Business Intelligence Management Studies
Vol. 13, No.50, Winter 2025; P 143-185
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/ims.2024.81709.2518

ATU PRESS

A Methodological Framework for the Analysis of Facility Processes Based on Process Mining and Data Mining: A Case Study of the Fixed Capital Facilities Processes

Ehsan Allah Khoshkhoy Nilash — PhD Student of Information Technology Management, Department of Management, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

Mansour Esmaeilpour * — Associate Professor, Department of Computer Engineering, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

Behrooz Bayat — Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

Alireza Isfandyari Moghaddam — Professor, Department of Knowledge and Information Science, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

Erfan Hassannayebi — Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

Banks have complex and long-term processes for facilities, including many stages, control points and approvals. Continuous analysis of such processes is increasingly important for continuous improvement and gaining knowledge from them. The main goal of the present research is to provide a comprehensive methodological framework based on process mining and data mining regarding the analysis of

* Corresponding Author: esmaeilpour@iauh.ac.ir

How to Cite: Khoshkhoy Nilash, E., Esmaeilpour, M., Bayat, B., Isfandyari Moghaddam, A., Hassannayebi, E. (2025). A Methodological Framework for the Analysis of Facility Processes Based on Process Mining and Data Mining: A Case Study of the Fixed Capital Facilities Processes, *Journal of Business Intelligence Management Studies*, 13(50), 143-185. DOI: 10.22054/ims.2024.81709.2518

ISSN: 2821-0964 eISSN: 2821-0816 Received: 10 September 2024 Revised: 05 November 2024 Accepted: 12 November 2024 Original Research

fixed capital facility processes. The method used in the present research is derived from the techniques of process mining and data mining based on the event log of the facility system, an active bank in Iran. This method includes nine phases of initiation, preparation, inspection, exploration and analysis, evaluation, multi-dimensional analysis, prediction, review of results and improvement. Among the results of the present research is the extraction of the real process model, identification of bottlenecks, frequent activities in a case and all cases and process variant. In addition to this identification of branches and people with the most important roles and based on data features in reducing the time of payment of facilities, the analysis of the process from dimensions such as the province was one of the other findings. One of the initiatives of the present research was the use of data mining to predict the payment time of facilities. In the comparison of various methods, the decision tree algorithm had the best performance with 72% accuracy. In addition to identifying deviations, based on the creation of event log and its analysis, the improved process of extracting which showed a 67% improvement.

1. Introduction

Today's businesses benefit from a number of processes in order to earn more income and better services (Dakich et al., 2018). They are looking for processes that have better and more successful performance in order to achieve organizational goals and optimal use of resources in the operational environment (Van Der Aalst, 2016). Therefore, continuous analysis of processes for continuous improvement in organizations is very important.

Considering that the processes of providing facilities, especially fixed capital, are very effective in the creation and development of industrial, mineral and tourism units, having knowledge of them is of increasing importance. One of the efficient and effective methods for analyzing and improving business processes is process mining. With the help of its various concepts and techniques this method provides useful knowledge for the detailed examination of processes and how they are realized.

On the other hand, the efficient method of data mining, which provides the possibility of extracting knowledge from historical and predictive data (Basha, 2017), can be combined with the process

mining method. With the investigations carried out, the methodological framework in order to provide process-centric and data-centric analysis, including the discovery of the real process model of facility payment, performance analysis of such processes, analysis of process varints, multi-dimensional process-centric analysis, payment time prediction, recommendations for improvement and process improvement based on event log simulation is not presented. Also, due to the novelty of the process mining method, the purpose of this research is to provide a comprehensive methodological framework using these techniques, concepts and tools of process mining in combination with data mining methods regarding the analysis of business processes with the study of fixed capital facilities processes.

Research Question(s)

How to provide a methodological framework for the analysis of fixed capital processes by using the techniques and concepts of process analysis and data mining methods?

2. Literature Review

In Table No. 1, a number of related studies are compared with each other.

Table 1. Summary of the research conducted

Research	Business	Components used	Event log	Miners
(Urrea-Contreras et al., 2017)	SME organizations	Event Log extraction, discovery, conformance checking, extend model, and return integrated model	software development system (JIRA)	inductive
(EL KODSSI & Sbai, 2024)	Smart environments	Data selection, data transformation, generation of event log, discovery, enhancement	Unstructured sensor generated data	MDA and machine learning
(Rashed et al., 2023)	hospital	Preprocessing, model discovery and analysis	Heart surgery unit in a hospital in Egypt	heuristic, inductive, ILP and ETM
(Erdogan & Tarhan, 2022)	Emergency	Determining goals, extracting event log, pre-processing,	Emergency system log	fuzzy

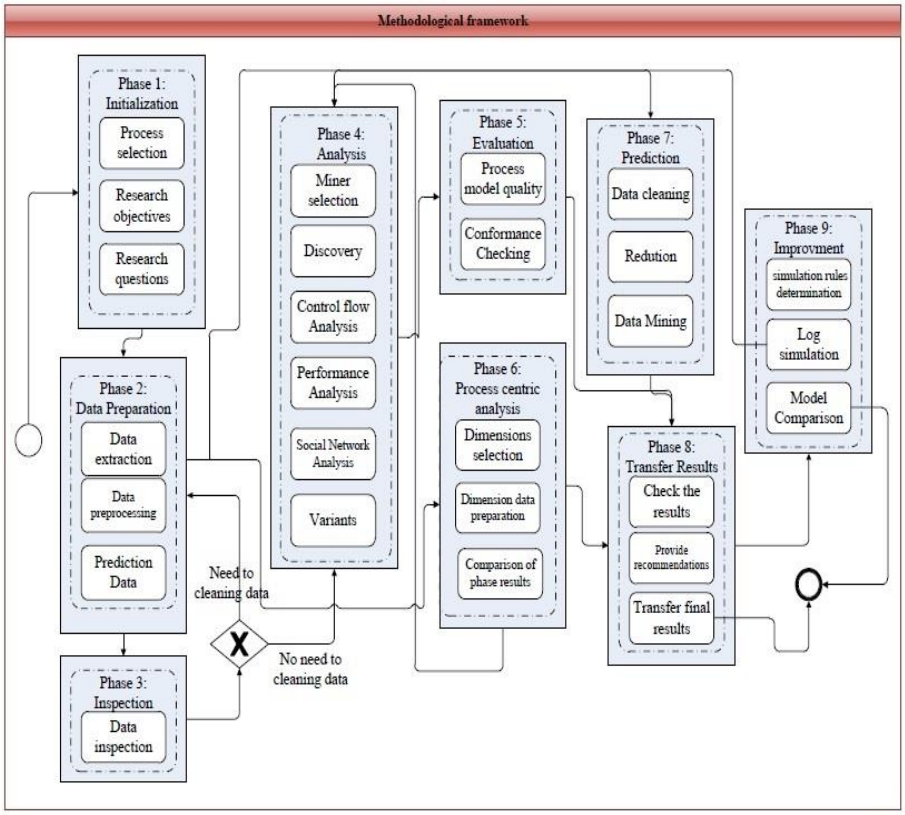
Research	Business	Components used	Event log	Miners
		applying multi-perspective process mining, analysis, recommendation for improvement and evaluation of results.		
(Pan & Zhang, 2021)	Construction project	Event log generation and preparation, discovery and validation	Example of a construction project	Fuzzy and inductive
(Lorenz et al., 2021)	Production business	Mapping, analysis and improvement	Production business event log	fuzzy
(Augusto et al., 202)	Healthcare trends	Planning, data extraction, data processing and evaluation	Patients in Victoria, Australia	fuzzy
(Pang et al., 2021)	Acute care and treatment processes	Coding and categorizing activities, extracting and filtering event log, discovering and improving the process model and performance analysis	Stroke care process	IDHM miner, alpha, fuzzy and heuristic
(Ramos et al., 2021)	ERP configuration, intelligent agriculture and computer configuration	Extract configuration event log, control and clean data based on feature model, build data clusters and discover related workflow.		Greed, hierarchy and genetics

A number of studies are not comprehensive in using the concepts of data mining and process mining. Some of them lack features such as multidimensional process centric analysis, event log simulation for improvement, evaluation of results with field specialists and so on. Comparing the studies, each of these cases can be expressed as a research gap. It is also necessary to consider all the components and phases as a methodological framework as another research gap.

3. Methodology

The method used in the present research is based on the techniques, concepts and methods of the process mining in its manifest (Will van der Alast et al., 2011). In this research, the event log of the fixed capital facility system of one of the active banks in Iran has been used. The proposed framework includes nine phases of initialization, preparation, inspection, analysis, evaluation, process centric analysis, prediction, transfer results and finally improvement. Figure 1 depicts the mentioned methodological framework.

Figure 1. The mentioned methodological framework



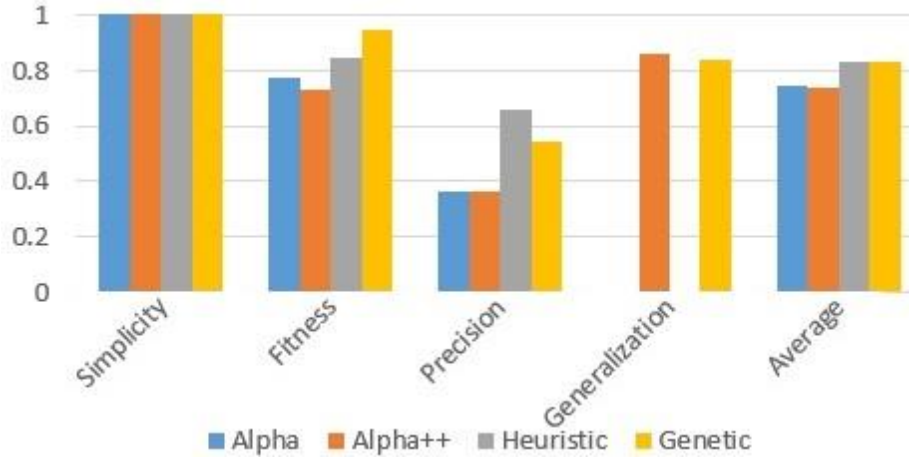
4. Results

Process models were discovered based on alpha, alpha++, heuristic, genetic, fuzzy and inductive techniques. By comparing inductive and fuzzy model, fuzzy model is very effective due to less edge filter and

coverage of all activities. Process bottlenecks, people and branches with the most important roles were identified.

The heuristic algorithm with a value of 0.833 had the best performance in the average values of the quality indicators of the process model. In Figure 2, the mentioned methods are compared.

Figure 2. Comparison of miners



Analyzing the impact of data features with a target throughput time of 271 days, according to the dimensions of the Civil Partnership Bases contract, Riyal Civil Partnership Contracts and SME customers had the greatest impact in reducing the process throughput time.

The J48 decision tree algorithm had the best performance with 72% accuracy compared to all the data mining methods used.

Figure 3. Results of data mining analysis with J48 algorithm

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
J48	0.308	0.086	0.615	0.308	0.41	0.283	0.618	0.435	B
	0.914	0.692	0.746	0.38	0.914	0.283	0.618	0.774	A
Weighted Avg.	0.726	0.505	0.706	0.726	0.694	0.283	0.618	0.669	

Correctly Classified Instances : 61	72.62%
Incorrectly Classified Instances : 23	27.38%
Kappa statistic	0.2569
Mean absolute error	0.3933
Root mean squared error	0.4502
Relative absolute error	86.84%
Root relative squared error	96.38%
Total Number of Instances	84

203 records were used to simulate new event data. The results of the analysis showed a 67% improvement.

Keywords: Fixed capital processes, methodological framework, event log, process mining, data mining.

مقاله پژوهشی
تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۲
ISSN: 2821-0964 eISSN: 2821-0816

مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند
سال سیزدهم، شماره ۵۰، زمستان ۱۴۰۳، ص ۱۴۳ تا ۱۸۵
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/ims.2024.81709.2518

چارچوبی روش‌شناختی برای تحلیل فرآیندهای تسهیلات بر پایه روش‌های فرآیندکاوی و داده‌کاوی: مطالعه موردی فرآیند تسهیلات سرمایه ثابت

احسان الله خوشخوی نیلاش — دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، گروه مدیریت، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

منصور اسماعیل‌پور ✱ — دانشیار، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

بهروز بیات — استادیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

علیرضا اسفندیاری مقدم — استاد گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

عرفان حسن نایبی — استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

چکیده

بانک‌ها برای تسهیلات سرمایه‌ثابت از فرآیندهای پیچیده و طولانی‌مدت شامل مراحل، نقاط کنترل و تأیید متعدد برخوردارند. اینگونه فرآیندها در ایجاد و توسعه واحدهای صنعتی، معدنی و گردشگری از اهمیت فزاینده‌ای برخوردارند. تجزیه‌وتحلیل مداوم این فرآیندها برای ارتقاء، بهبود مستمر و کسب دانش از آن‌ها اهمیت زیادی دارد. هدف اصلی تحقیق حاضر ارائه چارچوبی روش‌شناختی جامع بر پایه فرآیندکاوی و ترکیب آن با داده‌کاوی در خصوص تجزیه‌وتحلیل فرآیندهای تسهیلات سرمایه ثابت است. روش‌شناسی به کار رفته در پژوهش حاضر برگرفته از تکنیک‌ها و مفاهیم فرآیندکاوی و داده‌کاوی بر پایه داده‌های رخداد سیستم تسهیلات یکی از بانک‌های فعال در ایران است. این روش شامل نه فاز به شرح زیر است: شروع، آماده‌سازی، بازرسی، کاوش و تحلیل، ارزیابی، تحلیل چندبعدی فرآیند، پیش‌بینی، بررسی نتایج و بهبود.

مقاله برگرفته از رساله دکتری رشته مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان است.

✱ نویسنده مسئول : esmaeilpour@iauh.ac.ir

هر یک از فازها شامل چندین مؤلفه و به صورت تکرارشونده است. از جمله نتایج پژوهش حاضر می‌توان به استخراج فرآیند واقعی، شناسایی گلوگاه‌ها، مراحل پرتکرار و دارای فراوانی، و گونه‌های مختلف فرآیند اشاره کرد. همچنین، شناسایی شعب و افرادی که بیشترین نقش را دارند و ویژگی‌های داده‌ای مؤثر بر کاهش زمان پرداخت تسهیلات، از دیگر یافته‌ها بود. تحلیل فرآیند از ابعاد مختلف، به‌ویژه تحلیل استانی، دانش خوبی را در اختیار قرار می‌دهد. یکی از ابتکارات تحقیق حاضر استفاده از داده‌کاوی برای پیش‌بینی زمان پرداخت تسهیلات بود. در مقایسه روش‌های مختلف، الگوریتم درخت تصمیم‌گیری با دقت ۷۲ درصد بهترین عملکرد را داشت. در نهایت، علاوه بر کشف انحرافات، بر مبنای ایجاد داده‌های رخداد و تحلیل آن‌ها، فرآیند بهبودیافته استخراج شد که نشان‌دهنده بهبود ۶۷ درصدی در عملکرد بود.

کلیدواژه‌ها: فرآیندهای سرمایه ثابت، چارچوب روش‌شناختی، داده‌های‌رخداد، فرآیندکاوی، داده‌کاوی.

مقدمه

کسب‌وکارهای امروزی در جهت کسب درآمد بیشتر و خدمات بهتر از تعدادی فرآیند بهره‌مند هستند (Dakic et al., 2018) آن‌ها به دنبال فرآیندهای هستند که از عملکرد بهتر و موفق‌تر در راستای رسیدن به اهداف سازمانی و استفاده بهینه از منابع در محیط عملیاتی برخوردارند (Van Der Aalst, 2016)؛ بنابراین تجزیه‌وتحلیل مداوم فرآیندها برای ارتقاء و بهبود مداوم در سازمان‌ها از اهمیتی به سزایی برخوردار است.

مبتنی بر روش‌های سنتی تجزیه‌وتحلیل فرآیندها بر پایه دانش و تجربیات متخصصین انجام می‌شود. در بیشتر مواقع اقداماتی زمان‌بر و پرهزینه است. از طرف دیگر، سازمان‌ها نسبت به گذشته، به تسلط و مدیریت قوی بر روندهای کاری خود نیازمند هستند (جعفری و ستایشی، ۱۳۹۸). همچنین نظارت مستمر و تجزیه‌وتحلیل نتایج پس از اجرای روندهای کاری و بهبود و ارتقای فرآیندها از ملزومات افزایش کارایی و بهره‌وری و تسلط بر بازار است (Schuh et al., 2020). در این راستا به‌صورت ویژه سازمان‌های مالی و بانکی از فرآیندهای کاری پیچیده‌تر و طولانی‌مدت شامل مراحل، نقاط کنترل و تأیید زیاد برخوردارند؛ بنابراین این مؤسسات برای تحلیل و ارزیابی فرآیندهای خود نیاز به استفاده از روش‌های جدید، کارآمد و مبتنی بر اطلاعات و داده‌های واقعی دارند (Yazici & Engin, 2019).

با توجه به اینکه فرآیندهای ارائه تسهیلات به‌ویژه سرمایه ثابت در ایجاد و توسعه واحدهای صنعتی، معدنی و گردشگری بسیار اثربخش هستند، داشتن دانش از آن‌ها از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار است. برای تجزیه‌وتحلیل فرآیندهای کسب‌وکاری، دو دیدگاه مبتنی بر مدل فرآیند رسمی و داده‌های‌رخداد[1] حاصل از اجرای فرآیندها از اهمیت بالاتری برخوردار هستند (Reijers & Mansar, 2005). یکی از روش‌های کارآمد و مؤثر برای تجزیه تحلیل و بهبود فرآیندهای کسب‌وکاری فرآیندکاوی است. برای استفاده از فرآیندکاوی به داده‌های‌رخداد نیاز است، انجام فعالیت‌ها توسط منابع متعدد در زمان‌های

1. event log

مختلف منجر به رخدادها می‌گردند (Suriadi et al., 2017). این روش با کمک مفاهیم، تکنیک‌ها و ابزارهای متنوع خود، دانش مفیدی را برای بررسی دقیق فرآیندها و نحوه تحقق آن‌ها در اختیار می‌گذارد. همچنین توانایی شناسایی ناکارآمدی‌ها، نقایص، گلوگاه‌ها و کشف مدل فرآیند را داراست (Van Der Aalst, 2016).

از سوی دیگر روش کارآمد داده‌کاوی که امکان استخراج دانش از داده‌های تاریخی و پیش‌بینی را فراهم می‌کند (Basha, 2017)، قابل ترکیب با روش فرآیندکاوی است.

بررسی مطالعات صورت‌گرفته در ایران نشان می‌دهد علی‌رغم پژوهش‌های مانند کاربرد فرآیندکاوی در آموزش پرورش (گرجی و همکاران، ۱۴۰۰)، تجزیه تحلیل فرآیندهای تسهیلات سرمایه در گردش مبتنی بر روش پنج مرحله‌ای مبتنی بر فرآیندکاوی (خوشخوی و همکاران ۱۴۰۰)، کشف فرآیندهای نیمه اتوماتیک بانکداری (مصطفی دولت‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۸) و کشف مدل حملات در سیستم‌های آگاهی با استفاده از روش‌های فرآیندکاوی (محمدی نژاد و علئی، ۱۳۹۸)، مطالعه‌ای در خصوص کاربرد روش‌های فرآیندکاوی برای تسهیلات سرمایه ثابت صورت نگرفته است. بررسی مطالعات خارجی نیز نشان می‌دهد، علی‌رغم پژوهش‌های متعدد مبتنی بر روش‌های فرآیندکاوی مانند بهبود فرآیند توسعه نرم‌افزار در سازمان‌های SME[1] مبتنی بر روش فرآیندکاوی (Urrea-Contreras et al., 2024)، استفاده از روش پنج مرحله‌ای مبتنی بر فرآیندکاوی در محیط‌های هوشمند (EL KODSSI & Sbai, 2024)، کشف و تحلیل فرآیندهای بیمارستانی مبتنی بر روش فرآیندکاوی (Rashed et al., 2023)، تحلیل عملکرد مبتنی بر هدف برای فرآیند اورژانس (Erdogan & Tarhan, 2022)، ارائه چارچوبی شامل مؤلفه‌های تولید و آماده‌سازی داده‌ها، کشف و تأیید اعتبار مبتنی بر فرآیندکاوی برای درک چگونگی پیشرفت یک پروژه ساخت‌وساز (Pan & Zhang, 2021)، ارائه روش‌شناسی و چارچوب سه مرحله‌ای نگاشت، تحلیل و بهبود مبتنی بر فرآیندکاوی

1. small and medium-sized enterprise

(Lorenz et al., 2021)، معرفی روشی مبتنی بر PM21 در ترکیب با داده‌کاوی برای بررسی و تحلیل روندهای مراقبت بهداشتی و درمانی در ویکتوریا استرالیا (Augusto et al., 2021)، ارائه روش چهار مرحله‌ای شامل کدگذاری داده‌ها، کشف، تحلیل عملکرد و بهبود فرآیندهای مراقبتی حاد مبتنی بر فرآیندکاوی (Pang et al., 2021)، کاربرد فرآیندکاوی در فرآیندهای حوزه بهداشت و درمان مبتنی بر روش شش مرحله‌ای برنامه‌ریزی، استخراج، پردازش داده، کاوش و تحلیل، ارزیابی و پشتیبانی و بهبود (Pereira et al., 2020)، انجام تحلیل‌های سازمانی، نمونه و عملکرد فرآیندهای حوزه نجات اضطراری حوادث انفجار در کشور چین مبتنی بر فرآیندکاوی (He et al., 2019)، کاربرد فرآیندکاوی در کتابخانه مبتنی بر مؤلفه‌های تحلیل نقش، عملکرد و جریان کار (Kouzari et al., 2018) و سایر مطالعات مشابه در ادبیات پژوهش حاضر، از جامعیت استفاده از تکنیک‌ها، الگوریتم‌ها و روش‌های فرآیندکاوی برخوردار نیستند. از سوی دیگر، عدم استفاده از مؤلفه‌های مانند تحلیل چندبعدی فرآیندمحور، ترکیب فرآیندکاوی به‌صورت جامع با داده‌کاوی، شبیه‌سازی فرآیندهای بهبودیافته، تحلیل گونه‌های فرآیندی کاملاً مشهود بود؛ بنابراین بر مبنای بررسی‌های صورت گرفته، چارچوب روش‌شناختی در جهت در اختیار قرار دادن تحلیل‌های فرآیند محور و داده محور شامل کشف مدل فرآیند واقعی پرداخت تسهیلات، بررسی عملکرد این‌گونه فرآیندها، تحلیل گونه‌های۲ فرآیندی، تحلیل چندبعدی فرآیند محور به‌عنوان‌مثال بر اساس بعد استان، پیش‌بینی زمان پرداخت، توصیه‌های برای بهبود و درنهایت شبیه‌سازی فرآیندهای بهبودیافته ارائه نشده است. همچنین نظر به نوین بودن روش فرآیندکاوی، هدف از تحقیق حاضر ارائه چارچوب روش‌شناختی جامعی با استفاده از این تکنیک‌ها، مفاهیم فرآیندکاوی با ترکیب با روش‌های داده‌کاوی در خصوص تحلیل فرآیندهای کسب‌وکار با موردمطالعه فرآیندهای تسهیلات سرمایه ثابت یکی از بانک‌های فعال در ایران است.

---

1. process mining project methodology
2.variant

پرسش اصلی تحقیق

چگونه می‌توان با استفاده از تکنیک‌ها و مفاهیم فرآیندکاوی و روش‌های داده‌کاوی چارچوب روش‌شناختی برای تحلیل فرآیندهای سرمایه ثابت ارائه داد؟

سؤالات فرعی تحقیق عبارت‌اند از:

۱. مدل واقعی فرآیندهای تسهیلات سرمایه ثابت از نگاه تکرار و تعداد مراحل کار حسب هر تسهیلات چگونه است؟

۲. چه تسهیلات سرمایه ثابتی از مدل فرآیند واقعی انحراف دارند؟

۳. عملکرد فرآیندهای ثابت یعنی مراحل گلوگاه ازلحاظ شاخص زمان چگونه است؟

۴. نحوه تعاملات بین شعب و شعبات دارای بیشترین فعالیت برای پرداخت تسهیلات سرمایه ثابت چگونه است؟

۵. مدل فرآیند و عملکرد تسهیلات سرمایه ثابت برحسب بعد استان چگونه است؟

۶. چه تسهیلات سرمایه ثابتی از گونه و مدل فرآیند یکسان برخوردار هستند؟

۷. چه مدت‌زمانی برای انجام و نهایی شدن تسهیلات پرداخت‌نشده پیش‌بینی می‌شود؟

۸. مدل بهبودیافته فرآیندهای سرمایه ثابت مبتنی بر شبیه‌سازی داده‌های‌رخداد چگونه است؟

پیشینه پژوهش

اوره‌کنتراس[1] و همکاران (۲۰۲۴) باهدف بهبود فرآیند توسعه نرم‌افزار در سازمان‌های SME[2] از فرآیندکاوی استفاده نمودند. روش به‌کاررفته شامل سه فاز پیش‌پردازش داده‌های‌رخداد سامانه Jira، کشف مدل و بررسی انطباق و انجام سایر دیدگاه‌های فرآیندکاوی بود. ال‌کودسی و سبای[3] (۲۰۲۴) مبتنی بر داده‌های تولیدشده غیرساختاری سنسورها، فرآیندکاوی را در یک محیط هوشمند به کار بردند. روش

1. Urrea-Contreras
2. small and medium-sized enterprise
3. EL Kodssi & Sbai

به‌کاررفته شامل مراحل انتخاب، تبدیل و تولید داده‌های‌رخداد، اعمال فرآیندکاوی و تولید مدل فرآیند است. رویکرد تحقیق حاضر مبتنی بر معماری مدل محور MDA[1] است. راشد و همکاران (۲۰۲۳) تکنیک‌های فرآیندکاوی را در زمینه مراقبت‌های بهداشتی برای کشف مسیرهای معمولی، دنبال شده توسط بیماران خاص، به کار بردند. روش پیشنهادی متشکل از سه مرحله پیش‌پردازش، کشف مدل و تحلیل است. اردوغان و طرهان[2] (۲۰۲۲) از تکنیک‌های فرآیندکاوی چند دیدگاهی برای تحلیل عملکرد مبتنی بر هدف فرآیند اورژانس به‌منظور درک و تشخیص به‌موقع بودن خدمات اورژانس استفاده نمودند. داده‌های غیرساختارمند اورژانس با استفاده از روش GQFI[3] تجزیه‌وتحلیل شدند. پانگ[4] و همکاران (۲۰۲۱) برای درک کامل چگونگی پیشرفت یک پروژه ساخت‌وساز، مبتنی بر فرآیندکاوی چارچوب جدیدی را برای کشف مدل فرآیند از داده‌های‌رخداد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان[5] ارائه کردند. این چارچوب شامل سه مرحله تولید و آماده‌سازی داده‌های‌رخداد، مرحله کشف مدل با استفاده از الگوریتم‌های فازی و استقرایی[6] و تأیید اعتبار آن‌ها بر اساس معیارهای تناسب و دقت و مرحله سوم یعنی ارزیابی فرآیند که شامل مؤلفه‌های بررسی انطباق، دیدگاه زمان یعنی تحلیل گلوگاه‌ها و فراوانی فعالیت‌ها و دیدگاه سازمانی یعنی تحلیل شبکه اجتماعی است. گرجی و همکاران (۱۴۰۰) مبتنی بر فرآیندکاوی روش‌شناسی چهار مرحله‌ای شامل آماده‌سازی داده‌های‌رخداد، کشف مدل ، ارزیابی مدل‌ها و بررسی انطباق مدل‌های کشف‌شده با فرآیندهای ترسیم‌شده با تدوین پرسشنامه را ارائه نمودند. خوشخوی و همکاران (۱۴۰۰) برای تحلیل عملکرد فرآیند ارائه تسهیلات بانک صنعت و معدن از فرآیندکاوی استفاده کردند. روش‌شناسی به‌کاررفته شامل استخراج و آماده‌سازی داده‌های‌رخداد سیستم ارائه تسهیلات، بازرسی

1. Model driven Architecture
2. Erdogan & Tarhan
3. Goal-Question-Feature-Indicator
4. Pang
5. Building information modeling
6. inductive

داده‌های‌رخداد، تحلیل جریان‌کار، تحلیل عملکرد، بررسی نتایج و بهبود فرآیند بر مبنای روش شبیه‌سازی پیشرفته بود. لورنز[1] و همکاران (۲۰۲۱) از فرآیندکاوی برای افزایش بهره‌وری در تولید بر اساس استراتژی ساخت برای ذخیره‌سازی استفاده کردند. پژوهش مذکور روش‌شناسی و چارچوب سه مرحله‌ای نگاشت، تحلیل و بهبود را ارائه نمود. آگستو[2] و همکاران (۲۰۲۱) از فرآیندکاوی برای بررسی و تحلیل روندهای مراقبت بهداشتی و درمانی برای بیش از یک میلیون بیمار با حدود سی میلیون رکورد داده‌رخداد در ویکتوریا استرالیا استفاده کردند. روش بکار رفته مبتنی بر PM²[3] با داده‌کاوی ترکیب شده بود. پانگ[4] و همکاران (۲۰۲۱) به دلیل اهمیت بالای فاکتور زمان یعنی انجام به‌موقع فعالیت‌ها در فرآیندهای مراقبتی و درمانی حاد از فرآیندکاوی برای تحلیل عملکرد این روندها استفاده کردند. روش‌شناسی ارائه‌شده شامل چهار مرحله کدینگ و دسته‌بندی فعالیت‌ها، استخراج و فیلتر داده‌های‌رخداد، کشف و بهبود مدل فرآیند و تحلیل عملکرد بود و از داده‌های‌رخداد، روند رسیدگی به سکته مغزی برای مطالعه استفاده شد. راموس[5] و همکاران (۲۰۲۱) چارچوبی به نام COLOSSI[6] را برای کشف جریان کار واقعی حاصل از پیکربندی مرتبط با فعالیت‌های کاربران در انجام پیکربندی در سیستم‌های عامل یا سیستم‌های مثل ERP[7] را ارائه دادند. سرزو[8] و همکاران (۲۰۲۰) برای کشف مدل فرآیندهای یادگیری خودتنظیمی[9] از فرآیندکاوی استفاده کردند، از داده‌های‌رخداد بستر نرم‌افزاری مدول[10] استفاده شد. روش به‌کاررفته در راستای فرآیندکاوی آموزشی[11] شامل مؤلفه‌های پیش‌پردازش و استخراج داده‌های‌رخداد، پردازش داده‌ها یعنی تقسیم داده‌های

1. Lorenz
2. Augusto
3. process mining project methodology
4. Pang
5. Ramos
6. configuration workflow process mining
7. Enterprise Resource Planning
8. Cerezo
9. self-regulated learning
10. moodle2.0
1. educational process mining

بخش‌های متعدد بر پایه دانش آموزان قبولی وردی و کشف مدل و نهایتاً ارزیابی مدل بود. دوما[1] و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی چارچوب جدیدی بر پایه روش فرآیندکاوی برای کشف فرآیند موقت در بخش اورژانس ارائه دادند. هدف ارائه فرآیند دقیق و ساده برای دریافت خدمت و بهره‌مندی از منابع بیمارستانی توسط بیمار، فقط مبتنی بر اطلاعات دسترس در بخش اورژانس بود. پژوهش مذکور مبتنی بر داده‌های رخداد مرتبط با یک بیمارستان در ایتالیا صورت پذیرفت. استفانینی[2] و همکاران (۲۰۲۰) روش‌شناسی را مبتنی بر بر فرآیندکاوی برای تحلیل فرآیندهای ساخت نیافته مبتنی بر داده‌های رخداد بیمارستانی در ایتالیا ارائه کردند. این روش‌شناسی از سه مرحله آماده‌سازی داده‌های رخداد، بازرسی داده‌های رخداد و درنهایت تحلیل جریان کنترل برخوردار بود.

پریرا[3] و همکاران (۲۰۲۰) روش‌شناسی PM2HC[4] را برای حوزه بهداشت و درمان ارائه کردند. روش مذکور شامل مراحل برنامه‌ریزی، استخراج، پردازش داده، کاوش و تحلیل، ارزیابی و نهایتاً پشتیبانی و بهبود فرآیندها است و در واحد آزمایشگاهی تحلیل بالینی مجتمع بیمارستانی سوم دانشگاه فدرال پارانا به‌کاربرده شد. هی[5] و همکاران (۲۰۱۹) از فرآیندکاوی در حوزه نجات اضطراری حوادث انفجار گاز در معادن چین استفاده کردند. داده‌های‌رخداد استفاده‌شده مرتبط با ۵۰ حادثه بزرگ در طول سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۴ بود. روش به‌کاررفته شامل مؤلفه‌های کنترل جریان‌کار، دیدگاه نمونه، دیدگاه هلیکوپتری، دیدگاه سازمانی و تحلیل‌عملکرد بود. مصطفی دولت‌آبادی و همکاران (۱۳۹۸) در کشف مدل فرآیندهای نیمه‌خودکار صنعت بانکداری از فرآیندکاوی بهره بردند. کارایی روش فازی در کشف مدل فرآیندهای نیمه‌خودکار بررسی شد. مبتنی بر متدولوژی PM^2 در گام اول داده‌های دستی و سیستمی مربوط به فرآیند موردمطالعه در جهت حصول اطمینان از جامعیت مدل، باهم ترکیب شدند. با استفاده از تکنیک فازی مدل

1. Duma
2. Stefanini
3. Pereira
4. process mining project methodology in healthcare
5. He

فرآیند کشف شد. محمدی نژاد و علیئی (۱۳۹۸) برای کشف مدل حملات در سیستم‌های آگاهی از فرآیندکاوی استفاده کردند. داده‌ها پس از جمع‌آوری و تجمیع از منابع مختلف مانند حسگرها به داده‌های‌رخداد تبدیل و مدل حملات استخراج شد. کوذری[1] و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از داده‌های رخداد سیستم کتابخانه در دو سازمان مختلف از تکنیک‌های فرآیندکاوی استفاده نمودند و روش‌شناسی به‌کاررفته شامل پنج مرحله آماده‌سازی و بازرسی داده‌های رخداد و تحلیل جریان کار، عملکرد و نقش‌ها و ارائه نتایج بود.

جدول ۱. خلاصه مرور پژوهش‌های صورت گرفته

تحقیق	کسب‌وکار	مؤلفه‌های بکار گرفته	داده‌های رخداد	الگوریتم‌ها
(Urrea-Contreras et al., 2024)	سازمان‌های SME	استخراج داده‌های رخداد، کشف مدل، بررسی انطباق، توسعه مدل و ایجاد مدل یکپارچه	سامانه Jira توسعه نرم‌افزار	استقرایی
(EL KODSSI & Sbai, 2024)	محیط‌های هوشمند	انتخاب داده‌ها، تبدیل داده‌ها، تولید داده‌های رخداد مبتنی بر استاندارد فرآیندکاوی، اعمال فرآیندکاوی و تولید مدل فرآیند	داده‌های تولید شده غیرساختاری سنسورها	MDA و یادگیری ماشین
(Rashed et al., 2023)	بیمارستان	پیش‌پردازش، کشف مدل و تحلیل	واحد جراحی قلب در بیمارستانی در مصر	اکتشافی، استقرایی، ILP[2] و ETM[3]
(Erdogan & Tarhan, 2022)	اورژانس	تعیین اهداف، استخراج داده، پیش‌پردازش، اعمال فرآیندکاوی چند دیدگاهی، تحلیل، پیشنهاد برای بهبود و ارزیابی نتایج	اورژانس	فازی

1.Kouzari
2. Integer Linear Programming
3. Evolutionary Tree Miner

تحقیق	کسب‌وکار	مؤلفه‌های بکار گرفته	داده‌های رخداد	الگوریتم‌ها
(Pan & Zhang, 2021)	پروژه ساخت‌وساز	تولید و آماده‌سازی داده‌ها، کشف مدل و تأیید اعتبار	نمونه پروژه ساخت‌وساز	فازی و استقرایی
(Lorenz et al., 2021)	کسب‌وکار تولید	نگاشت، تحلیل و بهبود	نمونه کسب‌وکار تولید	فازی
(Augusto et al., 2021)	روندهای مراقبت بهداشتی و درمانی	برنامه‌ریزی، استخراج داده‌ها، پردازش داده‌ها و ارزیابی	بیماران در ویکتوریا در استرالیا	فازی
(Pang et al., 2021)	فرآیندهای مراقبتی و درمانی حاد	کدینگ و دسته‌بندی فعالیت‌ها، استخراج و فیلترداده‌ها، کشف و بهبود مدل فرآیند و تحلیل عملکرد	روند رسیدگی به سکته مغزی	کاوشگر IDHM[1] یکپارچه کننده الگوریتم‌های مثل آلفا، فازی و اکتشافی
(Ramos et al., 2021)	پیکربندی ERP، کشاورزی هوشمند و پیکربندی کامپیوتر	استخراج داده‌های رخداد پیکربندی، کنترل و پاک‌سازی داده‌ها بر اساس مدل ویژگی[2]، ساخت خوشه‌های داده‌ها و کشف جریان کار مرتبط	پیکربندی ERP، کشاورزی هوشمند و پیکربندی کامپیوتر	حریص، سلسله‌مراتبی و ژنتیک
(گرجی و همکاران، ۱۴۰۰)	فرآیندهای آموزش‌وپرورش استان مازندران	آماده‌سازی داده‌ها، کشف مدل و نهایتاً تطابق مدل‌های کشف‌شده با فرآیندهای رسمی با تدوین پرسشنامه	فرآیندهای آموزش‌وپرورش استان مازندران	آلفا، آلفا++، اکتشافی و ژنتیک
(خوشخوی و همکاران، ۱۴۰۰)	حوزه بانکی	استخراج و آماده‌سازی داده‌های سیستم تسهیلات، بازرسی داده‌ها، تحلیل جریان‌کار، تحلیل عملکرد، بررسی نتایج و بهبود	سیستم تسهیلات	فازی
(Cerezo et al., 2020)	فرآیندهای یادگیری خودتنظیمی	کشف مدل و ارزیابی مدل	بستر نرم‌افزاری مدول	کاوشگر استقرایی

1. Interactive Data-Aware Heuristic
2. Feature Model

تحقیق	کسب‌وکار	مؤلفه‌های بکار گرفته	داده‌های رخداد	الگوریتم‌ها
(Duma et al., 2020)	بخش اورژانس	استخراج داده‌ها، کشف مدل فرآیند، کسب مدل بهتر مبتنی بر درخت تصمیم‌گیری و بررسی انطباق	مراجعات بیماران برای بیمارستانی در ایتالیا	کاوشگرهای اکتشافی و استقرایی
(Stefanini et al., 2020)	تحلیل فرآیندهای ساخت نیافته	آماده‌سازی و بازرسی داده‌ها و تحلیل جریان کنترل	بیمارستانی در ایتالیا	استقرایی و اکتشافی
(Pereira et al., 2020)	حوزه بهداشت و درمان	برنامه‌ریزی، استخراج، پردازش داده، کاوش و تحلیل، ارزیابی و پشتیبانی و بهبود فرآیند	سیستم آزمایشگاه تحلیل بالینی مجتمع بیمارستانی سوم دانشگاه فدرال پارانا	فازی
(He et al., 2019)	حوزه نجات اضطراری حوادث انفجار گاز	مؤلفه‌های مرتبط با دیدگاه‌های فرآیندکاوی مانند نمونه، سازمانی و زمان	۵۰ حادثه بزرگ در طول سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۴	کاوشگر استقرایی
(مصطفی دولت‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۸)	فرآیندهای نیمه اتوماتیک بانکداری	مراحل برنامه‌ریزی، استخراج داده‌ها، پردازش داده‌ها، ارزیابی و پشتیبانی و بهبود فرآیند	سیستم‌های بانکی	فازی
(محمدی نژاد و شمس علی، ۱۳۹۸)	سیستم‌های آگاهی وضعیتی سایبری	اکتشاف مدل	داده‌ها از منابع مختلف مانند حسگرها	آلفا و اکتشافی
(Kouzari et al., 2018)	کتابخانه	آماده‌سازی، بازرسی داده‌ها و تحلیل جریان کار، عملکرد و نقش‌ها و ارائه نتایج.	سیستم کتابخانه در دو سازمان متفاوت	فازی

اگرچه هر یک از مطالعات مندرج در جدول شماره ۱ به اهداف خود در راستای کاربرد فرآیندکاوی رسیده‌اند، اما برخی از آن‌ها فقط به یک نوع فرآیندکاوی پرداخته‌اند. برخی تمام دیدگاه‌ها را پوشش نمی‌دهند. تعدادی از مطالعات، جامعیت در استفاده از مفاهیم داده‌کاوی و فرآیندکاوی را ندارند. تعدادی دیگر از ویژگی‌های مانند تحلیل چندبعدی فرآیندکاوی، شبیه‌سازی فرآیند بهبودیافته مبتنی بر داده‌های رخداد، ارزیابی نتایج با

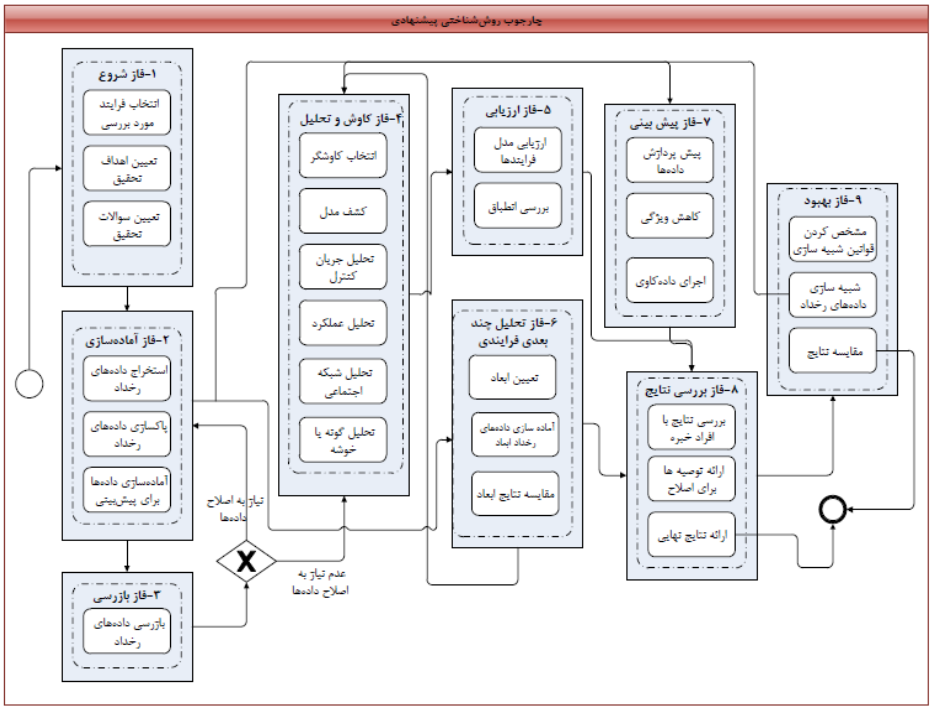
متخصصین حوزه بی‌بهره هستند. با مقایسه مطالعات، هرکدام از این موارد به‌عنوان یک شکاف پژوهشی قابل‌بیان است. همچنین نیاز است با در نظر گرفتن یکپارچه تمامی مؤلفه‌ها و مراحل به‌صورت یک چارچوب روش‌شناختی به‌عنوان شکاف تحقیقاتی دیگر موردتوجه قرار گیرد.

روش پژوهش

روش‌شناسی به‌کاررفته در پژوهش حاضر برگرفته از تکنیک‌ها و مفاهیم و روش‌های فرآیندکاوی مندرج در بیانیه[1] آن است (Van Der Aalst et al., 2011). در پژوهش حاضر از داده‌های رخداد فرآیند ارائه تسهیلات سرمایه ثابت یکی از بانک‌های فعال در ایران استفاده شده است. چارچوب پیشنهادی شامل نه فاز شروع، آماده‌سازی، بازرسی، کاوش و تحلیل، ارزیابی، تحلیل چندبعدی فرآیندی، پیش‌بینی، بررسی نتایج و نهایتاً بهبود است. در شکل شماره ۱ چارچوب روش‌شناختی مذکور به همراه مؤلفه‌های مرتبط با هر فاز به تصویر کشیده شده است. از ویژگی بارز این چارچوب بهره‌مندی از امکان برگشت به فازهای قبلی و آماده‌سازی مجدد داده‌های رخداد است. همچنین چارچوب روش‌شناختی مذکور از تعامل خوب با ذینفعان در کنار استفاده از روش کارآمد فرآیندکاوی بهره‌مند است. در ادامه به‌صورت مختصر مؤلفه‌های مرتبط با هر فاز یا گام تشریح می‌شود. از دیگر ویژگی روش پیشنهادی در عین چارچوب بودن و کارآمدی هر گام به‌صورت مستقل، امکان رفت‌وبرگشت بین مراحل کلان و حالت گام‌به‌گام بودن آن است.

1. Manifest

شکل ۱. چارچوب روش‌شناختی پیشنهادی



شروع، آماده‌سازی و بازرسی داده‌ها

پس از انتخاب اهداف پژوهش، داده‌های رخداد سیستم ارائه تسهیلات با حداقل فیلدهای شماره پذیرش وام، فعالیت، تاریخ و ساعت شروع فعالیت، تاریخ و ساعت اتمام فعالیت، انجام دهنده، استان، نوع صنعت، عنوان مشتری (صنایع)، نوع ارز و سایر فیلدهای مرتبط استخراج‌شده و در فرمت csv و جداول SQL server ذخیره‌سازی می‌شوند. داده‌های استخراج‌شده ازلحاظ داده‌های ازدست‌رفته[1] و رکوردهای فاقد تاریخ و فعالیت پاک‌سازی می‌شوند. تبدیل تاریخ‌های موردنیاز صورت می‌پذیرد. همچنین داده‌های موردنیاز با فیلدهای اطلاعاتی مانند شماره پذیرش، نوع ارز، نوع صنعت، اندازه شرکت یا موسسه، نوع عقد پایه، خط اعتباری، نرخ سود، مبلغ وام، تعداد اقساط، اطلاعات شعب و مدت‌زمان

1. Missing Value

پرداخت جهت انجام داده‌کاوی بر مبنای روش‌های پیش‌بینی صورت می‌پذیرد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزارهای مثل دیسکو[1] و پرام[2] داده‌ها مورد بازرسی قرار می‌گیرند و رکوردهای کامل نشده جداسازی می‌شوند.

کاوش، تحلیل و ارزیابی

پس از انتخاب کاوشگرهای مختلف مبتنی بر مطالعات صورت گرفته (De Weerdt et al., 2012) بر اساس الگوریتم‌های منتخب مبتنی بر ابزارهای مانند پرام، دیسکوو سلونیس[3] مدل واقعی فرآیند کشف می‌شود. تحلیل جریان کار صورت می‌گیرد. پس از کشف مدل عملکرد فرآیند تحلیل می‌شود. درواقع پاسخ به این سؤال، آیا در فرآیند جاری گلوگاه وجود دارد؟ (Anuwatvisit et al., 2012) این تحلیل بر اساس یکی شاخص‌های کلیدی عملکرد یعنی زمان، انجام می‌شود (Cho et al., 2017). برای تحلیل عملکرد از ابزار دیسکو وسلونیس و الگوریتم فازی که کاملاً متناسب با داده‌های رخداد واقعی است استفاده می‌شود. روش فازی از ویژگی‌های مانند خلاصه‌سازی[4]، ادغام[5]، تأکید[6] و سفارشی‌سازی[7] و خوشه‌بندی به‌مانند نقشه مسیریابی برخوردار است (De Weerdt et al., 2012). همچنین مبتنی بر دیدگاه سازمانی فرآیندکاوی، تحلیل شبکه اجتماعی Working Together و Hand Over Work بر اساس شعب و کاربران انجام دهنده صورت می‌پذیرد. در ادامه تحلیل گونه‌ها صورت می‌گیرد. برای تجزیه‌وتحلیل فرآیندها، مدل فرآیند از اهمیت بالایی برخوردار است. انتخاب نوع الگوریتم و تکنیک موردنظر در کشف مدل و کیفیت مدل کشف‌شده برای تجزیه‌وتحلیل فرآیندهای کسب‌وکار از اهمیت بالای برخوردار است (De Weerdt et al. 2012). برای ارزیابی فرآیندها از داده‌های رخداد

1. Disco
2. Prom
3. Celonis
4. Abstraction
5. Aggregation
6. Emphasis
7. Customization

مرتبط با بخش پذیرش تسهیلات سرمایه ثابت و کشف مدل بر اساس تکنیک‌های آلفا، آلفا++، اکتشافی و ژنتیک بر اساس شاخص‌های کیفیت مدل فرآیند یعنی تناسب، سادگی، دقت و تعمیم با یکدیگر قیاس می‌شوند (Buijs, Van Dongen and Van Der Aalst 2014). همچنین بر اساس روش‌های بررسی انطباق مدل کشف‌شده با داده‌های رخداد مقایسه می‌شود و انحرافات صورت گرفته یعنی تسهیلات خارج از روال عادی مشخص می‌شوند. تحلیل چندبعدی فرآیندمحور، یعنی بر اساس ابعاد مختلف مانند ویژگی‌های اطلاعاتی مرتبط با تسهیلات پرداختی، تحلیل فرآیند محور صورت گیرد. برای تحلیل چندبعدی فرآیند محور داده‌های رخداد بر اساس بعد استان آماده‌سازی می‌شوند، یعنی داده‌های رخداد بر اساس استان‌های مختلف جداسازی شده و تحلیل‌های مختلف مبتنی بر روش فرآیندکاوی صورت گرفته و نتایج حاصله با یکدیگر مقایسه می‌شود.

گام پیش‌بینی

علاوه بر تحلیل‌های فرآیند محور از روش‌های دسته‌بندی داده‌کاوی برای پیش‌بینی زمان پرداخت تسهیلات استفاده می‌شود. در این مرحله اقدامات مرتبط با پاک‌سازی داده‌های آماده‌سازی شده مثل مدیریت داده‌های ازدست‌داده و ناقص صورت می‌پذیرد. نمونه‌ها با مدت‌زمان پرداخت زیر یک سال با کلاس A و بالاتر با کلاس B برچسب‌گذاری می‌شوند. در ادامه مبتنی بر الگوریتم‌های کاهش یعنی راف ست[1] و درخت تصمیم‌گیری ویژگی‌های مؤثر شناسایی می‌شوند. همچنین با استفاده از الگوریتم‌های دسته‌بندی یعنی انواع بیز مانند ساده، شبکه بیز، انواع شبکه عصبی مصنوعی، انواع لجستیک، جدول تصمیم و انواع درخت به‌ویژه J46 تحت پشتیبانی نرم‌افزار Weka و Rosetta تحلیل لازم صورت می‌پذیرد.

بهبود فرآیند

در این مرحله قوانین مرتبط با شبیه‌سازی داده‌های رخداد مبتنی بر شبیه‌سازی پیشرفته

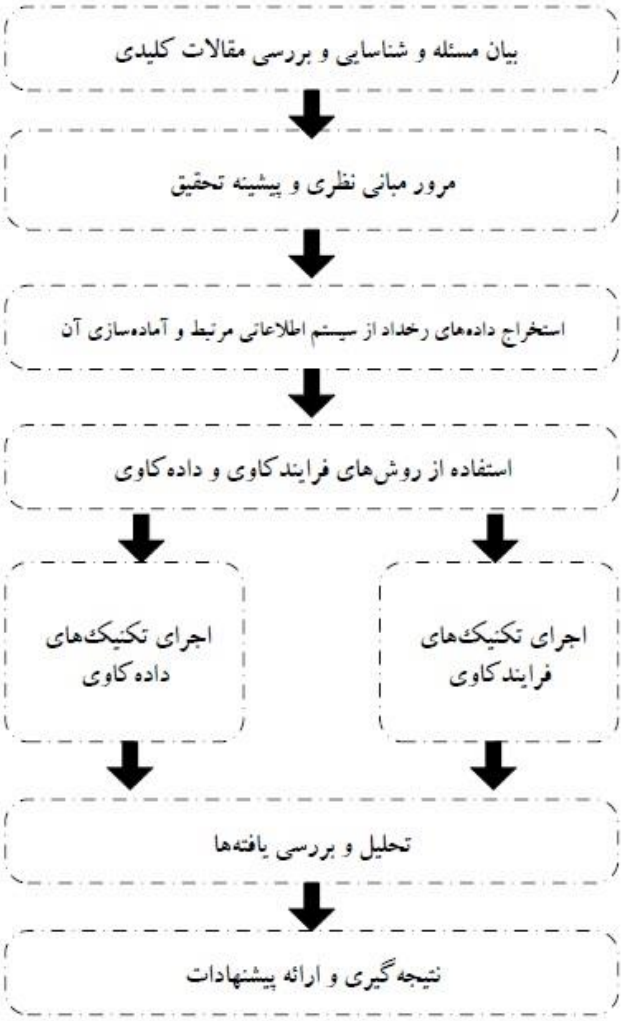
1. Rough Set

احصاء می‌شود (Van Der Aalst et al., 2015). داده‌های رخداد جدید با استفاده از ابزارهای اکسل و Sql Server ایجاد می‌شود. داده‌های تولید شده با استفاده از مؤلفه‌های فاز کشف و تحلیل موردبررسی قرارگرفته و نتایج حاصل‌شده مقایسه می‌شوند.

بررسی نتایج

این مرحله شامل مؤلفه‌های شامل بررسی نتایج با افراد خبره، ارائه توصیه‌ها برای اصلاح و ارائه نتایج نهایی است. تمامی نتایج حاصل از سایر مؤلفه با افراد خبره مرتبط با کسب‌وکار در قالب جلسات تخصصی بررسی می‌شود. موارد اصلاحی مانند حذف مراحل، ادغام مراحل، موازی‌سازی مراحل مرتبط با فرآیندهای موردمطالعه به‌صورت پیشنهاد و توصیه‌های جهت بهبود مشخص می‌شوند. تمامی نتایج به‌دست‌آمده در قالب گزارش‌ها و مستندات استاندارد جهت ارائه به دست‌اندرکاران و ذینفعان حوزه کسب‌وکار و سایر محققین آماده‌سازی و قابل‌انتشار می‌شوند. شکل شماره ۲ نقشه راه تحقیق و گام‌های صورت گرفته پژوهش را نشان می‌دهد. در حقیقت هدف پژوهش حاضر رسیدن به یافته‌های تحقیق با استفاده از روش‌های فرآیندکاوی و داده‌کاوی مبتنی بر داده‌های رخداد سیستم تسهیلات سرمایه ثابت است که ترکیب این روش‌ها و استفاده از داده‌های رخداد واقعی حاصل از اجرای سیستم اطلاعاتی از نوآوری‌های تحقیق حاضر است. این روش منجر به کشف مدل فرآیند واقعی، شناسایی گلوگاه‌ها، تحلیل چندبعدی مانند استان محور، تحلیل گونه‌های فرآیندی، پیش‌بینی زمان پرداخت تسهیلات، تحلیل‌های سازمانی و شبیه‌سازی فرآیند بهبودیافته می‌شود.

شکل ۲. نقشه راه تحقیق

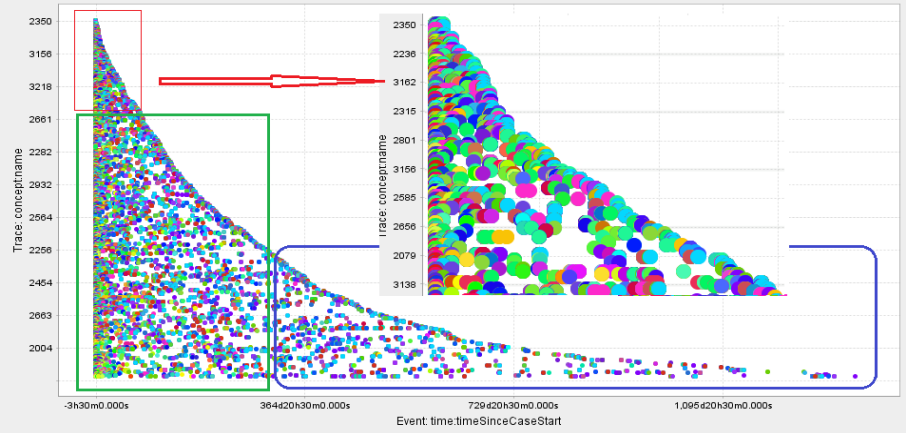


یافته‌های تحقیق

از ۸۲۳۸۷ رکورد استخراجی پس از پاک‌سازی، تعداد ۵۷۲۰۸ رکورد باقی ماند. در ادامه تاریخ شروع و اتمام فعالیت‌ها به میلادی تبدیل شدند. همچنین تعداد ۵۴۶ نمونه تسهیلات پرداختی با ویژگی‌های اطلاعاتی یادشده برای داده‌کاوی آماده‌سازی شد. در ادامه داده‌ها برای بازرسی وارد نرم‌افزار پرام و دیسکو گردید. نمونه‌های به مرحله پرداخت تسهیلات

نرسیده بودند و زیر ۶۰ روز فیلتر شدند. نمودار نقطه‌ای ترسیم‌شده در شکل شماره ۳ نشان از سه دسته زیر ۶۰ روز، تا یک سال و بالای آن می‌باشد.

شکل ۳. نمودار نقطه‌ای داده‌ها



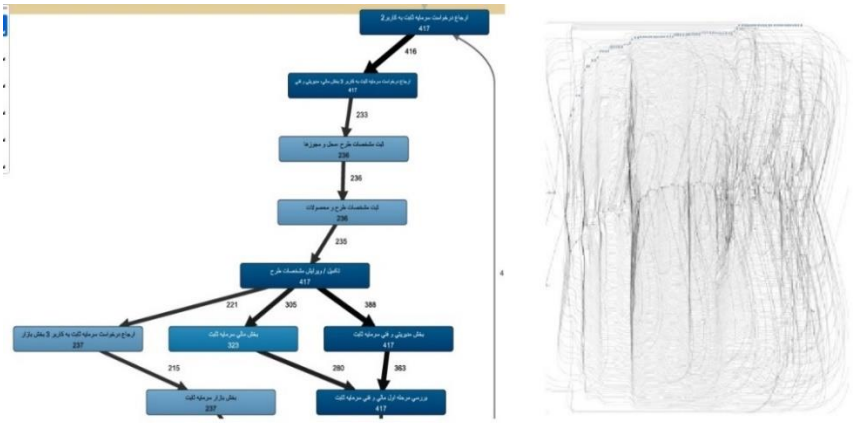
این نمودار مبین این است که بیشتر موارد از مدت‌زمان انجام مشابهی یعنی از زمان ارائه درخواست تا پرداخت نهایی مشابه برخوردارند (شکل مستطیل سبز) ولی برخی از تسهیلات (شکل مستطیل آبی) دارای مدت‌زمان انجام فاحشی هستند. محور عمودی نمودار مذکور شماره پذیرش تسهیلات، نقاط رنگی همان مراحل انجام و محور افقی دوره زمانی یعنی شروع و پایان مراحل فرآیند است.

کاوش، تحلیل و ارزیابی

بر اساس تکنیک‌های آلفا، آلفا++، اکتشافی، ژنتیک، فازی و استقرایی مدل فرآیند کشف شدند. در راستای مطالعات (De Weerdt et al., 2012) مدل‌های کشف‌شده بر اساس الگوریتم‌های یادشده به جزء فازی و استقرایی برای تحلیل مناسب نبود. با مقایسه مدل استقرایی و فازی باتوجه به فیلتر کمتر لبه‌ها و پوشش کل فعالیت‌ها، مدل فازی بسیار کارآمد تشخیص داده شد. بخشی از مدل کشف‌شده روش آلفا++ و فازی در شکل شماره ۴ ترسیم‌شده است. با تحلیل جریان کار مشخص شد فعالیت‌های مدیریت پروژه، بررسی

نتیجه محاسبات مدیریت پروژه، مشاهده ویرایش وظایف و تأیید مرحله اول مدیریت پروژه بالای ۶۰ بار در یک نمونه تکرار داشتند. این امر نشانگر این است که در برخی از تسهیلات پرداختی، این فعالیت‌ها بیش‌ازحد تکرار شده‌اند. ۱۲۷ نمونه از میانگین زمان انتظار ۳ روز ۱۴ ساعت برخوردار هستند. زمان انتظار بین دو فعالیت به اختلاف‌زمان اتمام یک فعالیت تا زمان شروع فعالیت بعدی برمی‌گردد. همچنین ۸۲ نمونه از میانگین زمان سرویس حدود ۲۰ ساعت و ۲۴ مورد حدود ۵ روز برخوردار هستند، زمان سرویس یک فعالیت به اختلاف‌زمان اتمام و شروع یک فعالیت خاص برمی‌گردد و شعبات شماره ۵۰، ۳۱، ۱ و ۱۲۹ بالای ۲۰۰۰ بار در اجرای نمونه‌ها نقش داشتند، به‌عبارت‌دیگر این شعبات در گردش کار بین شعبات بیشترین نقش را دارند.

شکل ٤. بخشی از مدل کشف‌شده

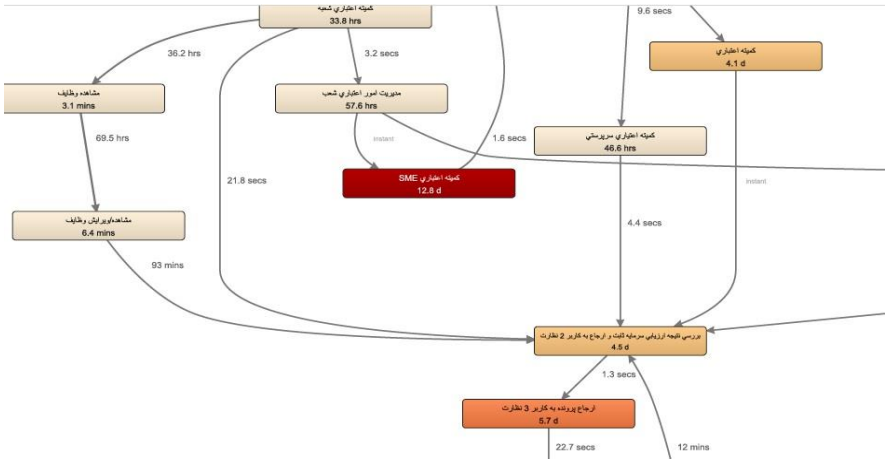


تحلیل عملکرد بر پایه شاخص زمان مبتنی بر ابزارهای دیسکو و سلونیس صورت گرفت. در حقیقت مدت‌زمان شروع تا پایان پرداخت تسهیلات سرمایه ثابت بر مبنای جمع مدت‌زمان مراحل صورت گرفته به همراه مدت‌زمان انتظار بین این مراحل مبنای محاسبه در نظر گرفته می‌شود.

پس از تحلیل عملکرد ۳۴۷ نمونه باقی‌مانده بر پایه دیسکو، فعالیت‌های کمیته اعتباریSME، ارجاع به کاربر۳، بررسی گزارش توجیهی بازار مشاور، دریافت گزارش

توجیهی شرکت مشاور بخش فنی و مالی، کمیته اعتبارات، ارجاع پرونده به کاربر ۳ نظارت، بررسی منابع صندوق توسعه ملی و تعیین بخش اقتصادی و اشخاص وابسته با متوسط زمان انجام فعالیت از ۶ تا ۱۳ روز گلوگاه تشخیص داده شدند. مفهوم گلوگاه یعنی به‌طور متوسط برای پرداخت تسهیلات، انجام این مراحل نسبت به دیگر فعالیت‌ها مدت‌زمان بیشتری به خود اختصاص می‌دهد و این امر موجب طولانی شدن پرداخت تسهیلات سرمایه ثابت می‌گردد. تعدادی از گلوگاه‌ها در شکل شماره ۵ آمده است. به‌طور متوسط مراحلی که از رنگ‌های قرمز تیره‌تر برخوردارند از زمان سرویس یا انجام بیشتری نسبت به سایر فعالیت‌ها برخوردارند.

شکل ۵. بخشی از گلوگاه‌های فرآیند

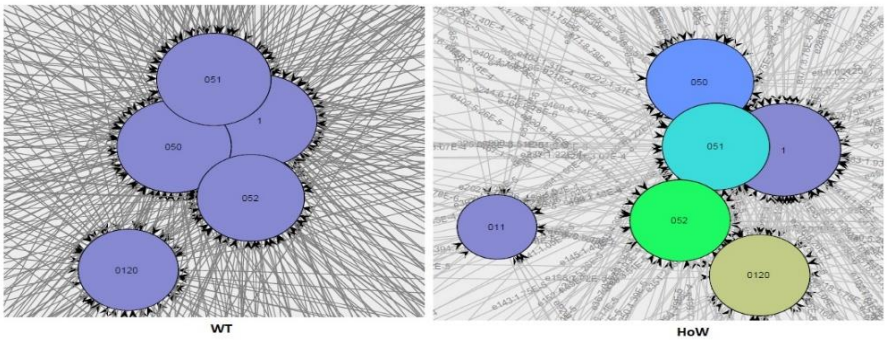


تحلیل عملکرد با نرم‌افزار سلونیس فقط بر مبنای زمان اتمام مرحله یا فعالیت است. بر اساس تحلیل عملکرد با سلونیس، به ترتیب ارتباط بین فعالیت ارجاع پرونده به کاربر ۳ نظارت و فعالیت تعیین بخش اقتصادی و اشخاص وابسته و ارتباط بین مرحله بررسی نتایج ارزیابی سرمایه ثابت و ارجاع به کاربر ۲ نظارت و مرحله ارجاع پرونده به کاربر ۳ نظارت و همچنین مراحل مشاهده ویرایش وظایف، اصلاح جدول تسهیلات و کمیته اعتبارات به‌عنوان گلوگاه شناسایی شدند. گلوگاه‌های از نوع ارتباط بین فعالیتی به زمان انتظار بین دو فعالیت برمی‌گردد، یعنی ارتباطاتی که به‌طور متوسط از زمان بیشتری برخوردار هستند،

به‌عبارت‌دیگر، به‌طور متوسط در اجرای فرآیند، زمان انتظار بین دو مرحله بیش از سایرین است و موجبات طولانی شدن فرآیند را در پی دارند، بنابراین گلوگاه محسوب می‌شوند.

برای تحلیل سازمانی از تحلیل شبکه اجتماعی استفاده شد که با انجام تحلیل شبکه اجتماعی با استفاده از پرام ۶,۹ بر پایه HoW، یعنی انتقال کار از یک شعبه به شعبه دیگر، شعب با شماره‌های ۱، ۱۱، ۱۲۰، ۵۲، ۵۱، ۵۰ و ۱۸ بیشترین نقش را داشتند. به‌عبارت‌دیگر این شعب در اجرای فرآیند و مراحل آن و پرداخت تسهیلات نقش بیشتری داشتند. مبتنی بر WT، همکاری شعب با یکدیگر در انجام و اجرای فرآیند که الزامی به انتقال از یک شعبه به شعبه دیگری نیست. شعب ۵۲، ۵۱، ۵۰، ۱ و ۱۲۰ بیشترین همکاری را با یکدیگر داشتند. تحلیل‌های مبتنی بر شبکه اجتماعی در شکل شماره ۶ آمده است.

شکل ٦. تحلیل شبکه اجتماعی بر اساس شعب



یکی دیگر از تحلیل‌های صورت گرفته در پژوهش حاضر تحلیل گونه فرآیندی بود، تحلیل گونه یعنی بررسی نمونه‌های که از دنباله یکسان برخوردار هستند. با استفاده از دیسکو و سلونیس تعداد گونه‌ها نزدیک به تعداد نمونه‌ها به دست آمد. بنابراین مدل فرآیند ساختارمند نیست و مدل فرآیند از تعمیم مناسبی برخوردار نیست و نشان‌دهنده این است فرآیند نیاز به بهبود و مهندسی مجدد در طراحی دارد.

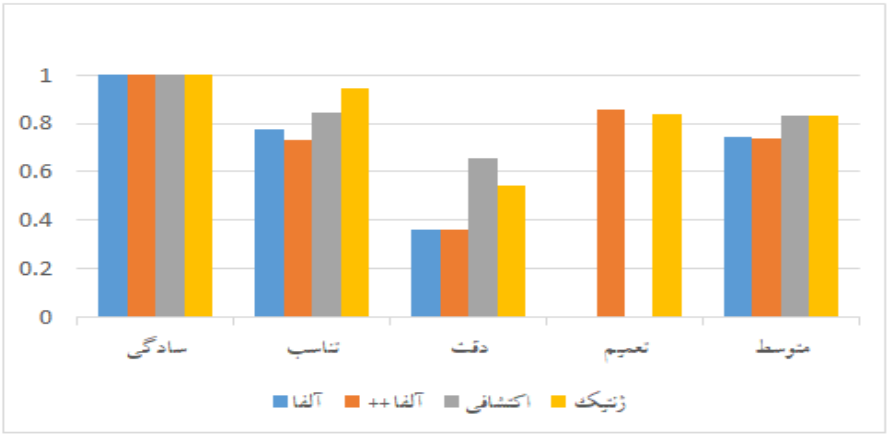
از دیگر مؤلفه‌های به‌کاررفته در این تحقیق ارزیابی مدل فرآیندها بود. برای ارزیابی فرآیند از داده‌های شامل ۵۴۶ نمونه مرتبط با کلان مرحله پذیرش مشتمل بر ۱۳ فعالیت و

۶۰۵۲ رکورد استفاده شد. با توجه به اینکه پیش‌نیاز ارزیابی مدل فرآیند بر اساس نرم‌افزار پرام ۵,۲، آماده کردن فایل ورودی به نرم‌افزار به فرمت xml با استفاده از داده‌های‌رخداد است. پس از نام‌گذاری لاتین فعالیت‌ها یا مراحل و ساده‌سازی یعنی استخراج دنباله‌ها و تعداد نمونه‌های مرتبط، فایل xml ورودی پرام ۵,۲ آماده‌سازی شد. با ورود به پرام ۵,۲ و تحلیل، الگوریتم اکتشافی با مقدار ۰,۸۳۳ در میانگین مقادیر شاخص‌های کیفیت مدل فرآیند بهترین عملکرد را داشت. مقادیر تعمیم به‌صورت دستی بر اساس فرمول شماره ۱ محاسبه و مقادیر تکنیک‌های مختلف نزدیک به هم به دست آمد. سایر شاخص‌ها با استفاده پرام ۵,۲ محاسبه شدند. مقدار شاخص سادگی برای همه روش‌ها ۱ به دست آمد. تکنیک‌های آلفا و آلفا++ در مقدار متوسط شاخص‌ها و به‌ویژه دقت با مقدار ۰,۳۶۳ عملکرد خوبی نداشتند. در شکل شماره ۷ روش‌های مختلف مقایسه شده است. انتقال مستقیم ۸۷ نمونه از فعالیت بررسی مرحله دوم سرمایه ثابت به فعالیت کمیته اعتباری یکی از انحرافات شناسایی شده است که نشان از انحراف از کلان مرحله ارزیابی بود.

فرمول محاسبه تعمیم (Buijs, Van Dongen and Van Der Aalst 2014):

$$(1)\ Q_g = 1 - \frac{\sum_{nodes}\left(\sqrt{\#executions}\right)^{-1}}{\#nodes\ in\ tree}$$

شکل ۷. نتایج ارزیابی تکنیک‌های مختلف



در نمودار شکل ۷ محور افقی شاخص‌های مرتبط با تکنیک‌های به‌کاررفته کشف مدل فرآیند و محور عمودی مقادیر شاخص‌ها از ۰ تا ۱ را نشان می‌دهد. برای متمایزسازی تکنیک‌ها از رنگ‌بندی استفاده شده است.

در راستای تحلیل چندبعدی فرآیند محور، ابتدا داده‌های رخداد مرتبط با دو استان تفکیک و آماده‌سازی شد. سپس در ادامه مؤلفه‌های فاز تحلیل و کاوش روی این داده‌ها اجرا شد و نتایج مرتبط به‌طور خلاصه در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۲. نتایج تحلیل برحسب استان

تحلیل	گیلان	خراسان‌رضوی
گلوگاه‌ها	فعالیت ارجاع به کاربر ۳ با ۱۴۲ روز	فعالیت‌های تأیید مرحله اول فروش اقساطی، تعیین بخش اقتصادی و اشخاص وابسته، بررسی نتیجه ارزیابی سرمایه ثابت و ارجاع به کاربر ۲ نظارت، ارجاع ارزیابی سرمایه ثابت به کاربر ۲، کمیته اعتبارات و بررسی کارشناسی نتیجه محاسبات مدیریت پروژه
فعالیت‌های پرتکرار	فعالیت‌های مدیریت پروژه و بررسی کارشناسی نتیجه محاسبات مدیریت پروژه با مقدار بالای ۳۰ بار	فعالیت‌های مدیریت پروژه، بررسی کارشناسی نتیجه محاسبات مدیریت پروژه و مشاهده وظایف با مقدار بالای ۳۰ بار

با استفاده از سلونیس و تحلیل اثر ویژگی‌های مختلف مانند اندازه مشتری، نوع عقدپایه و نوع عقد و دیگر ویژگی‌ها با زمان انجام هدف ۲۷۱ روز یعنی متوسط انجام نمونه‌ها برای پرداخت تسهیلات، به ترتیب ویژگی‌های اطلاعاتی نوع عقدپایه مشارکت مدنی با ۱۸۰ روز، نوع عقد مشارکت مدنی ریالی با ۱۴۸ روز و اندازه مشتری متوسط و کوچک با ۱۴۱ روز، بیشترین اثر را در کاهش زمان انجام فرآیند داشتند؛ به‌عبارت‌دیگر نمونه‌ها و تسهیلات مرتبط با شرکت‌های با اندازه متوسط و کوچک دارای نوع عقد مشارکت مدنی ریالی و همچنین دارای عقد پایه مشارکت مدنی، از مدت‌زمان پرداخت طولانی‌تری برخوردار هستند.

گام پیش‌بینی

داده‌های آماده‌سازی شده با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم Weka j48 و الگوریتم‌های کاهش رافست مبتنی بر ابزار Rosetta مورد تحلیل قرار گرفتند. باتوجه به مقدار LHS[1] کمتر از ۰,۱۳ الگوریتم‌های رافست و در مقابل عملکرد مناسب درخت تصمیم J48، ویژگی‌های نوع عقدپایه، مبلغ وام، نرخ سود، خط اعتباری و اندازه مشتری مؤثر بر تحلیل شناسایی شدند. با فیلتر سایر ویژگی‌های غیرمؤثر، داده‌های نهایی با استفاده از الگوریتم‌های اشاره‌شده مورد تحلیل قرار گرفت. الگوریتم J48 از مجموعه درخت‌ها در مقایسه با تمامی روش‌ها با دقت تقریبی ۷۲ درصد بهترین عملکرد را داشت؛ به‌عبارت‌دیگر تکنیک J48 برای پیش‌بینی زمان پرداخت تسهیلات نسبت به سایر روش‌ها از مقدار دقت بیشتری برخوردار بود. در شکل‌های شماره ۸ و ۹ به ترتیب عملکرد تکنیک J48 و روش رافست مبتنی بر الگوریتم بیز ساده به تصویر کشیده شده است.

شکل ۸. برخی از نتایج تحلیل داده‌کاوی با الگوریتم درخت J48

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
J48	0.308	0.086	0.615	0.308	0.41	0.283	0.618	0.435	B
	0.914	0.692	0.746	0.38	0.914	0.283	0.618	0.774	A
Weighted Avg.	0.726	0.505	0.706	0.726	0.694	0.283	0.618	0.669	

Correctly Classified Instances : 61	72.62%
Incorrectly Classified Instances : 23	27.38%
Kappa statistic	0.2569
Mean absolute error	0.3933
Root mean squared error	0.4502
Relative absolute error	86.84%
Root relative squared error	96.38%
Total Number of Instances	84

1. Left Hand side

شکل ۹. برخی از نتایج تحلیل داده‌کاوی بر پایه رافست

Rule	LHS Support	RHS Support	RHS Acuracy	LHS Coverage	RHS Coverage
CodeAghdBase_N(A) AND Credi	45	17, 28	0.377778, 0.622222	0.133136	0.138211, 0.130233
CodeAghdBase_N(A) AND Credi	33	13, 20	0.393939, 0.606061	0.097633	0.060465, 0.162602
CodeAghdBase_N(A) AND Credi	21	12, 9	0.571429, 0.428571	0.06213	0.097561, 0.04186
CodeAghdBase_N(A) AND Credi	19	4, 15	0.210526, 0.789474	0.056213	0.03252, 0.069767
CodeAghdBase_N(B) AND Credi	12	11, 1	0.916667, 0.083333	0.035503	0.051163, 0.00813
CodeAghdBase_N(A) AND Credi	11	8, 3	0.727273, 0.272727	0.032544	0.037209, 0.02439
CodeAghdBase_N(A) AND Credi	11	4, 7	0.363636, 0.636364	0.032544	0.03252, 0.032558
CodeAghdBase_N(A) AND Credi	11	5, 6	0.454545, 0.545455	0.032544	0.04065, 0.027907

		B	A	Undefined	
Actual	B	14	15	1	0.466667
	A	7	44	3	0.814815
	Undefined	0	0	0	Undefined
		0.666667	0.745763	0	0.690476
ROC	Class	A			
	Area	0.7238			
	Std. error	0.056453			
	Thr. (0, 1)	0.652			
	Thr. acc.	0.652			

بررسی نتایج

دانش استخراجی و یافته‌های به‌دست‌آمده برای کارشناس خبره فرآیند بانک ارائه شد و پس بحث و تبادل‌نظر، پیشنهادها و توصیه‌های در دسته‌های مانند مشکلات سازمانی، موارد مرتبط با وضع موجود، موارد و مشکلات مرتبط با سامانه‌های به‌کاررفته برای بهبود فرآیند پیشنهاد گردید.

بر اساس موارد مرتبط با مشکلات سازمانی یعنی تبعیت از ساختار سازمانی کارشناس، معاون و مدیر بانک تمامی فعالیت‌های شروع هرکدام از مراحل کلان قابل ادغام تشخیص داده شد. همچنین برای برخی از شعبات و افراد که بیشترین نقش را در انجام فرآیند داشتند پیشنهادهای لازم برای تنظیم منصفانه کار و خارج شدن از حالت گلوگاهی پیشنهادهایی طرح شد. با توجه به تبعیت سیستم اطلاعاتی از وضع موجود فعالیت‌های ثبت مشخصات طرح، محل و مجوزها، ثبت مشخصات طرح و محصولات و تکمیل / ویرایش مشخصات طرح در مرحله کلان پذیرش و تمامی فعالیت‌های با دریافت و بررسی گام ارزیابی، تمام فعالیت‌های مرتبط با حسابداری از پیش‌بینی تعهدات بانک تا نمایش تعرفه جریمه و تخفیف و مدیریت پروژه و بررسی کارشناسی مرتبط با آن قابل ادغام تشخیص داده شدند.

بهبود فرآیند

در این مرحله برای کشف فرآیند بهبودیافته ابتدای امر داده‌های رخداد جدید مبتنی بر شبیه‌سازی ایجاد شد. در ایجاد داده‌های رخدادهای جدید برای فعالیت‌های ادغامی و حذفی انجام‌گرفته در یک روز، زمان آن فعالیت‌ها، به‌عنوان زمان انتظار مرحله بعدی در نظر گرفته شد. برای فعالیت‌های ادغامی و حذفی با زمان انجام بیش از یک روز، مدت‌زمان مذکور از مراحل بعدی تا انتهای فرآیند کاهش و فعالیت‌های پرتکرار یک‌بار استفاده شد.

برای سهولت شبیه‌سازی داده‌های‌رخداد جدید، از ۲۰۳ رکورد استفاده شد. قوانین اشاره شده روی رکوردهای منتخب اعمال شد. نتایج تحلیل مبتنی بر دیسکو و سلونیس نشان از کاهش ۶۷ درصدی زمان انجام فرآیند و کاهش مراحل از ۵۶ به ۴۸ مرحله بود.

شکل ۱۰ مقایسه فرآیند قبل و بعد از بهبود

	Before	After
Distinct Activities	55	48
Throughput Time	286	94.6

بحث

چارچوب روش‌شناختی پیشنهادی کارآمدی استفاده تلفیقی از فرآیندکاوی و داده‌کاوی برای تجزیه تحلیل داده‌محور و فرآیندمحور از فرآیندهای سرمایه ثابت یکی از بانک‌های فعال در ایران را تأیید کرد.

در پاسخ به سؤال اول تکنیک‌های متعدد کشف فرآیند مورد ارزیابی قرار گرفت برای کشف مدل مراحل کلان فرآیند به‌صورت نمونه مرحله پذیرش، روش اکتشافی عملکرد برتری داشت. مدل کشف‌شده روش‌های متعدد مبتنی بر شبکه پتری، تکنیک‌های استقرایی و اکتشافی و ژنتیک برای مدل واقعی فرآیند جامع تسهیلات سرمایه ثابت قابل‌درک و تحلیل نبود. در مقابل روش فازی در مدل کشفی فرآیند واقعی و پیچیده ارائه

تسهیلات سرمایه ثابت با بالای ۹۰ مرحله، عملکرد مناسبی داشت. فرآیند استخراج‌شده مورد تأیید کارشناس خبره فرآیند حوزه موردمطالعه قرار گرفت.

دانش زیادی ازلحاظ گلوگاه‌های مرتبط با فرآیند، فعالیت‌های پرتکرار در کل فرآیند و فعالیت‌های دارای بیشترین تکرار در یک نمونه، میانگین زمان فعالیت و انتظار در کل نمونه‌ها، اطلاعات آماری از مراحل و نمونه‌ها در راستای پاسخ به سؤال اول و سوم به دست آمد.

در پاسخ به سؤال چهارم بر مبنای روش‌های شبکه اجتماعی چه از نوع همکاری شعب بایکدیگر و گردش‌کار بین آن‌ها، شعب مرکز، مدیریت تسهیلات، سرپرستی‌های خراسان‌رضوی و قزوین و شعبه شهرکرد بیشترین نقش را در اجرای فرآیند داشتند.

در پاسخ به سؤال پنجم تحلیل چندبعدی فرآیند محور با بعد استان صورت پذیرفت. نتایج نشان داد فعالیت‌های گلوگاهی شناسایی شده در استان‌های مختلف متفاوت است. یافته‌های مشترک بین استان‌های منتخب برای تحلیل، بیشترین تکرار مراحل مدیریت پروژه و بررسی کارشناسی مدیریت پروژه در یک نمونه بود و این نشان از وجود مشکلاتی در سیستم اطلاعاتی و نقایص فرآیند بود که نیاز است برای بهبود فرآیند به ابعاد اطلاعاتی مانند استان توجه ویژه صورت گیرد. در قیاس با سایر تحقیقات مشابه این مؤلفه یکی از ابتکارات پژوهش حاضر است.

یکی دیگر از نتایج تحقیق حاضر، نزدیکی تعداد گونه‌های فرآیند به تعداد کل نمونه‌های استفاده شده بود که نشان از مشکلات ساختاری و تبعیت محض از روند جاری در بانک موردمطالعه است. به‌عبارت‌دیگر در زمان طراحی سیستم اطلاعاتی از روند حاکم دستی بر بانک تبعیت شده است و نشان از مدل فرآیند غیرساختاری مورداستفاده است. این امر هشداری برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان در بانک برای بهبود و مهندسی مجدد فرآیند ارائه تسهیلات است.

با توجه به دانش و اطلاعات کسب‌شده و بررسی یافته‌ها با کارشناس حوزه فرآیند، یکی از ابتکارات پژوهش حاضر نسبت به سایر مطالعات، استخراج فرآیند بهبودیافته بر پایه

تولید داده‌های‌رخداد شبیه‌سازی‌شده است که نشان داد فرآیند موردمطالعه هم ازلحاظ تعداد مراحل، تکرار فعالیت‌ها و متوسط زمان انجام فرآیند قابل‌بهبود است.

در مقایسه با سایر مطالعات انجام‌شده، تلفیق داده‌کاوی و فرآیندکاوی از دیگر نوآوری‌های روش حاضراست. از روش‌ها و الگوریتم‌های متعدد داده‌کاوی استفاده شد علاوه بر شناسایی ویژگی‌های مؤثر بر تحلیل، روش درخت تصمیم J48 با دقت ۷۲ درصد بهترین عملکرد را در پیش‌بینی زمان انجام فرآیند داشت. همچنین به ترتیب ویژگی‌های اطلاعاتی نوع عقدپایه با مقدار مشارکت مدنی و نوع عقد با مقدار مشارکت مدنی ریالی به ترتیب امکان کاهش زمان انجام فرآیند تا ۱۸۰ و ۱۴۸ روز و بهبود فرآیند تا ۴۶ و ۳۸ درصد شناسایی شدند.

در جهت پاسخ به سؤال دوم نقایص زیادی مانند فرآیندهای با زمان انجام غیرمعمول یا ۸۷ نمونه با انتقال مستقیم از فعالیت بررسی مرحله دوم سرمایه ثابت مستقیم به مرحله کمیته اعتباری شناسایی شدند و نشان از عدم انجام فعالیت‌های کلان مرحله ارزیابی است.
در قیاس با سایر مطالعات مشابه چارچوب پیشنهادی در عمل کارآمدی خود را نشان داد و دانش و بصیرتی جامع در اختیار گذاشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای تحقیق

هدف از تحقیق حاضر ارائه چارچوب روش‌شناختی جامع مبتنی بر تکنیک‌ها، مفاهیم و ابزارهای فرآیندکاوی با ترکیب با روش‌های داده‌کاوی در خصوص تجزیه‌وتحلیل فرآیندهای کسب‌وکار با مطالعه فرآیندهای تسهیلات سرمایه ثابت یکی از بانک‌های فعال در ایران است. نوآوری تحقیق حاضر استفاده از داده‌های رخداد سیستم ارائه تسهیلات سرمایه ثابت همراه با ارائه چارچوب مذکور است. بر اساس یافته‌های تحقیق مبتنی بر چارچوب یادشده، علاوه بر کشف و ارزیابی مدل واقعی فرآیند، مراحل گلوگاهی و فعالیت‌های پرتکرار شناسایی شدند. همچنین یافته‌ها نشان داد بر اساس ابعاد مختلف داده‌ای مانند استان، مدل فرآیند، مراحل گلوگاهی متفاوت است و این نشان‌دهنده کارآمدی روش و یکی از نوآوری‌های روش به‌کاررفته است. از دیگر نوآوری‌های تحقیق حاضر بر

طبق روش‌شناختی پیشنهادی، پیش‌بینی زمان پرداخت تسهیلات و شبیه‌سازی فرآیند بهبودیافته می‌باشد.

با بررسی یافته‌های پژوهش مشکلات و نقایص شناسایی شده به همراه پیشنهادها به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

مشکلات و نقایص

- وجود مراحل تأیید و کنترل زیاد.
- تبعیت محض از وضع موجود ازلحاظ ساختاری و سلسله مراتبی، به‌صورت نمونه تبعیت از ساختار کارشناس، معاون و رئیس شعبه
- انحراف از روند معمول و مراحل مهم فرآیند.
- داشتن فراوانی بسیار زیاد برخی از فعالیت‌ها و تکرار بیش از ۱۰۰ بار آن‌ها در یک نمونه
- گلوگاه‌بودن برخی از مراحل، شعبات و پرکاری بسیار زیاد برخی از افراد
- مشکلات و نقایص مرتبط با سیستم اطلاعاتی تسهیلات
- رفت‌وبرگشت‌های زیاد بین مراحل کلان و فعالیت‌های فرآیند

پیشنهادهای کاربردی

ادغام تمامی مراحل دریافت و بررسی‌ها، مراحل تأیید دوگانه در تمامی فرآیندهای پذیرش، نظارت، قرارداد، مدیریت پروژه، ارزیابی و پرداخت به یک مرحله و حذف مراحل اضافی شروع مراحل کلان از سه مرحله به یک مرحله پیشنهاد می‌شود. همچنین با توجه به اینکه بانک در استان‌های مختلف از شعب با درجات اختیاری متفاوت برخوردار است، تفویض اختیارات به شعب استانی و پذیرنده درخواست و برگزاری جلسات بررسی پرونده‌ها درکمیته‌های اعتباری و سرپرستی در زمان‌های کوتاه‌تر و نظارت بر تقسیم‌کار مناسب و تغییر سیستم اطلاعاتی موجود می‌تواند کارساز باشد.

برای انجام تحقیقات آتی و مرتبط، پیشنهاد می‌گردد در دیگر حوزه‌های کسب‌وکاری مانند تولید، بهداشت و درمان، آموزش و صنعت از چارچوب پیشنهادی استفاده گردد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به در دسترس نبودن ویژگی‌های داده‌ای مانند اطلاعات مرتبط با ویژگی‌های اعتباری مشتریان اشاره کرد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

ORCID

Ehsan Allah Khoshkhoy Nilash — **https://orcid.org/0000-0002-4915-6925**

Mansour Esmaeilpour — **https://orcid.org/0000-0002-2475-518X**

Behrooz Bayat — **https://orcid.org/0000-0002-1684-0720**

Alireza Isfandyari Moghaddam — **https://orcid.org/0009-0005-6287-1156**

Erfan Hassannayebi — **https://orcid.org/0000-0002-7420-6621**

منابع

۱. محمدی نژاد، م؛ و شمس علیئی، ف. (۱۳۹۸). استفاده از فرآیندکاوی در سیستم‌های آگاهی وضعیتی سایبری. In *سومین همایش ملی پیشرفت‌های معماری سازمانی*. تهران. https://civilica.com/doc/976336

۲. اسماعیلپور، م.، گرجی، ی.، اله، ن.، اسلامبولچی، م. ر؛ و امیرکبیری. (۲۰۲۱). مهندسی مجدد ساختار سازمانی با تکنیک‌های فرآیندکاوی؛ مطالعه موردی در آموزش‌وپرورش مازندران. *نشریه مهندسی فرآیندها*، ۹(۱۵)، ۱-۱۸. http://jpe.mazums.ac.ir/article-۱۶۴-۱-fa.html

۳. جعفری، ج.، ستایشی و؛ و سعید. (۲۰۱۹). تأثیر سبک‌شناختی بر درک پذیری مدل‌های فرآیند کسب‌وکار. *مطالعات مدیریت کسب‌وکار هوشمند*، ۷(۲۸)، ۱۱۱-۱۳۴. https://doi.org/10.22054/ims.2019.10234

۴. خوشخوی نیلاش، ا.، تمجید یامچلو و؛ و راد. (۲۰۲۱). تحلیل عملکرد و بهبود فرآیندهای ارائه تسهیلات سرمایه در گردش با رویکرد فرآیندکاوی: مطالعه موردی فرآیندهای ارائه تسهیلات بانک صنعت و معدن. *مطالعات مدیریت کسب‌وکار هوشمند*، ۹(۳۶)، ۳۷-۷۱. https://doi.org/10.22054/ims.2021.58106.1896

۵. مصطفائی دولت آباد، خ.، آذر، ع.، مقبل باعرض، ع؛ و پرویزیان، ک. (۱۳۹۸). ارزیابی فرآیندکاوی در کشف مدل فرآیندهای نیمه اتوماتیک صنعت بانکداری (مورد مطالعه فرآیند صدور ضمانت نامه بانکی). https://doi.org/10.22054/jims.2019.9605

References

6. Urrea-Contreras, S. J., Astorga-Vargas, M. A., Flores-Rios, B. L., Ibarra-Esquer, J. E., Gonzalez-Navarro, F. F., Garcia Pacheco, I., & Pacheco Agüero, C. L. (2024). Applying process mining: The reality of a software development SME. *Applied Sciences, 14*(4), 1402. https://doi.org/10.3390/app14041402

7. El Kodssi, I., & Sbai, H. (2024). Applying process mining to generate business process models from smart environments. *International Journal of Computing and Digital Systems, 16*(1), 705-717. http://dx.doi.org/10.12785/ijcds/160152

8. Rashed, A. H. M., El-Attar, N. E., Abdelminaam, D. S., & Abdelfatah, M. (2023). Analysis of patients' careflows using process mining. *PLOS ONE, 18*(2), e0281836. http://dx.doi.org/10.12785/ijcds/160152
9. Erdogan, T. G., & Tarhan, A. K. (2022). Multi-perspective process mining for emergency processes. *Health Informatics Journal, 28*(1), 14604582221077195. https://doi.org/10.1177/14604582221077195
10. Anuwatvisit, S., Tungkasthan, A., & Premchaiswadi, W. (2012). Bottleneck mining and Petri net simulation in educational situations. Paper presented at the 2012 Tenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering. https://doi.org/10.1109/ICTKE.2012.6408562
11. Augusto, A., Deitz, T., Faux, N., Manski-Nankervis, J.-A., & Capurro, D. (2021). Process mining-driven analysis of the COVID-19 impact on the vaccinations of Victorian patients. *arXiv preprint arXiv:2112.04634*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.04634
12. Basha, S. G. (2017). Importance of data mining in banking sectors. http://ijsetr.com/uploads/543261IJSETR13678-226.pdf
13. Blevi, L., Delporte, L., & Robbrecht, J. (2017). Process mining on the loan application process of a Dutch financial institute. *BPI Challenge*, 328-343. https://www.win.tue.nl/bpi/2017/bpi2017_winner_professional.pdf
14. Cerezo, R., Bogarín, A., Esteban, M., & Romero, C. (2020). Process mining for self-regulated learning assessment in e-learning. *Journal of Computing in Higher Education, 32*(1), 74-88. https://doi.org/10.1007/s12528-019-09225-y
15. Cho, M., Song, M., Comuzzi, M., & Yoo, S. (2017). Evaluating the effect of best practices for business process redesign: An evidence-based approach based on process mining techniques. *Decision Support Systems, 104*, 92-103. https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.10.004
16. Dakic, D., Stefanovic, D., Cosic, I., Lolic, T., Medojevic, M., & Katalinic, B. (2018). Business process mining application: A literature review. Paper presented at the Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium. https://doi.org/10.2507/29th.daaam.proceedings.125
17. De Weerdt, J., De Backer, M., Vanthienen, J., & Baesens, B. (2012). A multi-dimensional quality assessment of state-of-the-art process discovery algorithms using real-life event logs. *Information Systems, 37*(7), 654-676. https://doi.org/10.1016/j.is.2012.02.004
18. Duma, D., & Aringhieri, R. (2020). An ad hoc process mining approach to discover patient paths of an emergency department. *Flexible Services and Manufacturing Journal, 32*(1), 6-34. https://doi.org/10.1007/s10696-018-9330-1

19.He, Z., Wu, Q., Wen, L., & Fu, G. (2019). A process mining approach to improve emergency rescue processes of fatal gas explosion accidents in Chinese coal mines. *Safety Science, 111*, 154-166. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.006
20.Kouzari, E., & Stamelos, I. (2018). Process mining applied on library information systems: A case study. *Library & Information Science Research, 40*(3-4), 245-254. https://doi.org/10.1016/j.lisr.2018.09.006
21.Lorenz, R., Senoner, J., Sihn, W., & Netland, T. (2021). Using process mining to improve productivity in make-to-stock manufacturing. *International Journal of Production Research*, 1-12. https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1906460
22.Pan, Y., & Zhang, L. (2021). Automated process discovery from event logs in BIM construction projects. *Automation in Construction, 127*, 103713. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103713
23.Pang, J., Xu, H., Ren, J., Yang, J., Li, M., Lu, D., & Zhao, D. (2021). Process mining framework with time perspective for understanding acute care: A case study of AIS in hospitals. *BMC Medical Informatics and Decision Making, 21*(1), 1-10. https://doi.org/10.1186/s12911-021-01725-1
24.Pereira, G. B., Santos, E. A. P., & Maceno, M. M. C. (2020). Process mining project methodology in healthcare: A case study in a tertiary hospital. *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics, 9*(1), 1-14. https://doi.org/10.1007/s13721-020-00227-w
25.Ramos-Gutiérrez, B., Varela-Vaca, Á. J., Galindo, J. A., Gómez-López, M. T., & Benavides, D. (2021). Discovering configuration workflows from existing logs using process mining. *Empirical Software Engineering, 26*(1), 1-41. https://doi.org/10.1007/s10664-020-09911-x
26.Reijers, H. A., & Mansar, S. L. (2005). Best practices in business process redesign: An overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics. *Omega, 33*(4), 283-306. https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.04.012
27.Schuh, G., Gützlaff, A., Schmitz, S., & van der Aalst, W. M. (2020). Data-based description of process performance in end-to-end order processing. *CIRP Annals*. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.03.013
28.Stefanini, A., Aloini, D., Benevento, E., Dulmin, R., & Mininno, V. (2020). A process mining methodology for modeling unstructured processes. *Knowledge and Process Management, 27*(4), 294-310. https://doi.org/10.1002/kpm.1649
29.Suriadi, S., Andrews, R., ter Hofstede, A. H., & Wynn, M. T. (2017). Event log imperfection patterns for process mining: Towards a

systematic approach to cleaning event logs. *Information Systems, 64*, 132-150. https://doi.org/10.1016/j.is.2016.07.011

30. Van Der Aalst, W. (2016). Data science in action. In *Process Mining* (pp. 30-35). Springer.
31. Van Der Aalst, W., Adriansyah, A., De Medeiros, A. K. A., Arcieri, F., Baier, T., Blickle, T., … Buijs, J. (2011). Process mining manifesto. Paper presented at the International Conference on Business Process Management. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_19
32. Yazici, I. E., & Engin, O. (2019). Use of process mining in bank real estate transactions and visualization with fuzzy models. Paper presented at the International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_33
33. Van Der Aalst, W. M. (2015). Business process simulation survival guide. In *Handbook on Business Process Management 1* (pp. 337-370). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_15
34. Buijs, J. C., van Dongen, B. F., & van der Aalst, W. M. (2014). Quality dimensions in process discovery: The importance of fitness, precision, generalization, and simplicity. *International Journal of Cooperative Information Systems, 23*(01), 1440001. https://doi.org/10.1142/S0218843014400012

References [In Persian]

1. Mohammadinejad, M., & Shams Alii, F. (2018). Using process mining in cyber situational awareness systems. In *The Third National Conference on Organizational Architecture Developments*. Tehran. https://civilica.com/doc/976336 [In Persian]
2. Esmailpour, M., Gerji, Y., Elah, N., Islambolchi, M., & Amirkabiri, R. (2021). Reengineering the organizational structure with process mining techniques: A case study in Mazandaran education. *Journal of Process Engineering, 9*(15), 1-18. http://jpe.mazums.ac.ir/article-1-164-fa.html [In Persian]
3. Jafari, J., & Setayeshi, S. (2019). The effect of cognitive style on the understandability of business process models. *Business Intelligence Management Studies, 7*(28), 111-134. https://doi.org/10.22054/ims.2019.10234 [In Persian]
4. Khoshkhov Nilash, E., Tamjid Yamchelo, & Rad. (2021). Performance analysis and improvement of Bank of Industry and Mine working capital facility processes based on process mining

approach. *Business Intelligence Management Studies, 9*(36), 37-71. https://doi.org/10.22054/ims.2021.58106.1896 [In Persian]

5. Mostafai Daulatabad, K., Azar, A., Maqbal Baara', A., & Parvizian, K. (2018). Evaluation of process mining in the discovery of the model of semi-automatic processes of the banking industry: Case study of the bank guarantee issuance process. https://doi.org/10.22054/jims.2019.9605 [In Persian]

استناد به این مقاله: خوشخوی نیلاش، احسان الله.، اسماعیل‌پور، منصور.، بیات، بهروز.، اسفندیاری مقدم، علیرضا.، حسن نایبی، عرفان. (۱۴۰۳). چارچوبی روش‌شناختی برای تحلیل فرآیندهای تسهیلات بر پایه روش‌های فرآیندکاوی و داده‌کاوی: مطالعه موردی فرآیند تسهیلات سرمایه ثابت، *مطالعات مدیریت کسب وکار هوشمند*، ۱۳(۵۰)، ۱۴۳-۱۸۵. DOI: 10.22054/ims.2024.81709.2518

Journal of Business Intelligence Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License..