

یک رویکرد مدل سازی سیستم پویا برای ارزیابی مشارکت مردم در مدیریت ضایعات جامد شهری

یحیی زارع مهرجری* (استاد)

دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد

مجدننه فراه‌زوی‌نژاد (کارشناسی ارشد)

دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و هنر، یزد

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، تابستان ۱۳۹۸ (۱۳۹۸-۱۳۹۹)
دوری ۱-۳۵، شماره ۱/۱، ص. ۱۴۹-۱۵۶، (پادداشت نثی)

رشد جمعیت در ایران و جهان و افزایش میزان پسماند از یک سو و کمبود منابع و انرژی از سوی دیگر باعث توجه به روش های مدیریت پسماند می شود. اما مدیریت پسماند جامد امکان پذیر نیست مگر با همکاری تمام اقشار جامعه. این پژوهش، با بهره گیری و تلفیق عوامل مؤثر بر تولید زباله و مشارکت شهروندان، در چارچوب رویکرد سیستم دینامیک (نرم افزار Vensim)، مدلی برای عوامل مؤثر بر تولید زباله های جامد شهری و تأثیر مشارکت شهروندان ارائه کرده است. بدین منظور تعداد ۴۰۰ پرسش نامه در سطح شهر با توجه به مساحت کاربری ها، جمعیت و تراکم جمعیت توزیع و تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان می دهد هر چه مشارکت مردم در همراهی و همکاری با برنامه های مختلف سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری بیشتر باشد، امکان موفقیت این برنامه ها بیشتر است و بازدهی و اثربخشی سیستم افزایش پیدا می کند (کاهش تولید زباله، کاهش نرخ لندفیل ها و ...).

واژگان کلیدی: مدیریت مواد زائد جامد شهری، توسعه ی شهری، سیستم پویا،

ظرفیت محل دفن زباله، مشارکت مردم.

yzare@yazd.ac.ir

faramarzi.mohadese@yahoo.com

۱. مقدمه

اجتماعات انسانی از دیرباز پس از استفاده از منابع مختلف طبیعی موجود بر روی کره ی زمین، قسمت های غیرقابل مصرف و زائد آن را دفع می کردند. این موضوع مشکل حادی را برای آن ها و محیطشان ایجاد نمی کرد؛ زیرا تعداد و توزیع انسان ها بر روی کره ی زمین به نسبت مساحت این کره ی خاکی خیلی کم بود. اما امروزه به دلیل افزایش تعداد و توزیع جمعیت و به دنبال آن تحولات پدید آمده در میزان و کیفیت مواد مصرفی، معضل تولید و دفع مواد زائد به نحو آشکاری گریبان گیر حیات جوامع بشری به ویژه شهرها شده است. مواد زائد جامد شهری شامل تمام مواد زائد حاصل از فعالیت هایی است که در شهر انجام می گیرد. این مواد هم از نظر منبع تولید و هم از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی تنوع بسیار زیادی دارند. در یک شهر، بخش های مختلفی در فعالیت هستند و هر بخش نیز در تولید مواد زائد شهری نقش دارد. بخش های خانگی، تجاری، حمل و نقل، صنعتی، درمانی، بهداشتی و خدمات، هر کدام مواد زیادی با خصوصیات ویژه یی تولید می کنند.

رمز موفقیت سیستم های مدیریت مواد زائد جامد شهری در مشارکت مردمی نهفته است. هر چه مشارکت مردم در همراهی و همکاری با برنامه های مختلف * نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳۹۵/۶/۲، اصلاحیه ۱۳۹۵/۱۲/۵، پذیرش ۱۳۹۶/۱/۲۰.

DOI:10.24200/J65.2018.20066

ادامه چند مورد از پژوهش ها بیان شده است (جدول ۱).
آرنا و همکاران (۲۰۱۳) نتایج حاصل از برنامه ریزی مدیریت مواد زائد جامد شهری را براساس استفاده ی گسترده از تجزیه و تحلیل مواد و جریان آن ها توصیف کردند و با مقایسه ی فناوری های مدیریت مواد زائد، به دنبال کمک به تصمیمات مدیریت زباله در هر دو سطح راهبردی و عملیاتی بودند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که بیشینه ی سطح جداسازی در مبدأ و جمع آوری زباله ها باید براساس توسعه ی پایدار تعریف شود.^[۱]

نورپور و همکاران (۲۰۱۳) پس از تشریح سیستم های رایج مدیریت پسماند و

جدول ۱. مروری بر مطالعات پیشین.

منبع	هدف تحقیق	روش تحقیق	نتیجه تحقیق	مطالعه موردی
[۱۱]	قابلیت بازیافت پسماندهای تولیدی شهر	نمونه‌برداری	در مجموع حدود ۸۷/۶۳ درصد پسماندهای شهرداریان قابلیت استفاده‌ی مجدد (کمپوست و بازیافت) را دارند و با توجه به این‌که ۲۹ درصد از آن را پسماند خشک تشکیل می‌دهد، روزانه حدود ۱۰ تن پسماند خشک قابل بازیابی است.	اردکان
[۱۲]	بررسی مدیریت ضایعات جامد	تحلیلی - توصیفی	- اثر اصلاحات کمپوست زباله‌ی شهری در زیست‌توده‌ی میکروبی خاک - استفاده از کمپوست زباله‌ی شهری در خاک‌های کشاورزی - زیست توده‌ی میکروبی خاک	هند
[۱۳]	بررسی ترکیب زباله‌های جامد	تحلیلی - توصیفی	از مواد زاید شهری ۱۶ درصد را مواد قابل بازیابی، ۵ درصد را تجزیه‌ی بیولوژیکی، ۲ درصد را تجهیزات الکترونیکی و ۸/۰ درصد آن را مواد زاید خطرناک تشکیل داده است.	انگلستان
[۱۴]	یافتن نقش‌ها و میزان مشارکت مردم در اداره‌ی امور	توصیفی - همبستگی	بر اساس تجزیه و تحلیل صورت گرفته، نقش‌های مردم در اداره‌ی امور شهر مشهد به ترتیب اولویت در مشارکت عبارت‌اند از: ذهنی - معنوی، مشارکت سیاسی، مشارکت فیزیکی، مشارکت مالی و مشارکت ابزاری	مشهد

مردم در شهرستان‌ها در مورد زباله و اثرات آن بر سلامت انسان و پایداری محیط زیست است.^[۹] هدف پژوهش احمدی‌مسعود و همکاران (۲۰۱۳) بررسی تفکیک از مبدأ پسماند و تعیین میزان مشارکت شهروندان در شهر همدان است. نتایج نشان می‌دهد که میزان درآمد، سطح تحصیلات، سن، آموزش و اطلاع‌رسانی درباره‌ی طرح تفکیک از مبدأ پسماندها در میزان مشارکت مردم در جمع‌آوری زباله تأثیر بسزایی دارد.^[۱۰]

با توجه به مطالعات داخلی و خارجی انجام گرفته در تولید زباله و مشارکت مردمی به تأثیر این دو موضوع بر یکدیگر به صورت پویا پرداخته نشده است؛ از این رو هدف اصلی از این پژوهش بررسی میزان تأثیر مشارکت شهروندان بر تفکیک زباله است. در این پژوهش سعی شده است تا ابتدا عوامل مؤثر بر تولید زباله‌های جامد شهری شناسایی و مدل‌سازی شود و پس از ارزیابی مشارکت شهروندان و بررسی نقاط ضعف و قوت مشارکت مردم، تأثیر مشارکت شهروندان بر تولید زباله با رویکرد سیستم دینامیک بررسی شود. سیستم دینامیک می‌تواند پیچیدگی، غیر خطی بودن و ساختارهای حلقوی بازخوری را، که در سیستم‌های فیزیکی و غیرفیزیکی ذاتاً وجود دارند، در برگیرد. هدف در به کارگیری سیستم دینامیک، آسان کردن فهم رابطه‌ی بین رفتار یک سیستم در طول زمان و زیرساختار سیستم و قواعد تصمیم است.^[۱۵]

دلایل انتخاب رویکرد سیستم پویا برای انجام این پژوهش:

- رویکردی مناسب در تعیین و پیش‌بینی آثار عوامل مؤثر بر تولید زباله.
- کمک به فهم روابط بین متغیرها، بررسی رفتار و ساختار سیستم‌ها به خصوص سیستم‌های پیچیده (ایجاد مدل مفهومی).
- رویکردی منعطف با توانایی تحلیل کمی و کیفی.
- توانایی بررسی رفتار سیستم در آینده تحت سناریوها و سیاست‌های مختلف تصمیم‌گیرندگان.
- مدل‌های سیستم پویا، از رده‌ی مدل‌های شبیه‌سازی محسوب می‌شوند؛ بنابراین مزایای استفاده از روش شبیه‌سازی را نسبت به روش‌های تحلیلی دارند.

اجرای آن به بررسی سیستم موجود در چند شهر بزرگ دنیا پرداختند. در این پژوهش شهرستان‌نول در کشور ترکیه به دلیل شباهت‌هایی که در زمینه‌ی فرهنگی و وضعیت توسعه با شهر تهران دارد، انتخاب شده است.^[۳]

لی‌سی و همکاران (۲۰۱۳) شیوه‌های مدیریت زباله در میان کودکان، ارزیابی آگاهی دانش‌آموزان، نگرش و عملکرد مدیریت مواد زاید خانگی در مدرسه‌ی در کرالا را بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده‌ی آن است که دانش‌آموزان دبیرستانی در مورد مدیریت زباله‌های خانگی از دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه آگاه‌تر هستند علاوه‌بر این لازم است شیوه‌های دفع زباله از آغاز تحصیل افراد آموزش داده شود و همچنین اکثر افراد از دفع زباله‌های الکترونیکی آگاهی نداشتند.^[۴] دیسا و همکاران (۲۰۱۲) نگرش و رفتار مربوط به مدیریت مواد زاید جامد در میان دانش‌آموزان سال اول را ارزیابی کردند. نتایج بیان‌گر ضرورت در حال رشد برای آموزش دانش‌آموزان در مدیریت مواد زاید جامد است. از آن‌جایی که آن‌ها در سنین پایین هستند، می‌توانند نگرش منفی خود را در این خصوص تغییر دهند.^[۵]

صحراپی (۲۰۱۲) بیان کرده که حضور پررنگ نهادها و بخش خصوصی در حفظ محیط زیست در جریان فرایند مدیریت پسماندهای شهری از مهم‌ترین ویژگی‌های مدیریت‌های شهری امروزی جهان به شمار می‌رود و نتایج عملکرد این نهادها نشان می‌دهد نقش مؤثری را در این زمینه داشته‌اند.^[۶] محمدی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر مشارکت مردمی در مدیریت پسماند شهری شهر نجف‌آباد پرداختند. نتایج نشان داد مشارکت مردمی بر مدیریت پسماند (جمع‌آوری، کاهش از مبدأ و بازیافت) تأثیر مثبت دارد.^[۷] یزدانی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی نقش مشارکت مردم در مدیریت پسماند شهری از دیدگاه دانش‌آموزان پرداخته‌اند. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها نشان داد که بین مشارکت مردم و بهبود در مدیریت پسماندهای شهری رابطه‌ی معناداری وجود دارد.^[۸]

راجش و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که امروزه افزایش جمعیت و توسعه‌ی سریع چالش‌هایی هستند در «پایداری محیط‌زیست» که با افزایش جمعیت افزایش نمایی در تولید ضایعات جامد شهری ایجاد می‌شود. از این رو، باید اقدامات لازم برای کاهش زباله یا دفع آن یا بازیافت انجام شود. راه دیگر برای انجام برنامه‌ها آگاهی

فعالیت‌های انجمن‌ها و تشکلهای حرفه‌ای و محلی از یک سو و حضور و همکاری در تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کل جامعه از سوی دیگر است.^[۱۸]

شبیه‌سازی: عبارت است از فرایند طراحی مدلی از سیستم واقعی و انجام آزمایش‌هایی با این مدل که با هدف پی‌بردن به رفتار سیستم یا ارزیابی راهبردهای گوناگون برای عملیات سیستم صورت می‌گیرد. بنابراین فرایند شبیه‌سازی، هم شامل ساختن مدل و هم شامل استفاده‌ی تحلیلی از آن برای مطالعه‌ی یک مسئله است.^[۱۸]

۲.۳. سنجش نقش‌های مردم در اداره‌ی امور شهر

انواع نقش‌های مردم در اداره‌ی امور شهر عبارت‌اند از:^[۱۹]

الف) مشارکت مالی: مشارکت مالی که یکی از انواع مشارکت‌هایی است که هر شهروندی به نوعی با آن آشناست. گاهی این مشارکت‌ها اجباری است که با عنوان عوارض‌ها و مالیات‌های گوناگون از آن یاد می‌شود و گاهی نیز به صورت اختیاری از سوی شهروندان در اختیار مدیران شهر قرار می‌گیرد.

ب) مشارکت ذهنی - معنوی: در مشارکت فکری و ذهنی شخص کمک فکری و معنوی می‌کند؛ شاخص‌هایی که برای سنجش این شاخص در نظر گرفته شده است شامل توجه به امور محله، گزارش، پیشنهاد، انتقاد، تشکر شفاهی یا کتبی درباره‌ی مدیریت شهری، تمایل همکاری معنوی با سازمان‌های شهری، میزان اعتماد به سازمان‌های شهری است.

ج) مشارکت فیزیکی: در این نوع مشارکت خود فرد یا افرادی که او انتخاب می‌کند، جای دارد. در این مشارکت هرکس بسته به تخصص و توانایی خود در بهبود محیط شهری یا کمک به مدیران شهری همکاری می‌کند.

د) مشارکت سیاسی: در این نوع مشارکت فرد با اتخاذ تصمیماتی که عمدتاً مبتنی بر رأی‌گیری است در انتخاب مدیران شهری مشارکت می‌کند. گاهی نیز مشارکت‌های سیاسی در قالب اعتراض و تحصن‌های گروهی شکل می‌گیرد که مدیران شهری مجاب شوند به خواست آنان احترام بگذارد.

ه) مشارکت اِزاری: در این مشارکت، فرد با در اختیار گذاشتن وسایل و امکانات و ابزار شخصی خود دست به مشارکت می‌زند. این نوع مشارکت به دو دسته‌ی اِزاری منقول و غیرمنقول تقسیم می‌شود. در اِزاری منقول مثلاً خودروی شخصی فرد در اختیار پروژه قرار می‌گیرد. در مورد اِزاری غیرمنقول می‌توان واگذاری ملک برای مدتی برای انجام برنامه‌ی خاص را مثال زد.

۴. حل مسئله

در این قسمت ابتدا به منظور نمایش ساختار واقعی مدل طراحی می‌شود؛ سپس به برقراری روابط در بین متغیرها و شبیه‌سازی و تحلیل مدل پرداخته می‌شود. مراحل مدل‌سازی مرحله به مرحله در ادامه بیان شده است.

۱.۴. فاز اول: عوامل مؤثر بر تولید پسماندهای جامد شهری

عوامل مؤثر بر تولید پسماند شهری در هر منطقه و مکانی متفاوت است. زیرا در هر منطقه، شرایط محلی از قبیل آب‌وهوا، استاندارد زندگی، سطح فتاوری، آداب و رسوم و فرهنگ مردم، عوامل اقتصادی، ساختار و بافت جمعیت شهر و ... متفاوت است. بنابراین عوامل مؤثر در تولید پسماند شهری در هر منطقه باید به صورت جداگانه

-- در دسترس نبودن کامل داده‌ها؛ ناتوانی روش‌های مبتنی بر داده (رگرسیون) را ندارد و تأکید بیشتر سیستم پویا بر ساختار و رفتار سیستم در طول زمان است تا صحت پارامترها.

۲. تعریف مسئله

اولین و مهم‌ترین مرحله از مدیریت پسماندها مرحله‌ی تولید است؛ زیرا در صورت کاهش تولید پسماند، در هزینه‌ها، انرژی، وقت و ... صرفه‌جویی خواهد شد. تولید مواد زاید جامد جزء لاینفک زندگی انسان است. رشد فتاوری و بهره‌گیری بیش‌تر از منابع طبیعی و تبدیل انرژی بر ابعاد و پیچیدگی تولید مواد زاید جامد افزوده است، به طوری که مشکل اصلی جوامع، تولید روز افزون مواد زاید است؛ بنابراین، تولید باید به اندازه‌ی مصرف و متناسب با آن باشد و در مصرف مواد باید نهایت صرفه‌جویی به عمل آید.^[۱۶] از آن‌جا که کنترل شهروندی عالی‌ترین سطح مشارکت است و مردم را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد، با شناخت چنین مشارکتی می‌توان موفقیت مسئولان در فرهنگ‌سازی اجرای طرح مدیریت پسماند را ارزیابی کرد.

در مبحث مدیریت ضایعات پارامترهایی از جمله میزان تولید ضایعات و ظرفیت تسهیلات اغلب به صورت احتمالی با یک توزیع خاص در نظر گرفته می‌شوند. ارائه‌ی یک مدل یکپارچه که بتواند با این مشکلات برخورد کند برای پشتیبانی از مدیریت پایدار ضایعات بسیار ضروری است. از این رو در این پژوهش سعی شده است تا ضمن شناسایی عوامل مؤثر بر تولید زباله‌ها، مشارکت شهروندان شهر یزد ارزیابی شود و از این طریق نقاط ضعف و قوت مشارکت مردم در اداره‌ی امور شهر شناسایی شود. در نهایت تأثیر مشارکت شهروندان بر تولید پسماند با رویکرد سیستم دینامیک برای پیش‌بینی زباله‌ی جامد در شهر و داشتن پتانسیل رشد اقتصادی بالا توسعه داده شود.

۳. پیشینه‌ی نظری پژوهش

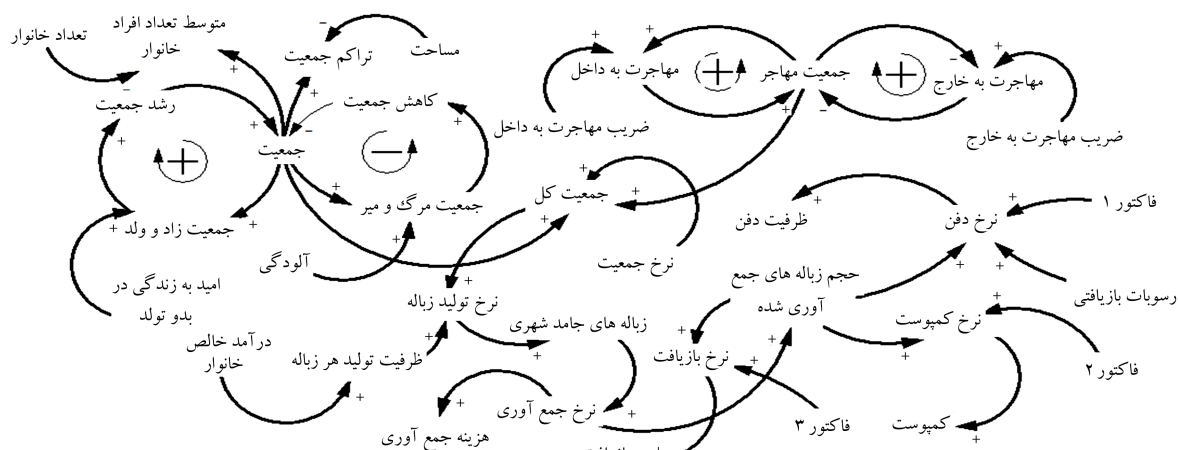
۱.۳. تعریف مفاهیم اصلی

مدیریت مواد زاید: عبارت است از مجموعه‌یی از مقررات منسجم و هماهنگ در زمینه‌ی کنترل تولید، ذخیره یا جمع‌آوری، حمل‌ونقل، پردازش و دفع مواد زاید جامد که منطبق بر بهترین اصول بهداشت عمومی، اقتصاد، حفاظت از صنایع، زیبایی‌شناسی و سایر الزامات زیست محیطی و مطلوب‌های عمومی است.^[۱۷]

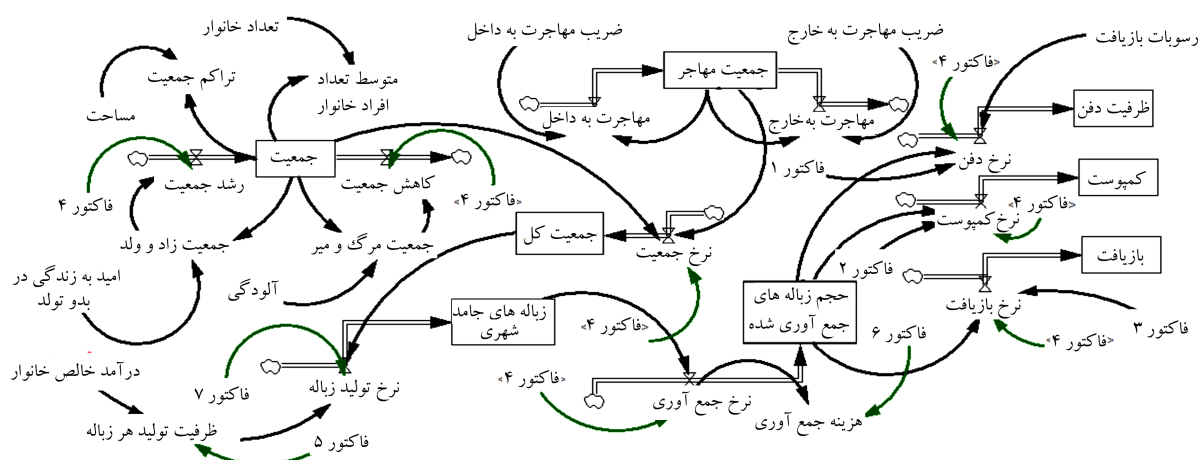
توسعه‌ی شهری: توسعه‌یی است که تمام جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی و ... را در شهر همگام با هم پیش می‌برد و علاوه بر تأمین نیازهای حال حاضر نیاز نسل‌های آینده را در نظر می‌گیرد. همچنین توسعه‌یی است که به نحوه‌ی استفاده از زمین مربوط است و با توجه به اندازه‌ی تراکم و استفاده از فتاوری‌های جدید، حمل‌ونقل و ... متفاوت است.

سیستم پویا: رویکردی برای مطالعه، تحلیل، شبیه‌سازی و بهبود سیستم‌های پویای اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی با استفاده از یک دیدگاه بازخوردی است.^[۱۸] ظرفیت محل دفن: مساحت زمینی است که برای دفن زباله به کار می‌رود و به صورت حفره‌هایی در زمین یا به طور مستقیم بر روی زمین است.

مشارکت: عبارت است از فعالیت‌های ارادی داوطلبانه اعضای یک جامعه در امور محله و منطقه‌ی خود. به بیان کامل‌تر مشارکت حضور و دخالت آگاهانه، داوطلبانه، خلاق و متعهدانه‌ی افراد و اقشار مختلف جامعه در تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و



شکل ۱. نمودار علی، حلقوی عوامل مؤثر بر تولید سیمانند.



شکل ۲. نمودار جریان عوامل مؤثر بر تولید بسماند.

شهر یزد شامل ۳ منطقه‌ی مسکونی است که زباله‌های تولید شده توسط شهروندان آن برای فرآوری یا دفع، همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، به تأسیسات دفن، بازیافت، کمپوست ارسال می‌شود. همچنین بر مبنای آمار به دست آمده از سازمان پسماند شهر یزد تقریباً ۱۰ درصد از کل زباله‌های ورودی به تأسیسات بازیافت، به عنوان پسماند به محل دفن فرستاده می‌شود و بیشتر زباله‌های جمع‌آوری شده از سطح شهر یزد به قسمت دفن روانه می‌شوند. عوامل مؤثر بر تولید و جمع‌آوری پسماند در قالب نمودار علیّی شکل ۱ آورده شده است.

۳.۴. فاز سوم: تخصیص معادلات و پارامترها

پس از رسم و بررسی نمودارهای علیّی حقوقی مختلف و مشخص کردن فرضیه‌ی پویا، حال به رسم نمودار جریان می‌پردازیم (شکل ۲). این نمودار از سه عنصر اصلی: موجودی، جریان و اطلاعات تشکیل شده است. برخلاف نمودار علیّی حقوقی، این نمودار قابلیت نمایش متغیرهای را که در طول زمان تغییر می‌کنند، داراست.^[۲۲]

۴.۴. فاز چهارم: شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل نتایج

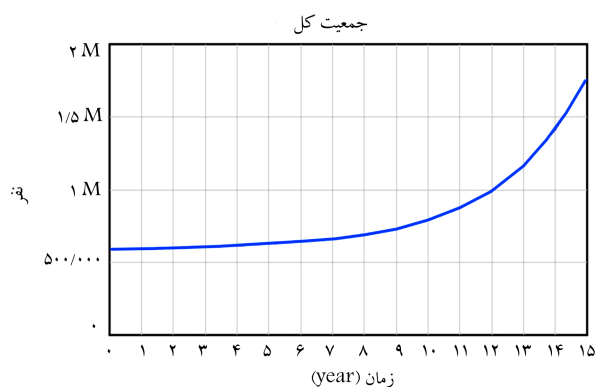
س از تخصیص معادلات و پارامترها و اطمینان از صحت واحدها، شبیه‌سازی با

تحلیل شود و استفاده از نتایج تحقیقات انجام شده در مکان‌های دیگر نمی‌تواند سودمند باشد و ممکن است باعث تصمیم‌گیری‌های نادرست شود.^[۲۰]

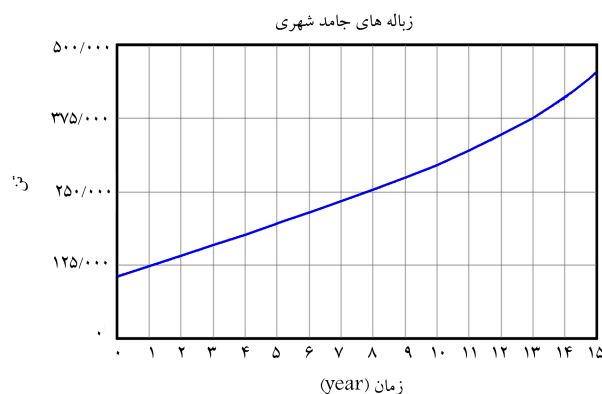
عوامل مؤثر بر تولید پسماند در این پژوهش با توجه به مطالعات پیشین، شرایط محلی شهر یزد و نظر استادان انتخاب شده است (شکل ۱). جامعه آماری این پژوهش شامل تمام خانوارهای ساکن در شهر یزد است. استان یزد با حدود ۱۳۱۵۷۵ کیلومتر مربع وسعت، چهارمین استان وسیع کشور است که در قسمت مرکزی فلات ایران در حاشیه‌ی دشت‌های کویر و لوت قرار دارد و بین عرض‌های ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی واقع شده است.^[۲۱]

۲.۴. فاز دوم: ساخت فرضیه‌ی یویا

رسم روابط علّی یک ابزار قوی برای جابه‌جایی در مدل و مشخص کردن روابط علّت و معلولی بین متغیرهاست. تعامل بازخورهای مثبت و منفی از طریق حلقه‌های علّی یا بازخوری قابل نمایش است. علامت مثبت نشان می‌دهد که تغییر در عنصر مبدأ، تغییری در همان جهت را در عنصر دوم در بردارد. علامت منفی نشان می‌دهد که تغییر در عنصر دوم در جهت مخالف است. بر پایه‌ی عوامل موجود در مدل مفهومی، نمودار علّی خلقی می‌تواند ایجاد شود.



شکل ۳. نمودار جمعیت کل شهر یزد.



شکل ۴. نمودار تولید پسماند شهر یزد.

دانشگاه داده شد و نظرات آن‌ها در پرسش‌نامه اعمال شد (روایی) و سپس ضریب آلفای کرونباخ برای پرسش‌نامه‌ی حاضر ۰/۸۲۷ به دست آمد که تأییدکننده‌ی پایایی پرسش‌نامه است.

د: آزمون‌های چهار متغیر اصلی پژوهش

در این قسمت به بررسی ارتباط بین عوامل مؤثر بر مشارکت شهروندان و میزان مشارکت آنان پرداخته شده است. برای بررسی این موضوع ابتدا سؤالات مربوط به هریک از مؤلفه‌ها از پرسش‌نامه استخراج شده و از مجموع آن‌ها میانگین گرفته شده است تا میزان توجه به مؤلفه‌های مدل در نمونه‌ی مورد نظر به دست آید. با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون پیرسون، میزان توجه به این مؤلفه‌ها در نمونه‌ی مورد مطالعه به شرح زیر به دست آمده است:

فرضیه ۱: رضایت شهروندان از شهرداری، رابطه‌ی مثبت و معناداری با مشارکت شهروندان در مدیریت ضایعات جامد شهری دارد (شدت همبستگی ۰/۵۸۸).

فرضیه ۲: آگاهی اجتماعی شهروندان، رابطه‌ی مثبت و معناداری با مشارکت شهروندان در مدیریت ضایعات جامد شهری دارد (شدت همبستگی ۰/۶۷۳).

فرضیه ۳: تعلقی اجتماعی شهروندان در شهر/محله، رابطه‌ی مثبت و معناداری با مشارکت شهروندان در مدیریت ضایعات جامد شهری دارد (شدت همبستگی ۰/۵۶۷).

فرضیه ۴: تمایل شهروندان به مشارکت رابطه‌ی مثبت و معناداری با مشارکت شهروندان در مدیریت ضایعات جامد شهری دارد (شدت همبستگی ۰/۶۱۲).

زمان اولیه‌ی صفر، زمان نهایی ۱۵، واحد زمانی سال و گام زمانی یک اجرا شد. مقادیر ثابت با توجه به آمارهای موجود در سال‌نامه‌ی یزد و سازمان پسماند به دست آمده است. افق زمانی باید نه زیاد کوتاه باشد که رفتار سیستم به‌طور صحیح مشخص نشود و نه زیاد بلند که باعث نتیجه‌گیری‌های اشتباه شود.^[۲۳]

انتخاب مقدار ۱۵ برای زمان نهایی اجرای مدل، نتیجه‌ی مطلوبی در نشان دادن رفتار سیستم دارد. سال مبنا ۱۳۹۰ گرفته شده است. مقدار زباله‌های تولید شده در سال ۱۳۹۰ در شهر یزد ۱۰۴۹۵۳ تن است و با توجه به جمعیت شهر یزد برای هر نفر تقریباً ۵۰ گرم روزانه زباله تولید می‌شود. با توجه به عوامل مؤثر بر تولید زباله (جمعیت، درآمد و ...) و شکل‌های ۳ و ۴ این مقدار در حال افزایش است؛ آن‌چنان‌که در سال دوم هر نفر ۵۶۵ گرم و در نهایت در سال پانزدهم هر نفر روزانه تقریباً ۱/۵ کیلوگرم زباله تولید می‌کند. با توجه به حجم زیاد زباله‌های تولیدی باید تدابیری اندیشیده شود. در این پژوهش نقش شهروندان به عنوان مهم‌ترین عامل بر کاهش تولید زباله‌ها در نظر گرفته شده و نقش این عامل در ادامه بررسی شده است.

انجام آزمون‌های تعیین اعتبار به منظور مشخص کردن خطاها و یافتن محدودیت‌های مدل و ایجاد اطمینان از مدل برای مدل‌ساز و استفاده‌کننده امری مهم است. آزمون‌های انجام شده بر روی مدل مربوطه عبارت‌اند از:

۱. آزمون اعتبار ظاهری
۲. آزمون کفایت مرز
۳. آزمون تأیید ساختار
۴. آزمون سازگاری ابعادی
۵. آزمون شرایط حدی

۵.۴. فاز پنجم: بررسی مشارکت شهروندان

الف: تعیین حجم نمونه‌ی مورد نیاز

حجم نمونه با در نظر گرفتن میزان دقت و سطح اطمینان مورد نظر محاسبه می‌شود. در این پژوهش برای تعیین تعداد نمونه‌ی مورد نیاز برای برآورد پارامتر از فرمول کوکران استفاده شده است (فرمول ۱). تعداد نمونه مورد نیاز حدود ۳۸۰ تعیین شد که برای کسب نتیجه‌ی بهتر ۴۰۰ پرسش‌نامه توزیع شد.

$$n = \frac{NZ^2pq}{pqZ^2 + Nd^2} \quad (1)$$

d = تقریباً کمتر از ۰/۱ در نظر گرفته شده است. $z = 1/96$ و $p, q = 0/5$ و $N = 550904$

ب: عوامل مؤثر بر میزان مشارکت افراد

چهار عامل مؤثر بر مشارکت اجتماعی شهروندان در مدیریت ضایعات جامد شهری با توجه به مطالعات پیشین و نظر خبرگان در نظر گرفته شد (آگاهی اجتماعی شهروندان، تعلقی اجتماعی به شهر یا محله، رضایت از شهرداری شامل سیاست‌ها و تدابیر و قوانین شهرداری و دولت، تمایل به مشارکت).

ج: تدوین پرسش‌نامه

پرسش‌نامه‌ی پژوهش در ۵ قسمت و ۴۳ سؤال برای ارزیابی مشارکت شهروندان یزد، طراحی شد. پاسخ سؤالات با مقیاس ترتیبی در طبقه‌بندی پنج‌تایی طیف لیکرت در نظر گرفته شد که یکی از رایج‌ترین مقیاس‌های اندازه‌گیری به شمار می‌رود. برای اعتبارسنجی، علاوه بر استفاده از تحقیقات مشابه، پرسش‌نامه به ۴ نفر از استادان

جدول ۲. افزایش میزان مشارکت بر تولید زباله (کیلوگرم در روز).

میزان مشارکت سال	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷
سال اول	۰/۵۵۸	۰/۵۴۶	۰/۵۳۸	۰/۵۳۱
سال سوم	۰/۶۹۴	۰/۶۶۰	۰/۶۳۵	۰/۶۱۶
سال ششم	۰/۸۷۲	۰/۸۰۷	۰/۷۵۹	۰/۷۲۲
سال نهم	۰/۹۶۸	۰/۸۸۰	۰/۸۱۵	۰/۷۶۵
سال پانزدهم	۱/۴۵	۰/۹۶۲	۰/۸۷۴	۰/۸۲۴

جدول ۳. افزایش میزان مشارکت بر نرخ جمع‌آوری زباله (تن در سال).

میزان مشارکت سال	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷
سال اول	۵/۵۰۲/۳۲	۴/۵۶۰/۵۵	۳/۸۹۱/۹۴	۳/۳۹۳/۲۲
سال سوم	۶/۹۸۳/۴	۵/۶۲۰/۹۸	۴/۶۸۸/۴۴	۴/۰۱۳/۳۲
سال ششم	۹/۲۷۴/۲۴	۷/۲۶۱/۱۶	۵/۹۲۰/۳۹	۴/۹۷۲/۴۶
سال نهم	۱۱/۷۴۵/۸	۹/۰۳۰/۷۲	۷/۲۴۹/۵۳	۶/۰۰۷/۲۶
سال پانزدهم	۱۹/۱۲۳/۷	۱۴/۳۱۳/۲	۱۱/۲۱۷/۲	۹/۰۹۶/۳

۵. نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شده است با توجه به اهمیت تولیدکنندگان عمومی زباله (شهروندان)، یک مدل پویا از تأثیر مشارکت شهروندان بر تولید زباله، هزینه‌ی جمع‌آوری و ... طراحی شود. مدل پس از بررسی متغیرهای مختلف و شبیه‌سازی آن با استفاده از نرم‌افزار ونسیم و انجام سناریوهای مختلف تحلیل شده است. نتایج عمده‌ی حاصل از انجام این پژوهش را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. عوامل مؤثر بر تولید زباله‌های جامد شهر یزد عبارت‌اند از: جمعیت، رشد و کاهش جمعیت، جمعیت زاد و ولد، جمعیت مرگ‌ومیر، امید به زندگی، آلودگی هوا، تراکم جمعیت، مساحت، متوسط بعد خانوار، تعداد افراد خانوار، جمعیت مهاجرت، مهاجرت به داخل و خارج، ضریب مهاجرت به داخل و خارج، کل جمعیت، نرخ جمعیت، زباله‌های جامد شهری، تولید زباله، ظرفیت تولید هر زباله، درآمد خالص خانوار، نرخ جمع‌آوری، حجم زباله‌های جمع‌آوری شده، هزینه‌ی جمع‌آوری، ظرفیت و نرخ لندفیل، رسوبات بازیافتی، کمپوست، نرخ کمپوست، بازیافت، نرخ بازیافت، عامل (درصدی از زباله‌ها که به قسمت‌های مختلف دفع می‌رود).

۲. با توجه به نتایج به دست آمده تعلق اجتماعی شهروندان به شهر/محله ۰/۵۶۷، رضایت از عملکرد شهرداری ۰/۵۸۸، تمایل به مشارکت شهروندان ۰/۶۱۲ و

آگاهی اجتماعی شهروندان ۰/۶۷۳ است که از بین عوامل مؤثر، آگاهی اجتماعی با میزان ۰/۶۷۳ بیشترین تأثیر را بر مشارکت شهروندان شهر یزد داشته است. ۳. یکی از راه‌های کاهش اثرات مخرب افزایش پسماندهای جامد شهری مشارکت عمومی تولیدکنندگان پسماند است و لازمه‌ی این مشارکت ارتقای آگاهی‌های زیست‌محیطی آنان خواهد بود. مردم با آگاهی از مسائل زیست‌محیطی و شناخت مخاطرات پسماندها ضمن کنترل تولید، مدیریت آن را جدی‌تر خواهند گرفت. در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که برای اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های کاهش تولید پسماند، بازیافت و تفکیک از مبدأ، و اثر بخشی آن و ... به مشارکت مردمی نیاز است. در این پژوهش دو سناریو طراحی شده است. در هر سناریو مقدار مشارکت شهروندان متغیر در نظر گرفته شده است. با توجه به نتایج حاصل شده می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مشارکت تولید زباله، هزینه‌ی جمع‌آوری و ... کاهش می‌یابد (جدول ۲ و ۳).

۶. پیشنهاد

۱.۶. پیشنهادها برای تحقیقات آینده

- در نظر گرفتن زباله‌های صنعتی و خطرناک در مدل؛
- به کارگیری عواملی همچون ماشینی کردن سیستم‌های جمع‌آوری، استاندارد بودن وسایل جمع‌آوری زباله، قیمت کالاهای خدمات مصرفی، حجم زباله‌های صادر شده از کشور در مدل.

۲.۶. پیشنهادهای کاربردی

افزایش آگاهی شهروندان از طریق استفاده از سی‌دی‌های آموزشی و فیلم‌های انیمیشن، استفاده از تلویزیون شهری و تابلوهای تبلیغاتی نصب شده در میدان‌های شهر، توزیع بروشورهای آموزشی در سبدهای کالای شهروندان برای آشنایی آن‌ها، استفاده از رسانه‌های با تأثیرگذاری وسیع و پرمخاطب مانند صداوسیما و رادیو اینترنت، ارسال پیامک به شهروندان و ... ؛

- آموزش از طریق کتب درسی یا برنامه‌ریزی ساعات خاص آموزشی در برنامه‌های هفتگی و روزانه‌ی مدارس در مقاطع مختلف تحصیلی؛
- گسترش مسئولیت تولیدکنندگان زباله از طریق پرداخت هزینه برای زباله‌ی بیشتر؛
- توسعه‌ی طرح‌های تحقیقاتی و توجه بیشتر به پژوهش‌ها در ابعاد و عناصر مختلف مدیریت مواد زاید؛
- اقدام به تحویل گرفتن زباله‌ی خشک تفکیک شده از خانواده‌ها و ارائه‌ی کیسه‌های پلاستیکی و پول در مقابل آن‌ها؛
- ترتیب دادن سمینار، برنامه و جشن در مکان‌های عمومی در مورد طرح مدیریت پسماندها و بیان اهداف و اهمیت بهداشتی، زیست‌محیطی و اقتصادی بازیافت و ارائه‌ی فرم‌های عضویت و جلب مشارکت مخاطبان.

منابع (References)

1. Kazemi khabiri, K. "Source separation and automation systems for collecting recyclable materials with a view to

the administrative model used in Mashhad ", *Conference and Exhibition of Environmental Engineering*, Tehran, (In Persian) (2009).

2. Arena, U. and Fabrizio, D.G. "waste management plan-

- ning based on substance flow analysis", *Journal Home Page: www.elsevier.com /Locate/Resconrec*, (2013).
3. Norpor, A., Afrasiyabi, H. and Davodi, M. "Review the process of waste management in the world and Iran", *Deputy studies and infrastructure planning and comprehensive project planning and management of urban and environmental studies*, Report No. (In Persian) (1392). 207.pp1-66. (In Persian)(2013).
4. Licy, C.D, Vivek, R., Saritha1, K. and et al. "Awareness, attitude and practice of school students towards household waste management", *Journal of Environment*, **02**(06), pp. 147-150. (2013).
5. Deas, A., Nor Ba'yah, A. and Yusoooff, F. "Waste education and awareness strategy: towards solid waste management (SWM) program at UKM", *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **59**, pp. 47-50, (2012).
6. Sahrai, R. "Methods and management techniques to improve public participation in municipal solid waste", *Sixth National Conference and Exhibition of Environmental Engineering*, Tehran, (In Persian) (2012).
7. Mohamadi, Z. and Monsef, A. "The impact of public participation Psmandshhry management (collection, reduction of the source, recycling)", *The First National Conference On The Environment Payam Noor University*, Esfahan, (In Persian) (2014).
8. Yazdani, F., Tavakoli, M. and Mlekmohamadi, A. "The role of public participation in urban waste management from the perspective of students in Isfahan", *The First National Conference On Architecture, Civil Engineering and Urban Environment*, Hamedan, (In Persian) (2014).
9. Rajesh, R., Lewlyn, L.R., Oommen, Mathew R.A. and et al. "Impact of urbanization on municipal solid waste management: a system dynamics approach", *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering ISSN*, 2348-0157, **02**(01), (2014).
10. Ahmadi Masood, N., Zarghami, M., Safaei Shakib, S. and et al. "Survey of Public Participation in Hamadan source separation of waste, municipal waste", *Third International Conference on Environmental Planning and Management*, Tehran University, (In Persian) (2013).
11. Zarei, M., abadi, H., Chabok, M. and et al. "Recycling and waste management evaluate the potential of Ardakan", *Journal of School of Public Health*, Yazd, in the ninth, the first issue, No. (28), (In Persian) (2010).
12. Bundela, P.S, Gautam, S.P, Pandey, A.K. and et al. "Municipal solid waste management in Indian cities - A review", *International Journal of Environmental Sciences*, **1**(4), ISSN 0976-4402, (2010).
13. Burnley, S.J, Ellis, J.C, Flowerdewc, R. and et al. "Assessing the composition of municipal solid waste in Wales Resources", *Conservation and Recycling*, pp 264-283, (2007).
14. Alizada, K., Razavinejad, M. and Radfar, M. "The role and participation in urban governance (case of 10 area municipality of Mashhad)", *Studies on Urban Planning*, the First Year, the First Issue, pp, 87-61, (In Persian) (2013).
15. Yuan, H.P, Shen, L.Y, Hao, J.L.Jane. "A model for cost-benefit analysis of construction and demolition waste management throughout the waste chain", *Resources, Conservation and Recycling*, **55**, pp. 604-612, (2011).
16. Mohamadi, J., Kanani, M. and Akbari, M. "Assessment of solid waste management in urban settlements Mazandaran", *Journal of manipulating the environment*, number(25), (In Persian) (2012).
17. Shamskhoram Abadi, Gh. and Por zaman, H. "The role of people in the management of municipal solid waste in the city of Khorramabad in 1384", *Journal of Lorestan University of Medical Sciences*, (In Persian) (2006).
18. Bahrami, A., Yadegarzadeh, Gh. and Parand, K. "The methodology of system dynamics in higher education", *devise magazine*, No. (203), pp. 58-53. (In Persian) (2009).
19. Rezaei, M.R, Ghforzadeh, M., Jafarinasab, H. and et al. "Assessment of civic participation and their role in the development of urban management case study: Yazd", *The City Council and Congress Management City, Sari - Iran Development Conference*, (In Persian) (2011).
20. Abdoli, M.A., Falahnejad, M.E, Gazban, F. and et al. "Evaluation of the variables that affect the production of municipal solid waste", *the Fourth Conference on Environmental Engineering*, Tehran, pp. 9-1, (In Persian) (2010).
21. www.amar.org.ir
22. Ghobadi, Sh., *Dynamic Systems, Publisher of Industrial Management*, Second Edition, (In Persian) (2009).
23. Damle, P. "A system dynamics model of the integration of new technologies for ship systems", Thesis for the Degree of Master of Science in Industrial and Systems Engineering , Virginia Polytechnic Institute and State University, (2003).