Journal of Industrial Innovations 2(2) (2024) 144 – 160

Industrial Innovations

https://jii.araku.ac.ir

ISSN: 2980-8847

Business analysis using data analytics tools (A case study of Energy Industrial Engineering Design Company: EIED)

Omid Poursabzi [a*], Akbar Tavasoli Nouri [b], Fazel Hajizadeh Ebrahimi [c]

[a] QHSE System Management Department of the Design and Engineering Company in the energy industry.
[b] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khwarizmi University, Tehran, Iran.
[c] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Qom University of Technology, Qom, Iran.

Original Article

Use your device to scan and read the article online

Citation: Poursabzi O, Tavasoli Nouri A, Hajizade Ebrahimi F. Business analysis using data analytics tools (A case study of Energy Industrial Engineering Design Company: EIED). Industrial Innovations. 2024; 2(2):144-160.

https://doi.org/10.61186/jii.2.2.144

KEYWORDS

Process analysis;
Data analysis;
Time series;
SIPOC;
Hypothesis testing.

ABSTRACT

For many companies, effective business analytics is not an integral part of their work. However, as the complexity of companies' processes and activities increases, business analytics is a key competency for a company's success. Requirements management is the core competency for the success of a company's project and plan, poor performance occurs when companies do not mature in important business analytics processes and do not recognize the value it provides. Business analysis includes identifying needs, proposing solutions, and extracting, documenting, and managing requirements to deliver the expected benefits. This research examines the needs and expectations of the stakeholders of the Energy Industries Design and Engineering (EIED) Company in one of the company's departments and takes into account the requirements related to the processes related to needs assessment, then by determining the relevant needs and requirements, the process is identified through tools and by collecting the process data and verifying them, the analysis is done based on the data. Process improvement methods are used to measure the effectiveness of the relevant process indicators.

Extended Abstract

1. Introduction

The successful execution of business analysis yields high-quality requirements and engages a broader range of stakeholders, enhancing the likelihood of delivering solutions that meet value expectations while adhering to time, scope, and budget constraints. As outlined by John Doe (2020), data mining has been effectively utilized to refine organizational processes by revealing hidden patterns and trends that illuminate strengths and weaknesses in internal operations, fostering improvements in efficiency.

2. Problem Statement

Understanding the contribution of business analysis to organizational success is critical. It embodies various components, including feasibility studies, risk assessment and mitigation planning, as well as the identification of new business opportunities. By addressing organizational challenges, business analysis paves the way for future advancements. This research prioritizes processes marked by significant inefficiencies and profitability potential for improvements based on a comprehensive evaluation.

* Corresponding author,
E-mail address: Omid.poursabzi@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.61186/jii.2.2.144
Received: September 10, 2024; Received in revised form: October 9, 2024; Accepted: October 12, 2024.
Article type: Research Paper
©Author

3. **Methodology and its results**

The project management steps were structured according to the SIPOC model, facilitating a systematic approach to the analysis. Key phases included:

Supplier

Necessary resources including: manpower, equipment, software necessary to provide the service. (manpower, software, tablets, stationery, etc.)

Input

How are the necessary inputs for the process received? (defined users from the offices of department managers and project managers)

Process

Steps must be taken to convert input into output. (The BPMN diagram of the process is presented.)

Output

The service that should be provided in the form of carrying out the process. (by providing feedback to the customer, the completion of the service is announced)

Customer

The group receiving the defined service. (offices of department managers and project managers in the present study)

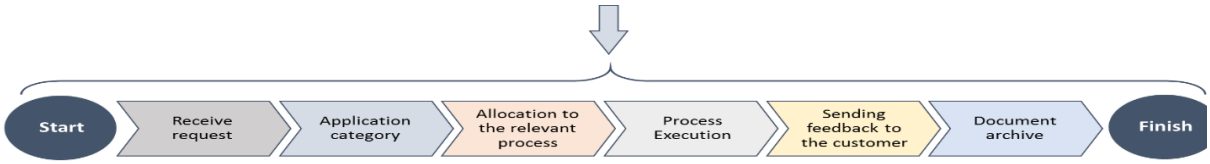


Figure 1 SIPOC diagram relevant to the implemented pilot project.

Data Analysis: Utilizing primary diagrams from raw data to explore patterns and relationships.

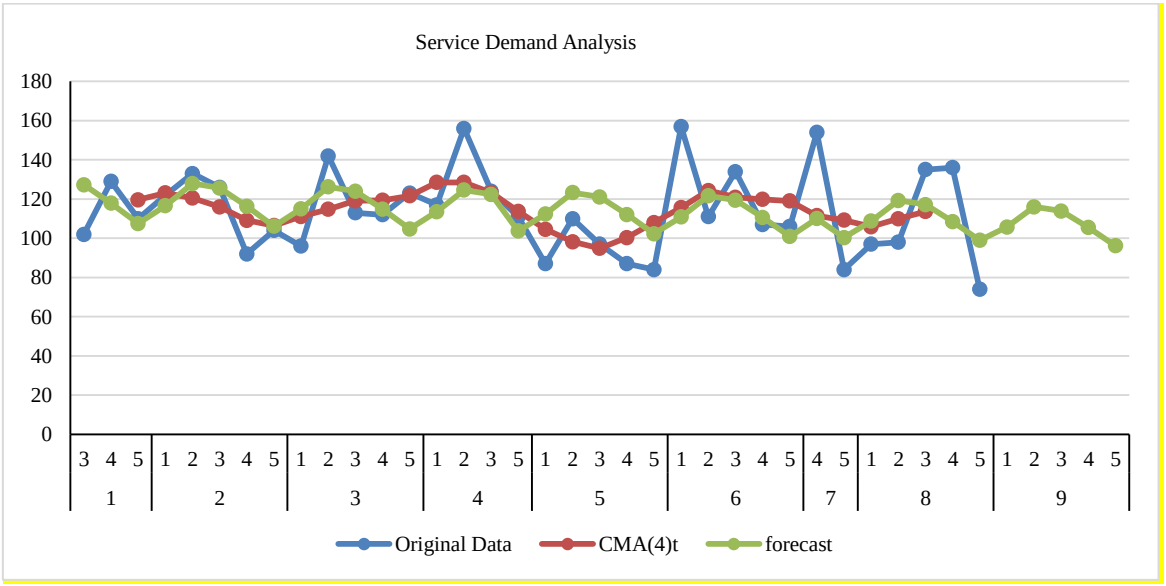


Figure 1 The graph related to the data and prediction and comparing the prediction performance with real data

Some points of general analysis that can be deduced from the review of the information contained in the above figure are presented below:

Looking at the time series graph, the following points can be noted: - Demand has instantaneous changes and significant fluctuations during the periods. - In some periods, the demand increases and in others it decreases. - Some fluctuations in demand occur frequently and with specific patterns. 3. Conclusion: Based on the analysis, it can be concluded that the demand for the desired service during 34 periods has significant fluctuations. The increase and decrease of demand in different periods indicate various factors such as seasonality, events, changes in demand, etc.

4. **Conclusion**

The implementation of actions regarding process automation across various fields has yielded significant improvements. Automation has saved man-hours by streamlining certain process steps while also increasing overall process speed through the reduction of physical documentation exchanges. The accuracy of data-driven calculations and decision-making has been validated, reinforcing the importance of this approach within the organization. Future research is encouraged to concentrate on process mining within organizational management, particularly for maintenance and repair processes in industrial complexes. The application of data science and artificial intelligence is recommended to anticipate critical conditions and optimize preventive service stages, ultimately leading to substantial economic benefits over time.

نوآوری‌های صنعتی
شاپا: ۸۸۴۷-۲۹۸۰

تجزیه و تحلیل کسب و کار با استفاده از ابزارهای مبتنی بر تحلیل داده (مطالعه موردی شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی: EIED)

امید پورسبزی[الف،ب*]، اکبر توسلی‌نوری[الف]، فاضل حاجی‌زاده ابراهیمی[ج]

[الف] دپارتمان مدیریت سیستم‌های QHSE شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی، تهران، تهران، ایران.
[ب] دپارتمان مهندسی صنایع دانشگاه خوارزمی، تهران، تهران، ایران.
[ج] گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران.

واژگان کلیدی

تجزیه و تحلیل فرآیندها؛
تجزیه و تحلیل داده‌ها؛
سری زمانی؛
SIPOC؛
آزمون فرض.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۱

چکیده

برای بسیاری از سازمان ها، تجزیه و تحلیل مؤثر کسب و کار جزء لاینفک کار آنها نیست. با این حال، با افزایش پیچیدگی فرآیندها و فعالیت های سازمان ها، تجزیه و تحلیل کسب و کار یک شایستگی کلیدی برای موفقیت سازمان بشمار می آید. مدیریت نیازمندی ها شایستگی اصلی برای موفقیت پروژه و برنامه یک سازمان است، عملکرد ضعیف زمانی رخ می‌دهد که سازمان‌ها در فرآیندهای مهم تجزیه و تحلیل کسب‌وکار بلوغ نداشته باشند و ارزشی را که ارائه می کند تشخیص ندهند. تجزیه و تحلیل کسب‌وکار شامل شناسایی نیازها پیشنهاد راه‌حل؛ و استخراج، مستندسازی و مدیریت الزامات برای ارائه مزایای مورد انتظار. این پژوهش به بررسی نیازها و انتظارات ذی‌نفعان سازمان EIED در یکی از بخش‌های سازمان پرداخته و با در نظر گرفتن الزامات مربوط به فرآیندهای مربوط به نیازسنجی می‌پردازد، در ادامه با تعیین نیازها و الزامات مربوطه به شناسایی فرآیند از طریق ابزارها پرداخته و با جمع‌آوری داده‌های فرآیند و صحه‌گذاری بر آنها، تجزیه و تحلیل برمبنای داده‌ها صورت می‌گیرد و از طریق روش‌های بهبود ایجاد شده در فرآیند به اندازه‌گیری اثربخشی شاخص‌های فرایند مربوطه پرداخته می‌شود.

۱- مقدمه

اطلاعات به‌دست‌آمده از داده‌های توصیف فعالیت‌های تجاری که سازمان‌ها در آن مشغول هستند، به یکی از مهم‌ترین منابع برای شرکت‌ها و سازمان‌های عمومی تبدیل شده است، زیرا گستردگی و کیفیت عملیات آن‌ها را نشان می‌دهد و چشم‌اندازها، استراتژی‌ها و فعالیت‌های تجاری آن‌ها را جهت می‌دهد. زمانی که شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌توانند به اطلاعات مربوط به مشتریان، عملیات، رقبا و محیط کسب‌وکار خود دسترسی داشته باشند، یا حتی داده‌های موجود را برای تولید اطلاعات مورد نیاز سازماندهی کنند، ورودی‌های حیاتی و بینش مفیدی را برای فرآیندهای تصمیم‌گیری و تحلیل تغییرات و روندها به دست می‌آورند. محیط کسب‌وکار [1,2]. مدیران به‌عنوان بخشی از وظایف روزانه خود ملزم به اتخاذ تصمیمات قابل اعتماد و مبتنی بر این هستند که به‌اندازه کافی واقعیت کسب‌وکار یا بخش‌هایی از آن را که مربوط به فرآیندهای تجاری شرکت است، منعکس کند. این تصمیمات معمولاً بر اساس داده‌هایی است که در طول دوره فعالیت شرکت افزوده می‌شود. بااین‌حال، در بسیاری از موارد، این داده‌ها حجم قابل‌توجهی دارند و در مکان‌ها و اشکال مختلف ذخیره می‌شوند که مانع بازیابی و استفاده مکرر آن‌ها

* نویسنده مسئول؛
آدرس پست الکترونیک: Omid.poursabzi@gmail.com

می‌شود، علی‌رغم ارزش و سودمندی قابل‌توجهی که برای تصمیم‌گیرندگان دارند [3]. باوجود دانش روزافزون در مورد مهندسی نیازمندی‌ها و تجزیه‌وتحلیل کسب‌وکار، این حوزه هنوز مسائل زیادی را دارد که نیاز به بهبود دارند. این تجزیه‌وتحلیل کسب‌وکار می‌تواند روی نوآوری‌های مختلف ازجمله نوآوری‌های عملیاتی و تاکتیکی سازمان صورت گیرد، چه آن دسته از نوآوری‌های که محدود به حوزه پروژه هستند، چه آن دسته که دامنه‌شان کل سازمان و هدف آن‌ها بهبود مستمر سازمان است. از این تحلیل سازمان می‌تواند برای درک وضعیت فعلی و تعیین فعالیت‌ها و اقدامات لازم برای انتقال از وضعیت کنونی به وضعیت مطلوب آینده استفاده کند. تجزیه‌وتحلیل موفقیت‌آمیز کسب‌وکار به عواملی بستگی دارد که شامل؛ کیفیت و ویژگی‌های مناسب داده‌ها، تعهد سازمانی، رهبری سازمان و ساختار، به‌کارگیری روش‌های مناسب حوزه فعالیت و ساختار سازمان جهت تحلیل داده‌ها و ایجاد بهبود می‌باشد. تحلیل کسب‌وکار از طریق داده‌ها راهی است برای برقراری رابطه بین ذی‌نفعان یک سازمان، که باهدف درک نیازها، سیاست‌ها و عملکردهای کسب‌وکار انجام می‌شود. درک این موضوعات منجر به یافتن راه‌حل‌هایی می‌شود که سازمان را در رسیدن به اهدافش یاری می‌کند. و این نشان می‌دهد که تجزیه‌وتحلیل کسب‌وکار نقشی حیاتی در آن دارد. شناخت نیازمندی‌های کسب‌وکار، مستندسازی مدارک و داده‌ها، شناسایی زمینه‌های بهبود فرایندها و تغییرات لازم برای سازمان، کمک به برنامه‌ریزی استراتژیک و تدوین سیاست‌های مختلف که آینده بهتری برای سازمان رقم می‌زنند، داده‌ها و اطلاعات یک سازمان می‌تواند به‌طور مؤثر برای کمک به سازمان برای دستیابی به اهداف تجاری خود استفاده شود. ازاین‌رو همگی در گرو تحلیل درست کسب‌وکار هستند. هنگامی‌که تجزیه‌وتحلیل کسب‌وکار به‌درستی در پروژه‌ها و برنامه‌ها محاسبه و اجرا شود، الزامات باکیفیت بالا تولید می‌شود. ذینفعان بیشتر درگیر هستند. راه‌حل ارزش موردنظر را ارائه می‌دهد و پروژه‌ها به‌احتمال‌زیاد به‌موقع، در محدوده و بودجه تحویل می‌شوند. برای بسیاری از سازمان‌ها، تجزیه‌وتحلیل مؤثر کسب‌وکار جزء لاینفک کار پروژه آن‌ها نیست این کمک می‌کند که پروژه‌ها ارزش موردنظر را ارائه نکنند. در واقع، طبق گزارش PMI Pulse of the Profession در سال ۲۰۱۷، الزامات نادرست دومین عامل اصلی شکست پروژه (۳۹٪) است و بعد از تغییرات در اولویت‌های سازمان (۴۱٪) در رتبه دوم قرار دارد. تجزیه‌وتحلیل کسب‌وکار راهی برای سازمان‌ها می‌گذارد تا با درک موقعیت فعلی بازار، مهارت‌های استراتژیک و فنی خود را بهبود بخشیده و به‌کارگیرند. این امر موجب آن می‌شود تا در مقایسه با رقبا جایگاه خود را در بازار بهتر بشناسند. جان دو[1] در سال ۲۰۲۰ به استفاده از داده‌کاوی برای بهبود فرآیندهای سازمانی پرداخت، با استفاده از داده‌کاوی الگوها و روندهای پنهان در داده‌ها قابل‌شناسایی است و نقاط قوت و ضعف فرآیندهای داخلی سازمان کمک می‌شود و بدین طریق فرآیندهای ناکارآمد را بهبود بخشید.

۲- مرور ادبیات

نماد مدل‌سازی فرآیند کسب‌وکار برای اولین بار در ۲۰۰۴ به‌عنوان یک‌زبان استاندارد مدل‌سازی فرآیند کسب‌وکار منتشر شد (BPMI.org[2])، BPMN گرافیکی مبتنی بر فلوچارت یک‌زبان مدل‌سازی اخیر BP است که در حال حاضر پذیرفته‌شده است [4]. توسعه آن به‌عنوان یک گام مهم در کاهش پراکندگی که بین ابزارهای مدل‌سازی فرآیند موجود و نمادها مشاهده شد درنظر گرفته شد. از آن زمان BPMN به روش‌های مختلف توسط جامعه دانشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت و به‌طور گسترده توسط صنعت موردحمایت و استفاده قرار گرفت. با توجه [5] توسعه BPM را می‌توان به سه موج تکامل از زمان پیدایش آن پس از انقلاب صنعتی تقسیم کرد، که شامل؛ موج اول؛ در سال ۱۹۶۰ شروع شد و توسط شرکت‌های ژاپنی مشخص شد که رقابتی‌تر شدند، تا حدی به دلیل تمرکز آن‌ها بر برنامه‌های مدیریت کیفیت جامع (TQM) و کاهش نقص، بلافاصله پس‌ازآن، شرکت‌های آمریکایی سعی کردند این نوع رویکرد را بازتولید کنند. موج دوم؛ در اواخر دهه ۱۹۸۰ شروع شد، که با رشد درآمد شرکت‌های آمریکایی از طریق شیوه‌های وارداتی از فرآیندهای ژاپنی و جستجو برای انطباق بیشتر در فرآیندهای آن‌ها مشخص شد و رویکردی به نام مهندسی مجدد فرآیند کسب‌وکار (BPR) پیدا کرد. موج سوم؛ از اواسط دهه ۱۹۹۰ شروع شد و تا به امروز با بلوغ کسب‌وکار فرآیند محور ادامه دارد و فازی به نام BPM را ایجاد کرد که تا امروز باقی

[1] John Doe
[2] Business Process Management Initiative

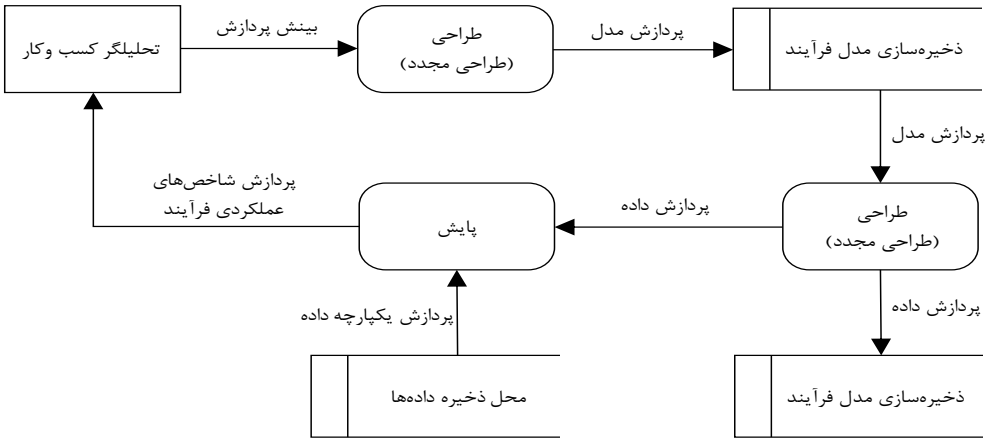
مانده است. منشأ BPM ارائه شده در دو موج اول مینون و ترنر و نیز توسط اوریونا و همکاران[1] در سال ۲۰۱۵ برجسته شده است، که اشاره می‌کند که این روش حدود ۲۰ سال از عمر خود را ارائه می‌دهد و منشأ آن به بهبود مطالعات کنترل کیفیت آماری و مهندسی مجدد فرآیند مربوط می‌شود. گیلبرت[2] در سال ۲۰۱۰ تأکید می‌کند که در دهه ۱۹۹۰، BPM توسط متخصصان فرآیند داخلی انجام شد که تمرکز طرح‌های بهبود کیفیت را با اندازه‌گیری و بهبود مستمر به تمرکز عملیاتی تبدیل کردند. در دهه ۲۰۰۰، BPM بر فناوری اطلاعات متمرکز بود و بر تسهیل بهبود فرآیند و درک تمرکز داشت. پس از تکمیل اولین بازنگری‌های اصلی BPMN، گروه مدیریتشی (OMG) BPMN 2.0 را در سال ۲۰۱۱ منتشر کرد [۶]. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در زمینه‌های مختلف در رابطه با کاربردهای سیستم‌های اطلاعاتی انجام شده است. مشخصه تحقیقات اخیر تلاش برای به‌کارگیری سیستم‌های اطلاعاتی در محیط‌های ناهمگن و توزیع شده است. سیستم‌های اطلاعاتی که با تعریف، مدیریت، سفارشی‌سازی و ارزیابی وظایفی که از فرآیندهای تجاری و همچنین ساختارهای سازمانی ایجاد می‌شوند، سیستم‌های مدیریت فرآیند کسب‌وکار (BPMS) نامیده می‌شوند. مدل‌سازی مناسب فرآیندهای کسب‌وکار ضروری‌ترین زیربنای سازمان‌های است. پشتیبانی از تجزیه‌وتحلیل به‌منظور تأیید، ارزیابی و اصلاح فرآیندها و ساختارهای سازمانی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. مدیریت فرآیند کسب‌وکار (BPM) روشی ساختاریافته، منسجم و منسجم برای درک، مستندسازی، مدل‌سازی، تجزیه‌وتحلیل، شبیه‌سازی، اجرا و تغییر پیوسته فرآیندهای کسب‌وکار نهایی و همه منابع درگیر در پرتو سهم آن‌ها در عملکرد کسب‌وکار است [۷]. طیف گسترده‌ای از رویکردها و نمادها برای مدیریت BPM و جریان کار در BPMN استفاده شده‌اند. BPMN که با الهام از تعدادی از زبان‌های قبلی توسعه‌یافته است، مدل‌های فرآیند کسب‌وکار به‌طور گسترده در مستندسازی عملیات تجاری استفاده می‌شود. نمادهای مدل‌سازی فرآیند کسب‌وکار مختلفی از دیدگاه‌های مختلف برای این منظور وجود دارد [۸].

همزمان با پیچیده‌تر شدن کسب‌وکار، اختلالات تجاری، هم ناشی از رویدادهای طبیعی و هم ناشی از انسان، بیشتر اتفاق می‌افتد. برای تشدید این موضوع، به‌طور فزاینده‌ای انتظار می‌رود که دست‌اندرکاران تداوم کسب‌وکار کارهای بیشتری انجام دهند و اغلب با منابع کمتر و در بازه‌های زمانی فشرده انجام دهند. به گفته راینر هوبرت، «تحلیل تأثیر کسب‌وکار[3] (BIA) اطلاعات غیرقابل اعتماد و ناقصی را ارائه می‌کند که برای ایجاد آن به زمان زیادی نیاز دارد و ترکیبی از راه‌حل‌ها برای جبران خطاهای استراتژیک در مفاهیم اساسی آن است» ابزار SIPOC که برای تجزیه‌وتحلیل تامین‌کنندگان، ورودی‌ها، فرآیندها، خروجی‌ها و مشتریان استفاده می‌شود یک راه‌حل ساده، زیرک و به‌سرعت توسعه‌یافته برای این چالش‌ها ارائه می‌دهد. در بهبود فرآیند،SIPOC ابزار ایده‌آلی برای شناسایی تمام عناصر مرتبط پروژه بهبود فرآیند قبل از شروع کار است. پیتر آر. شولتز در کتاب خود به نام The Leader's Handbook،SIPOC را به‌عنوان شرحی از نمودار سیستمی که توسط دکتر ادوارد دمینگ در سخنرانی‌های خود برای رهبران صنعت ژاپن در تابستان ۱۹۵۰ استفاده شد، توصیف می‌کند.SIPOC یک ابزار نمودار فرآیند بی‌تکلف و بصری برای شناسایی تامین‌کنندگان، ورودی‌ها، فرآیندها، نتایج و مشتریان است [۹]. این مفهوم با نشان دادن اینکه چه کسی ورودی‌های یک فرآیند را تأمین می‌کند، چه چیزی را عرضه می‌کند، آن فرآیند چه چیزی را ارائه می‌دهد و به چه کسی و چگونه فرآیند با سیستم بزرگتر ارتباط دارد، از شناسایی آسان‌تر فرصت‌های بهبود پشتیبانی می‌کند. در یک SIPOC می‌تواند با تشریح جزئیات روزافزون رابطه بین یک فرآیند و وابستگی‌های آن به فرآیندهای قبل و بعد از آن در زنجیره تحویل، وضوح فرآیند را فراهم کند. ارزش و مزایای SIPOC به‌طور گسترده‌ای شناخته‌شده و در رشته‌های مدیریت کیفیت پذیرفته‌شده است، زیرا قادر به ارائه یک نمای کلی سریع، ساده و آسان از یک فرآیند و اجزای وابسته به آن است.

مدیریت، مدل‌سازی و تحلیل فرآیندهای کسب‌وکار امروزه عمدتاً از طریق سیستم‌های اطلاعاتی مدرن و آگاه از فرآیند انجام می‌شود. این سیستم‌های اطلاعاتی سازمانی، مانند سیستم‌های مدیریت گردش کار، سیستم‌های منابع سازمانی، سیستم‌های ارتباط با مشتری و غیره همه رویدادهای فرآیند را به شکلی از گزارش‌های رویداد ذخیره می‌کنند. فرآیند کاوی یک حوزه تحقیقاتی بین مدیریت فرآیند کسب‌وکار (BPM) و علم داده است که به استخراج بینش مفید از داده‌های اجرای

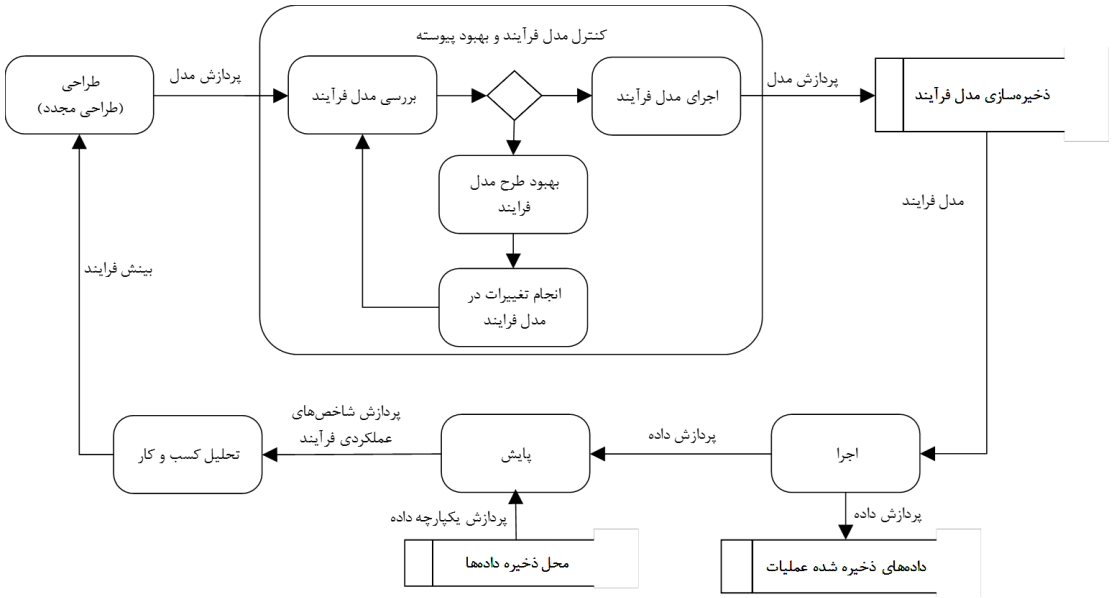
[1] Uriona et al.
[2] Gilbert
[3] business impact analysis

فرآیند مربوط می‌شود. ایده اصلی فرآیند کاوی کسب‌وکار استخراج داده‌های رویداد از گزارش‌های رویداد به‌منظور ساخت خودکار مدل‌های فرآیند کسب‌وکار، مقایسه مدل فرآیند موجود با گزارش رویداد همان فرآیند و توسعه یا بهبود مدل فرآیند موجود است [۱۰]. تکنیک‌های فرآیندکاوی می‌توانند از مراحل مختلف چرخه حیات BPM، مانند کشف فرآیند، تجزیه‌وتحلیل فرآیند و نظارت بر فرآیند پشتیبانی کنند در واقع، هدف آن کشف، نظارت و بهبود فرآیندهای واقعی با استخراج دانش از گزارش‌های رویداد است که به‌راحتی در سیستم‌های اطلاعاتی امروزی موجود است [۱۱]. رشد قابل‌توجه اخیر داده‌های رویداد موجود ازیک‌طرف و توسعه تکنیک‌های فرآیند کاوی بالغ از طرف دیگر، شرکت‌ها و سازمان‌ها را وادار می‌کند تا از فرآیندکاوی برای تجزیه‌وتحلیل و بهبود فرآیندهای خود استفاده کنند.



شکل ۱ چرخه عمر BPM شامل مراحل مربوط به مدل‌سازی، پیاده‌سازی و نظارت بر فرآیند کسب‌وکار [۱۱]

هدف اصلی تجزیه‌وتحلیل و بهبود مدل‌های فرآیند کسب‌وکار، ارائه نمودارهایی با کیفیت بالا است که ساختار قابل درک و قابل تغییر فرآیند تجاری توصیف شده را نشان می‌دهد. این هدف ممکن است با استفاده از روش پرخه دمینگ (Plan-Do-Check-Act(PDCA)) برای کنترل و بهبود مستمر مدل‌های فرآیند کسب و کار طراحی شده در طول پروژه‌های (BPM) بهمراه داده‌کاوی محقق شود [۱۲].



شکل ۲ کنترل و بهبود مستمر مدل‌های فرآیند کسب و کار (چرخه PDCA[1]) با داده‌کاوی

[1] Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle

داده‌کاوی، یک مرحله ضروری و مهم در کشف دانش در پایگاه‌های داده، برای کشف الگوهای ناشناخته مفید از مخزن بزرگ داده استفاده می‌شود داده‌کاوی شامل عملکردها، تکنیک‌ها و الگوریتم‌های مختلفی است که برای کشف و استخراج الگوهای جالب از مخزن بزرگ داده‌ها استفاده می‌شود [۱۳]. به دلیل اهمیت در تصمیم‌گیری، در دو دهه اخیر داده‌کاوی تمرکز گسترده‌ای پیدا کرده و به ابزاری ضروری در انجام انواع عملیات سازمان‌ها تبدیل شده است. [۱۴] داده‌کاوی را به عنوان «داده‌کاوی فرآیندی است برای کشف یا استخراج الگوهای جالب، تداعی‌ها، تغییرات، ناهنجاری‌ها و ساختارهای قابل توجه از مقادیر زیادی داده که در منابع داده‌های متعدد مانند سیستم‌های فایل، پایگاه‌های داده، انبارهای داده ذخیره می‌شود. یا دیگر مخازن اطلاعات." داده‌کاوی را می‌توان در مجموعه‌ای از دامنه‌ها استفاده کرد. داده‌کاوی سری زمانی یکی از مواردی است که به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها جهت پیش‌بینی عملکرد واحدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تقریباً در هر زمینه علمی، اندازه‌گیری‌ها در طول زمان انجام می‌شود. این مشاهدات منجر به مجموعه‌ای از داده‌های سازمان یافته به نام سری‌های زمانی می‌شود. هدف از داده‌کاوی سری زمانی تلاش برای استخراج تمام دانش معنادار از شکل داده‌ها است. وظایف اصلی مرتبط با سری زمانی شامل پرس‌وجو بر اساس محتوا، تشخیص ناهنجاری (ویس[۱]، ۲۰۰۴)، کشف الگو (لین و همکاران[۲]. ۲۰۰۴)، پیش‌بینی (ویگن و گرشنفلد[۳]، ۱۹۹۴)، خوشه‌بندی (لین و کیوگ[۴]، ۲۰۰۵) طبقه‌بندی (باکشی و استفانوپولوس[۵]، ۱۹۹۴) و تقسیم‌بندی (کیوگ و همکاران[۶]، ۲۰۰۳). امروزه تحلیل سری زمانی طیف وسیعی از مسائل واقعی را در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی پوشش می‌دهد. برخی از نمونه‌ها شامل پیش‌بینی اقتصادی (سانگ و لی[۷]، ۲۰۰۸)، تشخیص نفوذ (ژانگ و همکاران[۸]، ۲۰۰۷)، تجزیه و تحلیل بیان ژن (لین و همکاران، ۲۰۰۸)، نظارت پزشکی (بورکم و همکاران[۹]، ۲۰۰۷) و هیدرولوژی [۱۷]. داده‌کاوی سری زمانی جنبه‌های متعددی از پیچیدگی را آشکار می‌کند. یک سری زمانی T یک دنباله مرتب از n متغیر با ارزش واقعی است، $T = (t_1.\cdots.t_n).t_i \in R$، یک سری زمانی اغلب نتیجه مشاهده یک فرآیند اساسی است که در طی آن مقادیر از اندازه‌گیری‌های انجام شده در فواصل زمانی یکنواخت و بر اساس نرخ نمونه‌گیری معین جمع‌آوری می‌شوند. بنابراین یک سری زمانی می‌تواند به عنوان مجموعه‌ای از لحظه‌های زمانی پیوسته تعریف شود. این سری می‌تواند مانند تک متغیره باشد یا زمانی که چندین سری به طور همزمان چندین بعد را در محدوده زمانی یکسان قرار می‌دهند، چند متغیره باشد. با توجه به روند توسعه روش‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی، روش‌های پیش‌بینی رایج موجود سری‌های زمانی را می‌توان به سه دسته طبقه‌بندی کرد: روش کلاسیک پیش‌بینی سری‌های زمانی، روش‌های پیش‌بینی یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، و روش‌های پیش‌بینی ترکیبی سری‌های زمانی [۱۵]. از جمله کاربردهای سری‌های زمانی در بهینه‌سازی فرایندهای سازمان می‌توان به تحلیل زمان چرخه تولید و خدمات و شناسایی فرصت‌های بهبود و شناسایی گلوگاه‌های تولید و ارائه خدمات پی برد. همچنین در کاربردهای آن برای تجزیه و تحلیل فرآیندهای سازمان به تحلیل درآمد و هزینه و پیش‌بینیی تغییرات جهت بهبود فرایندها مورد استفاده قرار داد.

۲-۱- معادلات روش کلاسیک پیش‌بینی سری‌های زمانی

روش کلاسیک پیش‌بینی سری‌های زمانی مبتنی بر مدل‌سازی ریاضی و آماری است. مدل‌های خطی کلاسیک عمدتاً عبارتند از: مدل اتورگرسیون (AR)، مدل میانگین متحرک (MA)، مدل میانگین متحرک اتورگرسیون (ARMA) و مدل میانگین متحرک یکپارچه اتورگرسیو (ARIMA) و مدل‌های غیرخطی کلاسیک عمدتاً شامل مدل خودرگرسیون آستانه (TAR)، مدل همبستگی شرطی ثابت (CCC)، مدل ناهمسانی شرطی می‌شوند. علاوه بر این، چند روش مهم پیش‌بینی کلاسیک مبتنی بر هموارسازی نمایی وجود دارد، مانند: هموارسازی نمایی ساده (SES)، روش روند خطی هولت[۱۰]، روش ضربی

[1] Weiss
[2] Lin et al
[3] Weigend and Gershenfeld
[4] Lin and Keogh
[5] Bakshi and Stephanopoulos
[6] Keogh et al.
[7] Song and Li
[8] Zhong et al.
[9] Burkom et al.
[10] Holt's linear trend method

هولت-وینترز[1]، روش افزایشی هولت-وینترز[2] و روش میرایی هلت-وینترز[3]، [۱۵].

۲-۲- مدل پیش‌بینی یادگیری ماشین سری‌های زمانی

مدل‌های پیش‌بینی کلاسیک سری‌های زمانی به خوبی می‌توانند روابط خطی را در سری‌های زمانی ثبت کنند و زمانی که مجموعه داده‌ها کوچک است به نتایج خوبی دست پیدا کنند. با این حال، زمانی‌که برای سری‌های زمانی غیرخطی پیچیده مقیاس بزرگ اعمال می‌شود، تأثیر ضعیفی دارد. بنابراین، محققان توجه بیشتری به روش‌های پیش‌بینی سری زمانی یادگیری ماشین یا یادگیری عمیق دارند. شبکه‌های عصبی مصنوعی مانند شبکه‌های پرسپترون چند لایه (MLPs) و شبکه‌های تابع پایه شعاعی (RBF) دارای مکانیسم‌های یادگیری تطبیقی و خودسازمان‌دهنده هستند. آن‌ها اولین مدل‌های شبکه عصبی هستند که در پیش‌بینی سری‌های زمانی غیرخطی در زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و تأثیر خوبی هم داشته‌اند. علاوه بر این، تئوری فازی، رگرسیون فرآیند گاوسی، درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان، LSTM و غیره نیز در پیش‌بینی سری‌های زمانی استفاده می‌شوند و همچنین توانایی پیش‌بینی خوبی روی سری‌های زمانی غیرخطی دارند. [۱۵].

۲-۳- مدل پیش‌بینی ترکیبی (Hybird)

در زمینه پیش‌بینی سری‌های زمانی، روش‌های پیش‌بینی کلاسیک و یادگیری ماشینی مزایای مربوط به خود را دارند. با این حال، داده‌های سری زمانی واقعی ویژگی‌های زیر را دارند: (۱) تعیین خطی یا غیرخطی بودن داده‌های سری زمانی دشوار است و قضاوت درباره اعتبار یک مدل خاص برای داده‌ها غیرممکن است. (۲) در واقعیت، داده‌های سری زمانی صرفاً خطی یا غیرخطی کمی وجود دارد و داده‌های سری زمانی معمولاً ترکیبی از خطی و غیرخطی هستند. (۳) در زمینه پیش‌بینی سری‌های زمانی، هیچ مدلی برای هر موقعیتی مناسب نیست و یک مدل واحد نمی‌تواند الگوهای سری‌های زمانی مختلف را در یک زمان ثبت کند. بنابراین، به منظور ثبت الگوهای توزیع مختلف در داده‌ها، یک مدل ترکیبی که ترکیبی از یادگیری ماشینی و کلاسیک است به یک روند توسعه تبدیل شده است. مدل ترکیبی می‌تواند الگوی توزیع پیچیده سری‌های زمانی را به تصویر بکشد و دقت و توانایی تعمیم مدل را بهبود بخشد. [۱۵].

جدول ۱ خلاصه مرور ادبیات

نام نویسنده	سال	عنوان مقاله	شرح مختصر
Chen, M.	2014	"Data Mining: Concepts and Techniques"	این مقاله به بررسی مفاهیم و تکنیک‌های داده‌کاوی می‌پردازد و کاربردهای آن در صنایع مختلف را تحلیل می‌کند
Davenport, T. H	2013	"Analytics at Work: Smarter Decisions, Better Results"	این مقاله به اهمیت تجزیه و تحلیل داده‌ها در تصمیم‌گیری‌های سازمانی و بهبود عملکرد می‌پردازد
Jablonski, S.	2018	"Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures"	مقاله به بررسی مفاهیم مدیریت فرآیند کسب‌وکار و زبان‌ها و معماری‌های مرتبط می‌پردازد
Han, J.	2011	"Data Mining: Concepts and Techniques"	این مقاله به معرفی تکنیک‌های مختلف داده‌کاوی و کاربردهای آن در تحلیل داده‌های بزرگ می‌پردازد [۱۶]
Laursen, G. H.	2010	"Business Analytics for Managers"	نویسنده به بررسی روش‌های تحلیلی برای مدیران و چگونگی استفاده از داده‌ها در تصمیم‌گیری‌های استراتژیک می‌پردازد
Ranjan, J.	2012	"Business Intelligence: Concepts, Technologies, and Applications"	مقاله به بررسی مفاهیم و تکنولوژی‌های هوش تجاری و کاربردهای آن در سازمان‌ها می‌پردازد
Zikopoulos, P.	2012	"Big Data: From Data to Insights"	نویسنده به بررسی چگونگی تبدیل داده

[1] Holt-Winters' multiplicative method
[2] Holt-Winters' additive method
[3] Holt-Winters' damped method

۳- بیان مسئله

درک اینکه چگونه تجزیه‌وتحلیل کسب‌وکار می‌تواند به موفقیت سازمانی کمک کند اهمیت بسزایی دارد، تحلیل کسب‌وکارها جنبه‌های گوناگونی ازجمله مواردی را داراست که شامل؛ انجام مطالعات امکان‌سنجی، برنامه ارزیابی و کاهش ریسک، شناسایی و تعریف فرصت‌های جدید کسب‌وکار. تحلیل کسب‌وکار در جهت رفع مشکلات سازمان‌ها و راهی برای پیشروی‌های بعدی سازمان هستند. مراحل انجام کار به شرح زیر انجام می‌شود؛

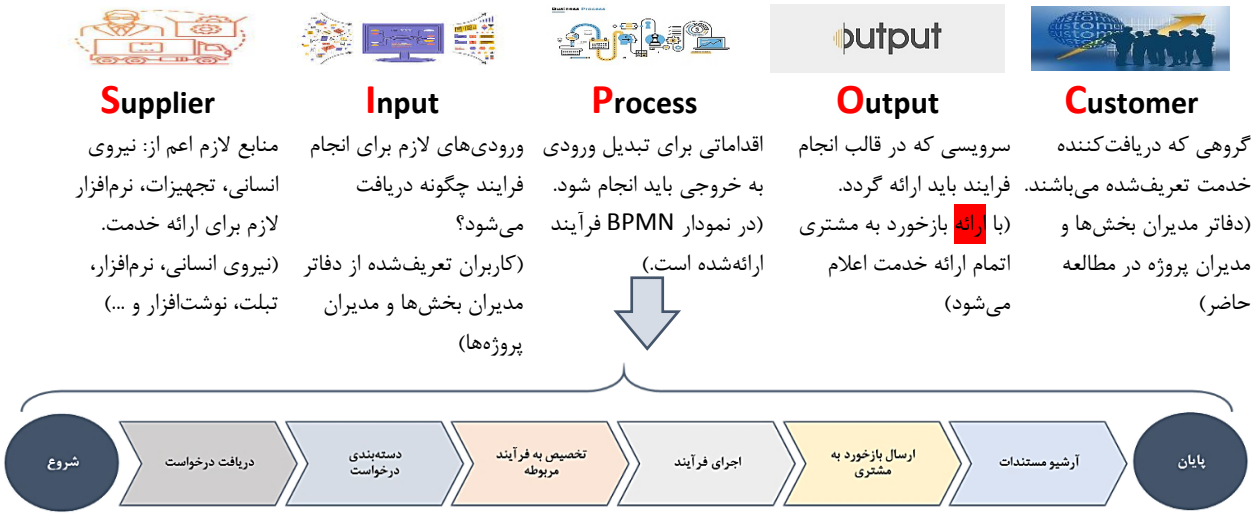
۱. نیازسنجی شامل مشخص کردن اهداف کلی و جزئی که تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به آن‌ها کمک می‌کند، ۲. شناسایی فرآیندها و بهبود آنها، ۳. جمع‌آوری داده‌ها شامل شناسایی منابع داخلی و خارجی که داده‌های مورد نیاز را تأمین می‌کنند، ۴. تحلیل و ارزیابی داده‌ها شامل بررسی داده‌ها برای شناسایی الگوها و روندها، ۵. نیازسنجی بر اساس تحلیل داده‌ها فعالیت‌ها، ۶. راه‌اندازی و پایش بر اساس صحه‌گذاری رفتار داده‌ها.

با توجه نیاز سازمان برای ارائه یک سرویس که با دامنه پوششی گسترده در کل سازمان همراه بوده است، ضرورت راه‌اندازی یک بخش برای راهبری سرویس مذکور بیش‌ازپیش ضرورت یافت. با توجه به محدودیت منابع موجود در سازمان و اهمیت مباحث هزینه‌ای در بنگاه‌های کسب‌وکار، برآورد درست منابع و استفاده بهینه از منابع از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. لذا بر آن شدیم تا با متدلوژی ترکیبی از دانش تجزیه‌وتحلیل فرآیندهای کسب‌وکار، فرآیند کاوی و علم داده پروژه را راهبری نماییم. در انتخاب فرآیند سازمان جهت بهبود، فرآیندهایی که به ترتیب اولویت دارای ناکارآمدی بسیار و یا با ضریب اهمیت سودآوری برای سازمان باشند مورد مطالعه قرار گرفت.

۴- متدلوژی و نتایج آن

برای راهبری پروژه گام‌هایی در نظر گرفته شد که در ادامه به آن‌ها و نتایج اجرای آن‌ها پرداخته خواهد شد.

اگر به این موضوع به چشم یک پروژه نگریسته شود، راهبری این پروژه منطبق بر مدل SIPOC صورت گرفته است (شکل ۳).



شکل ۳ نمودار SIPOC مربوط پیاده‌سازی شده در پروژه پایلوت

۱- تعیین فرآیند؛

مولفه‌های مهمی که هنگام انتخاب فرآیند به‌منظور تجزیه‌وتحلیل موردتوجه قرار می‌گیرند عموماً شامل موارد زیر می‌باشد: فرآیندهایی که تأثیر مستقیمی بر روی محصول/خدمت اصلی، درآمد، هزینه‌های کسب‌وکار دارند و یا سایر بخش‌های سازمان که عملکرد آن‌ها قابلیت بهبود دارد. همان‌طور که در ابتدا نیز اشاره شد فرآیند مورد انتخاب در

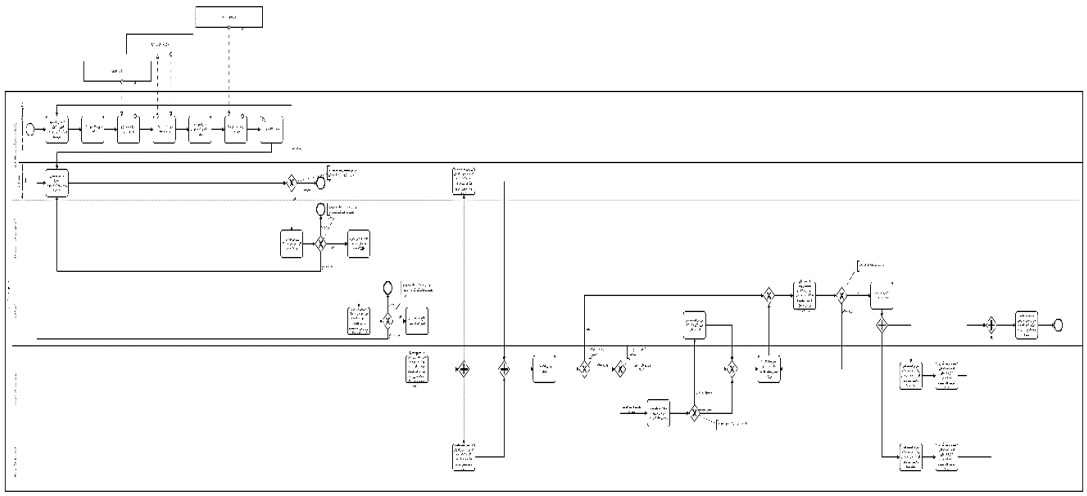
این مطالعه از گستردگی وسیعی برخوردار است لذا ذینفعانی مرتبط با آن و در نتیجه تاثیرگذاری این فرآیند در کسب‌وکار اهمیت بالایی دارد.

۲- جمع‌آوری اطلاعات لازم (اطلاعات مرتبط با فعالیت‌های فرآیند توالی آن‌ها، تقاضای موجود برای آن، منابع لازم برای اجرا)؛

به‌منظور ایجاد درک درست و عمیق نسبت به فرآیند موردبررسی، جمع‌آوری صحیح داده‌های درست تأثیر بسزایی خواهد داشت. در مسیر این مطالعه داده‌های مربوط به فعالیت‌های قابل انجام در طی این فرآیند، توالی این فعالیت‌ها، ذینفعان آن، تقاضای موجود در طی دوره‌های متفاوت و ... جمع‌آوری شد.

۳- نقشه‌برداری از روند کار (مدلسازی آن)؛

نقشه‌برداری از فرآیندهای کسب‌وکار این امکان را فراهم می‌کند که تجسم بهتری نسبت به فرآیندی مدنظر ایجادشده و درک درستی از نقش‌های ذینفعان مختلف در فرآیند حاصل شود. با بکار بردن تکنیک نقشه‌برداری، شناسایی عواملی مؤثر در ارتقا یا نزول عملکرد فرآیند راحت‌تر و ساده‌تر انجام شود و در نهایت با دید کلی که بدست می‌دهد، به اثربخشی تجزیه‌وتحلیل می‌افزاید. یکی از روش‌های بروز نقشه‌برداری/مدلسازی فرآیندهای کسب‌وکار، به‌کارگیری استاندارد BPMN2 می‌باشد که در این پروژه به کار گرفته‌شده است (شکل ۴ نمودار BPMN فرآیند موردبررسی).



شکل ۴ نمودار مربوط به فرآیند ارائه خدمت

۴- تحلیل روند؛

تحلیل دقیق روند کاری در سازمان نیازمند دقت و حساسیت بالایی است و از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. درواقع داده‌هایی که در این مرحله جمع‌آوری‌شده، باید برای بهبودی و رفع مشکلات فرآیندها بکار گرفته شود.

۵- تعیین بهبودهای بالقوه؛

بهبود می‌تواند به یکی از اشکال: حذف، اضافه و تغییر و بهبود اجرای گام‌ها محقق شود. در طی این پروژه برخی از گام‌هایی فرآیند مورد بررسی که به ضم متخصصین موضوع مازاد تشخیص داده شد، حذف گردید.

۶- تحلیل تقاضا فرآیند و پیش‌بینی در دوره‌های مختلف؛

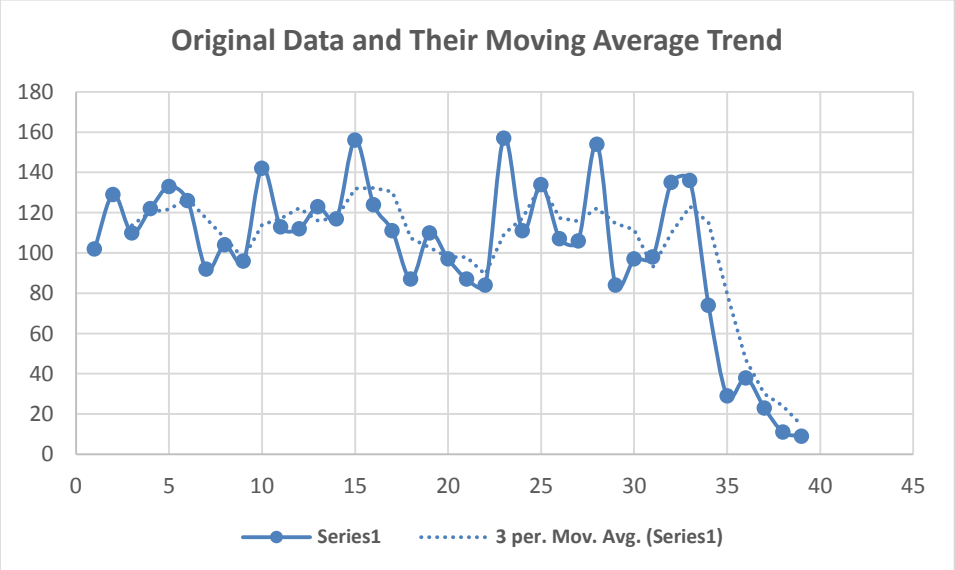
یکی از گام‌های اساسی در راه‌اندازی یک بخش یا اجرای یک فرآیند، برآورد درست تقاضای موجود برای آن سرویس می‌باشد. با توجه به ماهیت فرآیند موردبررسی در پروژه موردمطالعه این مقاله، که فرآیندی خدمات محور بوده است، جمع‌آوری داده درست و انجام صحیح فرآیند گردآوری داده تأثیر بسزایی در هزینه‌های اجرایی فرآیند خواهد داشت.

برای این منظور ابتدا مشتری‌های مختلف دریافت‌کننده خدمات شناسایی‌شده، سپس در قالب فرم‌های طراحی‌شده داده‌ها جمع‌آوری شد. با مطالعه که روی داده‌ها انجام شد و با توجه به رفتار دوره‌ای داده‌ها، از ابزار سری زمانی برای تجزیه‌وتحلیل داده استفاده‌شده و برای دوره‌های مختلف پیش‌بینی‌هایی صورت پذیرفت تا به‌منظور تأمین منابع لازم برای اجرای فرآیند از آن‌ها استفاده شود.

به‌منظور به‌کارگیری سری زمانی در تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی داده‌ها در دوره‌های آتی گام‌های زیر اجرایی شده است:

۱) جمع‌آوری داده‌ها: به‌منظور جمع‌آوری داده‌های مدنظر فرمتی تهیه و برای مشتری‌های سرویس موردبررسی ارسال و بعد از تکمیل دریافت گردید. این داده‌های با توجه به اینکه اساس محاسبات منابع موردنیاز و ... می‌باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است لذا یک جلسه توجیهی برای تکمیل‌کنندگان فرم برگزار شد تا با دقت بیشتری این داده‌ها جمع‌آوری گردد. با توجه به اضطرار موجود برای اجرای پروژه و راه‌اندازی بخش ارائه‌دهنده سرویس برای ۸ دوره (هر دوره شامل یک سری زیر دوره) داده جمع‌آوری شد.

۲) تحلیل داده‌ها: بر اساس نمودارهای اولیه‌ای که بر اساس داده‌های خام ترسیم شد الگوها و روابط بین داده‌ها بررسی و استخراج شد.



شکل ۵ نمودار مربوط به داده‌های جمع‌آوری‌شده در طی دوره مورد پایش و میانگین متحرک با دوره ۳

برخی از نکات تحلیل کلی که از بررسی اطلاعات مندرج در شکل فوق قابل استنتاج است در ذیل ارائه می‌گردد:

نتایج تحلیل کلی داده‌های موجود:

- مجموع تقاضا در طول دوره مورد پایش: ۳۹۸۹؛
- میانگین تقاضا در طول دوره مورد پایش: ۱۱۷.۳۲؛

- حداقل تقاضا در طول دوره مورد پایش: ۷۴؛
- حداکثر تقاضا در طول دوره مورد پایش: ۱۵۷؛
- واریانس تقاضا در طول دوره مورد پایش: ۴۹۹.۴۴؛
- انحراف معیار تقاضا در طول دوره مورد پایش: ۲۲.۳۴؛
- به‌صورت کلی یک‌روند نوسانی منظم (سینوسی) در طول هفته‌های پایش شده قابل‌مشاهده است؛
- به‌طورمعمول بیشترین مقدار تقاضا در طول هر هفته مربوط به روز دوم کاری آن هفته می‌باشد و سپس روند کاهشی است.

۳) انتخاب مدل سری زمانی: بر اساس نوع داده ها و خصوصیات پروژه، باید مدل سری زمانی مناسب را انتخاب کنید. برخی از مدل های معروف شامل رگرسیون خطی، ARIMA، مدل های مبتنی بر شبکه های عصبی و سایر مدل های پیشرفته هستند. انتخاب مدل صحیح و مناسب بسیار مهم است و باید با توجه به خصوصیات داده‌ها و هدف پروژه انجام شود. برخی از این فاکتورها که منجر به انتخاب مدل درست سری زمانی شده است در ذیل ارائه‌شده است:

a. نوع داده: بررسی و درک نوع داده‌های سری زمانی مهم است. داده‌های جمع‌آوری‌شده صرفاً اعداد هستند که فاقد ویژگی‌های دیگر می‌باشند. از سوی دیگر رفتار فصلی بوده و روندی سینوسی دارند.
b. حجم داده: حجم داده‌ها نیز می‌تواند نقشی در انتخاب مدل داشته باشد. با توجه به ضرب‌الاجل تعریف‌شده برای راه‌اندازی پروژه، امکان جمع‌آوری داده برای مدت طولانی مقدور نبود لذا داده‌های مربوط به چند ماه گردآوری شد. برای مجموعه داده‌های کوچک مدل‌های پیچیده‌تر ممکن است بیش‌برازش (overfitting) کنند و در نتیجه پیش‌بینی‌های نادرستی ارائه دهند. درعین‌حال، درصورتی‌که داده‌ها بسیار بزرگ باشند، ممکن است مدل‌های ساده توانایی پوشش الگوهای پیچیده‌تر را نداشته باشند. بنابراین، باید توازنی بین حجم داده و پیچیدگی مدل داشته باشید.
c. الگوهای زمانی: بررسی الگوهای زمانی موجود در داده‌ها می‌تواند ایده‌آل برای انتخاب مدل مناسب باشد. همانطور که در بالا نیز اشاره شد، داده‌های جمع‌آوری‌شده که مربوط به چند ماه بود دارای رفتار فصلی و با الگوی سینوسی است.

۴) اندازه‌گیری خطا: معیارهای ارزیابی خطا مانند ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) می‌توانند در انتخاب مدل مؤثر باشند. مقادیر کمتر برای این معیارها نشان‌دهنده دقت بیشتر مدل در پیش‌بینی است.

۵) پارامترهای مدل: هر مدل سری زمانی ممکن است دارای پارامترهای قابل تنظیم باشد. بررسی پارامترهای مدل و مطابقت آن‌ها با نیازهای ویژگی‌های داده می‌تواند در انتخاب مدل مناسب کمک کند.

۶) تعداد داده‌های آموزش و آزمون: تقسیم داده‌ها به دو بخش آموزش و آزمون نقشی مهم در انتخاب مدل دارد. درصورتی‌که داده‌های آموزش کم و داده‌های آزمون بیش باشند، ممکن است مدل‌های پیچیده بیش‌برازش کنند. در این مطالعه از حدود ۸۰ درصد داده‌ها برای آموزش استفاده‌شده و کمتر از ۲۰ درصد برای آزمون بکار گرفته‌شده است.

به‌طورکلی، انتخاب مدل سری زمانی مناسب نیازمند ترکیبی از دانش موضوعی، تحلیل داده‌ها و تجربه است. امتحان و مقایسه مدل های مختلف با استفاده از معیارهای ارزیابی می تواند به شما کمک کند تا مدل مناسبی را برای پیش‌بینی سری زمانی پروژه انتخاب کنید.

برای پیش‌بینی مجموعه داده‌های کوچک با رفتار فصلی و الگوی سینوسی، می‌توان از مدل‌هایی مبتنی بر تحلیل فوریه و توابع هارمونیک استفاده کرد. یکی از مدل‌های معروف برای مدل‌سازی سری‌های زمانی با الگوی سینوسی که در این تحقیق نیز بکار گرفته‌شده است، مدلARIMA (ترکیبی از مدل‌های خودرگرسیو[1] متحرک متوالی و متوسط متحرک متوالی[2]) می‌باشد. این مدل بر پایه تحلیل فوریه و توابع هارمونیک ساخته‌شده است و قادر است الگوهای فصلی و سینوسی را در داده‌ها شناسایی کند.

۷) پیش‌بینی مقدار تقاضا برای سرویس ارائه‌شده: پس از آموزش و بهینه‌سازی مدل، از آن برای پیش‌بینی مقدار تقاضای سرویس مدنظر پروژه استفاده شد. با ورود داده‌های جدید وارد سری زمانی، می‌توانید زمان‌بندی فعالیت‌های آینده را پیش‌بینی کنید.

برای استفاده از مدل ARIMA، ابتدا به توزیع داده‌ها نیاز داریم.

برای تحلیل توزیع داده‌ها و بررسی فرض صفر که توزیع داده‌ها نرمال است، می‌توان از آزمون تی استفاده کرد. در این آزمون، فرض صفر (H0) این است که توزیع داده‌ها نرمال است و فرض جایگزین آن این است که توزیع داده‌ها نرمال نیست.

برای این منظور، از آزمون شاپیرو-ویلک[3] استفاده‌شده است که یکی از روش‌های معمول برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها است. فرض صفر (H0) این است که داده‌ها از یک توزیع نرمال پیروی می‌کنند. اگر مقدار p-value که توسط آزمون شاپیرو-ویلک محاسبه می‌شود، کمتر از سطح اهمیت (Alpha = 0.05) باشد، می‌توانیم فرض صفر را رد کنیم و نتیجه بگیریم که داده‌ها از یک توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند.

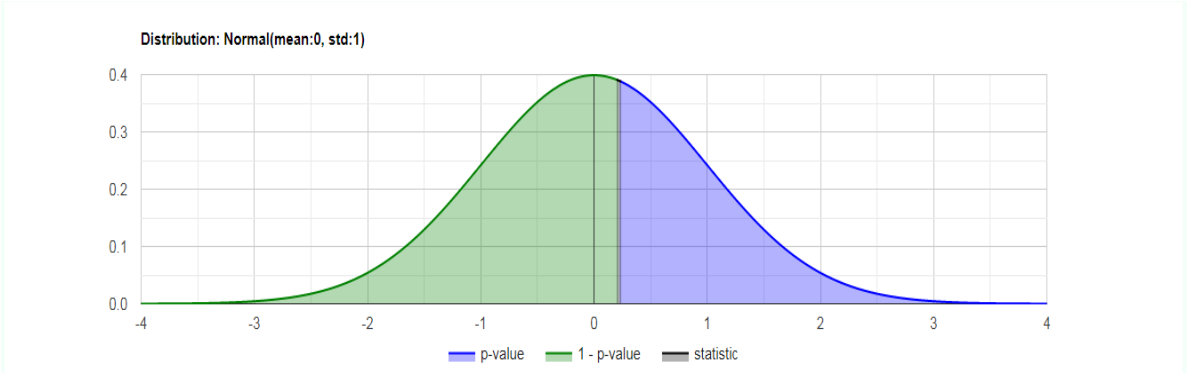
ازآنجایی‌که $n \leq 50$ از جداول شاپیرو-ویلک برای محاسبه مقدار p استفاده‌شده است. در ذیل نتایج آزمون ارائه می‌شود.

جدول ۱ نتایج مربوط به آزمون شاپیرو-ویلک

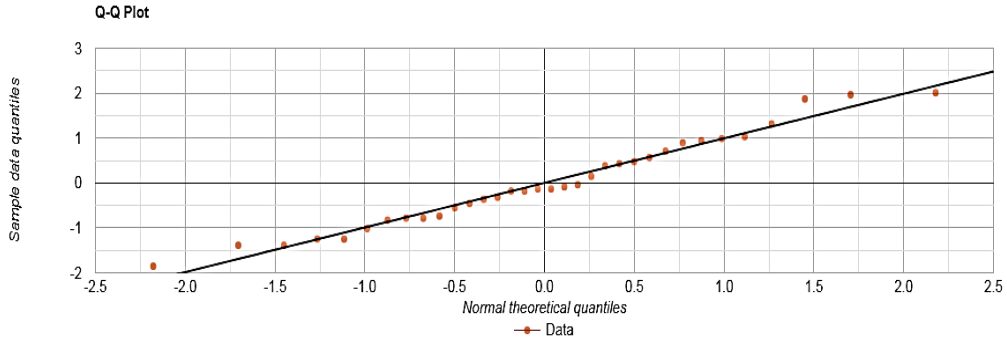
Parameter	Value
P-value	0.4141
W	0.9682
Sample size (n)	34
Average ($\bar{x}$)	113.8235
Median	111
Sample Standard Deviation (S)	21.4737
Sum of Squares	15216.9412
b	121.3808
Skewness	0.3193
Skewness Shape	Potentially Symmetrical (pval=0.428)
Excess kurtosis	-0.4836
Kurtosis Shape	Potentially Mesokurtic, normal like tails (pval=0.539)

$$\begin{cases} H_0 & \text{داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند} \\ H_1 & \text{داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند} \end{cases}$$

[1] Autoregressive
[2] Moving Average
[3] Shapiro-Wilk test



شکل ۶ نمودار توزیع نرمال بر اساس داده‌های استانداردشده ($\mu = 0. \sigma = 1$).

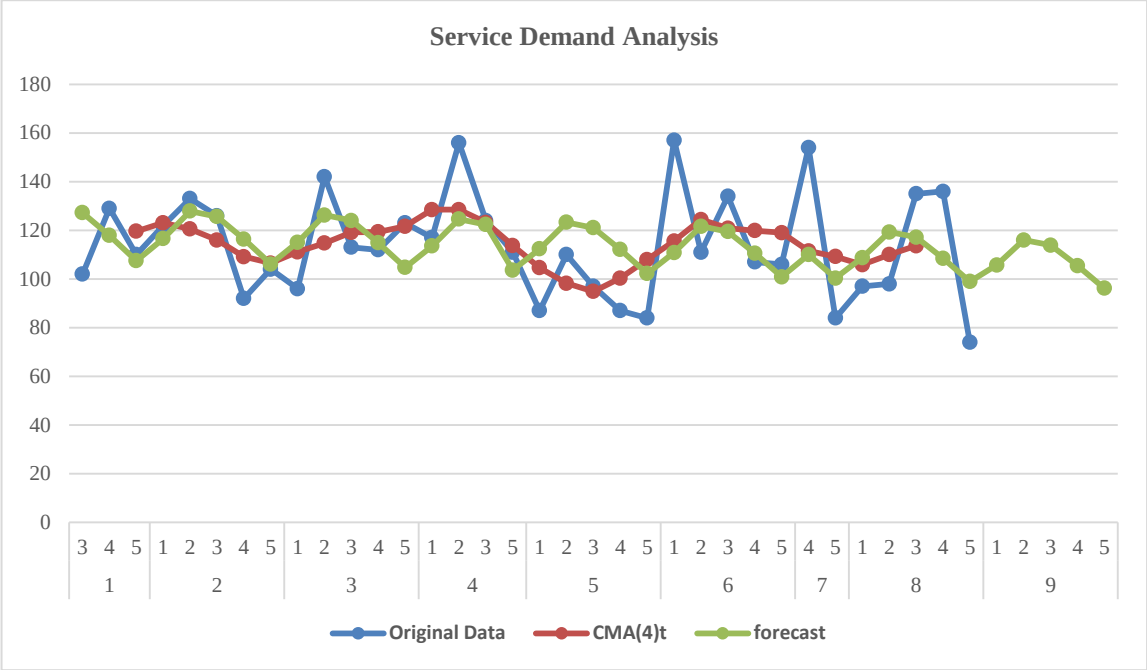


شکل ۷ نمودار چندک-چندک داده‌ها

به‌منظور صحه‌گذاری و اطمینان از نتایج آزمون فوق، آزمونی دیگر بکار گرفته شد. نتیجه آزمون کمولنورف –اسمیرنوف[1] نیز نتیجه فوق را تأیید می‌کند. دلیل به‌کارگیری آزمون حساسیت به تفاوت‌ها را در نمونه به‌خوبی نمایش می‌دهد.

The Kolmogorov-Smirnov Test of Normality
Distribution Summary
Count: 34
Mean: 113.82353
Median: 111
Standard Deviation: 21.473692
Skewness: 0.319306
Kurtosis: -0.483551
Result: The value of the K-S test statistic (D) is.10376.
The p-value is.8209.
Your data does not differ significantly from that which is normally distributed.

[1] The Kolmogorov-Smirnov Test



شکل ۸ نمودار مربوط به داده‌ها و پیش‌بینی صورت گرفته و مقایسه عملکرد پیش‌بینی با داده‌های واقعی

برخی از نکات تحلیل کلی که از بررسی اطلاعات مندرج در شکل فوق قابل استنتاج است در ذیل ارائه می‌گردد:

با نگاهی به نمودار سری زمانی، می‌توان توجه‌های زیر را داشت: - تقاضا در طول دوره‌ها تغییرات آنی و نوسانات قابل‌توجهی دارد. - در برخی دوره‌ها، تقاضا افزایش‌یافته و در برخی دیگر کاهش می‌یابد. - برخی از نوسانات تقاضا به‌صورت مکرر و با الگوهای مشخصی رخ می‌دهند.۳. نتیجه‌گیری: بر اساس تحلیل انجام‌شده، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تقاضا برای سرویس موردنظر در طول ۳۴ دوره دارای نوسانات قابل‌توجهی است. افزایش و کاهش تقاضا در دوره‌های متفاوت نشان از عوامل مختلفی مانند فصلیت، رویدادها، تغییرات در تقاضا و غیره می‌دهد.

۷- برآورد منابع لازم برای سرویس‌دهی؛

بر اساس داده‌های تحلیل‌شده در مرحله پیش و ظرفیت کاری هر فرد در فرآیند موردبررسی، منابع مختلف موردنیاز اعم از: منابع انسانی، زیرساخت، سخت‌افزار موردنیاز و... برآورد شده و برای برآورده سازی آن برنامه‌ریزی شد.

۸- ایجاد بستر اتوماسیون جهت راهبری فرآیند.

از همان ابتدا و بر اساس نوع فرآیند موردمطالعه برای اتوماسیون آن برنامه‌ریزی‌شده بود تا با توجه به تعدد ذینفعان آن امکان مانیتور و گزارش‌گیری دقیق و مستند گام‌های مختلف فرآیند میسر گردد. به‌منظور اتوماسیون فرآیند از بستر SharePoint استفاده‌شده است.

۹- اجرای آزمایشی؛

مانند هر سامانه اتوماسیون دیگر، در فاز ابتدایی مقرر شد از سامانه به‌صورت آزمایشی بهره‌برداری شود. برای دوره تست از جامعه مشتریان/کاربران سامانه به‌صورت محدود و البته به‌نحوی‌که انواع مشتریان را پوشش دهد انتخاب‌شده و در سطح محدود و در فضای ایزوله سامانه زیر بار رفته است (Lunch شد).

۱۰- اصلاح ایرادات احتمالی و اصلاح روند؛

با توجه به بهره‌برداری آزمایشی سامانه، برخی از ایرادات آن شناسایی‌شده و در قالب تیکت‌هایی به آن‌ها رسیدگی شده و تعیین تکلیف گردیدند.

۱۱- راه‌اندازی دائمی سامانه:

درنهایت بعد از رفع ایرادات شناسایی‌شده، محصول نهایی به بهره‌برداری کامل رسید و تاکنون مشکلی از نظر عملکردی، ظرفیت سامانه و ... رخ نداده است.

۵- نتیجه‌گیری

مدیریت فرآیندهای کسب‌وکار رشته‌ای است که طی سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. از دلایل مهم این موضوع اهمیت اجرای اثربخش آن در کسب‌وکار و دستاوردهایی است که به دنبال خواهد داشت. در این تحقیق تلاش شده است تا تجربه نمونه‌ای از اجرای موفق آن در یکی از شرکت‌های معتبر کشور تشریح شود. به‌منظور شناسایی فرآیند مد نظر بر مبنای SIPOC عمل شده است و بعد از انتخاب فرآیند مدنظر سعی شده است بر مبنای تصمیمات مبتنی بر علم داده در راهبری فرآیند با درجه اطمینان بالاتری اقدام تعریف شود. برای این منظور ابتدا به جمع‌آوری داده‌های مربوط به فرآیند اهتمام گماشته شد. سپس بر اساس ماهیت داده‌های جمع‌آوری‌شده که فصلی بودند و توزیعی که در قالب آزمون‌های رایج علم آمار درستی آن اثبات شد، از مفاهیم سری زمانی استفاده‌شده و رفتار تقاضای فرآیند مورد تحلیل قرارگرفته و برای دوره‌های پیش رو برآورد شد. نتایج نشان از قابل اتکا بودن این برآوردها داشتند. لذا بر اساس مطالعه انجام‌شده زیرساخت و منابع لازم برای اتوماسیون فرآیند برآورد شده و بر همان اساس اقدامات لازم برنامه‌ریزی و اجرا شدند. ابزاری که در نگاشت فرآیند اصلی و زیر فرآیندها در این مرحله بود، نرم‌افزار Camunda می‌باشد که بر استاندارد BPMN 2 بناشده است.

اقدامات انجام‌شده و در نهایت اتوماسیون فرآیند انتخابی در حوزه‌های مختلف باعث بهبود شده است. با توجه اجرای اتوماسیونی برخی گام‌های فرآیند عملا در مصرف نفر-ساعت صرفه‌جویی شده است. از سوی دیگر با توجه به حذف تبادلات فیزیکی برخی مدارک و ارجاعات آنی سرعت کلی فرآیند نیز بالاتر رفته است. نکته دیگری که اجرای این فرآیند صحه‌گذاری نموده، درستی محاسبات و تصمیمات مبتنی بر داده بوده است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و این نوع تصمیم‌گیری را در سازمان ارتقا داده است.

برای انجام تحقیقات در حوزه‌های مرتبط در آتی پیشنهاد می‌شود تمرکز بیشتری به مقوله فرآیندکاوی (Process Mining) در راهبری فرآیندهای سازمانی شود. همچنین با توجه به ماهیت فرآیندهای مرتبط با نگهداری و تعمیرات مجتمع‌های صنعتی، بکارگیری علم داده و هوش مصنوعی در پیش‌بینی شرایط بحرانی و مقاطع بهینه سرویس‌های پیشگیرانه برای ارتقا سطح در دسترس بودن می‌تواند مؤثر واقع شده و در بلند مدت صرفه اقتصادی قابل توجهی به دنبال داشته باشد.

۶- مراجع

[1] Buchanan, L., & O'Connell, A. A brief history of decision making. Harvard Business Review. 2006; 84(1): 32–41.

[2] Gibson, M., Arnott, D., & Jagielska, I. Evaluating the intangible benefits of business intelligence: Review & research agenda. In Proceedings of the IFIP TC8/WG8.3 International Conference, Toulouse, France. 2004.

[3] Markus, M. L. Toward a theory of knowledge reuse: Types of knowledge reuse situations and factors in reuse success. Journal of Management Information Systems.2001; 18(1): 57–93.

[4] Koskela M, Haajanen J. Business Process Modeling and Execution: Tools and technologies report for SOAMeS project. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland, 2007. 70 p. (VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes; No. 2407).

[5] Minonne, C., & Turner, G. Business process management—are you ready for the future?. Knowledge and Process Management.2012; 19(3): 111-120.

[6] OMG, Business process model and notation (BPMN 2.0), formal/2011-01-03, OMG, http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0 (May 2011).

[7] Recker J, Mendling J, On the translation between BPMN and BPEL: conceptual mismatch between process modeling Languages, in: Thibaud Latour, Michael Petit (Eds.), Proceedings 18th International Conference on

Advanced Information Systems Engineering, Proceedings of Workshops and Doctoral Consortiums, 2006, pp. 521–532.

[8] Krogstie, J., Perspectives to process modeling. In: Business Process Management. Springer: Berlin, Heidelberg. 2013;p. 1-39.

[9] Brown, C., Why and how to employ the SIPOC model. Journal of business continuity & emergency planning. 2019; 12(3):p. 198-210.

[10] Dakic, D., Stefanovic, D., Cosic, I., Lolic, T., & Medojevic, M. BUSINESS PROCESS MINING APPLICATION: A LITERATURE REVIEW. 2018: Annals of DAAAM & Proceedings.

[11] Van Der Aalst, W., & van der Aalst, W., Data science in action. Springer Berlin Heidelberg. 2016: p. 3-23.

[12] What is the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle? 2019.

[13] Arora RK, G.M., e-Governance using data warehousing and data mining. Int J Comput Appl, 2017; 169(8): p. 28–31.

[14] Han J, K.M., Pei J, Data mining concepts and techniques, ed. 3rd. 2012, Netherlands: Elsevier. 2012.

[15] Liu, Z., Zhu, Z., Gao, J., & Xu, C., Forecast methods for time series data: a survey. , in Ieee Access. 2021; IEEE. p. 91896-91912.

[16] Han J, K.M., Pei J, Data mining concepts and techniques, ed. 3rd. 2012, Netherlands: Elsevier. 2012.

[17] C. Ouyang, W.M.v.d.A., M. Dumas, A.H.M. ter Hofstede. From business process models to process-oriented software systems: the BPMN to BPEL way. Technical Report BPM-06-27 2006.