فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۶، پاییز ۹۷

ارایه چارچوبی با در نظر گرفتن ملاحظات بهداشت، ایمنی و محیط زیست در تخریب ساختمان‌ها با استفاده از FAHP (مطالعه موردی: سعادت‌آباد تهران)

محمد حسین شاه آبادی[۱]

محمد رضا فتحی[۲*]

Reza.fathi@ut.ac.ir

محمد حسن ملکی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۱۱ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۰۹/۰۳**

چکیده

پژوهش حاضر به ارایه چارچوبی به منظور بررسی مسایل بهداشت، ایمنی و محیط زیست در ارتباط با تخریب ساختمان‌ها می‌پردازد. برای این منظور ابتدا مشکلات موجود در زمینه تخریب ساختمان در شهر تهران و کمبودهای موجود در قوانین کشوری و شهری شناسایی شد. بررسی مشکلات موجود در کنار مطالعه حادثه سعادت آباد نشان داد که مبحث تخریب نیاز به چاره اندیشی و اقدامات موثر و سریع دارد. در کنار استخراج نقایص موجود، فاکتورهای موثر در تخریب ساختمان با توجه به مقالات موجود و نتایج تلاش محققان گذشته بدست آمد و این فاکتورها با توجه به نظرات کارشناسان مربوطه اعم از اعضای هیآت علمی دانشگاه و پیمانکاران تخریب با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی اولویت بندی شده و فاکتورهای مهم شناسایی شدند. در نهایت با استفاده از نتایج حاصل شده و با توجه به اهمیت فاکتورهای موجود راهکارهای اصلاحی و یک الگوی عملکردی برای بهبود شرایط کنونی ارایه شده است.

کلمات کلیدی: تخریب، بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست، پسماند ساختمانی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، سعادت آباد تهران.

۱- کارشناسی ارشد رشته ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست، گروه برنامه‌ریزی مدیریت، دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه مدیریت صنعتی و مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استادیار گروه مدیریت دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه قم، قم، ایران.

Human & Environment., No. 46, Autumn 2018

Providing a Framework based on Health, Safety and Environment (HSE) consideration using FAHP in the Demolition of Buildings (Case study: Saadat Abad Tehran)

Mohammad Hossein Shahabadi [1]
Mohammad Reza Fathi [2*] *(Corresponding Author)*
Reza.Fathi@ut.ac.ir
Mohammad Hasan Maleki [3]

Abstract

This study provides a framework to examine the issues of health, safety and environmental concerns associated with the demolition of the buildings. For this purpose, firstly, the existing problems, in the field of building's demolition in Tehran and deficiencies in state and municipal laws were identified. Checking the existing problems in association with the study of Saadat Abad incident showed that demolition topic, requires fast actions and effective remedies. Besides extraction of the existing defects, according to the available literature and the results of the researcher's efforts, Effective factors on buildings demolition were obtained. According to the experts, including university professors and demolition contractors, significant factors were identified and prioritized using FAHP method. Finally, after obtained results and the significance of the factors, corrective strategies and a functional model for improving the current circumstances is presented.

Key Words: Demolition, Health, Safety, Environment, Construction waste, Fuzzy AHP, Saadat Abad Tehran.

1-MSc of HSE, Management Planning Department, Faculty of Environmental Tehran University, Tehran, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran. **(Correspondence Author)*
3-Assistant Professor, Department of Management and Economic, University of Qom, Qom, Iran.

مقدمه

کارگاه‌های عمرانی یکی از پرخطرترین فضاهای کاری به شمار می روند که از دیدگاه تنوع خطرات موجود نیز با توجه به روال کاری در آن، در زمره کارگاه‌های خطرناک به حساب می‌آیند. آمار نشان می دهد در حوادث رخ داده در انواع صنایع کشور ژاپن که یکی از امن‌ترین و ضابطه‌مندترین کشورها از نظر رعایت مقررات به حساب می‌آید، مرگ و میر در کارگاه های ساختمانی با فاصله زیادی در صدر علل فهرست مرگ و میرهای شغلی جا گرفته است. با رشد فزاینده توسعه و اجرای طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی در کشور، متاسفانه شاهد آن هستیم که آمار حوادث و وضعیت بهداشت و سلامت شغلی در این بخش وضعیت مناسب و مطلوبی را نداشته و در عین حال روند فزاینده و نگران کننده ای را در طول سالیان اخیر دنبال می‌کند .امروزه در حالی که در بسیاری از صنایع و کارخانجات، موضوع ایمنی، بهداشت و محیط زیست به عنوان یک مقوله ساختارمند دنبال می شود و با هدف مدیریت پیشگیرانه حوادث همراه با برنامه ریزی های دقیق به کار گرفته می شود، شاهد هستیم در پروژه ها و طرح های عمرانی، به مقوله ایمنی، بهداشت و محیط زیست به صورت ابتدایی و صرفاً بر پایه مدیریت علاج بخشی و منفعلانه نگریسته می شود. نتیجه طبیعی این نگرش، رشد روز افزون آمار حوادث در پروژه‌های کشور می‌باشد. عملیات تخریب در بسیاری از فعالیت‌های ساختمانی و عمرانی به عنوان اولین و حساس‌ترین بخش از عملیات اجرایی است. متاسفانه طی سال‌های اخیر آمار حوادث صنعت ساختمان در کشور نمایان گر آن است که تخریب‌های غیراصولی، خسارات مالی، زیست محیطی و مهم‌تر از آن‌ها آسیب‌های جانی سنگینی را به همراه داشته است. مساله قابل تامل اینجاست که آسیب‌های مذکور در تخریب ساختمان‌های یک یا چند طبقه، بروز کرده‌اند و در آینده‌ای نزدیک، عمر مفید ساختمان‌ها با تعداد طبقات بیش تر و همچنین سازه‌های گوناگون (سیلوها، سدها، منابع بتنی، سوله‌ها و...) رو به پایان بوده که در صورت عدم آمادگی و پیش‌بینی تمهیدات لازم در این زمینه، صنعت ساختمان با چالشی اساسی روبه‌رو خواهد شد. عملیات تخریب همواره به عنوان یکی از حساس ترین مراحل کارهای عمرانی به لحاظ مسایل ایمنی می باشد. توجه به این امر بسیار مهم است که در حال حاضر مساله تخریب در ارتباط با ساختمان های نه چندان بلند و در حد یک یا چند طبقه مطرح بوده است اما در آینده ای نه چندان دور و با پایان یافتن عمر سازه های بلند مرتبه و هم چنین با افزایش قیمت زمین و نیاز به ساختمان‌های بلندتر، با تخریب این سازه ها مواجه خواهیم شد. و در صورت عدم آمادگی، چاره‌اندیشی و پیش‌بینی تمهیدات لازم در این زمینه، صنعت ساختمان با چالشی اساسی روبه‌رو خواهد شد. در ارتباط با تخریب می توان به سه مسئله بهداشت، ایمنی و محیط زیست[1] پرداخت. در تخریب مسائل بهداشتی اهمیت بسیاری دارد از جمله صدا و لرزش موارد مرتبط با بهداشت می باشند. همچنین توجه به مصالح استفاده شده در ساختمان که ممکن است روش‌های مختلفی برای تخریب آن ها وجود داشته باشد، اما انجام برخی از روش‌ها موجب تبعات بهداشتی شوند. ایمنی در تخریب نیز جزء جدایی ناپذیر است به طوریکه اگر مسایل ایمنی در تخریب ساختمان‌ها رعایت نگردد ممکن است جان انسان‌ها (کارگران به‌طور مستقیم و شهروندان به صورت غیر مستقیم) به خطر بیفتد. تخریب به عنوان یک عملیات بالقوه خطرناک شناخته می شود، لذا در تمامی مراحل بایستی روش‌ها، تجهیزات و مواد مورد استفاده در راستای به حداقل رساندن خطر به کار گرفته شوند. بسیار مهم است که ریسک‌های بهداشتی و ایمنی به وسیله ارزیابی ریسک مناسب و قبل از شروع کار شناسایی گردند و اقدامات لازم جهت کاهش ریسک در حین کار به عمل آید. در رابطه با دیگر مسایل محیط‌زیستی ناشی از تخریب می-توان به مساله گرد و غبار و سر و صدای ایجاد شده ناشی از روش‌های مختلف تخریب و همچنین نحوه دفن ضایعات

1-HSE

ساختمانی و روش‌های استفاده مجدد از نخالـه‌هـای سـاختمانی اشاره کرد. تخریب بناها تولید آلاینده‌هایی می کند که می تواند بـرای محـیط زیسـت اطـراف سـاختمان‌هـای مـورد تخریـب و کارگران فعال در این حرفه خطراتی در بر داشته باشد. از جملـه مهم ترین ذرات خطرناک که بر اثر تخریب ساختمان‌ها حاصـل می‌شود، ذارت آزبست است (۱).

بررسـی‌های اولیـه نشـان می‌دهـد عـواملی کلیـدی در بـروز مشکلات و چـالش‌هـای ناشـی از تخریـب دخیـل هسـتند کـه مهم‌ترین آن ها عبارتند از فقدان نگرش مهندسی و مدیریتی به مقوله تخریب، به کـارگیری روش‌هـای سـنتی و پررنـگ بـودن نقش نیروی کار در عملیات تخریب، عدم گرایش بـه روش‌هـا و متـدهای نـوین و بـه کـارگیری ماشـین آلات، ضـعف در دسـتورالعمل‌ها و آیین‌نامـه‌های موجـود، فقـدان موسسـات و شرکت‌های تخصصی، فقدان و کمبود نیروی کار ذی‌صلاح، عدم نظـارت کـافی بـر فرآینـد تخریـب توسـط عوامـل دخیـل و سازمان‌های ذی‌ربط. بـا نگـاهی بـه ضـوابط و اصـول مهندسـی تخریب مشخص می‌شود که این عملیـات نیازمنـد برنامـه‌ریزی بوده و به عبارتی دیگـر تخریـب ایمـن بـه جـای قـدرت بـدنی نیازمند قوه تفکـر و تعقـل اسـت. متاسـفانه در کشـور مـا و در پروژه‌های عمرانی مساله تخریب جدی گرفته نشده و برنامـه ای برای آینده آن نیز در نظر نداریم. بنابراین ضروری اسـت کـه در رابطه با روش‌های تخریب و مسایل ناشی از آن از جمله مسـایل بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی مطالعات جامع صـورت گیـرد. محقق امیدوار است که بتواند علاوه بر معرفی روش‌های تخریب به مسائل بهداشت، ایمنی و محیط زیست آن ها توجه داشـته و نظر متخصصین و پیمانکـاران را در ایـن زمینـه جویـا شـود. در ادامه سوالات تحقیق به صورت ذیل ارایه می گردند:

- چه خطراتی (ایمنی و بهداشـتی) در عملیـات تخریـب بـرای کارگران و افراد حاضر در سایت وجود دارد؟
- چه خطراتی (ایمنی و بهداشتی) در ارتبـاط بـا بیـرون سـایت وجود دارد؟
- اثرات زیست محیطی مرتبط با عملیات تخریب کدام است؟
- شاخص‌های موثر در تخریب کدام است؟
- شاخص‌ها دارای چه درجه‌ای از اهمیت می‌باشند؟

ادبیات تحقیق

در این قسمت به سه بحث بهداشـت، ایمنـی و محـیط زیسـت می‌پردازیم که در ادامه ارایه می گردد:

بهداشت H (خطرات بهداشتی)

به منظور شناسـایی خطـرات بهداشـتی بسـیار مهـم اسـت کـه کاربری ساختمان مورد تخریب مشخص باشد. خطرات اصلی که کارگران تخریب گر در معرض آن قرار دارند، استنشاق و یا بلـع مواد خطرناک و یا واکنش و جذب مواد از طریق پوسـت اسـت. این مواد شامل:

الف) گازها، دود و گرد و غبار که از طریق استنشـاق ایـن مـواد ممکن است عـوارض حـاد یـا مـزمن سـمی، حساسـیت زایـی، سرطان زایی، فیبروز شدن و خفگی را بوجود آورد.

ب) گرد و غبار، پودر و مایعات که ممکن است سمی یا خورنـده بوده و در تماس با پوست منجر به بیماری‌هایی از قبیـل آمـاس پوست و سرطان گردد. مانند مواد منبسط شـونده غیرانفجـاری که معمولا قلیایی بوده و به هنگام کار با آن‌ها بایـد از دسـتکش استفاده شود.

ج) گرد و غبارات بی‌اثر که حجم زیاد آن‌ها می‌توانـد منجـر بـه حساسیت و التهاب گردد.

آلودگی‌ها در سایت باید شناسایی گردند که این کار مـی توانـد حاصـل مطالعـه بـر روی کـاربری پیشـین سـاختمان و مـواد برجامانده از قبیل بررسی منبع‌ها و تانکرها و ضایعات آلی باشد.

شناسایی و ارزیابی خطرات بهداشتی

در مواردی که در ارزیابی اولیه مشخص می‌شود مواد آلاینده در ساختمان وجود دارد، باید از افراد متخصص کمک گرفته و مواد خطرناک موجود شناسایی گردند. پس از شناسایی مـواد، خطـر آن ها از نظر خطر استنشاق، بلعیدن و تماس با پوست مشخص شده و ارزیابی ریسک صورت می‌گیرد. سپس اقدامات احتیـاطی لازم بیان می‌گردد. نظـارت در ارتبـاط بـا مسـایل بهداشـتی در طول عملیات تخریب نیز صورت می‌گیـرد و برنامـه ریـزی‌هـای لازم در این زمان انجام می‌شود. مشکلات بهداشتی کارگران نیز

باید در طول انجام پروژه مورد ارزیابی قرار گیرد و گـزارش‌هـای لازم تهیه گردد.

شناسایی و روش‌های دفع مواد خطرناک

آب‌های کثیف و آلوده

انباشت آب در هر مکانی می‌تواند موجب آلودگی شود. آب آلوده را نیز باید تصفیه کرد و سپس در محیط رها کرد. آب کثیف نیز می‌تواند در فاضلاب دفع گردد.

آزبست

آزبست‌ها در اشکال مختلف در ساختمان استفاده مـی‌شـود، بـه عنوان مثال آزبست در صفحات عایق آزبستی، لوله‌ها و بویلرهـا، عایق‌های حرارتی و صوتی، سیمان آزبستی، لوله‌کشی و فیلترها و پوشش‌های سیمانی و زینتی وجود دارد و فرض بر ایـن اسـت که از آزبست در موارد بالا استفاده شـده باشـد مگـر آن کـه در ارزیابی‌ها به خلاف آن برسیم. بررسی و تحقیق اولیه، باید وجود آزبست و محل های احتمالی آن را مشخص کند . از آنجـا کـه مصالح آزبستی در محل دیگ های بخار و سرویس ها، لوله ها، سقف ها و دیوارهای جدا کننده به مصرف می‌رسند، بایـد ایـن اماکن با دقت مورد آزمایش قرار گیرند، از این قسمت هـا بایـد نمونه برداری صورت گیرد و به وسیله افراد ذی صلاح شناسایی شود . اشخاصی که کار نمونه برداری از آزبسـت را انجـام مـی دهند، باید حفاظ مناسب داشته باشند و نمونه ها باید در یـک کیسه پلاستیکی دربسته قرار گیرد . نمونه ها باید عمیق باشد، چون ممکن است هسته مرکـزی حـاوی آزبسـت باشـد . بایـد تجهیزات لازم برای شناسایی به کار گرفته شود و احتیاط های لازم انجام گیرد. در هنگام تخریب، پخش گرد و غبـار آزبسـت ایجاد گرفتاری می کند که بـرای جلـوگیری از صـدمات، بایـد وسایل حفاظت شخصی در اختیـار افـراد ذی ربـط قـرار گیـرد. تخریب آزبست باید با احتیاط و دقت صـورت گیـرد. در زمـان تخریب ساختمان ها باید بـا بکـارگیری روش هـای مناسـب و تحت مراقبـت شـدید فـرآورده هـای گونـاگون آزبسـت بـا آب آمیخته شده و بارگیری و تخلیه آن با دقت انجام گیـرد. ایـن مصالح باید پس از تخلیه در زباله دان های ویژه، بلافاصله و بـه نحوی مؤثر پوشانیده شوند. قبل از تخریب باید سـایت ارزیـابی شده و آزبست استفاده شده، مقـدار و نـوع آن مشـخص گـردد. آزبست قبل از تخریب ساختمان باید از محـل دفـع شـود تـا از پراکندگی آن در هوا جلوگیری بـه عمـل آیـد. بـه هنگـام دفـع آزبست و بعد از آن نیز کنترل میزان آزبست موجـود در محـیط نیاز است. در آخر آزبست باید زیر نظر ارگـان‌هـای مربـوط و در محل‌های مجاز دفع گردد.

سرب

در جایی که احتمال وجود سرب مطرح است مانند رنگ هـای حاوی سرب و یا لوله های فاضلاب و غیره، باید هنگام کار دقت کافی به عمل آید. برای افرادی که کار تخریب را به عهده دارند، باید لباس های محافظ، رسپیراتور، تهویـه محلـی و تجهیـزات پزشکی برای مقابله با خطرات احتمالی مهیا باشد (۲).

مواد شیمیایی و دیگر مـواد خطرنـاک بـدون فیبـر چنـان چـه کاربری مکان‌های در معرض تخریب به گونه‌ای بوده است که در آن از مواد شـیمیایی، رنـگ‌هـای درخشـان کننـده رادیواکتیـو، رنگ‌های بر پایه سرب، جیوه، اسید، حلال‌های قلیایی، مواد دود زا، مواد عمل آوری چـوب و ... اسـتفاده شـده باشـد، بررسـی و ارزیابی باید توسط یک متخصص باصلاحیت صورت گیرد.

مواد شیمیایی نیز باید شناسایی شـده و مـورد ارزیـابی ریسـک قرار گیرد و اقدامات پیشگیرانه و حفاظتی و مسـایل مربـوط بـه حمل‌ونقل و دفع آن ها پیش‌بینی گردد.

ایمنی S

اجرای دستورالعمل‌های سلامت و ایمنی افراد در درون و بیرون کارگاه از مراحل ابتدایی کار است و شامل گـروه‌هـای زیـر مـی شود:

الف) افرادی که قبل از تخریب درگیـر کـار مـی باشـند. (ماننـد متصدیان نقشه‌برداری)

ب) افرادی که مستقیما درگیر عملیات تخریب می باشند

ج) افرادی که می توانند تحت تاثیر عملیـات قـرار بگیرنـد امـا مستقیما درگیر مراحـل «الـف» و «ب» نیسـتند. (بـرای مثـال

اعضای جامعه و افرادی که در همسایگی پروژه می باشند از این دسته‌اند.)

تدابیر ایمنی پیش از شروع عملیات تخریب

به منظور رعایت مسایل ایمنی بایستی قبل از شروع عملیات عمرانی برنامه ریزی کرد. در این بین برخی نکات وجود دارد که در نگاه اول بسیار ساده به نظر می رسند، اما برای پیش برد ایمن کار در حین اجرا بسیار مهم می باشند. یکی از این نکات مشخص کردن مکان‌های امن و مکان‌های خطرناک پیش از شروع کار است. پس از تعیین مکان‌های امن و خطرناک بسیار مهم است که افراد زیر را در جریان نتیجه کار قرار دهیم:

الف) مسولین محلی از جمله شهرداری منطقه

ب) صاحبان خانه‌ها و اماکن تجاری مجاور

ج) مسولین ذی ربط در ارتباط با معابر عمومی

د) دیگر افرادی که تحت تاثیر عملیات تخریب قرار می گیرند.

تعیین مکان‌های ایمن از مواردی است که در طول انجام پروژه درگیر آن خواهیم بود. و بسیار مهم است که مکان‌های امن به همراه مسیرهای دسترسی ایمن در درون سایت به صورت دوره‌ای مشخص گردند. یکی دیگر از اقداماتی که قبل از تخریب بایستی صورت گیرد تعیین محل تمام تاسیسات زیرزمینی و روزمینی است که این تاسیسات شامل سیستم آبرسانی، خطوط برق، کابل های تلفن و دیگر تجهیزات ارتباطی است. و چنان چه در حین عملیات تخریب قرار است برخی از تاسیسات در خارج از محیط سایت تخریب گردند، بایستی سازمان های مربوطه در جریان قرار بگیرند. هم چنین کابل ها و لوله هایی که در جریان عملیات تخریب و در اثر حرکات زمین ممکن است آسیب ببینند بایستی شناسایی گردند. حرکات زمین ممکن است ناشی از تردد وسایل نقلیه بر روی پیاده روها و یا ارتعاش زمین ناشی از رفت و آمد تجهیزات و یا سقوط واریزه ها صورت بگیرد. از موارد بسیار مهمی که پیش از تخریب بایستی لحاظ گردد روش های اجرایی برای مقابله با شرایط اضطراری از قبیل آتش سوزی و انفجار است. در برنامه مقابله با شرایط اضطراری موارد و نکاتی که نباید انجام شود مشخص می شود و به افراد برای مقابله با شرایط اضطراری در صورت وقوع، مسولیت داده میشود. علاوه بر افرادی که مسولیت هایی را عهده دار می شوند بقیه افراد نیز باید برای شرایط اضطراری آموزش لازم را ببینند. تجهیزات کمک‌های اولیه مورد نیاز متناسب با اقداماتی که در کارگاه صورت می‌گیرد، نیز پیش بینی می‌گردد.

محیط زیست E (حفاظت از محیط‌زیست)

تخریب اساسا به عنوان یک عملیات تولید ضایعات در نظر گرفته می‌شود. بنابراین در این رابطه به برنامه‌ریزی و کنترل دفع پسماندها نیاز است و آلودگی‌های ناشی از تخریب همانند نشت مواد شیمیایی، سروصدا و گرد و غبار کنترل گردد. تخریب باید به گونه‌ای باشد که موجب تخریب محیط زیست نشود و برای این منظور استفاده از روش‌هایی از قبیل استفاده مجدد و یا بازیافت مصالح و اجزا ساختمانی مد نظر قرار می-گیرد. همه افراد درگیر در فرآیند تخریب باید به مسئولیت خود برای مدیریت مناسب دفع پسماندها واقف باشند. در بازیابی مواد توجه به مسایل ایمنی و بهداشتی نیز ضروری می‌باشد به عنوان مثال مسایلی از قبیل تماس با مواد و مصالح و کارکردن در ارتفاع باید در نظر گرفته شود. تحقیقات صورت گرفته حاکی از آن است که امروزه پسماندهای ناشی از عملیات ساختمانی (ساخت و ساز و تخریب) بزرگ ترین بخش مواد زائد جامد در ناحیه‌های شهری می‌باشند. در کشورهای اروپایی از جمله المان، انگلیس، فرانسه و دانمارک تحقیقات بسیاری بر روی نخاله‌های ساختمانی انجام گرفته و درصد بالایی از آن ها مورد استفاده مجدد و بازیافت قرار می‌گیرد. تنها در دانمارک ۹۵ درصد از نخاله های ساختمانی بازیافت و استفاده مجدد می-شوند. بتن که در این کشورها بیش ترین حجم نخاله‌های ساختمانی را دارد و ۶۷ درصد کل نخاله‌های ساختمانی را در امریکا تشکیل می‌دهد، سالیانه در حدود ۱۰ تا ۱۲ میلیون تن از آن به نحوی مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد (۳). در ایران پیشنهاد شده است از آنجا که حمل آوارها هزینه زیادی در بر دارد، از آن ها به عنوان، مصالح پرکننده در کف ها و بسترها بهره‌گیری شود. چنان چه نیاز به افزودن ماده چسبنده‌ای باشد، بهترین ماده دوغاب آهک و پس از آن چسبنده‌های سیاه شامل

انواع قیر، به شکل قیر خالص، قیر محلول و امولسیون، انواع قطران است (۴).

پسماندهای مضر و خطرناک

پیمانکاران تخریب باید براساس میزان خطر پسماندهای تولید شده در فرآیند تخریب آن را دسته بندی کرده و به محل‌های دفع مناسب بفرستند. البته در کشور ما کلیه پسماندهای ساختمانی به صورت یک جا و بدون جداسازی در گودهای در نظر گرفته شده توسط شهرداری، دفن می شود. چنان چه برای دفن پسماندهای ساختمانی و عدم جداسازی آن ها هزینه و جریمه در نظر گرفته می‌شد، پیمانکاران در این ارتباط دقت نظر بیشتری را به عمل می‌آوردند. البته مواد زاید خطرناک درصد ناچیزی از زایدات ساختمانی را تشکیل می دهند و براساس مطالعاتی که در امریکا انجام گرفته است مقدار آن حدود ۰/۴ درصد از نخاله‌های ساختمانی می‌باشد (۱۳۸۳).

لازم به ذکر است چنان چه مواد مخلوط شده باشند، کلیه محموله باید به صورت بالقوه جزو پسماندهای خطرناک دسته بندی شود به طور مثال چنان چه بتن و لاشه سنگ با آزبست مخلوط شود کل پسماند به عنوان زباله ویژه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین همین مقدار کم از پسماندهای خطرناک، اهمیت بالایی نیز خواهد داشت. تا سال ها برای دفع نخاله های ساختمانی قوانینی وضع نشده بود و همراه با دیگر مواد زائد شهری دفع می‌شدند. جدید ترین روش دفع نخاله های ساختمانی مشابه با شرایط دفع زباله‌های خانگی می‌باشد و زمین دفع آن به زهکش‌های جمع‌آوری شیرابه، ذخیره و تصفیه و سیستم‌های پایش، پوشش دوره‌ای نخاله ها و سایر شرایط نیاز دارد. در بسیاری از مکان‌ها، هزینه‌های دفن این مواد با هزینه‌های دفن بهداشتی برابر است. لوله کشی زمین دفع، سیستم جمع‌آوری شیرابه و تجهیزات کنترل گاز نیز می‌تواند مورد نیاز باشد. اما به دلیل این که پوشش روزانه نخاله های ساختمانی الزامی نیست، هزینه‌های بهره برداری کاهش می‌یابد. همچنین از ۵ تا ۱۰ درصد نخاله های ساختمانی می‌تواند جهت پوشش مواد زائد شهری استفاده نمود. نخاله های ساختمانی که قابل دفع در محل‌های دفن زباله شهری هستند، شامل سیمان، آجر و سنگ تمیز، چوب فرآوری نشده، گچ، مواد ساختمانی کف و پایه ساختمان و پوشش کف می‌باشند. لذا با توجه به پتانسیل آلودگی این پسماندها برای خاک و بهداشت عمومی و با توجه به حجم بالای تولید آن در شهرها می‌توان آن را در گروه پسماندهای ویژه کم خطر پر مقدار طبقه بندی نمود. باید این موضوع را در نظر داشت که امروزه با پیشرفت روز افزون تکنولوژی ورود مصالح ساختمانی جدید در ساخت و سازها، به تدریج بسیاری از مواد شیمیایی و خطرناک نیز وارد پسماندهای ساختمانی شده و مسلما بخشی از این دسته پسماندها به عنوان جزء ویژه پسماند عادی محسوب خواهندشد که نیاز به توجه و مدیریت خاص دارند.

فاکتورهای موثر در تخریب ساختمان

برای تخریب ساختمان، مهندسان باید متناسب ترین روش با خصوصیت های ایمن بودن، آرام و کم سروصدا بودن و با صرفه اقتصادی را انتخاب کنند. برای این منظور مهندسان باید با استفاده از راهنماهای تدوین شده و شاخص‌های بیان شده در منابع علمی تصمیم‌گیری نمایند. در هر یک از منابع علمی و مقالات به شاخص‌های متفاوتی اشاره شده است که این شاخص‌ها دارای اشتراک و تفاوت می باشند. این شاخص‌ها و شباهت ها و تفاوت آن‌ها در ادامه آورده خواهد شد. در تحقیقی که توسط عبدا... و همکارانش (۶) در سال ۲۰۰۳ انجام شده است سیزده فاکتور برای تخریب یک ساختمان شناسایی شده است که توجه به این فاکتورها برای تعیین روش مناسب تخریب اجتناب ناپذیر است. این سیزده فاکتور را می توان در قالب پنج دسته در نظر گرفت: بهداشت و ایمنی، زمان، فیزیک (شرایط ساختمان)، محیط زیست و مسایل اقتصادی. در مطالعه دیگری از ابودعایه (۷) در سال ۱۹۹۸ که برای انتخاب روش تخریب پل بتنی انجام شده است، نه فاکتور شناسایی شده است که در قالب چهار گروه از پنج گروه قبلی قرار می گیرد. هارلی (۸) بر پایه مطالعات کاسای و همکارانش هشت فاکتور را در نظر گرفته‌اند. فاکتورهای مورد نظر هارلی به غیر از فاکتور

"پیمانکاران و فرهنگ پیمانکار تخریب " قابل دسته بندی در چهار گروه از پنج گروه یاد شده است. مساله قابل بررسی این است که هیچ کدام از از افراد یاد شده فاکتورهای در نظر گرفته را براساس نظر کارشناسان و پیمانکاران رتبه‌بندی نکرده‌اند.

جدول ۱- فاکتورهای موثر در تخریب از نظر عبدا... ، ابودعایه و هارلی

هارلی (۲۰۰۱)		عبدا... و همکارانش(۲۰۰۳)		ابودعایه (۱۹۹۸)	
قیمت تمام شده	۱	مسایل مالی	۱	مسایل مالی	۱
دوره زمانی	۲	محدودیت زمانی	۲	زمان مورد نیاز	۲
فرم ساختاری ساختمان	۳	پایداری ساختمان	۳	کیفیت و استحکام ساختمان	۳
ابعاد ساختمان	۴	بزرگی و شکل ساختمان	۴	بزرگی، شکل و در دسترس‌بودن ساختمان	۴
مکان قرارگیری ساختمان	۵	مکان و میزان دسترسی به ساختمان	۵		
محدوده تخریب	۶	میزان و وسعت تخریب	۶	میزان بتنی که در معرض تخریب قرار گرفته و دفع شود	۵
ایمنی	۷	بهداشت و ایمنی	۷	ایمنی کارگران و جامعه	۶
کاربری ساختمان در گذشته	۸	ملاحظات محیط زیست	۸	ملاحظات محیط زیست	۷
بررسی و برنامه‌ریزی در رابطه با مسایل آتی ساختمان	۹	بازیافت	۹	بازیافت	۸
		انتقال آوار و نخاله	۱۰	انتقال و دفع آوارها	۹
پیمانکاران و فرهنگ پیمانکار تخریب	۱۰	وجود مواد خطرناک	۱۱		
حد مجاز ایجاد سروصدا	۱۱	تاییدیه مهندس ساختمان	۱۲		
		درخواست کارفرما	۱۳		

عبدا... و همکارانش بر این اعتقادند که انتخاب روش تخریب تنها با توجه به سیزده فاکتور امکان‌پذیر نیست و این فاکتورها در کنار تجربه، مهارت و دانش به نتیجه مطلوب خواهد رسید. این در حالی است که ابودعایه و همکارانش توجه به نه عامل شناسایی شده را کافی می‌دانند، به طور مشابه هارلی و همکارانش نیز برای انتخاب روش تخریب توجه به فاکتورها و عوامل کلیدی را کافی می دانند اما بر این باورند که لزوما یک روش تخریب منحصر به فرد وجود نخواهد داشت. لذا انتخاب روش نهایی براساس تجربه، مهارت و دانش خواهد بود. تحقیقات انجام گرفته توسط عبدا... و همکاران، ابودعایه و هارلی از یک جنبه کاملا مشابه است، یعنی پژوهش آن ها، فرد را در راستای تجزیه و تحلیل فاکتورهای مورد نظر راهنمایی می‌کند؛ اما در راستای انتخاب روش تخریب راهکار جدی را پیشنهاد نمی‌کند. براساس تحقیقات عبدا... و همکاران، ابودعایه و هارلی دوازده فاکتور انتخاب شده است که در ذیل می‌آید:

جدول ۲- فاکتورهای موثر در تخریب ساختمان

فاکتورهای کلیدی	
سود برای پیمانکار	۱
زمان مورد نیاز برای تخریب	۲
فرم ساختاری ساختمان	۳
ابعاد سازه	۴
مکان و میزان دسترسی به ساختمان	۵
میزان گستردگی تخریب	۶
میزان سر و صدای مجاز	۷
بهداشت و ایمنی نیروی کار	۸
بهداشت و ایمنی جامعه	۹
مسایل آتی پس از تخریب	۱۰
پیشینه استفاده از ساختمان	۱۱
درخواست کارفرما	۱۲

توضیحات مربوط به فاکتورهای مورد نظر در جدول ۳ می آید:

جدول ۳- تعریف فاکتورهای موثر در تخریب

ردیف	فاکتور	تعریف فاکتور
۱	سود برای پیمانکار	عملیات تخریب نسبت به عملیات ساخت دارای ریسک بیشتری می باشد و لذا دارای سود بیشتری نیز خواهد بود اما مساله مهم در ارتباط با سود بحث ایمنی حین کار است. که علاوه بر اقتصادی بودن روش به ایمن بودن آن نیز باید توجه شود.
۲	زمان مورد نیاز برای تخریب	تمامی روش های تخریب نیازمند یک زمان حداقل می باشند و این زمان با تغییر روش تخریب تغییر خواهد کرد. احتمالا هرچه روش سریع تر انجام گیرد، دارای ریسک بیشتری هم خواهد بود اما در برخی موارد می توان این ریسک ها را کنترل کرد.
۳	فرم ساختاری ساختمان	مواردی از قبیل نوع مصالح به کار رفته، شکل هندسی سازه، عمر ساختمان و روش ساخت (ساختمان فولادی و بتنی و یا استفاده از بتن پیش تنیده و پس تنیده)
۴	ابعاد سازه	ابعاد فیزیکی ساختمان به طور مستقیم با روش تخریب در ارتباط است. برای نمونه چنان چه تعداد طبقات یک ساختمان بیش تر از سه طبقه باشد روش‌های مناسب برای تخریب محدود خواهد شد. هم‌چنین چنان چه فاصله دهانه‌های بین تیرها در یک سالن زیاد باشد روش تخریب را تحت تاثیر قرار خواهد داد.
۵	مکان و میزان دسترسی به ساختمان	این که ساختمان در چه مکانی واقع شده است؟ میزان دسترسی به آن چقدر است؟ و آیا نوع دسترسی به آن موجب محدودیت در انتخاب روش می شود یا خیر؟
۶	میزان گستردگی تخریب	کل ساختمان و یا بخش هایی از آن تخریب شود.
۷	میزان سر و صدای مجاز	علاوه بر میزان سر و صدا میزان ارتعاش و آلودگی هوا نیز دارا ی اهمیت می باشد.
۸	بهداشت و ایمنی نیروی کار	فقط در ارتباط با مسایل ایمنی و بهداشتی نیروی کار حاضر در کارگاه
۹	بهداشت و ایمنی جامعه	بهداشت و ایمنی هر فردی که تحت تاثیر پروژه به صورت غیر مستقیم باشد.
۱۰	مسائل آتی پس از تخریب	آیا پسماندهای باقی مانده بازیافت میشود یا دفع می گردند؟ آیا پسماندها شامل مواد خطرناک می باشد یا خیر؟
۱۱	پیشینه استفاده از ساختمان	کاربری گذشته ساختمان مهندس تخریب را آگاه می‌سازد که با چه مواردی روبرو خواهد شد.
۱۲	درخواست کارفرما	درخواست های کارفرما که از قبیل میزان زمان مورد نظر کارفرما و .... می باشد.

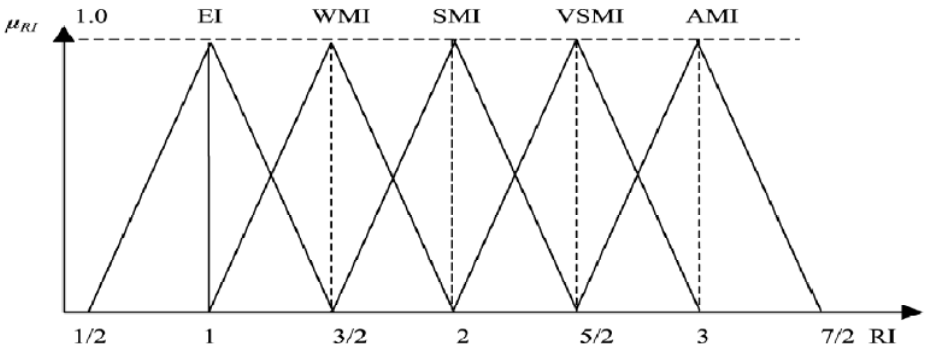
روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی تحلیلی بوده که به صورت پیمایشی صورت می گیرد. در این پژوهش برای جمع آوری داده ها و اطلاعات مورد نیاز از دو شیوه مطالعات کتابخانه ای و پرسش نامه استفاده شده است. این تحقیق از لحاظ موضوعی در قلمرو مبحث تخریب ساختمان و کاربرد روش های تصمیم گیری چند شاخصه در فاکتورهای مرتبط با این حوزه قرار می گیرد. قلمرو زمانی این پژوهش از اوایل تیرماه سال ۱۳۹۱ تا بهمن ماه سال ۱۳۹۱ می‌باشد. همچنین این تحقیق در ارتباط با حادثه سعادت‌آباد انجام شده است. داده‌های این تحقیق شامل داده‌هایی است که

از طریق پرسش نامه‌ها بدست آمده و روش های تحلیل سلسله مراتبی فازی با استفاده از نرم افزار ماکروسافت اکسل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در ادامه روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به طور خلاصه تشریح می گردد.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

در این تحقیق به منظور تعیین وزن و اولویت فاکتورها، پرسش نامه ای طراحی گردید و میان خبرگان مهندسی تخریب توزیع گردید. تعداد ۱۰ پرسش نامه میان ۴ عضو هیات علمی، ۴ پیمانکار تخریب، و ۲ کارشناس نظام مهندسی توزیع گردید که هر ۱۰ پرسشنامه به صورت کامل تکمیل و در اختیار محقق قرار گرفت. این ۱۰ پرسش نامه بصورت اعداد مثلثی فازی، در ۱۰ ماتریس جداگانه نوشته شد. سپس براساس روابط ریاضی فازی، ۱۰ ماتریس بصورت یک ماتریس که به ماتریس مقایسات زوجی فازی تجمیعی مصطلح است تبدیل و محاسبه گشت و مقدار اوزان بهنجار شده‌ی فاکتورها به دست آمده است. مقیاس های فازی مورد استفاده در روش تحلیل سلسله مراتب فازی در شکل شماره ۱ و جدول شماره ۴ نشان داده شده است.



شکل ۱- مقیاس های زبانی اعداد مثلثی برای بیان درجه اهمیت

جدول۴- مقیاس تبدیل فازی مثلثی

مقیاس زبانی برای درجه اهمیت	مقیاس اعداد فازی مثلثی	مقیاس معکوس اعداد فازی مثلثی
عینا یکسان	(۱و۱و۱)	(۱و۱و۱)
نسبتا مهم تر[1]	(۱و۱,۵و۲)	(۱و۰,۶۶و۰,۵)
مهم تر[2]	(۱,۵و۲و۲,۵)	(۰,۶۶و۰,۵و۰,۴)
خیلی مهم تر[3]	(۲و۲,۵و۳)	(۰,۵و۰,۴و۰,۳۳)
بی نهایت (کاملا) مهم تر[4]	(۲,۵و۳و۳,۵)	(۰,۴و۰,۳۳و۰,۲۸)
عینا یکسان	(۱و۱و۱)	(۱و۱و۱)

1-Weakly More Important (WMI)
2-Strongly More Important (SMI)
3-Very Strongly More Important (VSMI)
4-Absolutely More Important (AMI)

مراحل انجام تحلیل سلسله مراتبی فازی

مرحله اول ـ ترسیم درخت تصمیم‌گیری :

در این مرحله بایستی درخت تصمیم‌گیری که در آن سطوح سه‌گانه هدف، معیارها و گزینه‌ها موجود می‌باشد، ترسیم شود.

مرحله دوم ـ انجام مقایسات زوجی:

در این مرحله باید علاوه بر مقایسه متقابل متغیر های تایید شده، هر یک از صنایع بر اساس هر متغیر نسبت به هم مقایسه شود. از آنجایی که جدول مقایسه زوجی بایستی به وسیله اعداد مثلثی فازی تکمیل شود تا از طریق تحلیل سلسله مراتبی فازی قابل حل باشد، این جداول نیز بایستی بوسیله عدد فازی (M (l, m, u تکمیل گردد.

مرحله سوم ـ انجام محاسبات در FAHP :

در این مرحله با استفاده از تعاریف مطرح شده در بخش های قبل، ضرایب هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی محاسبه می‌شود. برای این منظور فرمول‌های مورد نیاز در این مرحله به ترتیب زیر خواهد بود:

ابتدا داریم:

$\tilde{M}_{gi}^{1}, \tilde{M}_{gi}^{2}, \ldots, \tilde{M}_{gi}^{m}$, i=1, 2,…,n

$\tilde{M}_{gi}^{j}$(j=1,2, 3,…, m)

بایستی Si مربوط به هر یک از معیارها (عناصر فازی) را با استفاده از فرمول زیر محاسبه نمود:

$$Si=\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}\otimes\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1} \quad (۱)$$

که در آن i بیان گر شماره سطر و j نشان‌دهنده شماره ستون است. $\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}$ در فرمول فوق، اعداد فازی مثلثی موجود در جداول مقایسات زوجی هستند. به منظور محاسبه $\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}$ می‌توان از فرمول زیر استفاده نمود:

$$\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}=\left(\sum_{j=1}^{m}l_j\ ,\sum_{j=1}^{m}m_j,\sum_{j=1}^{m}u_j\right) \quad (۲)$$

همچنین برای محاسبه $\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1}$ و $\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1}$ می‌توان از فرمول‌های زیر نیز استفاده کرد:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}= \quad (۳)$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n}l_i\ ,\sum_{i=1}^{n}m_i,\sum_{i=1}^{n}u_i\right)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1}= \quad (۴)$$

$$\left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}u_i}\ ,\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}m_i},\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}l_i}\right)$$

Where ui, mi, li >0

$$Si=\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}\otimes\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1}=\left(\sum_{j=1}^{m}l_j\ \otimes\ \sum_{i=1}^{n}l_i\ ,\sum_{j=1}^{m}m_j\ \otimes\ \sum_{i=1}^{n}m_i\ ,\ \sum_{j=1}^{m}u_j\ \otimes\ \sum_{i=1}^{n}u_i\right) \quad (۵)$$

پس از محاسبه S_i باید درجه بزرگی آن ها را نسبت به هم به دست آورد. درجه بزرگی هر یک از عناصر فازی نسبت به دیگری به ترتیب زیر محاسبه میشود:

$$V\ (\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1\ ) = sup[\ \min\ (\tilde{M}_1(x)\ ,\ \tilde{M}_2\ (y))] \quad (۶)$$

دو عدد فازی مثلثی باشند درجه $\tilde{M}_1$ بطور کلی اگر $\tilde{M}_2$ و بزرگی آن ها به صورت زیر تعریف می شود:

$$V\ (\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1\ ) = hgt\ (\tilde{M}_1 \quad \tilde{M}_2) = \tilde{M}_2\ (d)$$

$$=\begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1-u_2}{(m_2-u_2)-(m_1-l_1)} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (۷)$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر به دست می آید:

$$V\ (\tilde{M} \geq \tilde{M}_1\ \ ,\tilde{M}_2\ ,\ldots,\tilde{M}_k) =\min\ V(\tilde{M}\ \geq \tilde{M}_i)\ ,$$

I =1,2,…,k

در روش تحلیل توسعه ای برای محاسبه وزن شاخص ها در ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر عمل میکنیم.

حال می توان W' که وزن سازه ها قبل از نرمال شدن می باشد را محاسبه کرد:

$$W'(S_i)=\text{Min}\ [V\ (S_i \geq S_1,\ S_2,\ldots,S_k)] \rightarrow$$

$$W'=[\ W'(S_1)\ ,\ldots,W'(S_n)]$$

W' را می‌توان با استفاده از فرمول زیر نرمالیزه کرد:

$$W=\frac{W_i'}{\sum W_i'}$$

چنانچه ضرایب مقایسات زوجی موجود باشد، نتـایج نهـایی بـه ترتیب زیر خواهد بود:

$$A_{(n*1)} = F_{(n*n)} * W_{(n*1)}$$

F: وزن مربوط به گزینه‌ها

W: وزن مربوط به معیارها

A: وزن نهایی گزینه‌ها

مرحله چهارم ـ اولویت بندی گزینه‌ها :

پس از این که وزن هر یک از گزینه‌ها مشخص شد، گزینـه‌ها را براساس وزن آن ها می‌توان اولویت بندی نمود.

تجزیه و تحلیل داده ها

ابتدا پرسش نامه مقایسات زوجی طراحی و در اختیـار خبرگـان قرار می گیرد به طوری که بتوان مقایسه هایی بین فاکتورهـای موثر در تخریب ساختمان را انجام داد. به این منظور، فاکتورهـا به صورت دو به دو مقایسه و وزن آنها به صورت کیفی که نشان دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو فاکتور است صورت می‌گیـرد. از این پس برای سادگی فاکتورها را با حروف اختصـاری زیـر در جداول فازی نشان می دهیم.

جدول ۵- معرفی حروف اختصاری سازه ها

C1	سود پیمانکار
C2	زمان مورد نیاز تخریب
C3	شاخص‌های فیزیکی ساختمان
C4	بهداشت و ایمنی
C5	محیط زیست

محاسبات FAHP

گام اول: جهت بدست آوردن وزن های مربوط به فاکتورهاست، از آن جایی که مساله دارای ۵ فاکتور است، باید ۱۰ مقایسه زوجی صورت بگیرد. در این تحقیق پرسش نامه مقایسات زوجی محقق ساخته، که در ضمایم ارایه شده است، میان ۱۰ نفر از اعضای هیات علمی دانشگاه و خبرگان، توزیع و سپس جمع آوری گردید.

گام دوم: پس از انجام محاسبات اولیه و گرفتن میانگین از گزینه های پرسش نامه، ماتریسی به نام ماتریس تجمیع فازی محاسبه شد که در جدول شماره ۶ ارایه شده است.

جدول ۶- ماتریس تجمیع فازی

	C1			C2			C3			C4			C5		
	L	m	u	L	m	u	L	m	u	L	m	u	L	m	u
C1	-	-	-	۰/۵	۱	۱/۵	۰/۳۳	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۴	۰/۵
C2	۰/۶۶	۱	۲	-	-	-	۰/۵	۰/۶۶	۱	۰/۳۳	۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۶۶
C3	۲	۲/۵	۳	۱	۱/۵	۲	-	-	-	۰/۵	۱	۱/۵	۰/۵	۰/۶۶	۱
C4	۲	۲/۵	۳	۲	۲/۵	۳	۰/۶۶	۱	۲	-	-	-	۰/۵	۱	۱/۵
C5	۲	۲/۵	۳	۱/۵	۲	۲/۵	۱	۱/۵	۲	۰/۶۶	۱	۲	-	-	-

گام سوم: پس از محاسبه ماتریس تجمع فازی وزن هر کدام از فاکتورها بدست می‌آید که در زیر محاسبات مربوط به آن آورده شده است.

S_1= (۲,۵, ۳,۲, ۴) ⊗ (۰,۰۲۵۹, ۰,۰۳۴, ۰,۰۴۴)

= (۰,۰۶۴۶۶۶, ۰,۱۰۸۷۷, ۰,۱۷۶۱۰۸)

S_2= (۲,۸۹, ۳,۵۶, ۵,۱۶) ⊗ (۰,۰۲۵۹, ۰,۰۳۴, ۰,۰۴۴)

= (۰,۰۷۴۸۴, ۰,۱۲۱۰۰۶, ۰,۲۲۷۱۷۹)

S_3= (۵, ۶,۶۶, ۸,۵) ⊗ (۰,۰۲۵۹, ۰,۰۳۴, ۰,۰۴۴)
= (۰,۱۲۹۳۳۳, ۰,۲۲۶۳۷۷, ۰,۳۷۴۲۳)

S_4= (۶,۱۶, ۸, ۱۰,۵) ⊗ (۰,۰۲۵۹, ۰,۰۳۴, ۰,۰۴۴)
= (۰,۱۵۹۳۳۸, ۰,۲۷۱۹۲۴, ۰,۴۶۲۲۸۴)

S_5= (۶,۱۶, ۸, ۱۰,۵) ⊗ (۰,۰۲۵۹, ۰,۰۳۴, ۰,۰۴۴)
= (۰,۱۵۹۳۳۸, ۰,۲۷۱۹۲۴, ۰,۴۶۲۲۸۴)

گام چهارم: با توجه به مراحل بیان شده در قسمت قبلی، ماتریس درجه بزرگی استخراج میگردد.

جدول ۷- ماتریس درجه بزرگی

درجه بزرگی (V)	S1	S2	S3	S4	S5
S1		۰,۶۷	۰,۲۴	۰,۰۷۱	۰,۰۷۱
S2	۱		۰,۵۰۴	۰,۲۸۶	۰,۲۸۶
S3	۱	۱		۰,۷۴۷	۰,۷۴۷
S4	۱	۱	۱		۱
S5	۱		۱	۱	

گام پنجم: در این ماتریس مینیمم هر سطر از ماتریس درجه بزرگی محاسبه می شود که وزن و اهمیت هر فاکتور را نشان می دهد و با W' نشان داده میشود.

گام ششم: در مرحله بعد وزن هر فاکتور باید نرمال شود که با W نشان داده می شود. با استفاده از این اوزان، اهمیت و رتبه هر فاکتور بدست می آید که در جدول زیر ارایه شده است.

جدول ۸- وزن فاکتورهای موثر در تخریب

فاکتورها	W	w' (MIN)
سود پیمانکار	۰,۰۲۳	۰,۰۷۲
زمان مورد نیاز تخریب	۰,۰۹۲	۰,۲۹
شاخص‌های فیزیکی ساختمان	۰,۲۴	۰,۷۵
بهداشت و ایمنی	۰,۳۲	۱
محیط‌زیست	۰,۳۲	۱
جمع	**۱**	**۳,۱**

اولویت فاکتورها بر اساس اهمیت به شرح زیر می باشد که در آن فاکتور بهداشت و ایمنی به همراه محیط‌زیست دارای بالاترین اهمیت و فاکتور سود پیمانکار دارای پایین ترین اهمیت در میان پنج فاکتور است.

جدول ۹- اولویت‌بندی فاکتورهای موثر در تخریب

وزن	سازه ها	اولویت
۰,۳۲	بهداشت و ایمنی	۱
۰,۳۲	محیط‌زیست	۲
۰,۲۴	شاخص‌های فیزیکی ساختمان	۳
۰,۰۹۲	زمان مورد نیاز تخریب	۴
۰,۰۲۳	سود پیمانکار	۵

مطالعه موردی (سعادت‌آباد تهران)

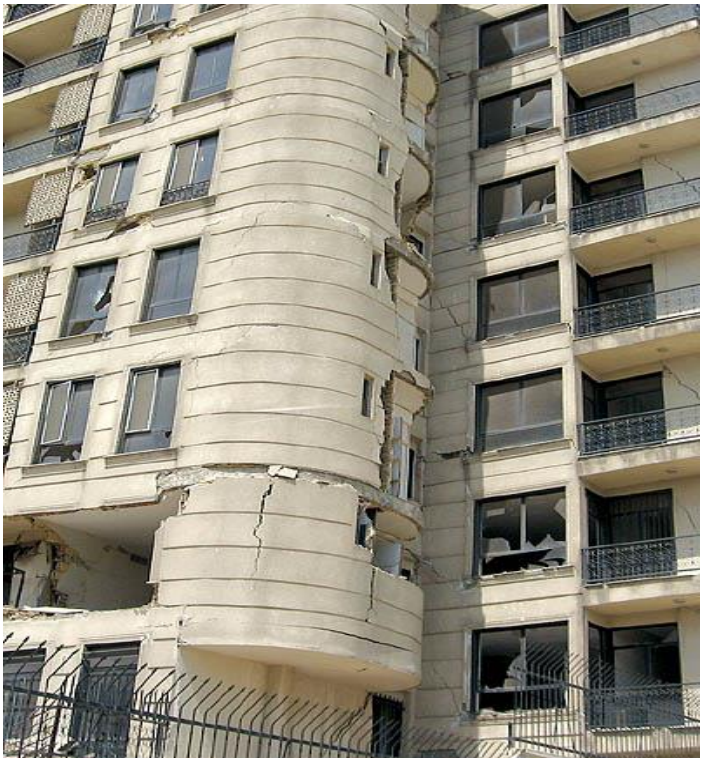
روز دوشنبه دهم تیرماه سال ۱۳۸۷ یک ساختمان هفت طبقه بتنی در حال تخریب واقع در بلوار فرهنگ سعادت آباد فرو ریخت. در این حادثه که در ساعت هشت و چهل و چهار دقیقه صبح و به صورت ناگهانی رخ داد، هفده انسان جان خود را از دست دادند. این تخریب ناخواسته علاوه بر گرفتن جان انسان‌ها موجب ایجاد خسارت برای ساختمان‌های هم جوار نیز شد. آن چه در این تحقیق مهم است بررسی دلیل ریزش ساختمان و

نحوه تخریب آن است و برای رسیدن بـه ایـن موضـوع نیازمنـد اطلاعات گذشته این سازه می باشیم. پروانه ساخت ایـن زمـین در سال ۱۳۷۰ و برای دو طبقه زیـرزمین و سـه طبقـه روی آن صادر شده و در سال ۷۳ نیز گواهی عدم خلاف برای این ملـک صادر گردیده بوده است. پـس از گذشـت سـه سـال از دریافـت گواهی عدم خلافی، پروانه ساختمانی جدیدی مبنی بر موافقـت با احداث پنج طبقه ساختمانی بر روی ساختمان موجـود صـادر می‌شود و پـس از ایجـاد بنـای جدیـد در سـال ۷۹ بـرای ایـن ساختمان پایان کار صادر مـی‌شـود. بـا ایـن حسـاب سـاختمان مذکور شامل دو طبقه زیرزمین و هشت طبقه روی آن شده بود که دارای سی و دو واحد مسکونی بوده است. استفاده مسـکونی از ساختمان از سال هفتاد و نه تا سال هشتاد و سه ادامـه مـی-یابد که در این سال ساکنین به دلیل مشاهده ترک‌های طولی و عرضی در اسکلت ساختمان، اقدام به تخلیه آن می‌کنند. پس از تخلیه و اقـدام قضـایی در سـال مـذکور ایـن سـاختمان بسـیار خطرناک و غیرقابـل تـرمیم اعـلام مـی‌گـردد. امـا ایـن بنـا در وضعیت بحرانی و بلاتکلیـف بـاقی مـی‌مانـد و بـرای سـاختمان دستور تخریب و نوسازی داده می‌شود اما اقدام مناسبی صـورت نمی‌گیرد. پس از گذشت یک روند طولانی شهرداری منطقـه دو در سال هشتاد و هفت اقدام به تخریب ساختمان می‌کند که در همان مراحل ابتدایی تخریب، ساختمان به صـورت ناخواسـته و برنامه‌ریزی نشده فرو می‌ریزد.

شکل ۲- ساختمان ۲ ماه قبل از اقدام به تخریب

نکته قابل توجه در این تخریب این است که به هنگـام تخریـب این ساختمان بررسی ساختمان و شرایط سازه‌ای در نظر گرفتـه نشده است و این مساله موجب بروز حادثه شده است. بـه طـور کلی در تخریب این ساختمان فاکتورهـای مـوثر بـرای انتخـاب روش تخریب مناسب در نظر گرفته نشده اسـت. چنـان چـه در تخریب این ساختمان از کتراکت و مواد انفجاری با قدرت پایین استفاده می‌شد و نیروی انسانی از درون ساختمان حـذف مـی-شد، ایـن فاجعـه بوجـود نمـی‌آمـد. ایـن سـاختمان بـه هنگـام ناپایداری و تخریب ناگهانی خود در درون خود فـرو ریخـت لـذا بهتر آن بود که با روش انفجاری و یا اسـتفاده از مـواد منبسـط شونده این ناپایداری به صورت پیش‌بینی شده و در نظر گـرفتن تمهیـدات لازم انجـام مـی‌شـد. مطالعـات در حـوزه مهندسـی ساختمان نشان دهنده آن است که کیفیت پایین ساخت و سـاز در کشور از عواقب عدم رعایت مقررات ملی سـاختمان، معیـوب بودن چرخه مدیریت ساخت و ساز، حضور متولیـان متعـدد کـه پاسخ گویی یا مسوولیت هیچکدام صـراحت نـدارد، مقاومـت در

برابر صنعتی شدن ساخت و ساز در کشور، به کار گیری مصالح غیر استاندارد و یا گواهی و تاییدیه‌های غیر واقعی، کنترل های شدید ظاهری بدون توجه به محتوا، نامشخص بودن نحوه کنترل کیفیت، دست یازیدن به امر ساخت و ساز توسط سوداگران اقتصادی، عقیم ماندن طرح شناسنامه دار کردن بناها، نبود بانک های اطلاعاتی مدرن و به روز، طراحی معماری غیر مناسب برای جامعه امروز ایران، استفاده غیر اصولی و بی رویه از منابع و ذخایر طبیعی، بهره برداری زود هنگام از بناها و سازه‌های تکمیل نشده، بازسازی‌های ظاهری با وجود نواقص اولیه و حتی تضعیف بیش تر ساختمان، تخریب با روش و وسایل بدوی، پراکنده سازی و عدم بهره گیری از تولید انبوه در صنعت ساختمان و بحث تضمین کیفیت و نامعلوم بودن وضعیت بیمه ساختمان، و عدم اقتدار سازمان نظام مهندسی کشور، روند ناصحیح احراز صلاحیت‌ها، بی توجهی به حفاظت وصیانت از حقوق مهندسان، ناکافی بودن حق الزحمه مهندسان ساختمان، عدم رعایت اصول اخلاق حرفه ای، عدم درجه‌بندی نیروی کار ماهر و عدم بهره‌گیری از مجریان ذی‌صلاح و مسوولان در اجرای ساختمان‌ها است.



شکل ۳- وجود ترک‌های عمیق در ساختمان سعادت‌آباد

از آنجایی که وجود مقررات در زمینه ساخت و تخریب بسیار مهم و حیاتی است و علی‌رغم عدم توجه برخی از پیمانکاران به آن وجود این آیین نامه‌ها در جلوگیری از بروز بسیاری از حوادث موثر خواهد بود. زیرا مقررات علاوه بر روشن نمودن روش‌های صحیح، امکان نظارت مفید و موثر را بوجود خواهد آورد. لیکن در مقررات ملی و آیین‌نامه‌های کشورمان به مساله تخریب ساختمان توجه بسیار پایینی شده است و این مساله موجب نگرانی و تکرار حوادث در این زمینه است. در ادامه به بررسی تطبیقی آیین‌نامه‌های موجود در رابطه با تخریب در ایران(به خصوص شهر تهران) با آن چه در جهان وجود دارد می‌پردازیم.

نتیجه گیری

تخریب ساختمان‌ها به علت اثرات متعددی که بر محیط شهری و شهروندان مـی گـذارد، از اهمیـت فراوانـی برخـوردار اسـت. تخریب ساختمان می تواند باعث آسیب به افراد و دارایی هـای عمومی و خصوصی شود، سلامت افراد مـرتبط بـا پـروژه را بـه مخاطره بیاندازد و بـه محـیط پیرامـونی و همسـایگان آسـیب برساند. مساله تخریب تاکنون در ایران مورد توجه قرار نگرفته و آیین نامه‌ای برای آن تدوین نشده است. هر چند که به صورت پراکنده آیین نامه‌هایی برای تخریب در مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان، نشریه مشخصات عمومی کارهای ساختمانی سازمان مدیریت و آیین نامه حفاظت کارگاه‌های ساختمانی وزارت کار و امور اجتماعی وجود دارد، ولی این موارد بـیش تـر حفاظـت و ایمنی در حین کار را در نظـر مـی گیرنـد و هـیچ صـحبتی از برنامه، جزئیات و چگونگی روش‌های تخریب نشده است، ضمناً مقررات این آیین نامه‌ها در ارتباط بـا ایمنـی هـم بـه صـورت خلاصه مطرح شده است. بنابراین در این پژوهش سعی گردید تا فاکتورهای مهم در مبحث تخریب شناسایی شده و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی این فاکتورها رتبـه بنـدی شـوند. رتبه‌بندی این فاکتورها در کنار در نظر داشتن نقـایص موجـود، راهی برای مدیریت و اولویت‌بندی برای رفـع مشـکلات بوجـود خواهد آورد. بدین منظور داده‌های حاصـل از پرسـش نامـه تحلیـل سلسله مراتبی فازی مورد تجزیـه و تحلیـل قـرار گرفـت. داده هـای حاصل از پرسش نامه جهت محاسبات FAHP تهیـه شـد و بـا استفاده از آن پـردازش هـای لازم روی داده هـا انجـام گردیـد. سپس اولویت و وزن فاکتورها بدسـت آمـد کـه بـه شـرح ذیـل میباشد.

- فاکتور بهداشت و ایمنی با وزن ۰/۳۲
- فاکتور محیط‌زیست با وزن ۰/۳۲
- فاکتور شاخص‌های فیزیکی ساختمان با وزن ۰/۲۴
- فاکتور زمان مورد نیاز تخریب با وزن ۰/۰۹۲
- فاکتور سود پیمانکار با وزن ۰/۰۹

همان گونه که در بالا مشاهده می شود پنج فاکتور مـوثر در تخریـب سازه‌ها رتبه بندی شـده اسـت . نتـایج حاصـل از ۱۰ پرسـش نامـه مقایسات فازی که با روش سلسله مراتب فازی بدست آمده به فاکتور ایمنی و بهداشت به همراه فاکتور محیط زیست ضریب اهمیت ۰,۳۲ را اختصاص داده است. این بـدین معناسـت کـه فاکتورهـای ایمنـی، بهداشت و محیط زیست بیش از شصت درصد از مسـایل تخریـب را شامل می‌شوند. فاکتور شـاخص‌هـای فیزیکـی سـاختمان نیـز دارای اهمیت حدود بیست و پنج درصد است و دو فاکتور دیگر مجموعـا ده درصد از مسایل تخریب را به خود اختصاص مـی‌دهـد. بـا توجـه بـه مسایل ذکر شده در بالا می‌توان نتیجه گرفت:

- داشتن یـک برنامـه جـامع ایمنـی، بهداشـت و محـیط زیسـت در تخریب ساختمان اجتناب ناپذیر اسـت و چنـان چـه ایـن برنامـه بـه صورت موثر اجرا شود، بیش از شصت درصد از مشـکلات موجـود در تخریب ساختمان برطرف خواهد شد. برای اجرایی شدن ایـن برنامـه نیز باید مجری تخریب مشخص باشد و کلیه عملیات تخریب توسـط دفاتر مهندسی و اشخاص مشخص صورت گیـرد. بـه منظـور تحقـق برنامه‌های ایمنی و بهداشت نظارت ناظران نیز اجتناب ناپذیر است.
- خطر در تمامی روش‌های مرتبط با تخریب وجود دارد اما مهم آن است که بوسیله مدیریت و انتخاب روش مناسب خطرها را به حداقل ممکن کاهش داد. بنابراین در ارتباط با هیچ ساختمانی قبل از بررسی آن، نمی‌توان روش خاصی را پیشنهاد کـرد و در عـین حـال ممکـن است در یک پروژه چند روش مناسب و قابل اجرا باشـد امـا در آخـر مجری است که باید روش خود را با توجه به تجربه و مسائل اقتصادی و ملاحظات HSE و... انتخاب کند.
- تا زمانی که در ایران به مبحـث تخریـب بـه عنـوان یـک فرآینـد مهندسی نگاه نشود و برنامه‌های ایمنی مرتبط با آن از قبـل طراحـی نگردد، احتمال وقوع حادثه بسیار بـالا خواهـد بـود، بنـابراین از نظـر محقق با وضع موجود بهتر آن اسـت کـه میـزان درگیـری مسـتقیم نیروی انسانی در این عملیات کم تر شود و بـیش تـر از ماشـین‌آلات استفاده گردد.
- به منظور ارتقای بهداشت و ایمنی نیروی کـار و جامعـه ضـروری است آیین نامه هایی مرتبط با مبحث تخریب تدوین شـود و الزامـات آن‌ها توسط پیمانکاران اجرایی گردد.

- در بین مباحث مقررات ملی جای یک مبحث با عنوان تخریب ساختمان خالی است و تدوین این مقررات بایستی در اولویت قرار بگیرد.

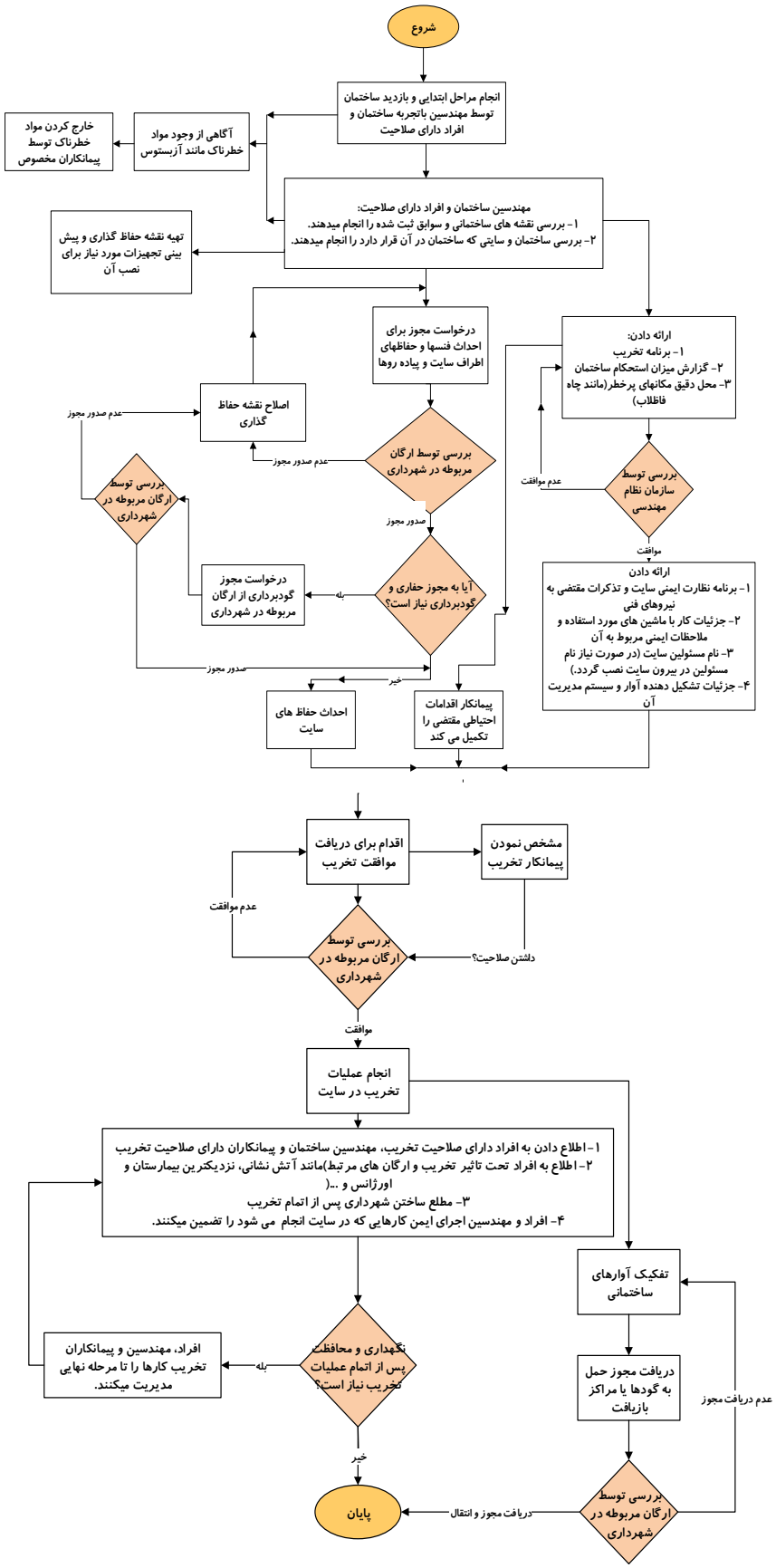
- روش‌های ساخت نیز در مسایل مربوط به تخریب ساختمان بسیار تاثیرگذار است و چنان چه عملیات ساخت و ساز به صورت اصولی و در صورت امکان به صورت پیش ساخته انجام گیرد، تخریب آن نیز دارای مشکلات کم تر و از ایمنی بیش تری برخوردار خواهد بود. بدون تردید تغییر در روش های سنتی ساخت و بهره گیری از مصالح و فناوری های جدید در جهت افزایش سرعت اجرای ساختمان و نیز کاهش هزینه ساخت و در نهایت سادگی و سرعت در تخریب، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است .این امر به خصوص در کاهش نخاله های تولید شده و آلودگی کمتر محیط زیست می تواند بسیار حایز اهمیت باشد.

- به دلیل آلودگی بیش تر پسماندهای صنعتی همواره به ارزیابی اثرات این دست از پسماندها پرداخته شده است اما در ارتباط با پسماندهای ساختمانی اقدام عملی قابل توجهی صورت نگرفته است، این در حالی است که این پسماندها نیز موجب آلودگی آب‌های زیر زمینی، کاهش PH آب و تولید گاز سولفید هیدروژن می‌شود. بنابراین دفع پسماندهای ساختمانی نیز باید به صورت بهداشتی انجام شود. با توجه به مسئله بیان شده قابل ذکر است که در تهران در سال ۱۳۹۰ حجم خاک و نخاله تولیدی ۱۷۴۲۴۰۳۲ متر مکعب بوده است و این حجم در سال‌های ۸۷ تا ۸۹ به ترتیب ۲۴۷۱۷۱۲۲، ۱۸۱۳۴۰۶۱، ۱۸۳۱۲۸۴۱ بوده است که این میزان در گودهای اطراف تهران دفع شده است. که این حجم از آوار موجب آلودگی بسیار بالایی خواهد شد.

- برای دفع پسماندهای ساختمانی باید آیین نامه هایی تدوین شود و جداسازی پسماندها از مبدا در دستور کار قرار گیرد.

- لازم است مجموعه قوانین جامع که تمام ابعاد تخریب را پوشش دهد، تدوین گردد. این قوانین از یک طرف خود بنا، محیط و ساکنین اطراف ساختمان مورد تخریب را باید مدنظر قرار دهد و از طرف دیگر نقش عوامل اجرایی (مجری - ناظر) مرتبط با تخریب را باید مشخص کند. یکی از اساسی ترین راهبردهای اجرایی برای تامین آسایش و امنیت شهروندان تدوین و انتشار یک مبحث از مقررات ملی ساختمان در زمینه تخریب ساختمان می باشد.

- طبق ملاحظات HSE باید در هر کاری از چرخه دمینگ یا PDCA (برنامه‌ریزی، اقدام، بررسی مجدد، انجام عملیات) استفاده کرد. بر این اساس محقق با استفاده از منابع و تجربه‌ای که در تحقیقات خود به دست آورده است مدلی را تدوین کرده است که در ادامه می‌آید.



شکل ۴- مدل اجرایی تخریب ساختمان

در مـدل ارایـه شـده، هـر دو مجموعـه شـهرداری و سـازمان نظـام مهندسی دارای وظایفی می‌باشند. بنابراین همکاری این دو مجموعـه برای پیش برد اهداف و اجرای صحیح مراحل کـاری اجتنـاب ناپـذیر است. سازمان نظام مهندسی موظف است مهندس نـاظر مسـلط بـه تخریب ساختمان را به شهرداری معرفی کرده و سپس مسـایل فنـی مربوط به برنامه تخریب را کنترل و تایید کند. پیشنهاد تحقیقات آتی به صورت ذیل ارایه می گردد:

- مکان‌یابی ایستگاه‌های دفع پسماندهای ساختمانی در تهران و دیگر کلان‌شهرهای کشور
- بررسی روش‌هـای بازیافـت آوارهـای سـاختمانی در گودهـای اطراف شهرها
- تدوین سیستم مدیریت پسماندهای سـاختمانی و تفکیـک در مبدا
- بررسی روش انفجاری و امکان‌سنجی اجرای آن در ایران
- بررسی ترکیب آوارهای سـاختمانی و ارزش گـذاری هریـک از ترکیبات

منابع

1) kaikan, N.D.,(1988),"Reuse of Demolition Waste" volume tow, Chapman & Hall, Tokyo, Japan.

۲) سـازمان مـدیریت و برنامـه‌ریـزی کشـور، (۱۳۸۳) "مشخصـات فنـی عمـومی کارگـاه‌هـای ساختمانی(تجدید نظر دوم) نشریه شماره ۵۵.

3) Hansen. T.C, (1992), "Recycling of Demolished conctete and Masonry", RILEM (The International Union of Testing and Research laboratories for Materials and Structures), Reports.

۴) ماجـدی محمدحسـین(۱۳۸۲) "اسـتفاده بهینـه از آوارهـای سـاختمانی و نقـش کـاهش تخریـب در دارایـی‌هـای بخـش سـاختمان"، مرکـز تحقیقـات ساختمان مسکن.

۵) جعفرزاده، نعمـت ا...- تکدسـتان، افشـین- ابطحـی، مهرنوش (۱۳۸۳) نخاله‌هـای سـاختمانی جداسـازی، بازیافت و دفع؛ مجله مدیریت پسماندها شـماره ۲-۳ - صفحه۳۹-۳۱.

6) Abdullah.a., (2003)." Intelligent Selection of demolition Techniques ". Ph.D. thesis, Loughborough University.

7) Abdullah.a and Anumba.c.j.,(2002). "Decision Model for The Selection of Demolition Techniques", Advances in Building Technology, Volume 2.

8) HURLEY, J.W., (2001)." Deconstruction and reuse of construction materials". UK: Building Research Establishment.