

دورنمایی از هزینه و تولید پسماند

دکتر منیره مجلسی نصر عضو هیئت علمی و مدیر
گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

تحت پوشش آنها به حدود ۱۹ ریال خواهد رسید. البته حداکثر
وسعت در نظر گرفته شده برای شهرهای مورد نظر ۱۰۰ کیلومتر
مربع بوده است، ولی برای شهرهای بزرگتر این رقم بالغ بر ۲۰
ریال خواهد شد.

مقدمه

از دیدگاه سازمان بهداشت جهانی یکی از مشکلات مهمی
که بر اثر توسعه شهری و صنعتی پدید آمده است مسئله دفع
مواد زائد جامد می باشد. بسیاری از کشورها در زمینه مدیریت
این مواد با مشکل مواجه و نیازمند راه‌حلهای جامع و کاربردی
هستند. براساس دستور کار ۲۱ کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲، اگر
اقدامات لازم در زمینه مواد زائد صورت نگیرد با توجه به
تغییر جمعیت از ۵/۳ میلیارد نفر در سال ۱۹۹۲ به ۸/۵ میلیارد نفر
در سال ۲۰۲۵ میلادی.

میزان مواد زائد

در سیستمهای نوین مدیریت مواد زائد، یافتن مدل‌های
پیش‌بینی‌کننده میزان تولید مواد زائد و هزینه‌های آن ضروری
است. این پژوهش براساس اطلاعات جمع‌آوری شده در
سالهای ۱۳۶۳-۱۳۷۳ و بررسی روند تولید مواد زائد در آن
دوره زمانی در شهرهای مختلف کشور بوده است. در این
پژوهش مدل‌های رگرسیونی مربوط به متوسط سرانه زباله
تولیدی و متوسط هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله براساس
چگونگی تأثیر متغیرهای مختلف بر آنها پرداخته است. سپس
با استفاده از آزمون نیکوئی برازش^(۱) مناسب بودن مدل‌های
رگرسیونی فوق ارزیابی گردید. این پژوهش با استفاده از این
مدل‌ها به پیش‌بینی متوسط سرانه زباله تولیدی در سال ۱۳۸۲
در شهرهای با ویژگیهای مختلف و هزینه‌های مربوط به
جمع‌آوری آن پرداخته است.

در این پژوهش مشخص گردید که در سال ۱۳۸۲ متوسط
سرانه زباله در شهرهای مختلف عموماً از آستانه ۶۰۰ گرم گذشته
است و متوسط هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله نیز

بسته به بزرگی و کوچکی

شهرها و جمعیت‌های





ضرایب همراه کرده‌اند. این مدل‌های ریاضی در اکثر موارد با استفاده از «برنامه‌ریزی خطی» و «تحقیق در عملیات» ایجاد شده‌اند و تنها در کشور یا منطقه مورد نظر کارایی خواهند داشت. این پژوهش با هدف طراحی مدلی برای کشورمان و پیش‌بینی وضعیت تولید مواد زائد در سال‌های آتی انجام شده است.

مواد و روشها

برای تعیین تأثیر متغیرهای مختلف بر مقدار متوسط سرانه زباله تولیدی (گرم) و هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله از اطلاعات جمع‌آوری شده ۱۱۹ شهر در سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۷۳ استفاده گردید. در مرحله اول تأثیر همه متغیرهای مشترک را در دو سال مذکور بر میزان تولید سرانه سنجیدیم و ضرایب مدل رگرسیونی را با روش "ENTER" و با کمک نرم‌افزار "SPSS FOR WINDOWS" به دست آوردیم. سپس همین مراحل کار را برای یافتن ضرایب مدل رگرسیونی هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله انجام دادیم. متغیرهای کمی مستقیماً و متغیرهای کیفی با جایگزینی متغیرهای ظاهری^(۱) دو بعدی «صفر و یک» وارد مدل شدند. در مدل رگرسیونی مثبت بودن ضرایب نشان‌دهنده اثر افزایشی آن متغیر بر متغیر

تولیدی از نظر حجمی به ۴ تا ۵ برابر خواهد رسید. در کشورمان نیز افزایش روزافزون جمعیت و گسترش مداوم شهرها از یک سو و ازدیاد و توسعه فعالیت‌های صنعتی، تجاری و خدماتی از سوی دیگر منجر به تولید مقادیر زیادی مواد زائد جامد در شهرها شده که در بیشتر مواقع با توجه به کمبود امکانات و بودجه مشکلات عدیده‌ای در پی داشته است؛ به منظور رفع این مشکلات، شناسایی اوضاع موجود و دادن راه‌حل مناسب برای آن ضروری است. برای یک برنامه‌ریزی آینده‌نگر باید میزان تولید مواد زائد و هزینه‌های جمع‌آوری آن پیش‌بینی گردد تا بدین ترتیب نه تنها مدیریت امکان برنامه‌ریزی بیابد، بلکه به ایده‌هایی در جهت مداخله در روند آتی برای کاهش تولید مواد زائد و هزینه‌های مربوطه دست یابد.

در چند سال گذشته، پژوهش‌های مختلفی در زمینه تولید مواد زائد در کشور انجام شده است، این پژوهش‌ها هر یک به بررسی وضعیت موجود در یک شهر یا منطقه پرداخته‌اند و بعضاً در خاتمه برای بهبود سیستم مدیریت مواد زائد پیشنهادهایی داده‌اند. اما پژوهش‌های پیشرو در دو دهه گذشته در سطح جهان عموماً پس از بررسی وضعیت موجود در یک منطقه یا کشور با مدل‌سازی به پیش‌بینی آینده پرداخته‌اند و آن را با پیشنهادهایی برای بهبود سیستم و تغییر در مدل‌ها و

وابسته و بالعکس منفی بودن ضرایب نشان دهنده اثر کاهشی بوده است.

برای امکان پیش بینی، مدل متغیر «سال» را در مدل مذکور وارد کردیم و همچنین متغیرهای اقلیم خزری (شامل استانهای مازندران، گیلان، گلستان) و اقلیم کوهستانی (شامل استانهای آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، زنجان، کردستان، همدان، کرمانشاه، لرستان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، قزوین، ایلام و اردبیل) و اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی (شامل استانهای سمنان، خراسان، تهران، اصفهان، یزد، کرمان، سیستان و بلوچستان، قم، هرمزگان، بوشهر، فارس، خوزستان و مرکزی) و نیز متغیرهایی به نمایندگی از شهرهای کوچک (با جمعیت زیر یکصد هزار نفر)، شهرهای

متوسط (با جمعیت یکصد تا سیصد هزار نفر) و شهرهای بزرگ (با جمعیت بیش از سیصد هزار نفر) را در مدل در نظر گرفتیم.

دستاوردها

میزان اثرگذاری متغیرهای مختلف را بر متوسط تولید سرانه زباله (گرم) در یک مدل رگرسیونی از طریق ضرایب مربوط به هر متغیر در جدول ۱ نشان داده ایم. ملاحظه می کنیم با ثابت ماندن تمامی وضعیتها و اثر تمامی متغیرها هر ساله ۰/۱۲ گرم بر متوسط تولید سرانه افزوده می شود و یا این که می بینیم در موارد یکسان متوسط سرانه زباله تولیدی در یک شهر یا اقلیم خزری ۲۵/۹۹ گرم بیش از شهری با اقلیم کوهستانی است.

جدول ۱

ضرایب مدل رگرسیونی متغیرهای مؤثر بر تولید سرانه زباله

P-value	ضریب	نام متغیر
۰/۰۰	۱/۷۴	وسعت محدوده خدماتی (کیلومتر مربع)
۰/۶۵	۱۳/۸۶	شهر واقع در اقلیم خزری (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۶۷	-۱۲/۱۳	شهر واقع در اقلیم کوهستانی (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۰۶	-۴۹/۷۳	استفاده از کیسه زباله درب منزل (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۴۰	۲۲/۱۱	استفاده از مخازن کنار خیابان (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۶۵	۱۲/۲۴	تلبار در خیابان (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۴۰	۲۶/۲۲	تحويل مستقیم به مأمور شهرداری (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۰۵	۰/۲۲	تعداد منازل زیر پوشش یک کارگر
۰/۱۴	۱۰/۵۲	تعداد دفعات جمع آوری در هفته
۰/۷۱	-۱۰/۰۵	استفاده از گاری دستی (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۸۱	۷/۴۴	استفاده از وانت (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۰۳	۶۱/۰۶	استفاده از کامیون رویاز (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۹۴	۲/۳۴	زباله مستقیماً از درب منزل به محل دفن برده می شود. (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۰۰۰۹	-۹۳/۸۹	ابتدا در خیابان تلبار و سپس به محل دفن برده می شود. (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۵۸	۱۵/۶۹	جایگزین در مخازن شهری و سپس انتقال (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۷۴	-۲۱/۳۲	شهر کوچک (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۷۳	-۲۹/۹۲	شهر متوسط (۱.بلی، ۰.خیر)
۰/۰۶	۰/۱۲	سال
۰/۲۰	۳۶۰/۶۶	مقدار ثابت

همچنین ضرایب مدل رگرسیونی مربوط به هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله را در جدول ۲ مشاهده می‌کنید. در سال ۱۳۸۰ ارزیابی کردیم، که با اطمینان ۹۵ درصد برآزش از طریق نیکوئی برآزش این مدلها را نیز براساس اطلاعات مناسب مدلها پذیرفته شد.

جدول ۲

ضرایب مدل رگرسیونی متغیرهای مؤثر بر هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله

P-value	ضریب	نام متغیر
۰/۱۶	-۰/۰۲	وسعت محدوده خدماتی (کیلومتر مربع)
۰/۸۸	-۰/۰۱	شهر واقع در اقلیم خزری (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۸۰	۰/۰۲	شهر واقع در اقلیم کوهستانی (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۱۹	۰/۰۸	استفاده از کیسه زباله نزدیک درب منزل (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۹۶	-۰/۰۰۳	استفاده از مخازن کنار خیابان (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۱۶	۰/۰۸	تلنبار در خیابان (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۳۹	۰/۰۶	تحویلی مستقیم به مأمور شهرداری (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۱۲	-۰/۰۹	تعداد منازل زیر پوشش یک کارگر
۰/۰۳	۰/۳	تعداد دفعات جمع‌آوری در هفته
۰/۰۶	۰/۱۱	استفاده از گاری دستی (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۴۲	-۰/۰۶	استفاده از وانت (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۴۴	-۰/۰۵	استفاده از کامیون روباز (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۸۹	۰/۰۱	زباله مستقیماً از درب منزل به محل دفن برده می‌شود. (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۹۹	۰/۰۰۹	ابتدا در خیابان تلنبار و سپس با ماشین به محل دفن برده می‌شود. (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۰۷	۰/۰۰۳	تولید سرانه زباله (گرم)
۰/۸۱	۰/۰۴	شهر کوچک (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۷۷	۰/۰۷	شهر متوسط (۱. بلی، ۰. خیر)
۰/۰۰	۰/۴۷	سال
۰/۰۰	-۶۱۵/۸	مقدار ثابت



در گام بعدی با کمک مدل ۱ متوسط سرانه زباله تولیدی در شهرهای با ویژگیهای مختلف را (که سیستم جمع آوری ۷ روز در هفته دارند و با وانت، زباله را جمع آوری می نمایند و جایگاه انتقال دارند و روش نگهداری موقت آنها عمدتاً «کیسه زباله نزدیک درب منزل» است و هر کارگر در سیستم جمع آوری ۲۰۰ منزل را پوشش می دهد) برای سال ۱۳۸۲ پیش بینی کردیم (جدول ۳).

در نتیجه همان گونه که انتظار می رفت دیدیم در شهرهای بزرگ با وسعت ۱۰۰ کیلومتر مربع و جمعیتی بیش از ۳۰۰ هزار نفر متوسط سرانه زباله تولیدی به بیش از ۷۷۰ گرم رسید که این رقم در شهرهای با اقلیم خزری بالغ بر ۸۰۵/۴ گرم است. همچنین می بینیم در شهرهای کوچک با وسعت ۵ کیلومتر مربع نیز این رقم کمتر از ۶۰۰ گرم نخواهد بود.

جدول ۳

پیش بینی وزن زباله سرانه تولیدی روزانه (گرم) در سال ۱۳۸۲
بر حسب وسعت محدوده خدماتی، جمعیت شهری و اقلیم

۱۰۰	۵۰	۲۰	۱۰	۵	وسعت محدوده خدماتی (کیلومتر مربع)	
					جمعیت شهری	اقلیم
۷۸۴/۰۸	۶۹۷/۰۸	۶۴۴/۸۸	۶۲۷/۴۸	۶۱۸/۷۸	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	خزری
۷۷۵/۴۸	۶۸۷/۴۸	۶۳۶/۲۸	۶۱۸/۸۸	۶۱۰/۱۸	۱۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰	
۸۰۵/۴	۷۱۷/۴۰	۶۶۶/۲۰	۶۴۷/۸۰	۶۴۰/۱۰	بیش از ۳۰۰۰۰۰	
۷۵۷/۰۹	۶۷۷/۰۹	۶۱۷/۸۹	۶۰۷/۴۹	۵۹۲/۷۹	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	کوهستانی
۷۴۹/۴۹	۶۶۲/۴۹	۶۱۰/۲۹	۵۹۲/۸۹	۵۸۴/۱۹	۱۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰	
۷۷۹/۴۱	۶۹۲/۴۱	۶۴۰/۲۱	۶۲۲/۸۱	۶۱۴/۱۱	بیش از ۳۰۰۰۰۰	
۷۷۰/۲۲	۶۸۳/۲۲	۶۳۷/۰۲	۶۱۳/۶۲	۶۰۴/۹۲	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	بیابانی و نیمه بیابانی
۷۶۷/۶۲	۶۷۴/۶۲	۶۲۲/۴۲	۶۰۵/۰۲	۵۹۶/۳۲	۱۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰	
۷۹۷/۵۴	۷۰۴/۵۴	۶۵۲/۳۴	۶۳۴/۹۴	۶۲۶/۲۴	بیش از ۳۰۰۰۰۰	

پیش بینی برای شهرهایی که ۷ روز در هفته و با وانت زباله را جمع آوری می کنند و جایگاه انتقال دارند و روش نگهداری موقت در آنها عمدتاً کیسه زباله نزدیک درب منزل است و هر کارگر در سیستم جمع آوری ۲۰۰ منزل را پوشش می دهد.

در ادامه این بررسی با در نظر گرفتن متوسط سرانه سال ۱۳۸۲ پیش بینی کردیم (جدول ۴) که در نتیجه هزینه زباله تولیدی در شهرهای با ویژگیهای فوق الذکر در جمع آوری هر کیلوگرم زباله در سال ۱۳۸۲ بیش از ۱۸ مدل ۲ متوسط هزینه جمع آوری هر کیلوگرم زباله را در ریال شد.

جدول ۴

پیش بینی متوسط هزینه جمع آوری هر کیلوگرم زباله (ریال) در سال ۱۳۸۲
برحسب وسعت محدوده خدماتی، جمعیت شهری و اقلیم

۱۰۰	۵۰	۲۰	۱۰	۵	وسعت محدوده خدماتی (کیلومتر مربع)	
					جمعیت شهری	اقلیم
۱۷۲۴	۱۷۹۸	۱۹۴۲	۱۹۵۷	۱۹۶۵	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	خزری
۱۷۲۵	۱۷۹۹	۱۹۴۳	۱۹۵۸	۱۹۶۵	۱۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰	
۱۷۲۷	۱۹۰۱	۱۹۴۵	۱۹۶۰	۱۹۶۷	بیش از ۳۰۰۰۰۰	
۱۷۱۹	۱۷۹۳	۱۹۳۸	۱۹۵۲	۱۹۶۰	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	کوهستانی
۱۷۲۰	۱۷۹۴	۱۹۳۸	۱۹۵۳	۱۹۶۰	۱۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰	
۱۷۲۲	۱۷۹۶	۱۹۴۰	۱۹۵۵	۱۹۶۲	بیش از ۳۰۰۰۰۰	
۱۷۲۱	۱۷۹۵	۱۹۳۹	۱۹۵۴	۱۹۶۱	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	بیابانی و نیمه بیابانی
۱۷۲۲	۱۷۹۵	۱۹۴۰	۱۹۵۵	۱۹۶۲	۱۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰	
۱۷۲۳	۱۷۹۷	۱۹۴۱	۱۹۵۶	۱۹۶۴	بیش از ۳۰۰۰۰۰	

پیش بینی برای شهرهایی که ۷ روز در هفته و با وانت زباله را جمع آوری می کنند و جایگاه انتقال دارند و روش نگهداری موقت در آنها عمدتاً کیسه زباله نزدیک درب منزل است و هر کارگر در سیستم جمع آوری ۲۰۰ منزل را پوشش می دهد.
پیش بینی هزینه براساس پیش بینی سرانه زباله تولیدی طبق جدول (۳)

سرانجام متوسط هزینه سرانه روزانه جمع آوری زباله را در سال ۱۳۸۲ پیش بینی کردیم (جدول ۵) که پیش بینی متوسط هزینه جمع آوری زباله را به ازاء هر فرد ساکن در شهرهای مورد بررسی برای سال ۱۳۸۲ شامل می شود. در نتیجه ملاحظه می کنیم شهرداریها باید به ازاء هر شهروند تحت پوشش خویش روزانه به طور متوسط چه مقدار بودجه برای جمع آوری زباله در نظر بگیرند.

جدول ۵

پیش بینی سرانه هزینه روزانه جمع آوری زباله (ریال) در سال ۱۳۸۲ بر حسب وسعت محدوده خدماتی، جمعیت شهری و اقلیم

۱۰۰	۵۰	۲۰	۱۰	۵	وسعت محدوده خدماتی (کیلومتر مربع)	
					جمعیت شهری	اقلیم
۱۴/۳۰	۱۳/۲۳	۱۲/۵۲	۱۲/۲۸	۱۲/۱۶	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	خزری
					تا ۱۰۰۰۰۰ ۳۰۰۰۰۰	
					بیش از ۳۰۰۰۰۰	
۱۴/۷۱	۱۳/۶۶	۱۲/۹۶	۱۲/۷۲	۱۲/۵۹	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	کوهستانی
					تا ۱۰۰۰۰۰ ۳۰۰۰۰۰	
					بیش از ۳۰۰۰۰۰	
۱۴/۰۳	۱۲/۹۴	۱۲/۲۴	۱۱/۹۹	۱۱/۸۶	کمتر از ۱۰۰۰۰۰	بیابانی و نیمه بیابانی
					تا ۱۰۰۰۰۰ ۳۰۰۰۰۰	
					بیش از ۳۰۰۰۰۰	

پیش بینی برای شهرهایی که ۷ روز در هفته و با وانت زباله را جمع آوری می کنند و جایگاه انتقال دارند و روش نگهداری موقت در آنها عمدتاً کیسه زباله نزدیک درب منزل است و هر کارگر در سیستم جمع آوری ۲۰۰ منزل را پوشش می دهد.

پیش بینی هزینه براساس پیش بینی سرانه زباله تولیدی طبق جدول (۳)

پیش بینی براساس پیش بینی هزینه جمع آوری هر کیلوگرم زباله تولیدی طبق جدول (۴)



بحث و نتیجه گیری

با استفاده از مدل‌های رگرسیونی ملاحظه می‌کنیم که با ثابت بودن وضعیت به طور متوسط سالانه $0/12$ گرم بر تولید سرانه زباله افزوده می‌شود که با افزایش روحیه مصرف‌گرایی در کشور این روند تا سالها ادامه خواهد یافت. مگر آن که با برنامه‌ریزیهای همه جانبه با این روند مقابله شود؛ ولی به هر حال آنچه اهمیتی به سزا خواهد یافت توسعه برنامه‌های بازیافت خواهد بود. نکته بسیار مهم در این باره افزایش سریع متوسط سرانه زباله تولیدی در شهرهای کوچک است که به مرز 600 گرم رسیده است.

از طرف دیگر مدل رگرسیونی مربوط به متوسط هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله نشان داد که این هزینه‌ها با افزایش $0/47$ ریالی در هر سال روبه‌رو بوده است و در سال 1382 به حدود 19 ریال خواهد رسید و مسئولان بودجه‌نویسی باید انتظار داشته باشند که به طور متوسط به ازاء هر شهروند روزانه حدود 12 تا 15 ریال در سال 1382 برای جمع‌آوری زباله هزینه کنند. لذا آنچه به نظر می‌رسد این است که اگر این روند افزایشی ادامه یابد دیر نخواهد بود زمانی که بودجه‌هایی بزرگ‌تر تنها صرف جمع‌آوری زباله گردد. مقابله با این روند جز با اعمال سیستم‌های مدیریتی نوین برای جمع‌آوری زباله و کاهش هزینه‌های کارگری و مکانیزه نمودن هر چه بیشتر سیستم جمع‌آوری ممکن نخواهد شد.

البته برای حفظ اطمینان کافی به مدل و کارایی آن باید با جمع‌آوری اطلاعات براساس نمونه‌گیریهای دوره‌ای به تصحیح مدل و ضرایب آن اقدام گردد.

منابع

- ۱- مجلسی، منیره. مدیریت مواد زائد جامد. اصول مدیریتی و مهندسی. جلد دوم، سازمان بازیافت و تبدیل مواد، 1370 .
- ۲- مرکز آمار ایران. سالنامه آماری کشور، 1374 .
- ۳- منوری، سیدمسعود. مدیریت مواد زائد جامد در مناطق مرطوب (پایان‌نامه فوق لیسانس مدیریت محیط زیست). دانشکده محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی، 1372 .
- 4-Johnson. R. Applied Multivariate Statistical Analysis, prentice Hall, 1988.
- 5-Toshihiko Matsuto Nobutosh Tanaka, Data Analysis of Daily Collection Tonnage of Residential
- 6-Solid Waste in Japan, Waste Management and Research, 1993.
- 7-Ying, Hsichang Ylshen, Operation Modeling for Solid Waste Management, 1998.

پاورقی

- 1- (Goodness Off It)
- 2- (dummy)