوه‌سازی بر اساس منطق فازی و می‌باشد که نتایج نشان می‌دهد که بروز آوری صنعت ساخت‌وساز طراحی مناسب و روش حمل‌ونقل و استفاده از مواد قابل بازیافت به‌طور مستقیم بر کاهش ضایعات در این پروژه‌ها نقش دارد همچنین در این تحقیق به بررسی اولویت‌های این عوامل با استفاده از روش ahp فازی پرداخته‌شده و نیز زیر معیارهای آن‌ها نیز با توجه به وزن مؤلفه‌ها تعیین گردیده است این اطلاعات و دیگر اطلاعات به دست آمده می‌تواند به مدیر پروژه کمک کند تا تصمیم‌گیری بهتری جهت کاهش ضایعات بردارد.

### پیشنهادهای تحقیق

۱. بررسی کردن این تحقیق یا تحقیقی مشابه با این موارد در سایر شهرهای بزرگ‌تر. ۲. اضافه کردن متغیرهای مرتبط دیگر در زمینه ی کاهش ضایعات ساختمانی. ۳. استفاده از متخصصینی که سابقه درخشانی در زمینه کاهش ضایعات ساختمانی دارند. ۴. ایجاد یک پایگاه واحد از اطلاعات خبرگان در مورد کاهش ضایعات ساختمانی و در اختیار گذاشتن آن برای عوامل ساخت‌وساز در سراسر کشور ۵. به‌منظور آموزش و بهنگام سازی دانش، نگرش و مهارت منابع انسانی در خصوص تولید با ضایعات کمتر باید برنامه‌ریزی جامع و دقیقی صورت گیرد و به‌صورت مداوم دنبال شود. ۶. در سند چشم‌انداز باید اهداف، استراتژی‌ها و برنامه‌های ضروری مشخص باشد و اولویت‌ها و مراحل اجرایی کار به‌طور جامع و کامل روشن‌شده باشد، در این سند باید جهت‌گیری و حرکت استراتژیک به سمت تولید بدون ضایعات مشخص باشد تا بر اساس آن برنامه‌ریزی عملیاتی برای اجرا تدوین گردد. ۸. سازمان‌های مرتبط با ساخت‌وساز از طریق برگزاری جلسات درون‌سازمانی و بین‌سازمانی با سایر شرکت‌های همکار در این راستا گام بردارند. ۹. از دیگر نقاط ضعف در این بخش، کمبود افراد متخصص است، لذا اتخاذ روش‌های مناسب برای جذب و حفظ نیروهای متخصص در این حوزه می‌تواند بر مشکل کمبود نیروی متخصص در این زمینه غلبه کرد. به‌علاوه بهره‌گیری از دانش متخصصین دانشگاهی در این زمینه می‌تواند مؤثر باشد. ۱۰. یک طرح ملی بلندمدت در نظر

گرفته شود نه یک طرح مقطعی و زودگذر ۱۱. اضافه شدن یک مبحث یا یک واحد درسی با موضوع کاهش ضایعات ساختمانی در مقاطع مختلف رشته‌های مختلف مرتبط با ساخت‌وساز برای توجه بیشتر به این مبحث مهم ۱۲. با بهره‌گیری از منطق فازی و سامانه‌های خبره می‌توان دانش سازمان‌ها و افراد خبره را قبل از اینکه از دسترس خارج شود، ذخیره کرد و دانش را به اشتراک گذاشت. این امر نشان می‌دهد که در هر حوزه‌ای از دانش به‌کارگیری سامانه‌های خبره موجب ارتقای سطح علمی افراد غیرمتخصص و بهره‌مند شدن از نتایج باارزش می‌شود. در این پژوهش یک سامانه خبره فازی برای پیشنهاد مناسب‌ترین ابزار جهت کاهش ضایعات به مدیریت ارائه شده است. بر این اساس ابتدا دانش موردنیاز بر اساس پژوهش‌های پیشین و الگوها ارائه شده جمع‌آوری و معیارهای تصمیم‌گیری از آن‌ها استخراج شد. ورودی این معیارها به شکل فازی بود که می‌توان از آن در جهت کاهش ضایعات تصمیم‌گیری شود. با توجه به نقش‌ها و قواعدی که برای آن‌ها در نظر گرفته شده بود ابزارهای مناسب مربوط به فرایند مدیریت در دانش در اختیار کاربر قرار گیرد.

## منابع

۱. <http://mcenter.blogfa.com>, Tohed pasandh ۱۳۹۱
۲. Shokouyan M. Najafian Razavi A (۲۰۱۱) Management and Solutions for Reducing Environmental Contamination of Construction Wastes and Their Recycling Sixth National Congress on Civil Engineering May ۶th and ۷th, Semnan University
۳. Weisheng Lu HY. A framework for understanding waste management studies in construction. Waste Management ۲۰۱۱;۳۱: ۱۲۰۲-۶۰.
۴. Weisheng Lu HYb, Jingru Li, Jane J.L. Hao, Xuming Mi, Zhikun Ding. An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates. Waste Management ۲۰۱۱;۳۱
۵. Agyekum K. Minimizing materials wastage at the construction stage of a project through the implementation of lean construction a. ۲۰۱۲.
۶. Oyeshola Femi Kofoworol SHG. Estimation of construction waste generation and management in Thailand. Waste Management. ۲۰۰۹;۲۹: ۷۳۱-۸.
۷. forotani, Sam( ۲۰۰۷) Materials and Building, Fourth Edition, Rosen Publishing, Tehran.
۸. <http://elmology.ir/building> nasari, Yasir, , Introduction to Lightweight Design, Tehran ۲۰۱۵
۹. Davood Nia, Saman,(۲۰۱۵) New Building Technology Studies, Prefabricated Building, Tehran.
۱۰. Fatemeh Sadat Hosseini, Saeid Mohammadi Yazdi (۲۰۱۲) Applications of Nanotechnology in the Construction Industry in Germany. Translated and edited by: Nanotechnology Development Specialized Headquarters
۱۱. Rezaei, Mojtaba( ۲۰۱۴) Waste of Materials in Construction Projects, Arta Publishing, Tehran, December ۹, ۲۰۱۵
۱۲. Ministry of Roads and City Planning Sohrab Vishe (۲۰۱۴) Instructions and Checklist on Building and Building Materials in Public and Public Buildings and Facilities
۱۳. Kasco, Bart(۲۰۰۱) Fuzzy Thinking, Translation, Ghaffari, Dr. Ali, et al., Khajehnesir Al-Din Toosi University Press, Second Bahman Publication
۱۴. Abra Dorah, Hussein( ۲۰۰۷) Fuzzy Observations in the Processing of Data Related to Earthquake Preliminary, Institute of Geophysics, University of Tehran
۱۵. Manhaj, Mohammad Bagher; ۲۰۰۷, Fuzzy Computing, Amir Kabir University of Technology (Tehran Polytechnic)