Governmental Accounting

doi: 10.30473/GAA.2021.57985.1458
Vol. 9, No. 1 (Series 18), Spring & Summer 2023 (129-150)
RESEARCH PAPER

Schools Budgeting According to the Condition of Equipment and Buildings under Different Scenarios Changing the Number of Students Using the System Dynamics

Fatemeh Dadmand[*1], Alireza Pooya[2]

1. Assistant Professor, Department of Management, Faculty of Humanities, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Professor, Department of Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Corresponding Author:
Fatemeh Dadmand
Email: dadmandfa@yahoo.com

Received: 2022/05/10
Accepted: 2023/02/19

How to Cite:
Dadmand, F; Pooya, A; (2023). Schools Budgeting According to the Condition of Equipment and Buildings under Different Scenarios Changing the Number of Students Using the System Dynamics, *Governmental Accounting*, 9(18), 129-150.

ABSTRACT

Subject and Purpose: The present study aimed to investigate the budgeting of schools by considering the condition of school equipment and buildings under different scenarios of the number of students.

Research Method: The system dynamics approach is considered to study this system. Diagrams of Cause and effect and stock and flow are drawn and after validating the model, different scenarios have been applied and the results been examined.

Research Findings: 50% of the equipment and buildings of these schools are in poor condition, but since the current budget of the schools is allocated based on the number of registrations; only in scenario the trend of rising, a budget will be given to the schools for the modernization of the equipment.

Conclusion, Originality and its Contribution to the Knowledge: The budgeting method based on the number of registrations alone cannot meet the needs of the schools, but also the equipment status must be considered in the awarding of budgets. Results of analysis of two policies of new construction and maintenance of equipment in all three scenarios indicate improved Facility Condition Index (FCI).

Keywords: Budget, Dynamic System, Equipment Management, School.
JEL Classification: M410.

Copyright © 2023 The Authors. Published by Payame Noor University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Non-commercial- NoDerivatives uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

دوفصلنامه علمی
حسابداری دولتی

سال نهم، شماره ۱ (پیاپی ۱۸)، بهار و تابستان ۱۴۰۲ (۱۵۰-۱۳۰) doi :10.30473/GAA.2021.57985.1458

«مقاله پژوهشی»

بودجه‌بندی مدارس با توجه به وضعیت تجهیزات و ابنیه تحت سناریوهای مختلف تغییر تعداد دانش آموزان با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم

فاطمه دادمند*[۱]، علیرضا پویا[۲]

۱. استادیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲. استاد، گروه مدیریت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

نویسنده مسئول:
فاطمه دادمند
رایانامه:
dadmandfa@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰

استناد به مقاله:
دادمند، فاطمه؛ پویا، علیرضا (۱۴۰۲). بودجه‌بندی مدارس با توجه به وضعیت تجهیزات و ابنیه تحت سناریوهای مختلف تغییر تعداد دانش آموزان با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم، *دو فصلنامه علمی حسابداری دولتی*، ۹ (۱۸)، ۱۵۰-۱۳۰.

چکیده

موضوع و هدف مقاله: پژوهش حاضر با هدف بررسی بودجه‌بندی مدارس با در نظر گرفتن وضعیت تجهیزات و ابنیه مدارس تحت سناریوهای متفاوت تعداد دانش آموزان انجام گرفته است.

روش پژوهش: رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها برای بررسی این سیستم در نظر گرفته شده است. نمودار علت و معلولی ترسیم و سپس نمودار انباشت و جریان ارائه شده است و پس از اعتبار سنجی مدل، سناریوهای مختلف اعمال و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته های پژوهش: ۵۰ درصد از تجهیزات و ابنیه این مدارس در وضعیت ضعیف هستند ولی از آنجا که بودجه فعلی مدارس بر مبنای تعداد ثبت نام تخصیص داده می‌شود، تنها در سناریوی روند افزایش، بودجه ای جهت نوسازی تجهیزات در اختیار مدارس قرار داده می‌شود.

نتیجه گیری، اصالت و افزوده آن به دانش: شیوه بودجه‌بندی بر مبنای تعداد ثبت نام به تنهایی نمی‌تواند نیازهای مدارس را تامین کند بلکه باید به وضعیت تجهیزات نیز در اعطای بودجه توجه کرد. تجزیه و تحلیل ناشی از اجرای دو سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری در هر سه سناریو بیانگر بهبود شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه (FCI) بوده است.

واژه‌های کلیدی: بودجه، سیستم پویا، مدیریت تجهیزات، مدرسه.

طبقه بندی موضوعی: M410.

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۲ ©. ناشر این مقاله، دانشگاه پیام نور است.
این مقاله تحت گواهی زیر منتشرشده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

مقدمه

بودجه‌ریزی یکی از مهم ترین نظام‌های مالی هر جامعه است که بدون اصلاح آن، امیدی به اصلاح بلندمدت سایر نظام‌های اجتماعی نیست. هر سازمان در هر سطحی دارای اهداف مشخص و از قبل تعریف شده‌ای است که دستیابی به آنها مستلزم برنامه ریزی صحیح و اجرای آن نیازمند توزیع بهینه و مناسب منابع و کنترل آنهاست(جلال آبادی، سیدنورانی، صانعی، ۱۳۸۴). بودجه یک ابزار مدیریتی برای برنامه‌ریزی، کنترل، هماهنگی و مدیریت بهره‌وری است (عارف منش و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین بودجه و نظام بودجه‌ریزی به عنوان یکی از ابزارهایی که برای اجرای برنامه در اختیار مدیران قرار دارد، همانند موتور محرک، امکان به فعلیت رساندن برنامه‌های مدون و در نهایت، دستیابی به اهداف را فراهم می‌آورد (جلال آبادی، سیدنورانی، صانعی، ۱۳۸۴). استفاده مناسب از منابع مالی هر سازمانی نیاز به برنامه ریزی دقیق و حساب شده دارد. منابع مالی شرکت‌ها را می‌توان با کنترل منظم، در دستیابی به اهداف و انتظارات سازمان‌ها بکار گرفت. بودجه بیانگر زبان ریالی برنامه های هر سازمان و نشان‌دهنده پیش‌بینی‌های مالی در قالب اعداد و برنامه‌های مالی آتی در سازمان‌هاست. برای استفاده بهینه از بودجه، سازمان نیاز به فرایند بودجه‌بندی دارد (پیرایش، نوری، ۱۳۹۳). معرفی مدل کارآمد بودجه‌ریزی برای داشتن امکان پیش‌بینی واقع بینانه‌تر می‌تواند باعث گرفتن تصمیم‌های آگاهانه‌تر و در نهایت باعث تخصیص بهتر منابع اقتصادی شود (اکبری مقدم، خلیلی عراقی، رجبی مقدم، ۱۳۸۹).

از سوی دیگر امروزه مدیریت تجهیزات و ابنیه مدارس برای ارائه خدمات آموزشی کارآمد و ایمن به دانش‌آموزان از دغدغه‌های اصلی مدیران آنهاست. هر ساله میزان چشمگیری از این تجهیزات و ابنیه دچار نقص شده و کارآیی خود را از دست می‌دهند و در نتیجه خسارت‌های علمی و اقتصادی زیادی به سیستم آموزش و پرورش تحمیل می‌شود. روند افزایش حوادث ناشی از بالا بودن عمر تجهیزات و ابنیه به کار رفته در مدارس، لزوم تجدید نظر در سیاست های تخصیص بودجه را ضروری کرده است. بر این اساس روند تخصیص بودجه باید موجه و دارای دلایل علمی و اقتصادی باشد. در این شرایط مدیریت تجهیزات و ابنیه بایستی اعمال شود. اصولا یکی از عوامل موفقیت هر سازمانی، استفاده حداکثری از تجهیزات و ابنیه موجود در کنار تعیین نیاز به تعمیر و در صورت ضرورت تعویض آنها است. برای این منظور می‌بایست با یک روش علمی وضعیت تجهیزات و ابنیه را مشخص کرد. شاخص وضعیت تجهیزات در واقع روش کارآمدی است که به وسیله آن وضعیت تجهیزات و ابنیه تعیین می‌شود (هیوقز و پیرز[1]، ۲۰۰۷). بنابراین تخصیص بودجه به مدارس را می‌توان با اطلاع از وضعیت تجهیزات و ابنیه بهینه کرد. متخصصان معتقدند که در مدیریت سیستم‌های پیچیده (به عنوان مثال مدارس، بیمارستان‌ها و غیره) باید به دنبال تعادل بین ساخت تجهیزات جدید و نوسازی تجهیزات موجود بود (راشدی و حجازی[2]، ۲۰۱۵). از طرف دیگر نبود بودجه کافی یکی از مشکلات گزارش شده در بیشتر مدارس است (آهنگران، ۱۳۷۹) و (عطریان، ۱۳۸۰). در نتیجه اهمیت و کمبود منابع مالی، ضرورت توجه به تدوین روش‌های علمی برای بودجه‌بندی مدارس را در اسناد برنامه‌های توسعه به همراه داشته است (پورطالعی و آتشک، ۱۳۸۹). امکانات مدارس نقش مهمی در تحقق اهداف وزارت آموزش و پرورش که همانا ارائه خدمات آموزشی مطلوب است، دارند. ولی در تخصیص بودجه مدارس به وضعیت این امکانات توجهی نمی‌شود و بیشتر بودجه مدارس براساس تعداد ثبت نام تعیین می‌شود، عیب عمده این روش، عدم تطابق بین نیازهای آموزشی دانش آموزان، امکانات موجود و بودجه مدارس است، بنابراین این روش تخصیص بودجه به نگهداری تسهیلات مدارس توجهی نمی‌کند. بنابراین تخصیص بهینه منابع برای تامین نیازهای تسهیلاتی مدارس و از سوی دیگر محدود بودن بودجه وزارت آموزش و پرورش مسئله مورد بررسی در این پژوهش است. از یک طرف، وزارت آموزش و پرورش کاهش بودجه همزمان با کاهش تعداد ثبت نامی را در نظر دارد. از سوی دیگر، مدیران مدارس معتقدند که مسائل دیگری نظیر هزینه های تعمیر و نگهداری تجهیزات و ابنیه موجود نیز باید مد نظر قرار گیرد که این در بلندمدت موجب کاهش ریسک مرتبط با استفاده این تجهیزات و ابنیه می‌شود. در بررسی به عمل آمده در مدارس هدف این پژوهش مشخص شد که وضعیت تجهیزات و ابنیه آنها روز به روز در حال بدتر شدن است و برنامه مدونی جهت نوسازی و یا تعمیرات و نگهداری آنها وجود ندارد و بودجه مدارس هم این امکان را برای مدیران فراهم نمی‌کند. بنابراین پژوهش حاضر به دنبال تحقق هدف بررسی اثرات دینامیکی تغییر در شیوه تخصیص بودجه مدارس در میزان ریسک مرتبط با استفاده تجهیزات و ابنیه مدارس به منظور پیشنهاد سیاست مناسب برای تصمیمات مربوط به تخصیص بودجه است. کاربران مدل نیز نویسندگان، مدیران مدارس و وزارت آموزش و پرورش هستند. مدل سیستم پویای مورد استفاده پژوهش حاضر برگرفته از مطالعه راشدی و حجازی (۲۰۱۶) است با این تفاوت که در پژوهش حاضر نرخ استهلاک تجهیزات نیز در مدل منظور شده است، بنابراین به میزان سرمایه مورد نیاز در تجهیزات و ابنیه مختلف، توجه شده است. بنابراین پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به پرسش‌های زیر است:

1. Hughes and pears

2. Rashedi and Hegazy

۱. تخصیص بودجه مدارس چگونه بر وضعیت تجهیزات مدارس موثر است؟

۲. تغییرات در تخصیص بودجه مدارس چگونه می‌تواند ریسک را کاهش دهد؟

۳. سناریوهای‌های مختلف تغییر تعداد دانش آموزان چه تاثیری بر وضعیت تجهیزات دارد؟

مبانی نظری

در این قسمت به بررسی سه موضوع مدیریت دارایی، بودجه‌بندی سرمایه‌ای و مدلسازی سیستم پویا پرداخته شده است.

• مدیریت دارایی

حفظ قابلیت استفاده و ایمنی زیرساخت‌های یک سیستم کاری بسیار چالش برانگیز است، به خصوص زمانی که بودجه محدود است. ابزار مدیریت دارایی‌ها برای کمک به مدیران در گرفتن تصمیمات پیچیده و از طرفی مقرون به صرفه در مورد چگونگی و زمان تعمیر یا تعویض تجهیزات موجود معرفی شده است. به طور کلی، مالکان ساختمان‌های بزرگ دو وظیفه برای مراقبت از دارایی موجود خود را بر عهده دارند: تعمیر و نگهداری پیشگیرانه؛ و جایگزینی دارایی‌های سرمایه‌ای. در حالی که اعمال تعمیر و نگهداری در واقع حمایت روزانه را میسر می‌کنند، جایگزینی دارایی‌های سرمایه‌ای منجر به جایگزینی کل دارایی یا برخی از اجزای آن می‌شود. سیستم مدیریت دارایی در ارتباط با دارایی‌های سرمایه‌ای تصمیمات زیر را پیشنهاد می‌کند: (۱) بازرسی دقیق و ارزیابی وضعیت فعلی از تمام اجزای دارایی-های موجود. (۲) پیش بینی شرایط آینده این اجزا در راستای یک افق برنامه‌ریزی پنج ساله. (۳) ارائه راه حل‌های تعمیر با توجه به روند خرابی و زوال اجزای دارایی‌ها. (۴) بهینه سازی چرخه زندگی برای اولویت‌دهی به اجزای نیازمند تعمیر با توجه به محدودیت‌های بودجه (الهاکما و حجازی[1]، ۲۰۱۲). به طور کلی، برنامه تجدید سرمایه بخش جدایی ناپذیر مدیریت دارایی ها است. برنامه تجدید سرمایه با ارائه تجویزاتی از جمله تعمیر، بازسازی و جایگزینی تجهیزات منجر به حفظ ارزش و عملکرد دارایی به صورت مقرون به صرفه می‌شود. بهینه‌سازی برنامه های تجدید، با توجه به محدودیت‌های بودجه و محدودیت‌های عملیاتی و محیطی امری سخت و مشکل بوده که نیاز به بازرسی دقیق تمام اجزای دارایی، مدل سازی زوال و تجزیه و تحلیل گزینه‌های نوسازی و تجزیه و تحلیل هزینه چرخه عمر دارد. تجزیه و تحلیل هزینه چرخه عمر پایه‌ای برای تخصیص بودجه محدود تجدید سرمایه در میان دارائی‌های رقیب است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۵).

• بودجه‌بندی سرمایه‌ای

بودجه‌بندی سرمایه‌ای به گرفتن تصمیم‌ها در مورد سرمایه-گذاری منابع در پروژه های بلندمدت گفته می‌شود. پروژه‌هایی مانند تجهیزات، تسهیلات، زمین، ساختمان و ماشین آلات جزء دارایی‌های سرمایه‌ای شرکت محسوب می‌شوند و بودجه مورد نیاز آنها تحت عنوان بودجه سرمایه‌ای مطرح می‌شود. تصمیمات بودجه‌ای مرتبط با این موارد برای شرکت اهمیت حیاتی دارند، زیرا این دارایی‌ها معمولا وجوه هنگفتی را به خود اختصاص می‌دهند، سرمایه‌گذاری در این موارد عمدتا بلندمدت و تغییرات در آن بسیار پر هزینه است، تصمیمات در مورد بودجه این اقلام معمولا تاثیر شگرفی بر تحقق یا عدم تحقق اهداف شرکت می‌گذارد و در نهایت تصمیم برای جایگزینی دارایی های سرمایه‌ای موجود یا خرید دارایی‌های جدید، توسعه آتی شرکت را رقم می‌زند (خلیلی عراقی، ۱۳۸۷).

روش‌های تحلیلی متداول برای برآورد بودجه را می‌توان تحت دو دسته طبقه بندی کرد: ۱. روش ارزیابی مستقیم که در بردارنده تکنیک‌های خاص تجزیه و تحلیل هزینه است، یعنی در این روش تجزیه و تحلیل مستقیم از داده‌های تاریخی همراه با تفسیر سیاست‌های مدیریتی صورت می گیرد. بنابراین این شامل برآورد هزینه‌ها با تجزیه و تحلیل مستقیم، بازرسی، و قضاوت می‌شود. ۲. روش همبستگی که بیشتر با فرض روابط خطی مورد استفاده واقع می‌شود. برای استفاده از روش همبستگی دو تکنیک استفاده می‌شود: تکنیک نمودار پراکندگی و تکنیک تجزیه و تحلیل رگرسیون حداقل مربعات. روش حداقل مربعات هنگام تجزیه و تحلیل داده‌های تاریخی بسیار کاربرد دارد (سریجاریا و ریوپایبن و چایکلداو[2]، ۲۰۰۸). در این بین روش رگرسیون بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است، ولی از آنجا که در این روش ارتباط بین تعدادی متغیر مستقل و وابسته بررسی می‌شود، تجزیه و تحلیل رگرسیون تنها در سطح توضیحی روابط بین داده‌های مشاهده شده موثر است و نمی‌توان از این تکنیک برای ارزیابی مداخلات و سناریوهای جدید استفاده کرد. اخیرا روش شبیه‌سازی برای برآورد بودجه، مورد استفاده قرار گرفته است. مزیت این رویکرد در اختیار گذاشتن بررسی سناریوهای مختلف و شبیه‌سازی آینده با توجه به آن است. روش شبیه‌سازی پویا، یک بستر مناسب جهت ارزیابی و آزمایش سناریوهای مختلف را فراهم می‌کند (رستمی و همکاران، ۱۳۹۹).

1. Elhakeema and Hegazy

2. Srijariya, Riewpaiboon, Chaikledkaew

• مدل سازی سیستم پویا

مدل‌سازی سیستم پویا رویکردی برای طراحی سیستم و تجزیه و تحلیل سیاست‌های مختلف است. روش‌های مدل-سازی شبیه سازی پویا برای طراحی و ایجاد بیان ریاضی (به صورت مدل های رسمی) فرآیندهای یک عمل و سیستم‌هایی برای تجربه و آزمایش مداخلات و سناریوها و پیامدهای آنها در طول زمان برای پیشبرد درک درستی از فرآیندها و سیستم‌ها، مدیریت یکپارچه و طراحی سیاست و خط مشی‌ها استفاده می‌شود (هریسون[1] و همکاران، ۲۰۰۷). این روش ماهیت پویا موجود در سیستم‌های متنوع اجتماعی و اقتصادی را با ترکیب اثرات متعامل بازخورد مثبت و منفی و رابطه علیت دورانی نشان می‌دهد. بنابراین مدل‌های سیستم پویا در واقع مدل‌های علی و به دنبال شناسایی رفتار سیستم هستند. با استفاده از این تکنیک می‌توان رفتار شبیه–سازی شده را با رفتار واقعی سیستم مقایسه کرد (استرمن، ۲۰۰۰). پسکاربردهای عمده الگوی سیستمی شامل درک چگونگی ساز و کار عملکرد یک سیستم و بر این مبنا پیش بینی عملکرد آینده سیستم است (دیتون و وینبریک[2]، ۲۰۰۰). ابزارهای مورد استفاده در سیستم پویا شامل نمودار علی–حلقوی و نمودار انباشت و جریان است. با استفاده از نمودار علی– حلقوی می‌توان مدل مفهومی را شکل داد. مدل مفهومی گاه به نقشه های ذهنی برمی‌گردد (استرمن، ۲۰۰۰). مزیت مدلسازی سیستم پویا آن است که این روش توانایی مدلسازی رفتار سیستم را براساس اطلاعات و ساختار منطقی سیستم مورد نظر را داراست (سادیگو و همکاران، ۲۰۲۰).

پیشینه پژوهش

در این قسمت به مرور مطالعات خارجی و داخلی مرتبط پرداخته شده است. ایلهاراکنی[3] و همکاران (۲۰۲۱) جهت بررسی استراتژی تامین بودجه دانشگاه‌های مصر از رویکرد سیستم پویا استفاده کرده‌اند. ابتدا نمودارهای علی–حلقوی پژوهش ترسیم و سپس نمودارهای انباشت و جریان ارائه شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داده است که در بخش تجهیزات، مدیر مربوطه می‌تواند از این مدل برای بهینه کردن مخارج استفاده کند. کانگ و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه‌ای با هدف بهبود عملکرد ساختمان‌های مدارس انجام داده‌اند روش مورد استفاده در این مطالعه رویکرد سیستم پویا بوده است. در این مطالعه خاطر نشان شده است که تامین بودجه برای بهبود عملکرد ساختمان مدرسه تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله: ۱) وضعیت فعلی ساختمان ۲)نرخ استهلاک و ۳) وضعیت تعمیر و نگهداری است. در این مطالعه برای سنجش وضعیت ساختمان مدرسه از روش تجزیه و تحلیل هزینه چرخه زندگی[4] استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داده است که می‌توان از این مدل سیستم پویا برای پشتیبانی از تصمیم استفاده کرد. ایسم یلدیز[5] و همکاران و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی کاربرد رویکرد سیستم پویا در مدیریت عملکرد یک شرکت ساختمانی پرداخته اند. نتایج این پژوهش نشان داده است که رویکرد سیستم پویا برای بهبود تصمیم‌گیری راهبردی به دلیل وجود قابلیت ارزیابی تاثیر هر تصمیم می‌تواند موثر باشد. در عین حال یافته‌های این پژوهش محدودیت‌هایی از قبیل اعتبار مدل در این رویکرد را نیز نشان داده است. کانگ و کیم (۲۰۱۹) با استفاده از تکنیک سیستم پویا به بررسی هزینه نگهداری ساختمان‌های مستهلک مدارس پرداخته‌اند. تعامل بین متغیرهای کلیدی شامل عمر ساختمان، فعالیت‌های مربوط به نگهداری ساختمان و هزینه این اقدامات به صورت نمودارهای علی–حلقوی و انباشت و جریان ارائه شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داده است که این مدل با توجه به تجزیه و تحلیل سناریوهای مختلف می‌تواند از تصمیم گیری استراتژیک پشتیبانی کند، افزون بر این، با استفاده از این مدل می‌توان بودجه را در بلندمدت تخمین زد. سینگ و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای با استفاده از رویکرد سیستم پویا به بررسی وضعیت ساختمان‌ها پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داده است که رویکرد سیستم پویا می‌تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند برنامه‌ریزی برای شبیه سازی آینده مورد استفاده قرار گیرد.

راشدی و حجازی (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به بررسی سیاست های بودجه برای تجهیزات جدید و موجود پرداخته اند. این مطالعه از روش سیستم پویا به عنوان ابزار پژوهش استفاده

1. Harrison
2. Deaton and Winebrake
3. Elharakany
4. life cycle cost analysis
5. Ecem Yildiz

کرده است. تاثیر سیاست های مختلف تخصیص بودجه در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. مدل سیستم پویای این پژوهش در یک نمونه که بیش از ۴۰۰ مدرسه را شامل می‌شود، اجرا شده است. نتایج این مطالعه بیانگر آن بوده است که بهترین سیاست حداقل سازی شاخص وضعیت تجهیزات و هم چنین هزینه چرخه عمر است. برون و لاومت[1] (۲۰۱۶) مطالعه‌ای با هدف مدیریت نیازهای تعمیر و نگهداری و عملکرد دارایی ها با استفاده از بودجه را انجام داده‌اند. در این مطالعه تاثیر سطوح مختلف بودجه بر عملکرد بزرگراه‌های آمریکا مورد بررسی قرار گرفته است. عملکرد در اینجا مجموعه‌ای از معیارها از قبیل داده های جمع آوری شده توسط گزارش وضعیت تعمیر و نگهداری و ارزیابی کیفیت را شامل می‌شود. مدل بهینه‌سازی برنامه‌ریزی عدد صحیح برای تعیین بهترین سطح تعمیر و نگهداری که عملکرد بزرگراه‌ها را در قالب بودجه برآورده کند، در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. راشدی و حجازی (۲۰۱۵) مطالعه‌ای را با هدف تحلیل سیاست راهبردی حوزه مدیریت زیرساختار انجام داده‌اند. در این مطالعه از سیستم پویا به عنوان ابزار پژوهش استفاده شده است. مدل این پژوهش قادر به بررسی سیاست‌های راهبردی مختلف بودجه‌بندی است و نتایج این سیاست‌ها را بر قدرت خدمات دهی و ثبات (پایداری) زیرساختار مورد بررسی قرار داده است. این مدل در مورد ساختمان‌های مدارس تورنتو اجرا شده است. نتایج بیانگر آن بوده است که مدل یادشده به عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم عملی کار می‌کند و مدیران می توانند اثربخشی سیاست‌های استراتژیک مختلف را بر عملکرد بلند مدت زیرساختار مشاهده کنند. سعد[2] و حجازی (۲۰۱۵) تصمیات تخصیص منابع مالی در دارایی‌ها را با استفاده از رویکرد مبتنی بر اقتصاد خرد را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این پژوهش سیستم پشتیبان تصمیم براساس چارچوب اقتصاد خرد ارائه شده است. در این چارچوب دو جزء اصلی در نظر گرفته شده است. جزء اول بالانس کردن منابع مالی در بین انواع دارایی‌های متفاوت و جزء دوم رویکرد تحلیل «چه می‌شود–اگر» است. چارچوب پیشنهادی در یک مورد مطالعه واقعی مشتمل بر ۸۰۰ مورد ساختمان اجرا شده است. نتایج بیانگر آن است که تخصیص منابع عادلانه در مورد تمام دارایی‌ها صورت گرفته است. ویلکینز و همکاران (۲۰۱۵) مطالعه‌ای به مقایسه هزینه‌های نوسازی و یا تعمیر و نگهداری در پروژه توسعه مسکن ارزان پرداخته‌اند. هزینه‌های چرخه عمر در این پروژه در یک افق ۵۰ ساله برآورد شده است. این مطالعه در یک نمونه ۲۶۹ تایی انجام شده و نتایج بیانگر آن بوده است که هزینه نوسازی در چرخه عمر به میزان ۲۵٪ تا ۴۵٪ بالاتر از هزینه انجام تعمیرات و نگهداری است. گیراردی[3] و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود به معرفی یک مدل بودجه‌بندی انعطاف پذیر که در چارچوب پویا قادر به ارائه اطلاعات در مورد موقعیت مالی، درآمد، دارایی و بدهی شرکت باشد، پرداخته اند. در این مدل مشابه حسابداری سنتی از روند ثبت دو طرفه استفاده شده است. سپس با استفاده از روابط معمولی ارائه شده در ترازنامه، یک مدل کمی اولیه با استفاده از اطلاعات حسابداری ایجاد شده است. مطالعه‌ای توسط سریجاریا و همکاران (۲۰۰۸) با هدف بودجه‌بندی به وسیله سیستم پویا انجام شده است. داده های این پژوهش از دفتر حراست بهداشت ملی در سال مالی ۲۰۰۴ کسب شده است. این مطالعه نشان داد با وجود اینکه مدلسازی سیستم پویا آسان نیست، ولی یک ابزار مدیریت مالی کارآمد است و توانایی بیشتری جهت تجزیه و تحلیل های پیچیده و شرایط دنیای واقعی دارد.

نصرتی برندق و همکاران (۱۳۹۹) تامین مالی بنگاه‌های کوچک و متوسط را با استفاده از رویکرد سیستم پویا مورد توجه قرار داده‌اند، در این مطالعه پس از استخراج عوامل موثر در تامین مالی، حلقه‌های علی– معلولی مشخص و در نهایت مدل پویا طراحی شده است. بعد از سنجش اعتبار مدل، سناریوهای مختلف در مدل اعمال شده است. نتایج این مطالعه نشان داده است که بنگاههای کوچک و متوسط می‌توانند از مدل پویای این پژوهش جهت تامین مالی بهینه کسب و کار خود استفاده کنند.

رجبی (۱۳۹۷) از روش سیستم پویا به عنوان رویکردی نوین برای مدل‌سازی رویدادهای حسابداری استفاده کرده است. در این پژوهش ابتدا حساب‌های مالی در قالب متغیرهای مختلف روش یادشده تعریف شده است. سپس الگوی سیستم پویا مدل سازی شده است. در این مطالعه از داده‌های یک شرکت

1. Bruun and Laumet
2. Saad
3. Girardi

تولیدی استفاده شده است و رفتار متغیرها در افق ۱۴۰۰ شبیه سازی شده است. نتایج مطالعه نشان داده است که با استفاده از شبیه‌سازی رفتار متغیرهای مالی در آینده، اطلاعات مفیدی جهت تصمیم‌گیری حاصل می‌شود. مصلح شیرازی و همکاران (۱۳۹۷) الگوسازی عملکرد سیستم مالی را با استفاده از رویکرد سیستم پویا مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این پژوهش عملکرد سیستم مالی یک شرکت تولیدی با استفاده از رویکرد سیستم پویا در یک افق ۱۵ ساله شبیه‌سازی شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که کارشناسان مالی می‌توانند از الگوی مدنظر به عنوان ابزاری برای حمایت و پشتیبانی از برنامه‌های توسعه شرکت و مدیریت عملکرد سیستم مالی استفاده کنند.

آذر و همکاران (۱۳۸۹) بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد را با رویکرد پویای سیستم مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه مدل پیاده‌سازی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد ارائه شده است. ساختار، فرهنگ، سبک رهبری مناسب برای پیاده سازی بودجه ریزی بر مبنای عملکرد، ارتباط متقابل میان عوامل گوناگون موثر در پیاده سازی بودجه ریزی بر مبنای عملکرد و تاثیرات متقابل این عوامل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشانگر آن بوده که در پیاده‌سازی موفقیت آمیز بودجه ریزی بر مبنای عمکرد عوامل متعددی از جمله ظرفیت علمی و فنی کارکنان، تمایل پرسنل و قانون گذاران به پیاده سازی، تکنولوژی اطلاعات و قوانین و مقررات پشتیبان دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. طالعی پور (۱۳۸۹) در مقاله خود به ارایه روشی برای بودجه‌بندی دستگاه‌های پژوهشی و فناوری بر مبنای قیمت تمام شده تولیدات علم و فناوری پرداخته است. برای تحقق این امر ابتدا بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای شاخص های علم و فناوری برای اندازه گیری میزان تولیدات علم و فناوری دستگاه ها احصاء و سپس با نظرسنجی از خبرگان دستگاه‌های پژوهشی و فناوری، شاخص‌ها در قالب دو دسته تولیدات علمی و فناوری نهایی شده است. سپس برای تعیین ضرایب اهمیت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر، نظرات خبرگان دستگاه‌های پژوهشی و فناوری در قالب پرسشنامه ساخته محقق جمع آوری و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بر اساس ضرایب حاصله، میزان تولیدات علم و فناوری دستگاه ها محاسبه شده است. در انتها قیمت تمام شده یک واحد تولید علم و فناوری، مد قیمت تمام شده یک واحد تولید علم و فناوری دستگاه‌ها در سال قبل و نیز نرخ رشد تورم در همان سال، میزان تولید علم و فناوری و قیمت تمام شده یک واحد تولید علم و فناوری در سال جدید و در نتیجه اعتبار دستگاه‌های پژوهشی و فناوری بر اساس قیمت تمام شده تولیدات علم و فناوری با توجه به زمینه علمی فعالیت دستگاه‌ها ارایه شده است. جلال آبادی و همکاران (۱۳۸۴) بر مبنای بودجه سال ۱۳۸۱ کل کشور مطالعه‌ای را به منظور بررسی تأثیر اصلاح طبقه بندی اقلام بودجه کشور بر چگونگی بودجه بندی دانشگاههای وابسته به وزارت علـوم، تحقیقات و فناوری انجام داده‌اند. این پژوهش با استفاده از روش پرسشنامه افتراق معنایی و آزمون‌های مک نمار و من ویتنی صورت گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که اصلاح طبقه بندی اقلام بودجه بر روشهای نظارتی بودجه دانشگاهها، شفاف سازی درآمدها و هزینه ها و روشهای برآورد درآمدها و هزینه های آنها اثر مثبت داشته است.

پژوهش حاضر با هدف بررسی بودجه‌بندی مدارس تحت شرایط متفاوت روند تعداد ثبت نام دانش آموزان با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها انجام گرفته است. سناریوهای مختلف ثابت بودن تعداد ثبت نام، روند افزایش تعداد ثبت نام و روند کاهش تعداد ثبت نام دانش آموزان اعمال و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته است. افزون بر این در هر سناریو نیز دو سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری مورد بررسی قرار گرفته است.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی با ماهیت توصیفی بوده که با هدف ارائه مدل پویای مدل بودجه‌ریزی مدارس مبتنی بر مدیریت دارایی (وضعیت تجهیزات و ابنیه) تحت سناریوهای مختلف انجام گرفته است. در پژوهش حاضر از روش مدل‌سازی سیستم پویا استفاده شده است. پروفسور فارستر[1] نخستین توسعه

1. Forester

دهنده مفهوم «سیستم پویا» است وی نشان داد که می‌توان با استفاده از مدل‌هایی از ساختار یک سیستم و سناریوهای کنترل کننده آن، عملکرد و رفتار سیستم مورد بررسی را درک کرد. در این رویکرد، تصویری از سیستم براساس بازخوردها و تاخیرهای موجود ارائه می‌شود تا رفتار پویای سیستم‌های پیچیده بهتر درک شود (فغفوری آذر و همکاران، ۱۳۹۸). در این رویکرد، با تعریف روابط علی و معلولی بین متغیرها، درک جامع و نظام مند کل سیستم و همچنین شناخت ارتباط درونی بین اجزای سیستم بدست می‌آید (رجبی، ۱۳۹۷).

گامهای حل مسئله در این رویکرد عبارتند از: ۱) تعریف مسئله و متغیرهای کلیدی، ۲) تعریف فرضیه پویا و رسم نمودارهای علت و معلولی، ۳) رسم نمودار انباشت و جریان، ۴) تعیین اعتبار مدل و تحلیل حساسیت و ۵) شبیه سازی و اعمال سناریوهای مختلف (غفارپناه و همکاران، ۱۳۹۹). در ادامه به توضیح این گام‌ها پرداخته می‌شود.

گام اول: تعریف مسئله و متغیرهای کلیدی

در این گام با توجه به متغیرهای کلیدی شناسایی شده و روابط بین آنها تعیین می‌شود. به طور کلی سه نوع متغیر در روش شناسی سیستم پویا وجود دارد ۱) متغیرهای سطح[1]: این متغیرها نشان دهنده انباشتگی در سیستم هستند و وضعیت متغیرها را در هر لحظه مشخص می‌کنند. مانند مانده حساب ترازنامه، موجودی حساب بانکی. ۲) متغیرهای نرخ: این متغیرها، بیانگر جریان‌هایی هستند که به متغیر سطح وارد یا از آن خارج می‌شود. این متغیرها در طول زمان بر متغیرهای سطح تاثیر می‌گذارند. مانند نرخ استهلاک. ۳) متغیرهای کمکی[2]: این متغیرها در واقع متغیرهای ثابت و برون‌زا هستند که بیرون مرز سیستم قرار دارد و بر سیستم تاثیر می‌گذارند اما سیستم بر آنها تاثیر نمی‌گذارد. مانند رشد جمعیت.

گام دوم: تعریف فرضیه پویا و رسم نمودارهای علت و معلولی

در این گام ارتباط متغیرها با یکدیگر در قالب نمودارهای علی–حلقوی تعریف می‌شود و با توجه به این روابط، نوع حلقه مشخص می‌شود.

گام سوم: رسم نمودار انباشت و جریان

در این مرحله اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر براساس توابع ریاضی بیان می‌شود.

گام چهارم: تعیین اعتبار مدل و تحلیل حساسیت

بعد از طراحی الگوی سیستم پویا و تعریف ارتباط متغیرها با یکدیگر، اعتبار مدل با استفاده از آزمون های مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

گام پنجم: شبیه سازی و اعمال سناریوهای مختلف

پس از اطمینان از اعتبار مدل، رفتار مدل در افق مورد نظر شبیه سازی و وضعیت متغیرهای مدل برای دوره‌های آینده مشخص می‌شود. سپس سناریوهای مختلف اعمال و پیشنهادات لازم بر اساس سناریوهای مختلف ارائه می‌شود.

جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه تجهیزات و ابنیه مدارس شهرستان فیض آباد است. حجم نمونه آماری پژوهش حاضر بالغ بر ۴۲۷ مورد است که اطلاعات مربوط به آنها در سالهای ۱۳۸۸–۱۳۹۸ جمع آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

فرضیه پویا و توسعه نمودار علی – حلقوی

فرضیه پویا همان تئوری اولیه توضیح‌دهنده مسئله است که برآیند بینش‌های مدلساز است. به عبارت دیگر نقطه شروع در روش سیستم پویا از مسئله (به جای نظریه) است و به این ترتیب ساختار سیستم شناخته می‌شود (حاجی غلام سریزدی و همکاران، ۲۰۲۰). در روش سیستم پویا ارتباط بین پدیده‌ها به صورت فرآیندی وابسته به سایر متغیرها و براساس حلقه‌های بازخورد در نظر گرفته می‌شود. بنابراین هر معلول ضمن اثرپذیری از علل مختلف، ممکن است که بر یک یا چند علت تاثیر گذار باشد و اثر آن نیز به عنوان یک نتیجه پس از یک دوره زمانی در قالب بازخورد به آن علت ارجاع شود (استرمن، ۲۰۰۰). بازخورد دو نوع مثبت و منفی دارد. در بازخورد منفی، وضعیت سیستم به طور دائم با اهداف تعیین شده مقایسه و با شناخت انحرافات سعی در اصلاح و کاهش آن صورت می‌پذیرد. به این حلقه، در واقع حلقه تعادلی گفته می‌شود. اثر گذاری بازخورد مثبت، بر خلاف بازخورد منفی است در این حالت هر چه خروجی سیستم بیشتر شود،

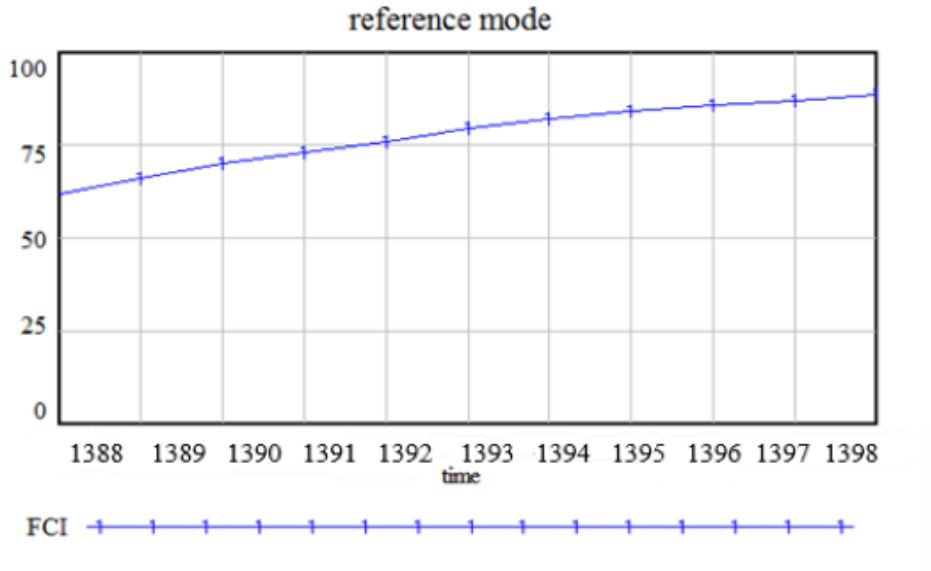
1. State Variables

2. Auxiliary Variables

باعث افزایش ورودی در مرحله بعد شده و به این ترتیب خروجی سیستم دائما رو به افزایش دارد به این حلقه، در اصطلاح حلقه خودتقویتی گفته می‌شود (استرمن، ۱۹۸۹). در ادامه، فرضیه‌های مدل، حلقه‌های پژوهش حاضر و نحوه ارتباط متغیرهای کلیدی تاثیرگذار پژوهش حاضر تشریح شده است.

فرضیه‌های مدل: مطالعه حاضر با در نظر گرفتن مبلغ ۱۰۰۰۰ ریال سرانه فعلی بودجه مدارس به ازای هر دانش آموز صورت گرفته است و به دلیل سیستم توزیع بودجه ممکن است که این میزان تغییر نماید. پس بودجه مدارس نیز تغییر خواهد کرد. افزون بر این مفهوم ارزش زمانی پول نیز در این پژوهش در نظر گرفته نشده است. از طرفی در مدل حاضر کمک‌های بلاعوض والدین و نهادهای مختلف در تامین بودجه مدارس در نظر گرفته نشده است و فرض می‌شود که تامین بودجه توسط دولت انجام می‌شود. هم چنین نوع مقاطع تحصیلی مدارس و افزون بر آن دخترانه یا پسرانه بودن مدارس نیز در این پژوهش تفکیک نشده است ولی شاید این تفاوت ها به نرخ خرابی مختلف و در نهایت نیازهای نگهداری متفاوت بیانجامد.

نمودار علی – حلقوی: از آنجا که در ارتباط با تجهیزات و ابنیه سه مسئله مهم مطرح است: ۱. تعمیرات و نگهداری ۲. بازسازی تجهیزات و ابنیه ۳. نوسازی با جایگزینی تجهیزات و ابنیه جدید به جای تجهیزات و ابنیه مستهلک شده. پس مدل پویای پژوهش حاضر نیز این سه اقدام را در قالب سه حلقه مهم آورده است که عبارتند از: بازسازی، نوسازی و تعمیرات و نگهداری. در ابتدا رفرنس مد شاخص وضعیت تجهیزات بر مبنای اطلاعات ۱۰ سال گذشته مدارس ترسیم و در شکل ۱ ارائه شده است.



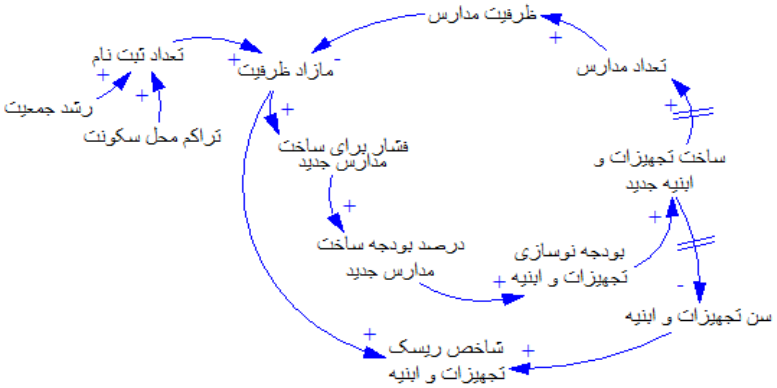
شکل ۱. رفرنس مد وضعیت تجهیزات

در ادامه سه حلقه یادشده در بالا به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است. در نمودارهای علت و معلولی پیکان ها نشان دهنده برای تاثیرگذاری متغیرها بر یکدیگر هستند و علامت های مثبت و منفی روی پیکان ها نیز نوع تاثیر را نشان می دهند. در حلقه بازسازی با افزایش شاخص ریسک تجهیزات و ابنیه، فشار برای افزایش بودجه بازسازی افزایش می‌یابد که این امر موجب افزایش درصد بودجه بازسازی می‌شود، بنابراین با این افزایش بودجه بازسازی افزایش و در نتیجه فعالیت‌های بازسازی نیز افزایش می‌یابد، البته نیازهای بازسازی هم بر فعالیت‌های بازسازی تاثیر مثبت دارد. با افزایش فعالیت‌های بازسازی، نتایج بازسازی افزایش می‌یابد و افزایش نتایج بازسازی شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه را کاهش می‌دهد که در واقع کاهش این شاخص بیانگر بهبود وضعیت آنها است. کاهش شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه منجر به کاهش تعداد تجهیزات و ابنیه مستهلک می‌شود و بنابراین درصد فروش تجهیزات و ابنیه مستهلک کاهش می‌یابد که این امر خود منجر به کاهش درآمد حاصل از فروش و نهایتا کاهش بودجه سرمایه‌ای و بالتبع کاهش بودجه بازسازی می‌شود. کاهش فعالیت‌های بازسازی نیز به دنبال کاهش بودجه رخ می‌دهد و نتایج بازسازی نیز کاهش خواهد یافت و در نتیجه کاهش نتایج

بازسازی، شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه افزایش می‌یابد که نشان دهنده وضعیت بدتر تجهیزات و ابنیه است. این روابط در شکل ۲ ارائه شده است.

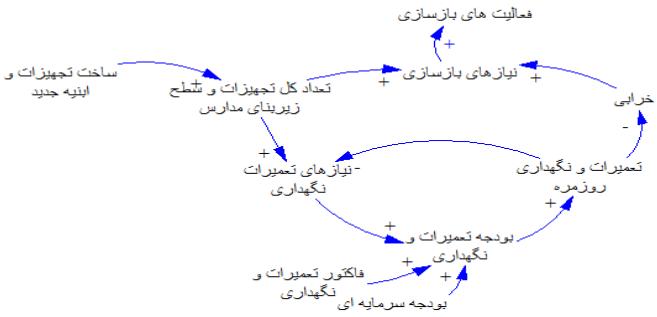
شکل ۲. حلقه بازسازی

در حلقه نوسازی افزایش رشد جمعیت و تراکم محل سکونت منجر به افزایش تعداد ثبت نام می‌شود و افزایش تعداد ثبت نام نیز منجر به ایجاد مازاد ظرفیت می‌شود که وجود مازاد ظرفیت نیز فشار برای ساخت مدارس جدید را افزایش می‌دهد که در نتیجه این امر درصد بودجه ساخت مدارس جدید افزایش می‌یابد و بنابراین بودجه نوسازی تجهیزات و ابنیه افزایش می‌یابد و با این افزایش ساخت تجهیزات و ابنیه جدید افزایش می‌یابد و در نتیجه این امر تعداد مدارس البته با تاخیر افزایش می‌یابد و افزایش تعداد مدارس نیز موجب افزایش ظرفیت مدارس می‌شود و افزایش ظرفیت نیز منجر به کاهش مازاد ظرفیت می‌شود. از سوی دیگر کاهش مازاد ظرفیت منجر به کاهش شاخص ریسک تجهیزات و ابنیه می‌شود. افزایش ساخت تجهیزات و ابنیه جدید نیز با تاخیر سن تجهیزات و ابنیه را کاهش می‌دهد و کاهش سن تجهیزات و ابنیه منجر به کاهش شاخص ریسک آنها می‌شود. این روابط در شکل ۳ نشان داده شده است.



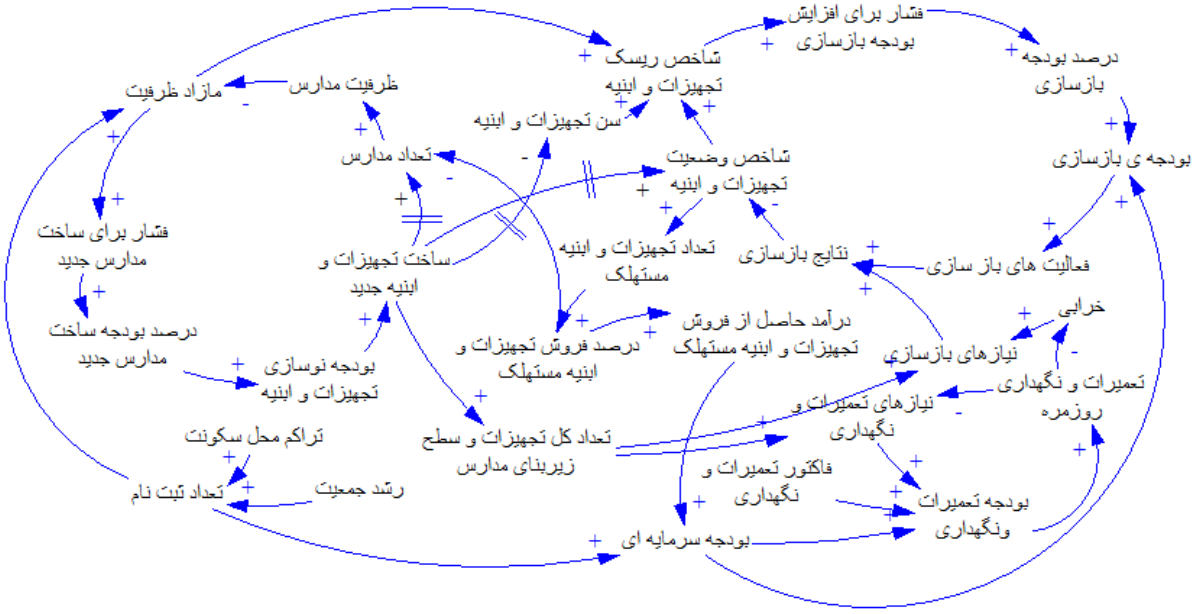
شکل ۳. حلقه نوسازی

در حلقه تعمیرات و نگهداری افزایش ساخت تجهیزات و ابنیه جدید منجر به افزایش تعداد کل تجهیزات و سطح زیربنای مدارس می‌شود و افزایش در تعداد تجهیزات و سطح زیربنا از یک طرف منجر افزایش نیازهای نوسازی می‌شود و از طرف دیگر موجب افزایش نیازهای تعمیرات و نگهداری می‌شود، به دنبال افزایش نیازهای تعمیرات، بودجه تعمیرات و نگهداری که البته تحت تاثیر دو متغیر دیگر فاکتور تعمیرات و نگهداری و بودجه سرمایه‌ای است افزایش می‌یابد و با افزایش بودجه تعمیرات و نگهداری نیز تعمیرات و نگهداری روزمره افزایش می‌یابد که این امر از یک سو موجب کاهش نیازهای تعمیرات و نگهداری می‌شود و از سوی دیگر موجب کاهش خرابی می‌شود و کاهش خرابی نیز منجر به کاهش نیازهای بازسازی می‌شود که این امر منجر به کاهش فعالیت‌های بازسازی و ادامه چرخه حلقه بازسازی ارائه شده در شکل ۴ می‌شود. این روابط در شکل ۴ به تصویر کشیده شده است.



شکل ۴. حلقه تعمیرات و نگهداری

نمودار علت و معلولی پژوهش که در شکل ۵ ارائه شده است تعامل سه حلقه یاد شده را نشان می‌دهد.



شکل ۵. نمودار علت و معلولی تحقیق

مدل سازی نمودار انباشت و جریان

معرفی متغیرها: در این قسمت به معرفی متغیرهای به کار رفته در نمودار انباشت و جریان پرداخته می‌شود.

۱. **شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه:** شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه (FCI) بیانگر وضعیت تجهیزات و ابنیه است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

$$FCI_{jt} = \frac{\text{Renewal cost of Facility } j \text{ at time } t}{\text{Facility } j \text{ Replacement Cost}} \quad (۱)$$

شاخص بالا نشان می‌دهد که تجهیزات در چه وضعیتی قرار دارند. در این فرمول Renewal cost of Facility j at time t هزینه تجدید تجهیزات و ابنیه و Facility j Replacement Cost هزینه جایگزینی آنها را نشان می‌دهد. مقدار کمتر آن بیانگر عملکرد بهتر تجهیزات و ابنیه است و هر چه مقدار آن افزایش یابد وضعیت تجهیزات و ابنیه نیز بدتر می‌شود. با استفاده از شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه می توان تجهیزات و ابنیه را در طیفی مطابق جدول ۱ جایگذاری کرد (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

جدول ۱. مقادیر شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه

وضعیت خوب	$0 < FCI < 5$
وضعیت متوسط	$5 < FCI < 10$
وضعیت ضعیف	$10 < FCI < 30$
وضعیت بحرانی	$FCI > 30$
وضعیت ممنوعیت تعمیر (اسقاطی)	$FCI > 65$

این تکنیک شرایط تجهیزات و ابنیه را در طیفی از خوب، متوسط، ضعیف، و بحرانی تعیین و بر آن اساس ضرورت تخصیص بودجه به منظور تعمیر و نگهداری و یا تعویض و در صورت مستهلک بودن فروش را تجویز می کند علاوه بر این میزان ریسک مرتبط با وضعیت تجهیزات و ابنیه نیز تعیین می‌شود. بالطبع تجهیزات و ابنیه گروه خوب دارای کمترین ریسک و تجهیزات و ابنیه موجود در گروه بحرانی بالاترین میزان ریسک را دارا هستند (هیوقز و پیرز، ۲۰۰۷). پس با توجه به این شاخص تجهیزات و ابنیه مورد استفاده مدارس در پنج دسته بالا قرار می گیرند. با گذر زمان وضعیت تجهیزات و ابنیه از خوب به وضعیت متوسط و ضعیف و بحرانی و درنهایت اسقاطی تغییر می‌کند، البته با توجه به انجام تعمیرات امکان حرکت برعکس در این مسیر هم وجود دارد این امر توسط بازسازی سطح ۱ و ۲ نشان داده شده است. لذا فرمولهای مورد استفاده به شرح زیر است:

$$FCI_{good} = \int_0^t (NC - D12)ds + FCI_{good}(t_0) \quad (۲)$$

در فرمول بالا NC ساخت تجهیزات و ابنیه جدید است که ورودی تجهیزات و ابنیه در وضعیت خوب است.

$FCI_{good}(t_0)$ تعداد تجهیزات و ابنیه در وضعیت خوب در زمان صفر است و $D12$ نیز بیانگر خرابی تجهیزات و ابنیه است که منجر به انتقال تجهیزات و ابنیه در وضعیت خوب به وضعیت متوسط می‌شود (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶). $D12$ نیز از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$D12 = EDR * FCI_{good} \quad (۳)$$

که EDR نیز نرخ استهلاک تجهیزات و ابنیه است و از تقسیم سرمایه CA بر طول عمر LS بدست می آید. تعدادی از این تجهیزات و ابنیه با گذر زمان شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه آنها افزایش می‌یابد و لذا به شاخص وضعیت متوسط می رسند برای محاسبه این متغیر انباشت از فرمول زیر استفاده می‌شود (موسوی اهرنجانی و همکاران، ۱۳۸۶):

$$FCI_{fair} = \int_0^t (D12 + RL1 + RL2 - D23)ds + FCI_{fair}(t_0) \quad (۴)$$

$D23$ نیز بیانگر خرابی تجهیزات و ابنیه است و تجهیزات و ابنیه را از وضعیت متوسط به ضعیف سوق می‌دهد و مشابه $D12$ محاسبه می‌شود.

در فرمول بالا $RL1$ بیانگر تجهیزات و ابنیه‌ای است که با انجام تعمیرات وضعیت آنها بهبود یافته و بنابراین از شاخص وضعیت ضعیف به متوسط انتقال داده شده‌اند (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶). برای محاسبه $RL1$ نیز از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$RL1 = \frac{\%RL1 * RB}{FCI_{poor-fair} * \$FRC} \quad (۵)$$

که در این فرمول $\%RL1$ درصد بازسازی سطح یک، RB میزان بودجه بازسازی، $FCI_{poor-fair}$ بیانگر اختلاف دو شاخص وضعیت متوسط و ضعیف تجهیزات و ابنیه و در نهایت $\$FRC$ نیز هزینه جایگزینی تجهیزات و ابنیه است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۵). به طور مشابه $RL2$ نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$RL2 = \frac{\%RL2 * RB}{FCI_{critical-fair} * \$FRC} \quad (۶)$$

در این فرمول $\%RL2$ درصد بازسازی سطح دوم است. متغیر انباشت تجهیزات و ابنیه در وضعیت ضعیف نیز با توجه به مطالب بالا به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$FCI_{poor} = \int_0^t (D23 - D34 - RL1)ds + FCI_{poor}(t_0) \quad (۷)$$

در فرمول بالا $D23$ و $D34$ بیانگر خرابی تجهیزات و ابنیه در وضعیت‌های مختلف است و $FCI_{poor}(t_0)$ مقدار تجهیزات و ابنیه در وضعیت ضعیف در زمان صفر است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

متغیر انباشت تجهیزات و ابنیه در وضعیت بحرانی نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$FCI_{critical} = \int_0^t (D34 - D45 - RL2)ds + FCI_{critical}(t_0) \quad (۸)$$

در این فرمول $D45$ بیانگر خرابی تجهیزات و ابنیه بوده و $FCI_{critical}(t_0)$ تجهیزات و ابنیه در وضعیت بحرانی در زمان صفر را نشان می‌دهد (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

نهایتا تجهیزات و ابنیه در وضعیت اسقاطی با استفاده از فرمول زیر بدست می آید:

$$FCI_{PTR} = \int_0^t (D45 - FS)ds + FCI_{PTR}(t_0) \quad (۹)$$

در فرمول بالا FS بیانگر فروش تجهیزات و ابنیه مستهلک است و $FCI_{PTR}(t_0)$ تجهیزات و ابنیه اسقاطی در زمان صفر است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

۲. هزینه‌های دوره عمر[1]: تعدادی از فعالیت‌های خاص انسان مانند صنعتی شدن و شهرنشینی باعث اثرات جبران ناپذیر زیست محیطی می‌شوند. بنابراین، توسعه پایدار، که هدف آن اطمینان از حفظ محیط زیست برای نسل های آینده در ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی پایدار است، مورد توجه قرار گرفته است (سیب، ۱۹۹۹). بنابراین به طور گسترده تحقیقاتی برای توسعه روش‌ها و ابزارهایی برای ارزیابی پایداری ساختمان ها با توجه جنبه های زیست محیطی انجام شد. ارزیابی هزینه دوره عمر

1. Life cycle costing (LCC)

در واقع روشی است که به این چارچوب پایبند است. از سوی دیگر بسیاری از سیستم‌های هزینه‌های حسابداری سنتی منجر به تصمیمات سرمایه گذاری نادرست به لحاظ عدم توجه به هزینه‌های محیطی می‌شوند (کیت، ۱۹۹۵). یک مشکل این است که سیستم حسابداری سنتی به مواردی چون محیط، اجتماع و هزینه‌ها و منافع اقتصادی در طول عمر یک محصول توجه نمی کند. یک راه برای حل این مشکل، استفاده از هزینه‌های دوره عمر که شامل کل هزینه‌های مالکیت است، است (ایی[1]، ۲۰۰۰). یکی از مهم ترین عوامل در تعیین عمر اقتصادی تجهیزات و ابنیه، هزینه‌های ناشی از آن است. پس تا زمانی که جایگزینی تجهیزات و ابنیه نو به صرفه نباشد، بایستی از تجهیزات و ابنیه موجود استفاده کرد. اما در هزینه‌های تجهیزات و ابنیه نباید تنها هزینه خرید آنها را در نظر گرفت بلکه باید هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم آن را در تمام طول عمرش نیز منظور شود. هزینه‌های نگهداری و تعمیرات و جایگزینی تجهیزات و ابنیه بسیار بالاست بنابراین سازمان باید افزون بر هزینه‌های اولیه به هزینه‌هایی که در آینده در ارتباط با آن نیز ایجاد خواهد شد نیز توجه کند (یوسفی، رمضانی، طاهری، شریفی، ۱۳۹۰). مدل‌های هزینه چرخه عمر عمدتا دو نوع تصمیم گیری را پشتیبانی می‌کند: (۱) تصمیمات در سطح شبکه: معمولا شبکه مشتمل بر تمام اجزای دارایی رقابت، به عنوان مثال سقف، پنجره ها، فونداسیون، پل ها، پیاده رو و غیره است. ترکیب بهینه تجدید این اجزا در هر سال مد نظر است (۲) تصمیم‌گیری در سطح پروژه: در این روش درباره تجدید یکی از اجزا در یک زمان مشخص تصمیم گیری می‌شود (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶). در این پژوهش هزینه چرخه عمر در سطح شبکه مورد استفاده قرار گرفته است که از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$LCC = \int_0^t (\$M + \$R + \$NC) \qquad (۱۰)$$

در فرمول بالا $\$M$ هزینه تعمیرات و نگهداری، $\$R$ هزینه بازسازی (سطوح یک و دو) و $\$NC$ هزینه نوسازی است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

۳. منابع مازاد: علاوه بر شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه و هزینه چرخه عمر، متغیر حالت دیگری در مدل تحت عنوان «منابع مازاد» وجود دارد که به جهت ذخیره بودجه مازاد سالانه برای سرمایه گذاری در سال بعد در نظر گرفته شده است. مبالغ مازاد با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Residual Fund} = \int_0^t Residual\ (Annual) - reinvest \qquad (۱۱)$$

در فرمول بالا $Residual\ (Annual)$ مبالغ اضافی سالانه و $reinvest$ نیز بیانگر سرمایه گذاری مجدد است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

۴. شاخص ریسک تجهیزات و ابنیه: شاخص ریسک تجهیزات و ابنیه[2] به طور کلی بر اساس احتمال ریسک تجهیزات و ابنیه در شاخص های وضعیتهای متفاوت تعیین می شود، بنابراین شبکه‌ای که بیش از حد ظرفیت کاربر داشته باشد و یا اینکه عمر تجهیزات و ابنیه شبکه بیشتر باشد، ریسک بالاتری خواهد داشت. پس در مدارس پر جمعیت میزان شاخص ریسک بیشتر خواهد بود و هم چنین در مدارس قدیمی تر نیز شاخص ریسک بالاتر خواهد بود. این شاخص با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

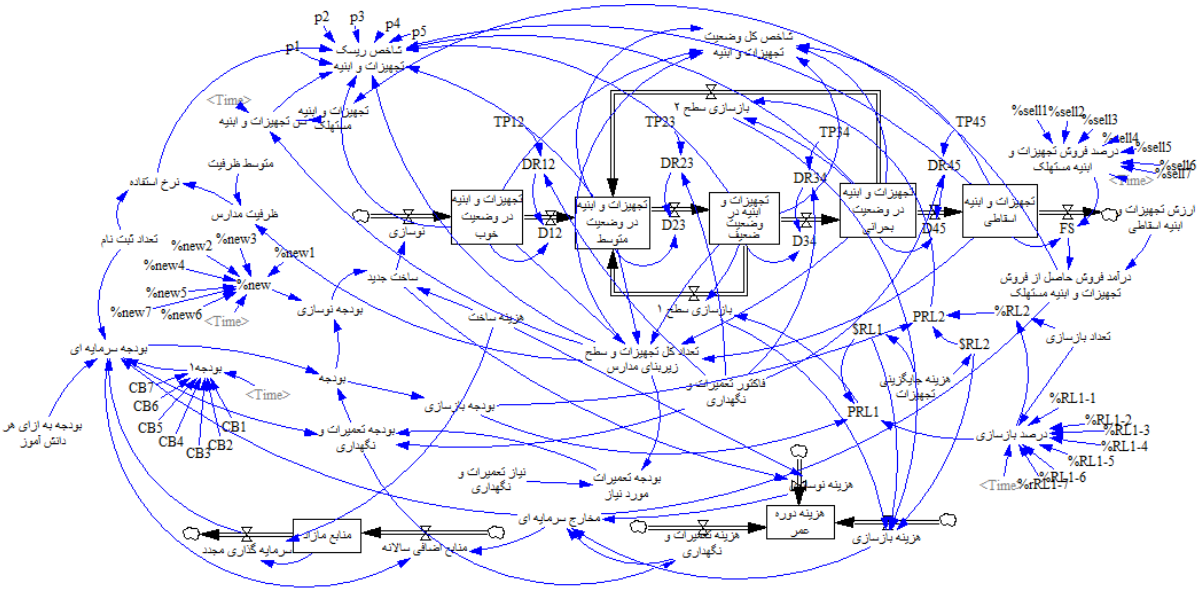
$$FRI = \left[\left(\frac{FCI_{jt}}{N_{Total}}\right) * P_j\right] * UR_{\ t} * \frac{Network\ Age}{100} \qquad (۱۲)$$

در فرمول بالا $\mathrm{FCI_{jt}}$ شاخص های وضعیت مختلف تجهیزات و ابنیه، $\mathrm{N_{Total}}$ تعداد کل، $\mathrm{P_j}$ احتمال خرابی تجهیزات و ابنیه، $\mathrm{UR_t}$ نرخ استفاده که از تقسیم تعداد ثبت نام بر تعداد ظرفیت مدارس بدست می آید و نهایتا Network Age سن شبکه تجهیزات و ابنیه است (راشدی و حجازی، ۲۰۱۶).

نمودار انباشت و جریان: مدل انباشت و جریان پژوهش حاضر در شکل ۶ نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که مدل زیر برگرفته از مطالعه راشدی و حجازی (۲۰۱۶) است.

1. Aye

2. facility risk index (FRI)

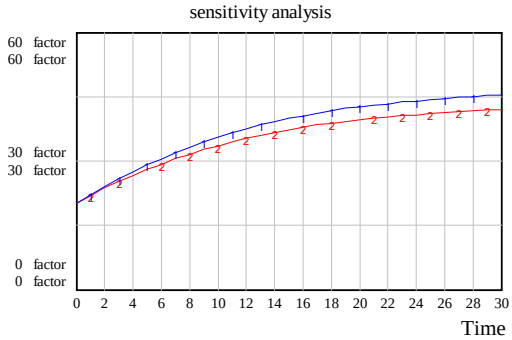


شکل ۶. نمودار انباشت و جریان پژوهش

در ادامه نتایج پژوهش در سه بخش اعتبار سنجی مدل، آزمون حساسیت و ارائه سناریوها و سیاست‌های مختلف به شرح زیر صورت گرفته است.

بررسی اعتبار مدل

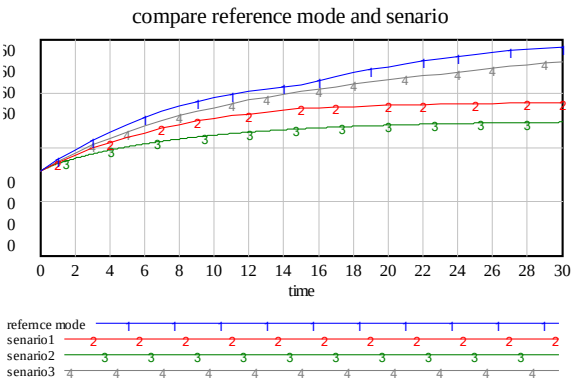
اعتبار سنجی نمودار انباشت–جریان بخش مهمی از فرآیند پژوهش است زیرا اعتبار مدل از نظر تطابق با واقعیت تایید شود. در این پژوهش نیز اعتبار سازی بر اساس آزمون تحلیل حساسیت صورت گرفته است. در این آزمون تغییر کوچکی در متغیرهای ورودی مسئله ایجاد شود، رفتار متغیرها نباید تفاوت چندانی نشان دهند. در اینجا به عنوان نمونه مقدار هزینه جایگزینی تجهیزات و ابنیه به میزان ۴۰ درصد تغییر داده شده و نتیجه آن بر روی شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷. تحلیل حساسیت

منبع: یافته‌های پژوهش

باز تولید رفتار رفرنس مد مربوط به وضعیت تجهیزات و ابنیه در شکل ۸ ارائه شده است. همان گونه که در این شکل مشخص است تمامی سناریوها از رفتار رفرنس مد تبعیت می‌کنند.



شکل ۸. مقایسه رفتار مدل و رفرنس مد

منبع: یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش

در این بخش ابتدا اطلاعات توصیفی از تجهیزات و ابنیه مورد بررسی ارائه شده است و در ادامه نتایج شبیه‌سازی مدل پژوهش در افق ۳۰ ساله در سناریوها و سیاست‌های مختلف ارائه شده است.

تعداد کل تجهیزات و ابنیه مورد بررسی ۴۲۷ مورد بوده است که وضعیت این تجهیزات و ابنیه در شکل ۹ نشان داده

شده است. تجهیزات و ابنیه مورد بررسی در مدارس شامل ساختمان (به عنوان مثال در، پنجره، راه پله، حیاط و غیره)، و لوازم جانبی (به عنوان مثال سیستم سرمایشی و گرمایشی، میز و صندلی، تریبون و غیره) است. وضعیت تجهیزات و ابنیه مدارس مورد بررسی بیانگر آن است که ۳٪ در وضعیت خوب، ۳۲٪ در وضعیت متوسط، ۵۰٪ در وضعیت ضعیف، ۱۰٪ در وضعیت بحرانی و تقریبا ۵٪ در وضعیت اسقاطی قرار داشته است.

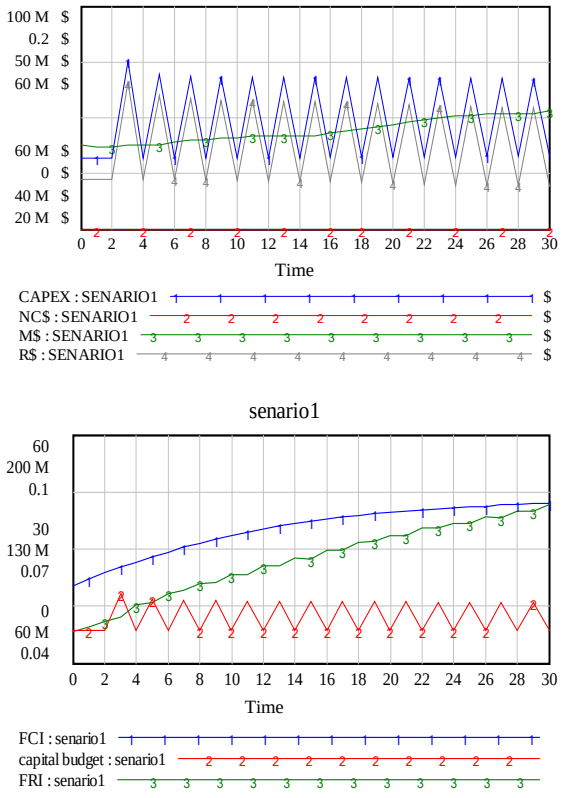
شکل ۹. وضعیت تجهیزات و ابنیه مدارس

منبع: یافته‌های پژوهش

طراحی سناریوها و سیاست‌های پژوهش

سناریوهای اعمال شده در مدل سیستم پویای پژوهش عبارت اند از: ۱. ثابت بودن تعداد ثبت نام ۲. افزایش تعداد ثبت نام ۳. کاهش تعداد ثبت نام. البته لازم به یادآوری است که در هر سناریو دو سیاست شامل ۱. افزایش نوسازی تجهیزات و ابنیه و ۲. افزایش تعمیرات و نگهداری تجهیزات و ابنیه نیز مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مدل بالا با سناریوهای بیان شده در افق ۳۰ ساله شبیه‌سازی شده است که در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد.

۲. سناریوی ثابت بودن تعداد ثبت نام: در این سناریو تعداد دانش آموزان بدون تغییر فرض می‌شود. نتایج حاصله از اعمال این سناریو در شکل ۱۰ ارائه شده است. همان طور که در نمودار سمت چپ شکل ۹ مشخص است شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه از حدود سال ۲۰ شروع شده یعنی در ابتدا تجهیزات و ابنیه وضعیت ضعیف داشته اند و به مرور با گذشت زمان شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه در انتهای دوره در حدود سال ۲۸ به حدی رسیده است که بیانگر بحرانی شدن وضعیت تجهیزات و ابنیه است. پیرو آن شاخص ریسک تجهیزات و ابنیه نیز در طی دوره با افزایشی تقریبا از ۰,۰۴ به ۰,۰۸ همراه بوده است، زیرا تعداد تجهیزات و ابنیه جدید ساخته شده نمی تواند به طور کامل تاثیرات روند خرابی تجهیزات و ابنیه را حذف کند. وضعیت بودجه سرمایه‌ای نیز نشان می‌دهد که در این فاصله زمانی، تغییرات میزان بودجه حداقل بوده است.



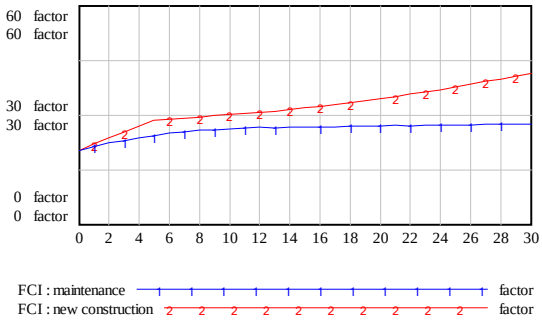
شکل ۱۰. نتایج سناریوی ثابت بودن تعداد ثبت نام

منبع: یافته‌های پژوهش

هزینه‌های مربوط به روند ثابت نیز در سمت راست شکل ۱۰ ارائه شده است. مخارج سرمایه‌ای واقعی (CAPEX) نیز تقریبا بدون تغییر در کل دوره وجود دارد. این مخارج در برگیرنده سه جزء مشتمل بر هزینه نوسازی (NC$)، هزینه بازسازی(R$) و هزینه تعمیرات و نگهداری (M$) است. هزینه

بازسازی نیز به موازی مخارج کل در دوره به صورت تقریبا بدون تغییر برقرار است. هزینه نوسازی نیز ناچیز بوده زیرا ساخت تجهیزات و ابنیه جدید نیازمند بودجه بیشتری نسبت به دو هزینه دیگر است. هزینه تعمیرات و نگهداری نیز روند صعودی را تا پایان دوره طی کرده است زیرا به مرور گذشت زمان باعث مستهلک شدن تجهیزات و ابنیه می‌شود و بنابراین هزینه تعمیرات آنها افزایش خواهد یافت.

در سناریو ثابت بودن تعداد ثبت نام، دو سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج این دو سیاست بر شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه در شکل ۱۱ ارائه شده است.

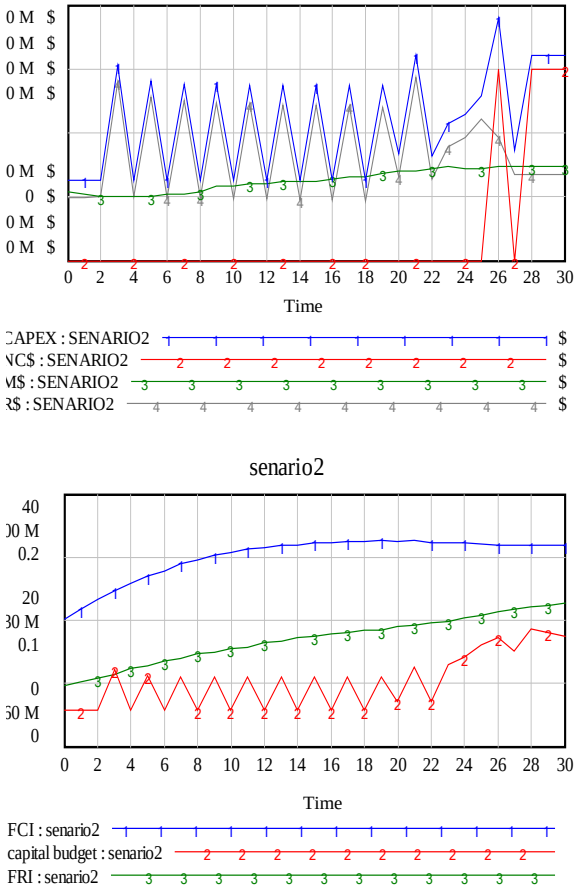


شکل ۱۱. نتایج اعمال سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری در سناریوی ثابت بودن تعداد ثبت نام

منبع: یافته‌های پژوهش

همان گونه که در شکل ۱۱ نیز مشخص است، با اجرای دو سیاست افزایش نوسازی و یا افزایش تعمیرات و نگهداری در هر دو مورد شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه بهبود یافته است ولی چنانچه در روند ثابت تعداد ثبت نام، مدارس بیشتر به انجام فعالیت‌های تعمیرات و نگهداری بپردازند، شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه وضعیت بهتری را نشان می‌دهد. بنابراین انجام تعمیرات بایستی در اولویت مدارس قرار گیرد.

۲. سناریوی افزایش تعداد ثبت نام: در این سناریو فرض می‌شود که تعداد دانش آموزان در طی دوره ۳۰ ساله افزایش خواهد یافت. نمودارهای مربوط به نتایج این سناریو در شکل ۱۲ ارائه شده است.



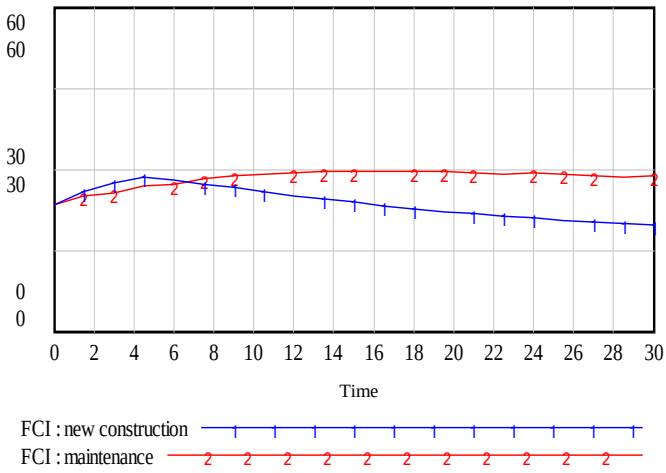
شکل ۱۲. نتایج سناریوی روند افزایش تعداد ثبت نام

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نمودار سمت چپ شکل ۱۲ مشاهده می‌شود که روند شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه از وضعیت ضعیف با افزایش استفاده در انتهای دوره به وضعیت بحرانی رسیده است و دلیل این امر افزایش خرابی تجهیزات و ابنیه در نتیجه افزایش نرخ استفاده است. افزایش نرخ استفاده موجب افزایش میزان ریسک تجهیزات و ابنیه نیز شده است و این افزایش ریسک از سال ۲۲ شیب تندتری به خود گرفته است. بودجه سرمایه‌ای نیز از سال ۲۲ رو به افزایش گذاشته است. در نمودار سمت راست شکل ۱۲ هزینه‌ها با در نظر گرفتن روند افزایشی تعداد دانش آموزان ترسیم شده است. پیک هزینه‌ها از سال ۲۲ شروع شده است. تا این جا هزینه بازسازی به موازات مخارج تغییر می کرد ولی از اینجا به بعد کاهش یافته و به جای آن هزینه نوسازی افزایش چشمگیر داشته است نکته قابل توجه در اینجا این است که در ساخت تجهیزات و ابنیه جدید یک تاخیر ۵ ساله وجود

دارد و بنابراین کاهش هزینه‌های بازسازی نیز با تاخیر روی می‌دهد. پس با توجه به روند افزایش بیشتر نرخ استفاده، تجهیزات و ابنیه خرابی بیشتر داشته است و باید از آن سال مبلغ چشمگیری صرف ساخت تجهیزات و ابنیه جدید گردد. روند افزایش هزینه‌های تعمیرات و نگهداری نیز با شیب کمتری برقرار است.

در سناریو افزایش تعداد ثبت نام، دو سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج این دو سیاست بر شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه در شکل ۱۳ ارائه شده است.

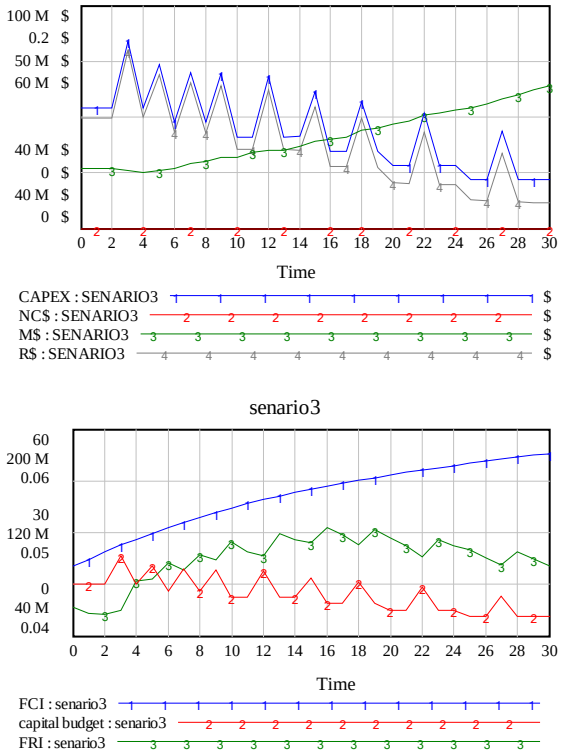


شکل ۱۳. نتایج اعمال سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری در سناریوی روند افزایش تعداد ثبت نام

منبع: یافته‌های پژوهش

همان طور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود اجرای فعالیت‌های نوسازی بیشتر و یا افزایش تعمیرات و نگهداری تجهیزات و ابنیه منجر به ارتقای وضعیت تجهیزات و ابنیه می‌شود ولی افزایش نوسازی در این سناریو منجر به نتایج بهتری نسبت به افزایش تعمیرات و نگهداری می‌شود. بنابراین در این سناریو افزایش نوسازی انتخاب بهتری خواهد بود.

۳. سناریوی کاهش تعداد ثبت نام: در این سناریو فرض می‌شود که تعداد دانش آموزان روند کاهشی داشته باشد. نتایج این سناریو در شکل ۱۴ ارائه شده است.



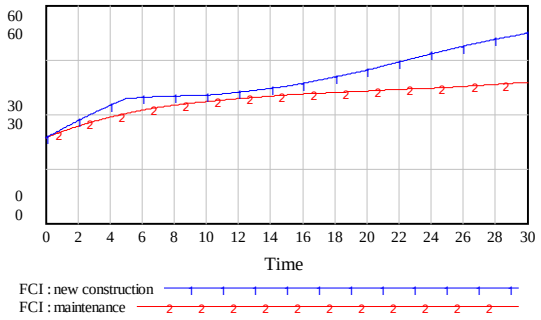
شکل ۱۴. نتایج سناریوی روند کاهش تعداد ثبت نام

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نمودار سمت چپ شکل ۱۴ که بیانگر روند کاهش تعداد دانش آموزان است، شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه در کل دوره شبیه سازی در حال افزایش است که این به خاطر کاهش بودجه و در نتیجه کاهش رسیدگی به تجهیزات و ابنیه است بنابراین در این نمودار وضعیت تجهیزات و ابنیه از ضعیف در ابتدای دوره به وضعیت بحرانی در انتهای دوره رسیده است. میزان ریسک نیز در ابتدا با افزایش و در نهایت با کاهش روبرو بوده است البته میزان تغییرات شاخص ریسک بسیار ناچیز بوده است و کاهش آن به دلیل کاهش تعداد دانش آموزان و در نتیجه کاهش استفاده از تجهیزات و ابنیه بوده است. روند بودجه سرمایه‌ای نیز به دلیل کاهش تعداد دانش آموزان در کل دوره شبیه سازی با کاهش مواجه بوده است. هزینه‌های مربوط به روند کاهش تعداد دانش آموزان نیز در نمودار سمت راست شکل ۱۴ ارائه شده است. همان طور که در شکل نیز مشخص است هزینه‌ها روند کاهشی دارد و هزینه ای برای ساخت تجهیزات و ابنیه جدید در نظر گرفته نشده است ولی هزینه تعمیرات و نگهداری با گذشت زمان روند افزایشی به خود می گیرد، بنابراین

در این زمان که تجهیزات و ابنیه جدید ساخته نمی‌شود هزینه تعمیرات افزایش خواهد داشت. هزینه بازسازی نیز در طی دوره در حال کاهش است.

در سناریو کاهش تعداد ثبت نام، دو سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج این دو سیاست بر شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه در شکل ۱۵ ارائه شده است.



شکل ۱۵. نتایج اعمال سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری در سناریوی روند کاهش ثبت نام

منبع: یافته‌های پژوهش

همان گونه که در شکل ۱۵ مشخص است اجرای دو سیاست یادشده در بالا منجر به بهبود شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه شده است ولی انجام تعمیرات و نگهداری بیشتر نتایج بهتری در شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه داشته است پس استفاده از سیاست افرایش تعمیرات و نگهداری در سناریوی کاهش تعداد ثبت نام، موثرتر خواهد بود.

بحث و نتیجه گیری

مقاله حاضر با هدف بررسی بودجه‌بندی مدارس تحت شرایط متفاوت روند تعداد دانش آموزان انجام گرفته است. رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها جهت مطالعه به کار برده شده است. ابتدا نمودار علت و معلولی و سپس نمودار انباشت و جریان ترسیم گردیده و سپس سناریوهای مختلف در مدل اعمال شده است. ۵۰٪ تجهیزات و ابنیه فعلی مدارس مورد بررسی در وضعیت ضعیف قرار داشته است، بنابراین در کلیه سناریوهای مورد بررسی، می باید اقدام به نوسازی تجهیزات و ابنیه کرد. پس از اعتبار سنجی مدل، سناریوهای مختلف از قبیل ثابت بودن روند فعلی ثبت نام دانش آموزان، افزایش تعداد ثبت نام دانش آموزان و کاهش تعداد ثبت نام دانش آموزان اعمال و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته است. داده های پژوهش از اداره آموزش و پرورش شهرستان فیض آباد از توابع استان خراسان رضوی گردآوری شده است. ولی از آنجا که بودجه فعلی مدارس بر مبنای تعداد دانش آموزان تخصیص داده می‌شود؛ تنها در سناریوی افزایش تعداد دانش آموزان، بودجه ای برای نوسازی تجهیزات و ابنیه در اختیار مدارس قرار داده می‌شود. لذا شیوه بودجه‌بندی بر مبنای تعداد دانش آموزان به تنهایی نمی تواند نیازهای مدارس را تامین کند بلکه باید به وضعیت تجهیزات و ابنیه نیز در اعطای بودجه توجه کند. نتایج مطالعه حاضر از جهت کارآمدی ابزار سیستم پویا با نتایج تحقیقات راشدی و حجازی (۲۰۱۶) و راشدی و حجازی (۲۰۱۵) هم خوانی دارد و از جهت افزایش هزینه در نتیجه اعمال نوسازی با مطالعه ویلکنز و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. ولی در مطالعه برون و لاومت (۲۰۱۶) با استفاده از تکنیک بهینه سازی مقدار پولی هزینه‌های نوسازی و یا تعمیرات مشخص شده است ولی پژوهش آنها وضعیت موجود را مورد توجه قرار داده و انتظار ثبات آن را دارد ولی پژوهش حاضر در افق بلندمدت ۳۰ ساله اقدام به بررسی سناریوهای مختلف کرده است. افزون بر این تجزیه و تحلیل ناشی از اجرای دو سیاست افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری در هر سه سناریو بیانگر بهبود شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه بوده است.

پیشنهادهای پژوهش

در این قسمت پیشنهاداتی در راستای نتایج پژوهش حاضر و علاوه بر آن پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ارائه شده است. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر در سناریوی ثابت بودن تعداد ثبت نام پیشنهاد می‌شود که بودجه سرمایه‌ای کافی در اختیار مدارس قرار گیرد تا در دوره مورد بررسی شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه بهبود یابد و همزمان شاخص ریسک نیز کاهش یابد. در پژوهش حاضر این امر در همین سناریو با افزایش نوسازی و افزایش تعمیرات و نگهداری مورد بررسی قرار گرفته است و مشخص شد که در هر دو مورد، شاخص وضعیت تجهیزات و ابنیه بهبود می‌یابد البته میزان این بهبود در نتیجه افزایش تعمیرات و نگهداری بیشتر است. پس چنانچه روند ثبت نام ثابت باشد، طبق یافته‌های پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود که اقدامات تعمیرات و نگهداری بایستی در اولویت مدیران مدارس قرار گیرد. چنانچه روند تعداد ثبت نام افزایشی در نظر گرفته شود، به دلیل بالا رفتن نرخ استفاده از تجهیزات و ابنیه، شاخص ریسک نیز افزایش بیشتری را نشان می‌دهد. مطابق یافته‌های پژوهش حاضر در این سناریو، استفاده از سیاست افزایش نوسازی تجهیزات و ابنیه در مقایسه با سیاست افزایش تعمیرات و نگهداری منجر به نتایج مطلوب‌تری در شاخص

وضعیت تجیزات و ابنیه می‌شود و در این صورت ریسک نیز کاهش می‌یابد. بنابراین به مدیران مدارس پیشنهاد می‌شود در صورت افزایش تعداد ثبت نام از سیاست نوسازی تجهیزات و ابنیه استفاده کنند. یافته‌های پژوهش حاضر در سناریوی کاهش تعداد ثبت نام بیانگر آن بوده است که استفاده از الگوی تعیین بودجه بر مبنای تعداد ثبت نام منجر به روند کاهشی بودجه در دوره ۳۰ ساله شبیه سازی می‌شود، لذا این کاهش بودجه منجر به بدتر شدن وضعیت شاخص تجهیزات و ابنیه در گذر زمان می‌شود. در این سناریو نتیجه دو سیاست ۱) افزایش تعمیرات و نگهداری و ۲) افزایش نوسازی نیز مورد بررسی قرار گرفته است و با توجه به نتایج حاصله مشخص شده است که در صورت کاهش روند تعداد ثبت نام، چنانچه از سیاست افزایش تعمیرات و نگهداری تجهیزات و ابنیه استفاده شود، نتایج بهتری برای سیستم ایجاد می‌شود. بنابراین به مدیران پیشنهاد می‌شود که در سناریوی کاهش تعداد ثبت نام از افزایش تعمیرات و نگهداری تجهیزات و ساختمان‌ها غافل نشوند.

مطالعه حاضر با در نظر گرفتن مبلغ ۱۰۰۰۰ ریال سرانه بودجه به ازای هر دانش آموز صورت گرفته است و به دلیل سیستم توزیع بودجه ممکن است که این میزان تغییر نماید. لذا بودجه مدارس نیز تغییر خواهد کرد که این یکی از محدودیت‌های مدل است که چنانچه در تحقیقات بعدی مرتفع شود، به قوت مدل می افزاید. از طرفی در مدل حاضر کمک‌های بلاعوض والدین و نهادهای مختلف در تامین بودجه مدارس در نظر گرفته نشده است و فرض می‌شود که تامین کل بودجه مدارس توسط دولت انجام می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی این مورد هم به مدل افزوده شود. هم چنین نوع مقاطع تحصیلی مدارس و علاوه بر آن دخترانه یا پسرانه بودن مدارس نیز در این پژوهش تفکیک نشده است بنابراین جهت توسعه مدل پیشنهاد می‌شود که به این تفاوت‌ها هم در مدل پرداخته شود. افزون براین پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی مفهوم ارزش زمانی پول نیز در توسعه مدل مد نظر قرار گیرد. از سوی دیگر مطالعه حاضر نشان داد که مدل سیستم پویای پژوهش حاضر ابزار مناسبی برای بررسی بودجه مدارس شهرستان فیض آباد بوده است، پس پیشنهاد می‌شود که این مدل برای سایر ادارات نیز به کار برده شود. افزون بر این می توان از این مدل برای حوزه های دیگر نیز استفاده کرد.

References

Ahangaran, A. (2000). Investigating the position of school-based management from the perspective of school principals in the four districts of Shiraz. *Master Thesis in Educational Sciences and Psychology*. (In Persian).

Akbari Moghaddam, B; Khalil Araghi, M; Rajabi Moghaddam, M. (2010). Examining Application of Complicated Capital Budgeting Techniques in the Petrochemical Industry. *Journal of Development and Evolution Management*. 2(4): 1-4. (In Persian).

Arefmanesh, Z; Panahi, M; Bani asadi, I. (2020). Analysis of the Relationship between Budgetary Planning and Resource Allocation: the Emphasis Moderating Role of Performance Management (Case Study: Municipality of Isfahan). *Biannual Journal of Scientific Governmental Accounting*, 7 (1(13)): 195-208. (In Persian).

Atrian, N. (2001). Examining ways of achieving the goals of a school-based of the views of teachers and administrators in Zarinshahr city. *Research council of the education organization of Isfahan province*. (In Persian).

Aye , L; Bamford , N; Charters , B; Robinson, J .(2000) .Environmentally sustainable development: a life-cycle costing approach for a commercial oKce building in Melbourne, Australia .*Construction Management and Economics*. 18: 927-934.

Azar, A.; Zahedi, Sh; Amirkhani, T. (2010). A Model for Implementing Performance-Based Budget: A System Dynamics Approach. *Iranian Journal of Management Sciences*. 5(18): 29-53. (In Persian).

Bruun , M; Laumet, P .(2016) .Managing asset maintenance needs and reaching performance goals within budgets . *Transportation Research Procedia*. 14: 2976-2984.

CIB .(1999) .*Agenda 21 on Sustainable Construction* .Rotterdam, Netherlands : CIB Publication Report 237.

Deaton, M; Winebrake, J .(2000) .Dynamic Modeling of Enviromental Systems . *Photosynthetica.* 38(3): 93-107.

Ecem Yildiz, A; Dikmen, I; Talat Birgonul, M. (2020). Using system dynamics for strategic performance management in construction. *Journal of Management in Engineering*, *36*(2), 04019051.

Elhakeema, A; Hegazy, T .(2012) .Building asset management with deficiency tracking and integrated life cycle optimisation . *Structure and Infrastructure Engineering*. 8(8): 729-738.

ElHarakany, R. A; Moscardini, A; Khalifa, N. M; Abd Elghany, M. M; Abd Elghany, M. M. (2021). The Use of Systems Dynamics in the Analysis of Facilities Management Affecting the Quality of Higher Education in Egypt. In *Handbook of Research on Modeling, Analysis, and Control of Complex Systems* (pp. 111-133). IGI Global.

Faghfori Azar, A; Bakui, F; Mahdavi Adeli, M. H; Radfer, R; Afshar Kazemi, M. A; (2019). Designing a dynamic model for social capital analysis with a systems dynamics approach. *Social capital management*. 6 (4): 445-473. (In Persian).

Girardi, D; Giacomello , B; Gentili, l .(2011) . Budgeting Models and System Simulation: A Dynamic approach .*Available at SSRN:* http://ssrn.com/abstract=1994453.

Ghaffarpanah, M; Hosseinzadeh, M; Kazemi, A. (2020). Modeling the Waste Disposal System of Isfahan City Using System Dynamics Approach. *Modern Researches In Decision Making*, 5(2), 81-109. (In Persian).

Guna, m.(2012) .A guide for building hospital simulation models .*Health Systems.*1: 17-25.

Harrison , J; Lin , Z; Carroll, G; Carley , K . (2007) .Simulation modeling in organizational and management research . *Acad Manag Rev.* 32: 1229-1245.

Haji Gholam Saryazdi, A; Rajabzadeh Ghatari, A; Mashayekhi, A. and Hassanzadeh, A. (2020), "Designing a qualitative system dynamics model of crowdfunding by document model building", Qualitative Research in

Financial Markets, Vol. 12 No. 2, pp. 197-224. (In Persian)

Hughes, D; pears, t .(2007) .Condition Based Risk Management, a process to link engineering knowlede and practical experince to investment planing-an update .*19th international conference on electricity distribution(1-4)* .(Vienna).

Jalalabadi, A; Seyyed Nourani, S; Sannei, M; (2005). The Effect the Improvement of Categorizing Country's Budget Item on Universities Budgeting (Affiliated to Ministry of S.R.T.). *Journal of Research and Planning In Higher Education*. 11(2): 102-125. (In Persian)

Kang, S; Kim, S. (2019). A System Dynamics Model for Evaluation of Maintenance Cost Policy in Deteriorated School Building. *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, *35*(12), 181-188.

Kang, S; Kim, S; Kim, S; Lee, D. (2020). System Dynamics Model for the Improvement Planning of School Building Conditions. *Sustainability*, *12*(10), 4235.

Karnon J, S. J .(2012) .ISPOR-SMDM Modeling Good Research Practices Task Force .*Value Health.* 15: 701-711.

Keramati, M; Bayat, F. (2016). The Evaluation And Ranking Of The Dimensions And Components Of Performance Based Budgeting In The Iran Water And Wastewater Company. *The Financial Accounting And Auditing Researches*, 8 (29): 59-72. (In Persian).

Khalil Araghi, M. (2008). Capital Budgeting: Multiple Criteria. *Economic Research Review*. 8(1(28)): 99-119. (In Persian).

Kite , D .(1995) .Capital budgeting: integrating environmental impact .*Journal of Cost Management. 9(2):4-11*.

Mosleh Shirazi, A; Maleki, B; Khalifeh, M; Ramezani Moghadam, A. (2018). Modeling Performance of Financial System Using System Dynamics Approach: A Case Study On A Sand And Gravel Firm. *Journal of Asset Management and Financing*, 6(1 (20)), 51-71. (In Persian).

Mousavi Ahranjani, P; Ghaderi, F; Azadeh, M. (2008). Simulating Electricity Demand of Industries by System Dynamics. *Journal of Faculty of Engineering (University of Tehran)*, 41 (7(109)): 1-11. (In Persian).

Nosrati Barandagh, B. Toloie, A. Sadeh, E. Aminisabegh, Z. (2020). Provide a dynamic model of financing small and medium enterprises (SMEs) with DANP approach. *Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management*.11 (44), 154-187. (In Persian).

Piraish, R; Nouri, M. (2014). Examine the role of operational budgeting to improve the functioning of public institutions. First National Conference on Modern achievements in of Management and Accounting Sciences. *http://www.civilica.com/PaperAMACONF01-AMACONF01_076.html.* (In Persian).

Pourtalei, F; Atashak, M. (2010). A Model For Research And Technology Institutes Budgeting Based On Science and Technology Outputs Cost. *Journal of Science and Technology Policy*. 2(4):53-64. (In Persian).

Tako, A; Robinson, S.(2009) .Comparing model development in discrete event simulation and system dynamics . *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC 2009)*:979-991.

Rajabi, A. (2018). System Dynamics, a New Approach in Modeling of Accounting Events and Financial Decision Making. *Journal of Empirical Research in Accounting*, 7(28), 21-42. (In Persian).

Rannacher, A; Stranzenbach, R; Sturm, F; Mütze-Niewöhner, S; Schlick, C .(2013) .A System Dynamics Model for the Evaluation of the Productivity of Knowledge-intensive Productivity of Knowledge-intensive Services .*iBusiness.* 5: 55-58.

Rashedi, R; Hegazy, T.(2015) .Capital renewal optimisation for large-scale infrastructure networks: genetic algorithms versus advanced mathematical tools. *Structure and Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performanc*e. 11(3): 253-262.

Rashedi, R; Hegazy, T.(2015) .Strategic policy analysis for infrastructure

rehabilitation using system dynamics, Structure and Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performance. *Structure and Infrastructure Engineering*. 2(3): 1-15.

Rashedi, R; Hegazy, T .(2016) .Examining budget policies for new and existing facilities:a system dynamics approach . *NRC research press*. 43: 511-522.

Rostami, M; Azar, A; Dehghan Nayeri, M; Safari, H. (2020). Performance-based budgeting dynamic model with the BSC approach in the Banking industry. *Modern Research in Decision Making*, 5(3), 88-125. (In Persian)

Saad, D; Hegazy, T. (2015). Microeconomic optimization and what-if analysis for facilities renewal .*Journal of Facilities Management.* 13(4): 350-365.

Sadigov, M; Kuzmenko, O; Yarovenko, H. (2020). Block chain Technology Based System-Dynamic Simulation Modeling of Enterprise's Cyber Security System. 55th International Scientific Conference on Economic and Social Development. Baku, 18-19 June. 399-408.

Siebers, P. O; Macal, C. M; Garnett, J; Buxton, D; Pidd, M. (2010). Discrete-event simulation is dead, long live agent-based simulation!. *Journal of Simulation*, *4*(3), 204-210.

Sing, M. C; Love, P. E; & Liu, H. J. (2019). Rehabilitation of existing building stock: A system dynamics model to support policy development. *Cities*, *87*, 142-152.

Srijariya, W; Riewpaiboon, A; Chaikledkaew, U.(2008) .System Dynamic Modeling: An Alternative Method for Budgeting for Budgeting .*value in health*. 2: 115-124.

Sterman, J. D. (1989). Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment. *Management Science*, 35, 25-41.

Sterman, J. (2000) .Business Dynamics-System Thinking and Modeling for a Complex World .New York, NY. Irwin McGraw-Hill Higher Education.

Wilkins, C; Brennan, M; Deora, A; Heegaard, A; Lee, A; Lubell, J .(2015) .Comparing the Life-Cycle Costs of New Construction and Acquisition-Rehab of Affordable Multifamily Rental Housing .Housing Policy Debate: 1-33.

Youssefi, M; Ramazani, S; Taheri, M; sharifi, A. (2011). Optimization of time to replace equipment using life cycle cost (Case Study fleet bus of Javan Sir Isar Company). *Supply Chain Management Journal*, 13 (34): 4-20. (In Persian).