مخازن زیرزمینی؛ فنّاوری جدید در ارتقای زیست‌پذیری شهر

سپهرغرب، گروه شهر: در حال حاضر یکی از دغدغه‌های اصلی مدیریت شهری در کشورهای درحال توسعه مدیریت پسماند جامد شهری است که یکی از مهم‌ترین اهداف آن استفاده از استراتژی‌هایی است که علاوه بر کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و هزینه‌ها در بلندمدت، مشارکت حداکثری مردم را برانگیزد.

بر اساس چکیده مقاله‌ای از «شیما شاهین‌فر» کارشناس ارشد آموزش محیط‌زیست و «حمیدرضا رضوانی» کارشناس ارشد محیط‌زیست و سازمان مدیریت پسماند شهرداری اصفهان، رشد روزافزون جمعیت شهری و پیرو آن افزایش دخالت‌های بشر در محیط‌زیست و به مخاطره انداختن آن، انسان را وامی‌دارد تا نسبت به حفظ آن از طریق مدیریت بهینه پسماندها و اقداماتی در زمینه بازگشت مواد انجام دهد که امروزه نظر بسیاری از کارشناسان و مدیران شهری را به خود معطوف کرده است.

ضایعات جامد شهری شامل تمام مواد زائد حاصل از فعالیت‌هایی است که در شهر انجام می‌شود؛ این مواد ازنظر خواص فیزیکی و شیمیایی تنوع بسیار زیادی دارد. در حال حاضر پیچیدگی‌هایی که در جامعه شهری به‌وجود آمده در کمیت و کیفیت زباله‌ها تغییرات زیادی را ایجاد کرده است که این تغییرات و پیچیدگی‌ها معضلاتی از قبیل اشکال در نحوه جابجایی و چگونگی دفع را نیز به همراه داشته است.

امروزه دفع مواد زائد جامد در شهرهای بزرگ به معضلی با پیامدهای روزافزون تبدیل شده است. گذشته از هزینه بسیار بالایی که جمع‌آوری، حمل‌ونقل و دفع مواد زائد شهری بر کشور تحمیل می‌کند، مخاطرات زیست‌محیطی آن نیز جدی است. نگرانی‌های حاصل از ادامه این وضعیت باید همه اقشار جامعه و به‌ویژه مدیران شهرداری را به تفکر و عمل به‌منظور مقابله با این مخاطرات وادارد.

در این چالش پیش‌رو، استفاده از تجربه سایر کشورها و یا مدل‌های اجرایی موفق در شهرهای مختلف کشورمان ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به قانون مدیریت پسماند، مدیران شهری باید روش‌هایی را به‌کارگیرند به‌نحوی‌که باعث جلوگیری از دفع غیراصولی و کمک به بازگشت سرمایه، حفظ محیط‌زیست، اقتصاد جامعه، ایجاد اشتغال، مشارکت شهروندان و بخش خصوصی شود.

همه مسائل مربوط به پسماند را می‌توان در قالب مدیریت مواد زائد بررسی کرد. مدیریت مواد زائد جامد را می‌توان به یک فعالیت میان‌بخشی پایه‌ریزی شده و بر اساس اصول مهندسی، اقتصادی و محیط‌زیستی بین عناصر مختلف آن یعنی تولید، ذخیره در محل، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، پردازش، بازیافت و نهایتاً دفع بهداشتی مواد زائد جامد اطلاق کرد.

از سوی دیگر محیط‌زیست به‌عنوان یکی از شاخص‌های سه‌گانه تحقق توسعه پایدار شامل مشارکت اجتماعی، حفظ محیط‌زیست و توسعه اقتصاد، زمانی در سلامت خواهد بود که از آلاینده‌ها دور باشد و این مهم نیازمند تأمین بستری است که مانع از پراکندگی پسماندها در محیط‌زیست شهری شود. رشد شهرنشینی در ایران و هر کشور دیگری بالطبع با تبعات ناخوشایندی همراه است که ازجمله می‌توان به افزایش تولید زباله اشاره کرد.

از دیدگاه سازمان بهداشت جهانی یکی از مشکلات مهمی که بر اثر توسعه شهری و صنعتی پدید آمده است، مسئله نحوه دفع مواد زائد جامد است و بسیاری از کشورها در زمینه مدیریت دفع این مواد با مشکل مواجه شده و نیازمند یافتن راهکارهای جامع و کاربردی هستند.

یکی از سیستم‌های رایج جمع‌آوری پسماندهای جامد شهری استفاده از مخازن شهری است که جنس آن‌ها معمولاً از فلز گالوانیزه یا پلاستیک است؛ در سیستم جمع‌آوری توسط مخازن شهری، خانوارها پسماند خود را به مکان‌های از پیش تعیین شده‌ای می‌برند که در آنجا تسهیلاتی برای ذخیره‌سازی پسماند تعبیه شده است.

خودروهای جمع‌آوری معمولاً به شکل روزانه یا یک روز در میان پسماند ذخیره شده در این مخازن را جمع‌آوری می‌کنند؛ مزیت اصلی این روش این است که تعداد نقاطی که خودروی حمل باید برای جمع‌آوری پسماندها توقف کند به شکل قابل‌توجهی کاهش می‌یابد.

اگرچه این سیستم در بسیاری از شهرهای کشورهای توسعه‌یافته مانند هامبورگ، کپنهاگ و شهرهای کشورهای در حال توسعه، ازجمله تهران در حال اجراست، اما این روش با چالش‌های بسیار جدی روبه‌رو شده است. ازجمله آن‌ها می‌توان به سرریزی مخازن به علت تعداد کم مخازن به میزان پسماند تولیدی و یا تعداد کم دفعات جمع‌آوری، ایجاد آلودگی بصری مخازن به علت کثیف شدن بدنه بیرونی آن‌ها، سازگار نبودن مخازن با مبلمان شهری، آسیب‌پذیری مخازن در برابر خوردگی و آتش‌سوزی، نارضایتی ساکنان و کسبه محل و عابران از مکان قرارگیری مخزن، محفوظ نبودن مخازن به علت نداشتن یا کنده شدن درپوش، بوی نامطلوب مساعد شده از مخازن و در نهایت دسترسی آسان حیوانات موذی به محتوای آن‌ها، اشاره کرد.

یکی از راه‌حل‌های ارائه شده برای کاهش این چالش‌ها استفاده از فضاهای زیرزمینی و مخازن زیرزمینی است؛ فضایی که اگرچه مدت‌هاست با کاربری‌های متفاوت مورداستفاده انسان‌ها بوده است، اما تنها از نیم‌قرن پیش موردتوجه مدیریت پسماندهای جامد شهری واقع شده است.

ارتقای کیفیت زندگی در محیط شهر با استفاده از فضای زیرزمینی

بهره‌گیری از فضای زیرزمینی می‌تواند از چند جهت حائز اهمیت باشد؛ چنان‌که فشار موجود بر سطح زمین و کاربری‌های روی زمین را کاهش داده، امکان استفاده به صرفه‌تر از زیرساخت‌ها را فراهم ساخته، جا به جایی در این فضا راحت‌تر صورت پذیرفته و اثرات مخرب زیست‌محیطی زیرساخت یا سازه موردنظر (صدا و بوی نامطلوب) به مقدار قابل‌توجهی در آن کاهش می‌یابد ازاین‌رو می‌توان گفت که استفاده از فضای زیرزمینی کیفیت زندگی در محیط شهری را ارتقا می‌دهد.

مدیریت پسماند جامد شهری با توجه به سطح فرهنگی و اقتصادی هر منطقه با منطقه‌ای دیگر متفاوت است و نیاز به استراتژی خاص خود دارد. با توجه به رشد جمعیت انسانی میزان تولید زباله افزایش یافته است ولی سرانه تولید پسماند در کلان‌شهر اصفهان ۵۷۰ گرم در ازای هر فرد برآورد شده که نسبت به میانگین جهانی آن کمتر است. روزانه یک هزار تن پسماند در کلان‌شهر اصفهان تولید می‌شود که ۳۰ درصد آن قابلیت بازیافت دارد.

مخازن زیرزمینی هم‌اکنون در بسیاری از شهرهای دنیا استفاده می‌شوند و بسیاری از شهرها نیز در حال استفاده آزمایشی از این مخازن هستند تا در صورت موفقیت‌آمیز بودن طرح‌های پایلوت، آن‌ها را جایگزین مخازن سنتی کنند.

ازجمله شهرهایی که اقدام به استفاده از مخازن زیرزمینی کرده‌اند، می‌توان به ابوظبی (امارات)، پولیمائو آلگریو (پرتغال)، پیتربورو (انگلستان)، میکونوس (یونان)، جورج تان (انتریو، کانادا)، کبک (کانادا)، هلسینکی (فنلاند) و ریودوژانیرو (برزیل) اشاره کرد.

سازمان مدیریت پسماند شهرداری اصفهان در این زمینه اقدام به طراحی و نصب مخازن هوشمند زیرزمینی پسماند در چند نقطه از شهر به‌صورت پایلوت کرده است و در نظر دارد این مخازن را در دیگر مناطق هم به کار گیرد.

محفظه نگهداری پسماند این مخازن، در عمق زمین قرار گرفته و تنها دریچه ورودی آن روی زمین واقع شده است و از این جهت معضلاتی مانند بوی پسماند، انتشار پسماندها در سطح معابر، دفعات جمع‌آوری و پیرو آن آلودگی هوا کاهش می‌یابد و شرایطی فراهم می‌شود تا شهروندان در معابر هم بتوانند پسماندهای تر و خشک را تفکیک کنند.

این دریچه مجهز به سنسورهای چشمی است که هنگام نزدیک شدن پسماندها به‌صورت خودکار باز شده و بعد هم بسته می‌شود. در هر یک از مناطق دو مخزن در کنار هم تعبیه شده که یکی مختص پسماند خشک بوده و دیگری مخصوص پسماند تر است.

با توجه به اینکه این طرح به‌صورت پایلوت در شهر اصفهان اجرا می‌شود، ازاین‌رو سابقه‌ای ازنظر رویکرد مردمی در مواجهه با این ایده در دست نیست.

در این راستا با هدف بررسی میزان رضایت شهروندان از نصب و گسترش طرح مخازن هوشمند زیرزمینی پژوهشی انجام شده که درصدد است با بهره‌گیری از نظرات شهروندان دراین‌باره، رویکرد عمومی را در خصوص فراگیر شدن استفاده از این دستگاه‌ها بسنجد تا از این رهگذر، در توسعه طرح بتوان ایرادات موجود را برطرف کرده و نظرات شهروندان را دخیل کرد.

اهداف جزئی این پژوهش بررسی میزان رضایت شهروندان از نصب مخازن زیرزمینی پسماند، بررسی میزان تمایل برای استفاده از این مخازن، بررسی نظرات در خصوص مکان‌یابی نصب مخازن زیرزمینی و بررسی روند توسعه طرح با استفاده ازنظر شهروندان است.

روند توسعه راه‌حل‌های مدیریت پسماند زیرزمینی می‌تواند با توسعه سایر سیستم‌ها و گزینه‌های استراتژی تقویت شود که باعث افزایش بیشتر کارایی طرح‌های زیرزمینی می‌شود ازجمله این گزینه‌ها می‌توان به استفاده از حمل‌ونقل زیرزمینی، توسعه تونل‌های چندمنظوره و تحقیق در مورد کاهش مصرف انرژی اشاره کرد.

مخازن زیرزمینی به‌وسیله حفاری در عمق زمین قرار می‌گیرند و فقط ورودی آن‌ها در محیط سطح قرار گرفته است؛ بدین ترتیب این سیستم خاص جایگزین بخش‌های جمع‌آوری روی زمین می‌شوند و ظرفیت ذخیره‌سازی، امکان تراکم پسماند و عملکرد بهداشتی برتری را به‌ویژه در فصل تابستان ارائه می‌دهند.

علاوه بر این با اجرای این طرح، آلودگی‌های بصری کاهش می‌یابد و در همان زمان، نقاط جمع‌آوری پسماند در روی زمین می‌تواند به‌راحتی در محیط شهری ادغام شود.

به‌کارگیری این سیستم‌های زیرزمینی با فرآیند جمع‌آوری پسماندها با استفاده از کامیون هم امکان‌پذیر است؛ مزیت عمده استفاده از سیستم AVAC یا مخازن زیرزمینی هزینه عملیاتی کمتر برای مدیریت پسماند است.

توسعه رویکردهای مدرن برای مدیریت پسماندهای شهری باید تبدیل به یک الزام قانونی شود و شهرها در این زمینه طرح‌های جدیدی ارائه دهند تا بتوان از فضای شهری استفاده مفیدتری برد. افزون بر این، روش زیرزمینی می‌تواند برای شهروندان جذاب باشد و شرایط دسترسی به سیستم ارتقا یافته برای بازیافت را تسهیل کند و سطح ایمنی و بهداشت عمومی را افزایش دهد.

مشارکت شهروندان

چنین به‌نظر می‌رسد که شهروندان هم از گسترش چنین سیستم‌هایی استقبال خواهند کرد و مایل نخواهند بود که از سیستم‌های سنتی معیوب که منجر به گسترش آلودگی ناشی از پراکنش پسماندها می‌شود استفاده کنند.

بر اساس داده‌های حاصل از پژوهش پروژه نظرخواهی از پیمانکاران و شهرداران مناطق در مورد عملکرد طرح جمع‌آوری مکانیزه زباله در تهران به‌عنوان پژوهشی که با هدف ارزیابی سطح رضایتمندی شهروندان در مورد اجرای طرح جمع‌آوری مکانیزه انجام شده، شهروندان در اجرای صحیح این سیستم با سطح همکاری ۷۰ درصدی، تعامل نسبتاً خوبی با شهرداری دارند.

همچنین در بررسی نظر شهروندان در مورد عملکرد جمع‌آوری مکانیزه بر اساس ملاک‌های تعیین شده جهت ارزیابی همکاری شهروندان در اجرای صحیح سیستم جمع‌آوری مکانیزه زباله، بر اساس مصاحبه صورت گرفته، حدود ۷۷ درصد از ساکنان مناطق در اجرای صحیح این مأموریت، با کارکنان شهرداری همکاری خوبی دارند درحالی‌که بررسی پرسشنامه‌ها نشان می‌دهد ۱۲ درصد در این باره همکاری مناسبی نداشته‌اند و ازجمله دلایل این همکاری نکردن می‌توان به نبود آموزش، کافی نبودن یا مناسب نبودن آموزش‌ها و آگاهی نداشتن شهروندان از کارآیی سیستم‌های مکانیزه اشاره کرد.

در پژوهش بررسی نقش مشارکت مردمی در سیستم‌های مکانیزه جمع‌آوری زباله، افت فرهنگی، افزایش جمعیت، اقتصاد، مصرف بی‌رویه مواد، نبود آگاهی و بی‌توجهی مردم، نداشتن احساس مسئولیت، طبیعت ناهمگون و گسترده وسیع مواد زائد، اجرا نشدن مقررات، قوانین و کمبود امکانات در عرصه خدمات شهری به‌عنوان عوامل چالش آفرین در مدیریت پسماندها مطرح می‌شوند. در این پژوهش فلوچارت زیر به‌عنوان فرآیند شکل‌گیری مشارکت شهروندان در موضوع جمع‌آوری مکانیزه پسماند مطرح شده است.

نتیجه‌گیری

مخازن زیرزمینی ذخیره‌سازی پسماند؛ فنّاوری جدیدی است که با اهداف مختلف ازجمله کاهش آلودگی‌های سطحی، کاهش زمان و دفعات جمع‌آوری و افزایش سطح بهداشت محیط‌زیست شهری در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، جایگزین مخازن سنتی شده‌اند، اما کشورهایی مانند ایران در استفاده از این فنّاوری نوپا هستند و هنوز نتوانسته‌اند طرح را به‌طور کامل و فراگیر اجرا کنند.

بنابراین جهت تعیین بازخورد استفاده از مخازن زیرزمینی پسماند خشک در شهر اصفهان پس از نصب این مخازن پرسشنامه‌هایی با ۲۰ سؤال بر اساس طیف لیکرت طراحی شد و در اختیار ۲۰۰ شهروند در منطقه نصب مخازن (مناطق دو و شش) قرار گرفت. این پژوهش در صدد آن است تا با ارزیابی نظرات شهروندان در خصوص کاربرد، مزایا و گسترش این مخازن، مدیران شهری را در اجرای ادامه این طرح یاری کند.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ۸۶٫۶ زنان و ۸۴ درصد مردان با افزایش تعداد این مخازن در سطح شهر و همین‌طور ۸۳ درصد زنان و ۸۲٫۶ مردان با اجرای گسترده این طرح در سراسر شهر موافق بوده‌اند بنابراین این طرح در مرحله پایلوت توانسته است نسبت به اهداف پیش‌بینی شده عملکرد موفقی نزد شهروندان داشته باشد.

۸۵ درصد شهروندان با نصب این مخازن در بوستان‌ها، معابر و خیابان‌ها موافق هستند؛ این در حالی است که تنها ۵۷ درصد شهروندان با نصب آن‌ها در آپارتمان‌ها و ساختمان‌های بلندمرتبه موافقت کرده‌اند. ازاین‌رو به نظر می‌رسد در فاز نخست اجرای طرح ابتدا باید معابر و اماکن عمومی شهری به این سیستم مجهز شوند و در فاز بعدی پس از نیازسنجی، زیرساخت سازی و اصلاح ساختاری طرح، برای به‌کارگیری در دیگر نقاط ازجمله برج‌ها به کار گرفته شود.

۷۲ درصد از شهروندان شرکت‌کننده در این نظرسنجی بر این باورند که مخازن زیرزمینی باید بر اساس کاربرد، نوع پسماند و مصرف‌کنندگان متفاوت باشند. این تفاوت می‌تواند بدان مفهوم باشد که ازنظر گنجایش، طراحی بصری و مکان نمایی مناسب‌سازی شوند و به‌عنوان‌مثال مخازن تعبیه شده در پارک‌ها و بوستان‌ها، با مخازن آپارتمان‌ها به سمت بهینه شدن، متفاوت باشد.

به اعتقاد ۸۲ درصد از شرکت‌کنندگان، این مخازن برای تفکیک مناسب است ازاین‌جهت می‌توان برنامه‌ریزی‌های حوزه تفکیک و بازیافت را به سمتی هدایت کرد که شهروندان پس از دریافت آموزش‌های لازم در این رابطه با گسترش مخازن، به این زیرساخت برای تفکیک پسماند در شرایط مختلف دسترسی مناسب داشته باشند و این امر به‌تدریج به یک رفتار نهادینه تبدیل شود که هر شهروند در هر مکان، حتی فضاهای عمومی هم پسماند تر و خشک را در مخازن جداگانه قرار می‌دهد که به‌تبع این رفتار بسیاری از هزینه‌ها و پیامدهای زیان‌بار در بحث مدیریت پسماندها را کاهش می‌دهد.

بیش از ۶۰ درصد شرکت‌کنندگان موافق با اجرای طرح‌های مطالعاتی و نیازسنجی برای توسعه و تداوم طرح می‌باشند. به نظر می‌رسد مصاحبه با سکنه، ملاحظه وضعیت زیرساختی، تردد، نوع پسماند و ... لازم باشد تا بر اساس آن در مورد نصب مخزن‌های زیرزمینی تصمیم‌گیری شود و در قدم بعدی هم مواردی مانند گنجایش، بعد زیبایی‌شناختی، جنس مخزن، زمان و نحوه تخلیه بر اساس شرایط محلی، تدوین شود تا کاربرد این مخازن استمرار یابد و با پاسخگویی صحیح به نیاز مخاطب، از ابتر ماندن طرح جلوگیری شود.

همان‌طور که مشاهده می‌شود وضعیت تحصیلات و جنسیت تأثیری در میزان رضایتمندی از نصب مخازن زیرزمینی را نشان نداده است و بر این اساس می‌توان در خصوص مکان نمایی این نوع از مخازن، عوامل جنسیت و تحصیلات را حذف کرد.

در نهایت می‌توان بیان کرد که به‌طور متوسط در همه گویه‌ها میزان موافقت بالای ۵۰ درصد و در اکثر گویه‌ها بالای ۷۰ درصد بوده است. آمار ۹۱ درصدی موافقت شهروندان با افزایش تعداد مخازن زیرزمینی نشان‌دهنده آن است که شهروندان به‌طور کلی ایجاد این مخازن را به‌عنوان یک راهبرد برتر در جمع‌آوری پسماندهای شهری می‌پسندند و گویه‌هایی که امتیاز کمتری کسب کرده‌اند نیاز به اصلاح و مناسب‌سازی دارند. بر این اساس به نظر می‌رسد از نگاه ۶۶ درصد از شهروندان این طرح نیاز به مطالعات بیشتر دارد و ازنظر ۶۴ درصد شهروندان برای ادامه طرح باید نیازسنجی شود. ازاین‌رو به نظر می‌رسد مطالعات بیشتر در حوزه جانمایی، طراحی ساختاری، نصب، نحوه جمع‌آوری، زیبایی و خلاقیت و... می‌تواند سطح بالاتری از مشارکت و رضایت را در بر بگیرد بنابراین پیشنهاد می‌شود پس از نیازسنجی، زیرساخت‌سازی و اصلاح ساختاری طرح، به‌کارگیری مخازن زیرزمینی پسماند خشک در دیگر نقاط شهر اصفهان ازجمله برج‌ها اجرا شود.