

کاربرد مدل سازی و شبیه سازی سیستم ها در بهبود فرآیند جمع آوری زباله در شهرداری قزوین

^۱ الهام رودباری سقایی

^۲ سعید قهرمانی

^۳ میثم نظیری یان

^۴ مرضیه گروه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱

چکیده

امروزه ایجاد انواع مختلف مواد زاید جامد و ظهور ناسازگاری های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، مشکلات متعددی را برای مدیریت خدمات شهری در رابطه با جمع آوری، حمل و نقل، فرآوری و دفع این پسماندها ایجاد کرده است. هدف از انجام این تحقیق کاربرد مدل سازی و شبیه سازی سیستم ها در بهبود فرآیند جمع آوری زباله در شهرداری قزوین می باشد. برنامه ریزی بهینه در جمع آوری، مدیریت و دفع ضایعات شهری یکی از استراتژی های بسیار مهم است که می تواند بهبودهای متعدد را هم در کل هزینه ها و هم در سلامت جامعه به ارمغان بیاورد. به دلیل این واقعیت که ۶۰ تا ۸۰ درصد هزینه های مدیریت پسماند جامد مرتبط با جمع آوری و حمل و نقل آنها می باشد. از این رو در این پژوهش یک رویکرد جدید در خصوص جمع آوری زباله های شهری با در نظر گرفتن اهداف چندگانه توسعه داده شد. نتایج نشان داد که فرآیند جمع آوری زباله های شهری در قالب زنجیره برگشتی، مدیریت این بخش از بحران شهری را بخوبی کنترل و برنامه ریزی می کند. لذا از این جهت با توجه به رویکرد های حل مدل ریاضی وضعیت فعلی جمع آوری زباله ها با در نظر گرفتن محدودیت های فنی قابلیت بهبود فراوانی دارد.

واژگان کلیدی

مسیریابی، برنامه ریزی جمع آوری زباله های جامد، بهینه سازی مسیر و هزینه، مسائل زیست محیطی

۱. کارشناس ارشد مهندسی صنایع. (Email: Elham.roudbari@yahoo.com)

۲. کارشناس ارشد مدیریت دولتی گرایش تحول. (Email: Saeid.gh.3915@gmail.com)

۳. کارشناسی مهندسی صنایع. (Email: meysamnz1366@gmail.com)

۴. کارشناسی مهندسی صنایع. (Email: Mgervei72@yahoo.com)

مقدمه

مقدار پسماندها با توجه به رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی در حال افزایش می باشند. فرآیندهای تولیدی و صنایع، حجم عمده‌ای از مواد پسماند را به خود اختصاص می دهند. همچنین بخشی از پسماندهای تولیدی را زباله های جامد شهری به خود اختصاص می دهند. از این رو مواد پسماند مذکور شامل موادی مانند کالاهای بادوام مصرفی، ظروف و مواد مختلت بسته بندی، غذاهای دورریز و پسماندهای غیرارگانیک حاصل از مناطق صنعتی تجاری و مسکونی می باشند (نورمحمدی؛ رضایی و صیادی اناری، ۱۳۹۷). استخراج منابع از میان پسماندها باعث پیدایش مباحثی اعم از: بازیافت و استفاده مجدد، تولید مجدد، زنجیره تامین حلقه - بسته و غیره شد. لذا طراحی شبکه یکی از مسائل مهم و مطرح در یک زنجیره تامین حلقه بسته می باشد. در این شبکه محصولات مصرف شده از دست مشتری پس گرفته و دوباره وارد چرخه تولید می شوند. منظور از طراحی شب که تعیین دستور العمل و نحوه اجرای مراحل مختلت مربوط به لجستیک معکوس است (صیدی، ۱۳۹۳).

استفاده از معیارهای مناسب و طراحی شبکه لجستیکی عامل اصلی در بهینه سازی اهداف می باشد. لازم به ذکر است که پارامترهای پیشنهادی به راحتی می تواند با معیارهای اضافی گسترش یابد. امروزه، تولید انواع مختلف پسماند جامد و تجلی بی ثباتی های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی مرتبط با آن، پیچیدگی های متعددی را برای مدیریت خدمات شهری با توجه به جمع آوری، حمل و نقل، پردازش و دفع چنین زباله هایی ایجاد می کند چرا که پسماندها باید از طریق شیوه های نوین مستقیماً از سرتاسر مناطق مسکونی در سطح شهر جمع آوری و به سایت های دفع زباله منتقل و بازیافت شوند (سبزقبایی و جمشیدی کیا، ۱۳۹۷). براین اساس اهمیت یک سیستم بهینه جمع آوری زباله، بیشتر برجسته می شود. دیگر عامل مرتبط در دنیایی واقعی مدیریت شبکه لجستیک سیستم جمع آوری زباله است چرا که با انتخاب بهترین مسیر از سایت های دفع زباله تا نقاط تقاضا (سطح های زباله در خیابان ها) برای جمع آوری زباله باعث کاهش تعداد ناوگان و مصرف سوخت، کاهش فاصله زمان سرویس دهی، کاهش زمان کاری خدمه می شود و به طبع آن هزینه های مدیریتی سیستم کاهش یابد (سادات موسوی، ۱۳۹۷)؛ بنابراین انتخاب سیاست مناسب باعث ریزی بهینه در جمع آوری، مدیریت و دفع زباله های شهری یکی از مهمترین استراتژی هایی است که می تواند منجر به بهبودهای متعددی در هزینه کل و سلامت شود (نخعی، ۱۳۹۲).

امروزه با پیشرفت تکنولوژی، فرآیند برنامه ریزی و اتخاذ تصمیم گیری در موارد مختلف توسط روش های نوین بسیار آسان گردیده است. با استفاده از یکی از این الگوریتم فرا ابتکاری در یک مساله مسیریابی وسیله نقلیه با محدودیت ظرفیت برای تعیین بهترین راه حل جمع آوری زباله و بهینه سازی مسیر پرداخته می شود (فروتن و همکاران، ۱۳۹۱). سیستم مدیریت تداوم حیات سازمانی، از درون مباحث هایی چون مدیریت بحران و برنامه ریزی بازسازی پس از فاجعه، توسعه یافته و با به کارگیری علم فناوری اطلاعات به رویکردهای برنامه ریزی تداوم حیات سازمانی در شکل فعلی آن تبدیل شده است. هر مرحله از مدیریت پسماند باید به طور موثر برای حل مشکلات پسماند جامد انجام شود. در میان

تمام مراحل مدیریت پسماند، جمع آوری پسماند از مرکز تولید پسماند به مرکز مدیریت پسماند، یعنی مسیر جمع آوری پسماند از اهمیت خاصی برخوردار است (عباسی، علوی نیا و حسینی، ۱۳۹۱).

اگر زباله به درستی جمع آوری نشود، ممکن اسات در منطقه تولید زباله مزاحمت ایجاد شود. در مرحله اول فرآیند معمول جمع آوری زباله شامل وسایل نقلیه ای است که از سایت های دفع زباله (انبار ها) شروع می شوند و در مسیرهای بهینه برای جمع آوری زباله با بازدید از تمام مکان ها سفر می کنند که هزینه زیادی دارد. این فرآیند موجب اتلاف منابع به دلیل سفر به سمت خالی کردن سطلی می شود که هنوز پر نشده است (نخعی، ۱۳۹۲). در مرحله دوم علاوه بر بهینه سازی مسیر جمع آوری زباله از سطل هوشمند استفاده خواهد شد. این بخش با استفاده از مفهوم حد آستانه پسماند (TWL) به بهبود جمع آوری زباله و بهینه سازی مسیر می پردازد. مجموعه داده از منطقه فرضی برای مدل شبیه سازی در نظر گرفته شده اند، که در آن ظرفیت وسایل نقلیه مدنظر است. این مطالعه بر روی بهینه سازی تعداد سطل ها یا اندازه سطل ها تمرکز نمی کند بلکه بر روی مسیر جمع آوری زباله از سطل ها تمرکز دارد (مهدی پور، صبا، ۱۳۹۵).

در مرحله سوم، تعداد متغیری از سطل ها در هر مکان براساس تقاضای آن نود در نظر گرفته می شوند. تقاضا در مجموعه داده ها درصد سطح زباله در نظر گرفته می شود. حداکثر ظرفیت هر سطل ۱۰ واحد در نظار خواهیم گرفت و تقاضای گره به طور یکنواخت در تمام سطل ها توزیع شده است. ما حد آستانه پسماند برای سطل های پر شده، در محاسبه یک مسیر جمع آوری زباله کارآمد در نظر می گیریم. به عنوان مثال سطل هایی که بیش از یک حد آستانه خا هستند باید فوراً جمع آوری شوند. در مرحله چهارم استفاده از مفهوم اصلی VRP خدمت به مجموعه ای از مشتریان برای یافتن حداقل کل مسیرهای تور از نقطه شروع و بازگشت به نزدیکترین انبار است. هنگامی که ظرفیت خودرو در نظر گرفت می شود، به CVRP تبدیل می شود (سادات موسوی، ۱۳۹۷).

مدیریت پسماند از مهمترین و اصلی ترین مسائل زیستی در جهان هستند که از قدیم الایام تا به حال حاضر مورد استفاده قرار می گیرند که با استفاده از سیستم ها جمع آوری و بازیافت و فرآیند بروزتری ظاهر شده و کارایی هایی بس مفیدتر را از خود به جای میگذارند و در هر حال اهمیت فوق العاده زیاد مدیریت پسماند موجب شده تا همواره جز موضوعات اصلی در زمینه محیط زیست جهان، اقتصاد و اجتماعی تلقی شوند. مکان یابی مراکز دفع زباله و مسیریابی یکی از مهم ترین مقوله های است که باید در مساله به هرچه بهینه شدن هزینه های یک سیستم جمع آوری و حمل و نقل در نظر گرفته شود (نورمحمدی، رضایی و صیادی اناری، ۱۳۹۷). در این مطالعه مسیریابی ناوگان در کمترین زمان (باتوجه به محدودیت ظرفیت و شیف کاری خدمه) و تخصیص نزدیکترین مسیر به سایت های دفع زباله به ناوگان با استفاده از حل الگوریتم های فرا ابتکاری مشخص می شوند و همچنین با بهترین روش مستقیماً از مناطق خانگی جمع آوری و به سایت های دفع زباله منتقل و بازیافت می شوند؛ بنابراین انتخاب سیاست بهینه جمع آوری پسماند تاثیر قابل توجهی بر کاهش هزینه ها دارد که مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

روش تحقیق

با توجه به اهداف در نظر گرفته شده در این پژوهش، ساختار این پژوهش به لحاظ هدف بصورت کاربردی و نحوه جمع آوری اطلاعات بصورت میدانی و روند تحلیل داده های جمع آوری شده بصورت توصیفی-تحلیلی ریاضی می باشد. از این رو پس از مطالعه کتابخانه ای و ارزیابی پژوهش های قبلی مدل ریاضی زنجیره تامین معکوس جمع آوری زباله ارائه و توسعه الگوریتم های حل مساله صورت گرفت. از مهمترین آلاینده های محیط زیست پسماندهای شهری هستند. پسماندهای شهری به علت دارا بودن عوامل خطرناک، سمی و بیماری زا از جمله ضایعات خانگی، صنعتی، شیمیایی، عفونی و ظروف و وسایل یکبارمصرف از حساسیت خاصی برخوردارند. از این رو هر گونه سیاست گذاری و اتخاذ تصمیم در رابطه با پسماندهای شهری مستلزم شناخت وضع موجود از نظر کمیت، کیفیت، روش های ذخیره سازی، جمع آوری و دفع پسماند های آن است تا ازین طریق بتوان به تحلیل شرایط و ارائه پیشنهادهای لازم برای حل مشکل پرداخت. چنانچه مدیریت پسماندهای شهری به درستی صورت نگیرد، علاوه بر تاثیرات سو بهداشتی بر فعالیت های اصلی مدیریت شهری، برای محیط زیست اثرات سو در بر خواهد داشت. پسماند شهری بخش اعظمی از کل زباله تولیدی در جامعه را تشکیل می دهد.

جهت بررسی مدل ریاضی از دو رویکرد حل مسائل استفاده می شود. رویکرد اول با توجه به مینیمم بودن توابع اهداف، ابتدا با استفاده از روش وزنی مدل ریاضی را از حالات چند هدفه خارج کرده و مدل بصورت تک هدفه قرار تدوین می شود و سپس با استفاده از حل دقیق در نرم افزار GAMS و حل کننده CPLEX ابعاد مساله ارزیابی و صحت گزاری مدل انجام شد. لذا در رویکرد دوم پس از طراحی آزمایشات و تنظیمات مربوط به پارامتر های الگوریتم فرا ابتکاری NSGAI، مدل چند هدفه ریاضی با استفاده از الگوریتم ابتکاری اپسیلون محدودیت بصورت چند هدفه در نرم افزار GAMS حل می شود و نتایج بست آمده با حل دقیق مقایسه می گردد. ابعاد مساله در دو روش حل مقایسه و ارزیابی شدند.

یافته های تحقیق

با توجه به اطلاعات دریافت شده از خدمات شهری جهت جمع آوری زباله های شهری ورودی به نرم افزار به شرح زیر است. ظرفیت مراکز جداساز به شرح زیر است:

جدول ۱- ظرفیت مراکز جداساز

مرکز جداساز ۱	مرکز جداساز ۲	مرکز جداساز ۳
۱۵۰ تن	۲۵۰ تن	۵۰۰ تن

هزینه نگهداری زباله در انتهای دوره در مناطق شهری در دوره اول ۷۰ میلیون تومان و در دوره دوم ۹۰ میلیون تومان برآورد شده است و مدت زمانی که کارشناسی انتظار دارد تا زباله ها جمع آوری شوند و انهدام گردد به مدت زمان ۲۴ ساعت بیان شد. شایان ذکر است سناریوهای در نظر گرفته شده در مدل شامل ۲ وضعیت می باشد که وضعیت اول

مربوط به جمع آوری زباله در اواسط هفته و سناریو دوم مربوط به جمع آوری زباله در آخر هفته ها می باشد. ظرفیت وسایل نقلیه هر کدام به میزان ۵ تن در نظر گرفته شده است. همچنین برای مراکز بازیافت و مراکز انهدام ظرفیت ها به شرح ذیل است:

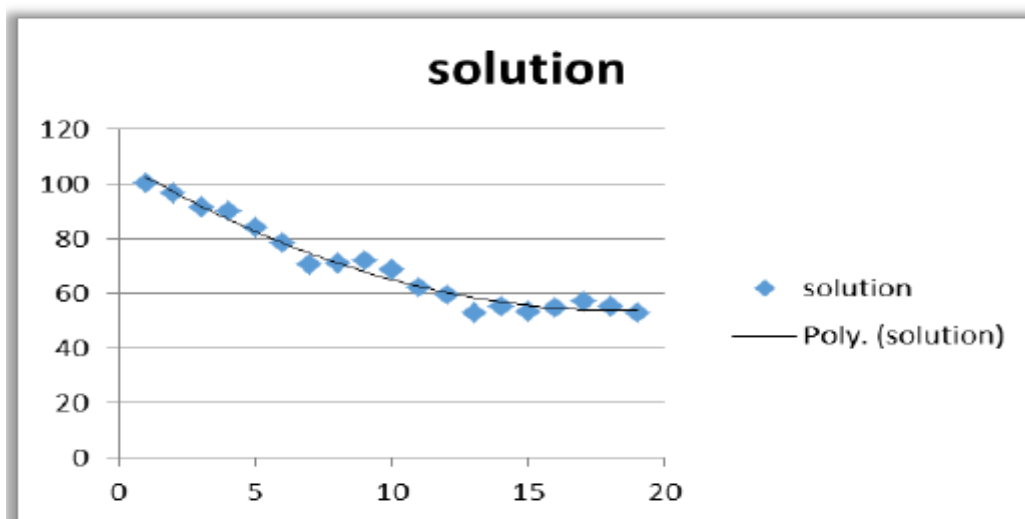
جدول ۲- ظرفیت مراکز بازیافت

مرکز بازیافت ۱	مرکز بازیافت ۲
۱۵۰ تن	۲۰۰ تن

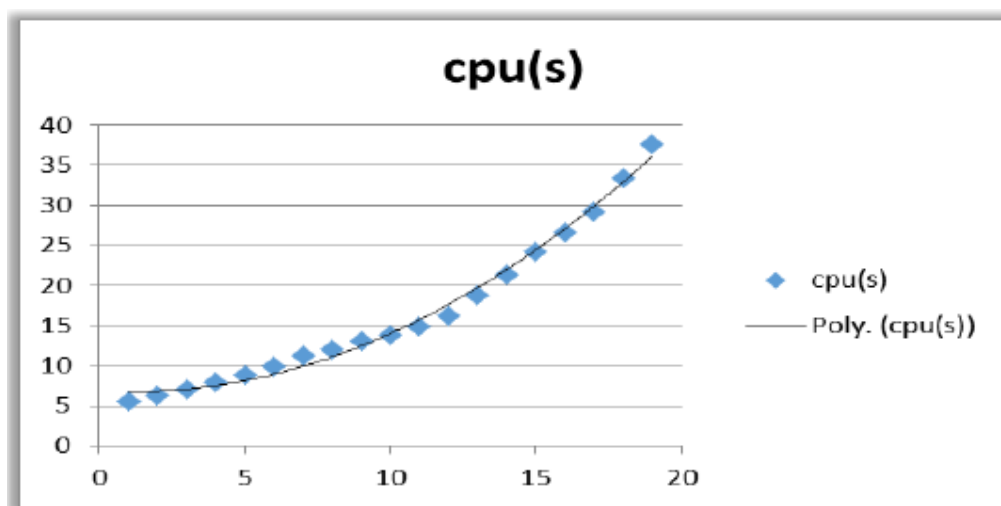
جدول ۳- ظرفیت مراکز انهدام

مرکز انهدام ۱	مرکز انهدام ۲
۳۰۰ تن	۲۰۰ تن

یکی از مهمترین پارامترهای الگوریتم ژنتیک اندازه جامعه اولیه می باشد. اندازه های کوچک به علت کوچک بودن محدوده ی جستجو رسیدن به جواب مورد نظر را تضمین نمی کند در مقابل اندازه های بزرگ احتمال رسیدن به جواب مناسب در زمان مناسب را کاهش می دهد. به همین منظور آزمایشات متعددی برای سطوح مختلف از این پارامتر صورت گرفته و تاثیر آن بر کیفیت جواب ها در شکل ۱ و زمان حل در شکل ۱ نمایش داده شده است. همان طور که در شکل ۱ نمایش داده شده است، کیفیت جواب ها تا رسیدن به اندازه ۹۰ افزایش می یابد و بعد از آن تاثیر کیفی خود را از دست داده و جواب ها به مقدار ثابتی همگرا می شوند. با توجه به شکل ۲، افزایش اندازه جامعه باعث افزایش زمان حل می شود.

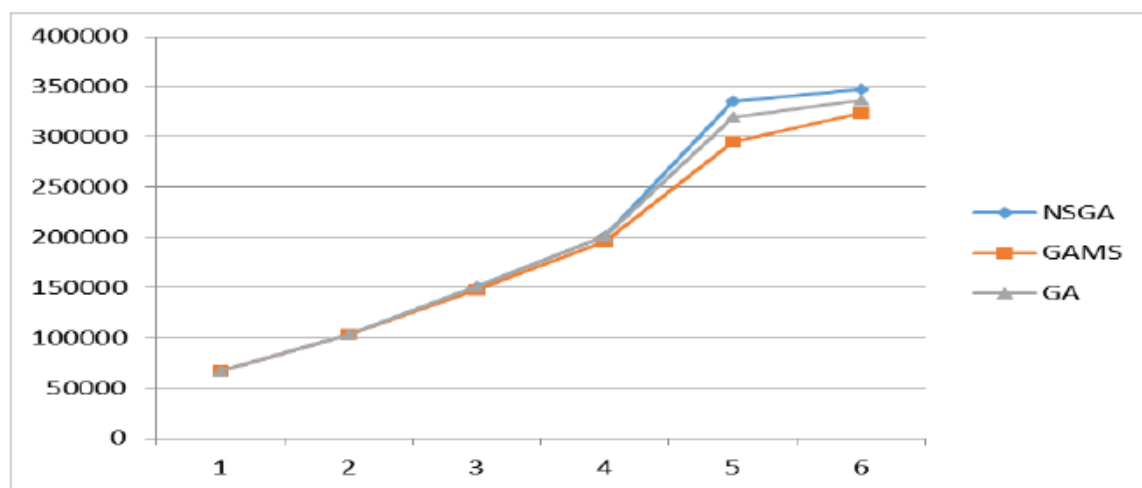


شکل ۱- کیفیت جواب ها و اندازه جامعه



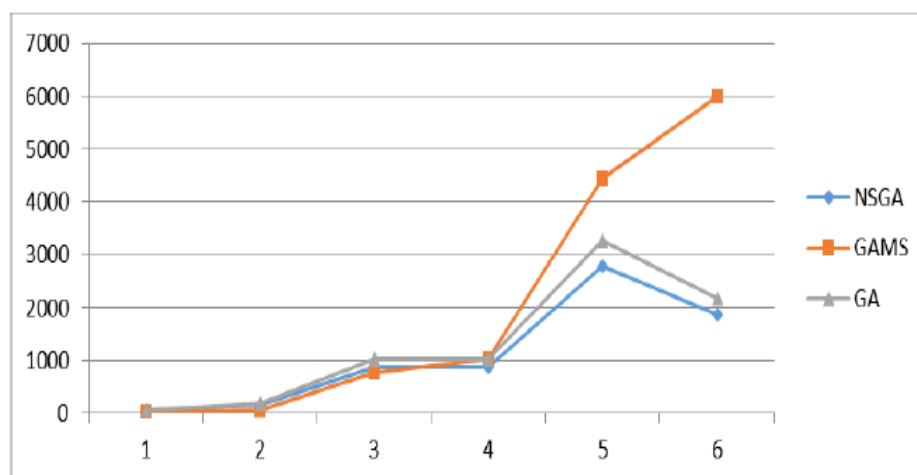
شکل ۲- زمان محاسباتی و اندازه جامعه

همگرایی توابع هدف الگوریتم فرا ابتکاری و حل دقیق در نرم افزار گمز به شرح زیر است:



شکل ۳- همگرایی توابع هدف الگوریتم فرا ابتکاری و حل دقیق در گمز

همگرایی مدت زمان حل مدل ریاضی توسط الگوریتم تنبیک و سالور CPLEX به شرح زیر است:



شکل ۴- همگرایی مدت زمان حل مدل ریاضی با الگوریتم تنبیک و سالور CPLEX

در بررسی فوق با توجه به محدودیت در نظر گرفته شده برای حل مدل در نرم افزار GAMS در حد بالای بیش از سطح ۶ به جواب بهینه نرسیده است. با توجه به جواب های ارائه شده در حد پایین حاصل از حل CPLEX و GA انحراف پاسخ های الگوریتم فرا ابتکاری در حد قابل قبولی بوده است و الگوریتم ژنتیک کارا ارزیابی شده است. برای اجرای این بخش ابتدا آزمون نرمال بودن جواب ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمنیروف (S_K) در نرم افزار SPSS انجام شده و پس از تعیین نرمال بودن اطلاعات مورد ارزیابی، آزمون های برابر با استفاده از آماره آزمون t انجام می شود. آزمون S_K برای تست نرمال بودن جواب های دو الگوریتم محدودیت اپسیلون و NSGAI می باشد. آزمون اپسیلون

جدول ۴-تحلیل آزمون S-K برای روش اپسیلون

		n_epsilon	q_epsilon	MID_epsilon	DM_epsilon
N		34	34	34	34
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	10.2941	.8616	.9207	1.1163
	Std. Deviation	2.26340	.46417	.47461	.38472
Most Extreme Differences	Absolute	.269	.137	.126	.094
	Positive	.198	.137	.102	.063
	Negative	-.269	-.095	-.126	-.094
Test Statistic		.269	.137	.126	.094
Asymp. Sig. (2-tailed)		.060c	.107c	.187c	.200c,d

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

در تحلیل آزمون S-K برای روش اپسیلون در نمونه های حل شده نشان داده شد که SIG بزرگتر از ۰,۰۵ بوده و داده ها نرمال می باشد.

NSGAII آزمون

جدول ۵- تحلیل آزمون S-K برای روش N

		n_nsga	q_nsga	MID_nsga	DM_nsga
N		34	34	34	34
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	9.9706	.9048	.9075	.8501
	Std. Deviation	1.94602	.32010	.43430	.44401
Most Extreme Differences	Absolute	.319	.102	.093	.096
	Positive	.168	.102	.093	.096
	Negative	-.319	-.045	-.068	-.068
Test Statistic		.319	.102	.093	.096
Asymp. Sig. (2-tailed)		.057c	.200c,d	.200c,d	.200c,d

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

بر اساس تحلیل آزمون روش NSGAII نیز مقدار SIG بیشتر از ۰,۰۵ شاده اسات و در نهایت هر دو روش محدودیت اپسیلون و NSGAII دارای پاسخ های نرمال هستند و از آماره آزمون t برپا فرضیات برابری تعداد جواب های پارتو و کیفیت جواب ها و فاصله از ایده آل و گوناگونی جواب ها بهره گیری شده است.

جدول ۶- آزمون فرض مقایسه برابری تعداد جواب های شاخص ها

		Paired Differences					t	df	Sig. (2_tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	n_epsilon - n_nsga	.32353	2.94104	.50438	-.70265	1.34971	.641	33	.526
Pair 2	q_epsilon - q_nsga	-.04324	.53277	.09137	-.22913	.14266	-.473	33	.639
Pair 3	MID_epsilon - MID_nsga	.01324	.34189	.05863	-.10606	.13253	.226	33	.823
Pair 4	DM_epsilon - DM_nsga	.26618	.45932	.07877	.10591	.42644	3.379	33	.002

با توجه به آزمون فرض انجام شده در خصوص برابری تعداد جواب های پارتو و کیفیت جواب ها و فاصله از ایده آل و گوناگونی جواب ها، نتایج به شرح ذیل می باشد:

- الف- در آزمون برابری تعداد جواب های پارتو، نشان داده شد با توجه به اینکه SIG بزرگتر از ۰,۰۵ شده است، فرضیه برابری تعداد جواب های پارتو رد نشده و اختلاف معناداری میان دو الگوریتم وجود ندارد.
- ب- در آزمون برابری کیفیت جواب های بهینه نیز نشان داده شد که SIG بزرگتر از ۰,۰۵ شده است و برابری کیفیت جواب های بهینه نیز رد نشده است و در نتیجه الگوریتم های دارای برابری نسبی می باشند.

پ- در آزمون برابری فاصله از ایده آل نیز با توجه به اینکه مقدار SIG بزرگتر از ۰,۰۵ می باشد، برابری در فاصله نیز رد نشده و فاصله از ایده آل الگوریتم ها دارای برابری نسبی می باشند.

ت- در آزمون گوناگونی جواب های بدست آمده، نشان داده شده است که با توجه به اینکه SIG مقدار کمتر از ۰,۰۵ گرفته است، فرض برابری گوناگونی رد شده است. در نتیجه الگوریتم NSGAI جواب های بهتری نسبت محدودیت اپسیلون دارد.

بحث و نتیجه گیری

با وجود روش های نوین جهت دفع پسماندهای شهری در بسیاری از مناطق کشور دفع این پسماندها همچنان به روش سنتی و از طریق " دفن " صورت می گیرد. دفن پسماندهای شهری، علاوه بر آلودگی های زیست محیطی و آبهای زیرزمینی، خطر گسترش برخی از بیماری ها را در پی دارد. دفن پسماندهای شهری به شیوه های کنونی در کشور می تواند عواقب و پیامدهای جبران ناپذیری بدنبال داشته باشد. استفاده از دستگاه زباله سوز و حتی پلاسماکردن نیز با تکنولوژیهای روز جهان فاصله بسیاری دارد و لازم است جهت امحاء پسماندهای شهری از شیوه های نوین و جدید و استاندارد بهره جست. در حال حاضر در بیشتر کشورهای دنیا دفن پسماندهای شهری به روش بی خطر کردن و استریل کردن صورت می گیرد و این شیوه جایگزین دفع کردن پسماندهای شهری از طریق پلاسما کردن و دستگاه زباله سوز، شده است. دفن پسماندهای شهری به روش کنونی و همچنین استفاده از زباله سوز به دلیل آلودگی هایی که به همراه دارد به عنوان یک بحران جدی تلقی می شود. در زمان حاضر پسماندهای شهری امحاء می گردد که بر بهداشت و سلامت مردم تاثیرگذار است.

پسماندهای شهری قابل بازیافت و تبدیل به کود و قابل استفاده در سطح شهر می باشد، اما به علت مخلوط نمودن پسماندهای شهری تهدیدی است برای بهداشت شهروندان و کارکنان بخش خدمات شهری شهرداری ها و سازمان های مدیریت پسماند که با این قبیل پسماندها در تماس می باشند. کشورهای پیشرفته و توسعه یافته پیش از این از زباله سوز و سپس از طریق پلاسما، اقدام به امحاء پسماندها می کردند. در حال حاضر با استفاده از سیستم های استریل کردن و بی خطر سازی اقدام به دفع پسماندهای شهری می کنند. خرید تجهیزات برای بی خطر کردن پسماندهای شهری به روش روز دنیا، مستلزم اعتبارات زیادی است که می بایست از طرف دولت تامین گردد. پسماندهای شهری شامل پسماندهای خطرناک کارخانه ای، پسماندهای خانگی، اجسام تیز و برنده، پسماندهای دارویی، پسماندهای مخرب محیط زیست، پسماندهای پلاستیکی، کپسول های حاوی گازهای پرفشار و پسماندهای حاوی فلزات سنگین هستند. از بین بردن این پسماندها یکی از معضلات نگران کننده و مهمی است که توجه ویژه برنامه ریزان و مدیران شهری را می طلبد. کارشناسان محیط زیست و شهری معتقدند مدیریت پسماندها با توجه به مشکلات خاص خود بیانگر وضعیت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی یک کشور است و نیاز به طراحی دقیق و آینده نگر دارد.

از این رو در این پژوهش یک رویکرد جدید در خصوص جمع آوری زباله های شهری با در نظر گرفتن اهداف چند گانه توسعه داده شد. نتایج کاربردی نشان داد فرآیند جمع آوری زباله های شهری در قالب زنجیره تامین مدیریت این بخش از بحران شهری را بخوبی کنترل و برنامه ریزی می کند. لذا از این جهت با توجه به رویکردهای حل مدل ریاضی ارائه شده نشان داده شد وضعیت فعلی جمع آوری زباله ها با در نظر گرفتن محدودیت های فنی قابلیت بهبود فراوانی دارد. از این رو ابتدا مدل ریاضی چند هدفه را به دو روش حل دقیق و فرا ابتکاری مورد ارزیابی و سنجش قرار دادیم؛ بنابراین از روش حل دقیق محدودیت اپسیلون برای ارزیابی جبهه پارتو و همچنین روش الگوریتم فرا ابتکاری تنتیک (NSGAI) برای مقایسه نتایج حل محدودیت و الگوریتم فرا ابتکاری NSGAI با استفاده از شاخص های ارزیابی انجام شده است. با توجه به اطلاعات موجود در خدمات شهری و در حالت ارزیابی وضعیت کنونی، مقدار بهبود داده شده به میزان ۱۳ درصد بهبود در اهداف چند گانه پدید آمده است.

منابع و مآخذ

سادات موسوی، سیده سهیلا، ۱۳۹۷، مشارکت شهروندان در مدیریت پسماندهای شهری؛ چالش ها و راهکارها، اولین همایش بررسی چالش ها و ارایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران.

سزقبایی، غلامرضا و فروزان جمشیدی کیا، ۱۳۹۷، مدیریت پسماندهای جامد بیمارستانی و بررسی فناوری های نوین در سطح جهان، اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم و مهندسی و فرهنگ ایرانی، تهران، مرکز بین المللی همایشها و سمینارهای توسعه پایدار علوم جهان اسلام

صیدی، مسعود، حسین سلطانی، ۱۳۹۳، طراحی شبکه ی زنجیره ی تامین حلقه - بسته با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی جهت مدیریت پسماند، اولین همایش ملی پژوهشهای مهندسی صنایع، همدان، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین

عباسی، انیس؛ سید محسن علوی نیا و سید عرفان حسینی، ۱۳۹۱، بررسی مدیریت تفکیک جمع آوری حمل و نقل نگهداری و دفع نهایی پسماندهای عفونی بیمارستان های دولتی شهر گرگان در سال، ۸۶-۸۷ ششمین همایش ملی و اولین همایش بین المللی مدیریت پسماند، مشهد، سازمان شهرداری ها و دهرداری های کشور

فروتن، محمدرامین؛ محمدرامین فروتن؛ یاسر فتاحی و معصومه باقری، ۱۳۹۱، مدیریت مواد زاید در بیمارستان اردیبهشت شیراز، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، همدان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا

مهدی پور، بهنام و حمیدرضا صبا، ۱۳۹۵، اثر مدیریت شهری بر پسماند بیمارستانها، دومین کنفرانس بین المللی انسان، معماری، عمران و ش هر، تبریز، مرکز مطالعات راهبردی معماری و شهرسازی

نخعی، مهدیه، ۱۳۹۲، زباله سوزهای بیمارستانی و صنعتی و راه کاره ای راهبردی بهینه آنها، دومین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، همدان، شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا

نورمحمدی، محمد؛ محمدرضا رضایی و محمدحسین صیادی اناری، ۱۳۹۷، بررسی وضعیت کمی و کیفی پسماندهای بیمارستان های شهر سبزوار براساس معیار سازمان بهداشت جهانی، چهارمین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست با محوریت توسعه پایدار، تهران، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار -موسسه آموزش عالی مهراروند

نورمحمدی، محمد؛ محمدرضا رضایی و محمدحسین صیادی اناری، ۱۳۹۷، بررسی وضعیت کمی و کیفی پسماندهای بیمارستان های شهر سبزوار براساس معیار سازمان بهداشت جهانی، چهارمین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست با محوریت توسعه پایدار، تهران، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار -موسسه آموزش عالی مهراروند.

Application of modeling and simulation of systems in improving the waste collection process in Qazvin Municipality

Elham Roudbari Saghayi¹

Saeid Ghahramani²

Meysam Naziriy an³

Marziye Goroh⁴

Abstract

Today, the creation of various types of solid waste and the emergence of social, economic and environmental incompatibilities have created numerous problems for the management of municipal services in relation to the collection, transportation, processing and disposal of these wastes. The purpose of this research is to apply modeling and simulation of systems in improving the waste collection process in Qazvin Municipality. Optimal planning in the collection, management and disposal of urban waste is one of the most important strategies that can bring numerous improvements in both total costs and community health. Due to the fact that 60 to 80 percent of the costs of solid waste management are related to their collection and transportation. Therefore, in this research, a new approach to municipal waste collection was developed by considering multiple objectives. The results showed that the process of municipal waste collection in the form of a return chain, well controls and plans the management of this part of the urban crisis. Therefore, considering the approaches to solving mathematical models, the current state of waste collection can be greatly improved by taking into account technical limitations.

Keywords

Routing, solid waste collection planning, route and cost optimization, environmental issues

¹ Master of Industrial Engineering Bachelor of Industrial Engineering. (Email: Elham.roudbari@yahoo.com)

² Master of Public Administration, Transformation Orientation. (Email: Saeid.gh.3915@gmail.com)

³ Bachelor of Industrial Engineering. (Email: meysamn1366@gmail.com)

⁴ Bachelor of Industrial Engineering. (Email: Mgervei72@yahoo.com)