Presentation of hospital waste management model at the source of production: systems dynamics approach

Saeedeh Karimi[1],Labat Taghavi[2], Neematullah Jaafarzadeh Haghighi Fard[3],Jamal Qudousi[4], Rouhallah Mahmoudkhani[5]

1.PhD student in environmental management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran ORCID ID: 0000-0001-5264-0761

2.Associate Professor, Department of Environmental Sciences and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, (Corresponding Author), Tel: 09128077579 ,Email:taghavi_lobat@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-4973-318

3.Full Professor ,Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences ,Ahvaz, Iran ORCID ID: 0000-0003-2516-2340

4.Associate Professor, phd of Natural Resources, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. ORCID ID: 0000-0002-6065-8168

5.Assistant Professor, Department of Environment Health, Tehran medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran ORCID ID: 0000-0002-0116-8580

ABSTRACT

Background and aims: Today, waste management is one of the important pillars of resource management in hospitals. The purpose of this study was to identify the effective factors in the management of special medical wastes at the source of their production, to analyze these factors, and to determine the most effective ones to improve the quality of management of such wastes.

Materials and Methods: In this research, the basics and dynamic components of systems were used to investigate the performance of hospital waste management in this field. For this purpose, the main indicators of the organization's performance were extracted from the research literature. Then, using the concepts of system dynamics, the effect of these factors was shown in the form of cause and effect diagrams. To explain the function of the proposed model, research variables were examined in the form of different scenarios to determine the effectiveness of each in different conditions.

Results: According to the presented flow diagram and the proposed scenarios, it was found that by using the optimal scenario, the various variables of the research, such as decontamination rate, collection, and unauthorized entry into urban waste reservoirs, through the explained relationships of the model in it improves about 15 to 40 percent.

Conclusion: The results obtained in this research ultimately lead to the reduction of environmental risks as well as the reduction of hazardous waste production, which can be a basis for explaining waste management strategies in medical centers.

Keywords: Management indicators, Hospital waste, Simulation,Optimization, System dynamics

Received: Dec 12,2022 **Accepted:** Aug 8,2023

How to cite the article: Saeedeh Karimi, Labat Taghavi, Neematullah Jaafarzadeh Haghighi Fard, Jamal Qudousi, Rouhallah Mahmoudkhani,Presentation of hospital waste management model at the source of production: systems dynamics approachSJKU 2024;29(4):107-122.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و نه / مهر و آبان ۱۴۰۳/۱۲۲-۱۰۷

ارائه مدل مدیریت پسماندهای بیمارستانی در مبدا تولید با رویکرد پویایی سیستم

سعیده کریمی [۱]، لعبت تقوی [۲]، نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد [۳]، جمال قدوسی [۴]، روح اله محمودخانی [۵]

۱. دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، کد ارکید:-۵۲۶۴-۰۷۶۱-۰۰۰۱-۰۰۰۰

۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)، تلفن: ۰۹۱۲۸۰۷۷۵۷۹،پست الکترونیک: taghavi_lobat@yahoo.com، کد ارکید:۳۱۸-۴۹۷۳-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۳. استاد تمام ، مرکز تحقیقات فناوری های محیط زیست ، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز ، اهواز ، ایران، کد ارکید: ۲۳۴۰-۲۵۱۶-۰۰۰۳-۰۰۰۰

۴. دانشیار، دکتری منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران ، کد ارکید:۸۱۶۸-۶۰۶۵-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۵. ،استادیار گروه بهداشت محیط ، واحد تهران پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی ،تهران،ایران ، کد ارکید: ۸۵۸۰-۰۱۱۶-۰۰۰۲-۰۰۰۰

چکیده

زمینه و هدف: امروزه مدیریت پسماند یکی از ارکان مهم مدیریت منابع در بیمارستان می‌باشد .هدف از مطالعه حاضر شناسایی عوامل موثر در مدیریت پسماندهای بیمارستانی در مبداء تولید، به منظور تجزیه و تحلیل این عوامل و تعیین موثرترین آن ها جهت بهبود کیفیت مدیریت اینگونه پسماندها بود.

مواد و روش‌ها: در پژوهش کاربردی حاضر از مبانی و مولفه‌های پویایی سیستم‌ها برای بررسی عملکرد مدیریت پسماندهای بیمارستانی در این زمینه استفاده شد.با توجه به مدل نمودن سیستم مدیریت پسماندهای مورد اشاره،جامعه آماری مراکز طرف قرارداد در سال ۱۴۰۰ یا سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران است. بدین منظور شاخص‌های اصلی عملکرد سازمان از ادبیات پژوهش وهمچنین اخذ نظر از خبرگان با استفاده از تکنیک دلفی فازی استخراج گردید و با استفاده از مفاهیم پویایی‌سیستم‌ها تاثیر این عوامل در قالب نمودارهای علت و معلول نمایش داده شد. برای بیین کارکرد مدل پیشنهادی، متغیرهای پژوهش در قالب سناریوهای مختلف با استفاده از نرم افزار ونسیم بررسی شدند تا میزان اثرگذاری هریک در شرایط مختلف مشخص شود.

یافته‌ها: با توجه به دیاگرام جریان ارائه شده و سناریوهای پیشنهادی، مشخص شد که با به کارگیری سناریو بهینه، متغیرهای مختلف پژوهش ازجمله نرخ بی خطر سازی، جمع آوری و ورود غیر مجاز به مخازن پسماند شهری، از طریق روابط تبیین شده مدل در حدود ۱۵ تا ۴۰ درصد بهبود پیدا می‌کند.

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده در این پژوهش در نهایت منجر به کاهش خطرات زیست‌محیطی و همچنین کاهش تولید پسماندهای خطرناک می‌گردد که می‌تواند مبنایی برای تبیین استراتژی‌های مدیریت پسماند در مراکز درمانی قرار بگیرد.

کلمات کلیدی: شاخص‌های مدیریتی، پسماند بیمارستانی، شبیه‌سازی، بهینه‌سازی، پویایی سیستم.

وصول مقاله:۱۴۰۱/۹/۲۱ اصلاحیه نهایی:۱۴۰۲/۶/۵ پذیرش:۱۴۰۲/۵/۱۷

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

مقدمه

طبق تعریف سازمان جهانی بهداشت(World Health Organization,WHO)، پسماندهای بیمارستانی، کلیه پسماندهای تولید شده توسط واحدهای تامین وحفظ سلامت، موسسات تحقیقاتی و آزمایشگاه‌ها را در بر می‌گیرد. این تعریف حتی پسماندهای تولید شده درمنازل (مانند تزریق انسولین، دیالیز و ...) را نیز شامل می‌شود (۱). با توجه به حجم جمع‌آوری بالای پسماند توسط مراکز بهداشتی درمانی که به طور نمونه در سال ۱۴۰۰ نزدیک به ۱۶۰ تن پسماند بیمارستانی در شهر تهران به ازای هر روز رسیده و عدم استفاده از فناوری‌های لازم جهت بی‌خطرسازی و دفن بهداشتی، مردم و ارگان های مرتبط را با چالشی بزرگ روبرو کرده است (۲). همچنین پسماندهای بیمارستانی به دلیل داشتن انواع گوناگونی از میکروارگانیسم‌ها مانند باکتری‌های *استافیلوکوک و استرپتوکوک*، باسیل سل و کزاز، ویروس هپاتیت (هپاتیت B&C) و ایدز و بسیاری دیگر از میکروب‌های بیماری‌زا، مخلوط‌های میکروبی و عفونی، جزء خطرناک ترین سماندهای جامعه شهری محسوب می‌گردند. لذا بی‌توجهی به مدیریت صحیح پسماندهـای بیمارستانی، احتمال بروز و شیوع بیماری‌ها و اپیدمی‌های منطقه‌ای و شهری را افزایش می‌دهد. این پسماندها یک خطـر جـدی بـرای سلامت جامعه و محیط زیست تلقی می‌شـوند (۳). خرید تجهیزات برای بی‌خطرکردن پسماندهای بیمارستانی به روش روز دنیا، مستلزم اعتبارات زیادی است که می‌بایست از طرف دولت تامین گردد. مدیریت پسماندهای بیمارستانی نزدیک به ۱۰ سال است که در ایران به اجرا گذاشته شده و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، محیط زیست و شهرداری‌ها به لحاظ قانونی دست‌اندرکار اجرایی آن و نظارت بر مدیریت درست آن شده‌اند. بر اساس گزارش‌های بانک جهانی نسبت کنونی تولید پسماند بیمارستانی در ایران درست عکس برآوردهای سازمان بهداشت جهانی برای کشورهای در حال توسعه می‌باشد. به بیانی حدود ۷۵ درصد پسماند خطرناک و مابقی(۲۵درصد) پسماند عادی تولید می‌شود و بر اساس همین گزارش بعید است که دستور العمل جداسازی و تفکیک از مبداء کارایی لازم را داشته باشد(۴). نکته مهم دیگر این است که تولید پسماند بیمارستانی در شهر تهران، ۲ تا ۳ برابر شهرهای دیگر کشورهای در حال توسعه خاورمیانه و آفریقا برآورد می‌شود و به ازای هر تخت بیمارستانی فعال، رقمی حدود ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم پسماند در روز تولید می‌شود. در حالی که در شهرهای دیگر همچون قاهره و بیروت این رقم حدود ۱/۱ تا ۱/۳ کیلوگرم است(۱۴).

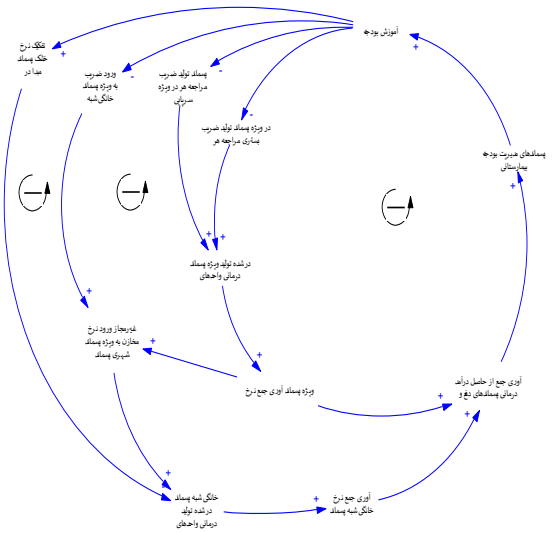
لذا مسئله اصلی در این پژوهش تعدیل معضلات زیست محیطی جبران ناپذیر ناشی از عدم بی‌خطرسازی و مدیریت صحیح بر فرآیند تولید و دفع این‌گونه پسماندها می‌باشد که با توجه به مشکلات ناشی از عدم هماهنگی بین واحدهای مختلف متولی مدیریت این پسماندها نیاز به انجام مطالعات جامع و با روش‌های جدید جهت شناسایی تمامی عوامل دخیل در این امر بیش از بیش به چشم می‌خورد و هدف از مطالعه حاضر نیز احصاء و تجزیه و تحلیل این عوامل و ارائه داشبورد مدیریتی با در نظر گرفتن تمامی متغیرهای تأثیرگذار بر مدیریت صحیح پسماندهای بیمارستانی احصاء شده در جدول ۱ می باشد.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

جدول ۱. معیارها و شاخص های پژوهش: در این جدول معیارها و مشخصه های استفاده در این پژوهش نمایش داده شده است . براین اساس، معیارهای گوناگونی که مدل سازی بر مبنای آن شکل گرفته مطرح شده اند.

معیارها	مشخصه ها
جمعیتی	•جمعیت، بعد خانوار، تعداد بیماران در بیمارستان، تعداد کل پرسنل تفکیک پسماند، تعداد پرسنل جمع آوری، تعداد تخت های فعال، میزان پسماند تولیدی، نوع پسماند تولیدی، سطح فعالیت(تعداد تخت اشغال شده، تعداد بیمار در روز، تعداد کارکنان)، سطح سلامت جامعه، هرم سنی جامعه، میزان ترافیک شهری
اقتصادی	•سطح درآمد خانوار، درآمد مراکز خدماتی، تعرفه جمع آوری پسماند، میزان بودجه اختصاصی به مدیریت پسماندها بیمارستانی، میزان مواد قابل بازیافت در پسماندهای تولیدی، هزینه دفن پسماندهای پزشکی، تحریم اقتصادی
فرهنگی	•سطح تحصیلات پرسنل، سطح آگاهی جامعه، میزان برنامه های آموزشی در بیمارستان، میزان برنامه های آموزشی در رسانه ملی
مدیریتی	•خطوط مشخص مسئولیتی در هر دپارتمان، تعریف و طبقه بندی مشخص از پسماندها، حجم ظروف مورد استفاده، نوع و یا سطح مجموعه درمانی(کلینیک، بیمارستان و ...)، نوع بخش(عمومی،جراحی،اداری)، تعداد نظارت های دوره ای بر عملکرد مراکز تولید کننده، تعداد جلسات کنترل عملکرد در بیمارستان ها، وجود برنامه عملیاتی به منظور کاهش پسماند، تعداد دفعات جمع آوری، تعداد مخازن ذخیره سازی موقت
زیست محیطی	•تعداد بیمارستان های طرف قرارداد با شهرداری،پایبندی به قوانین کشوری و بین المللی در ارتباط با مدیریت پسماند بیمارستانی
قانونی	•استانداردهای محیطی، موقعیت اقلیمی سایت دفع پسماندها، تجهیزات به کار رفته جهت دفع پسماند، میزان تجهیزات استاندارد جهت جمع آوری، فاصله محل تولید تا محل دفع، مساحت فضای در نظر گرفته شده جهت انبار سازی پسماند در مبداء، تعداد حوادث ناشی از عدم رعایت ایمنی ذخیره سازی و جمع آوری، تعداد اتوکلاوهای فعال در مراکز درمانی مورد قرارداد



شکل ۱. حلقه علی معلولی مربوط به تاثیر بودجه آموزش بر مدیریت پسماند: در این شکل تأثیر بودجه آموزش بر متغیرهای مدیریت پسماند و همچنین جهت تأثیر این متغیرها مشاهده می شود.

در مطالعه که توسط Roberto Soares و همکاران در سال ۲۰۱۸ انجام گرفت مدیریت پسماندهای درمانی با استفاده از چرخه ارزیابی حیات و تحلیل هزینه مورد بررسی قرار گرفت و در آن به بررسی تأثیرات مختلف استفاده از ۳ سناریو به‌کارگیری اتوکلاو، مایکروویو و آهک پرداخت شد که طبق نتایج به دست آمده از چرخه حیات مایکروویو کمترین

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

(۱۲/۶۴ پلاتین) اثر را بر روی محیط زیست داشته است و پس از آن اتوکلاو با ۴۸/۴۶ پلاتین در ردیف بعدی قرار می‌گیرد و در تجزیه و تحلیل هزینه‌ها نیز طبق نتایج به دست آمده مایکروویو و پس از آن اتوکلاو مقرون به صرفه‌تر می‌باشند(۷). نتایج مطالعه‌ای توسط Mohamed در سال ۲۰۱۹ و در بحرین که در ۴۲۹ مرکز ارائه مراقبت‌های سلامت انجام شد نشان داد که در ۳۸۹ مرکز (۸۶ درصد) از آن ها، تفکیک پسماندها در محل تولید صورت می‌گیرد اما در کل، مراکز دولتی وضعیت مناسب‌تری نسبت به مراکز خصوصی داشتند(۸). در پژوهش بقاعی(۱۳۹۸) عنوان شد ماهیت خطرناک پسماندهای پزشکی و همین طور صنعتی، مشکلات ناشی از مدیریت ناهماهنگ آن ها مانند مشکلات ناشی از عدم برنامه ریزی در تولید و مصرف ترکیبات شیمیایی، عدم مدیریت در تفکیک و جداسازی، ذخیره و جمع آوری، حمل ونقل و حتی پردازش و دفع آن ها سبب بروز مشکلات زیست محیطی و بهداشتی فراوانی در جامعه به خصوص شهر تهران شده است(۱۰). دریاباری(۱۳۹۹) عنوان می کند که مدیریت پسماندهای بهداشتی و درمانی همواره از پیچیدگی‌های بیشماری برخوردار بوده است. این پسماندها به لحاظ کمیت، نسبت به کل پسماند شهری تهران میزان ناچیزی را دارد ولی به لحاظ کیفیت از اهمیت به سزایی برخوردار است. همانگونه که ذکر شد به لحاظ قانونی نیز بر اساس ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها، وظیفه مدیریت این پسماندها به عهده تولید کننده آن می‌باشد. البته در تبصره ذیل ماده ۷ همین قانون و آیین نامه اجرایی آن، به این واحدهای تولید کننده اجازه داده شده است مدیریت این پسماندها را به بخش خصوص واجد شرایط واگذار نماید. در ماده ۱۳ قانون نیز آمده است: «مخلوط کردن پسماندهای پزشکی با سایر پسماندها و تخلیه و پخش آن در محیط و یا فروش، استفاده و بازیافت این نوع پسماندها ممنوع است»(۱۱). اصلانی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان ارائه راهکارهای مدیریت مهندسی پسماندهای بیمارستانی در شرایط پاندمی بیماری کووید به بررسی افزایش ضایعات پزشکی در دوران شیوع پاندمی کووید پرداختند. این پژوهش در بیمارستان معتمدی شهر گرمسار صورت گرفته است. نتایج بررسی ها نشان می دهد که مدیریت صحیح پسماندهای بهداشتی-درمانی ممکن است با کاهش انتشار ویروس COVID-19 و افزایش قابلیت بازیافت مواد به جای ارسال آن ها به محل دفع پسماند باعث ایجاد ارزش افزوده شود(۱۲). البته شایان ذکر است که مدیریت پسماندهای بیمارستانی به ترتیب شامل به حداقل رساندن زائدات و بازیافت، ضدعفونی باکلیه روش‌ها، سوزاندن، خنثی سازی، دفن بهداشتی و دفع در شبکه فاضلاب شهری است (۱۳). این پژوهش با هدف رفع تبعات محیط زیستی تولید پسماندهای پزشکی(بیمارستانی) کلانشهر تهران و نگرش سیستمی به کاهش دفن پسماندهای پزشکی ارتباط آن با دیگر متغیرهای تأثیرگذار در مدیریت بهینه این گونه پسماندها را مدل می‌کند. نگاه جامع و سیستماتیک به این بخش و سنجش ارتباط آن با سایر متغیرها از طریق روش پویایی سیستم از نوآوری‌های آن است. یکی از عوامل مهمی که این تحقیق را متمایز می‌کند سناریو پردازی است که تاثیر آن را با دید سیستمی حاصله از مدل سازی می‌سنجد. پژوهش در این زمینه در سطح جهانی بسیار کم صورت گرفته است و موارد انجام شده نیز اکثراً در کشورهای توسعه یافته بوده و بسیاری از ملاحظات مربوط به کشورهای در حال توسعه از جمله کمبود امکانات و ضعف فرهنگی در نظر گرفته نشده است. در این پژوهش در پایان پژوهشگر اقدام به ارائه داشبورد مدیریتی پویا با قابلیت تغییر در وضعیت متغیرهای نهایی می‌نماید و در ایران تا کنون تحقیقی با این روش در زمینه مدیریت پسماندهای پزشکی انجام نگرفته است.

مواد و روش ها

اصطلاحات، متغیرها و تعاریف آن ها و همچنین روش‌هایی که در این پژوهش از آن ها برای رسیدن به نتایج استفاده شده‌اند به شرح زیر می‌باشد:

مدل‌های پویایی سیستمی: سیستم مجموعه‌ای سازمان یافته از اجزا است که برای رسیدن به هدف مشخصی ایجاد شده

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

است. سازمانی را در نظر بگیرید که دارای بخش منابع انسانی و بازاریابی است اجزای این دو بخش به گونه ای سازمان یافته با یکدیگر در ارتباطند و تلاش می‌کنند تا بقا و سودآوری شرکت را تامین کنند. ایده و هدف پایه‌ای پویایی سیستم، دستیابی به کیفیتی از طراحی است که قابل مقایسه با عملکرد در سیستم های مدیریت شده باشد(۵). بنابراین در مدل‌های پویایی سیستم تعامل سیستم با محیط پیرامون بررسی می‌شود. معیارهای اصلی پژوهش که طبق نظر کارشناسان فرآیند استخراج شده و در مدل این مسئله مورد استفاده قرار گرفته است به شرح جدول ۲ می باشد.

از آنجایی که نگاه این پژوهش به سیستم مدیریت پسماند های پزشکی می باشد و طبق مبانی سیستم دینامیک و پویایی شناسی تمرکز اصلی بر روی متغیرهای دخیل در این امر و روابط بین آن ها است نحوه مدیریت پسماند مراکز طرف قرارداد سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران مد نظر بوده است و مدل برنامه ریزی و فرآیند انجام کار در این مراکز توسط پژوهشگر بررسی و مدل شده است و با توجه به بررسی سیستم مدیریت پسماندهای پزشکی کلانشهر تهران، جامعه آماری نیز مراکز درمانی طرف قرارداد در شهر تهران البته نه با مفهوم جامعه و نمونه آماری در سایر روش های معمول آماری می باشد و تنها جهت راستی آزمایی اطلاعات مربوط به نحوه مدیریت به صورت تصادفی به برخی مراکز مراجعه و از نزدیک شیوه های ذخیره سازی، جمع آوری و انتقال این گونه پسماندها بررسی شد.

پژوهش حاصل بر اساس نوع هدف جزء پژوهش‌های توصیفی ـ اکتشافی و نیز کاربردی به شمار می‌رود. قلمرو مکانی پژوهش شهر تهران می‌باشد. برای ارائه مدل‌های بیان شده در این پژوهش مطالعه کتاب‌خوانی و مطالعه میدانی انجام شده است. گردآوری داده‌های معاملاتی، با استفاده از سوابق ثبت شده در بانک اطلاعاتی صورت گرفته است. به لحاظ زمانی پژوهش حاضر از نوع «مطالعه مقطعی» می‌باشد چرا که بررسی را در یک مقطع زمانی ۵ ساله از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ مطالعه قرار می‌دهیم. بنابراین در این پژوهش مراحل زیر را طی می کنیم: در گام اول پژوهش، متغیرهای موثر بر مدیریت پسماندهای درمانی با نظر کارشناسان و اساتید از طریق تکنیک دلفی فازی و ادبیات پژوهش استخراج می شود. در گام دوم با استفاده از نظرات کارشناسان و اساتید امر، روابط بین این متغیرها استخراج گردید، سپس نمودار علت معلولی برای متغیرهای مذکور ارائه شده است. در ادامه نمودار دیاگرام جریان سیستم در نرم افزار ونسیم ترسیم گردید. در گام سوم سناریوهای پیشنهادی برای بهبود متغیرهای خروجی مدل ارائه شده اند. در گام چهارم روابط بین متغیرها و عملکرد مدل پیشنهادی اعتبارسنجی می‌شود و در نهایت در گام پنجم نیز با ارائه بحث پیرامون خروجی های بدست آمده نتیجه‌گیری و پیشنهادات این پژوهش ارائه گردیده است.

یافته ها

اجرای مدل

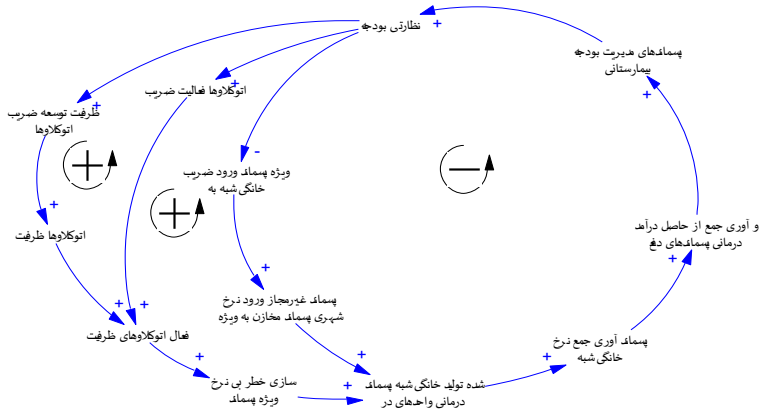
در این مرحله با توجه به متغیرهای استخراج شده در ادبیات تحقیق که توسط کارشناسان پالایش و تایید شده‌اند اقدام به مدل کردن مسئله در نرم افزار ونسیم نمودیم. دینامیک‌های مطرح شده در مسئله کاهش پسماندهای بیمارستانی، از روی ادبیات موضوع استخراج شده و برای این موضوعات تعدادی حلقه‌های علی معلولی اولیه ترسیم شد. این حلقه‌ها در جریان مصاحبه با خبرگان قرار گرفت. در جریان مصاحبه‌های انجام گرفته، مبانی مطرح شده مرحله به مرحله بررسی و اصلاح شدند تا حلقه‌های علی و معلولی نهایی حاصل شود. سپس دیاگرام جریان حالت برای بررسی تاثیر متغیرها رسم شده است و پس از آن فرمول‌های مورد استفاده در مدل بیان می‌شوند. در ادامه با ارائه سناریو خوش بینانه و بدبینانه میزان تغییرات مدل پیشنهادی را نسبت به حالت پایه بررسی کرده ایم. در انتها نیز صحت و اعتبار مدل ارائه شده را با آزمون‌های مربوطه سنجیده شده است

حلقه‌های علی معلولی

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

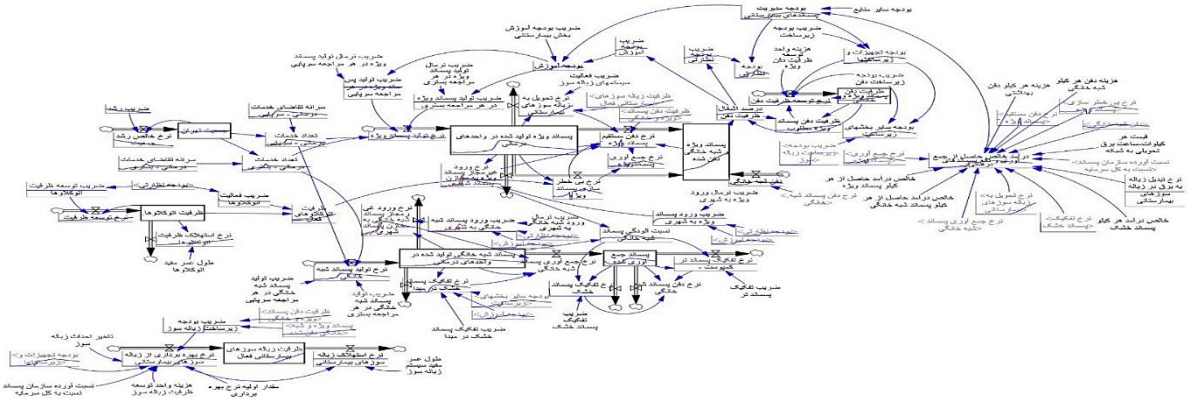
[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

نمودار علت معلولی ابزاری برای ترسیم ارتباطات علی در داخل یک سیستم است که به دو نوع کلی تقسیم می‌شود. حلقه‌های تقویت کننده و حلقه‌های تعادلی، حلقه‌های تقویت کننده سیستم های بازخور مثبتی هستند که با تغییر اولیه همگام‌اند. حلقه‌های تعادلی، برعکس رفتار حلقه‌های تقویت کننده، حرکتی مخالف تغییر اولیه را در پیش خواهند گرفت(۱۵). در ادامه شکل‌های زیرحلقه‌های علی و معلولی مربوط به مدل مطرح شده، ارائه شده است.



شکل ۲. حلقه علی معلولی مربوط به تاثیر بودجه نظارتی بر مدیریت پسماند: در این شکل تأثیر بودجه نظارتی بر متغیرهای مدیریت پسماند و همچنین جهت تأثیر این متغیرها مشاهده می شود.

همانگونه که در شکل ۱ ملاحظه شد با افزایش پسماند ویژه در واحدهای درمانی، درآمد حاصل از جمع آوری این پسماندها بالا می‌رود و و در نتیجه بودجه مدیریت پسماندهای بیمارستانی و در پی آن بودجه آموزش نیز افزایش می یابد. با افزایش بودجه آموزش میزان تولید پسماند ویژه در هر مراجعه کاهش می یابد. با توجه به شکل ۲ مشاهده می‌شود که با افزایش نرخ ورود غیر مجاز پسماند غیر ویژه به شبه خانگی، نرخ تولید و جمع آوری پسماند شبه خانگی افزایش می یابد که این امر به نوبه خود منجر به افزایش درآمد حاصل از جمع آوری و دفع پسماندهای درمانی می گردد در نتیجه بودجه مدیریت و همچنین بودجه نظارتی افزایش خواهد داشت. افزایش بودجه نظارتی باعث کاهش ضریب ورود پسماند ویژه به شبه خانگی می شود. با توجه به حلقه‌های علت و معلولی، در ادامه مدل دیاگرام جریان ارائه می‌شود.



شکل ۳. نمودار جریان حالت: در این شکل تمامی متغیرهای دخیل در مسئله این پژوهش مشاهده می شود. همچنین فرمول ها و روابط میان این متغیرها در محیط نرم افزار ونسیم وارد شده که پس از اجرای مدل خروجی های نهایی حاصل می گردد.

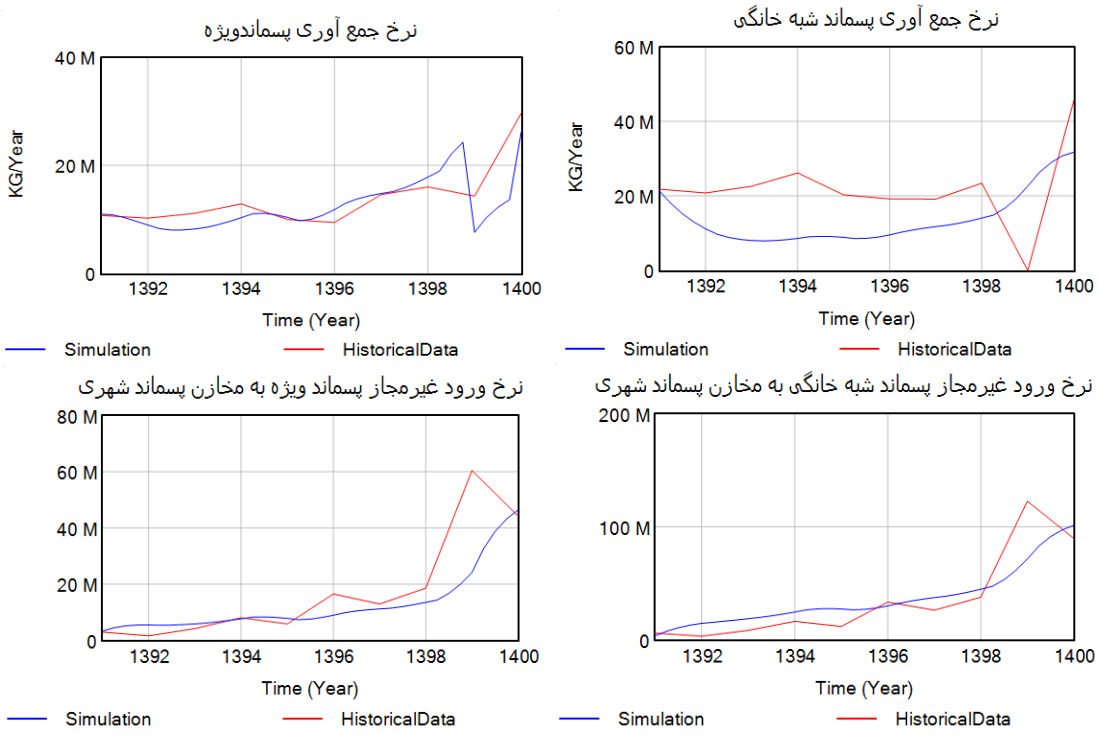
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

نمودار جریان حالت

بعد از ترسیم و تشریح نمودار علت و معلولی به رسم نمودار جریان پرداخته می شود. مدل جریان محوری ترین بخش یک شبیه‌سازی است که از طریق براورد پارامترها و معادلات ریاضی و نرم افزار شبیه سازی اجرا می شود و مبنای تحلیل قرار می گیرد(۶). این مدل از متغیرهای حالت، جریان و کمکی تشکیل می شود. برای به دست آوردن فرمول ها از نظرات کارشناسان و صاحب نظران آشنا با فرایندهای پسماندهای بیمارستانی و پویایی سیستم بهره گرفته شده است. ضرایب و مقادیر ثابت با کمک مقادیر بدست آمده از آمارهای قبلی و صاحب نظران سازمان محاسبه شده است. شکل ۳ نمودار جریان حاصل از مدلسازی را نشان می دهد.

با توجه به حلقه‌های علی معلولی ارائه شده، نمودار جریان حالت ترسیم شد. بر این اساس تمامی متغیرهای دخیل در مسئله با در نظر گرفتن روابط ساختاری میان آن ها که بواسطه ادبیات پژوهش و نظرات خبرگان تعیین شده بود، در نظر گرفته شدند. در ادامه نحوه محاسبه و فرمول‌های میان متغیرها ارائه می‌شود.



شکل ۴. مقایسه رفتار مدل برای داده‌های تاریخی و شبیه‌سازی نرم‌افزار: در این شکل ابتدا رفتار مدل با توجه به داده های گردآوری شده ترسیم شده است و در ادامه رفتار مدل با استفاده از شبیه سازی ترسیم شده که در مجموعه شکل های ۵ می توان این رفتارها را مقایسه کرد

روابط و فرمول‌های متغیرها

لازم به ذکر است مدل مذکور توسط خبرگان مورد بررسی و اصلاح قرار گرفت. این اصلاحات با در نظر گرفتن مدل مطرح شده و اطلاعات و ارقام جمع‌آوری شده از بانک اطلاعاتی بوده است. در همین راستا معادلات اصلی استفاده شده در مدل به شرح ذیل می‌باشد. سایر فرمول‌های استفاده شده در فرایند شبیه‌سازی در پیوست ضمیمه شده است.

بودجه آموزش= بودجه مدیریت پسماندهای بیمارستانی*ضریب بودجه آموزش

بودجه تجهیزات و زیرساخت ها = بودجه مدیریت پسماندهای بیمارستانی*ضریب بودجه زیرساخت

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

بودجه سایر بخش های زیرساخت= ضریب بودجه زیرساخت دفن-ضریب بودجه زیرساخت زباله سوز*(بودجه تجهیزات و زیرساخت ها)-۱

بودجه سایر موارد = ضریب بودجه آموزش-ضریب بودجه زیرساخت-ضریب بودجه نظارتی*(بودجه مدیریت پسماندهای بیمارستانی)-۱

بودجه مدیریت پسماندهای بیمارستانی= بودجه سایر منابع+درآمد حاصل از جمع آوری و دفع پسماندهای درمانی

بودجه نظارتی=ضریب بودجه نظارتی * بودجه مدیریت پسماندهای بیمارستانی

تعداد خدمات درمانی - بستری= جمعیت تهران* سرانه تقاضای خدمات درمانی – بستری

تعداد خدمات درمانی - سرپایی= جمعیت تهران * سرانه تقاضای خدمات درمانی - سرپایی

جمعیت تهران = جمعیت بر اساس آخرین سرشماری و افزایش سالیانه بر طبق نرخ خالص رشد جمعیت 1.21834

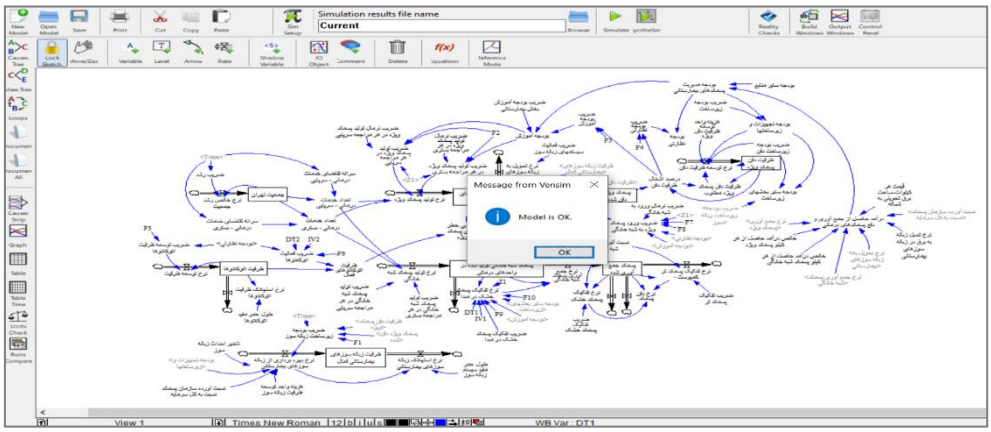
درآمد حاصل از جمع آوری و دفع پسماندهای درمانی=خالص درآمد حاصل از هر کیلو پسماند ویژه*نرخ جمع آوری پسماند ویژه+خالص درآمد حاصل از هر کیلو پسماند شبه خانگی*نرخ جمع آوری پسماند شبه خانگی+نرخ تحویل به زباله سوزهای بیمارستانی*نرخ تبدیل زباله به برق در زباله سوزهای بیمارستانی*قیمت هر کیلوات-ساعت برق تحویلی به شبکه

نرخ تولید پسماند ویژه= تعداد خدمات درمانی - بستری*ضریب تولید پسماند ویژه در هر مراجعه بستری+ تعداد خدمات درمانی - سرپایی*ضریب تولید پسماند ویژه در هر مراجعه سرپایی

پسماند ویژه تولید شده در واحدهای درمانی =(نرخ تولید پسماند ویژه-نرخ بی خطر سازی پسماند ویژه-نرخ تحویل به زباله سوزهای بیمارستانی-نرخ جمع آوری پسماند ویژه-نرخ ورود غیرمجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری)-۱

تست آزمون حدی و اعتبارسنجی مدل

اعتبارسنجی در رویکرد سیستم‌های پویا، بیشتر بر رفتار داده‌ها در طول زمان تأکید دارد که بیان‌کننده صحت ارتباط ساختار ایجاد شده با رفتار تولید شده است. تست مدل بدنبال اعتماد به مدل و نتایج ان و رسیدن به درک عمیق‌تر می‌باشد در این تست با استفاده از بررسی صحت ساختار مدل و بررسی واحدها در مدل، به تعیین اینکه آیا معادلات و مدل بصورت منطقی و مطابق با قوانین فیزیکی رفتار می‌کنند پرداخته می‌شود. بدین منظور در ادامه مقایسه رفتار مدل با داده‌های تاریخی انجام می‌گیرد(۹).

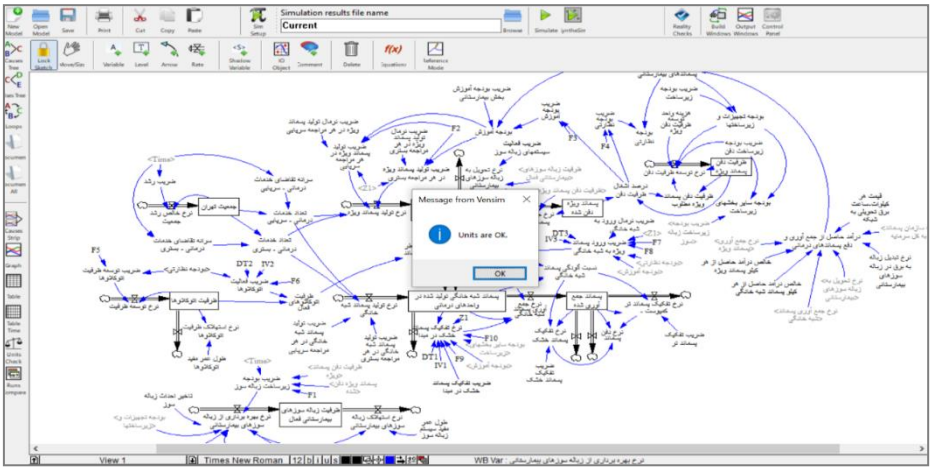


شکل ۵. تأیید ساختاری مدل ارائه شده: براساس این شکل مدل ارائه شده خطای بارزی ندارد و فاقد هرگونه ایرادی در ساختار متغیرهای تعریف شده می‌باشد.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

همان‌گونه که در مجموعه اشکال شماره ۴ مشاهده می‌گردد رفتار مدل شبیه‌سازی شده با داده‌های تاریخی تناسب دارد که این امر نشان‌دهنده این موضوع است که مدل شبیه‌سازی شده از ساختار خوبی برخوردار است. کارکرد مدل نیز به تایید کارشناسان امر در وضعیت مطلوبی قرار دارد در نتیجه نتایج حاصل از آن قابل اتکا هستند.



شکل۶. تایید سازگاری ابعاد مدل ارائه شده: براساس این شکل سازگاری ابعاد مدل تایید می‌شود بدین معنی که ابعاد متغیرهای استفاده شده در مدل با یکدیگر همخوانی دارند

براساس شکل ۵ که در نرم افزار ونسیم تهیه شده است مدل ارائه شده خطای بارزی ندارد و فاقد هرگونه ایرادی در ساختار متغیرهای تعریف شده می‌باشد. و در ادامه براساس شکل ۶ سازگاری ابعاد مدل تایید می‌شود بدین معنی که ابعاد متغیرهای استفاده شده در مدل با یکدیگر همخوانی دارند. با توجه به موضوعات مطرح شده در قسمت اعتبار سنجی و همچنین تایید کارشناسان بر موضوع کارکرد مدل می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه‌های پژوهشی مطرح شده تایید می‌شوند.

بحث

مقایسه نتایج تحقیق با تحقیقات نسبتاً مشابه در برخی از زمینه های تحقیق حاضر نشان می دهد که در غالب پژوهش ها موارد نظیر شناسایی عوامل مؤثر در مدیریت پسماندهای بیمارستانی، پیشنهاد فعالیت تفکیک پسماند ها از منبع تولید به عنوان شاخص اصلی، پیشنهاد بهره گیری از روش های اتوکلاو، هیدروکلاو و گرمای مرطوب، آگاهی از مقادیر کمی و کیفی پسماندهای بیمارستانی، لزوم توجه به آموزش جهت افزایش آگاهی پرسنل در خصوص تفکیک صحیح پسماندهای پزشکی، اعلام کمبود منابع مالی به عنوان اصلی ترین مشکل فاصله مطلوب با وضعیت فعلی مدیریت پسماند، تأیید راهکار افزایش بودجه های عملیاتی و آموزشی جهت تاثیر گذاری در مدیریت این گونه پسماندها مشترک بوده و مورد تأیید اکثر پژوهشگران می باشد. اصلی ترین وجه تمایز این پژوهش نیز یا سایر مطالعات بالاخص داخلی این است که نتایج بدست آمده از اکثر پژوهش های انجام شده در این حوزه تنها بیانگر بخشی از نتایج حاصل از این پژوهش می باشد. در پژوهش حاضر علاوه بر شناسایی عوامل موثر و اولویت بندی آن ها، مدل ریاضی تأثیرات عوامل بر یکدیگر با قابلیت پیش بینی تغییرات در سال های آتی استخراج شده است که در سایر پژوهش های مشابه به چشم نمی خورد.

در تدوین سناریو، متغیرهای مدل را در دو حالت خوش‌بینانه و بدبینانه تغییر داده شده که متغیرهای آن با نظر خبرگان تعیین شد. به طور خلاصه میزان تغییر هر یک از مقادیر این متغیرها در مقایسه با حالت پایه به شرح جدول ۲ می باشد:

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

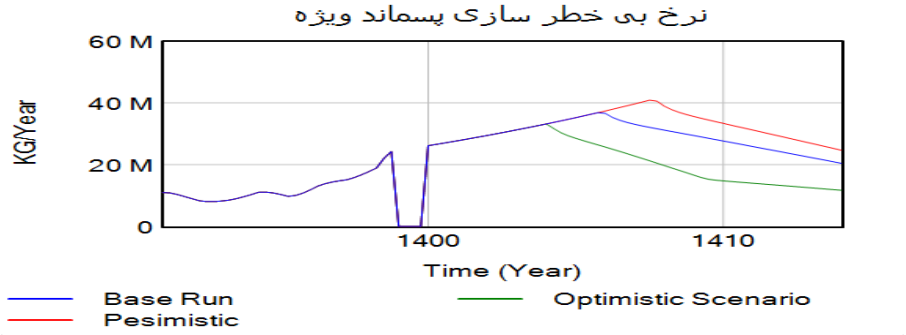
[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

جدول۲ . میزان تغییر متغیرها در سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه: این مطالعه علاوه بر نمایش داده های تاریخی در دو حالت دیگر نیز شبیه سازی شده است. در حالت خوش بینانه و بدبینانه نیز رفتار مدل بررسی و با حالت پایه مقایسه و بررسی می گردد و این جدول مقادیر متغیرهای پژوهش را برای سناریو خوش بینانه و بدبینانه نمایش می دهد.

شاخص‌ها	حالت بدبینانه	حالت خوش‌بینانه
سرانه تقاضای درمان	۲۰درصد افزایش	۲۰درصد کاهش
سرمایه گذاری بخش خصوصی	۷درصد کاهش	۱۵درصد افزایش
سرمایه گذاری شهرداری	۲۰ درصد افزایش	۵ درصد کاهش
بودجه آموزش و نظارت	۵۰ درصد کاهش	۱۰۰درصد افزایش
تفکیک پسماند در مبدا	۳درصد کاهش	۷در صد افزایش

با اجرای سناریوی بدبینانه خروجی های مدل کمتر شده و و با اجرای سناریوی خوش‌بینانه مقادیر این خروجی‌ها بیشتر می‌شود که در ادامه نمایش داده شده است، با اجرای سناریوهای فوق در محیط نرم‌افزار ونسیم خروجی‌های زیر بدست می‌آید:

شکل۷. رفتار مدل در حالت پایه و سناریو خوش بینانه و بد بینانه برای متغیر نرخ بی خطر سازی پسماند ویژه: در این شکل رفتار مدل برای متغیر نرخ بی خطرسازی پسماند ویژه نمایش داده شده است. در این بازه زمانی همچنین رفتار خوش بینانه و بدبینانه مدل نیز ارائه شده است.

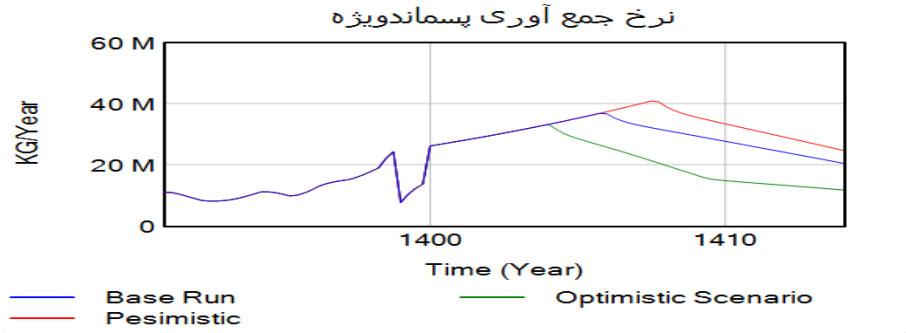


همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود با اعمال تغییرات ذکر شده بر روی مقادیر متغیرها، شاهد تغییر رفتار سیستم به صورت خوش‌بینانه و بدبینانه در مقایسه با حالت پایه هستیم. بر این اساس میزان نرخ بی‌خطرسازی پسماند ویژه، با تغییر مقادیر متغیرها در سناریوی خوش بینانه از سال ۱۴۰۵ به بعد شروع به کاهش می‌کند و این روند کاهشی تا انتهای دوره شبیه‌سازی شده ادامه دارد. به طوری‌که در انتهای زمان شبیه‌سازی در نهایت میزان تقریبی ۴۰ درصد کاهش بی‌خطرسازی پسماند ویژه را نسبت به مدل پایه نشان می‌دهد و همچنین با تغییر مقادیر متغیرها در سناریو بدبینانه از سال ۱۴۰۸ به بعد شاهد افزایش نرخ بی‌خطرسازی پسماند ویژه خواهیم بود تا آنجا که در انتهای دوره، نرخ بی‌خطرسازی برای پسماند ویژه ۱۵ درصد بیشتر از حالت پایه خواهد بود. بنابراین، واضح است که با تغییر مقادیر متغیرهای پژوهش، میزان نرخ بی‌خطرسازی برای پسماند ویژه تغییر محسوسی پیدا کرده است.

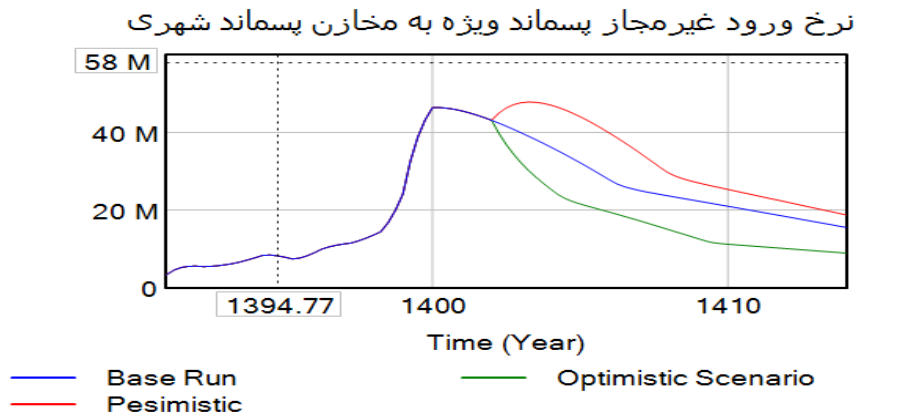
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

شکل۸. رفتار مدل در حالت پایه و سناریو خوش بینانه و بد بینانه برای متغیر نرخ جمع‌آوری پسماند ویژه: در این شکل رفتار مدل برای متغیر نرخ جمع آوری پسماند ویژه نمایش داده شده است. در این بازه زمانی همچنین رفتار خوش بینانه و بدبینانه مدل نیز ارائه شده است.



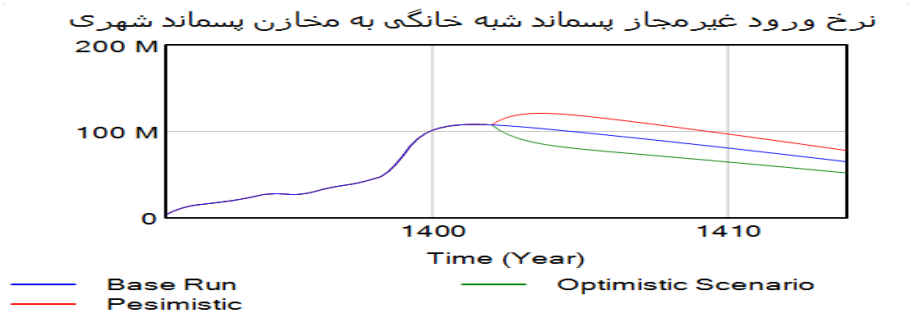
همان‌گونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود با اعمال تغییرات ذکر شده بر روی مقادیر متغیرها، شاهد تغییر رفتار سیستم به صورت خوش بینانه و بدبینانه در مقایسه با حالت پایه هستیم. بر این اساس میزان نرخ جمع‌آوری پسماند ویژه، با تغییر مقادیر متغیرها در سناریوی خوش‌بینانه از سال ۱۴۰۵ به بعد شروع به کاهش می‌کند و این روند کاهشی تا انتهای دوره شبیه‌سازی شده ادامه دارد. به طوری‌که در انتهای زمان شبیه‌سازی در نهایت میزان تقریبی(۴۰ درصد)کاهش جمع‌آوری پسماند ویژه را نسبت به مدل پایه نشان می‌دهد و همچنین با تغییر مقادیر متغیرها در سناریو بدبینانه از سال ۱۴۰۸ به بعد شاهد افزایش نرخ جمع‌آوری پسماند ویژه خواهیم بود تا آنجا که در انتهای دوره، نرخ جمع آوری برای پسماند ویژه ۱۵ درصد بیشتر از حالت پایه خواهد بود. بنابراین، واضح است که با تغییر مقادیر متغیرهای پژوهش، میزان نرخ جمع‌آوری برای پسماند ویژه تغییر محسوسی پیدا کرده است.



شکل۹. رفتار مدل در حالت پایه و سناریو خوش‌بینانه و بدبینانه برای متغیر نرخ ورود غیرمجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری: در این شکل رفتار مدل برای متغیر نرخ ورود غیرمجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری نمایش داده شده است. در این بازه زمانی همچنین رفتار خوش بینانه و بدبینانه مدل نیز ارائه شده است.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]



شکل۱۰. رفتار مدل در حالت پایه و سناریو خوش‌بینانه و بدبینانه برای متغیر نرخ ورود غیرمجاز پسماند شبه‌خانگی به مخازن پسماند شهری: در این شکل رفتار مدل برای متغیر نرخ ورود غیرمجاز پسماند شبه خانگی به مخازن پسماند شهری نمایش داده شده است. در این بازه زمانی همچنین رفتار خوش بینانه و بدبینانه مدل نیز ارائه شده است.

همان‌گونه که در شکل شماره ۹ مشاهده می‌شود با اعمال تغییرات ذکر شده بر روی مقادیر متغیرها، شاهد تغییر رفتار سیستم به صورت خوش‌بینانه و بدبینانه در مقایسه با حالت پایه هستیم. بر این اساس میزان نرخ ورود غیر مجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری، با تغییر مقادیر متغیرها در سناریوی خوش بینانه از سال ۱۴۰۲ به بعد شروع به کاهش می‌کند و این روند کاهشی تا انتهای دوره شبیه‌سازی ادامه دارد. به طوری‌که در انتهای زمان شبیه‌سازی در نهایت میزان(۳۷/۵ درصد) کاهش نرخ ورود غیر مجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری را نسبت به مدل پایه نشان می‌دهد و همچنین با تغییر مقادیر متغیرها در سناریو بدبینانه از سال ۱۴۰۲ به بعد شاهد افزایش نرخ ورود غیر مجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری خواهیم بود تا آنجا که در انتهای دوره، نرخ ورود غیر مجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری(۱۸/۷۵ درصد) بیشتر از حالت پایه خواهد بود. بنابراین، واضح است که با تغییر مقادیر متغیرهای پژوهش، میزان نرخ ورود غیر مجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری تغییر محسوسی پیدا کرده است.

همان‌گونه که در شکل شماره ۱۰ مشاهده می‌شود با اعمال تغییرات ذکر شده بر روی مقادیر متغیرها، شاهد تغییر رفتار سیستم به صورت خوش بینانه و بدبینانه در مقایسه با حالت پایه هستیم. بر این اساس میزان نرخ ورود غیر مجاز پسماند شبه‌خانگی به مخازن پسماند شهری، با تغییر مقادیر متغیرها در سناریوی خوش بینانه از سال ۱۴۰۲ به بعد شروع به کاهش می‌کند و این روند کاهشی تا انتهای دوره شبیه‌سازی شده ادامه دارد. به طوری‌که در انتهای زمان شبیه‌سازی در نهایت میزان(۱۲درصد) کاهش نرخ ورود غیر مجاز پسماند شبه‌خانگی به مخازن پسماند شهری را نسبت به مدل پایه نشان می‌دهد و همچنین با تغییر مقادیر متغیرها در سناریو بدبینانه از سال ۱۴۰۲ به بعد شاهد افزایش نرخ ورود غیر مجاز پسماند شبه‌خانگی به مخازن پسماند شهری خواهیم بود تا آنجا که در انتهای دوره، نرخ ورود غیرمجاز پسماند شبه‌خانگی به مخازن پسماند شهری(۱۲درصد) بیشتر از حالت پایه خواهد بود. بنابراین، واضح است که با تغییر مقادیر متغیرهای پژوهش، میزان نرخ ورود غیر مجاز پسماند شبه خانگی به مخازن پسماند شهری تغییر محسوسی پیدا کرده است.

با توجه به بررسی های به عمل آمده نتایج پژوهش حاضر در مواردی نظیر شناسایی عوامل مؤثر در مدیریت پسماندهای بیمارستانی ، پیشنهاد فعالیت تفکیک پسماند ها از منبع تولید به عنوان شاخص اصلی، پیشنهاد بهره گیری از روش های اتوکلاو، هیدروکلاو و گرمای مرطوب، آگاهی

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

از مقادیر کمی و کیفی پسماندهای بیمارستانی، لزوم توجه به آموزش جهت افزایش آگاهی پرسنل در خصوص تفکیک صحیح پسماندهای پزشکی، اعلام کمبود منابع مالی به عنوان اصلی ترین مشکل فاصله مطلوب با وضعیت فعلی مدیریت پسماند، تأیید راهکار افزایش بودجه های عملیاتی و آموزشی جهت تاثیر گذاری در مدیریت این گونه پسماندها با سایر پژوهش ها اشتراک نتایج دارد این در حالی است که نتایج بدست آمده از اکثر پژوهش های انجام شده در این حوزه تنها بیانگر بخشی از نتایج حاصل از این پژوهش می باشد. در پژوهش حاضر علاوه بر شناسایی عوامل موثر و اولویت بندی آن ها، مدل ریاضی تأثیرات عوامل بر یکدیگر با قابلیت پیش بینی تغییرات در سال های آتی اخراج شده است که در سایر پژوهش های مشابه به چشم نمی خورد وجه تمایز اصلی نتایج پژوهش حاضر با سایر پژوهش ها در همین مورد می باشد.

در این پژوهش مدلی جامع برای مدیریت پسماندهای بیمارستانی، با رویکرد پویایی سیستم ارائه شده است. مدل فوق در بیمارستان های کلان شهر تهران بکار گرفته شده است. پس از بکارگیری مدل پویا و مشاهده نتایج آن، سیاست هایی برای بهبود نتایج مدل پیشنهاد شدند. این سیاست‌ها را می‌توان به صورت انفرادی یا همزمان اجرا کرد. از مدل فوق می‌توان در هر سازمان یا نهاد دیگری استفاده کرد. با اعمال تغییراتی در پارامترهای ان، می‌توان تاثیرات عوامل مختلف بر پسماندهای بیمارستانی را بررسی کرد. البته در این مدل از پارامترهای فرعی موثربر سیستم، به دلیل افزایش پیچیدگی صرف نظرشده و فقط عوامل اصلی مد نظر قرار گرفته‌اند. بنابراین با لحاظ کردن سایر عوامل، می‌توان نتایج دقیق تری را برای پژوهش‌های بعدی پیش بینی کرد.

نتیجه گیری

همان طور که مشاهده شد با افزایش و کاهش مقادیر متغیرها رفتار مدل متغیر بوده است. از این رو می توان گفت مدل ارائه شده در این پژوهش که شامل متغیرهایی نظیر: نرخ ورود غیر مجاز پسماند شبه خانگی به مخازن پسماند شهری، نرخ ورود غیر مجاز پسماند ویژه به مخازن پسماند شهری، نرخ جمع آوری پسماند ویژه و نرخ بی خطر سازی پسماند ویژه است به طور جدی و متقابل بر روی کیفیت مدیریت پسماندهای بیمارستانی تاثیرگذار است. با کمک سناریو های مطرح شده میتوان میزان رفتار این متغیرها را تا چند سال آینده پیش بینی کرد. مدل حاضردر یک موسسه خدمات شهری بکار گرفته شده است. پس از بکارگیری مدل پویا و مشاهده نتایج آن، راهبردهایی برای بهبود نتایج مدل پیشنهاد شدند. این سیاست ها را می توان به صورت انفرادی یا همزمان اجرا کرد. از مدل فوق می توان در هر سازمان یا نهاد دیگری استفاده کرد. با اعمال تغییراتی در پارامترهای آن، تاثیرات عوامل مختلف را بر بهبود مدیریت پسماند می توان بررسی نمود. البته در این مدل از پارامترهای فرعی موثر بر سیستم، به دلیل افزایش پیچیدگی صرف نظر شده و فقط عوامل اصلی مد نظر قرار گرفته اند. بنابراین با لحاظ کردن سایر عوامل، می توان نتایج دقیق تری را برای پژوهش های بعدی پیش بینی کرد. مدیران سازمان ها باید در تصمیم های خود تاخیرهای زمانی میان اعمال یک سیاست و نتایج آن را مد نظر قرار دهند، یعنی موفقیت ها یا شکست های زود هنگام را ناشی از تصمیم ها یا سیاست های اتخاذ شده ندانند زیرا ارزیابی درستی یا نادرستی هر سیاست در سیستمی مانند سیستم مورد مطالعه این تحقیق در بلند مدت امکان پذیر است و نتایج فوری ممکن است ناشی از عوامل یا عواملی باشد که از نظر مدیران پنهان مانده است.

با توجه به نتایج به دست آمده در فصل ۴ و تایید ساختاری و ابعاد سازگاری مدل، می توان گفت که فرضیه پویای این مطالعه مبنی بر تأثیر بهبود مدیریت پسماندهای بیمارستانی بر کاهش تبعات آن ها تایید می گردد. بر این اساس افزایش بودجه باعث افزایش ظرفیت دفع پسماندهای درمانی می شود. همچنین بر اساس یافته ها این فرضیه تایید می شود که افزایش بودجه آموزش، بودجه نظارتی و بودجه تجهیزات و

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

زیرساخت ها تاثیر معناداری بر بهبود مدیریت پسماندهای بیمارستانی دارد. این موضوع در نتایج سایر تحقیقات مشابه نیز تایید شده است.

در خاتمه می توان به موارد زیر به عنوان پیشنهادات اجرایی و پژوهشی اشاره کرد:

کاهش حداکثری تولید پسماند در مراکز درمانی علی الخصوص پسماند شبه خانگی با استفاده از روش های سبک پایدار

الزام مراکز درمانی به انعقاد قرارداد با شهرداری تهران توسط وزارت بهداشت و سازمان نظام پزشکی و پرداخت هزینه های جمع آوری، حمل و دفع مناسب این نوع پسماندها بر اساس تکنولوژی و استانداردهای روز دنیا

استفاده از تجهیزات و ماشین آلات استاندارد جهت ذخیره سازی و حمل و انتقال پسماند جهت کاهش آلودگی

جمع آوری و حمل پسماند توسط مراکز درمانی به محل های دفع و دفع بهداشتی توسط شهرداری در ازای دریافت مبلغ ورودی(گیت فی)

تفکیک پسماند شبه خانگی در مبداء و استقرار تجهیزات تفکیک خشک ارزشمند موجود در آن در مقصد

تفکیک صحیح پسماندها در مبداء تولید جهت جلوگیری از آلوده شدن پسماندهای ارزشمند در اثر اختلاط با پسماند ویژه

اعمال جرائم سنگین در صورت دفع و ورود غیر مجاز پسماند درمانی توسط مراکز به مخازن شهری

تخصیص ردیف بودجه اختصاصی به مدیریت پسماند در مراکز درمانی

تخصیص بودجه مجزا به آموزش و نظارت در مراکز درمانی و شهرداری تهران

پژوهش در خصوص بررسی اثر افزایش تناژ پسماندهای مختلف بر محیط زیست

پژوهش در خصوص بررسی اثر کاهش پسماندها بر مدیریت فرآیند مدیریت پسماندها

پژوهش در خصوص تدوین مدل پویا جهت پسماندهای شهری خانگی، ساختمانی و عمرانی و پسماندهای صنعتی

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از کارکنان سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران، رؤسای بیمارستان های همکار در پژوهش و کارکنان سازمان حفاظت محیط زیست کشور که ما را در انجام و ارتقاء کیفی این پژوهش یاری دادند، اعلام کنند. همچنین، این پژوهش با کمک مالی هیچ نهاد و سازمانی صورت نگرفته است. هیچ کدام از نویسندگان این مطالعه، افراد و یا دستگاهها تعارض منافعی برای انتشار این مقاله ندارند و از هیچ نهاد و فردی کمک مالی دریافت نگردید و تمامی ملاحظات اخلاقی در پژوهش رعایت شده است.

منابع

1.Rezaei, A. The place of separation from source in hospital waste management, Mashhad cycling Organization, 4th National Waste Management Conference, May 23, 2017.

2.Tehran Municipality Waste Management Organization. April Report on the Performance Statistics of the Organization: 10-25,2021.

3.Zulfinejad, K. Examining the methods of processing and disposing of hospital waste in Gilan province and providing suitable and economic models using GIS system, Mashhad Recycling Organization, 4th National Waste Management Conference, 2008.

4.Yaghoubi, R., Teymourzadeh, E.,Ghanizadeh,G., & Zaboli, R. (2020). "Survey on Key Indicators of the "Green Hospital" in a Selected Military Hospital", *Journal of Military Medicine*, 22(4), 401-409.2020.

5.Qing Le, Jang YC, Lee C, Yoon OS, Kim H. Medical waste management in Korea. J of En Manage 2018; 80: 15-107,2016.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]

6.Moreira, Schalch V , Hospital waste management in brazil:a case study,waste manag,19 (6):567-72.2017
7.Roberto S, N., Sally, M., Luke, C, Hospital solid waste management practices in Limpopo Province. Waste Management,1236–1245,2018.
8.Mohamed LF, Ebrahim SA, Al-Thukair AA. Hazardous healthcare waste management in the Kingdom of Bahrain. Waste Management 2019; 29: 2404-9,2019
9.Farzadkia, M., 1390. Examining the state of waste management in 5 hospitals in Tehran and providing corrective solutions, the 14th National Conference on Environmental Health.
10.Beqaei, D., 1398. Investigating how to collect and dispose of hospital waste in Tehran, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences.
11.Daryabari, S. M. P., 1399. Investigating the status of hospital waste collection and disposal in Tehran, master's thesis of Islamic Azad University, Ahvaz Science and Research Unit.
12.Aslani, F., Amin Salehi, F., Ghorbania, Z., 1401. Presenting solutions for the engineering management of hospital waste in the conditions of the pandemic of the disease Covid-19, the 5th international conference on interdisciplinary studies in management and engineering.
13.Acharya, D. B. and Singh, M. (2020), The Book of Hospital Waste Management, Minerva Press, New Delhi, 2020, 15, 47.
14.World Health Organization (WHO) and the World Bank. Better healthcare waste management: an integral component of health investment. WHO Library Cataloguing in Publication Data. ISBN 92-9021-389-2.2015
15.Sterman, J.D. (2000). Appropriate summary statistics for evaluating the historical fit of system dynamics models. Dynamica, 10(2): 51-66.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61186/sjku.29.4.107]