فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال دوازدهم، شماره ۱، زمستان ۱۴۰۰
صص: ۳۰-۱۹

ارائه الگویی هوشمند برای مدیریت پسماند شهری[۱]

علی خسروی مقدم
دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، ایران
سید احمد شایان نیا[۲]
گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران
محمد مهدی موحدی
گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران
خسرو عزیزی
گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران
تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۷/۱۱

چکیده
یکی از مهم‌ترین راهکارهای مدیریت مناسب پسماند که در حال حاضر به عنوان اولویت اول در مدیریت پسماند شهری در بسیاری از کشورها در کانون توجه قرار گرفته است، مدیریت هزینه‌ها و تفکیک و جدا سازی پسماند در جهت ایجاد درآمد است. تحقیق پیش رو با استفاده از آمار مربوط به جمعیت ساکن، تولید و تفکیک پسماند و به کمک الگوریتم کوانتومی، به ارائه الگویی برای مدیریت پسماند نواحی مختلف منطقه ۴ تهران طی ماه‌های مختلف سال‌های ۹۶ پرداخته است. ناحیه ۷ با بیش از ۱۸۲ هزار نفر و ناحیه ۸ با بیش از ۵۲ هزار نفر، به ترتیب پر جمعیت و کم جمعیت‌ترین ناحیه منطقه ۴ به حساب می‌آیند. ناحیه ۷ در سال ۹۶ با تولید پسماند بیش از ۴ تن بیشترین میزان تولید پسماند را در بین نواحی نه گانه منطقه ۴ داشته است، به گونه‌ای که به تنهایی بیش از ۳ برابر ناحیه ۹ پسماند تولید کرده است. به طور میانگین می‌توان گفت در سال‌های ۹۶ تقریبا ۲۳/۱۵٪ از کل پسماند منطقه ۴ شهر تهران به صورت تفکیک جمع آوری شده است. در همین سال ناحیه ۷ با ۲۳/۷۳٪ بهترین ناحیه و ناحیه ۶ با ۱۵/۳۴ درصد کم کارترین ناحیه در این زمینه بوده است.

کلمات کلیدی: مدیریت پسماند، تولید پسماند، الگوریتم کوانتومی

۱-این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای علی خسروی مقدم به راهنمایی دکتر سید احمد شایان نیا در دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه می باشد.
۲-(نویسنده مسئول) sheibat@yahoo.com

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، پیشرفت علوم و تکنولوژی، توسعه صنعت و شهرنشینی و رفاه، زمینه‌های مصرف بیشتر و رشد فزاینده مواد زائد را باعث شده است، بطوری که سالانه مقادیر انبوهی از پسماند در محیط زیست تخلیه می‌شوند. دفع پسماند حاصل از مصرف، یکی از عوامل اصلی آلودگی خاک، آب و بعضاً هوا محسوب می‌شوند که در حال حاضر بخش‌های بسیاری از نظام اکولوژیک و حیات بسیاری از جانداران خصوصاً انسان را با تهدید جدی مواجه کرده است. افزایش رو به تزاید مواد زائد و تبعات ناشی از تخلیه آنها در محیط زیست در اغلب کشورهای جهان، خصوصاً کشورهای در حال توسعه که با محدودیت شدید مالی، تکنولوژیک و نیروهای متخصص مواجه هستند، یک چالش جدی برای این دولتها محسوب شده و آنها با مشکلات عدیده‌ای د ر این زمینه روبه رو هستند.

بررسی علمی‌مسئله زباله و برخورد منفی در آن در کشورهای در حال توسعه و ازآن جمله در ایران به علت عدم تصور فرهنگی(که این مسئله را جدی تلقی نمی‌نماید)نه تنها امری است مشکل، بلکه در شرایطی که این کشورها با انبوهی از مسائل اقتصادی، سیاسی و اجتماعی گریبان گیرند، تا حدی دست نیافتنی به نظر میرسد. (هاشمی:۱۳۸۱: ۳). افزایش جمعیت تهران با افزایش مصرف و در نهایت پسماندهای ناشی از آن در ارتباط است. ترکیب جدید پسماندهای شهری و دگرگونی شکلی آن، با سیستم بسته‌بندی نوین در مقایسه با گذشته تفاوت فراوانی یافته است بطوری که سیستم بسته‌بندی جدید در نهایت سبب افزایش میزان زائدات و زباله‌های جامد و غیر قابل بازیافت توسط طبیعت شده است. تحول در خدمات ارائه شده در رابطه با جمع آوری و دفع مواد زائد، گام در دوره جدیدی نهاده است و با رشد شهر ایستگاه‌های مختلف جمع آوری در سطوح محلات و نواحی، نوعی پراکندگی و توزیع نوین فضایی – مکانی را از لحاظ ارائه سرویس خدمات شهری به نمایش می‌گذارد. از سوی دیگر توجه به نکات اجتماعی و اقتصادی و سطح رفاه در محلات مختلف می‌تواند در ارتباط مستقیم با تولید زباله قرار گیرد. همانطور که می‌دانیم عادات مصرف در نقاط مختلف شهری تفاوت‌های فراوانی دارد. ما باید به این سوال پاسخ دهیم که آیا یک طبقه مرفه در منطقه ثروتمند نشین همان و میزان زباله تولید می‌کند که یک فقیر در نقاط فقیرنشین ؟ آیا ترکیب پسماند آنها شبیه به هم است یا خیر؟(اسکندری نوده:۱۳۸٤: ۲)

به مجموعه فعالیت‌هایی که برای برنامه ریزی، ساماندهی، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به تولید، ذخیره سازی، جمع آوری، حمل، دفع و پردازش پسماندها و همچنین آموزش واطلاع رسانی در این زمینه‌هاانجام می‌شود مدیریت پسماند می‌گویند. امروزه جمع آوری و دفع اصولی پسماندها و مدیریت هزینه‌ها آنهااز مهمترین مسائل و مشکلات پیشروی برنامه ریزی شهری بوده و متعاقب آن روش‌های متعددی برای مدیریت پسماند شهری توسعه پیدا کرده است. در حقیقت امروزه مدیریت پسماند یکی از مهمترین چالش‌ها و پیچیده‌ترین مشکلات مسئولین شهری در هر کشور می‌باشد. برآورد مقدار و ترکیب پسماند، اولین گام مطالعات در زمینه مدیریت پسماند محلی می‌باشد. براین اساس، درنواحی که مقدار زایدات ورودی به فرآیندهای پردازشی ادفع نظیر زباله سوزها، مراکز دفن و تصفیه خانه‌ها، درگذشته‌اندازه گیری و وزن شده است، میتوان برنامه ریزی‌های کنونی را با اطمینان و اعتماد بیشتری در خصوص

کمیت پسماند تولیدی انجام داد. در نقطه مقابل، در صورتی که اطلاعات دقیق کمیت پسماند دردسترس نباشد، تعیین و برآورد مقادیر مورد انتظار، به عنوان یک چالش جدی مطرح خواهدشد.

پسماند جامد شهری

مدیریت پسماند شهری بخشی از مدیریت شهری تعریف می گردد و شامل فنون تخصصی و فرآیندهای خاص خود می‌باشد. پسماند شهری شامل تمام مواد زاید حاصل از فعالیتهایی است که در شهر صورت می گیرد و از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی تنوع بسیار زیادی دارند. مدیریت مواد زاید جامد را میتوان به یک فعالیت میان بخشی پایه ریزی شده و بر اساس اصول مهندسی و اقتصادی بین عناصر مختلف آن یعنی تولید، ذخیره در محل، جمع آوری، حمل و نقل، پردازش و بازیافت و نهایتاً دفع مواد زاید جامد اطلاق نمود. پسماند جامد شهری شامل مواردی همچون کالاها و مواد با دوام و بی دوام، ظروف و مواد بسته بندی‌ها، دور ریزهای غذایی، شاخ و برگ زاید درختان و دیگر مواد آلی و غیر آلی دور ریز شده در مناطق مسکونی، تجاری، اداری و صنعتی می‌باشد. پسماندهای مسکونی در واحدهای مسکونی و توسط افراد ساکن در آنها تولید می شود. منابع تولید پسماندهای تجاری شامل خرده فروش‌ها، عمده فروش‌ها و مراکز فعالیت‌های خدماتی و سرویس دهی در جامعه می‌باشد زباله‌های اداری توسط مدارس، بیمارستان‌ها و مراکز دولتی تولید می گردد. پسماندهای صنعتی ناشی از فعالیتهای انجام شده در مراکز اداری و بهره برداری صنایع بوده و زایدات ناشی از مراحل پردازش و تولید صنایع را در برنمی گیرد. جدول شماره ۱ به اشاره دارد.

جدول ۱. منابع پسماند شهری

منابع	انواع پسماند جامد تولیدی
مسکونی	اسباب و وسایل منزل، روزنامه، البسه، ظروف یکبار مصرف، بسته بندی‌های غذایی مواد غذایی، قوطی‌های کنسرو، بطری، دور ریزهای غذایی، شاخ و برگ زاید درختان و زایدات باغبانی
تجاری	کارتن، پسماندهای غذایی، کاغذهای اداری، ظروف یکبار مصرف، زایدات باغبانی
اداری	کاغذهای اداری، پسماندهای تولیدی در اتاقهای استراحت و بوفه‌ها، پسماندهای مربوط به کلاسهای درس، زایدات باغبانی
صنعتی	کارتن، دورریزهای تولیدی در ناهارخوری‌ها، کاغذهای اداری، پالت‌های چوبی

منبع: (سازمان بازیافت و تبدیل مواد زاید شهرداری تهران)

کاهش پسماند یک فاکتور کلیدی و زیر ساختی اساسی در ایجاد جامعه پایدار است. اگر چه در سال‌های اخیر شهرداری تهران اقدامات خوبی در زمینه‌های مختلف مدیریت پسماند مانند جداسازی از مبدأ، جمع آوری مکانیزه و احداث کارخانه‌های کمپوست انجام داده است، ولی میزان تولید پسماند در شهر تهران نه تنها روند کاهشی نداشته است بلکه افزایش نیز یافته است. یکی از مهمترین راه کارهای مدیریت مناسب پسماند شهری که در حال حاضر به عنوان اولویت اول در مدیریت پسماند شهری در بسیاری از کشورها در کانون توجه قرار گرفته است، تفکیک و جداسازی از مبدأ است. موفقیت این سیستم وابسته به مشارکت همه جانبه مردم در امر جداسازی پسماند از مبدأ است، به طوری که در صورت تفکیک پسماند در مبدأ کمک شایانی در بازیافت و دفع بهداشتی آن نموده و از آلودگی محیط زیست و از بین رفتن سرمایه‌های ملی جلوگیری خواهد شد و همچنین موجب ایجاد شغل و منبع درآمد خوبی نیز برای جوانان در این زمینه خواهد بود. برای نمونه، مطالعات نشان می دهد که هر تن کاغذبازیافتی معادل ٥٦ اصله درخت جنگلی است. در ضمن بازیافت یک تن کاغذ منجر به صرفه جویی در ۷۳۱۳ گالن آب، ۵۷۳

گالن نفت، ۱۹٦ واحد کاهش آلودگی هوا و ۵۹٦٦ کیلو وات انرژی می شود. درایران مصرف سرانه کاغذ بیش از ۵۵ کیلوگرم در سال است که از طریق چوب، کاه و کاغذهای باطله یا خمیرهای وارداتی تأمین می شود. تولید یک تن خمیر کاغذ، حدود ۵۹ کیلوگرم ضایعات آلاینده وارد محیط می‌کند.

از مزایای اجرای طرح تفکیک در مبدأ پسماند می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. ارتقاء سطح فرهنگ و آموزش عمومی در ارتباط با تولید و دفع مواد زائد جامد و ترویج روحیه صرفه جویی

۲. بهبود شرایط بهداشتی، کاهش آلودگی‌های ناشی از تولید زباله و حفظ محیط زیست

۳. صرفه جویی در مصرف منابع طبیعی و بازگشت منابع قابل استفاده به چرخه تولید

٤. بهینه سازی شیوه‌های جمع آوری و حمل و نقل مواد جامد زاید و نظافت شهری

۵. کاهش میزان دفن پسماندها و افزایش طول عمر مراکز دفن

٦. کمک به اقتصاد کلان کشور.

۷. ایجاد زمینه‌های اشتغال و جذب سرمایه‌های بخش خصوصی

وضعیت تولید زباله در جهان و ایران

سرانه تولید زباله در کشورهای کم درآمد ۰/٤ تا ۰/۹ کیلوگرم، در کشورهای با درآمد متوسط ۰/۵ تا ۱/۱ کیلوگرم، و در کشورهای با درآمد بالا ۱/۱ تا ۵ کیلوگرم است، ولی متغییر فوق برای ایران ۰/٦٦ کیلوگرم براورد شده است. حدود ۸٤٪ از کل زایدات شهری در آمریکا دفن می‌شود. در آمریکا دفن بهداشتی زباله از سال ۲۰۰۰ به بعد رفته رفته کاهش یافته و تبدیل زائدات و بازیافت، مورد توجه قرار گرفته است. البته در حال حاضر فقط ۱۰ درصد زباله‌های آمریکا بازیافت می‌شود، در حالی که این میزان در کشورهای اروپایی ۲۵ درصد است. وضعیت دفع زباله در کشورهای فرانسه به ترتیب ٥٦ درصد دفن بهداشتی، ۲۷ درصد بازیافت و ۱۷ درصد زباله سوزی اعلام شده است و از کل زباله‌ها در آلمان، ۲۹ درصد زباله سوزی، ٦۰ درصد دفن بهداشتی و ۱۱ درصد به کود آلی تبدیل می‌شود. (همشهری، ۱۳۸٤: ۱۵).

بررسی و تحلیل وضعیت تولید زباله در شهر تهران

در حال حاضر شهر تهران با جمعیتی بالغ بر ده میلیون نفر، روزانه بیش از ۷۰۰۰ تن زباله تولیدی دارد که برای این حجم عظیم زائدات باید تدبیر کارشناسی و مدیریتی مبتنی بر اصول مهندسی اندیشید و اعمال نمود.

مناطق ٤ و ۱۸ با زباله تولیدی سالانه ۲۸۷۲٤۱۳۵ کیلوگرم که از این مقدار ۱۹۷۳٦۳٤۵ کیلوگرم متعلق به منطقه و ۸۹۸۷۷۹۰ کیلوگرم متعلق سهم منطقه ۱۸ می‌باشد بیشترین زباله تولیدی را دارند. در مقابل منطقه ۹ با داشتن مجموع ۳٤۷٦٤۰۰ کیلوگرم زباله کمترین زباله تولیدی را داشته است. این منطقه از ۲ ناحیه تشکیل شده و کوچکترین منطقه به حساب می‌آید. (سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران:۱۳۸۳: ۹ تا ۱۱)

ترکیب فیزیکی پسماندهای جامد شهری

نتیجه تخلیه پسماندهای جامد شهری بدون هیچ گونه جداسازی به داخل ظروف، یک ترکیب فیزیکی پیچیده می‌باشد که تصفیه آن مشکل تر است. شناخت ترکیب فیزیکی پسماند جامد شهری و ارزیابی آن جهت طراحی

روش‌هاو تکنولوژی‌های مورداستفاده جهت تصفیه آن بسیار حائزاهمیت است. همچنین شناخت خصوصیات فیزیکی پسماندها جهت تعیین یک پسماند جامد شهری معمول از نظر شاخصهای ارزیابی نظیر پتانسیل و میزان بازیافت ومواد بازیافتی اهمیت دارد. در جدول (۲) ترکیب فیزیکی پسماند جامد شهری ایران، تهران و منطقه ٤ تهران نشان داده شده است.

جدول ۲. ترکیب فیزیکی پسماند جامد شهری

عنوان	مواد آلی	کاغذ و مقوا	پلاستیک	فلزات	لاستیک	منسوجات	شیشه	چوب	سایر و مواد
ایران	۷۲/۰٤	٦/٤۳	۷۷/۷	۲/۵۲	۱/۱٤	۲/۸٦	۲/۰۳	۱/۱	٤/۱۱
تهران	۷٤/۵٦	۵/۰٤	٦/۲۵	۲/٤۸	۱/۱۱	۳/۲۹	۲/۰۳	۱/۸۲	۳/٤۲
منطقه ٤	۷۵/۲۳	۵/٦۳	٦/۰۳	۲/۵۳	۱/۰۵	۳/۲۲	۲/۱۳	۱/۵۳	۲/٦۵

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

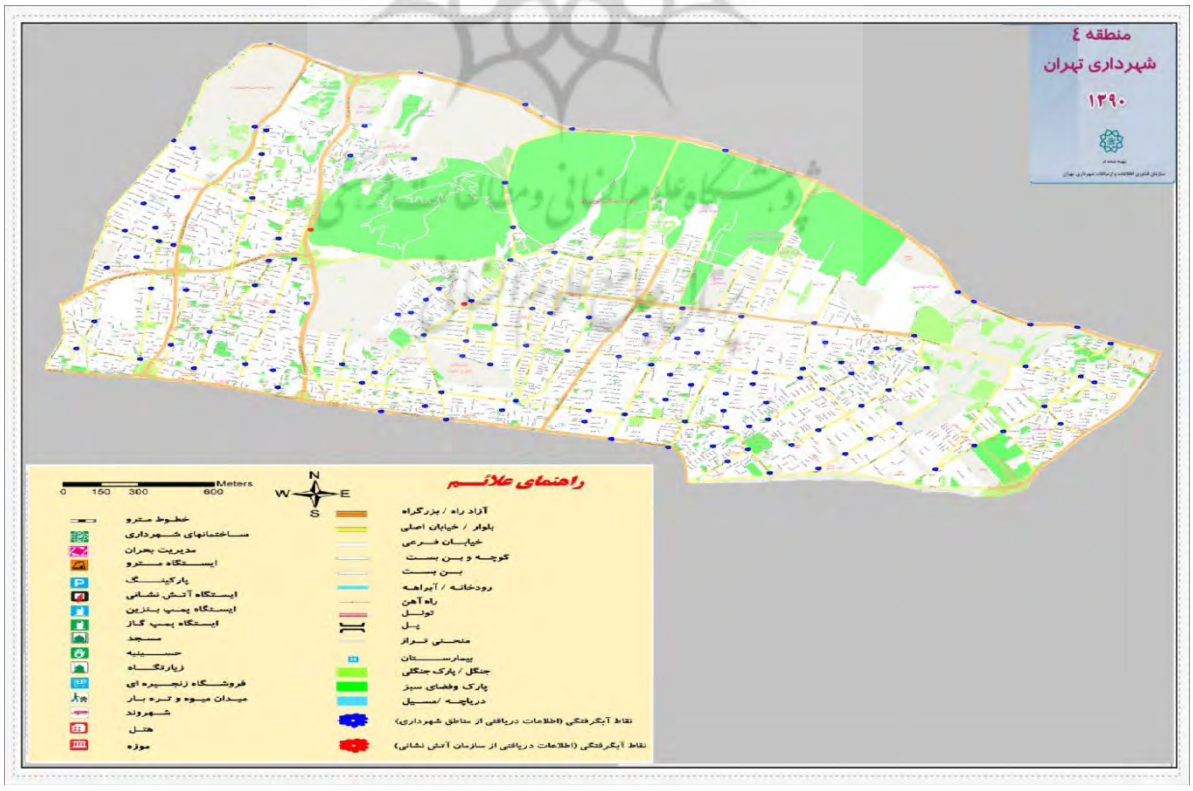
بررسی نواحی نه گانه منطقه ٤ شهر تهران

تحقیق پیشرو به بررسی میزان پسماند تفکیک شده نواحی منطقه ٤ در سال ۹۵-۹٦ با استفاده از الگوریتم کوانتوم پرداخته است. در گام اول، جمعیت ساکن هر ناحیه مطابق جدول (۳) آمده است. جمعیت منطقه ٤ بیش از ۸۸۵ هزار نفر با نرخ رشد ۱/٤٤٪ برآورد شده است که در این منطقه ناحیه ۷ با جمعیتی بالغ بر ۱۸۲۵۹۵ نفر و ناحیه ۸ با جمعیتی حدود ۵۲٤۹۷ نفر به ترتیب پرجمعیت‌ترین و کم جمعیت‌ترین نواحی منطقه محسوب می‌شوند.

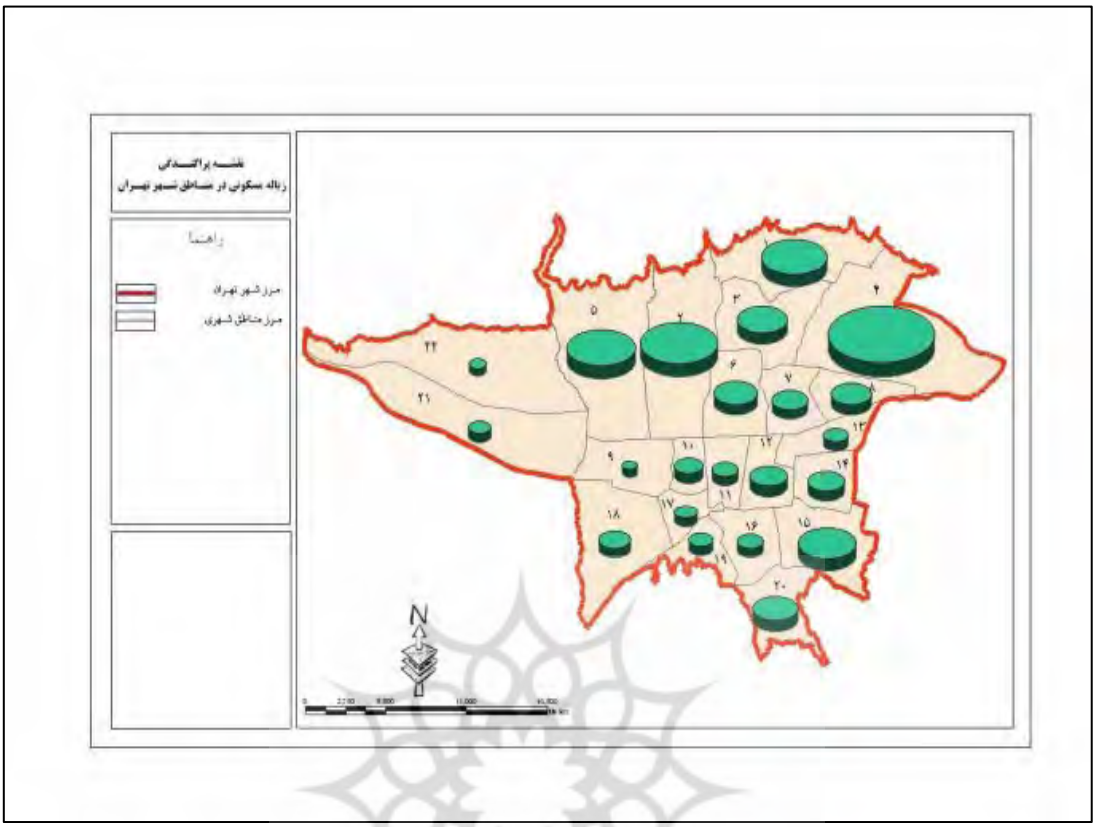
جدول ۳. نواحی نه گانه منطقه ٤

	ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ٤	ناحیه ۵	ناحیه ٦	ناحیه ۷	ناحیه ۸	ناحیه ۹
میزان جمعیت	۵۷۵۵۸	۷۲۱۳۳	۱۰۷۷٦۱	۸۳۰۰۰	۱۰۳۹۱۱	۱۵۹۷٤۳	۱۸۲۵۹۵	۵۲٤۹۷	۷۵۵۸۵

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۱. نمایی از منطقه ٤ شهرداری تهران منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۲. پراکندگی زباله مسکونی شهر تهران

منبع: (سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران)

بررسی میزان پسماند تولیدی نواحی نه گانه منطقه ٤ شهر تهران به تفکیک ماه‌های سال

همان طور که از بررسی نواحی نه گانه بدست می‌آید ۵ به این نتیجه خواهی رسید که درست است که برخی مناطق بیشترین تولید پسماند را دارند اما زمانی که به تولید سرانه پسماند آنها می‌نگرید متوجه خواهی شد که تولید پسماند آنها در بیشتر ماه‌های سال بسیار پایین تر از نواحی دیگر است با اینکه جمعیت آنها شاید دوبرابر نواحی دیگر باشد. برای مثال: ناحیه ۷ تقریبا دو برابر ناحیه ۸ جمعیت دارد، میزان تولید پسماند ناحیه ۷ نیز تقریبا ۳/۵ برابر ناحیه ۸ است اما تولید سرانه پسماند توسط هر نفر در مهر ماه برای ناحیه ۸ تقریبا دو برابر ناحیه ۷ است.

پیش بینی سرانه تولید پسماند توسط الگوریتم کوانتومی

شکل (۳)، چاه پتاسیل مربعی را نشان می دهد که ناحیه ll همان احتمال حضور ذره در بازه a تا bمی‌باشد. معادله شرودینگر در این حالت پایدار به شکل زیر است:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \lambda\psi = 0$$

ψ، همان تابع حالت ما است. d، دیفرانسیل یاهمان عمل مشتق‌گیری را انجام خواهد داد. x موقعیت ذره و λ نیز ثابت مثبت است. در ناحیه l نیز، یک نسخه پایداری از معادله شرودینگر به صورت زیر داریم:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} - \theta\psi = 0$$

که x موقعیت ذره و θ ثابت مثبت است که به ماده متشکل از چاه در ناحیه l مربوط می شود و حل عمومی آن به صورت زیر می‌باشد:

$$\psi_1 = Ce^{\sqrt{\theta}(x-a)} + De^{-\sqrt{\theta}(x-a)}$$

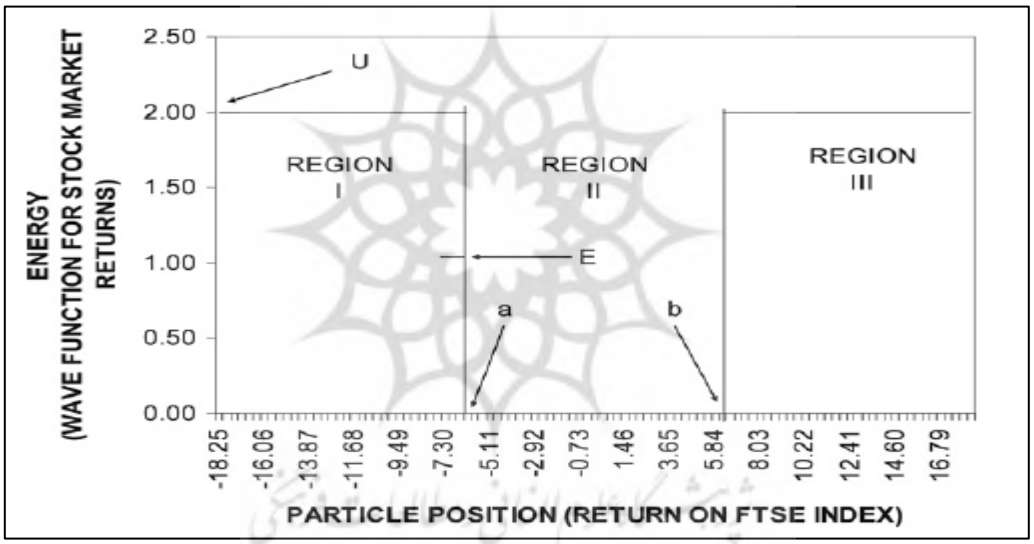
C و D نیز ثابت‌هایی هستند که باید تعیین شود. به صورت مشابه در ناحیه lll در حالت پایدار از معادله شرودینگر داریم:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} - \gamma\psi = 0$$

که x موقعیت ذره و γ یک ثابت مثبت است و حل عمومی این معادله هم به صورت زیر می‌باشد:

$$\psi_{III} = Fe^{\sqrt{\gamma}(x-b)} + Ge^{-\sqrt{\gamma}(x-b)}$$

F و Gهم ثابت‌های معادله می‌باشند. (عطاء الله، ۲۰۰۹)



شکل ٤: چاه پتانسیل

منبع: (عطاء الله و همکاران، ۲۰۰۹)

در این پژوهش فقط با ناحیه ll که همان احتمال حضور ذره را در بازه a تا bنشان می دهد سرو کار داریم و همانطور که بیان شد معادله شرودینگر در این حالت پایدار به شکل زیراست:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \lambda\psi = 0$$

که به جای متغیر xمقدار p که همان میزان تولید پسماند است در نظر گرفته شده و مقدار λ (لاندا) به عنوان عدد ثابت محاسبه شده است. برای محاسبه مقدار λ، میزان تولید پسماندر طی یک سال وبه تفکیک ماه‌های مختلف نظر گرفته شده است. سپس مقدار λ بر اساس این داده‌ها محاسبه شده که بهترین حالت برای آن $\lambda = 0.1$ است. (به بیانی ساده تر داده‌ها بر اساس توابع فیزیکی نرمال شده‌اند و این مقدار بر اساس مقادیر نرمال محاسبه شده است). حل عمومی این معادله یا تعیین مقدار ψبه شکل زیر است:

$$\psi_{\square} - {}^{A}\sin\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)+B\cos\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)$$

در بازه a تا b و $^{if A=\ B}$. با توجه به توضیحات قبلی می توان ارزیابی میزان تولید پسماند را بصورت تابع موج ψ_x تشریح نمود. مربعی بودنِ تابع موج، $\psi^{2}_{(x)}$ را به صورت چگالی احتمال ذره در بازه a تا b تفسیر می‌کند و از آنجا که احتمال حضور ذره (میزان تولید پسماند) در بازه a تا b، یک می‌باشد، دامنه (A) به صورت زیر به دست می آید:

$$\int \psi^{2}_{(x)}dx = 1$$

$$\psi_{(x)} = A\sin\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)+A\cos\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)$$

$$\psi^{2}_{(x)} = \left(A\sin\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)+A\cos\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)\right)^{2}$$

$$\int_{1}^{366}\left(A\sin\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)+A\cos\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)\right)^{2}dx = 1$$

$$\int_{1}^{366}\left(A^{2}\sin^{2}\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)+A^{2}\cos^{2}\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)+2A^{2}\sin\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)\cos\left(\lambda\left(x-a\right).\frac{\pi}{180}\right)\right)dx = 1$$

$$\Rightarrow \int_{1}^{366}A^{2}\left(\sin^{2}\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)+\cos^{2}\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)+\left(2\sin\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)\times\cos\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)\right)\right)dx = 1$$

$$\Rightarrow A^{2}\left(\int_{1}^{366}\sin^{2}\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)dx+\int_{1}^{366}\cos^{2}\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)dx+\int_{1}^{366}2\sin\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)\times\cos\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)dx\right) = 1$$

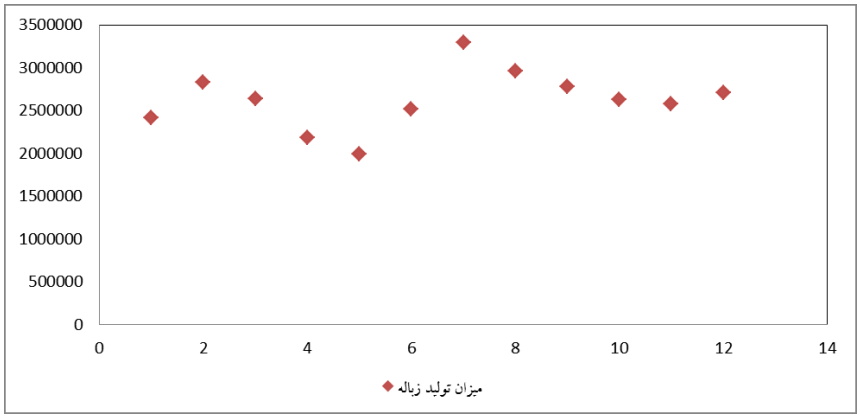
$$\Rightarrow \left(\int_{1}^{366}\sin^{2}\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)dx+\int_{1}^{366}\cos^{2}\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)dx+\int_{1}^{366}2\sin\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)\times\cos\left(\frac{\lambda\pi}{180}\left(x-a\right)\right)dx\right) = M$$

$$\Rightarrow A^{2}\left(M\right)=1\Rightarrow A=\frac{1}{\sqrt{M}}\Rightarrow A=\frac{1}{\sqrt{9410.687197}}$$

$$P=\int_{a}^{b}\psi^{2}_{(p,t)}dp$$

همچنین با استفاده از تابع ^{a} می توان احتمال وقوع یک رخداد را پیش بینی کرد: یعنی احتمال اینکه میزان تولید پسماند در بازه قیمتی a تا b و در زمان t (ماه) چقدر می‌باشد را تعیین می نماید.

به منظور ارزیابی توانایی معادله (معادله درجه ٤ ای که طراحی شد) برای محاسبه میزان تولید پسماند طی یک دوره زمانی مشخص و مقایسه آن با مقادیر واقعی، ابتدا میزان تولید پسماند کلناحیه‌هارا طی سال ۱۳۹٦ مرتب نموده و نمودار تغییرات و حرکت آن ترسیم شده است. برای مثال ناحیه ۵ منطقه ٤ مورد بررسی قرار گرفته است، به نمودارهای زیر توجه کنید.

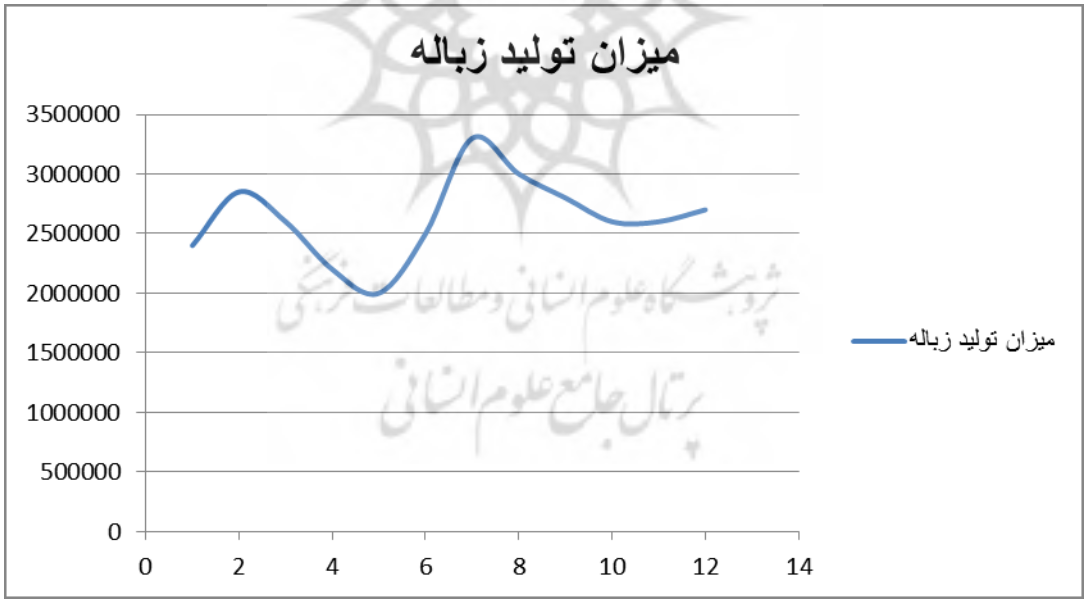


نمودار ۱. تولید واقعی پسماند در ناحیه ۵ طی سال ۹۶

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

نمودار فوق روند تغییرات مربوط به میزان تولید پسماند در ناحیه ۵ منطقه ٤ تهران را طی سال ۹٦ نشان می دهد. از ابتدای سال با عدد ۲٤۱۰۱۲۱ شروع و در ماه‌های تیر و مرداد کاهش یافته است ولی بعد از این ناحیه مجدداً از اواخر مرداد ماه سیر صعودی را طی نموده که در اواخر سال به عدد ۲۷۱۲۱۰۰ رسیده است.

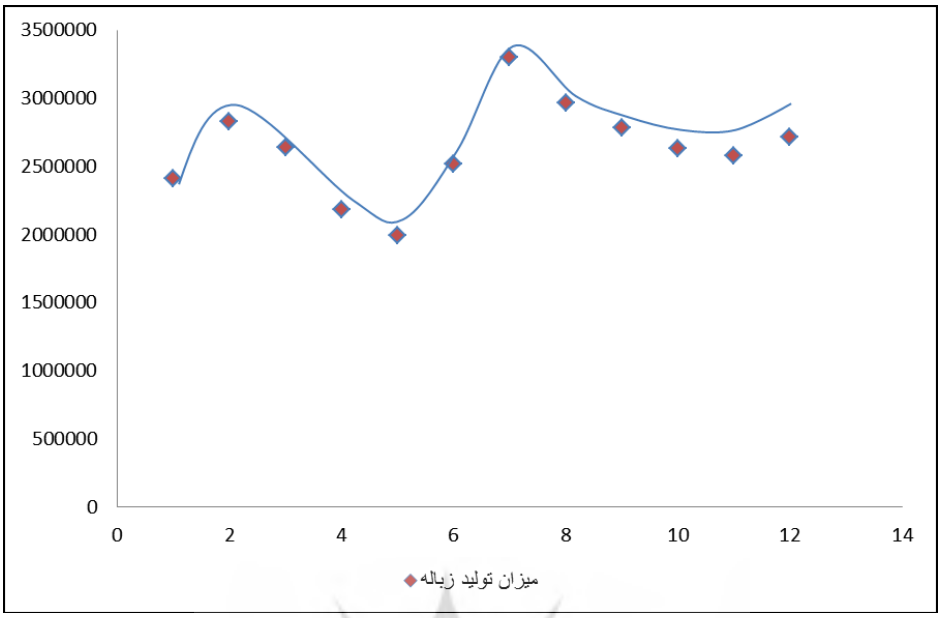
بدین منظور و با استفاده از اطلاعات مربوط به تغییرات شاخص طی سال ۹٦، معادله درجه ٤ ای از طریق آزمون و خطا و به کمک نرم افزار maple، به نتایج زیر که به شکل نمودار ارائه شده دست پیدا کرده:



نمودار ۲. تغییرات و حرکتِ مقادیر استخراج شده از تابعِ طراحی شده درجه ٤

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

این نمودار تقریباً همخوانی مورد قبولی با نمودار طراحی شده از داده‌های واقعی یعنی نمودار (۲) دارد. مقادیر نمودار فوق نیز از عدد ۲٤۰۰۰۰۰ از ابتدای سال شروع و به عدد ۲۷۰۰۰۰۰ در آخر سال می‌رسد. داده‌های این نمودار تماماً استخراج شده از معادله طراحی شده درجه ٤ است که به وسیله نرم افزار maple محاسبه و طراحی شده است.



نمودار ۳. مقایسه مقادیر مربوط به داده‌های شاخص کل و مقادیر محاسبه شده توسط معادله درجه ٤

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

نمودار (۳) تطبیق مقادیر به دست آمده از طریق معادله درجه ٤ طراحی شده و مقادیر واقعی میزان تولید پسماند را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود این مقادیر بسیار به هم نزدیک است. است. داده‌های بدست آمده از تابع طراحی شده با داده‌های واقعی از طریق نرم افزار "spss" مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج حاصل از آن به صورت زیر بیان می شود:

جدول ٦: ویژگی‌های مربوط به متغیرهای مقادیر واقعی و مقادیر بدست آمده از معادله طراحی شده

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	General	3.0016E4	366	4954.12742	258.95639
	Formula	3.0016E4	366	4895.08492	255.87019

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۷: رابطه بین داده‌های واقعی شاخص کل و شاخص‌های بدست آمده از طریق آزمون

Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	General & Formula	366	.988	.000

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول (۲) نشان می دهد همبستگی بین داده‌های واقعی و داده‌های تابع طراحی شده بسیار نزدیک و در سطح اطمینان ۱٪ هم مورد تأیید است. یعنی در واقع هر دو یکی هستند.

جدول ۸: تفاوت میانگین‌ها با استفاده از آزمون pair T-Test

	Paired Differences					t	Df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 General - Formula	.06011	762.49815	39.85642	-78.31692	78.43714	.002	365	.999

منبع یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول (۸) نشان می دهد تفاوت بین داده‌های واقعی و داده‌های تابع طراحی شده بسیار ناچیز است و در سطح اطمینان ۱٪ هم این دو تفاوتی ندارند. از نظر علمی این دو یکی هستند.

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی‌پژوهشی

به نظر میرسد بررسی تفکیک و جداسازی پسماند در نواحی نه گانه منطقه ٤ شهر تهران با استفاده از الگوریتم کوانتوم برای نخستین بار است که در این پژوهش صورت میگیرد و میتواند درک بهتری را از موضوع مورد نظر را فراهم آورد. با استفاده از این روش با درصد اطمینان بالا می‌توان به پیش بینی میزان تولید پسماند در هر مکان و زمان پرداخت. با توجه به این موضوع و داده‌های بدست آمده توسط الگوریتم کوانتوم به این نتایج دست پیدا کرده، بین نه ناحیه منطقه ٤ شهر تهران، ناحیه ۷ بالاترین میزان تولید پسماند با تقریبا ٤۰۲٥۳٦۰ کیلوگرم و بالاترین میزان تفکیک پسماند را با تقریبا ۲۳/۷۳٪ دارا می‌باشد و ناحیه ٦ با تولید ماهانه تقریبا ۳٦۷٤۷٦۰ کیلوگرم و تفکیک پسماند حدود ۱٥/۳٤٪ کم کارترین ناحیه در این زمینه بوده است.

منابع

Hashemi, Hashem, 1381, Garbage, The Mysterious Reality of Municipalities, Special Note No. 7 on Waste Management.

Organization for the Recycling and Converting of Municipal Property of Tehran, 2004, Quarterly Report on Solid Waste Management in Tehran, Deputy Head of Education and Research.

Eskandari Nodeh, Mohammad, 2005, Spatial and spatial analysis of the processes of production, collection and disposal of waste materials in urban society (Case study: Tehran), directed by Dr. Ahmadpour Ahmad, Faculty of Geography, University of Tehran.

A.Ataullah et al, (2009), "A wave function for stock market returns", physica A 388, 455-461

Tania Jafari Nasab, 1393, "Management's assessment of waste source separation in municipal planning approach (Case Study: District 4 of Tehran)", The Seventh National Conference and Exhibition on Environmental Engineering.

Solan, W.M. 1993.Site Selection for New Hazardous Waste Mangement Facilites, WHO.

T. Liu et al, (2012), "An intermediate distribution between Gassian and Cauchy distributions", physica A, 5411-5421.

L.A. Cotfas, (2012), "A Quntum Mechanical Model For The Rate of Return, Faculty of Economic Cybernetics, Statistics and Informatics", ar Xiv: 1211. 1938v1 [q-fin.GN].

P. Pedram, (2012), "The minimal length uncertainty and the quantum model for the stock market", ar Xiv: 1111. 6859v2[q-fin. GN].

Mohammad Sadegh Hassanvand, Ramin Nabizadeh, Mohsen Heidari, 1387, "Analysis of municipal solid waste in Iran", Journal of Health and Environmental Health Association, Volume I, Issue I, 9-18.

National Statistical of Iran (http://www.amar.org.ir)

L. Xu, P.Ch. Ivanov, K. Hu, Z. Chen, A. Carbone, H.E. Stanley, Quantifying signals with power-law correlations: a comparative study of detrending and moving average techniques, Phys. Rev. E 71 (2005) 051101.

A. Carbone, H.E. Stanley, Directed self-organized critical patterns emerging from coupled fractional brownian paths, Proceedings

of the Per Bak Memorial Volume, Physica A 340 (2004) 544–551.

A. Carbone, G. Castelli, H.E. Stanley, Time-dependent hurst exponent in financial time series, Physica A 344 (2004) 267–271.

A. Carbone, G. Castelli, H.E. Stanley, Analysis of clusters formed by the moving average of a long-range correlated time series, Phys. Rev. E 69 (2004) 026105.

A. Carbone, H.E. Stanley, Information-theoretical measure for self-organized critical clusters, in: Proceedings of the International Conference on Statistical Machanics, Kolkata; Physica A (2007), accepted for publication.
Z. Chen, P.Ch. Ivanov, K. Hu, H.E. Stanley, Effect of nonstationarities on detrended fluctuation analysis, Phys. Rev. E 65 (2002) 041107-1–041107-15 physics/0111103.
K. Hu, P.Ch. Ivanov, M.F. Hilton, Z. Chen, R.T. Ayers, H.E. Stanley, S.A. Shea, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101 (2004) 18223.
Z. Chen, K. Hu, P. Carpena, P. Bernaola-Galvan, H.E. Stanley, P.Ch. Ivanov, Effect of nonlinear filters on detrended fluctuation analysis, Phys. Rev. E 71 (2005) 011104.
Z. Chen, K. Hu, H.E. Stanley, V. Novak, P.Ch. Ivanov, Cross-correlation of instantaneous phase increments in pressure-flowfluctuations: applications to cerebral autoregulation, Phys. Rev. E 73 (2006) 031915.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی