



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

## شناسایی پیش‌ران‌های اثرگذار بر تولید پسماند خانگی شهر تهران (با تاکید بر ترکیب پسماند) در بیست سال آینده با رویکرد آینده‌پژوهی

فریبا ابراهیمی فینی<sup>۱</sup>، فرزاد بابایی سمیرمی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا تابش<sup>۱</sup>، مهدی جلیلی قاضی‌زاده<sup>۲</sup>، امیر هوشنگ حیدری<sup>۳</sup>

- ۱- گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- ۲- پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۳- گروه مطالعات آینده علم و فناوری، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران

### اطلاعات مقاله:

### چکیده

**زمینه و هدف:** برخورداری از اطلاعات همه جانبه در مورد تولید پسماند جامد، گام مهمی در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی دولت‌های محلی برای انتخاب روش‌های مناسب مدیریت پسماند است. نرخ تولید و ترکیب پسماند شهری، ممکن است تحت تاثیر عوامل بسیاری از سالی به سال دیگر، متفاوت باشد. پژوهش حاضر، به شناسایی مهمترین مولفه‌های موثر بر آینده تولید (به ویژه ترکیب) پسماند خانگی شهر تهران و بررسی میزان و چگونگی تاثیرگذاری این مولفه‌ها بر یکدیگر پرداخته است.

**روش بررسی:** این پژوهش براساس روش‌های آینده‌پژوهی و با به کارگیری ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی انجام شد. با توجه به ماهیت این پژوهش، از روش تحلیل ساختاری، نرم افزار میک‌مک و پیمایش دلفی بهره گرفته شد.

**یافته‌ها:** در این راستا، پس از برگزاری جلسات متعدد با ۲۲ نفر از خبرگان، به عنوان جامعه آماری پژوهش، چهارده مولفه موثر شناسایی شد. در ادامه، مولفه‌های موثر در چارچوب ماتریس اثر متقابل در نرم‌افزار میک‌مک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد آنچه از وضعیت صفحه پراکندگی متغیرها می‌توان فهمید بیانگر ناپایداری سیستم است و بیشتر متغیرها در اطراف محور قطری صفحه پراکنده هستند.

**نتیجه‌گیری:** درنهایت، با توجه به امتیاز بالای تاثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم، ده مولفه کلیدی شناسایی شد. از بین آنها، مولفه‌های: "رشد اقتصادی"؛ "دگردیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری"؛ "اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی" و "افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی" به عنوان پیش‌ران‌هایی که در بیست سال آینده بر میزان کمیت پسماند اثرگذار هستند و سبب تغییر در ترکیب پسماند خانگی شهر تهران می‌شوند، شناسایی شدند.

تاریخ دریافت:	۱۴۰۱/۰۴/۱۸
تاریخ ویرایش:	۱۴۰۱/۰۷/۰۴
تاریخ پذیرش:	۱۴۰۱/۰۷/۰۹
تاریخ انتشار:	۱۴۰۱/۰۹/۲۹

**واژگان کلیدی:** آینده‌پژوهی، پیش‌ران‌ها، ترکیب پسماند، تهران، مدیریت پسماند شهری

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:  
farzam.babaei@gmail.com

Please cite this article as: Ebrahimi Fini F, Babaei Semiromi F, Tabesh MR, Jalili Ghazizade M, Heidari AH. Identification of the driving forces influencing household waste generation in Tehran (with an emphasis on waste composition) in the next twenty years using the approach of futures studies. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;15(3):523-38.

## مقدمه

پسماند جامد شهری تولید کردند (۹)، که این میزان در سال ۲۰۱۶، به ۲/۰۱ Gton رسید و پیش‌بینی شده تولید پسماندهای جهانی تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۲/۵۹ Gton و تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۳/۴۰ Gton برسد (۱۰).

طبق بررسی‌های انجام شده، میانگین سرانه تولید پسماند در شهر تهران ۹۰۰ g به ازای هر نفر در روز است. در پنج سال اخیر در شهر تهران به طور متوسط ۷۳۶۰ ton پسماند جامد شهری در هر روز تولید شده است. به دنبال رشد جمعیت شهرنشین و افزایش رفاه فردی در دهه‌های اخیر، تولید پسماند شهری افزایش چشمگیری داشته است (۱۱). براساس پژوهشی در سال ۱۳۹۵ مشخص شد که دو فاکتور جمعیت و شاخص تورم بر تولید پسماند شهری اصفهان اثر معنی‌داری دارند و تولید پسماند در آینده روند افزایشی خواهد داشت (۱۲). تحقیقی در سال ۱۳۹۸، به بررسی وضعیت آینده تولید پسماند جامد کلان‌شهر تهران مبتنی بر رشد جمعیت در بازه زمانی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۳۰ پرداخت و بیان نمود که در هر سه حالت افزایش، تثبیت و یا کاهش مولید شهر تهران در آینده، تولید سالانه و سرانه پسماند، افزایش خواهد داشت (۱۱). در حالی‌که پژوهش دیگری، بیان کرد که جهش تورمی و افزایش نرخ دلار در سال‌های اخیر با ایجاد تغییر الگوی مصرف خانوارهای تهرانی به طور معنی‌داری تولید پسماند شهری به ویژه پسماند خشک بازیافتی در کلان‌شهر تهران را کاهش داده است. همچنین این پژوهش بیان کرد که پدیده زباله‌گردی یکی از مهمترین عوامل اجتماعی است که بر میزان پسماند تولیدی و ترکیب آن موثر خواهد بود (۱۳).

مطالعات متعدد بیانگر آن است که فاکتورهای توسعه شهری از جمله؛ سبک زندگی، شرایط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی، صنعت، الگوهای مصرف، آب و هوا، جمعیت، عادت غذایی، اندازه شهر، استاندارد زندگی، تأثیر به سزایی بر نرخ تولید و ترکیب پسماند شهری دارند (۱۴). پسماند جامد شهری، بازتابی از فرهنگ تولیدکننده آن بوده و بر سلامت مردم و محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد. مردم در سطح دنیا، مقدار فزاینده‌ای زباله را

در دنیای کنونی سرعت تغییرات در حوزه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، محیط‌زیستی و فناوری به حدی شتابان است که در محیط پیرامون و سبک زندگی همه افراد، تأثیرات عمیقی گذاشته است. مواجهه با این تغییرات و پیامدهای حاصل از آنها، مستلزم به کارگیری رویکردهای نوین توسط دست‌اندرکاران مدیریت و برنامه‌ریزی شهری است. عدم شناخت هوشمندانه آینده، متاثر از ابزارهای برنامه‌ریزی و نحوه به کارگیری آنها در فرایند برنامه‌ریزی است (۱).

تحولات جمعیتی، به ویژه توسعه شهرنشینی در یک سده اخیر باعث شده است تا دفع اصولی پسماندهای جامد شهری، صنعتی و سایر انواع پسماندها به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های برنامه‌ریزان شهری در کانون توجه قرار گیرد (۲). اولین قدم برای تعیین یک برنامه صحیح و دقیق مدیریت پسماند شهری، آگاهی کامل از کمیت و ترکیب پسماند جامد است. آگاهی و شناخت جامع از ویژگی‌های پسماند جامد، نقش بسیار مهمی در ارزیابی، طراحی و انتخاب تجهیزات مناسب برای مراحل مختلف مدیریت پسماند دارد (۳، ۴).

Walsh (۲۰۰۲)، بیان داشت که در یک بازه زمانی طولانی (صد ساله)، پسماندهایی که توسط شهروندان دور ریخته شده، روندهای تکنولوژیکی و فرهنگی را نشان می‌دهند و پیشرفت فناوری چه در زمان گذشته و چه در آینده، عامل شکل‌گیری ویژگی‌های پسماند شهری است (۵). Gómez و همکاران (۲۰۰۹)، نیز در یک بازه زمانی کوتاه یک ساله، عامل تغییرات فصلی را در مقدار و ترکیب پسماند موثر دانستند (۶). Zorpas و همکاران (۲۰۱۵) عواملی نظیر فرهنگ، توسعه اقتصادی، اقلیم و منابع انرژی را در ترکیب پسماند موثر دانستند (۷). Ghinea و همکاران (۲۰۱۶)، نیز تعداد ساکنان، سن جمعیت، امید به زندگی شهری را به عنوان شاخص‌های پیش‌بینی ترکیب پسماند جامد شهری در نظر گرفتند (۸).

در سال ۲۰۱۲ شهرهای جهان سالانه حدود ۱/۳ Gton (۱ Gton = ۱۰<sup>۹</sup> ton و ۱ ton = ۱۰۰۰ kg)

خانگی کلان‌شهر تهران خواهند شد را شناسایی کند و از این طریق به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران مدیریت پسماند درک عمیق و بینش گسترده در مورد ویژگی‌های پسماندهای در حال ظهور بدهد تا زمینه‌های ایجاد یک سیستم مدیریت پسماند کارا و پویا را فراهم آورد.

در این پژوهش به این دلیل که درصد قابل توجهی از پسماند جامد شهر تهران را پسماند خانگی تشکیل می‌دهد (۱۹)، از میان پسماندهای جامد شهری، به شناسایی پیش‌ران‌های اثرگذار بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران از طریق رویکرد آینده‌پژوهی پرداخته شد.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر ماهیت، براساس روش‌های علم آینده‌پژوهی، تحلیلی و اکتشافی است که با به کارگیری ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی انجام گرفته است. همچنین، روش گردآوری اطلاعات اسنادی و میدانی است. داده‌های کیفی از طریق بررسی اسناد و مصاحبه و داده‌های کمی به کار رفته در این پژوهش به صورت عددی و از طریق وزن‌دهی پرسشنامه و جدول ماتریس (ضمائم) تهیه شده است.

بر همین اساس، در ابتدا لیستی از مولفه‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران، از روش مطالعات اسنادی جمع‌آوری شد. مولفه‌های شناسایی شده، از طریق نظرسنجی از خبرگان در این زمینه، نهایی شد و مورد تدقیق قرار گرفت. بدین منظور از متخصصین و خبرگان حوزه‌های مدیریت پسماند، جامعه‌شناسی و آینده‌پژوهی کمک گرفته شد که این کار واقع‌گرایی بالا و دقت را برای نتایج نهایی به همراه داشت. از آنجایی که زمینه مورد پژوهش در حیطه سه حوزه مطالعاتی بیان شده، قرار داشت و فردی که در هر سه حوزه متخصص باشد، به طور مشخص وجود نداشت، لازم بود که نمونه‌برداری از زوایای مختلف صورت گیرد. بنابراین مصاحبه‌ها از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی (Snowball Sampling) و

دور می‌ریزند، در حالی که علاوه بر افزایش میزان تولید، با انتشار موادی مانند مواد پلاستیکی و الکترونیکی مصرفی، ترکیبات پسماند نیز پیچیده‌تر و گسترده‌تر از گذشته شده است (۱۵). ترکیب پسماند در ایران با سایر کشورهای اروپایی متفاوت است. در ایران حدود ۷۰ درصد پسماندهای تولیدی، "تر" و ۳۰ درصد "خشک" بوده، اما در اروپا ۳۰ درصد "تر" و ۷۰ درصد پسماندها "خشک" است (۱۶). بنابراین کپی‌برداری ناقص از سیستم مدیریت پسماند کشورهای دیگر به ویژه، کشورهای اروپایی نمی‌تواند در رسیدن به یک مدیریت پسماند شهری پویا در ایران راهگشا باشد (۱۷).

مطالعات موجود در زمینه کلان‌شهرهای ایران نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی‌های توسعه در تدوین برنامه‌های توسعه شهری، سهم درخوری به آینده‌پژوهی اختصاص نداده‌اند. غفلت از تغییرات جدید و روندهای پرسرعت و نوظهور، درهم‌تنیدگی مسائل توسعه شهری با مقوله‌های فراشهری ملی و جهانی، تاکید صرف بر آمار و ارقام، خلاصه کردن شهر به ابعاد کالبدی، بی‌توجهی به نظرات ذینفعان متعدد و خبرگان، نتایج اسفباری در برنامه‌ریزی شهری به بار آورده است (۱۸). مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که، بعد از آلودگی هوا و گرمایش جهانی و خشکسالی، مدیریت پسماند سومین پیشران محیط‌زیستی اثرگذار بر آینده کلان‌شهر تهران است (۱۸).

با بررسی طرح‌ها و قوانین مطرح شده در زمینه مدیریت پسماند، مشخص شد پژوهشی به طور خاص در زمینه بررسی ترکیب پسماند با رویکرد آینده‌پژوهی انجام نشده است و این مهم که ترکیب پسماند در انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی مرتبط با تصفیه، بازیافت و دفع پسماند تاثیر اساسی داشته و تعیین‌کننده چگونگی پردازش، بازیافت، دفن و نوع فناوری‌های مورد نیاز است، از دید تصمیم‌گیران پنهان مانده است. این پژوهش می‌کوشد با توجه و تمرکز بر یکی از مهمترین امور زیربنایی سیستم مدیریت پسماند؛ یعنی میزان پسماند تولید شده به ویژه ترکیب و اجزای تشکیل دهنده آن، عوامل موثری که در بیست سال آینده باعث تغییر کمیت و ترکیب پسماند

یا دعوت مستقیم توسط مصاحبه‌کننده (نمونه‌گیری موردی) انجام شد و مصاحبه‌ها تا حد اشباع نظری ادامه یافتند. یعنی زمانی که به نظر نمی‌رسید در مصاحبه‌های بعدی مولفه جدیدی بدست آید. پس از شناسایی مولفه‌های موثر اولیه در چارچوب پیمایش دلفی، در مرحله بعد، از یک پرسشنامه طیف لیکرت استفاده شد تا از بین مولفه‌های تدقیق شده، با اهمیت‌ترین مولفه‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران در بیست سال آینده مشخص شود. در این پژوهش، به طور کلی ۲۲ نفر پرسشنامه‌ها را تکمیل کردند و براساس طیف لیکرت درجه اهمیت مولفه‌ها امتیازدهی شد. روایی پرسشنامه طیف لیکرت، روایی محتوایی بود و مورد تایید متخصصان قرار داشت و ضریب آلفای کرونباخ، مقدار ۰/۹۵۸ به دست آمد که نشانگر پایایی پرسشنامه بود. بنابر اظهار خبرگان در سه حوزه مورد نظر، مشخص شد که، متخصصان مدیریت پسماند و پس از آن متخصصان جامعه‌شناس نسبت به متخصصان آینده‌پژوه، در زمینه مورد پژوهش تسلط و اشراف بیشتری دارند. بنابراین برای دستیابی به با اهمیت‌ترین مولفه‌های موثر، به نظرات متخصصان وزن داده شد؛ به امتیازات متخصصان مدیریت پسماند ضریب ۱/۵، به امتیازات متخصصان جامعه‌شناس ضریب ۱/۲ و به امتیازات متخصصان آینده‌پژوه ضریب یک داده شد. سپس میانگین نظرات متخصصان برای هر مولفه تعیین گردید. در نهایت بنابر نظر خبرگان، ۱۴ مولفه، نسبت به سایر مولفه‌ها با اهمیت‌تر بودند. در مرحله بعد با تشکیل جدول ماتریس اثرات متقابل، پرسشنامه دیگری تنظیم شد و از خبرگان خواسته شد تا در چارچوب ماتریس اثرات متقابل به مولفه‌ها، بر مبنای میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری آنها با اعدادی در طیف ۰ تا ۳، امتیاز دهند. در این امتیازدهی، عدد صفر به منزله بدون تاثیر، عدد یک به منزله تاثیر ضعیف، عدد دو به منزله تاثیر متوسط، عدد سه به منزله تاثیر قوی و حرف P (Probability) به معنای اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم به صورت بالقوه بود. امتیازها در جدول ماتریس اثرات متقابل وارد شد و در چارچوب نرم افزار آینده‌نگاری میک‌مک (Micmac)، تاثیرگذاری و

تاثیرپذیری (مستقیم و غیرمستقیم) هر کدام از مولفه‌ها بر یکدیگر سنجیده شد و در نهایت با مشخص شدن نیروهای کلیدی و پیش‌ران، نمودارهای لازم به عنوان خروجی به دست آمد.

۲۰) \_ تحلیل ساختاری با استفاده از نرم افزار میک‌مک (Micmac) تحلیل ساختاری، به عنوان یکی از گام‌های آینده‌نگاری راهبردی، یکی از مصداق‌های تفکر سیستمی در آینده‌پژوهی است. تفکر سیستمی در معنای گسترده به معنای دیدن موضوع و مسائل یک حوزه پژوهشی در قالب یک سیستم است (۲۰). روش ساختاری روشی است که برای تحلیل روابط بین متغیرها، در سیستم‌های گسترده و دارای ابعاد متعدد، به کار می‌رود. پتانسیل این روش در استفاده از داده‌های کیفی در کنار داده‌های کمی باعث شده این روش به یکی از روش‌های پرکاربرد در آینده‌پژوهی تبدیل شود. در این روش، متغیرهای موثر بر سیستم در ماتریسی  $n \times n$  قرار می‌گیرند و براساس نظر گروه خبرگان در قالب اعداد ۰، ۱، ۲، ۳ و حرف P ارزش‌گذاری می‌شوند. این ماتریس مبنای تحلیل‌های بعدی را تشکیل می‌دهد و خروجی‌های متعددی از این روابط به دست می‌آید (۲۱).

نرم‌افزار میک‌مک (Micmac)، در پژوهش‌های دارای ماهیت میان رشته‌ای برای پردازش اطلاعات کیفی و تبدیل دیدگاه‌های کیفی خبرگان به داده‌های کمی استفاده می‌شود (۲۲). در نهایت، متغیرها براساس تاثیرگذاری و تاثیرپذیری در محور مختصات پراکنده می‌شوند. براساس پراکنش متغیرها در محور مختصات، ویژگی آنها مشخص می‌شود و مبنای تحلیل مدیران و برنامه‌ریزان در مراحل بعدی قرار می‌گیرد.

## یافته‌ها

\_ شناسایی مولفه‌های اولیه و تشکیل ماتریس اثرات متقاطع مولفه‌های موثر بر تولید (به ویژه ترکیب) پسماند خانگی شهر تهران (جدول ۱)، در چارچوب یک ماتریس  $14 \times 14$

ساختار بندی شد و میزان تاثیر گذاری و تاثیر پذیری هر یک از این مولفه ها بر سایر مولفه ها، توسط خبرگان امتیاز دهی شد و اطلاعات جدول نهایی، جهت تحلیل اثرات متقابل وارد نرم افزار میک مک (Micmac) گردید.

### جدول ۱- مولفه های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران در افق زمانی بیست ساله

ردیف	کد	مولفه های موثر بر تولید و ترکیب پسماند خانگی شهر تهران
۱	AGE	توزیع سنی جمعیت
۲	EDU	افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع رسانی
۳	SATI	رضایت از زندگی
۴	CUL	آداب و رسوم فرهنگی-اجتماعی و ارزش ها و اعتقادات
۵	IMMI	مهاجرت
۶	PAN	بیماری های همه گیر و ناگهانی (پاندمی)
۷	LIFE	تحول در سبک زندگی (چگونگی سپری کردن اوقات فراغت، نوع لباس و خوراک و...)
۸	DIGI	دگر دیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری
۹	ECO	رشد اقتصادی
۱۰	JOB	تحول در کسب و کار آینده
۱۱	CLI	تغییرات اقلیمی
۱۲	REL	ارتباط سیاسی و اقتصادی ایران با دنیا
۱۳	EPR	اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی (مانند قانون امتداد مسئولیت تولید کننده)
۱۴	POL	تحول در سیاست گذاری های اقتصادی (به طور مثال حذف یارانه های پنهان انرژی...)

## \_ تحلیل میزان اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم عوامل

ماتریس اثرات مستقیم (Matrix of Direct Influence (MDI)، توصیف‌کننده روابط تاثیر مستقیم بین مولفه‌های (متغیرهای) تعریف‌کننده سیستم است. تحلیل اولیه داده‌های ماتریس اثرات متقابل مولفه‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران، نشان داد که ماتریس با دوبرابر تکرار از مطلوبیت و بهینه‌شدگی ۱۰۰ درصد برخوردار است که این نشان‌دهنده روایی بالای پرسشنامه و پاسخ‌های آن است (۲۳). از مجموع ۱۹۶ رابطه ممکن، ۴۴ رابطه بدون تاثیر (صفر)، ۶۷ رابطه ضعیف (یک)، ۶۳ رابطه تاثیر متوسط (دو)، ۲۲ رابطه دارای تاثیر زیاد (سه) وجود داشته است و هیچ رابطه احتمالی با نماد P وجود نداشته است. همچنین درجه پرشدگی ماتریس نیز ۷۷/۵۵ درصد است که این میزان پرشدگی نشان می‌دهد که مولفه‌های موثر، تاثیر قابل توجهی بر هم داشته‌اند و سیستم ناپایدار است. یعنی در واقع برای دستیابی به یک سیستم پایدار و باثبات در آینده بسیاری از مولفه‌های کلیدی قابل دستکاری هستند. عوامل انتخاب شده کنش و واکنش زیاد و البته پراکنده نسبت به هم دارند.

جمع سطرهای ماتریس نشانگر تاثیرگذاری و جمع ستون‌ها نشانگر تاثیرپذیری هر مولفه در بررسی اثرات مستقیم است، که در (جدول ۲)، نشان داده شده است. چنان‌که در این جدول مشاهده می‌شود، مولفه "رشد اقتصادی" بیشترین تاثیر را بر سایر متغیرها دارد و یک مولفه کلیدی بسیار مهم در تولید (به ویژه ترکیب) پسماند خانگی شهر تهران است. پس از این مولفه، چهار مولفه: "دگردیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری"؛ "اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی"؛ "افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی" و "تحول در کسب و کار آینده"، به ترتیب در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار گرفته‌اند.

در میان ۱۴ مولفه ذکر شده، پنج مولفه "تحول در سبک زندگی در آینده (چگونگی سپری کردن اوقات فراغت، نوع لباس و خوراک و...)"؛ "بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی

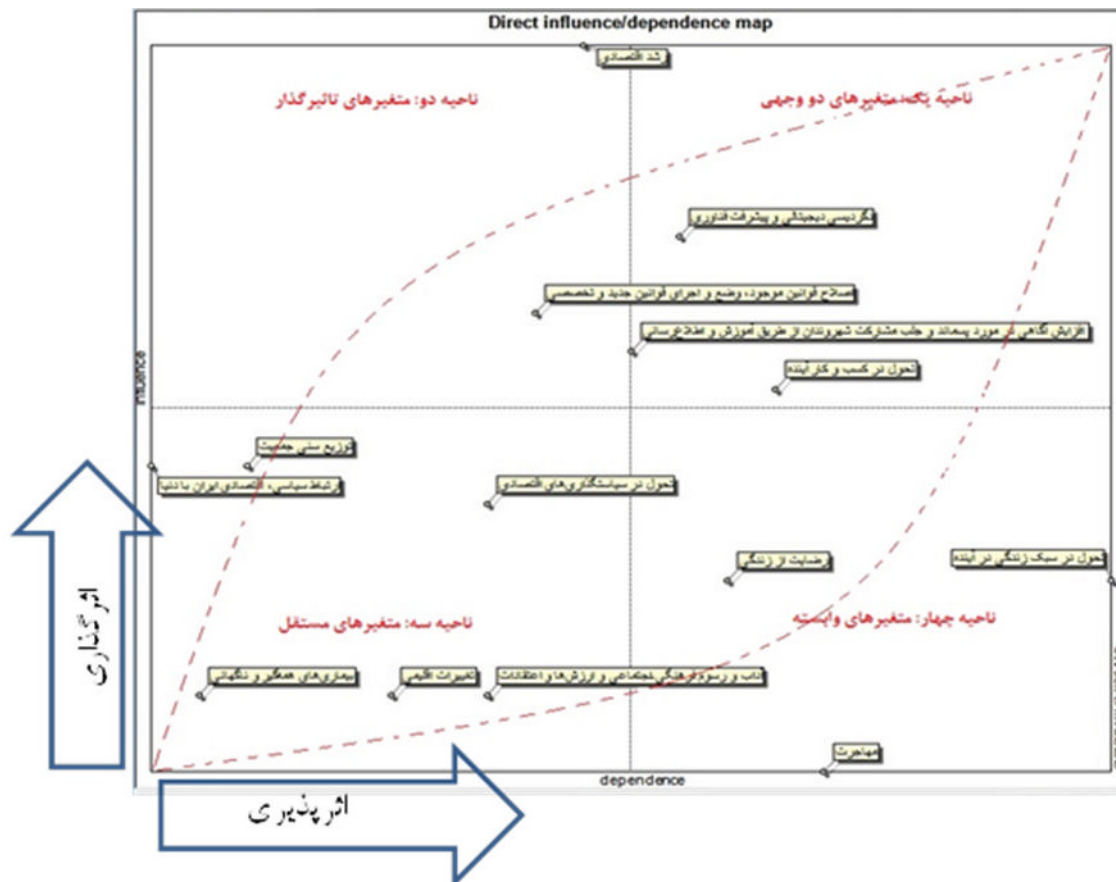
(پاندمی)؛ "تغییرات اقلیمی"؛ "آداب و رسوم فرهنگی- اجتماعی و ارزش‌ها و اعتقادات" و "مهاجرت"، کمترین میزان تاثیرگذاری را داشته‌اند. براساس نتایج نرم‌افزار میک‌مک (Micmac)، درباره میزان اثرپذیری عوامل از یکدیگر نیز، مولفه "تحول در سبک زندگی در آینده (چگونگی سپری کردن اوقات فراغت، نوع لباس و خوراک و...)"، بیشترین تاثیرپذیری را نسبت به سایر مولفه‌ها داشته است. در کنار این مولفه، چهار مولفه: "مهاجرت"؛ "تحول در کسب و کار آینده"؛ "رضایت از زندگی"؛ "دگردیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری" به ترتیب از تاثیرپذیرترین مولفه‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران در بین ۱۴ مولفه، شناسایی شدند.

## \_ تحلیل پایداری/ ناپایداری سیستم براساس نقشه اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم

برای تعیین پایداری یا ناپایداری سیستم، به بررسی الگوی پراکندگی مولفه‌ها، روی نقشه اثرگذاری- اثرپذیری پرداخته شد (شکل ۱). سیستم‌های ناپایدار، با مولفه‌هایی که هم اثرگذارند و هم اثرپذیر، تحولات شدیدی در آینده خواهند داشت و وضعیت کنونی آنها پایدار نخواهد ماند. در این حالت، پراکنش متغیرها در اطراف محور قطری صفحه (به شکل لوزی) و از جنوب‌غربی به شمال‌شرقی نمودار خواهد بود. اما چنانچه سیستم پایدار باشد، تعداد زیادی عوامل اثرگذار و در سمت مقابل تعداد زیادی عوامل اثرپذیر قرار می‌گیرد و پراکنش متغیرها به شکل L از سمت چپ نمودار ظاهر می‌شود و شرایط کنونی سیستم در آینده تغییر چندانی نخواهد کرد. در سیستم‌های ناپایدار، وضعیت پیچیده‌تر از سیستم‌های پایدار بوده و متغیرهای: تاثیرگذار، دو وجهی، مستقل و تاثیرپذیر (وابسته)، قابل مشاهده هستند. بررسی الگوی پراکندگی مولفه‌های مهم تاثیرگذار بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران نشانگر وضعیت ناپایدار سیستم است (محدوده پراکنش متغیرها به صورت نقطه‌چین در شکل ۱ مشخص است).

## جدول ۲- میزان اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم مولفه‌ها

رتبه	مولفه کلیدی	مجموع امتیاز در سطرها (اثرگذاری)	مولفه کلیدی	مجموع امتیاز در ستون‌ها (اثرپذیری)
۱	رشد اقتصادی	۳۰	تحول در سبک زندگی در آینده (چگونگی سپری کردن اوقات فراغت، نوع لباس و خوراک و...)	۳۰
۲	دگردیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری	۲۵	مهاجرت	۲۴
۳	اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی (مثل قانون امتداد مسئولیت تولیدکننده)	۲۳	تحول در کسب و کار آینده	۲۳
۴	افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی	۲۲	رضایت از زندگی	۲۲
۵	تحول در کسب و کار آینده	۲۱	دگردیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری	۲۱
۶	ارتباط سیاسی، اقتصادی ایران با دنیا	۱۹	افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی	۲۰
۷	توزیع سنی جمعیت	۱۹	رشد اقتصادی	۱۹
۸	تحول در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی (به طور مثال حذف یارانه‌های پنهان انرژی و تحول در نظام بانکی...)	۱۸	اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی (مثل قانون امتداد مسئولیت تولیدکننده)	۱۸
۹	رضایت از زندگی	۱۶	آداب و رسوم فرهنگی-اجتماعی و ارزش‌ها و اعتقادات	۱۷
۱۰	تحول در سبک زندگی در آینده (چگونگی سپری کردن اوقات فراغت، نوع لباس و خوراک و...)	۱۶	تحول در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی (به طور مثال حذف یارانه‌های پنهان انرژی و تحول در نظام بانکی...)	۱۷
۱۱	بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی (پاندمی)	۱۳	تغییرات اقلیمی	۱۵
۱۲	تغییرات اقلیمی	۱۳	توزیع سنی جمعیت	۱۲
۱۳	آداب و رسوم فرهنگی-اجتماعی و ارزش‌ها و اعتقادات	۱۳	بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی (پاندمی)	۱۱
۱۴	مهاجرت	۱۱	ارتباط سیاسی، اقتصادی ایران با دنیا	۱۰
	جمع کل	۲۵۹		۲۵۹



شکل ۱- وضعیت پایداری / ناپایداری سیستم و نقشه اثرگذاری-اثرپذیری مستقیم

و "افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی" دارای اثرگذاری بیشتر نسبت به اثرپذیری بوده و متغیرهای تاثیرگذار سیستم هستند. متغیرهای ناحیه سه (مستقل)، به طور میانگین اثرگذاری و اثرپذیری کمتری دارند به این معنا که نه زیاد از سیستم تاثیر می‌پذیرند و نه زیاد بر آن تاثیر می‌گذارند. با توجه به شکل ۱، متغیرهای "تغییرات اقلیمی"؛ "آداب و رسوم فرهنگی- اجتماعی و ارزش‌ها و اعتقادات"؛ "تحول در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی"؛ "توزیع سنی جمعیت" و "ارتباط سیاسی، اقتصادی ایران با دنیا"؛ "بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی" متغیرهای مستقل خوانده می‌شوند. متغیرهای ناحیه چهار (وابسته)، تاثیرگذاری کمی بر سیستم دارند و خود تابع تغییرات در سایر متغیرها هستند. متغیرهای "رضایت از زندگی"، "تولید در سبک زندگی در آینده" و

وضعیت متغیرها روی نواحی نقشه اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم متغیرها بر اساس موقعیت قرارگیری به چهار نوع تقسیم می‌شوند که هر کدام در یکی از نواحی چهارگانه نقشه اثرگذاری-اثرپذیری قرار می‌گیرند (شکل ۱). متغیرهای ناحیه یک (دو وجهی یا راهبردی)، دارای دو ویژگی مشترک تاثیرگذاری و تاثیرپذیری زیادند و هر تغییری بر روی این متغیرها در سایر متغیرها نیز واکنش و تغییری ایجاد خواهد کرد. با توجه به شکل ۱، مشخص شد که متغیرهای "دگردیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری" و "تولید در کسب و کار آینده" واقع در ناحیه یک، متغیرهای دو وجهی هستند. متغیرهای ناحیه دو بیش از اینکه از سیستم تاثیر بپذیرند بر آن تاثیر می‌گذارند. بنابراین، سه متغیر "رشد اقتصادی"؛ "اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی"

تاثیرگذار سیستم هستند.

با توجه به اینکه برای محاسبات اثرهای غیرمستقیم، نرم‌افزار، ماتریس را چند بار به توان می‌رساند، جمع اثرگذاری و اثرپذیری‌های غیرمستقیم اعداد چند رقمی درمی‌آید و مقایسه آن با اثرهای مستقیم دشوار می‌شود. برای رفع این مشکل نرم‌افزار، جدول سهم مولفه‌ها براساس اثرهای مستقیم و غیرمستقیم را در مقیاس ۱۰ هزار ارائه می‌دهد. بر این اساس، مجموع اثرگذاری و اثرپذیری‌ها ۱۰ هزار محاسبه شده و سهم هر کدام از مولفه‌ها از این عدد نشان‌دهنده سهم آن از کل سیستم است. بر مبنای اطلاعات به دست آمده از جدول‌های اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم و غیرمستقیم، مشخص شد که همان ده مولفه‌ای که در ستون اثرگذاری مستقیم بیشترین سهم را داشته‌اند در اثرگذاری غیرمستقیم نیز بیشترین سهم را داشته‌اند. فقط متغیر "توزیع سنی جمعیت" از رتبه شش به رتبه هفت و متغیر "ارتباط سیاسی، اقتصادی ایران با دنیا" از رتبه هفت به رتبه شش منتقل شده‌اند (جدول ۳). همچنین مشخص شد، ده مولفه برتر که در ستون اثرپذیری مستقیم وجود دارند با تغییراتی در رتبه‌بندی در اثرپذیری غیرمستقیم هم تکرار شده‌اند.

"مهاجرت" در ناحیه چهارم (سمت راست پایین صفحه) قرار می‌گیرند و دارای تاثیرپذیری بالایی از سیستم هستند.

سهم اثرگذاری و اثرپذیری غیرمستقیم به صورت مقایسه‌ای ماتریس اثرات غیرمستقیم به صورت مقایسه‌ای (Matrix of Indirect Influences (MII))، روابط تاثیر غیرمستقیم بین متغیرهای تعریف‌کننده سیستم را توصیف می‌کند. تاثیر غیرمستقیم در نرم افزار میک‌مک (Micmac) به معنای انتشار یا پخش تاثیر یک متغیر بر متغیر دیگر از طریق یک متغیر واسطه است (۲۴).

با انجام تحلیل مولفه‌ها بر روی نقشه اثرات غیرمستقیم مشخص شد، متغیر "افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی" که در ناحیه اول واقع شده است، با بیشترین تاثیرگذاری و تاثیرپذیری بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران، متغیر دو وجهی محسوب می‌شود. سه متغیر "رشد اقتصادی"، "دگردیسی دیجیتال و پیشرفت فناوری" و "اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی" دارای اثرگذاری بیشتر نسبت به اثرپذیری بوده و در ناحیه دوم قرار می‌گیرند و متغیرهای

جدول ۳- جابجایی متغیرها در اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم و غیرمستقیم

رتبه‌بندی متغیرها براساس اثرگذاری			رتبه‌بندی متغیرها براساس اثرپذیری		
MDI matrix			MII matrix		
Rank	Variable		Variable	Rank	
1	9-ECO		1	7-LIFE	
2	8-DIGI		2	5-IMMI	
3	13-EPR		3	10-JOB	
4	2-EDU		4	3-SATI	
5	10-JOB		5	8-DIGI	
6	1-AGE		6	2-EDU	
7	12-REL		7	9-ECO	
8	14-POL		8	13-EPR	
9	3-SATI		9	4-CUL	
10	7-LIFE		10	14-POL	
11	4-CUL		11	11-CLI	
12	6-PAN		12	1-AGE	
13	11-CLI		13	6-PAN	
14	5-IMMI		14	12-REL	

## بحث

در یک برنامه‌ریزی مناسب سیستم‌های مدیریت پسماند، مرحله اساسی، پیش‌بینی دقیق کمیت و ترکیب پسماند است. ترکیب پسماند، تحت تاثیر عوامل متعددی قرار داشته و در شهرهای مختلف حتی در زمان‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد. هدف پژوهش حاضر، تعیین و شناسایی پیش‌ران‌های اثرگذار بر آینده تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران در بیست سال آتی بود.

در این پژوهش سعی شد در مورد تمامی مولفه‌های موثر بر تولید (به ویژه ترکیب) پسماند خانگی شهر تهران از خبرگان به روش دلفی نظرسنجی گردد و در نرم افزار ساختاری میک‌مک (Micmac)، ارتباط این مولفه‌ها با هم سنجیده شود و مولفه‌های برتر، در حکم مولفه‌های کلیدی و پیش‌ران‌ها، استخراج شوند. با ارزیابی چهارده مولفه یاد شده (جدول ۱)، (در نتیجه تحلیل‌های ماتریس نقشه تاثیرگذاری و تاثیرپذیری) با روش‌های مستقیم و غیرمستقیم، ده مولفه کلیدی: ۱- "رشد اقتصادی"؛ ۲- "دگرذیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری"؛ ۳- "اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی (مثل قانون امتداد مسئولیت تولیدکننده)"؛ ۴- "افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی"؛ ۵- "تحول در کسب و کار آینده"؛ ۶- "توزیع سنی جمعیت"؛ ۷- "ارتباط سیاسی، اقتصادی ایران با دنیا"؛ ۸- "تحول در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی (به طور مثال حذف یارانه‌های پنهان انرژی و تحول در نظام بانکی...)"؛ ۹- "رضایت از زندگی"؛ ۱۰- "تحول در سبک زندگی در آینده (چگونگی سپری کردن اوقات فراغت، نوع لباس و خوراک و...)"، به ترتیب دارای بیشترین تاثیر بر میزان تولید و تغییر در ترکیب پسماند خانگی شهر تهران، در بیست سال آینده بودند (جدول ۳) و از بین این متغیرها، چهار متغیر اول که در ناحیه اول و دوم در نقشه‌های اثرات مستقیم و غیر مستقیم قرار داشتند. به عنوان پیش‌ران‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران شناسایی شدند.

مقایسه پژوهش‌های گذشته و پژوهش حاضر نشان داد که؛ مولفه‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند شهری در بسیاری از پژوهش‌ها مشترک است با این تفاوت که در شرایط و زمان‌های مختلف از درجه اهمیت متفاوتی برخوردار هستند. Walsh (۲۰۰۲)، عوامل فرهنگی و پیشرفت فناوری را در شکل‌گیری ویژگی‌های پسماند شهری در آینده موثر می‌دانست، در پژوهش حاضر نیز مولفه "دگرذیسی دیجیتالی و پیشرفت فناوری"، به عنوان یکی از پیش‌ران‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران شناسایی شده است ولی مولفه فرهنگی جز ده مولفه کلیدی برتر شناخته نشد. Gómez و همکاران (۲۰۰۹)، به طور کلی عامل تغییرات فصلی، را در مقدار و ترکیب پسماند موثر دانستند، در پژوهش حاضر، این مولفه، جز ده مولفه کلیدی موثر در آینده شناخته نشد. Zorpas و همکاران (۲۰۱۵)، نیز عواملی نظیر فرهنگ، توسعه اقتصادی، اقلیم و منابع انرژی را در ترکیب پسماند موثر دانستند، در پژوهش حاضر از بین مولفه‌های بیان شده، مولفه رشد اقتصادی به عنوان یکی از پیش‌ران‌های اثرگذار مورد تاکید قرار گرفته است ولی عوامل دیگر جز ده مولفه کلیدی قرار نداشتند. Ghinea و همکاران (۲۰۱۶)، عوامل: تعداد ساکنان، سن جمعیت، امید به زندگی شهری را به عنوان شاخص‌های پیش‌بینی ترکیب پسماند جامد شهری در نظر گرفتند، با توجه به این‌که در پژوهش حاضر مولفه‌های "توزیع سنی جمعیت"، "رضایت از زندگی"، جز ده مولفه کلیدی قرار دارد، می‌توان بیان کرد که نتایج این دو پژوهش هم‌راستا هستند. در مورد کلان‌شهر تهران نیز Faraji و همکاران (۲۰۱۹)، عامل رشد جمعیت شهرنشین را در تولید پسماند شهری موثر دانستند، در حالی‌که در پژوهش حاضر بیشتر به عامل توزیع سنی جمعیت شهری تاکید شده است، یعنی توزیع گروه‌های مختلف سنی اعم از پیر یا جوان در شهر تهران، نوع سبک زندگی و نیازهای ویژه هر کدام از آنها بر آینده تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی اثرگذار است. Islamic Parliament Research Center (۲۰۲۱)، نیز از عوامل جهش تورمی و افزایش نرخ دلار به عنوان عوامل

### نتیجه‌گیری

توجه و تمرکز برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران به پیش‌ران‌های اثرگذار بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران، اولویت‌بندی و مدنظر قراردادن روابط آنها با یکدیگر، حرکت به سمت پایداری، پویایی و کارایی سیستم مدیریت پسماند شهر تهران را تضمین خواهد نمود. در پژوهش‌های آتی بررسی چگونگی اثرگذاری پیش‌ران‌های شناسایی شده در این پژوهش بر مدیریت پسماند شهر تهران پیشنهاد می‌گردد.

### ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل رضایت آگاهانه، عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را رعایت کرده‌اند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه با عنوان "سناریوهای ترکیب پسماند شهر تهران در افق زمانی ۲۰ ساله با رویکرد آینده‌پژوهی" در مقطع دکترا است که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات در حال اجرا است.

اقتصادی و از پدیده زباله‌گردی به عنوان عامل اجتماعی موثر بر میزان پسماند تولیدی شهر تهران و ترکیب آن در آینده نام برد. می‌توان گفت که پژوهش حاضر نیز از بعدی دیگر، با تاکید بر مولفه‌های "رشد اقتصادی" و "اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی" به عنوان پیش‌ران‌های موثر بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران، عوامل نام برده را مدنظر داشته است. به طور مثال وضع و اجرای قوانین جدید و مناسب می‌تواند بر پدیده زباله گردی موثر باشد. بنابراین نتایج این دو پژوهش در یک راستا هستند.

به طور کلی در پژوهش حاضر بر عوامل اقتصادی، فناوری‌های جدید و پیشرفته (به طور مثال در تولید و بسته‌بندی مواد غذایی و کالا)؛ قوانین جدید مناسب با ضمانت اجرایی (به ویژه برای تولیدکنندگان کالا) و آگاهی‌دادن به شهروندان تهرانی به عنوان تولیدکنندگان پسماند خانگی و جلب مشارکت آنها برای داشتن رفتار مناسب با پسماند در آینده به عنوان پیش‌ران‌های اثرگذار بر تولید به ویژه ترکیب پسماند خانگی شهر تهران، تاکید شده است.

کمبود افراد متخصص در حوزه آینده‌پژوهی در شهرداری و سازمان مدیریت پسماند از محدودیت‌های این پژوهش بود.

## ضمائم

### پرسشنامه

#### به نام خالق هستی بخش

فرهیخته‌ی گرامی

موضوع: بهره‌گیری از نظرات تخصصی

با سلام و آرزوی سلامتی،

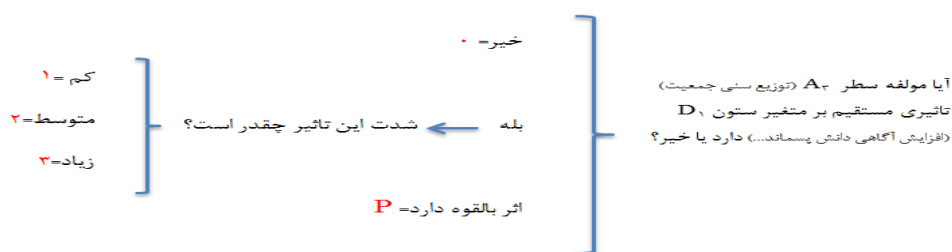
ضمن سپاس از حضرت‌عالی، به استحضار می‌رساند، طبق نظر خبرگان، ۱۴ مولفه، به عنوان مولفه‌های کلیدی موثر بر تولید (به ویژه ترکیب) پسماند خانگی شهر تهران در بیست سال آینده شناسایی گردیدند. در این مرحله از پژوهش، از سرکارخانم/جنابعالی تقاضا دارد، نظرات خود را در مورد اثرات متقابل این مولفه‌های کلیدی، در قالب پرسشنامه پیوست تکمیل فرمایید.

- لطفاً نظرات خویش مبنی بر اثرات متقابل مولفه‌ها را مطابق با راهنمای زیر، در فایل Excel که به پیوست آمده است اعلام فرمایید.

در این جدول، مولفه‌های موجود بر سطرها بر مولفه‌های موجود بر ستون‌ها تاثیر می‌گذارند؛ به این ترتیب، تاثیر مولفه هر سطر بر هر یک از ستونهای مقابل آن سنجیده می‌شود. میزان اثرگذاری، با اعداد بین صفر تا سه سنجیده می‌شود:

عدد صفر = بدون تاثیر؛ عدد یک = تاثیر ضعیف؛ عدد دو = تاثیر متوسط؛ عدد سه = تاثیر زیاد؛  $P$  = تاثیر بالقوه

- مثال:



شکل راهنمای پرسشنامه ماتریس

- توجه شود که میزان اثرگذاری سطر بر ستون نوشته شود.

نوشتن  $P$  یعنی در شرایط عادی اطمینانی به اثرگذاری آن مولفه ندارید، ولی احتمال می‌دهید با تغییر شرایط می‌تواند تاثیرگذار باشد. لطفاً این تاثیرگذاری احتمالی ( $P$ ) را با توجه به شدت احتمال آن (کم، متوسط، زیاد) به ترتیب  $P1$  (کم)،  $P2$  (متوسط)، و  $P3$  (زیاد) مشخص فرمایید.

از اینکه وقت ارزشمندتان را در اختیار اینجانب قرار داده و همچنین از نظرات ارزشمند شما بسیار سپاسگزارم.

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

تخصص:

ایمیل:

### جدول ماتریس اثرات متقابل مولفه‌های موثر بر تولید و ترکیب پسماند خانگی شهر تهران

مولفه کلیدی	ردیف	توزیع سنی جمعیت	افزایش آگاهی در مورد پسماند و...	رضایت از زندگی	آداب و رسوم فرهنگی-اجتماعی و...	مهاجرت	بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی	تحول در سبک زندگی در آینده	دگردیسی دیجیتال و پیشرفت فناوری	رشد اقتصادی	تحول در کسب و کار آینده	تغییرات اقلیمی	ارتباط سیاسی و اقتصادی ایران با دنیا	اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای ...	تحول در سیاست‌گذاری های اقتصادی
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
توزیع سنی جمعیت	1	0													
افزایش آگاهی در مورد پسماند و جلب مشارکت شهروندان از طریق آموزش و اطلاع‌رسانی	2		0												
رضایت از زندگی	3			0											
آداب و رسوم فرهنگی-اجتماعی و ارزش‌ها و اعتقادات	4				0										
مهاجرت	5					0									
بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی (پاندمی)	6						0								
تحول در سبک زندگی در آینده (چگونگی سپری کردن اوقات فراغت، نوع لباس و خوراکی و...)	7							0							
دگردیسی دیجیتال و پیشرفت فناوری	8								0						
رشد اقتصادی	9									0					
تحول در کسب و کار آینده	10										0				
تغییرات اقلیمی	11											0			
ارتباط سیاسی و اقتصادی ایران با دنیا	12												0		
اصلاح قوانین موجود، وضع و اجرای قوانین جدید و تخصصی (مثل قانون (EPR)	13													0	
تحول در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی (به طور مثال حذف یارانه‌های پنهان انرژی ...)	14														0

## References

1. Myers, D., Kitsuse, A. Constructing the future in planning: A survey of theories and tools. *Journal of Planning Education and Research*. 2000;29(3):221-31.
2. Pourasghar-Sangachin, F. Systematic management of municipal waste: Challenges and solutions. Tehran: Planning and Budget Organization; 2020 (in Persian).
3. Bisinella V, Götze R, Conradsen K, Damgaard A, Christensen TH, Astrup TF. Importance of waste composition for Life Cycle Assessment of waste management solutions. *Journal of Cleaner Production*. 2017;164:1180-91.
4. Abbasi M, Fallah Nezhad M, Noori R, Mirabi M. Forecasting municipal solid waste quantity by intelligent models and their uncertainty analysis. *Journal of Environmental Science and Technology*. 2020;22(1):167-83 (in Persian).
5. Walsh DC. Urban residential refuse composition and generation rates for the 20th century. *Environmental Science & Technology*. 2002;36(22):4936-42.
6. Gómez G, Meneses M, Ballinas L, Castells F. Seasonal characterization of municipal solid waste (MSW) in the city of Chihuahua, Mexico. *Waste Management*. 2009;29(7):2018-24.
7. Zorpas AA, Lasaridi K, Voukkali I, Loizia P, Chroni C. Household waste compositional analysis variation from insular communities in the framework of waste prevention strategy plans. *Waste Management*. 2015;38:3-11.
8. Ghinea C, Drăgoi EN, Comăniță E-D, Gavrilesco M, Câmpean T, Curteanu S, et al. Forecasting municipal solid waste generation using prognostic tools and regression analysis. *Journal of environmental management*. 2016;182:80-93.
9. Hoornweg D, Bhada-Tata P. What a waste: A global review of solid waste management. Washington DC: The World Bank Publications; 2012.
10. Kaza S, Yao L, Bhada-Tata P, Van Woerden F. What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. Washington DC: The World Bank Publications; 2018.
11. Faraji Mahyari Kh, Rafiee Sh, Keyhani AR, Faraji Mahyari Z. The future status of solid waste generation in Tehran metropolis with regression analysis method based on population. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2019;12(3):489-500 (in Persian).
12. Ebrahimi A, Ehrampoush MH, Hashemi H, Dehvari M. Predicting municipal solid waste generation through time series method (ARMA technique) and system dynamics modeling (Vensim Software). *Iranian Journal of Health and Environment*. 2016;9(1):57-68 (in Persian).
13. Islamic Parliament Research Center (IPRC). Investigating the factors affecting waste generation in Tehran metropolis. Tehran: IPRC; 2021 (in Persian).
14. Norouzian Baghani A, Dehghani S, Farzadkia

- M, Delikhoon M, Emamjomeh MM. Comparative study of municipal solid waste generation and composition in Shiraz city (2014). *Journal of Inflammatory Diseases*. 2017;21(2):65-57 (in Persian).
15. Vergara SE, Tchobanoglous G. Municipal solid waste and the environment: a global perspective. *Annual Review of Environment and Resources*. 2012;37(1):277-309.
16. Mojabi SM, Pourkarimi E, Soleimani E, Shekrlan M. Legal status and organizational structure of waste management in the country. Tehran: Tehran Urban Research & Planning Center; 2013 (in Persian).
17. Tehran Urban Research & Planning Center. Waste management in the world's cities. Tehran: Tehran Urban Research and Planning Center; 2016 (in Persian).
18. Vice President of Planning, Urban Development and Affairs of Tehran Municipal Council. Supporting document: Foresight of the metropolis of Tehran (scenarios ahead in the horizon 1410). Tehran: Tehran Municipality; 2018 (in Persian).
19. Damghani AM, Savarypour G, Zand E, Deihimfard R. Municipal solid waste management in Tehran: Current practices, opportunities and challenges. *Waste Management*. 2008;28(5):929-34.
20. Talebiyan H, Mowlae M. Iran's strategic foresight (Article Collection). Tehran: Reseach Institute of Culture, Art and Communications; 2019 (in Persian).
21. Rabani, T. Structural analysis method is a tool for recognizing and analyzing variables affecting the future of urban issues. The National Futures Studies Conference; 2012; Tehran (in Persian).
22. Rezayan GA, Marzban E. Identification of driving forces, uncertainties and future scenarios of Iran's environment. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2020;12(4): 531-54 (in Persian).
23. Taheri Demneh M, Naderi A. Human resources future studies in NAJA, using integrative method of scenario writing and cross-impact analysis. *NAJA Human Resources*. 2014;5(36):29-50 (in Persian).
24. Talebiyan H, Mowlae M, Gharari F. Structural analysis with fuzzy MICMAC in strategic foresight. *Journal of Iran Future Studies* 2017;2(1):75-104 (in Persian).



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



## Identification of the driving forces influencing household waste generation in Tehran (with an emphasis on waste composition) in the next twenty years using the approach of futures studies

Fariba Ebrahimi Fini<sup>1</sup>, Farzam Babaei Semiromi<sup>1\*</sup>, Mohammad Reza Tabesh<sup>1</sup>, Mahdi Jalili Ghazizade<sup>2</sup>, Amir Hushang Heidari<sup>3</sup>

1- Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

3- Science & Technology Futures Studies Department, National Research Institute for Science Policy (NRISP), Tehran, Iran

### ARTICLE INFORMATION:

**Received:** 09 July 2022

**Revised:** 26 September 2022

**Accepted:** 01 October 2022

**Published:** 20 December 2022

**Keywords:** Futures studies, Driving forces, Waste composition, Tehran, Municipal waste management

**\*Corresponding Author:**  
farzam.babaei@gmail.com

### ABSTRACT

**Background and Objective:** The critical step of policymaking and planning for the local governments to select appropriate waste management methods, is comprehensive information on solid waste generation. Waste generation rate and composition may vary from year to year because many factors influence it. This research identified the most important factors influencing the future of household waste generation and composition in Tehran, and how these factors affect each other.

**Materials and Methods:** This research is based on future studies methods which are carried out using a combination of quantitative and qualitative models. Due to the nature of this research, structural analysis, Micmac software and Delphi survey were used.

**Results:** In this regard, after holding many meetings with 22 of the experts as the statistical population of the research, 14 effective factors were identified. The influential factors were then analyzed in the framework of the Cross-impact matrix in the Micmac software. The results showed that what can be understood from the state of the dispersion page of the variables indicated the system instability, with most of the variables dispersed around the diagonal axis of the screen.

**Conclusion:** Finally, considering the high scores received by direct and indirect influences, 10 key factors were identified. "Economic Growth", "Digital Transformation and Technological Advances", "Amendment of Existing laws, Enactment and Implementation of New and Specialized Laws", and "Increased Awareness about waste and Attraction of Citizen Participation through Education and Provision of Information" were identified among these 10 factors as the driving forces influencing generation and composition, of household waste in Tehran in the Next Twenty Years.

Please cite this article as: Ebrahimi Fini F, Babaei Semiromi F, Tabesh MR, Jalili Ghazizade M, Heidari AH. Identification of the driving forces influencing household waste generation in Tehran (with an emphasis on waste composition) in the next twenty years using the approach of futures studies. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2022;15(3):523-38.

