

Modeling the Fundamental Factors in Operational Budgeting in Iran's Fossil Fuel Power Plants

1. Kourosh Rafiee Boldaji^{id}: Department of Accounting, ki.C., Islamic Azad University, Kish Island, Iran

2. Mohammad Hossein Ranjbar^{id}*: Department of Accounting and Finance, BA.C., Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran

3. Reza Tehrani^{id}: Department of Accounting, ki.C., Islamic Azad University, Kish Island, Iran

*Corresponding Author's Email Address: mhranjbar54@iauba.ac.ir

Abstract:

The objective of the present study was to model the fundamental factors in operational budgeting in Iran's fossil fuel power plants. In this research, the study method is categorized as applied in terms of purpose and as field-based in terms of execution. The research population consisted of experts and financial and accounting personnel working in the country's power plants in 2023. A total of 115 individuals were selected using a convenience sampling method. Data collection instruments included a demographic information form and a researcher-developed questionnaire designed to assess the fundamental factors in operational budgeting in Iran's fossil fuel power plants. The validity and reliability of the researcher-developed questionnaire were confirmed. For data analysis, a machine learning method based on the Support Vector Machine (SVM) algorithm was utilized through SPSS Statistics 26 software. The results showed that 70% of the data were allocated for training and 30% for testing. Moreover, the model of fundamental factors in operational budgeting in Iran's fossil fuel power plants demonstrated a satisfactory level of quality. Specifically, in the testing phase, the machine learning method using the SVM algorithm predicted 72.73% of the data correctly, with only a 27.27% error rate. In the training phase, the machine learning method using the SVM algorithm predicted 85.65% of the data correctly, with an error rate of only 15.34%. Consequently, considering the acceptable quality of the model of fundamental factors in operational budgeting in Iran's fossil fuel power plants, the identified factors can be employed to improve operational budgeting in these plants.

Keywords: Fundamental factors, operational budgeting, fossil fuel power plants, machine learning.

How to Cite: Rafiee Boldaji, K., Ranjbar, M. H., & Tehrani, R. (2025). Modeling the Fundamental Factors in Operational Budgeting in Iran's Fossil Fuel Power Plants. *Management, Education and Development in Digital Age*, 2(4), 1-14.



مدل سازی عوامل بنیادی در بودجه ریزی عملیاتی در نیروگاه های فسیلی ایران

۱. کوروش رفیعی بلداجی^{ID}: گروه حسابداری، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران

۲. محمدحسین رنجبر^{ID}: گروه حسابداری و مدیریت مالی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

۳. رضا تهرانی^{ID}: گروه حسابداری، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: mhranjbar54@iauba.ac.ir

چکیده

هدف تحقیق حاضر مدل سازی عوامل بنیادی در بودجه ریزی عملیاتی در نیروگاه های فسیلی ایران بود. در این مطالعه، روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر شیوه اجرا، میدانی بود. جامعه پژوهش صاحب نظران و پرسنل بخش مالی و حسابداری در نیروگاه های کشور در سال ۱۴۰۲ بودند که ۱۱۵ نفر از آن ها با روش نمونه گیری در دسترس به عنوان نمونه انتخاب شدند. ابزارهای گردآوری داده ها شامل فرم اطلاعات جمعیت شناختی و پرسشنامه محقق ساخته عوامل بنیادی در بودجه ریزی عملیاتی در نیروگاه های فسیلی ایران بودند که روایی و پایایی پرسشنامه محقق ساخته مورد تأیید قرار گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از روش یادگیری ماشین با توجه به الگوریتم بردار پشتیبان توسط نرم افزار SPSS Statistics ۲۶ استفاده شد. نتایج نشان داد که از ۱۰۰ درصد داده ها، ۷۰ درصد برای یادگیری و ۳۰ درصد جهت آزمایش در نظر گرفته شد. علاوه بر آن، مدل عوامل بنیادی در بودجه ریزی عملیاتی در نیروگاه های فسیلی ایران از کیفیت مناسبی برخوردار بود. چون که در بخش آزمایش روش یادگیری ماشین توسط الگوریتم بردار پشتیبان ۷۲/۷۳ درصد از داده ها پیش بینی شد و تنها ۲۷/۲۷ درصد خطا داشت. همچنین، در بخش یادگیری روش یادگیری ماشین توسط الگوریتم بردار پشتیبان ۶۵/۸۵ درصد از داده ها پیش بینی شد و تنها ۳۴/۱۵ درصد خطا داشت. در نتیجه، با توجه به کیفیت مناسب مدل عوامل بنیادی در بودجه ریزی عملیاتی در نیروگاه های فسیلی ایران می توان از عوامل شناسایی شده برای آن جهت بهبود بودجه ریزی عملیاتی در نیروگاه های فسیلی ایران بهره برد.

کلیدواژگان: عوامل بنیادی، بودجه ریزی عملیاتی، نیروگاه های فسیلی، یادگیری ماشین.

نحوه استناددهی: رفیعی بلداجی، کوروش، رنجبر، محمدحسین، و تهرانی، رضا. (۱۴۰۴). مدل سازی عوامل بنیادی در بودجه ریزی عملیاتی در نیروگاه های فسیلی ایران. مدیریت، آموزش و توسعه در عصر دیجیتال، ۲(۴)، ۱-۱۴.



مقدمه

سازمان‌ها برای دستیابی به کارایی، اثربخشی و پاسخگویی بیشتر، ناگزیر از بازنگری در روش‌های برنامه‌ریزی و بودجه‌ریزی خود هستند. در این میان، بودجه‌ریزی عملیاتی به‌عنوان یکی از روش‌های نوین و مبتنی بر عملکرد، توجه بسیاری از مدیران و سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده است. در این شیوه، تمرکز اصلی از ورودی‌ها و هزینه‌ها به نتایج و خروجی‌ها تغییر یافته و منابع مالی بر اساس پیامدهای قابل سنجش اختصاص داده می‌شوند (Chandawarkar et al., 2024; Tewe et al., 2024). به بیان دقیق‌تر، بودجه‌ریزی عملیاتی فرآیند مرتبط‌سازی هزینه‌ها با نتایج بوده و هدف آن کمک به تصمیم‌گیری عقلانی در خصوص تخصیص منابع محدود در جهت تحقق اهداف مشخص در دوره‌های زمانی معین است (Arisa & Yuningsih, 2023; Chen et al., 2018).

یکی از حوزه‌های کاربردی این نوع بودجه‌ریزی، نیروگاه‌های تولید برق به‌ویژه نیروگاه‌های فسیلی است که همچنان سهم عمده‌ای از تولید برق را در ایران و بسیاری از کشورهای جهان بر عهده دارند. این نیروگاه‌ها با سوزاندن سوخت‌های فسیلی از جمله زغال‌سنگ، نفت کوره و گاز طبیعی، انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند (Braun, 2022; Bruchon et al., 2024). با وجود اینکه نیروگاه‌های فسیلی از مزایایی همچون دسترسی آسان به سوخت، هزینه اولیه پایین، قابلیت ذخیره‌سازی انرژی و فناوری توسعه‌یافته برخوردار هستند، اما معایب زیست‌محیطی آن‌ها همچون انتشار گازهای گلخانه‌ای، مصرف بالای آب و هزینه‌های پنهان اجتماعی و درمانی، این نوع تولید را به چالشی بزرگ در سیاست‌گذاری‌های کلان انرژی تبدیل کرده است (Anderson et al., 2022; Homsy et al., 2025; Joy & Qureshi, 2023).

در چنین بستری، توجه به ارتقاء نظام بودجه‌ریزی در این نیروگاه‌ها از طریق به‌کارگیری مدل‌های دقیق، بهینه و مبتنی بر داده‌های واقعی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. در همین راستا، پژوهشگران مختلف به مطالعه ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر در بودجه‌ریزی عملیاتی در حوزه انرژی پرداخته‌اند. برای نمونه، پژوهش Asgari و همکاران (۲۰۲۴) در کشورهای عضو اوپک نشان داد که حکمرانی خوب، سرمایه انسانی و شدت انتشار CO₂ از عوامل کلیدی در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر هستند که به‌صورت غیرمستقیم بر الگوهای بودجه‌ریزی نیز تأثیرگذارند (Asgari et al., 2024). همچنین Kakakhani و همکاران (۲۰۲۴) تأثیر مثبت آزادی اقتصادی بر فرآیند جداسازی رشد اقتصادی از مصرف سوخت‌های فسیلی را مورد تأیید قرار داده‌اند که می‌تواند مبنایی برای طراحی مدل‌های بودجه‌ریزی هوشمند فراهم سازد (Kakakhani et al., 2024).

در زمینه‌ی خاص رقابت بین تولید برق فسیلی و تجدیدپذیر، Dianat و همکاران (۲۰۲۱) با مدل‌سازی سیستمی توسعه برق تجدیدپذیر در ایران، بر لزوم مداخله سریع و سیاست‌گذاری دقیق برای عبور از انکای شدید به نیروگاه‌های فسیلی تأکید کردند. آن‌ها نشان دادند که در سناریوهای مختلف، می‌توان سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۱۳ درصد افزایش داد، مشروط به اصلاحات ساختاری و بودجه‌ریزی مؤثر (Dianat et al., 2021). همچنین Shojaee و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تطبیقی نیروگاه‌های فسیلی و هسته‌ای، شاخص‌هایی چون شرایط اقلیمی، منابع موجود، عوامل اقتصادی و زیست‌محیطی را در انتخاب نوع تولید و نحوه بودجه‌ریزی تعیین‌کننده دانستند (Shojaee et al., 2013).

در کنار این پژوهش‌ها، ساختار درونی و فرایندهای بودجه‌ریزی نیز به‌عنوان مؤلفه‌هایی مستقل مورد توجه قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال، Liu و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که استفاده از داده‌های هوشمند در سیستم حمل‌ونقل شهری می‌تواند به بهینه‌سازی هزینه‌های عملیاتی بینجامد که الگویی مشابه برای نیروگاه‌ها قابل تعمیم است (Liu et al., 2024). همچنین Ruliana و همکاران (۲۰۱۵) بر نقش بودجه‌های عملیاتی به‌مثابه ابزار کنترل مدیریت تأکید کردند که می‌تواند عملکرد سازمانی را به‌صورت مستقیم تحت تأثیر قرار دهد (Ruliana et al., 2015).

در سطح کلان‌تر، Yeh (۲۰۲۵) با بهره‌گیری از مدل تحلیل پوششی داده‌های متمرکز، به تخصیص بهینه هزینه‌های کاهش انتشار آلاینده‌ها در نیروگاه‌های فسیلی پرداخت و رویکردی ترکیبی برای مدیریت جایگزینی و به‌روزرسانی این نیروگاه‌ها ارائه داد که قابلیت استفاده در سیاست‌های بودجه‌ریزی دارد (Yeh, 2025). همچنین Gaffney و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی بودجه‌ریزی جهانی در بیمارستان‌ها، الگویی برای پیش‌بینی هزینه‌ها در قالب نظام‌های تأمین مالی یکپارچه ارائه دادند که در مورد سازمان‌های تولید انرژی نیز قابل تأمل است (Gaffney et al., 2023).

در این میان، با توجه به پیچیدگی‌های اجرایی، نیاز به استفاده از الگوریتم‌های هوشمند در مدل‌سازی عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی بیش از پیش احساس می‌شود. به همین دلیل، در پژوهش حاضر از الگوریتم یادگیری ماشین بردار پشتیبان (SVM) به‌عنوان یکی از قدرتمندترین روش‌های پیش‌بینی و طبقه‌بندی داده‌ها استفاده شد. این الگوریتم قادر است حتی با تعداد نمونه محدود، تعمیم‌پذیری بالا و دقت قابل قبولی داشته باشد و مناسب برای تحلیل سیستم‌های پیچیده‌ای چون بودجه‌ریزی عملیاتی در سازمان‌های بزرگ مانند نیروگاه‌ها است (Chandawarkar et al., 2024; Salman et al., 2023).

از سوی دیگر، در زمینه آموزش و ارتقاء ظرفیت کارکنان نیز باید توجه داشت که تحقق بودجه‌ریزی عملیاتی موفق نیازمند تعامل مؤثر میان مدیران، کارشناسان مالی، حسابداران و تحلیلگران داده است. بررسی‌های Bruchon و همکاران (۲۰۲۴) درباره نقش طراحی سیستم‌ها در کاهش انتشار آلاینده‌ها از طریق سیاست‌گذاری در نیروگاه‌ها نیز بر این ضرورت تأکید دارند (Bruchon et al., 2024).

در نتیجه، خلأ پژوهش‌هایی که به‌طور خاص به مدل‌سازی عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران پرداخته باشند، باعث شد تا تحقیق حاضر با هدف ارائه مدلی علمی و مبتنی بر داده‌های واقعی انجام گیرد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف مدل‌سازی عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران انجام شد.

روش‌شناسی پژوهش

در این مطالعه، روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر شیوه اجرا، میدانی بود. جامعه پژوهش صاحب‌نظران و پرسنل بخش مالی و حسابداری در نیروگاه‌های کشور در سال ۱۴۰۲ بودند که ۱۱۵ نفر از آن‌ها با روش نمونه‌گیری در دسترس به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. در روش نمونه‌گیری در دسترس افرادی به‌عنوان نمونه انتخاب می‌شوند که پژوهشگران به آن‌ها دسترسی دارند. ملاک‌های انتخاب این نمونه‌ها شامل سن بالاتر از ۳۰ سال، داشتن حداقل تحصیلات کارشناسی، تمایل جهت شرکت در پژوهش، عدم وقوع رخدادهای تنش‌زا مانند مرگ و طلاق نزدیکان در سه ماه گذشته، عدم اعتیاد و مصرف داروهای روان‌پزشکی مانند ضداضطراب و ضدافسردگی و عدم دریافت خدمات روانشناختی در سه ماه گذشته بودند. همچنین، ملاک‌های خروج از پژوهش شامل انصراف از پاسخگویی به ابزارهای پژوهش حاضر و عدم پاسخگویی به بیشتر از ده درصد گویه‌ها بودند. ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل فرم اطلاعات جمعیت‌شناختی (جنسیت، سن، تحصیلات، سابقه خدمت و تأهل) و پرسشنامه محقق‌ساخته عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران بودند. این ابزار دارای ۳۱ گویه بود که برای پاسخگویی به هر گویه از طیف پنج گزینه‌ای از خیلی کم با نمره یک، کم با نمره دو، نظری ندارم با نمره سه، زیاد با نمره چهار و خیلی زیاد با نمره پنج استفاده شد. پرسشنامه محقق‌ساخته عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران دارای شش مقوله اصلی یا مولفه شامل شرایط زمینه‌ای (۶ گویه)، شرایط علی (۵ گویه)، شرایط مداخله‌ای (۳ گویه)، راهبردها (۸ گویه)، پیامدها (۶ گویه) و پدیده محوری (۳ گویه) بود. روایی صوری و محتوایی پرسشنامه محقق‌ساخته عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران با نظر اساتید متخصص و مدیران با تجربه تأیید و پایایی کل آن با روش آلفای کرونباخ ۰/۹۳ و برای مولفه‌های شرایط زمینه‌ای ۰/۹۴، شرایط علی ۰/۸۸، شرایط مداخله‌ای ۰/۷۱، راهبردها ۰/۹۳، پیامدها ۰/۸۲ و پدیده محوری ۰/۷۲ محاسبه شد که به دلیل بالاتر از ۰/۷۰ مورد تأیید قرار گرفت.

برای انجام این پژوهش، ابتدا از طریق مصاحبه با خبرگان و صاحب‌نظران مدیریت مالی و حسابداری و همچنین، مدیران و سرپرستان نیروگاه‌های برق که دارای سابقه بیش از ۱۰ سال تصدی مدیریت و سرپرستی داشتند تا زمان رسیدن به اشباع نظری، پرسشنامه‌ای تحت عنوان عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران طراحی شد. در مرحله بعد اقدام به شناسایی نمونه‌ها از میان صاحب‌نظران و پرسنل بخش مالی و حسابداری در نیروگاه‌های کشور به تعداد ۱۱۵ نفر شد و از آن‌ها خواسته شد تا به دو ابزار پژوهش یعنی فرم اطلاعات جمعیت‌شناختی و پرسشنامه محقق‌ساخته عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران پاسخ دهند. لازم به ذکر است که برای نمونه‌ها اهمیت و ضرورت پژوهش تبیین و به آنان درباره رعایت نکات اخلاقی مانند رازداری، حفظ حریم نمونه‌ها، تحلیل داده‌ها به‌صورت کلی و غیره اطمینان خاطر داده شد و از آن‌ها خواسته شد تا با نهایت دقت به همه سوال‌های فرم اطلاعات جمعیت‌شناختی و همه گویه‌های پرسشنامه محقق‌ساخته عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های

فسیلی ایران پاسخ دهند. در پایان از نمونه‌ها به دلیل شرکت در پژوهش و تکمیل ابزارهای پژوهش تشکر و قدردانی به عمل آمد و با آن‌ها درباره چگونگی دستیابی به نتایج و یافته‌های پژوهش حاضر هماهنگ شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش یادگیری ماشین با توجه به الگوریتم بردار پشتیبان توسط نرم‌افزار SPSS Statistics ۲۶ استفاده شد. الگوریتم یا ماشین بردار پشتیبان طبقه‌بندی‌هایی هستند که به خوبی تعمیم می‌یابند؛ یعنی حتی با وجود تعداد نسبتاً کم مثال‌های آموزشی دقت طبقه‌بندی بالایی دارند و از آنجایی که آن‌ها قابلیت یادگیری دارند، می‌توانند در دستیابی به دانش تطبیق به کار گرفته شوند. پژوهشگران پژوهش حاضر در این مطالعه با استفاده از الگوریتم بردار پشتیبان به دنبال بهترین تخصیص بودجه بودند و این روش یک روش بهینه‌سازی محسوب می‌شود. در این پژوهش ابتدا سعی شد تا مفاهیم خرد و کلان این نوع بودجه‌ریزی استخراج و با کسب آگاهی از مکانیسم‌های بودجه‌ریزی در نیروگاه‌های فسیلی مورد مطالعه اقدام به بررسی کارایی واحدها گردد. شایان ذکر است که پس از مشخص شدن داده‌ها در صورت نیاز اقدام به فیلتربندی (حذف متغیرهای غیرقابل نیاز) و سپس اقدام به بخش‌بندی یا اصطلاحاً پارتیشن‌بندی شد؛ به‌طوری که از ۱۰۰ درصد داده‌ها میزان ۷۰ درصد برای بخش یادگیری و میزان ۳۰ درصد برای بخش آزمایش مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر، ۱۱۵ نفر از صاحب‌نظران و پرسنل بخش مالی و حسابداری در نیروگاه‌های کشور حضور داشتند که نتایج فراوانی و درصد فراوانی اطلاعات جمعیت‌شناختی (جنسیت، سن، تحصیلات، سابقه خدمت و تأهل) آن‌ها در جدول ۱ ارائه شد.

جدول ۱. نتایج فراوانی و درصد فراوانی اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه‌های پژوهش حاضر

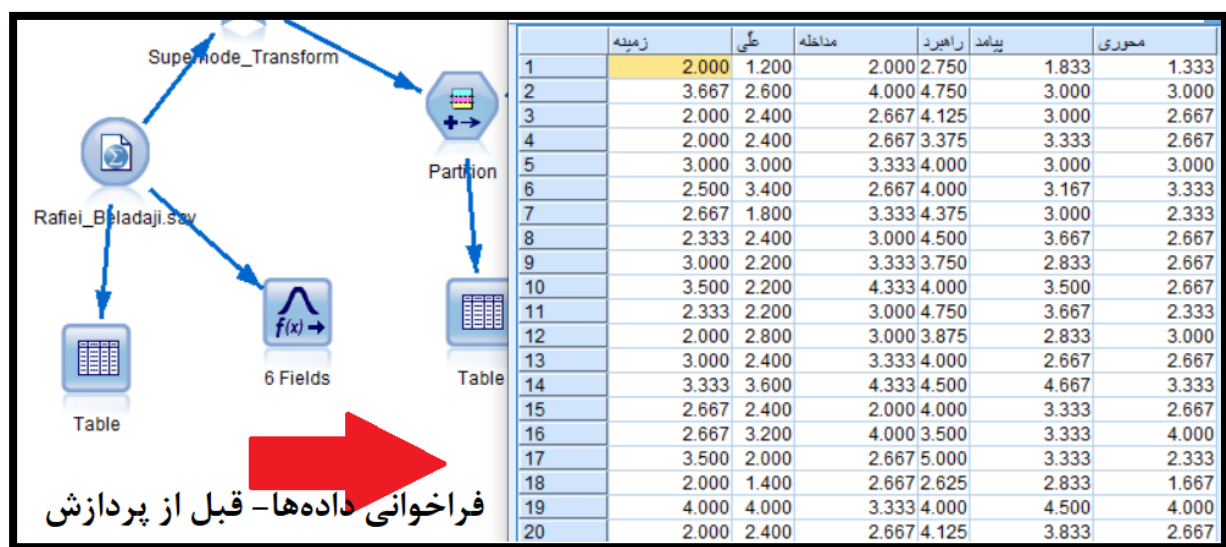
متغیر	سطح	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	مرد	۹۱	۷۹/۱۳
	زن	۲۴	۲۰/۸۷
سن	۳۵ سال و کمتر	۲۷	۲۳/۴۸
	بین ۳۶ تا ۴۵ سال	۶۲	۵۳/۹۱
	بیشتر از ۴۵ سال	۲۶	۲۲/۶۱
تحصیلات	کارشناسی	۴۵	۳۹/۱۳
	کارشناسی ارشد	۶۱	۵۳/۰۴
	دکتری	۹	۷/۸۳
سابقه خدمت	۱۰ سال و کمتر	۱۸	۱۵/۶۵
	بین ۱۱ تا ۱۵ سال	۲۶	۲۲/۶۱
	بین ۱۶ تا ۲۰ سال	۳۱	۲۶/۹۶
	بیشتر از ۲۰ سال	۴۰	۳۴/۷۸
تأهل	مجرد	۹	۷/۸۳
	متأهل	۱۰۶	۹۲/۱۷

طبق نتایج ارائه‌شده در جدول ۱، بیشتر نمونه‌های پژوهش حاضر دارای جنسیت مرد (۷۹/۱۳ درصد)، سن بین ۳۶ تا ۴۵ سال (۵۳/۹۱ درصد)، تحصیلات کارشناسی ارشد (۵۳/۰۴ درصد)، سابقه خدمت بیشتر از ۲۰ سال (۳۴/۷۸ درصد) و متأهل (۹۲/۱۷ درصد) بودند. نتایج میانگین، انحراف معیار، کمترین و بیشترین مقدار مولفه‌های عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران در جدول ۲ ارائه شد.

جدول ۲. نتایج میانگین، انحراف معیار، کمترین و بیشترین مقدار مولفه‌های عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران

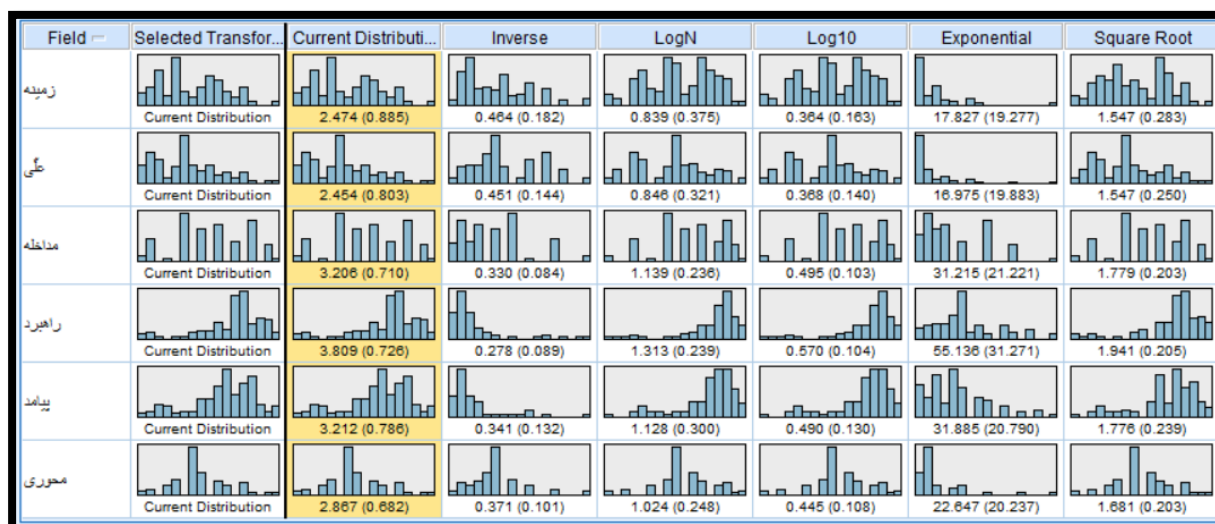
متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمترین مقدار	بیشترین مقدار
شرایط زمینه‌ای	۲/۴۷	۰/۸۸	۱/۰۰	۵/۰۰
شرایط علی	۲/۴۵	۰/۸۰	۱/۲۰	۵/۰۰
شرایط مداخله‌ای	۳/۲۰	۰/۷۰	۱/۶۷	۴/۶۷
پدیده محوری	۲/۸۶	۰/۶۸	۱/۳۳	۵/۰۰
راهبردها	۳/۸۰	۰/۷۲	۱/۳۸	۵/۰۰
پیامدها	۳/۲۱	۰/۷۸	۱/۰۰	۴/۶۷

طبق نتایج ارائه‌شده در جدول ۲، وضعیت میانگین‌های مولفه‌های عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران در مقایسه با میانگین فرضی جامعه یعنی عدد ۳ قابل مشاهده است که میانگین شرایط زمینه‌ای، شرایط علی و پدیده محوری کمتر از میانگین فرضی جامعه و میانگین شرایط مداخله‌ای، راهبردها و پیامدها بیشتر از میانگین فرضی جامعه می‌باشد. نتایج فراخوانی داده‌ها جهت تشخیص نیاز به فیلترسازی برای عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران در شکل ۱ ارائه شد.



شکل ۱. نتایج فراخوانی داده‌ها جهت تشخیص نیاز به فیلترسازی برای عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران

طبق نتایج ارائه‌شده در شکل ۱، نیاز به فیلترسازی نیست و مرحله تمیزسازی یا نرمال‌سازی صورت می‌گیرد. نتایج نرمال‌سازی داده‌ها برای عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران در شکل ۲ ارائه شد.

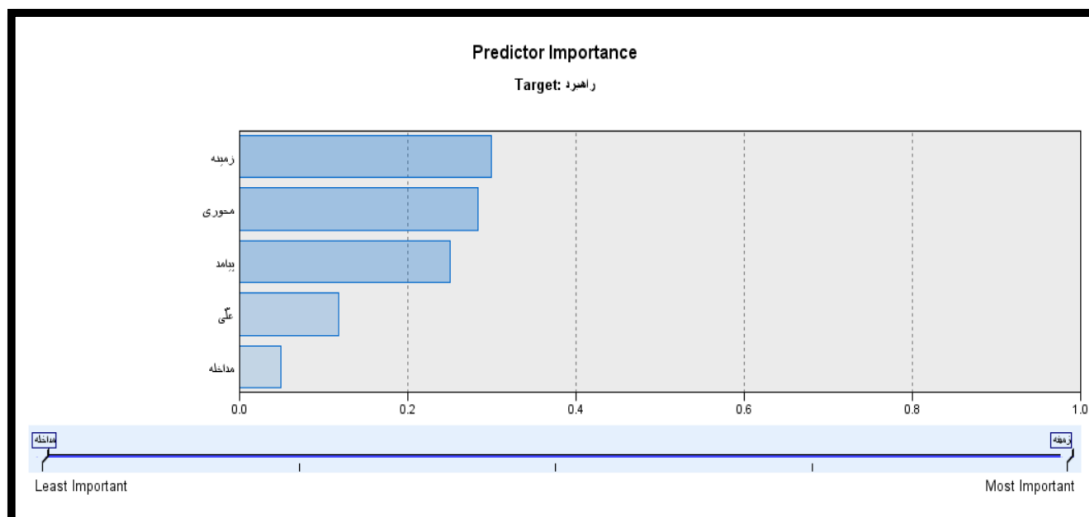


شکل ۲. نتایج نرمال‌سازی داده‌ها برای عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران

طبق نتایج ارائه‌شده در شکل ۲، همه مولفه‌های عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران شامل شرایط زمینه‌ای، شرایط علی، شرایط مداخله‌ای، راهبردها، پیامدها و پدیده محوری دارای توزیع نرمال می‌باشند. بنابراین، در بخش پارتیشن‌بندی از ۱۰۰ درصد داده‌ها میزان ۷۰ درصد برای بخش یادگیری و ۳۰ درصد برای بخش آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پارتیشن‌بندی مولفه‌های عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران در شکل ۳ و میزان اهمیت آن‌ها در شکل ۴ ارائه شد.

	زمینه	علی	مداخله	راهبرد	پیامد	محوری	Partition
1	2.000	1.200	2.000	2.750	1.833	1.333	Training
2	3.667	2.600	4.000	4.750	3.000	3.000	Training
3	2.000	2.400	2.667	4.125	3.000	2.667	Training
4	2.000	2.400	2.667	3.375	3.333	2.667	Testing
5	3.000	3.000	3.333	4.000	3.000	3.000	Training
6	2.500	3.400	2.667	4.000	3.167	3.333	Training
7	2.667	1.800	3.333	4.375	3.000	2.333	Training
8	2.333	2.400	3.000	4.500	3.667	2.667	Training
9	3.000	2.200	3.333	3.750	2.833	2.667	Training
10	3.500	2.200	4.333	4.000	3.500	2.667	Training

شکل ۳. نتایج پارتیشن‌بندی مولفه‌های عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران



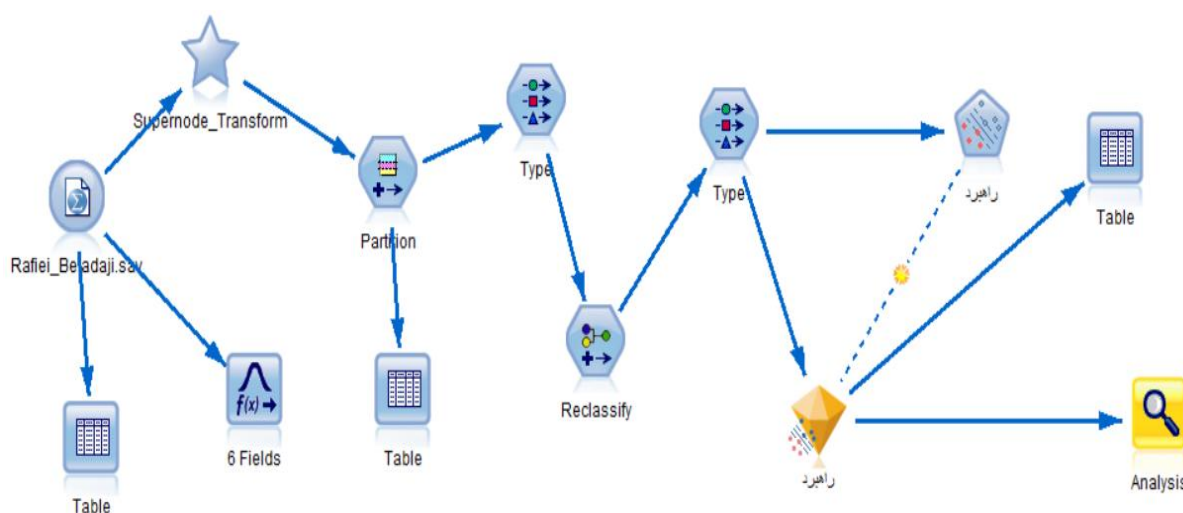
شکل ۴. نتایج اهمیت مولفه‌های عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران

طبق نتایج ارائه‌شده در شکل ۳ و ۴، به‌ترتیب میزان اهمیت مولفه‌های شرایط زمینه‌ای، پدیده محوری، پیامدها، شرایط علی و شرایط مداخله‌ای برای عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران کمتر می‌شود. نتایج بررسی کیفیت مدل عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران در جدول ۳ ارائه شد.

جدول ۳. نتایج بررسی کیفیت مدل عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران

بخش آزمایش	بخش یادگیری	صحت	اشتباه
۷۲/۷۳	۶۵/۸۵	صحت	صحت
۲۷/۲۷	۳۴/۱۵	اشتباه	اشتباه

طبق نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، مدل عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران از کیفیت مناسبی برخوردار بود. چون که در بخش آزمایش روش یادگیری ماشین توسط الگوریتم بردار پشتیبان ۷۲/۷۳ درصد از داده‌ها پیش‌بینی شد و تنها ۲۷/۲۷ درصد خطا وجود داشت. همچنین، در بخش یادگیری روش یادگیری ماشین توسط الگوریتم بردار پشتیبان ۶۵/۸۵ درصد از داده‌ها پیش‌بینی شد و تنها ۳۴/۱۵ درصد خطا وجود داشت. بنابراین، مدل نهایی عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران در شکل ۵ ارائه شد.



شکل ۵. مدل نهایی عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مدل عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی ایران از کیفیت قابل قبولی برخوردار است و می‌تواند به‌عنوان مدلی اثربخش برای تحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای بودجه‌ریزی در این بخش به‌کار گرفته شود. استفاده از روش یادگیری ماشین با الگوریتم بردار پشتیبان (SVM) منجر به دقت بالایی در پیش‌بینی شد، به‌طوری‌که در بخش آزمایش، ۷۲.۷۳ درصد از داده‌ها به‌درستی پیش‌بینی شده و تنها ۲۷.۲۷ درصد خطا ثبت گردید. در بخش یادگیری نیز دقت مدل ۶۵.۸۵ درصد بود. این نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم بردار پشتیبان در زمینه تحلیل و شناسایی الگوهای پیچیده مرتبط با عوامل بنیادی در بودجه‌ریزی عملیاتی، کارایی بالایی دارد؛ این مسئله پیش‌نیاز مهمی برای استفاده از این مدل در سیاست‌گذاری‌های مالی نیروگاه‌ها محسوب می‌شود.

در تبیین یافته‌های به‌دست آمده، می‌توان گفت که ترکیب مؤلفه‌های مختلف از جمله شرایط زمینه‌ای، شرایط علی، شرایط مداخله‌ای، راهبردها، پیامدها و پدیده محوری در مدل نهایی، نشان‌دهنده جامع‌نگری این پژوهش در بررسی بودجه‌ریزی عملیاتی بوده است. شرایط زمینه‌ای مانند هماهنگی سازمانی، آموزش کارکنان، حمایت مدیریتی و جایگاه ساختاری بودجه‌ریزی، نقش قابل‌توجهی در بهینه‌سازی فرایندها دارد. یافته‌های پژوهش با نتایج مطالعه (Ruliana et al., 2015) هم‌راستا است که در آن به اهمیت بودجه‌ریزی عملیاتی به‌عنوان ابزار کنترل مدیریتی اشاره شده بود. همچنین مطالعه (Chandawarkar et al., 2024) نیز به نقش ساختاریافته و سازمان‌یافته بودجه در بهبود مدیریت مالی سازمان‌ها تأکید داشته که یافته‌های پژوهش حاضر آن را تأیید می‌کند.

مؤلفه پدیده محوری که به‌عنوان مفهوم مرکزی در این مدل در نظر گرفته شده، بر اهمیت رابطه بین بودجه‌ریزی عملیاتی و تحقق اهداف کلان سازمانی تأکید دارد. از آنجا که بودجه‌ریزی عملیاتی با عملکرد و نتایج خروجی پیوند دارد، اهمیت آن در سازمان‌هایی با مأموریت حیاتی مانند تولید انرژی، دوچندان می‌شود. در پژوهش (Tewe et al., 2024) نیز به اهمیت ادراک کارکنان نسبت به بودجه‌ریزی عملیاتی و تأثیر آن بر عملکرد سازمانی در دانشگاه‌های دولتی آفریقا اشاره شده که به‌طور ضمنی با یافته‌های حاضر در حوزه نیروگاه‌های فسیلی مطابقت دارد. علاوه بر این، (Arisa & Yuningsih, 2023) نیز در بررسی بودجه‌ریزی در نهادهای خدماتی به ارتباط مستقیم بین طراحی بودجه و تحقق نتایج مورد انتظار تأکید کرده که با یافته‌های این مطالعه هم‌سو است.

راهبردها به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی مدل، نقشی میانجی بین شرایط سازمانی و پیامدهای عملکردی ایفا می‌کنند. به عبارتی، راهبردهای مؤثر در بودجه‌ریزی عملیاتی، تعیین‌کننده مسیر تخصیص منابع، نحوه تعامل با ساختار اداری و شکل‌گیری پاسخگویی هستند. پژوهش (Liu et al., 2024) با استفاده از داده‌های هوشمند برای هدایت مسیرهای حمل‌ونقل نشان می‌دهد که مدیریت بودجه در قالب الگوهای داده‌محور می‌تواند به بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌ها بینجامد؛ این رویکرد در نیروگاه‌ها نیز به‌خوبی قابل پیاده‌سازی است. همچنین (Gaffney et al., 2023) در تحلیل نظام‌های بودجه‌ای بیمارستانی با ساختار تک‌پرداخت‌گر، به‌طور مشابه نشان دادند که سیاست‌گذاری بودجه‌ای دقیق بر اساس نتایج می‌تواند هزینه‌ها را کاهش داده و بازدهی را افزایش دهد.

از منظر پیامدها، پژوهش حاضر اثبات کرد که استفاده از مدل یادشده منجر به بهبود کارایی، ارتقاء پاسخگویی، افزایش شفافیت و تخصیص بهتر منابع در نیروگاه‌های فسیلی می‌شود. این موضوع با یافته‌های پژوهش (Homsy et al., 2025) قابل مقایسه است، جایی که استفاده از فناوری‌های نوین مانند جذب کربن و تحلیل اقتصادی آنها در کاهش آلاینده‌ها و اصلاح ساختار نیروگاهی تأثیرگذار دانسته شده بود. همچنین یافته‌های پژوهش (Yeh, 2025) در خصوص تخصیص منابع کاهش آلودگی در مراحل جایگزینی نیروگاه‌ها نیز با نتایج مطالعه حاضر در خصوص اثرگذاری مستقیم بودجه‌ریزی عملیاتی بر بهره‌وری و سیاست‌گذاری‌های محیط‌زیستی هم‌راستا است.

شرایط مداخله‌ای نیز در پژوهش حاضر شامل عواملی مانند فشارهای اقتصادی، تغییرات محیطی و قوانین نظارتی بود که به‌عنوان فیلترهای اثرگذار بر موفقیت یا عدم موفقیت مدل بودجه‌ریزی عملیاتی عمل می‌کنند. در این زمینه، مطالعه (Asgari et al., 2024) نشان داد که عواملی مانند قیمت نفت خام و شدت انتشار آلاینده‌ها بر گرایش به انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز بودجه‌ریزی منابع مرتبط تأثیرگذارند. همچنین (Kakakhani et al., 2024) به تأثیر آزادی اقتصادی در تفکیک رشد از مصرف سوخت‌های فسیلی

اشاره کرده‌اند که به‌طور غیرمستقیم بر جهت‌گیری‌های بودجه‌ای در سطوح ملی تأثیرگذار است. بنابراین، مدل طراحی‌شده در این مطالعه به‌خوبی این عوامل مداخله‌گر را شناسایی کرده و در تبیین رابطه علی بین مؤلفه‌ها لحاظ نموده است.

مطالعه (Shojaee et al., 2013) نیز با بررسی تطبیقی گزینه‌های برق فسیلی و هسته‌ای، نشان می‌دهد که انتخاب بهینه منابع تولید نه‌تنها به ویژگی‌های فنی بلکه به عوامل اقتصادی، بودجه‌ای و زیست‌محیطی نیز بستگی دارد. این رویکرد چندوجهی، در مدل پژوهش حاضر نیز مورد توجه قرار گرفته و سعی شده است تا از طریق تحلیل جامع، عناصر تأثیرگذار در بودجه‌ریزی نیروگاه‌ها به‌صورت منسجم و نظام‌مند تبیین شوند.

در نهایت، مدل پیشنهادی این پژوهش می‌تواند به‌عنوان چارچوبی علمی و اجرایی برای بازنگری در فرآیندهای بودجه‌ریزی عملیاتی در نیروگاه‌های فسیلی مورد استفاده قرار گیرد. این مدل هم‌راستا با توصیه‌های سیاست‌گذاران انرژی و نهادهای مدیریت بودجه است که بر مبنای شفافیت، پاسخگویی، بهره‌وری و نتایج قابل‌سنجش عمل می‌کنند. به‌ویژه در کشورهایی چون ایران که بخش عمده‌ای از تولید انرژی متکی بر سوخت‌های فسیلی است، این مدل می‌تواند گامی در جهت گذار تدریجی از الگوهای سنتی بودجه‌ریزی و حرکت به‌سوی نظام‌های پویا و پایدار مالی باشد.

این پژوهش، همانند سایر پژوهش‌های میدانی، با محدودیت‌هایی مواجه بود. نخست اینکه داده‌ها از طریق پرسشنامه‌های خودگزارشی گردآوری شدند که ممکن است تحت‌تأثیر سوگیری پاسخ‌دهندگان یا عدم دقت در پاسخ قرار گرفته باشد. دوم، جامعه آماری به کارشناسان مالی و حسابداری در نیروگاه‌های فسیلی محدود شد و نتایج ممکن است برای سایر بخش‌های سازمانی یا سایر صنایع انرژی قابل تعمیم نباشد. همچنین استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، احتمال کاهش تعمیم‌پذیری نتایج را افزایش می‌دهد.

برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود از روش‌های متنوع‌تر گردآوری داده مانند مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، مشاهده میدانی و داده‌کاوی سازمانی استفاده شود تا تحلیل عمیق‌تری از پدیده صورت گیرد. همچنین، پژوهش مشابهی می‌تواند در سایر صنایع انرژی (نظیر نیروگاه‌های خورشیدی، هسته‌ای یا بادی) انجام شده و با نتایج این مطالعه مقایسه گردد. بهره‌گیری از روش‌های نمونه‌گیری تصادفی نیز می‌تواند اعتبار نتایج را تقویت نماید. در نهایت، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده ابعاد فرهنگی و اجتماعی تأثیرگذار بر فرآیند بودجه‌ریزی عملیاتی را نیز بررسی نمایند.

سازمان‌های دولتی و مدیران نیروگاه‌ها می‌توانند با برگزاری دوره‌های آموزشی هدفمند در زمینه بودجه‌ریزی عملیاتی، توانمندی کارکنان را در استفاده از این رویکرد ارتقا دهند. همچنین، بازنگری در ساختارهای اداری و سیستم‌های اطلاعاتی به‌منظور جمع‌آوری داده‌های عملکردی و مالی دقیق، از جمله اقدامات ضروری است. در سطح کلان نیز توصیه می‌شود نظام بودجه‌ریزی کشور به‌سمت استفاده از مدل‌های مبتنی بر عملکرد، داده و پیامد سوق داده شود و تخصیص منابع بر پایه نتایج قابل‌سنجش صورت پذیرد. این اقدامات می‌توانند به افزایش شفافیت، پاسخگویی و بهره‌وری در نظام مدیریت انرژی کمک شایانی نمایند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.



حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

Extended Summary

Introduction

Budgeting remains one of the fundamental pillars in the financial management of organizations and serves as a critical mechanism for resource allocation and performance control. Among the modern approaches to budgeting, operational budgeting has emerged as a result-oriented model that links allocated financial resources to measurable outcomes. Unlike traditional line-item budgeting which primarily emphasizes inputs and expenses, operational budgeting focuses on outputs, efficiency, and the overall effectiveness of services rendered by an organization (Chandawarkar et al., 2024; Tewe et al., 2024). It provides a framework for making informed decisions by aligning expenditures with expected results, allowing for enhanced accountability, performance monitoring, and strategic resource distribution (Arisa & Yuningsih, 2023; Chen et al., 2018).

In the energy sector, and particularly within fossil fuel power plants, the implementation of an effective operational budgeting model is of paramount importance. Fossil fuel power plants play a dominant role in electricity generation worldwide, including in Iran, where natural gas and oil reserves make thermal power generation the most prevalent form of energy production (Braun, 2022; Golhosseini et al., 2016). Despite their operational advantages—such as resource availability, established infrastructure, and relatively low costs—fossil power plants also contribute significantly to environmental degradation through greenhouse gas emissions and water consumption (Anderson et al., 2022; Joy & Qureshi, 2023). This duality underscores the need for a more precise and accountable budgetary framework to enhance financial performance while mitigating environmental costs.

In response to the growing demand for improved budgetary practices in high-impact sectors such as energy, research efforts have increasingly focused on developing analytical models to support operational budgeting. Asgari et al. (2024) explored the consumption of renewable energy across OPEC countries and emphasized the role of governance, emissions intensity, and income on energy policy design (Asgari et al., 2024). Meanwhile, Kakakhani et al. (2024) demonstrated that economic freedom positively influences the decoupling of economic growth from fossil fuel dependency, reinforcing the importance of macroeconomic context in budgetary planning (Kakakhani et al., 2024). In a related vein, Dianat et al. (2021) examined the systemic modeling of renewable electricity planning, concluding that policy interventions must consider long-term scenarios and investment returns in the context of fossil fuel competition (Dianat et al., 2021).

While prior studies have addressed economic, environmental, and policy aspects of energy budgeting, limited research has been conducted on modeling the *fundamental factors* influencing operational budgeting specifically within fossil fuel power plants. Yeh (2025) proposed a hybrid data envelopment analysis framework to allocate emissions abatement budgets, further supporting the need for quantitative models in resource distribution (Yeh, 2025). The present study addresses this gap by



developing and validating a model that identifies the key structural, causal, and strategic components of operational budgeting in Iran's fossil power plants. Through the application of machine learning—specifically the Support Vector Machine (SVM) algorithm—the study aims to offer a predictive, scalable, and evidence-based framework tailored to the specific characteristics of Iran's energy infrastructure.

Methods and Materials

This research employed a field-based, applied design, targeting financial and accounting professionals in fossil fuel power plants across Iran in 2023. A total of 115 individuals were selected via convenience sampling. Data collection instruments included a demographic questionnaire and a researcher-designed survey encompassing six major constructs: contextual conditions, causal conditions, intervening conditions, strategies, outcomes, and core phenomenon. The questionnaire consisted of 31 items, rated on a 5-point Likert scale. Validity and reliability were confirmed through expert review and Cronbach's alpha coefficients (ranging from 0.71 to 0.94). Data analysis was conducted using SPSS Statistics 26 and the Support Vector Machine (SVM) algorithm to partition the dataset into training and testing phases (70% and 30%, respectively) for model validation.

Findings

The demographic profile of the sample revealed that 79.13% were male, 53.91% were aged between 36 and 45 years, 53.04% held a master's degree, 34.78% had more than 20 years of work experience, and 92.17% were married. Descriptive statistics indicated that the mean values for contextual and causal conditions and the core phenomenon were below the neutral midpoint (3), while those for intervening conditions, strategies, and outcomes were above the midpoint, suggesting higher perceived importance in these areas.

Data normalization confirmed a normal distribution across all variables, allowing for effective model training and validation. In the SVM testing phase, 72.73% of the data were accurately predicted, with an error rate of 27.27%. In the training phase, 65.85% accuracy was achieved with an error margin of 34.15%. Importance rankings among model constructs indicated that contextual conditions held the highest weight, followed by the core phenomenon, outcomes, causal conditions, and intervening conditions.

Discussion and Conclusion

The findings validate the feasibility and effectiveness of using machine learning algorithms to model operational budgeting in fossil fuel power plants. The high prediction accuracy of the SVM model demonstrates that the six-component framework developed in this study successfully captures the key determinants of budget performance within the energy sector. This is particularly relevant given the strategic role of fossil power plants in Iran's energy landscape and the associated financial and environmental responsibilities they bear.

Contextual conditions, including alignment between organizational goals and budget priorities, managerial support, training adequacy, and clear budgetary responsibilities, emerged as the most influential construct. This supports earlier assertions that internal organizational factors heavily influence budget performance, particularly in environments with complex infrastructure and multilevel governance structures. The core phenomenon, representing the essence of operational budgeting as a strategic management tool, was also found to have a strong impact, underscoring its central role in connecting inputs and outcomes within power plant operations.

Strategic elements were highlighted as mediating forces that translate organizational conditions into measurable outputs. Their significant weight in the model affirms the importance of deliberate, performance-based planning and reinforces the need



for strategic foresight in budget implementation. Outcomes such as increased transparency, improved accountability, and more efficient resource use are direct benefits of operational budgeting when well-aligned strategies are in place.

Intervening conditions—external pressures, regulatory requirements, and economic volatility—were shown to modulate the relationship between inputs and outputs. This finding aligns with prior research emphasizing the contextual sensitivity of budget models and the need for adaptability. Recognizing these factors is critical to constructing resilient and dynamic budgeting systems capable of responding to policy changes and operational uncertainties.

Overall, this study contributes a novel, empirically validated model that enhances understanding of operational budgeting dynamics in fossil fuel power plants. By incorporating both internal and external dimensions and employing advanced computational methods, the model offers a robust decision-support tool for managers, policymakers, and stakeholders. It facilitates data-driven resource allocation, strengthens financial governance, and aligns operational practices with national energy and sustainability goals.

As Iran continues to navigate the dual challenges of energy demand and environmental preservation, integrating models such as the one presented here into budgeting processes can foster more effective decision-making and long-term planning. Future efforts should aim to replicate and expand this model across different energy sectors and explore the integration of real-time data analytics and adaptive feedback mechanisms to further enhance budgeting performance.

References

- Anderson, J. J., Rode, D. C., Zhai, H., & Fischbeck, P. S. (2022). Fossil-fuel options for power sector net-zero emissions with sequestration tax credits. *Environmental science & technology*, 56(16), 11162-11171. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c06661>
- Arisa, L., & Yuningsih, D. (2023). Planning and preparation of the operational budget of the investment service department. *Journal of Applied Business Taxation and Economics Research*, 2(5), 527-545. <https://doi.org/10.54408/jabter.v2i5.197>
- Asgari, M., Khorsandi, M., & Ghasemi, A. (2024). Factors affecting the consumption of renewable energy in OPEC member countries using the panel data approach. *Iranian Energy Economics*, 13(51), 123-164. https://jieee.atu.ac.ir/article_16118.html?lang=en
- Braun, S. (2022). Improving flexibility of fossil fired power plants. In (Vol. 2, pp. 133-140). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819723-3.00085-8>
- Bruchon, M., Chen, Z. L., & Michalek, J. (2024). Cleaning up while changing gears: The role of battery design, fossil fuel power plants, and vehicle policy for reducing emissions in the transition to electric vehicles. *Environmental science & technology*, 58(8), 3787-3799. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c07098>
- Chandawarkar, R., Nadkarni, P., Barmash, E., Krasniak, P., Capek, A., & Casey, K. (2024). Budgets: How they are planned, prepared, and managed. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, 12(7), 1-8. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000005755>
- Chen, B., Chen, C. S., & Liu, T. C. (2018). Impact of provider competition under global budgeting on the use of cesarean delivery. *Health Services Research*, 53(2), 747-767. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12668>
- Dianat, F., Khodakarami, V., Hosseini, S. H., & Shakouri Ganjavi, H. (2021). Systemic modeling of renewable electricity generation expansion planning in competition with conventional electricity. *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*, 7(1), 7-50. <https://epprjournal.ir/article-1-945-en.html>
- Gaffney, A. W., Himmelstein, D. U., Woolhandler, S., & Kahn, J. G. (2023). Hospital expenditures under global budgeting and single-payer financing: An economic analysis, 2021-2030. *International Journal of Social Determinants of Health and Health Services*, 53(4), 548-556. <https://doi.org/10.1177/27551938231152750>
- Golhosseini, Z., Jalili Ghazizade, M., & Hashemi, S. H. (2016). Evaporation pond sludge management in combined cycle power plants (case study: Damavand combined cycle power plant). *Environmental Sciences*, 14(1), 81-90. https://envs.sbu.ac.ir/article_97685.html?lang=en
- Homsy, S., Schmitt, T., Leptinsky, S., Mantripragada, H., Zoelle, A., Fout, T., Shultz, T., Munson, R., Hancu, D., Gavvalapalli, N., Hoffmann, J., & Fout, T. (2025). Insights from FEED studies for retrofitting existing fossil power plants with carbon capture technology. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 140, 104268. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2024.104268>
- Joy, A., & Qureshi, A. (2023). Reducing mercury emissions from coal-fired power plants in India: Possibilities and challenges. *Ambio*, 52(1), 242-252. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01773-5>
- Kakakhani, M., Almasi, M., & Sohaili, K. (2024). Investigating the effect of economic freedom on the process of separating economic growth from the fossil fuels. *Iranian Energy Economics*, 13(51), 165-196. https://jieee.atu.ac.ir/article_17556.html?lang=en



- Liu, Y., Feng, T., Shi, Z., Ma, X., & He, M. (2024). Integrated travel path guidance for metro-bikeshare users considering system operational budget costs using smart card data. *Travel Behaviour and Society*, 37, 100874. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2024.100874>
- Ruliana, T., Soegiarto, E., Yudhyani, E., & Latif, I. N. (2015). Operating budgets as the management control. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 15(3), 269-274. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20153387333>
- Salman, F., Hashemi, S. A., & Foroghi, D. (2023). Feasibility of establishing operational budgeting in Iraqi public universities. *Journal of Risks*, 11(44), 1-21. <https://doi.org/10.3390/risks11020044>
- Shojaee, M., Namazi, S., & Beiranvand, M. (2013). Conducting economic and environmental studies of fossil and nuclear power plants and presenting the optimal option. *Financial Economics*, 7(22), 27-48. https://journals.iaui.ir/article_511536.html?lang=en
- Tewe, R., Ismaila, B., Beneke, J., & Siewe, L. (2024). Perceptions on "free" tertiary education and operational budgeting within a public university in South Africa. *Social Sciences & Humanities Open*, 9, 100793. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100793>
- Yeh, L. T. (2025). Development of centralized hybrid data envelopment analysis models to allocate emissions abatement for fossil fuel power plants during their current and replacement phases. *Energy Economics*, 146, 108522. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2025.108522>

