

## ارزیابی و برنامه‌ریزی اقتصادی سیستم جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله شهرهای اردبیل و دهدشت

بهنام اندیک<sup>۱</sup>، اصغر کمالی\*<sup>۱</sup>، حنا سادات قهستانی<sup>۱</sup>، عبدالرضا کرباسی<sup>۲</sup>

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط‌زیست - منابع آب، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

۲ دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۹؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۰۴)

### چکیده

مدیریت پسماند شهری موضوعی بسیار مهم است که بی‌توجهی به آن در جامعه امروزی سبب ایجاد مشکلات متعددی از جمله آلودگی محیط‌زیست و گسترش بیماری‌ها شده است. از آن جایی که قسمت عمده بودجه مدیریت پسماندهای جامد صرف هزینه‌های جمع‌آوری و حمل‌ونقل می‌شود، بنابراین همسو با سیاست‌های کلان شهرداری و به‌منظور برنامه‌ریزی سیستم اقتصادی زباله‌های شهری، کلیه بودجه موردنیاز شهرداری شهرهای اردبیل و دهدشت به‌عنوان یک کلان‌شهر و یک شهر کوچک، اعم از سرمایه مورد نیاز برای تامین، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات، تامین هزینه‌های نیروی انسانی و تامین سوخت طی ۱۵ سال آتی با استفاده از نرم‌افزار WAGS محاسبه شد. در این راستا، مشخص شد که بیشترین سهم هزینه جمع‌آوری زباله در هر دو شهر، به بخش نیروی کار تعلق دارد. در شهر اردبیل برای طول دوره طرح، کل هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله برابر ۱۲۰۳۱۵۰۰۰ دلار، سرانه هزینه برای هر نفر برابر ۱۲/۸۸ دلار در سال، سرانه هزینه برای هر خانوار برابر ۴۶/۱۴ دلار در سال و هزینه مدیریت هر تن زباله برابر ۴۲/۹۶ دلار محاسبه شده است. برای طول دوره طرح در شهر دهدشت، کل هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله برابر ۱۱۶۸۷۰۰۰ دلار، سرانه هزینه برای هر نفر برابر ۱۰/۶۱ دلار در سال، سرانه هزینه برای هر خانوار برابر ۴۷/۹۱ دلار در سال و هزینه هر تن زباله برابر ۳۶/۷۵ دلار پیش‌بینی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: مدیریت پسماند شهری، WAGS، اردبیل، دهدشت

## سرآغاز

تداوم زندگی انسان در گرو مصرف مداوم است و هر جا مصرفی در کار باشد، پسماند و مواد زاید نیز برجای خواهد ماند. بشر از دیرباز با این مساله و چگونگی دفع این پسماند و دور کردن آن از محیط‌زیست خود روبه‌رو بوده است. در قرون اخیر، با افزایش جمعیت کره زمین، مهاجرت و تمرکز جمعیت در شهر، بالا رفتن سطح زندگی، افزایش مصرف و در نتیجه تولید انبوه زباله‌ها، این موضوع تشدید شده است (عبدلی، ۱۳۸۵). از این‌رو امروزه زباله یک موضوع جهانی است که اهمیت آن روزبه‌روز در حال افزایش است. بی‌توجهی به امر مدیریت زباله‌های شهری در جامعه امروزی سبب ایجاد مشکلات متعددی از جمله آلودگی محیط‌زیست و گسترش بیماری‌ها شده است که رفع آن‌ها از طریق هماهنگی علم و تجربه در چهارچوب مدیریت صحیح امکان‌پذیر است. جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله یکی از مهم‌ترین عناصر مدیریت زباله‌های شهری است، به طوری که در ایران ۸۰٪ کل مخارج مدیریت زباله، مربوط به جمع‌آوری زباله است و از این میزان، ۶۰٪ صرف پرداخت حقوق و دستمزد کارگران می‌شود (عمرانی، ۱۳۷۷). به همین جهت، ارزیابی اقتصادی سیستم‌های جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله‌های شهری یکی از مسایل مهمی است که طراحان و برنامه‌ریزان شهری با آن روبه‌رو هستند.

در چند دهه اخیر، تحقیقات زیادی برای محاسبه هزینه جمع‌آوری و حمل زباله‌های شهری به محل دفن صورت گرفته است (جدول ۱). حکمت‌نیا در سال ۱۳۸۷، کل هزینه جمع‌آوری زباله‌های شهرستان یزد را محاسبه کرده و به این نتیجه رسید که بیشترین هزینه به بخش نیروی انسانی تعلق دارد. کل هزینه معادل ۱۷۶۷۰۰ میلیون ریال برآورد شد و تا سال ۱۴۰۰ نیاز به ۱۵۱۴۹۷ میلیون ریال سرمایه‌گذاری اضافی است. وی هزینه جمع‌آوری را در سال ۱۳۸۷ به ازای یک کیلوگرم زباله ۲۶۰ ریال به دست آورد که در سال ۱۴۰۰ به ۲۱۰ ریال خواهد رسید. هزینه هر خانوار در طول سال نیز ۶۷۵۷۰ ریال خواهد بود (حکمت‌نیا، ۱۳۸۷). رزمجوی عسگرآبادی در سال ۱۳۸۷، کل هزینه جمع‌آوری زباله منطقه ۱۹ تهران را ۹۳۵۹۵/۲ میلیون ریال محاسبه کرد و بیان داشت تا سال ۱۴۰۰ نیاز به ۸۰۹۸۴/۴ میلیون ریال سرمایه‌گذاری اضافی است. در سال ۱۳۸۷، هزینه به ازای ۱ کیلوگرم زباله، ۱۷۴ ریال برآورد شد که در سال ۱۴۰۰ به

۶۷ ریال می‌رسید (رزمجوی عسگرآبادی، ۱۳۸۷). کرباسی و همکاران در سال ۱۳۸۹ کلیه بودجه موردنیاز جمع‌آوری و حمل‌ونقل پسماند شهرداری منطقه ۲۲ شهر تهران را برای ۱۵ سال محاسبه کردند. کل هزینه ۴۴۱۴۰ میلیون ریال و تا سال ۱۳۹۹ نیاز به ۳۶۴۷۰ میلیون ریال سرمایه‌گذاری اضافی است. هزینه جمع‌آوری و حمل به محل دفن به ازای یک کیلوگرم زباله، ۷۵ ریال برآورد شد که در سال ۱۳۹۹ به ۸۱ ریال به ازای یک کیلوگرم خواهد رسید. در نهایت هزینه سالانه جمع‌آوری زباله هر خانوار معادل ۸۵۴۶۰ ریال برآورد شد (کرباسی و همکاران، ۱۳۸۹). درصد هزینه بخش‌های مختلف تحقیقات فوق در جدول (۱)، آمده است. مجلسی و همکاران در سال ۱۳۹۲، نشان دادند که برای مدیریت جمع‌آوری و انتقال زباله منطقه یک بندرعباس در ۱۵ سال آینده نیاز به ۳۵ میلیارد تومان است. طی ۱۵ سال آینده، به‌طور متوسط هزینه سالیانه جمع‌آوری مواد زاید به ازای هر خانوار، ۷۳۸۰۶/۱ تومان و به ازای هر کیلوگرم زباله ۶۰۶۷۴ تومان محاسبه و اساسی‌ترین هزینه مربوط به دستمزد نیروی انسانی و سوخت معرفی شد (مجلسی و همکاران، ۱۳۹۲). کوشکی و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که اساسی‌ترین بخش مخارج جمع‌آوری و حمل زباله‌ها در کویت، هزینه‌های انرژی و دستمزد کارگران بوده و هزینه کل را به ازای هر تن ۲۴ دلار برآورد کردند (Koushki et al., 2004). مطالعات انجام‌شده در نقاط مختلف جهان نشان داده که هزینه جمع‌آوری و حمل زباله در آمریکا به ازای هر تن در مایل به طور متوسط ۳/۵ دلار (Pollock, 1987) و به ازای هر تن زباله در فلوریدا ۱۶/۶ دلار (Young, 1991)، ایندیانا ۱۲۰/۴ دلار (US EPA, 1997)، تایلند ۹/۲-۱۰/۴ دلار (Danteravanich & Siriwong, 1998)، هند ۳۹ دلار (Rathi, 2007)، تورنتو ۲۲ دلار (Assamoi and Lawryshyn, 2012)، پرتقال ۴۹ یورو (da Cruz et al., 2012)، فرانسه ۸۵ یورو (EIMPack, 2012a)، رومانی ۱۲ یورو (EIMPack, 2012b) و بلژیک ۶۰ یورو (Marques et al., 2014) است.

محققان برای ارزیابی سیستم‌های جمع‌آوری زباله راه‌های مختلفی ارائه کرده‌اند که از جمله می‌توان به روش Arc Objects، برآورد نسبی و نرم‌افزار WAGS اشاره نمود که هر کدام دارای ویژگی‌های خاص خود هستند (عبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

سرانه، به بررسی علل تفاوت‌های آن پرداخته خواهد شد. در وهله اول، علت انتخاب این دو شهر کلان‌شهر بودن یکی و کوچک بودن شهر دیگر است. علت دوم را می‌توان توریست پذیر بودن شهر اردبیل دانست که این امر در حال حاضر و در خصوص شهر دهدشت مصداق آن‌چنانی ندارد.

در مطالعه حاضر، با استفاده از نرم‌افزار WAGS<sup>(۱)</sup> سیستم‌های جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله‌های شهری اردبیل و دهدشت از نظر اقتصادی ارزیابی خواهد شد. ابتدا میزان تولید زباله، هزینه سالانه، نیروی انسانی و ماشین‌آلات موردنیاز برای این دو شهر طی ۱۵ سال آینده محاسبه شد. سپس، با مقایسه هزینه‌های

جدول (۱): در صد هزینه بخش‌های مختلف

سایر	تامین سوخت	تعمیرات	تامین ماشین‌آلات	بخش نیروی انسانی	محقق
٪۱/۸۲	٪۲/۶۵	٪۴/۹۳	٪۳۹/۶۲	٪۵۰/۹۵	حکمت نیا (۱۳۸۷)
٪۱/۸۳	٪۲/۶۶	٪۴/۹۴	٪۴۰/۳	٪۴۷/۵۸	رزمجوی عسگرآبادی (۱۳۸۷)
٪۰/۹۲	٪۲/۷۱	٪۶/۳۶	٪۱۶/۳۱	٪۷۳/۶۷	کرباسی و همکاران (۱۳۸۹)

برای جمع‌آوری آن از سطل‌های زباله استفاده می‌شود. هزینه دستمزد سالیانه کارگر و راننده ۴۸۵۷ دلار (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۳۹۳) با فاکتور سایه ۰/۸ (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۳۶۹)، هزینه بالاسری مدیریت ۹۷۱۴ دلار، هزینه سوخت ۰/۱۷۵ دلار (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۴)، فاکتور سایه برای سوخت ۰/۳، بدون برنامه بازیابی ماشین‌ها، حق بیمه ماشین‌های بزرگ ۵۰۳ دلار و حق بیمه ماشین‌های کوچک ۳۱۰ دلار (بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۴) و بدون هزینه تردد ماشین‌ها در جاده است. ماشین از نوع کامپکتور کوچک بوده که وزن آن ۴۵۰۰ کیلوگرم، حجم قابل بارگیری ۵ مترمکعب، متوسط سرعت در جاده‌های خوب (آسفالت) ۷۰ کیلومتر در ساعت و متوسط سرعت در جاده‌های بد (شوسه) ۲۵ کیلومتر در ساعت، میزان مصرف سوخت وسیله نقلیه ۹ لیتر در صد کیلومتر، تعداد کارگران (به‌غیراز راننده) برای هر وسیله نقلیه ۲ نفر، عرض وسیله نقلیه ۱/۶ متر، زمان موردنیاز تخلیه در ایستگاه انتقال ۱۵ دقیقه از زمان ورود به محل تخلیه است. در جدول (۲)، خلاصه‌ای از اطلاعات ورودی به نرم‌افزار آمده است.

### مناطق مورد مطالعه

شهر اردبیل، مرکز استانی به همین نام و در شمال غربی ایران قرار دارد. این شهر، دارای آب‌وهوای سرد و کوهستانی است که زمستان‌هایی سرد و تابستان‌هایی معتدل دارد. مساحت این شهر برابر ۱۸/۴ کیلومترمربع بوده و در مختصات ۳۸/۲۷۳ شمالی و ۴۸/۳۶ شرقی قرار دارد. بر اساس آخرین سرشماری نفوس و مسکن مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰، جمعیت این شهر

### مواد و روش‌ها

نرم‌افزار WAGS که نرم‌افزاری برای مدیریت جمع‌آوری پسماندها است و به‌عنوان ابزار مدیریت بهینه پسماند استفاده می‌شود. در سال ۱۹۹۰، توسط مرکز اسکان بشر سازمان ملل برای یک بخش از عناصر شش‌گانه موظف مدیریت مواد زاید جامد یعنی حمل‌ونقل، طراحی شده است و از آن برای تحلیل و برنامه‌ریزی ۱۵ ساله‌ای سیستم جمع‌آوری زباله استفاده می‌شود (مجلسی و همکاران، ۱۳۹۲). سادگی استفاده از این نرم‌افزار سبب شده است هنوز هم برای برنامه‌ریزی و تحلیل سیستم‌های مرتبط با زباله از این نرم‌افزار استفاده شود. این نرم‌افزار دارای ۴۰ متغیر اصلی و ۱۶ پارامتر با مقادیر پیش‌فرض است. متغیرها به ۵ دسته اطلاعات جمعیتی، کمیت و کیفیت زباله، موقعیت و مشخصات منطقه، تجهیزات، هزینه‌ها و مالیات‌ها تقسیم‌بندی می‌شود. این نرم‌افزار دارای هفت خروجی شامل: اطلاعات عمومی، پیش‌بینی میزان تولید زباله، ماشین‌آلات موردنیاز، سرمایه موردنیاز برای خرید ماشین‌آلات، سرمایه موردنیاز برای تامین نیروی انسانی، هزینه‌های تامین سوخت و نگهداری ماشین‌آلات و در نهایت پیش‌بینی کل هزینه‌های طرح است. برای دستیابی به اطلاعات جمعیتی از اطلاعات مرکز آمار ایران استفاده شد (سازمان آمار ایران، ۱۳۹۰). اطلاعات مربوط به موقعیت و مشخصات منطقه، تجهیزات، هزینه و مالیات مرتبط با مدیریت مواد زاید با همکاری سازمان بازیافت شهرداری شهرهای اردبیل و دهدشت، اداره کار و امور اجتماعی این شهرها و بازدیدهای میدانی به دست آمد. برای ورود و تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار Excel استفاده شد. زباله تولیدی در هر دو شهر اسیدی، زبر و دور از ساحل است و

۴۸۲۶۳۲ نفر و ۱۳۴۷۱۵ خانوار در آن زندگی می‌کنند (سازمان آمار ایران، ۱۳۹۰). بر اساس اطلاعات کسب‌شده جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۴ برابر ۵۲۸۵۹۰ نفر، دارای ۱۴۷۵۴۳ خانوار و نرخ رشد جمعیتی ۲/۳ درصد است.

### جدول (۲): خلاصه‌ای از اطلاعات ورودی به نرم‌افزار

دهدشت	اردبیل	
۶۱/۸۸۰	۵۲۸/۵۹۰	جمعیت (نفر)
۲/۴	۲/۳	نرخ رشد جمعیت (درصد)
۰/۶۸	۰/۶۸	میزان تولید زباله (کیلوگرم برای هر نفر در روز)
۲	۲/۵	نرخ رشد تولید زباله در سال (درصد)
۳۰۰	۳۶۰	چگالی زباله (کیلوگرم بر مترمکعب)
-۱	-۱	درصد تغییر در چگالی زباله (درصد)
۱۸	۴۰	مسافت از محل جمع‌آوری زباله تا محل دفع یا دفن (کیلومتر)
۸۰۰۰	۸۰۰۰	حداکثر بار مجاز جهت جابه‌جایی از طریق جاده‌های کشور (کیلوگرم)
۶	۸	عرض کوچه و خیابان‌هایی که باید زباله از آن‌ها جمع‌آوری شود (متر)
۷۰	۸۰	فاکتور جاده (درصد)
۵۲	۵۲	تعداد هفته‌های کاری در سال
۶	۷	تعداد روزهای کاری
۱	۱	تعداد نوبت‌های کاری
۸	۸	تعداد ساعات کاری در هر نوبت
۷۰	۷۵	نرخ بهره‌وری (درصد)
۰/۵	۱	تعداد تخلیه در هرروز

دهدشت، یکی از شهرهای استان کهگیلویه و بویراحمد است که در قسمت گرمسیری استان واقع شده و تابستان‌هایی گرم و زمستان‌هایی سرد دارد. مساحت این شهر برابر با ۶/۲۸ کیلومترمربع بوده و در مختصات ۳۰/۷۹۵ درجه شمالی و ۵۰/۵۶۴۴ درجه شرقی واقع شده است. بر اساس آخرین سرشماری نفوس و مسکن مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰، جمعیت این شهر برابر ۵۶۲۷۹ نفر و ۱۲۴۶۲ خانوار نیز در آن زندگی می‌کنند (سازمان آمار ایران، ۱۳۹۰). طی اطلاعات کسب‌شده، جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۴ برابر ۶۱۸۸۰ نفر، دارای ۱۳۷۰۲ خانوار و نرخ رشد جمعیتی ۲/۴ درصد است.

کامپکتور کوچک است، سرانه تولید زباله ۶۸۰ گرم در روز، نرخ رشد تولید زباله در اردبیل ۲/۵ و در دهدشت ۲ درصد و نرخ کاهش چگالی زباله در هر دو شهر ۱ درصد است. جدول (۳)، پیش‌بینی میزان تولید زباله را از سال ۱۳۹۴ تا سال ۱۴۰۸ نشان می‌دهد.

در سال ۱۳۹۴، جمعیت اردبیل ۵۲۸۵۹۰ نفر و وزن زباله تولیدی برابر ۱۳۱۱۹۶ تن است، در سال ۱۴۰۸ (نرخ رشد جمعیتی ۲/۳٪، نرخ رشد تولید زباله ۲/۵٪ و نرخ رشد چگالی زباله ۱-٪) جمعیت به ۷۲۶۷۳۷ نفر و وزن زباله تولیدی به ۲۵۴۸۶۷ تن افزایش خواهد یافت. در سال ۱۳۹۴، جمعیت دهدشت ۶۱۸۸۰ نفر و وزن زباله تولیدی ۱۵۳۵۹ تن است، در سال ۱۴۰۸ (نرخ رشد جمعیتی ۲/۴٪، نرخ رشد تولید زباله ۲٪ و نرخ رشد چگالی زباله ۱-٪) جمعیت به ۸۶۲۴۸ نفر و وزن زباله تولیدی به ۲۸۲۴۶ تن می‌رسد. نمودار (۱)، رشد جمعیت و وزن زباله تولیدی را طی ۱۵ سال افق برنامه در شهرهای اردبیل و دهدشت نشان می‌دهد.

در سال ۱۳۹۴، اردبیل نیاز به ۸۰ دستگاه ماشین دارد که این عدد در سال ۱۴۰۸ به ۱۵۴ دستگاه می‌رسد. دهدشت نیز در سال

یافته‌ها

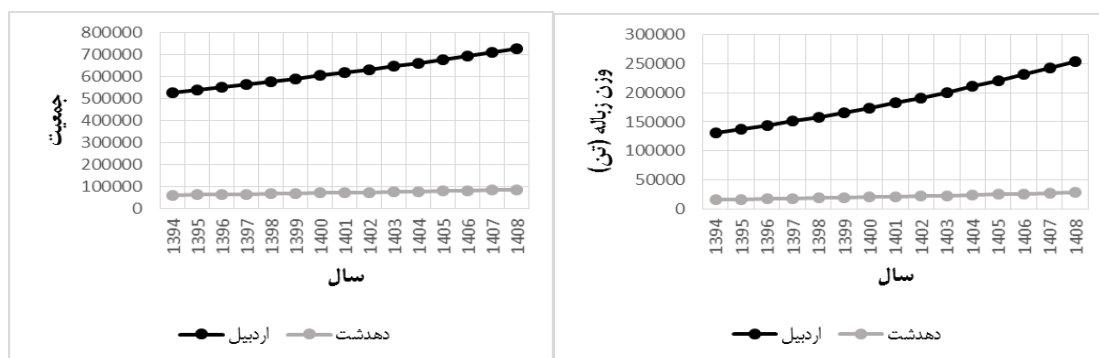
با محاسبه‌های صورت گرفته در برنامه، زمان طی شده بین پر و خالی شدن ماشین در شهرهای اردبیل و دهدشت به ترتیب ۱۷۷ و ۱۲۲/۶ دقیقه و عمر مفید هر ماشین در هر دو شهر نیز ۳/۶ سال به دست آمده است. با توجه به این نکات که برای هر دو شهر ماشین در نظر گرفته شده برای جمع‌آوری زباله دارای

۱۳۹۴، به ۹ دستگاه ماشین نیاز دارد و در سال ۱۴۰۸ این عدد به ۱۵ دستگاه افزایش پیدا می‌کند. نمودار (۲)، تعداد ماشین‌آلات موردنیاز این دو شهر را طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۸ نشان می‌دهد.

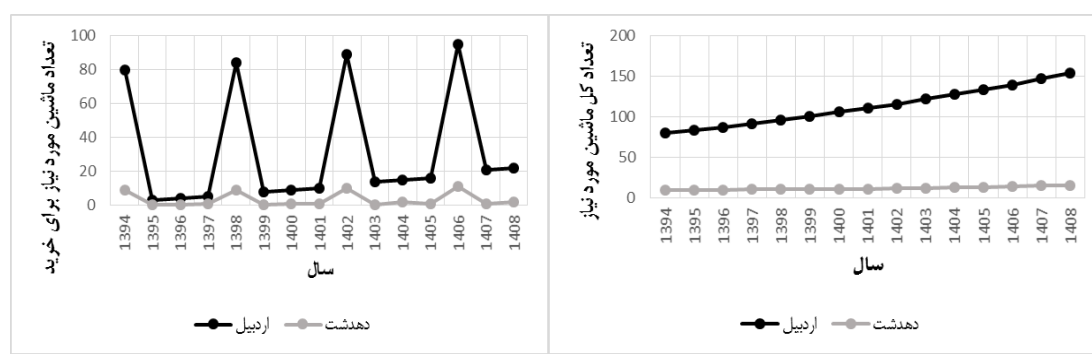
در سال ۱۳۹۴، جهت خرید ماشین‌آلات برای اردبیل به ۴۴۷۱۰۰۰ دلار و برای دهدشت به ۴۰۹۰۰۰ دلار نیاز است. جدول (۴)، پیش‌بینی هزینه خرید ماشین‌آلات را برای افق ۱۵ ساله برنامه نشان می‌دهد.

جدول (۳): پیش‌بینی میزان تولید زباله

سال	جمعیت	فشرده‌شده		معمولی			
		حجم (مترمکعب)	چگالی (کیلوگرم بر مترمکعب)	حجم (مترمکعب)	چگالی (کیلوگرم بر مترمکعب)		
<b>اردبیل</b>							
۱۳۹۴	۵۲۸۵۹۰	۲۰۸۲۴۸	۶۳۰	۳۶۴۴۳۳	۳۶۰	۱۳۱۱۹۶	۰/۶۸
۱۳۹۵	۵۴۰۷۴۷	۲۱۹۰۵۹	۳۲۸	۳۸۶۴۳۰	۳۵۶	۱۳۷۵۶۹	۰/۷
۱۳۹۶	۵۵۳۱۸۴	۲۳۰۰۶۵	۳۲۷	۴۰۸۶۴۳	۳۵۳	۱۴۴۲۵۱	۰/۷۱
۱۳۹۷	۵۶۵۹۰۸	۲۴۲۴۰۱	۶۲۴	۴۲۳۴۰۴	۳۴۹	۱۵۱۲۵۸	۰/۷۳
۱۳۹۸	۵۷۸۹۲۳	۲۵۴۹۹۲	۶۲۲	۴۵۸۳۹۶	۳۴۶	۱۵۸۶۰۵	۰/۷۵
۱۳۹۹	۵۹۲۲۳۹	۲۶۸۶۷۵	۶۱۹	۴۸۶۲۸۷	۳۴۲	۱۶۶۳۱۰	۰/۷۷
۱۴۰۰	۶۰۵۸۶۰	۲۸۲۶۳۹	۶۱۷	۵۱۴۴۱۹	۳۳۹	۱۷۴۳۸۸	۰/۷۹
۱۴۰۱	۶۱۹۷۹۵	۲۹۷۳۳۲	۶۱۵	۵۴۴۲۲۳	۳۳۶	۱۸۲۸۵۹	۰/۸۱
۱۴۰۲	۶۳۴۰۵۰	۳۱۳۳۰۴	۶۱۲	۵۷۷۵۳۶	۳۳۲	۱۹۱۷۴۲	۰/۸۳
۱۴۰۳	۶۴۸۶۳۳	۳۳۰۱۴۰	۶۰۹	۶۱۱۱۰۹	۳۲۹	۲۰۱۰۵۵	۰/۸۵
۱۴۰۴	۶۶۳۵۵۲	۳۴۷۳۱۸	۶۰۷	۶۴۶۶۹۳	۳۲۶	۲۱۰۸۲۲	۰/۸۷
۱۴۰۵	۶۷۸۸۱۴	۳۶۵۹۹۸	۶۰۴	۶۸۶۵۳۱	۳۲۲	۲۲۱۰۶۳	۰/۸۹
۱۴۰۶	۶۹۴۴۲۶	۳۸۵۰۵۰	۶۰۲	۷۲۶۶۴۶	۳۱۹	۲۳۱۸۰۰	۰/۹۱
۱۴۰۷	۷۱۰۳۹۸	۴۰۵۱۰۰	۶۰۰	۷۶۹۱۷۷	۳۱۶	۲۴۳۰۶۰	۰/۹۴
۱۴۰۸	۷۲۶۷۳۷	۴۲۶۹۱۳	۵۹۷	۸۱۴۲۷۲	۳۱۳	۲۵۴۸۶۷	۰/۹۶
<b>دهدشت</b>							
۱۳۹۴	۶۱۸۸۰	۲۶۱۲۱	۵۱۱۹۷	۵۸۸	۳۰۰	۱۵۳۵۹	۰/۶۸
۱۳۹۵	۶۳۳۶۵	۲۷۴۲۲	۵۴۰۱۳	۵۸۵	۲۹۷	۱۶۰۴۲	۰/۶۹
۱۳۹۶	۶۴۸۸۵	۲۸۷۳۹	۵۶۹۹۰	۵۸۳	۲۹۴	۱۶۷۵۵	۰/۷۱
۱۳۹۷	۶۶۴۴۳	۳۰۱۲۲	۶۰۱۴۱	۵۸۱	۲۹۱	۱۷۵۰۱	۰/۷۲
۱۳۹۸	۶۸۰۳۷	۳۱۵۷۰	۶۳۴۶۹	۵۷۹	۲۸۸	۱۸۲۷۹	۰/۷۴
۱۳۹۹	۶۹۶۷۰	۳۳۱۴۶	۶۶۹۸۹	۵۷۶	۲۸۵	۱۹۰۹۲	۰/۷۵
۱۴۰۰	۷۱۳۴۲	۳۴۷۴۰	۷۰۷۱۳	۵۷۴	۲۸۲	۱۹۹۴۱	۰/۷۷
۱۴۰۱	۷۳۰۵۵	۳۶۳۴۹	۷۴۳۸۶	۵۷۳	۲۸۰	۲۰۸۲۸	۰/۷۸
۱۴۰۲	۷۴۸۰۸	۳۸۱۶۷	۷۸۵۳۸	۵۷۰	۲۷۷	۲۱۷۵۵	۰/۸
۱۴۰۳	۷۶۶۰۳	۴۰۰۰۴	۸۲۹۲۷	۵۶۸	۲۷۴	۲۲۷۲۲	۰/۸۱
۱۴۰۴	۷۸۴۴۲	۴۱۹۳۱	۸۷۵۷۶	۵۶۶	۲۷۱	۲۳۷۳۳	۰/۸۳
۱۴۰۵	۸۰۳۲۴	۴۳۹۵۰	۹۲۱۴۹	۵۶۴	۲۶۹	۲۴۷۸۸	۰/۸۵
۱۴۰۶	۸۲۲۵۲	۴۶۰۶۹	۹۷۳۳۵	۵۶۲	۲۶۶	۲۵۸۹۱	۰/۸۶
۱۴۰۷	۸۴۲۲۶	۴۸۲۹۱	۱۰۲۸۲۵	۵۶۰	۲۶۳	۲۷۰۴۳	۰/۸۸
۱۴۰۸	۸۶۲۴۸	۵۰۶۲۰	۱۰۸۲۲۲	۵۵۸	۲۶۱	۲۸۲۴۶	۰/۹



نمودار (۱): پیش‌بینی رشد جمعیت و وزن زبانه



نمودار (۲): پیش‌بینی تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز

جدول (۴): پیش‌بینی هزینه خرید ماشین‌آلات

هزینه خرید ماشین‌آلات (هزار دلار)		سال	هزینه خرید ماشین‌آلات (هزار دلار)		سال
دهدشت	اردبیل		دهدشت	اردبیل	
۴۵۵	۴۹۷۴	۱۴۰۲	۴۰۹	۴۴۷۱	۱۳۹۴
۰	۷۸۲	۱۴۰۳	۰	۱۶۸	۱۳۹۵
۹۱	۸۳۸	۱۴۰۴	۰	۲۲۴	۱۳۹۶
۴۵	۸۹۴	۱۴۰۵	۴۵	۲۷۹	۱۳۹۷
۵۰۰	۵۳۱۰	۱۴۰۶	۴۰۹	۴۶۹۵	۱۳۹۸
۴۵	۱۱۷۴	۱۴۰۷	۰	۴۴۷	۱۳۹۹
۹۱	۱۲۳۰	۱۴۰۸	۴۵	۵۰۳	۱۴۰۰
			۴۵	۵۵۹	۱۴۰۱

به ترتیب به ۱۷۰۰۰۰۰ دلار و ۱۶۱۰۰۰ دلار می‌رسد. در جدول (۶)، می‌توان پیش‌بینی هزینه سوخت، نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات را برای افق برنامه مشاهده کرد.

جدول (۷)، پیش‌بینی هزینه کل جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله را برای شهرهای اردبیل و دهدشت نشان می‌دهد. هزینه کل شامل: مجموع هزینه خرید ماشین‌آلات، نیروی انسانی، تامین سوخت و نگهداری ماشین‌آلات است.

در سال ۱۳۹۴، نیروی انسانی مورد نیاز اعم از راننده و کارگر در اردبیل برابر ۲۴۰ نفر و در دهدشت ۲۷ نفر برآورد شده است. این عدد در سال ۱۴۰۸ برای اردبیل به ۴۶۲ نفر و برای دهدشت به ۴۵ نفر می‌رسد. در جدول (۵)، پیش‌بینی هزینه کارگران و رانندگان را برای کل دوره طرح می‌توان مشاهده کرد. به منظور تامین هزینه‌های سوخت و تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات در سال ۱۳۹۴، اردبیل به ۸۸۳۰۰۰ دلار و دهدشت به ۹۷۰۰۰ دلار نیاز دارد. در حالی که، این اعداد در سال ۱۴۰۸

جدول (۵): پیش‌بینی هزینه کارگران و رانندگان

سال	اردبیل		دهدشت	
	تعداد رانندگان	تعداد کارگران	تعداد رانندگان	تعداد کارگران
۱۳۹۴	۸۰	۱۶۰	۹	۱۸
۱۳۹۵	۸۳	۱۶۶	۹	۱۸
۱۳۹۶	۸۷	۱۷۴	۹	۱۸
۱۳۹۷	۹۲	۱۸۴	۱۰	۲۰
۱۳۹۸	۹۶	۱۹۲	۱۰	۲۰
۱۳۹۹	۱۰۱	۲۰۲	۱۰	۲۰
۱۴۰۰	۱۰۶	۲۱۲	۱۱	۲۲
۱۴۰۱	۱۱۱	۲۲۲	۱۱	۲۲
۱۴۰۲	۱۱۶	۲۳۲	۱۲	۲۴
۱۴۰۳	۱۲۲	۲۴۴	۱۲	۲۴
۱۴۰۴	۱۲۸	۲۵۶	۱۳	۲۶
۱۴۰۵	۱۳۴	۲۶۸	۱۳	۲۶
۱۴۰۶	۱۴۰	۲۸۰	۱۴	۲۸
۱۴۰۷	۱۴۷	۲۹۴	۱۵	۳۰
۱۴۰۸	۱۵۴	۳۰۸	۱۵	۳۰

جدول (۶): پیش‌بینی هزینه‌های سوخت و نگهداری

سال	اردبیل		دهدشت	
	کل هزینه سوخت (هزار دلار)	کل هزینه نگهداری (هزار دلار)	کل هزینه سوخت (هزار دلار)	کل هزینه نگهداری (هزار دلار)
۱۳۹۴	۱۶۳	۷۲۰	۱۶	۸۱
۱۳۹۵	۱۶۹	۷۴۷	۱۶	۸۱
۱۳۹۶	۱۷۷	۷۸۳	۱۶	۸۱
۱۳۹۷	۱۸۸	۸۲۸	۱۷	۹۰
۱۳۹۸	۱۹۶	۸۶۴	۱۷	۹۰
۱۳۹۹	۲۰۶	۹۰۹	۱۷	۹۰
۱۴۰۰	۲۱۶	۹۵۴	۱۹	۹۹
۱۴۰۱	۲۲۶	۹۹۹	۱۹	۹۹
۱۴۰۲	۲۳۶	۱۰۴۴	۲۱	۱۰۸
۱۴۰۳	۲۴۹	۱۰۹۸	۲۱	۱۰۸
۱۴۰۴	۲۶۱	۱۱۵۲	۲۳	۱۱۷
۱۴۰۵	۲۷۳	۱۲۰۶	۲۳	۱۱۷
۱۴۰۶	۲۸۵	۱۲۶۰	۱۴	۱۲۶
۱۴۰۷	۳۰۰	۱۳۲۳	۲۶	۱۳۵
۱۴۰۸	۳۱۴	۱۳۸۶	۲۶	۱۳۵

جدول (۷): پیش‌بینی هزینه کل

سال	هزینه کل (هزار دلار)		سال	هزینه کل (هزار دلار)		سال	هزینه کل (هزار دلار)	
	اردیبه‌ل	دهدشت		اردیبه‌ل	دهدشت		اردیبه‌ل	دهدشت
۱۳۹۴	۸۸۹۱	۹۰۴	۱۳۹۹	۶۰۲۸	۵۴۹	۱۴۰۴	۷۹۱۱	۸۰۶
۱۳۹۵	۴۷۵۴	۴۹۵	۱۴۰۰	۶۳۶۰	۶۴۹	۱۴۰۵	۸۲۹۸	۷۶۰
۱۳۹۶	۵۰۳۱	۴۹۵	۱۴۰۱	۶۶۹۲	۶۴۹	۱۴۰۶	۱۳۰۴۵	۱۲۶۹
۱۳۹۷	۵۳۶۳	۵۹۴	۱۴۰۲	۱۱۳۸۳	۱۱۱۵	۱۴۰۷	۹۲۹۷	۸۶۹
۱۳۹۸	۱۰۰۰۰	۹۵۸	۱۴۰۳	۷۵۲۳	۶۶۰	۱۴۰۸	۹۷۳۹	۹۱۵
کل							۱۲۰۳۱۵	۱۱۶۸۷

در سال‌های بعد سرانه پرداختی شهروندان، هزینه‌های صورت گرفته را جبران خواهد کرد.

### بحث و نتیجه‌گیری

برای شهر اردیبه‌ل کل هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله ۱۲۰۳۱۵۰۰۰ دلار پیش‌بینی می‌شود که ۶۵/۱٪ از این مبلغ به نیروی کار، ۱۸/۵٪ به خرید ماشین‌آلات، ۱۳/۴٪ به تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات و ۳٪ به تامین سوخت اختصاص می‌یابد. سرانه هزینه سالیانه برای هر نفر برابر ۱۲/۸۸ دلار، برای هر خانوار ۴۶/۱۴ دلار و هزینه هر تن زباله ۴۲/۹۶ دلار پیش‌بینی می‌شود.

برای شهر دهدشت، کل هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله ۱۱۶۸۷۰۰۰ دلار پیش‌بینی می‌شود که ۶۸/۳٪ از این مبلغ به نیروی کار، ۱۴/۹٪ به خرید ماشین‌آلات، ۱۴/۱٪ به تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات و ۲/۷٪ به تامین سوخت اختصاص می‌یابد. سرانه هزینه سالیانه برای هر نفر برابر ۱۰/۶۱ دلار، برای هر خانوار ۴۷/۹۱ دلار و هزینه هر تن زباله ۳۶/۷۵ دلار پیش‌بینی می‌شود.

سرانه هزینه سالیانه هر نفر در اردیبه‌ل بیشتر و علت اصلی آن نیز دور بودن محل مدفن زباله شهر اردیبه‌ل نسبت به دهدشت است. سرانه هزینه سالیانه هر خانوار نیز در دهدشت بالاتر و دلیل آن بیشتر بودن اعضای خانوار در این شهر است.

تحقیقاتی که قبلاً توسط حکمت نیا و عسگر آبادی در سال ۱۳۸۷ به ترتیب در شهرستان یزد و منطقه ۱۹ تهران و در سال ۱۳۸۹ توسط کرباسی در منطقه ۲۲ تهران انجام شد، نشان داد که هزینه نیروی انسانی دارای بیشترین سهم بوده و پس از آن بیشترین هزینه برای خرید ماشین‌آلات صرف شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج این تحقیق، با مطالعه‌ای

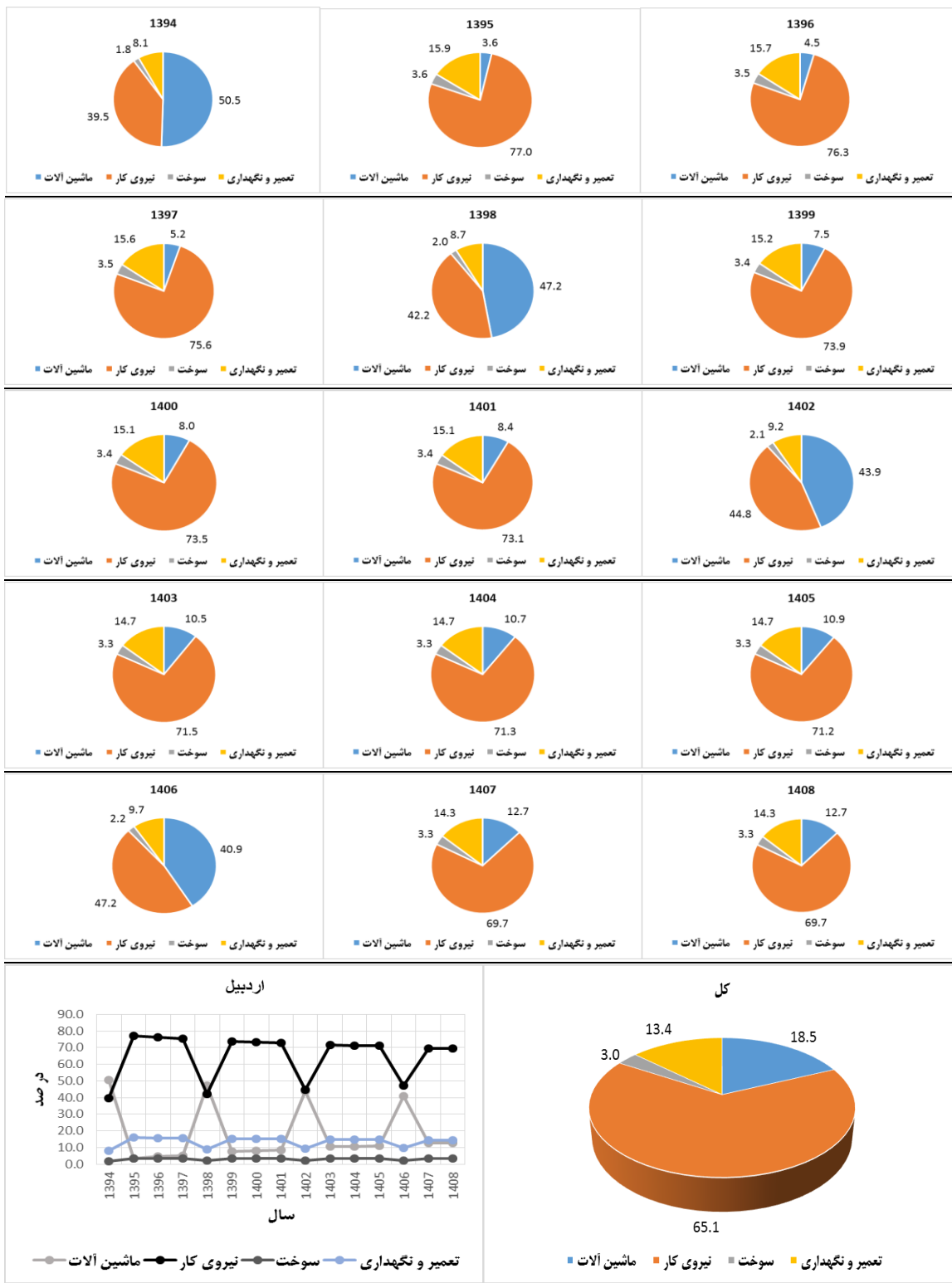
نمودار (۳)، سهم هزینه بخش‌های مختلف از جمله خرید ماشین‌آلات، دستمزد نیروی انسانی، هزینه سوخت و هزینه تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات را برای شهر اردیبه‌ل طی دوره ۱۵ ساله نشان می‌دهد. در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸، بیشترین سهم مربوط به بخش خرید ماشین‌آلات و به ترتیب برابر ۵۰/۵٪ و ۴۷/۲٪ است. در بقیه سال‌ها هزینه مربوط به بخش دستمزد نیروی کار بیشترین سهم را دارا می‌باشد. در نهایت، ۶۵/۱٪ از کل هزینه ۱۵ ساله به بخش نیروی کار تعلق دارد.

نمودار (۴)، سهم هزینه بخش‌های مختلف را از سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۸ برای دهدشت نشان می‌دهد. تنها در سال ۱۳۹۴، بیشترین سهم با ۴۵/۵ درصد مربوط به بخش خرید ماشین‌آلات است و در بقیه سال‌ها هزینه مربوط به بخش نیروی کار بیشترین سهم را دارا می‌باشد. در نهایت، ۶۸/۳٪ از کل هزینه ۱۵ ساله به بخش نیروی کار تعلق دارد.

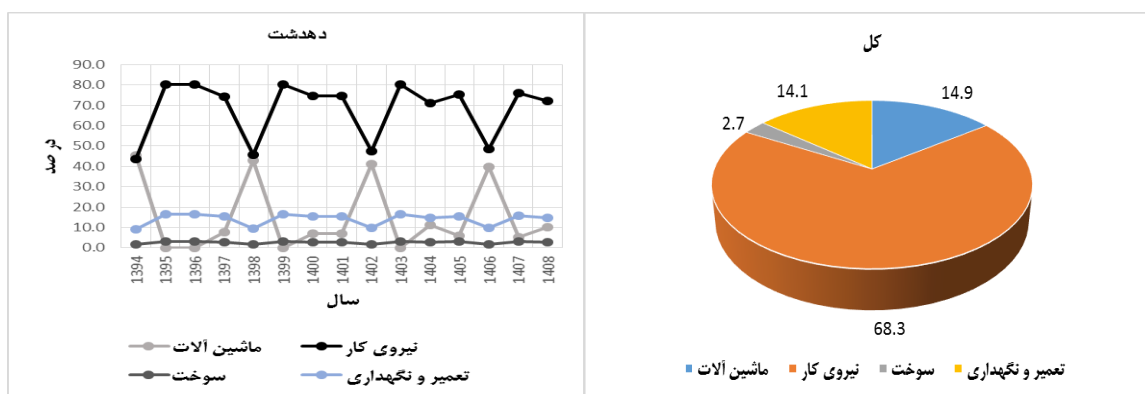
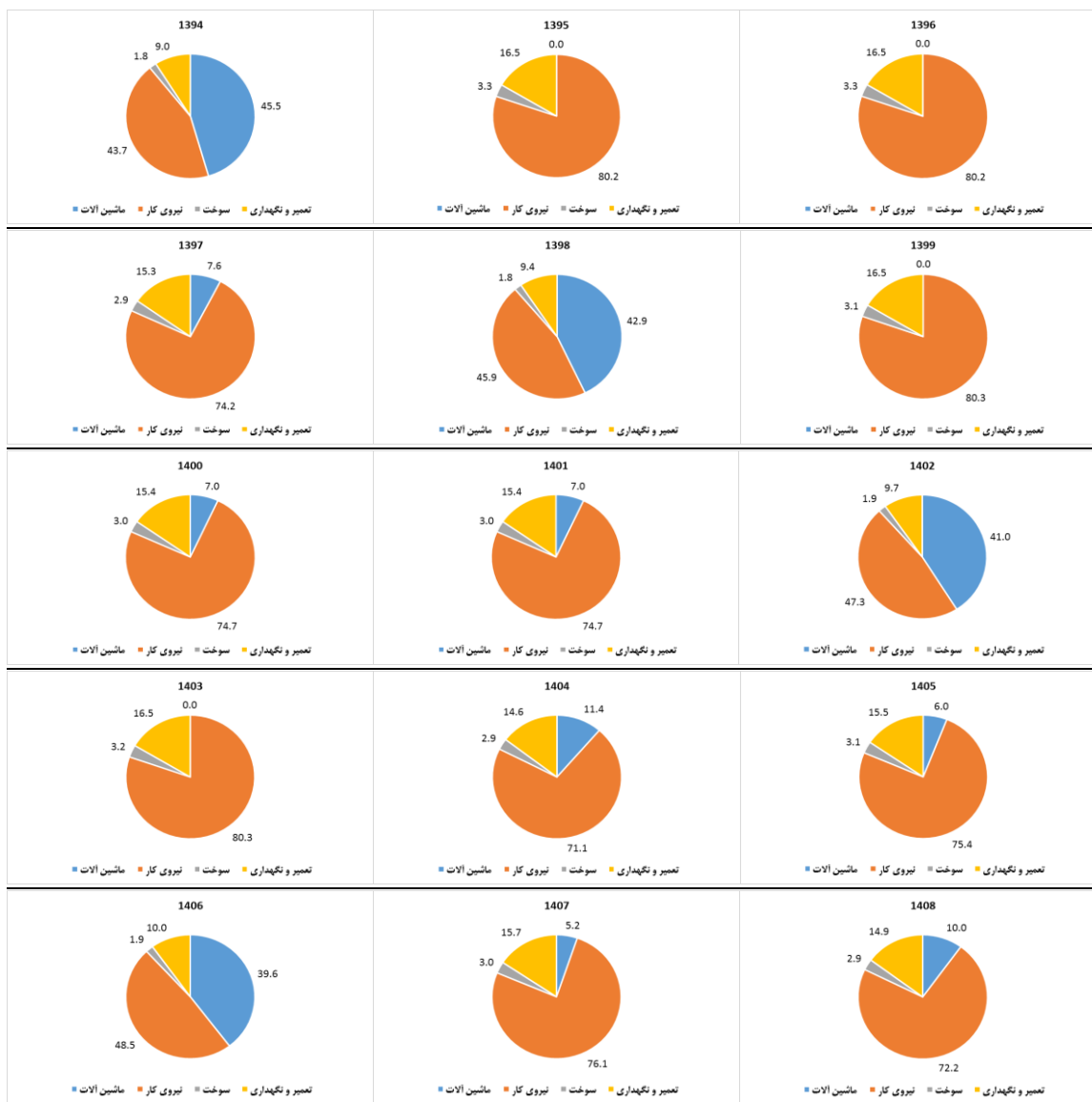
نمودار (۵)، میزان کل هزینه سالانه و درصد سهم هر سال از هزینه کل طرح را برای شهرهای اردیبه‌ل و دهدشت نشان می‌دهد. نقاط بیشینه موجود در نمودار متعلق به سال‌هایی است که ماشین‌آلات خریداری می‌شوند. سیر صعودی کلی نمودار نیز به دلیل افزایش جمعیت، افزایش زباله تولیدی و تورم مثبت است. دلیل منبر اساس بودن نقاط بیشینه برای دو شهر، برابر بودن عمر مفید ماشین‌آلات در هر دو شهر است.

اگر شهرداری هزینه طرح را از مردم دریافت کند، باید ماهانه از هر خانواده در اردیبه‌ل ۳/۸۵ دلار و در دهدشت ۳/۹۹ دلار دریافت شود. نمودار (۶)، مبلغ هزینه شده و دریافتی از مردم را در طول ۱۵ سال نشان می‌دهد. شیب خط مبلغ دریافتی، برابر نرخ رشد جمعیت است و نوسانات نمودار مبلغ هزینه شده نیز به دلیل خرید تعداد متفاوتی ماشین‌آلات در سال‌های مختلف است. با توجه به نمودار (۶)، فقط سال اول نیاز به سرمایه‌گذاری بوده و

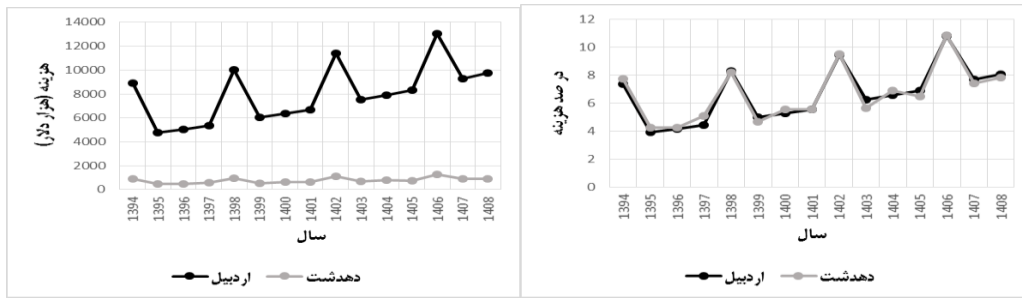




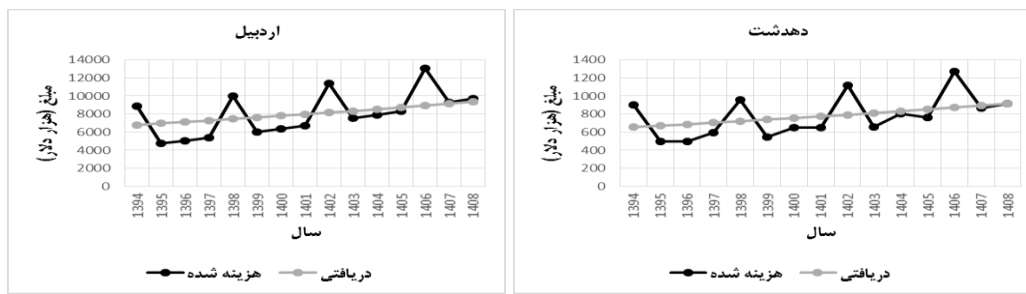
نمودار (۳): درصد هزینه برای افق برنامه شهر اردبیل



نمودار (۴): درصد هزینه برای افق برنامه شهر دهدهشت



نمودار (۵): هزینه کل



نمودار (۶): مبلغ هزینه شده و دریافتی

در اردبیل ۴۲/۹۶ دلار و در دهدشت ۳۶/۷۵ دلار محاسبه شده است. با توجه به مقادیر هزینه‌های جمع‌آوری و حمل‌ونقل زباله در نقاط مختلف دنیا که در بازه ۱۲ یورو تا ۱۲۰/۴ دلار قرار دارد، اعداد به‌دست‌آمده برای این مطالعه منطقی به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، با توجه به مطالعه‌ای که بوهم و همکاران در سال ۲۰۱۰ و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در کل آمریکا انجام دادند، حداقل و حداکثر هزینه صورت گرفته برای جمع‌آوری و حمل زباله در یک سال بین ۵۴۰۷ تا ۹۲۹۱۳۰۰۰ دلار بوده (Bohm et al., 2010) که با اعداد محاسبه شده در مطالعه حاضر برای اردبیل و دهدشت که به‌طور متوسط در سال ۸۰۲۱۰۰۰ و ۷۷۹۱۱۳ دلار می‌شود، تقریباً هماهنگی دارد. مقایسه مطالعات مذکور با این مطالعه نشان می‌دهد که مهم‌ترین دلایل اختلاف، مناسب نبودن جاده‌ها و به دنبال آن کاهش عمر مفید ماشین‌آلات و انجام ندادن بازدیدهای دوره‌ای از آن‌ها است که منجر به افزایش هزینه تعمیرات شده و این امر سبب بالا رفتن هزینه‌های مدیریت جمع‌آوری زباله‌ها می‌شود.

### یادداشت‌ها

#### 1. Waste Analyze Generation System

که کوشکی و همکاران در سال ۲۰۰۴ در کویت و چالکیاس و همکاران در سال ۲۰۰۹ (Chalkias & Lasaridi, 2009) در یونان انجام داده‌اند، مطابقت ندارد، زیرا نتایج آن تحقیقات نشان می‌دهد که بیشترین مخارج پس از هزینه نیروی انسانی، هزینه سوخت است. بیشترین دلیل این تفاوت، بالا بودن هزینه سوخت و پایین بودن قیمت ماشین‌آلات در آن کشورها نسبت به ایران است. با توجه به مطالب فوق، می‌توان این چنین استدلال کرد که برای کاهش هزینه نیروی انسانی در سید هزینه کلی، باید سیستم جمع‌آوری مکانیزه شود. همچنین، با بهبود وضعیت ماشین‌آلات و تعمیرات به‌موقع می‌توان هزینه سوخت را کاهش و عمر مفید ماشین‌آلات را نیز افزایش داد. نتایج مطالعاتی که در منطقه ۱۹ تهران، شهرستان یزد و منطقه ۱ بندرعباس انجام شده نشان می‌دهد که هزینه جمع‌آوری هر کیلوگرم زباله در ماه ۱۷/۴، ۲۶ و ۶۰/۶۷ تومان است. در حالی که، اگر بر اساس قانون بودجه سال ۱۳۹۴ نرخ برابری ارز در برابر ریال را ۲۸۵۰ تومان در نظر بگیریم (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۴) این رقم برای شهرهای اردبیل و دهدشت به ترتیب ۱۲۲/۴۴ و ۱۰۴/۷۴ تومان است. مهم‌ترین دلایل اختلاف عدد مطالعات قبلی با مطالعه حاضر، آزادسازی یکباره قیمت سوخت و افزایش دستمزد کارگران بوده است. میانگین هزینه سالیانه جمع‌آوری هر تن زباله

### فهرست منابع

سازمان آمار ایران، جمهوری اسلامی ایران، ریاست جمهوری، گزیده نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن. ۱۳۹۰. جمعیت و خانوار تا سطح آبادی.

جمهوری اسلامی ایران، مجلس شورای اسلامی، متن کامل قانون بودجه سال ۱۳۹۴.

جمهوری اسلامی ایران، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، معاونت روابط کار، آئین‌نامه اجرائی قانون بیمه بیکاری، شماره ۱۲۲۶۲۶/ت/۴۰۴، تاریخ ۱۳۶۹/۱۰/۱۹.

جمهوری اسلامی ایران، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، وزیر، بخشنامه در خصوص حداقل میزان دریافتی کارگران در سال ۱۳۹۴، شماره ۲۲۷۴۱۳، تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۲۵.

حکمت نیا، ن. ۱۳۸۷. بررسی مدیریت زیست‌محیطی حمل‌ونقل زباله‌های شهری شهرستان یزد با استفاده از نرم‌افزار WAGS. یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، زاهدان، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان.

رزمجوی عسگرآبادی، ی. ۱۳۸۷. اثر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسماند و بازیافت مواد در مدیریت زیست‌محیطی حمل‌ونقل مواد زاید خانگی با استفاده از نرم‌افزار WAGS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

عبادی، ت.؛ بهشتیان اردکانی، م.؛ سید صفویان، س. ت. و خانزاده، ن. ۱۳۹۲. پیش‌بینی امکانات مورد نیاز برای جمع‌آوری زباله‌های شهر اردبیل با استفاده از نرم‌افزار WAGS، سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران.

عبدلی، م. ع. ۱۳۸۵. بازیافت مواد زاید جامد شهری، انتشارات دانشگاه تهران.

عمرانی، ق. ع. ۱۳۷۷. مواد زاید جامد، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.

کرباسی، ع. ر.؛ منوری، س. م.؛ عمرانی، ق. ع. و ظاهری، ل. ۱۳۸۹. مدیریت جمع‌آوری پسماندهای خانگی با کاربرد نرم‌افزار WAGS. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. ۱۲(۳): ۱۲۷-۱۳۶.

مجلسی، م.؛ زمانی، ا.؛ مهدی پور، ف.؛ شمسانی، و.؛ شریفی ملکسری، ه. و دروار، پ. ۱۳۹۲. تجزیه و تحلیل هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل پسماند منطقه ۱ شهر بندرعباس. فصلنامه بهداشت در عرصه. ۱(۱): ۳۷-۴۵.

Assamoi, B. & Lawryshyn, Y. 2012. The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion. *Waste Management*, 32(5), pp.1019-1030.

Bohm, R.A.; Folz, D.H.; Kinnaman, T.C. & Podolsky, M.J. 2010. The costs of municipal waste and recycling programs. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), pp.864-871.

Chalkias, C. & Lasaridi, K. 2009. A GIS based model for the optimisation of municipal solid waste collection: the case study of Nikea, Athens, Greece. *technology*, 1, pp.11-15.

da Cruz, N.F.; Simões, P. & Marques, R.C. 2012. Economic cost recovery in the recycling of packaging waste: the case of Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 37, pp.8-18.

Danteravanich, S. & Siritwong, C. 1998. Solid waste management in Southern Thailand. *Journal of solid waste technology and management*. 25(1): 21-6.

EIMPack, 2012a. The Economics of Packaging Waste Recycling: The Case of France. EIMPack Project, Instituto Superior Técnico, Lisbon.

EIMPack, 2012b. The Economics of Packaging Waste Recycling: The Case of Romania. EIMPack Project, Instituto Superior Técnico, Lisbon.

Koushki, P.A.; Al-Duaij, U. & Al-Ghimlas, W. 2004. Collection and transportation cost of household solid waste in Kuwait. *Waste management*. 24(9): 964-957.

Marques, R.C.; da Cruz, N.F.; Simões, P.; Ferreira, S.F.; Pereira, M.C. & De Jaeger, S. 2014. Economic viability of packaging waste recycling systems: a comparison between Belgium and Portugal. *Resources, Conservation and Recycling*, 85, pp.22-33.

Pollock, C. 1987. Mining urban wastes: the potential for recycling. *Worldwatch paper (USA)*. no. 76.

Rathi, S. 2007. Optimization model for integrated municipal solid waste management in Mumbai, India. *Environment and development economics*, 12(01): 105-121.

Raup-Plummer, L.A. 2013. SOLID WASTE REDUCTION PRACTICES IN THE SOUTHEASTERN UNITED STATES: PUBLIC PERCEPTIONS AND PROPOSED POLICY CHANGES.

Rubenstein-Montano, B. & Zandi, I. 2000. An evaluative tool for solid waste management. *Journal of urban planning and development*. 126(3): 119-135.

US EPA, 1997. Full cost accounting for municipal solid waste management, Report No.: EPA 530-R-95-041, WDC

Young, J.E. 1991. Discarding the Throwaway Society. *Worldwatch Paper 101*. Worldwatch Institute, 1776 Massachusetts Avenue, NW, Washington, DC 20036.