Business Intelligence Management Studies
Vol. 15, No.57, 2026; P 159-228
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/ims.2026.89891.2723

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 01 September 2026
Revised: 31 August 2026
Received: 26 November 2025
eISSN: 2821-0816
ISSN: 2821-0964

A Process Mining Framework for University of Tehran Using a Meta-Ethnography Approach

Leila Momeni — Aras international campus, University of Tehran, Tehran, Iran

Hamid Reza Yazdani * — Faculty of Public Administration and Organizational Sciences, Collage of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

Meisam Shahbazi — Department of Industrial Management and Technology, Faculty of Management and Accounting, Farabi Campus, University of Tehran, Qom, Iran

Abstract

Digital transformation in higher education necessitates empirical evidence for managerial decision-making. This study designed and validated a comprehensive Process Mining framework for the University of Tehran to bridge the gap between technical analytics and institutional governance. A multi-method approach was employed, including a systematic review, meta-ethnography of eight reference models (e.g., CRISP-PM, L* Lifecycle), and a qualitative case study. A synthesized 6-phase conceptual model was refined into a 10-phase operational framework through semi-structured interviews with 18 academic experts. Effective PM Implementation requires alignment across technical, managerial, and learning layers. The framework was applied to the "PhD Proposal Approval" process using the Heuristic Miner algorithm. Analysis revealed a 325-day average cycle time caused by structural bottlenecks and manual plagiarism checks. Monte Carlo simulations demonstrated that process optimization and parallelization could yield a 43% efficiency gain, reducing the duration to under 200 days. The proposed 10-phase framework elevates PM from a diagnostic tool to a robust governance protocol. Institutionalizing this model via real-time monitoring dashboards

* Corresponding Author: hryazdani@ut.ac.ir

How to Cite: Momeni, L.,Yazdani, H.R., Shahbazi, M. (2026). A Process Mining Framework for University of Tehran Using a Meta-Ethnography Approach, *Journal of Business Intelligence Management Studies*, 15(57), 159-228. DOI: 10.22054/ims.2026.89891.2723

facilitates data-driven governance and enhances the student academic experience at the University of Tehran.

1. Introduction

The transformation of higher education in the digital era requires a paradigm shift from traditional management based on descriptive and experiential decision-making toward data-driven governance. Universities increasingly operate through multiple information systems, including Learning Management Systems, academic and research administration systems, and financial and HR databases, which collectively generate massive volumes of data. However, despite this abundance, many higher education institutions still lack the analytical infrastructure and frameworks needed to systematically capture, model, and utilize these data for institutional improvement (van der Aalst W. , 2016).

Process Mining provides a scientific methodology that bridges data science and process management by discovering real workflows, checking conformance, and identifying performance bottlenecks from event logs. Although PM is widely applied in industry and business process management, its application in higher education remains fragmented and under-theorized.

This study addresses this gap by developing a framework for the University of Tehran that integrates technical, managerial, and pedagogical aspects of process mining to enable continuous improvement, quality assurance, and data-informed educational decision-making. It follows a meta-ethnographic synthesis of established process mining and learning analytics models to provide a unified foundation for academic process analysis.

2. Literature Review

Process mining emerged from the convergence of workflow management and data science (van der Aalst, 2016). Early frameworks, such as the Process Mining Lifecycle Model, outlined iterative stages of discovery, conformance, and enhancement. CRISP-DM provided a generic structure for data mining projects, including business understanding, data preparation, modeling, evaluation, and deployment. Although robust, these frameworks were primarily designed for business or industrial contexts and lack educational adaptation.

The L* Lifecycle Model and PM² Methodology contributed formalized project management approaches emphasizing governance, stakeholder roles, and documentation. However, they also focus on efficiency optimization rather than learning enhancement or pedagogical insight.

In contrast, Learning Analytics frameworks shifted attention toward learner behavior, performance prediction, and personalized learning support. Complementary Self-Regulated Learning and Student Journey Models address cognitive, behavioral, and affective dimensions of learning, while Risk and Dropout Prediction Models use machine learning to identify at-risk students and improve retention.

Despite this diversity, the literature reveals three major gaps: theoretical fragmentation, reflected in the absence of a unified framework connecting process mining with educational management; methodological limitations, particularly insufficient integration between process mining techniques and educational analytics; and practical constraints, including limited data readiness, weak interoperability among institutional systems, and insufficient technical competencies.

To address these gaps, this study synthesizes technical process mining frameworks and educational analytics models to design an integrative, process-oriented framework tailored to higher education.

3. Methodology

This study employs a multi-method research design integrating a systematic mapping study (SMS), meta-ethnography, and case study to develop and validate a comprehensive process mining framework for higher education. First, a systematic review of 111 scholarly articles on educational process mining examined temporal and geographical distribution, primary objectives, algorithms, prerequisites, and outcomes. Second, meta-ethnography synthesized these findings and strategically integrated eight reference models: the process mining life cycle, adapted CRISP-DM, L* life cycle, PM² method, learning analytics frameworks, self-regulated learning models, student journey models, and risk/dropout prediction models. This integration provided the conceptual basis for a single six-stage model.

Finally, the framework was refined and operationalized into a 10-step framework through qualitative interviews with 18 experts from the University of Tehran. To validate its applicability, a case study examined the process of approving a doctoral thesis topic and assigning a supervisor at the College of Management, University of Tehran. This real-world implementation assessed the framework’s ability to identify operational bottlenecks and ensure strategic alignment among technical implementation, managerial decision-making, and institutional learning objectives.

4. Results

The findings demonstrate that effective PM implementation in higher education requires alignment among three interdependent layers: technical, managerial, and learning. The technical layer involves data extraction, preprocessing, and suitable mining algorithms; the managerial layer ensures that analytical insights are actionable and inform policy and administrative decisions; and the learning layer emphasizes educational outcomes, student experience, and academic workflow optimization. Their integration forms a cohesive data-to-decision chain through which analytical outputs are translated into operational improvements and strategic interventions.

The case study of doctoral dissertation topic approval and supervisor assignment at the College of Management revealed structural and operational inefficiencies. Centralized bottlenecks, particularly at critical approval nodes such as similarity checks, were primary causes of process delays. The similarity verification stage had an average 91-hour waiting time, significantly constraining workflow throughput and demonstrating risks associated with operational centralization. Repeated manual reviews and corrections, often triggered by incomplete or inconsistent student submissions, were also prevalent, indicating systemic ambiguity in regulations and insufficient guidance for students and faculty.

Addressing these challenges could reduce the average process duration from 325 days to less than 200 days. Key interventions include systematizing similarity checks, preventing incomplete submissions through intelligent input validation, and parallelizing non-dependent process steps. Monte Carlo simulation demonstrated that process optimization and parallelization could yield a 43% efficiency gain. Real-time monitoring dashboards for faculty supervisors and administrative staff can further enable proactive identification and resolution of workflow delays.

The results also emphasize redistributing administrative authority to reduce dependency on single roles and mitigate operational centralization. Integration of the Beheshtan and IranDoc systems is critical for automatic similarity-score verification, eliminating manual bottlenecks and ensuring traceable, auditable workflows. Optimized process pathways can also provide students with evidence-based procedural guidance, reducing deviations and improving outcome predictability.

Overall, process mining provides both descriptive and prescriptive insights, enabling universities to transform operational inefficiencies into actionable strategies. The proposed framework not only reduces process duration but also supports continuous improvement, institutionalizes data-driven governance, and

enhances the efficiency and transparency of graduate education processes at the University of Tehran.

The framework therefore provides an integrated pathway from data preparation and process discovery to conformance analysis, performance evaluation, intervention design, and continuous monitoring. This orientation strengthens institutional capacity to interpret complex academic workflows, connect operational evidence with strategic objectives, and support timely corrective action. It also demonstrates how process intelligence can complement existing quality assurance mechanisms while preserving educational and managerial priorities across diverse academic and administrative contexts.

Keywords: Process Mining, Data-Driven Governance, Meta-Ethnography, University of Tehran, Monte Carlo Simulation.

مقاله پژوهشی تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۹/۰۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۱۰ ISSN: 2821-0964 eISSN: 2821-0816

مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند
سال پانزدهم، شماره ۵۷، پاییز ۱۴۰۵، ص ۱۵۹ تا ۲۲۸
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/ims.2026.89891.2723

طراحی چارچوب فرایندکاوی در دانشگاه تهران با استفاده از روش فرا قوم‌نگاری

لیلا مؤمنی پردیس بین المللی ارس، دانشگاه تهران، تهران، ایران

حمیدرضا یزدانی * دانشکده مدیریت دولتی و علوم سازمانی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

میثم شهبازی گروه مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران

چکیده

تحول دیجیتال در آموزش عالی، ضرورت حکمرانی داده‌محور را برجسته کرده است. این پژوهش باهدف طراحی و اعتبارسنجی چارچوب جامع فرآیندکاوی در دانشگاه تهران انجام شد تا خلأ میان تحلیل‌های فنی و تصمیم‌سازی مدیریتی را پوشش دهد. این مطالعه با راهبرد چندروشی شامل نگاشت نظام‌مند، فرا قوم‌نگاری و مطالعه موردی کیفی اجرا شد. ابتدا از طریق سنتز ۸ مدل مرجع (نظیر CRISP-PM و Lifecycle L*)، یک مدل مفهومی استخراج و سپس از طریق مصاحبه با ۱۸ خبره دانشگاه تهران، به یک چارچوب عملیاتی ۱۰ فازهای ارتقا یافت. استقرار اثربخش فرآیندکاوی مستلزم هم‌ترازی لایه‌های فنی، مدیریتی و یادگیری است. در فاز عملیاتی، فرآیند «تصویب موضوع و تعیین اساتید دکتری» در دانشکدگان مدیریت با الگوریتم Heuristic Miner کالبدشکافی شد. نتایج نشان‌دهنده میانگین زمان چرخه ۳۲۵ روزه براثر گلوگاه‌های تمرکزی و کندی استعلام‌ها بود. تحلیل شبیه‌سازی مونت‌کارلو اثبات کرد که با اصلاح فرآیندها و موازی‌سازی گام‌ها، امکان بهبود ۴۳ درصدی بهره‌وری و کاهش زمان چرخه به کمتر از ۲۰۰ روز فراهم است. چارچوب ۱۰ فازهای پیشنهادی، فرآیندکاوی را از ابزاری تحلیلی به پروتکلی برای حکمرانی تبدیل می‌کند. نهادینه‌سازی این مدل از طریق داشبوردهای پایش لحظه‌ای، مسیر گذار دانشگاه تهران به سمت تصمیم‌سازی هوشمند و ارتقای تجربه تحصیلی را هموار می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: فرآیندکاوی، حکمرانی داده‌محور، فرا قوم‌نگاری، دانشگاه تهران، شبیه‌سازی مونت‌کارلو.

* نویسنده مسئول : hryazdani@ut.ac.ir

مقدمه

دانشگاه‌های عصر حاضر، بخش عمده‌ای از عملکردهای خود را از طریق سیستم‌های اطلاعاتی پشتیبانی و رصد کرده و بدین واسطه، حجم عظیمی از داده‌های اطلاعاتی تولید می‌کنند. در این زیست‌بوم جدید، داده‌ها به‌عنوان دارایی‌های استراتژیک و حیاتی تلقی می‌شوند که ارزش آن‌ها در مسیر استخراج بینش و گشایش افق‌های نوین، با ارزش نفت در اقتصاد سنتی برابری می‌کند (Mayer-Schönberger & Ramge, 2018). ازاین‌رو، اتخاذ رویکردهای نوآورانه در تحلیل این دارایی‌ها و استخراج گزارش‌های کارآمد، عاملی تعیین‌کننده در بهبود کیفیت تصمیم‌گیری در مؤسسات آموزش عالی است (Ifenthaler & Yau, 2020). دانشگاه‌ها به‌مثابه سازمان‌هایی با پیچیدگی‌ها و پویایی‌های خاص، بیش از هر زمان دیگری به مدیریت مؤثر فرآیندها نیازمندند تا بتوانند با چالش‌های ساختاری خود مقابله کنند (Rosemann & vom Brocke, 2015).

با ظهور هوش مصنوعی، پارادایم‌های جدیدی در بهره‌برداری از داده‌ها شکل گرفته است؛ به‌طوری‌که سازمان‌ها برای ارتقای بهره‌وری و شفافیت عملیاتی، ناگزیر به استفاده از تحلیل‌های پیشرفته هستند (van der Aalst W. , 2021) در این میان فرآیندکاوی[1] به‌عنوان تکنیکی داده‌محور و نوین، امکان تجزیه‌وتحلیل واقع‌بینانه فرآیندها را از طریق استخراج دانش از گزارش رویدادهای[2] ثبت شده در سامانه‌ها فراهم می‌کند. بااین‌حال، علی‌رغم استقرار گسترده سیستم‌های اطلاعاتی در آموزش عالی، ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که هنوز چارچوبی منسجم و بومی برای بهره‌گیری نظام‌مند از فرآیندکاوی تدوین نشده است. این خلأ تئوریک و کاربردی موجب شده است تا دانشگاه‌ها در اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده با چالش‌های جدی مواجه شده و از پتانسیل‌های موجود محروم بمانند.

در پاسخ به این ضرورت، مدل‌های متنوعی در حوزه فرآیندکاوی توسعه یافته‌اند که هر یک ابعاد متفاوتی را برجسته می‌کنند. تلفیق این یافته‌ها می‌تواند به یک رویکرد همه‌جانبه برای درک جامع سازوکارها و الزامات این فناوری منجر شود (Walsh & Downe, 2005). پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش فرا قوم‌نگاری[3] که ابزاری کارآمد در مرور نظام‌مند و دستیابی به مدل‌های سنتز شده است (Hoon,

1 Process Mining
2 Event Log
3 Meta-Ethnography

(2013، به دنبال طراحی چارچوبی جامع برای مدیریت فرآیندهای دانشگاهی است. هدف نهایی این مطالعه، ارائه یک مدل نظری و کاربردی بومی برای دانشگاه تهران است تا به‌عنوان نقشه راهی برای مدیران در جهت بهبود کارایی و توسعه نظام‌مند فرآیندها عمل کند (Vom Brocke et al., 2023).

غنابخشی به این چارچوب مستلزم استفاده از رویکرد فرایندمحوری[1] است؛ نگاهی که سازمان را از ساختارهای سلسله‌مراتب سنتی به‌سوی مدل‌های چابک، داده‌محور و مشتری‌گرا سوق می‌دهد و عملکرد را نه در وظایف مجزا، بلکه در جریان‌های کاری میان‌وظیفه‌ای جستجو می‌کند (Hammer & Stanton, 1999). شواهد نشان می‌دهد دانشگاه‌هایی که مدیریت خود را بر پایه فرآیندها بازطراحی کرده‌اند، انعطاف‌پذیری بالاتر و رضایت دانشجویی بیشتری را تجربه می‌کنند (Hernaus et al., 2020) و (Vom Brocke et al., 2023). بااین‌حال، تفاوت‌های فرهنگی و ساختاری دانشگاه‌ها با بخش صنعت، مانع از انتقال مستقیم مدل‌های موجود شده و ضرورت بومی‌سازی را دوچندان می‌کند.

بنابراین پژوهش حاضر سعی بر آن دارد تا دریابد:

- چارچوب جامع مدیریت فرآیندهای دانشگاهی مبتنی بر فرایندکاوی با استفاده از رویکرد فرا قوم‌نگاری چه مراحل و زیر مراحلی دارد؟
- این چارچوب در بستر دانشگاه تهران چگونه باید سفارشی و اعتبارسنجی شود؟
- نتایج اجرا و پیاده‌سازی این چارچوب برای یک فرآیند نمونه چگونه است؟

زیرا استفاده از فناوری‌های جدید برای به‌کارگیری در آموزش عالی بحث بسیار نوینی است و تاکنون تلاش کمی در این راستا صورت گرفته است که قادر به تبیین روابط میان فرایندکاوی و سایر حوزه‌های کلیدی مدیریت دانشگاهی باشد. همچنین مشخص کند چه ضعف‌هایی در زیرساخت داده‌ای و یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی دانشگاهی و یا چه نقائصی در مهارت و دانش فنی کارکنان و مدیران دانشگاهی وجود دارد که مانع استخراج داده‌های فرآیندی قابل‌اعتماد می‌شود و می‌توان با اصلاح آئین‌نامه‌ها عدم پیوند میان نتایج فرآیندکاوی و سیاست‌گذاری را به حداقل رساند.

هدف اصلی فرآیند کاوی کشف مدل فرآیند بر اساس داده‌های ثبت رویداد موجود است که می‌تواند برای اهداف مختلف استفاده شود؛ اما در بستر دانشگاه تهران، بررسی‌های میدانی و تجربیات

1 Process Orientation

اداره بهبود فرآیندها نشان‌دهنده نبود نقشه‌ای جامع و یکپارچه برای کشف فرآیندها است. روش‌های سنتی مستندسازی که مبتنی بر مصاحبه‌های زمان‌بر با خبرگان است، ذاتاً با محدودیت‌هایی چون دقت پایین، اتلاف زمان و ابهام در اعتبار یافته‌ها به دلیل تغییرات هم‌زمان فرآیندها روبروست.

این شکاف‌ها نشان می‌دهد که فرآیندکاوی در آموزش عالی هنوز در مرحله رشد است و موانع مهارتی، زیرساختی و سیاستی مانع از پیوند نتایج آن با حوزه‌های کلیدی نظیر تضمین کیفیت و تحول دیجیتال می‌شود (Siemens & Long, 2011) و (Ifenthaler & Yau, 2020). لذا این پژوهش بر آن است تا با رویکردی تلفیقی، این مدل‌های پراکنده را در قالب یک چارچوب بومی و کارآمد، نظام‌مند سازد (Leitner et al., 2017).

پیشینه پژوهش

فرآیندکاوی به‌عنوان حوزه‌ای میان‌رشته‌ای در تلاقی علوم داده، مهندسی نرم‌افزار و مدیریت فرآیندهای کسب‌وکار(BPM) ، با استخراج دانش از ردپای دیجیتال سیستم‌های اطلاعاتی، بستری برای کشف، پایش و بهبود نظام‌مند فرآیندها فراهم می‌آورد. این رویکرد با تبدیل داده‌های بزرگ به بینش‌های راهبردی، سازمان‌ها را در دستیابی به مزیت رقابتی از طریق بهینه‌سازی عملیاتی توانمند می‌سازد (Tabiness, 2022). زیرساخت اصلی اجرای این تکنیک، تشکیل گزارش رویداد۱ است؛ به‌طوری‌که هر رکورد باید دست‌کم شامل سه مؤلفه بنیادین شناسه پرونده۲، برچسب زمانی۳ و عنوان فعالیت۴ باشد. گرچه افزودن ویژگی‌های تکمیلی به گزارش رویداد، عمق تحلیل‌های تشخیصی را افزایش می‌دهد، اما وجود این سه رکن پایه برای استخراج حداقل اطلاعات لازم جهت تحلیل‌های فرآیندی الزامی است. به‌طورکلی، فرآیندکاوی بر سه محور کلیدی کشف۵، انطباق۶، و بهبود۷ استوار است که زیربنای تمامی مدل‌ها و الگوریتم‌های این حوزه را تشکیل می‌دهند (van der Aalst W. , 2021) .

---

1 Event Log
2 Case ID
3 Timestamp
4 Activity
5 Discovery
6 Conformance
7 Enhancement

جدول 1. سه محور اصلی فرآیندکاوی

نوع روش	هدف	خروجی	نمونه الگوریتم قابل‌استفاده برای این منظور
کشف	بازسازی مدل فرآیند از داده‌های رویداد بدون داشتن مدل اولیه	مدل واقعی فرآیند (Petri net, BPMN)	α-Algorithm,Heuristic Miner, Inductive Miner
انطباق	مقایسه مدل واقعی استخراج‌شده با مدل مرجع، برای شناسایی انحرافات	نقشه انحرافات، شاخص‌های تطابق	Alignments Token Replay,
بهبود	بهبود فرآیند موجود با ترکیب داده‌های عملکردی (زمان، منابع، کیفیت)	مدل بهبودیافته با شاخص‌های عملکرد	Performance Analysis, Predictive Process Mining

در سال ۲۰۱۱، کارگروه بین‌المللی IEEE به سرپرستی Wil van der Aalst مانیفست فرآیندکاوی[1] را به‌عنوان منشوری اخلاقی-فنی و سندی راهبردی جهت تبیین فلسفه و مسیرهای آتی این حوزه منتشر کرد. این بیانیه با تأکید بر ضرورت «اتکا به داده‌های واقع‌بینانه و معتبر»، فرآیندکاوی را نه به‌مثابه یک پروژه مقطعی، بلکه به‌عنوان فعالیتی مستمر در چرخه بهبود فرآیندهای سازمانی معرفی می‌کند. از منظر این مانیفست، تفسیر دقیق نتایج مستلزم تلفیق دیدگاه‌های مدیریتی، فناورانه و داده‌محور است؛ به‌طوری‌که تمرکز تحلیل‌ها باید از سطح توصیفی فراتر رفته و با رویکردی علّی، چرایی الگوهای اجرایی فرآیندها را تبیین نماید. افزون بر این، مانیفست مذکور بر حفظ حریم خصوصی و رعایت ملاحظات اخلاقی در مواجهه با داده‌های سازمانی به‌عنوان یک اصل لایتغیر تأکید می‌ورزد.

چارچوب‌های مرجع فرآیندکاوی

این چارچوب‌ها به‌عنوان نقشه‌های راه استاندارد، فراتر از ابزارهای فنی، در نقش پارادایم‌هایی ساختاریافته عمل می‌کنند که فرآیند طراحی، اجرا و تفسیر نتایج را جهت‌دهی می‌نمایند. این چارچوب‌ها با تعیین نحوه درک فرآیندها و چگونگی تحلیل داده‌ها، شکاف میان استخراج دانش و اتخاذ تصمیمات استراتژیک را پر می‌کنند. بر اساس ادبیات علمی، این مدل‌های مرجع شامل موارد زیر هستند:

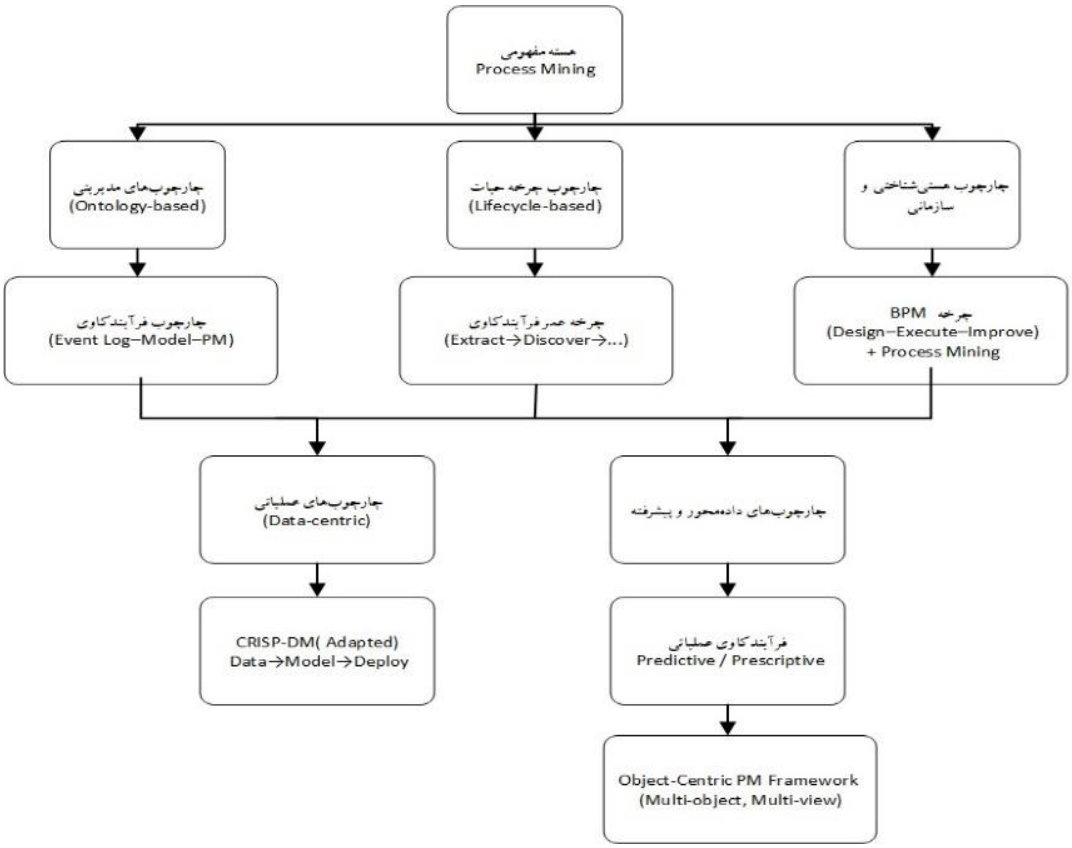
1 Process Mining Manifesto

- چارچوب مرجع کلاسیک فرآیندکاوی
- چارچوب چرخه عمر فرآیندکاوی
- چارچوب داده‌محور مانند CRISP-DM
- چارچوب‌های هم‌راستا با BPM این نوع چارچوب‌ها فرآیندکاوی را در دل چرخه مدیریت فرآیند قرار می‌دهد (Dumas et al., 2018) و فرآیندکاوی نقش پلی میان اجرا و طراحی را ایفا می‌کند.
- چارچوب‌های پیشرفته و نوین
- چارچوب نوظهور برای فرآیندهای چندموجودیتی[1]

در ادامه، نقشه مفهومی تطبیقی و لایه‌بندی‌شده‌ای از چارچوب‌های مرجع فرآیندکاوی ارائه می‌شود که در آن، هسته مرکزی نقش هستی‌شناسی[2] بنیادین را ایفا کرده و سایر چارچوب‌ها بر پایه آن استوار می‌گردند. در لایه عملیاتی، مدل‌های چرخه‌ای با تقویت منطق «تحلیل، بازخورد و بهبود»، ماهیت یادگیرنده سیستم را بازنمایی می‌کنند. لایه مدیریتی و سازمانی با برقراری پیوند میان مدیریت فرآیندهای کسب‌وکار و فرآیندکاوی، این حوزه را از یک تکنیک تحلیلی صرف به یک ابزار حکمرانی فرآیند ارتقا می‌دهد. در بعد اجرایی، چارچوب داده‌محور CRISP-DM به‌عنوان متدولوژی عملیاتی پژوهش عمل کرده و درنهایت، لایه‌های نوظهور[3] فرآیندکاوی شیء‌محور، نشان‌دهنده یک گذار پارادایمی از فرآیندهای خطی سنتی به سمت اکوسیستم‌های پیچیده تعاملات هستند.

1 Object-Centric Process Mining Framework (OCPM)
2 Ontology
3 Object-Centric PM

شکل ۱. نقشه مفهومی چارچوب‌های فرآیندکاوی (منبع: نگارندگان مقاله)



در زیر مهم‌ترین مدل‌های فرآیندکاوی که در این پژوهش مورداستفاده قرار گرفته است و دلایل انتخاب آن‌ها را مرور می‌کنیم:

مدل چرخه عمر فرایندکاوی[1] (van der Aalst W. , 2016)

این مدل به‌عنوان یکی از جامع‌ترین چارچوب‌های تحلیلی، با ایجاد پیوند میان داده‌های واقعی و تصمیم‌سازی مدیریتی، بستر مدیریت داده‌محور و بهبود مستمر عملکرد را فراهم می‌سازد. مبانی این چارچوب بر منطق اثبات‌گرایی تجربی استوار است که در آن «واقعیت سازمانی» در «گزارش رویداد» تجلی می‌یابد. فرآیند اجرایی این مدل شامل پنج گام کلیدی است: ۱ .شناسایی مسئله بر مبنای شکاف‌های کارکردی؛ ۲ .استخراج و پاک‌سازی جهت تبدیل نویزهای سیستمی به شواهد صلب؛ ۳ .کشف فرآیند

1 Process Mining Lifecycle Model

برای بازنمایی بصری مسیرهای پنهان؛ ۴ .تحلیل انطباق جهت تقابل وضع موجود («آنچه هست») با وضع مطلوب («آنچه باید باشد»)؛ و ۵ .پیاده‌سازی به‌منظور بازخورد تحلیل به محیط واقعی. علی‌رغم توانمندی‌های مذکور، نقد بنیادین وارد بر این مدل، تمرکز مفرط بر گزارش‌های رویداد و غفلت از ابعاد انسانی، فرهنگی و مقاومت ذی‌نفعان است. لذا، کاربست موفق آن در اکوسیستم آموزش عالی مستلزم بومی‌سازی دقیق و تطبیق با ساختارهای منعطف دانشگاهی است تا محدودیت‌های زیرساختی و مهارتی مانع از اثربخشی آن نگردد.

مدل CRISP-PM[1] (Mendling et al., 2020)

این مدل، نسخه‌ای بومی‌سازی شده از استاندارد CRISP-DM در حوزه فرآیندکاوی است که بر پایه منطق عمل‌گرایی، خروجی‌های تحلیلی را در خدمت اهداف کلان سازمانی قرار می‌دهد. مزیت بنیادین این چارچوب در ساختار مرحله‌بندی‌شده، قابلیت تکرارپذیری و ایجاد هم‌سویی میان استراتژی‌های مدیریتی و تحلیل‌های داده‌محور نهفته است؛ هرچند اثربخشی آن به‌شدت تابع کیفیت داده‌ها، تخصص منابع انسانی و درک عمیق از معماری فرآیندهاست. چرخه عملیاتی این مدل شامل چهار گام است: ۱ . درک کسب‌وکار جهت جهت‌دهی به تحلیل‌ها؛ ۲ .درک و آماده‌سازی داده برای برقراری پیوند میان پرسش‌های مدیریتی و مخازن داده‌ای؛ ۳ .اجرا و ارزیابی با تمرکز بر استخراج الگوها و اعتبارسنجی معنایی نتایج؛ و ۴ .استقرار به‌منظور تبدیل بینش‌های حاصله به سیاست‌گذاری‌های اجرایی. بااین‌حال، نقد جدی بر این مدل، ماهیت تجاری و انتفاعی آن است که ممکن است با زیست‌بوم آموزش عالی ناسازگار باشد؛ چراکه با تقلیل یک «سازمان یادگیرنده» به یک «مشتری منفعل»، از پیچیدگی‌های نهادی و اهداف غیرانتفاعی دانشگاه غفلت می‌ورزد.

مدل L* (Process Mining L* Lifecycle) (van der Aalst W. , 2016)

مدل L* به‌عنوان رویکردی نوین و توسعه‌یافته، باهدف رفع محدودیت‌های مدل‌های چرخه عمر کلاسیک و بر پایه پارادایم توسعه یادگیرنده و تکرارشونده۲ طراحی شده است(Suriadi et al., 2023) .

1 Cross-Industry Standard Process for Process Mining
2 Iterative Learning

در این چارچوب، فرآیندکاوی از قالب یک پروژه مقطعی خارج‌شده و به یک «چرخه یادگیری مستمر» تبدیل می‌شود که در آن تحلیل‌گر از طریق تعامل پویا با داده‌ها و دریافت بازخوردهای مدیریتی، مدل را به‌طور مداوم اصلاح و به واقعیت‌های سازمانی نزدیک می‌کند. مزیت بنیادین *L در تلفیق هوشمندانه یادگیری ماشینی با تحلیل‌های تعاملی است که آن را برای محیط‌های پویا و داده‌محور به ابزاری کارآمد تبدیل می‌سازد. چرخه عملیاتی این مدل، مراحل سنتی (استخراج، کشف، انطباق و بهبود) را با لایه‌ای از بازخوردهای تحلیلی و تعاملات انسانی پیوند می‌زند. بااین‌حال، نقد وارد بر این مدل، «آرمان‌گرایی فنی» آن است؛ چراکه اجرای اثربخش *L مستلزم دسترسی به داده‌های متوالی، سیستم‌های هوشمند و تیم‌های چندرشته‌ای متخصص است. این مدل با نادیده گرفتن شکاف مهارتی و فقر دانش فنی در بدنه دانشگاهی، در پیاده‌سازی عملی در محیط‌های آموزشی با چالش‌های جدی مواجه خواهد بود.

مدل PM^2 (Reinkemeyer, 2020)

مدل PM^2 به‌عنوان یکی از کاربردی‌ترین چارچوب‌ها، بر منطق حاکمیت سازمانی جهت استقرار فرآیندکاوی در نهادهای گسترده تأکید می‌ورزد. مزیت بنیادین این مدل در سنتز دیدگاه‌های فنی و مدیریتی نهفته است؛ به‌گونه‌ای که فراتر از تمرکز صرف بر الگوریتم‌های کشف و انطباق، به ابعاد تصمیم‌گیری و پیکربندی سازمانی توجه دارد. در این چارچوب، پروژه‌های فرآیندکاوی نه به‌مثابه فعالیت‌های آزمایشگاهی، بلکه در قالب چرخه‌های مدیریتی با اهداف، خروجی‌ها و شاخص‌های عملکردی شفاف هدایت می‌شوند. فرآیند اجرایی این مدل شامل سه رکن است: ۱ .طراحی پروژه باهدف تبیین ساختار قدرت و تعیین مسئولیت‌های داده‌ای ذی‌نفعان؛ ۲ .تحلیل و تفسیر به‌منظور ترجمه یافته‌های فنی به «زبان مشترک» مدیریتی جهت تعامل با بدنه آکادمیک؛ و ۳ .نهادینه‌سازی باهدف گذار از تحلیل‌های موردی به سمت استقرار فرآیندکاوی در ساختار پایدار اداری. بااین‌حال، نقد وارد بر PM^2متوجه رویکرد «پروژه‌محور و صُلب» آن است که ممکن است با پویایی و آزادی آکادمیک در محیط‌های آموزشی در تضاد باشد. موفقیت این مدل به‌شدت مشروط به هماهنگی بین‌بخشی، یکپارچگی داده‌ها و هم‌گرایی عمیق میان تحلیل‌گران فنی و مدیران آموزشی است.

در سال‌های اخیر، نفوذ فرآیندکاوی به زیست‌بوم آموزش عالی، فصل جدیدی را در درک واقع‌بینانه از پویایی‌های آموزشی و پژوهشی گشوده است. این مطالعات با استخراج شواهد متقن از

سامانه‌های دانشگاهی، مدل‌های تخصصی متعددی را توسعه داده‌اند که طیف وسیعی از رویکردها شامل «مسیرهای یادگیری»، «خودتنظیمی»، «هدف‌گذاری پیشرفت»، «تحلیل تعاملات آنلاین»، «خوشه‌بندی فرآیندی» و «ساختارهای چندلایه» را در بر می‌گیرد. تلاقی این مدل‌ها امکان گذار از تحلیل‌های سطحی به‌سوی درک عمیق ساختارهای عملکردی دانشگاه را فراهم ساخته است. در این راستا، پژوهش حاضر با اتکا بر استراتژی انتخاب هدفمند، کلیدی‌ترین مدل‌های فرآیندکاوی آموزشی را جهت تدوین چارچوب جامع خود برگزیده است که در ادامه، ضمن معرفی، ادله گزینش آن‌ها تبیین می‌گردد:

چارچوب‌های تحلیل یادگیری[1]

چارچوب‌های تحلیل یادگیری که نخستین بار توسط (Siemens & Gašević, 2012) به‌عنوان حوزه‌ای میان‌رشته‌ای میان علوم داده و آموزش تبیین شدند، با مدل فرآیندی (Ferguson, 2012) وارد فاز عملیاتی گردیدند. این مفاهیم متعاقباً توسط (Siemens & Long, 2011) در قالب ساختارهای تصمیم‌سازی داده‌محور در آموزش عالی توسعه‌یافته و اخیراً پژوهشگرانی نظیر (Ifenthaler & Yau, 2020) با ارائه مدل‌های ترکیبی، بر پیش‌بینی عملکرد و پشتیبانی از «خودتنظیمی یادگیری» از طریق داده‌های فرایندمحور تأکید ورزیده‌اند. این چارچوب‌ها که فرآیندکاوی را به‌عنوان محرک تحلیلی کلیدی برگزیده‌اند، از یک چرخه پنج‌مرحله‌ای مبتنی بر پداگوژی داده‌محور تبعیت می‌کنند که ارکان آن شامل: ۱ .گردآوری و پردازش ردپای دیجیتال در سامانه‌های LMS ؛ ۲ .مدل‌سازی و تفسیر جهت استخراج الگوهای رفتاری؛ و ۳ .اقدام و بازخورد باهدف غایی شخصی‌سازی آموزش و ارتقای تجربه دانشجو است. علی‌رغم توانمندی در مصورسازی و تسهیل تصمیم‌سازی آگاهانه، نقد بنیادین بر این چارچوب‌ها، تمرکز مفرط بر «لایه توصیفی و داشبوردها» و غفلت از استخراج الگوریتمیک مسیرهای پنهان یادگیری است که فرآیندکاوی پیشرفته قادر به کشف آن‌هاست.

مدل یادگیری خودتنظیمی[2]

این مدل مبتنی بر فرآیندکاوی نخستین بار توسط (Molenaar et al., 2023) باهدف تلفیق نظریات

1 Learning Analytics Frameworks
2 Self-Regulated Learning - SRL

کلاسیک خودتنظیمی و داده‌کاوی فرآیندی مطرح گردید. این رویکرد داده‌محور، با مدل‌سازی زمانیِ رویدادهای استخراج‌شده از سامانه‌های آموزشی، چرخه‌های واقعی یادگیری را با چارچوب‌های نظری SRLتطبیق داده و درک عمیقی از الگوهای موفق و موانع خودنظارتی فراهم می‌کند. فرآیند عملیاتی این مدل در سه گام استراتژیک خلاصه می‌شود:۱. تبیین چارچوب نظری بر پایه فرآیندهای برنامه‌ریزی و نظارت ذهنی؛ ۲ .برچسب‌گذاری مفهومی جهت تناظر بخشیدن به کلیک‌های کاربر با «حالات شناختی»؛ و ۳ .تحلیل انطباق به‌منظور سنجش فاصله رفتار واقعی دانشجو با الگوهای ایده‌آل خودتنظیمی. غایت این زنجیره تحلیلی، طراحی بازخوردهای تطبیقی و مداخلات آموزشی شخصی‌سازی‌شده است. بااین‌حال، نقد وارد بر این مدل، ابتنای آن بر «پیش‌فرض رفتار منطقی یادگیرنده» و نادیده گرفتن محدودیت‌های ساختاری سامانه‌های LMS در بازنمایی دقیق رفتارهای انسانی است که می‌تواند منجر به تفاسیر مکانیکی از کنش‌های پیچیده ذهنی گردد.

مدل سفر دانشجو[1]

چارچوبی داده‌محور جهت تحلیل مسیرهای واقعی پیشرفت در آموزش عالی است که نخستین بار توسط (Siemens et al., 2015) معرفی و متعاقباً با متدولوژی فرآیندکاوی توسط (van der Aalst W. , 2016) توسعه یافت. منطق بنیادین این مدل بر تجربه کاربری (UX) و جریان ارزش آموزشی استوار است و با استخراج رویدادها از سامانه‌های LMS وCRM ، تعاملات دانشجو را به مدل‌های فرآیندی تبدیل می‌کند. این رویکرد عملیاتی شامل سه مرحله کلیدی است: ۱ .شناسایی نقاط تماس جهت ترسیم گستره درگیری دانشجو با ارکان دانشگاهی؛ ۲ .کشف و تحلیل عملکرد باهدف ردیابی مسیرهای واقعی و شناسایی «گلوگاه‌های خستگی» یا نقاط انصراف؛ و ۳ .پیش‌بینی و بهبود به‌منظور مداخله زودهنگام و جلوگیری از افت تحصیلی. اگرچه این مدل در برنامه‌ریزی درسی و ارتقای تجربه تحصیلی بسیار مؤثر گزارش‌شده، اما نقد بنیادین بر آن، نگاه خطی و «گام‌به‌گام» به مسیر تحصیل است؛ رویکردی که پیچیدگی‌های ذاتی و ماهیت «بازگشتی و غیرخطی» فرآیند یادگیری را نادیده گرفته و آن را به یک جریان مکانیکی تقلیل می‌دهد.

1 Student Journey Models

مدل‌های پیش‌بینی ریسک و ترک تحصیل[1]

مدل‌های پیش‌بینی ریسک و ترک‌تحصیل مبتنی بر فرآیندکاوی، با تحلیل پویای داده‌های رویدادی، پایش مستمر رفتار دانشجویان و پیش‌بینی زودهنگام مخاطرات تحصیلی را امکان‌پذیر می‌سازند. برخلاف روش‌های سنتیِ مبتنی بر نمرات نهایی، بر تحلیل رفتارهای زمانی و الگوهای تعاملی تمرکز دارد. یافته‌های پژوهشی (Moubayed et al., 2020) حاکی از دقت بسیار زیاد این مدل‌ها در تخمین ریسک افت تحصیلی و قابلیت آن‌ها در هدایت مداخلات هدفمند مدیریتی است. فرآیند عملیاتی این چارچوب شامل سه گام کلیدی است: ۱ .غنی‌سازی داده‌ها از طریق ترکیب نتایج عملکردی با شاخص‌های رفتاری (نظیر نرخ مشارکت و تأخیرهای سیستمی)؛۲. مدل‌سازی پیش‌بینانه با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین جهت شناسایی زودهنگام دانشجویان آسیب‌پذیر؛ و ۳. اعتبارسنجی دقیق الگوها پیش از اجرای مداخلات حساس آموزشی. بااین‌حال، نقد بنیادین بر این مدل، ریسک «برچسب‌زنی» به دانشجویان و اولویت یافتن دقت آماری بر ملاحظات حریم خصوصی و ظرافت‌های مداخلات پداگوژیک است.

دلایل انتخاب این مدل/ چارچوب‌ها در این پژوهش

مقاله حاضر، مستخرج از رساله‌ای دکتری در قالب سه‌گام اصلی تحقیقاتی است که در گام نخست، با بهره‌گیری از متدولوژی نگاشت نظام‌مند[2]، ابعاد کاربردی فرآیندکاوی در آموزش عالی را مورد واکاوی قرار داده است. در این مرحله، با استناد به پروتکل جریان PRISMA تعداد ۱۱۱ مقاله علمی مرتبط به‌صورت سیستماتیک شناسایی و گزینش شدند. روش SMS به‌عنوان یک رویکرد تحقیق ثانویه، بستری برای ارائه مرور ساختارمند از ادبیات پژوهش فراهم می‌آورد که برخلاف مرورهای نظام‌مند کلاسیک (SLR)، دارای دامنه شمول وسیع‌تری است(Grant & Booth, 2009) ، هدف بنیادین این نگاشت، طبقه‌بندی روندهای تحقیقاتی، تحلیل الگوهای روش‌شناختی و شناسایی شکاف‌های دانشی جهت جهت‌دهی به پژوهش‌های آتی است(Kitchenham et al., 2009) . این رویکرد به پژوهشگر اجازه می‌دهد تا تصویری کلان و جامع از وضعیت موجود فرآیندکاوی در زیست‌بوم آموزش عالی ترسیم نماید.

---

1 Risk & Dropout Prediction Models

2 Systematic Mapping Study

استراتژی جستجو و پایگاه‌های اطلاعاتی

به‌منظور تضمین جامعیت سیستماتیک، جستجوی گسترده‌ای در پایگاه‌های استنادی مرجع شامل Web of Science و Scopus و مخازن تخصصی ناشران (ScienceDirect, SpringerLink, Emerald Insight) انجام پذیرفت. جهت شناسایی خوشه‌های موضوعی نوظهور، این فرآیند با ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی نظیر Semantic Scholar و Scopus AI تقویت گردید. استراتژی جستجو بر یک رشته[1] استاندارد متمرکز بود که با ترکیب واژگان کلیدی حوزه فرآیندکاوی آموزشی، گزارش رویدادها و داده‌کاوی آموزشی در عناوین، چکیده‌ها و کلمات کلیدی، بازه زمانی ژانویه ۲۰۰۹ تا ژوئن ۲۰۲۵ (تاریخ جستجو: ۲۷,۰۶,۲۰۲۵) را پوشش می‌داد.

Search Query: (("Educational Process Mining" OR "Process Mining in Education" OR "Learning Analytics" W/3 "Process Mining") AND ("learning behavior*" OR "student* performance" OR "educational data") AND ("event log*" OR "clickstream data" OR "educational data mining"))

باهدف رعایت اصل بازتولیدپذیری و با در نظر گرفتن محدودیت‌های فنی پایگاه‌های مختلف (نظیر محدودیت ۱۰۰ کاراکتری در Emerald) ، اقدامات اصلاحی و سفارشی‌سازی‌های صورت گرفته در هر پایگاه به شرح جدول زیر تدوین شده است:

جدول ۲-رشته جستجو و نتایج حاصله در پایگاه‌های علمی

نام پایگاه	رشته جستجوی بهینه‌شده برای هر پایگاه	نتایج	نتایج پس از اعمال فیلتر اولیه
Web of Science	TS=(("Educational Process Mining" OR "Process Mining in Education" OR "Learning Analytics") AND ("learning behavior*" OR "student* performance" OR "education* data") AND ("event log*" OR "clickstream data" OR "educational data mining")	۶۴۷	۶۲۲
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("Educational Process Mining" OR "Process Mining in Education" OR "Learning Analytics") AND ("learning behavior*" OR "student* performance" OR "education* data") AND ("event log*" OR "clickstream data" OR "educational data mining")) AND PUBYEAR > 2008 AND PUBYEAR < 2026	۱۰۶۵	۹۶۲

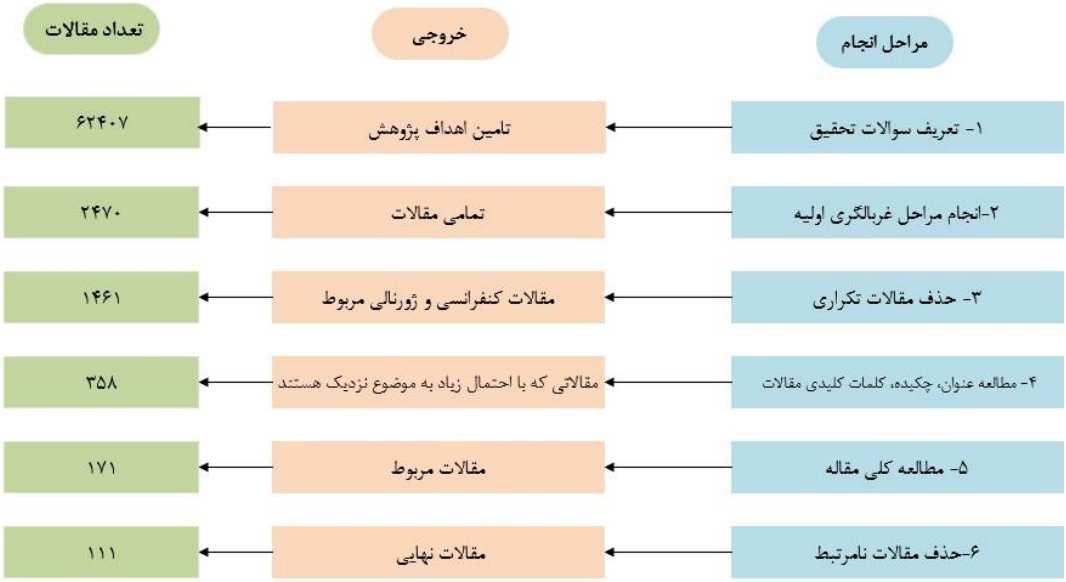
1 Query

نام پایگاه	رشته جستجوی بهینه‌شده برای هر پایگاه	نتایج	نتایج پس از اعمال فیلتر اولیه
Science Direct (Elsevier)	("Educational Process Mining" OR "Process Mining in Education") AND ("learning behavior" OR "student performance") AND ("event logs" OR "educational data mining")	۲۷	۲۶
Springer Link	("Educational Process Mining" OR "Process Mining in Education" OR "Learning Analytics") AND ("learning behavior" OR "student performance") AND ("event logs" OR "educational data mining")	۷۲۵	۵۴۶
Emerald Insight	Educational Process Mining""	۴۰۷۱۰	۲۱۶
Emerald Insight	("learning behavior" OR "student performance")	۱۹۱۴۶	۱۱
Google Scholar	"Educational Process Mining" "Learning Analytics" "Student Performance" "Event Logs"	۸۶	۸۶
Semantic Scholar	"Educational Process Mining" AND ("Learning Analytics" OR "Event Logs") AND ("Student Performance" OR "Learning Behavior")	۱	۱
Scopus AI	Prompt: "Provide a comprehensive overview of research papers focusing on Educational Process Mining (EPM) and its impact on student performance and learning behavior using event logs between 2009 and 2025."	_	_
مجموع نتایج به‌دست‌آمده		۶۲۴۰۷	۲۴۷۰

فرآیند انتخاب مطالعات بر اساس پروتکل PRISMA 2020 در چهار مرحله[1] صورت گرفت. گردش کار، شامل مراحل شناسایی، غربالگری و انتخاب نهایی، در نمودار جریان PRISMA مشخص شده است.

1 Identification, Screening, Eligibility, Included

شکل ۲- نمودار گردش کار PRISMA



به‌منظور ارزیابی کیفیت ۱۱۱ مطالعه منتخب، ابزار CASP[1] به دلیل کارآمدی در واکاوی نقادانه مطالعات ناهمگن و تمرکز بر اعتبار یافته‌های کیفی در محیط‌های سازمانی و آموزشی برگزیده شد (Long et al., 2020). متأثر از پارادایم ایده‌آلیسم عینی[2] حاکم بر پژوهش، ارزیابی کیفیت از یک چک‌لیست کمی فراتر رفته و بر میزان سهم هر مطالعه در تکوین «روایت داده‌محور» و «ترجمه متقابل مفاهیم» متمرکز گردید. فرآیند غربالگری توسط دو پژوهشگر مستقل و با کسب شاخص توافق Cohen's Kappa معادل ۰٫۸۸ انجام پذیرفت که مبین سطح توافق «عالی» در گزینش شواهد است. درنهایت، استخراج ۸ مدل محوری از میان ۱۱۱ مقاله، نه به‌صورت تصادفی، بلکه طی یک فرآیند «نمونه‌گیری هدفمند متدولوژیک» صورت گرفت تا بازنمایی تمامی ابعاد اکوسیستم فرآیندکاوی از لایه‌های سخت فنی تا مؤلفه‌های نرم مدیریتی در سنتز نهایی تضمین گردد.

معیارهای شمول/عدم شمول و کیفیت

به‌منظور تضمین استحکام روش‌شناختی، پروتکل سخت‌گیرانه‌ای جهت تعیین معیارهای شمول و عدم

1 Critical Appraisal Skills Programme
2 Objective Idealism

شمول تدوین گردید. بر این اساس، تنها مطالعاتی واجد شرایط گزینش بودند که ضمن انتشار به زبان انگلیسی در منابع دارای داوری همتا (مجلات و مجموعه مقالات کنفرانس)، به‌صراحت بر تکنیک‌های فرآیندکاوی در محیط‌های آموزشی تمرکز داشته و یافته‌های تجربی یا نوآوری‌های متدولوژیک ارائه کرده باشند. در مقابل، آثاری نظیر کتب، مقالات مروری، سرمقاله‌ها و متون فاقد داوری همتا از فرآیند تحلیل حذف شدند. همچنین، مطالعاتی که صرفاً بر تحلیل یادگیری عمومی یا داده‌کاوی آموزشی بدون مؤلفه فرآیندکاوی مجزا تمرکز داشتند یا فاقد جزئیات روش‌شناختی اساسی بودند، جهت حفظ یکپارچگی و اصالت یافته‌ها کنار گذاشته شدند. در تمامی مراحل، اصلِ «اولویت دقت روش‌شناختی بر حجم مطالعات» به‌عنوان مبنای پایایی پژوهش مطمح نظر قرار گرفت.

گزینش ۸ مدل مرجع از میان ۱۱۱ مطالعه، بر پایه فیلترهای راهبردی سه‌گانه‌ای انجام پذیرفت تا تضمین شود مدل پیشنهادی بر ارکان «پایه اجرایی»، «پایه حکمرانی» و «پایه تصمیم‌سازی» استوار است. در لایه نخست (بعد فنی)، اولویت با مطالعاتی بود که فراتر از کشف ساده، به «تحلیل انطباق» و «مدیریت پیچیده نویز» در رویدادنماهای آموزشی پرداخته‌اند. در لایه دوم (چالش‌های سازمانی)، مدل‌هایی برگزیده شدند که به «حکمرانی فرآیند» از منظر همکاری‌های بین‌رشته‌ای، ملاحظات اخلاقی و مدیریت مقاومت در برابر تغییر پرداخته و از نگاه صرفاً ابزاری فاصله گرفته‌اند. درنهایت، در لایه سوم (بینش مدیریتی)، توانایی مدل در تبدیل داده به «دانش عملیاتی» از طریق پیش‌بینی ریسک ریزش و بهینه‌سازی طراحی برنامه درسی معیار اصلی گزینش قرار گرفت. بر این اساس، مقالات تک‌بُعدی که فاقد عمق سازمانی بودند، در فاز غربالگری حذف شدند؛ چراکه در این پژوهش، چارچوب مرجع نه به‌مثابه یک موجودیت واحد، بلکه به‌عنوان یک «اکوسیستم معماری چندلایه و تطبیقی» تعریف می‌شود که بر اساس سطح تحلیل و اهداف نهادی، بازپیکربندی می‌گردد.

معماری پیشنهادی این پژوهش، برآیند سنتز هدفمند مدل‌های مرجعی است که یک «اکوسیستم چندلایه و تطبیقی» را برای دانشگاه تهران ترسیم می‌کنند. در این ساختار، مدل چرخه عمر فرآیندکاوی به‌عنوان ستون فقرات مفهومی، بنیان هستی‌شناختی تحلیل‌ها را فراهم می‌سازد، درحالی‌که نسخه تطبیق‌یافته CRISP-PM نقش چارچوب عملیاتی را در بستر نهادی دانشگاه ایفا می‌کند. جهت پویایی نظام‌مند، مدل L*با الحاق منطق یادگیری و بازخورد مستمر، شکاف میان فرآیندکاوی کلاسیک و پارادایم تحلیل

یادگیری (LA) را پرکرده و چارچوب PM² به‌عنوان داربست روش‌شناختی، استقرار فرآیندکاوی را در سطح حکمرانی دانشگاهی تضمین می‌نماید. لایه تفسیر حوزه‌ای پژوهش نیز از طریق سنتز مدل‌های یادگیری خودتنظیمی (SRL) و سفر دانشجو شکل یافته که امکان ترجمه الگوهای فنی به بینش‌های پداگوژیک را میسر می‌سازد. درنهایت، با ادغام مدل‌های پیش‌بینی ریسک، سطح تحلیل از لایه توصیفی فراتر رفته و به تراز پیش‌بینی‌گر و تجویزی ارتقا می‌یابد. حاصل این معماری، مدلی بومی و غیرهم‌پوشان است که ضمن حفظ استحکام نظری، با ویژگی‌های زمینه‌ای و ساختاری دانشگاه تهران هم‌سویی کامل دارد.

تحلیل عمیق ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که مدل‌های موجود، علیرغم توانمندی‌های فنی، در مواجهه با زیست‌بوم آموزش عالی ایران با چالش‌های ساختاری و پارادایمیک مواجه هستند که در سه حوزه کلیدی قابل صورت‌بندی است:

الف) شکاف هستی‌شناختی و غفلت از واقعیت‌های سایه: مدل‌های مرجع نظیر CRISP-PM و PM² عمدتاً بر پایه پارادایم واقع‌گرایی استوارند که داده‌های سیستمی را بازنمایی عینی واقعیت می‌پندارند. این در حالی است که در دانشگاه‌های ایران، بخش قابل‌توجهی از فرآیندها به دلیل بوروکراسی پیچیده، در لایه‌های پنهان و خارج از سامانه‌هایی چون «گلستان» یا «LMS» رخ می‌دهد. این مدل‌ها نسبت به ساختارهای قدرت و نویزهای عمدی (تحریفات بوروکراتیک) که منجر به عدم تطابق «فرآیند ثبت‌شده» با «فرآیند زیست‌شده» می‌گردد، دچار غفلت بنیادین هستند.

ب) فقدان لایه حاکمیت بومی و اسناد بالادستی: مدل‌های بین‌المللی، دانشگاه را به‌مثابه یک نهاد «مستقل و خودمختار» فرض می‌کنند. در مقابل، فرآیندهای آموزشی در ایران به‌شدت تحت تأثیر حاکمیت داده‌های متمرکز، آیین‌نامه‌های وزارت علوم و تغییرات پارادایمیک مدیریتی هستند. نبودِ پیوند میان «لایه عملیاتی فرآیندکاوی» و «لایه حاکمیتی اسناد بالادستی»، کاربست این مدل‌ها را در ساختار سلسله‌مراتبی ایران با چالش جدی مواجه می‌سازد.

ج) جبرگرایی زیرساختی در مقابل استقلال یادگیرنده: در مدل‌های یادگیری‌محور SRL و Student Journey، فرض بر آزادی عمل دانشجو در انتخاب مسیر یادگیری است؛ اما در واقعیتِ موجود،

محدودیت‌های زیرساختی و نقص در تجربه کاربری۱ سامانه‌ها، نوعی «فرآیند تحمیلی» را به یادگیرنده دیکته می‌کند. درواقع، زیرساخت فنی نه صرفاً یک بستر، بلکه یک عامل تعیین‌کننده است که مسیرهای یادگیری را مهندسی کرده و الگوهای رفتاری را به سمت محدودیت‌های سیستمی سوق می‌دهد.

علیرغم بلوغ فنی چارچوب‌های بین‌المللی، کاربست آن‌ها در زیست‌بوم آموزش عالی کشورهای درحال‌توسعه با بن‌بست‌های جدی مواجه است. این چالش‌ها که ریشه در ویژگی‌های فرهنگی، اداری و فناورانه دارند، در سه ساحت کلیدی پژوهش حاضر را به سمت طراحی یک مدل بومی و انطباق‌پذیر سوق داده‌اند:

- تصلب زیرساختی و تکثر داده‌ای :برخلاف فرض داده‌های یکپارچه و پاک در مدل‌های غربی، واقعیت دانشگاهی ما با پدیده جزایر اطلاعاتی و داده‌های ناهمگن در سامانه‌های پراکنده روبروست. این نقیصه، پیش‌پردازش و استخراج لاگ‌های فرآیندی را به یک چالش متدولوژیک تبدیل می‌کند که مدل‌های کلاسیک برای آن راهکار منعطفی ارائه نداده‌اند.
- شکاف مهارتی و فناورانه :کمبود سرمایه انسانی متخصص در حوزه تحلیل فرآیند و محدودیت دسترسی به لایسنس‌های استاندارد نرم‌افزاری، مانعی جدی در مسیر پیاده‌سازی عملیاتی است. لذا مدل بومی باید به‌گونه‌ای طراحی شود که با کمترین وابستگی فنی، بیشترین بینش مدیریتی را تولید نماید.
- مقاومت نهادی و پارادایم سنتی ارزیابی :حاکمیت نگرش‌های سنتی بر نظام ارزیابی عملکرد و فقدان سیاست‌گذاری داده‌محور، منجر به شکل‌گیری مقاومت سازمانی در برابر شفافیتِ ناشی از فرآیندکاوی شده است.

بنا بر تحلیل فوق، این پژوهش با سنتز نقادانه متدولوژی‌های پیشین و با آگاهی از «نقاط مغفول» و ناسازگاری‌های محیطی، در پی تدوین چارچوب جامع فرآیندکاوی برای دانشگاه تهران است؛ چارچوبی که نه‌تنها یک ابزار فنی، بلکه یک «مدل گذار» برای تغییر پارادایم مدیریت آموزشی به سمت حکمرانی هوشمند و داده‌محور باشد.

---

1 UX

روش[1] (مرور نظام‌مند[2] مقالات، فرا قوم‌نگاری[3] و مطالعه موردی)

فرآیند دستیابی به اهداف پژوهش در قالب یک طراحی سه مرحله‌ای و با رویکردی تکاملی سازمان‌دهی شده است:

- گام نخست؛ تحلیل ثانویه و سنتز ادبیات (Systematic Mapping) در این مرحله، با اجرای یک مرور نظام‌مند بر ۱۱۱ مطالعه منتخب، مجموعه‌ای ساختاریافته از یافته‌های تحلیلی استخراج گردید. این واکاوی شامل تحلیل توزیع زمانی/جغرافیایی، شناسایی مسائل محوری، بررسی الگوریتم‌های اجرایی و تبیین پیش‌نیازهای عملیاتی بود. برآیند این تحلیل، شناسایی و گزینش ۸ مدل مرجع جهت پی‌ریزی هسته تئوریک پژوهش بود که نتایج آن در قالب یک مقاله مستقل علمی به زبان انگلیسی تدوین شده است.
- گام دوم؛ تکوین چارچوب مفهومی (Meta-Ethnography) باهدف گذار از تحلیل‌های پراکنده به یک سازه‌ی دانش یکپارچه، از روش فرا قوم‌نگاری استفاده شد. این متدولوژی با برقراری پیوند میان مفاهیم زیربنایی ۸ مدل برگزیده، امکان سنتزِ کیفی و خلق یک «چارچوب جامع آموزشی» را فراهم آورد که فراتر از تجمیع ساده داده‌ها، به بازتعریف روابط میان متغیرهای فرآیندکاوی در محیط دانشگاهی می‌پردازد.
- گام سوم؛ بومی‌سازی و اعتباربخشی (Case Study & Expert Panel) در مرحله نهایی، جهت تطبیق چارچوب پیشنهادی با اقتضائات نهادی دانشگاه تهران، مطالعه موردی عمیقی صورت گرفت. در این راستا، با ۱۸ نفر از خبرگان کلیدی شامل مدیران ارشد حوزه آموزش، متخصصان فناوری اطلاعات و راهبران استراتژیک سامانه‌های «بهستان» و«LMS» مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته انجام شد. این مرحله بر امکان‌سنجی پیاده‌سازی و جرح‌وتعدیل مؤلفه‌های مدل بر اساس ساختار بوروکراتیک و زیرساختی دانشگاه تهران تمرکز داشت تا از «کاربست‌پذیری» مدل در محیط واقعی اطمینان حاصل شود.

فرا قوم‌نگاری

پژوهش حاضر با اتکا بر روش فرا قوم‌نگاری، به دنبال فراترکیب یافته‌های کیفی و توسعه درک نظری از

---

1. Method
2 SMS
3 Meta- Ethnography

مدل‌های فرآیندکاوی است (Walsh & Downe, 2005) این روش برخلاف مرورهای نظام‌مندِ کمی که بر تجمیع داده‌های آماری تمرکز دارند، بر استنباط و بازسازی نظری استوار است (Noblit & Hare, 1998) و در علوم مدیریتی و آموزشی به‌عنوان راهکاری کارآمد برای تولید مدل‌های نظری تلفیقی شناخته می‌شود (Sandelowski & Barroso, 2007). اگرچه انتخاب این روش برای مدل‌های فنی ممکن است چالش‌برانگیز به نظر برسد، اما بر پایه تحولات نوین در فلسفه علم و پارادایم ایده‌آلیسم عینی، فرا قوم‌نگاری فراتر از داده‌های مردم‌نگارانه سنتی عمل می‌کند (Barnett-Page & Thomas, 2009). در این دیدگاه، مدل‌های فنی فرآیندکاوی نه کدهایی صُلب و مکانیکی، بلکه به‌مثابه «گزارش‌های تفسیری مکتوب» و تبلور درک نخبگان از واقعیت‌های سازمانی تلقی می‌شوند. از این منظر، یک مدل مهندسی، خود نوعی روایت از تعامل انسان و سیستم در بافتاری خاص است؛ لذا به‌کارگیری فرا قوم‌نگاری برای سنتز این مدل‌ها، نه یک خطای مقوله‌ای، بلکه یک ضرورت اپیستمولوژیک برای عبور از نگاه جزئی‌نگر و نیل به یک «کُلِ یکپارچه» است که فراتر از مجموع اجزای آن باشد.

برخلاف انگاشت‌های سنتی که فرآیندکاوی را منحصراً در قلمرو علوم مهندسی محصور می‌بینند، پژوهش‌های متأخر (Nai et al., 2023) صراحتاً بر ضرورت ادغام تحلیل‌های مردم‌نگارانه جهت تفسیر عمیق مدل‌های فرآیندی در بافتارهای آموزشی تأکید ورزیده‌اند. پیشینه به‌کارگیری فراقوم‌نگاری در طراحی چارچوب‌های سیاست‌گذاری تحول دیجیتال(Rajabi Bazl et al., 2026) مؤید خروج موفق این متدولوژی از مرزهای صرفاً فرهنگی به سمت سنتز مدل‌های مفهومی و تکرارپذیر است (Barnett-Page & Thomas, 2009) این پیوند میان متدولوژی‌های کیفی-تفسیری و مدل‌های فنی، اکنون به‌عنوان یک رویکرد استاندارد برای درک پیچیدگی‌های نظام‌های انسانی-سیستمی در دانشگاه‌ها شناخته می‌شود. در پژوهش حاضر، با واکاوی استعاره‌ها و مفاهیم محوری نهفته در ۸ مدل مرجع و از طریق مکانیسم‌های «ترجمه متقابل[1]» و «سنتز خط استدلالی[2]» منطق عملیاتی هر مدل بازتعریف شده است. غایت این فرآیند، خلق یک زبان مشترک میان لایه‌های فنی و استراتژی‌های مدیریتی است که امکان گذار از داده‌های خام به بینش‌های حکمرانی را فراهم می‌سازد.

ترکیب نظام‌مند فرایندمحوری، فرآیندکاوی و فرا قوم‌نگاری، چارچوبی کل‌نگر جهت تحلیل و

1 Reciprocal Translation
2 Lines-of-Argument

ارتقای نظامات پیچیده آموزش عالی فراهم می‌آورد. در این معماری چندلایه، هر رکن نقشی متمایز و درعین‌حال هم‌افزا ایفا می‌کند:

- فرایندمحوری (فلسفه مدیریتی): به‌عنوان زیربنای فکری، دانشگاه را مجموعه‌ای از جریان‌های ارزش به‌هم‌پیوسته تعریف کرده و اثربخشی نهادی را در گرو بهبود مستمر این فرآیندها می‌داند (Rosemann & vom Brocke, 2015)
- فرآیندکاوی (ابزار تحلیلی) :بازوی اجرایی این پارادایم است که با استخراج شواهد تجربی از سامانه‌های اطلاعاتی، امکان پایش واقع‌بینانه و عبور از تصمیم‌گیری‌های شهودی به سمت تحلیل‌های داده‌محور را میسر می‌سازد (van der Aalst W. , 2021).
- فرا قوم‌نگاری (رویکرد نظریه‌ساز) :وظیفه یکپارچه‌سازی دانش تجربی حاصل از فرآیندکاوی و سنتز مدل‌های موجود را بر عهده دارد تا زمینه تولید الگویی بومی و جامع برای حکمرانی دانشگاهی فراهم گردد (Hoon, 2013) و (Walsh & Downe, 2005)

بر پایه رویکرد کثرت‌گرایانه[1] (Sandelowski & Barroso, 2007) و (Zimmer , 2006)، تنوع در قالب مطالعات ورودی (فنی، کاربردی و آموزشی) نه یک محدودیت، بلکه فرصتی برای غنای تئوریک قلمداد می‌شود. از این منظر، سنتز کیفی به‌مثابه یک «گفتگوی فعال با متون» است که با تجمیع زوایای دید مختلف نسبت به پدیده واحد فرآیندکاوی، شکاف میان مدل‌های داده‌محور و الگوهای پداگوژیک را پوشش داده و تصویری چندوجهی از تعالی سازمانی در دانشگاه ترسیم می‌کند.

مرحله اول پژوهش

پژوهش حاضر جهت سنتز مدل‌های مرجع، پروتکل هفت‌مرحله‌ای Noblit & Hare را مبنای عمل قرار داده است که گام‌های آن به شرح زیر عملیاتی گردید (Noblit & Hare, 1998):

گام اول: تبیین پارادایم و شناسایی قلمرو پژوهش

تعریف متدولوژیک: تشخیص و تحدید مسئله‌ای پژوهشی که ماهیت آن فراتر از تحلیل‌های انفرادی بوده و نیازمند بازسازی نظری در سطحی کلان است.

---

1 Pluralistic Approach

خروجی اجرایی: شناسایی شکاف ساختاری در اکوسیستم آموزش عالی ایران؛ این پژوهش بر فقدان یک چارچوب بومی و میان‌رشته‌ای تمرکز دارد که قادر به برقراری پیوند ارگانیک میان لایه‌های فنی فرآیندکاوی و الزامات مدیریتی/حاکمیتی دانشگاه‌های کشور باشد.

گام دوم: گزینش استراتژیک مطالعات مرتبط

تعریف متدولوژیک: بهره‌گیری از نمونه‌گیری هدفمند جهت انتخاب متونی که بیشترین پتانسیل تحلیلی را برای پاسخگویی به پرسش‌های بنیادین پژوهش دارا هستند.

خروجی اجرایی: انتخاب هوشمندانه ۸ مدل مرجع (ترکیبی متوازن از ۴ مدل فنی-مدیریتی و ۴ مدل پداگوژیک) بر پایه معیارهای «جامعیت ساختاری» و «اعتبار استنادی». در این گام، با اتکا به سنت فراترکیب، ناهمگونی در قالب مطالعات ورودی نه به‌مثابه یک محدودیت، بلکه به‌عنوان «تکثر در تجربه درک یک پدیده واحد» تلقی گردید که فرصتی بی‌بدیل برای دستیابی به غنای تئوریک فراهم می‌آورد.

جدول ۳-نقش چارچوب‌ها و مدل‌های به‌کاررفته در مدل فراترکیب فرآیندکاوی

چارچوب / مدل	نقش اصلی در پژوهش	سطح تحلیلی	ارزش‌افزوده منحصربه‌فرد	دلیل انتخاب
مدل چرخه عمر فرآیندکاوی	ستون فقرات مفهومی و تحلیلی	مفهومی / تحلیلی	تعریف فعالیت‌های اصلی فرآیندکاوی (کشف، انطباق‌سنجی، بهبود)	تضمین مشروعیت نظری در ادبیات فرآیندکاوی
مدل تطبیق‌یافته CRISP-PM	چارچوب اجرای پروژه و جریان کار تحلیلی	عملیاتی/ روش‌شناختی	ساختاردهی به فهم داده، آماده‌سازی، مدل‌سازی و استقرار	افزایش قابلیت اجرا و تکرارپذیری در محیط‌های نهادی
مدل L* چرخه عمر فرآیندکاوی مبتنی بر یادگیری	چرخه بازخورد و یادگیری مستمر	مفهومی/ تفسیری	ادغام یادگیری، مداخله و بهبود مستمر	پیوند فرآیندکاوی با تحلیل یادگیری
چارچوب PM²	داربست روش‌شناختی پیاده‌سازی	روش‌شناختی/ حکمرانی	هم‌راستاسازی فرآیندکاوی با مدیریت پروژه و حکمرانی	پشتیبانی از استقرار ساختاریافته در آموزش عالی
چارچوب‌های تحلیل یادگیری	لایه تفسیر حوزه‌ای	تفسیری/ آموزشی	ترجمه مدل‌های فرآیندی به سازه‌های یادگیری	جلوگیری از تقلیل تحلیل به سطح سازمانی صرف

چارچوب / مدل	نقش اصلی در پژوهش	سطح تحلیلی	ارزش‌افزوده منحصربه‌فرد	دلیل انتخاب
مدل‌های یادگیری خودتنظیمی(SRL)	تفسیر شناختی–رفتاری رفتار یادگیرنده	نظری/ تفسیری	نگاشت ردپاهای رفتاری به مراحل برنامه‌ریزی، پایش و بازاندیشی	تقویت تبیین نظری رفتار دانشجو
مدل سفر دانشجو	نگاه کل‌نگر و طولی به تجربه دانشجو	مفهومی/ طولی	تحلیل گذارها و نقاط تماس در طول مسیر تحصیل	درک سیستمی پیشرفت و ماندگاری دانشجویان
مدل‌های پیش‌بینی ریسک و ترک تحصیل	لایه پیش‌بینی و پشتیبان تصمیم	پیش‌بینی‌گر/ تجویزی	شناسایی زودهنگام دانشجویان در معرض خطر	ارتقای تحلیل از توصیف به مداخله پیشگیرانه

هر مدل در سطح مشخصی (مفهومی، روش‌شناختی، عملیاتی یا تفسیری) به‌کار گرفته‌شده و از هم‌پوشانی غیرضروری پرهیز شده است.

گام سوم: واکاوی متون و استخراج مضامین بنیادین

تعریف متدولوژیک: قرائت مکرر و عمیق متون گزینش‌شده جهت شناسایی استعاره‌ها، مفاهیم محوری و درون‌مایه‌های نهفته در هر مدل.

خروجی اجرایی: اجرای تحلیل مضمون بر محتوای ۸ مدل مرجع و کدگذاری اولیه مفاهیم. در این گام، ویژگی‌های فنی هر مدل در کنار دلالت‌های آموزشی آن‌ها به دقت کدگذاری شد تا بستر لازم برای سنتز فراهم گردد.

گام چهارم: ترسیم شبکه روابط و نگاشت قرابت مفاهیم

تعریف متدولوژیک: تدوین ماتریس مفاهیم جهت سنجش میزان هم‌سویی، تضاد یا مکمل بودن مطالعات نسبت به یکدیگر.

خروجی اجرایی: شناسایی ۶ مضمون محوری مشترک که علی‌رغم تفاوت در خاستگاه مدل‌ها (فنی، آموزشی) نشان‌دهنده همگونی مفاهیم در لایه‌های زیرین بود. این هم‌سویی، امکان تجمیع مدل‌ها را در قالب یک «ساختار درهم‌تنیده» اثبات کرد.

گام پنجم: ترجمه متقابل و بازتعریف مفاهیم در بافتار جدید

تعریف متدولوژیک: انتقال معنایی استعاره‌ها و مفاهیم از یک مطالعه به مطالعه دیگر، به‌گونه‌ای که معنای اصلی در بافتار جدید حفظ و بازتولید شود.

خروجی اجرایی: عملیاتی‌سازی «ترجمه متقابل»؛ در این مرحله، مفاهیم صرفاً فنی نظیر «انطباق‌سنجی» به مفاهیم استراتژیک مدیریتی مانند «گلوگاه‌یابی آموزشی» و «پایش انحراف از سیاست‌های یادگیری» ترجمه شدند. این بازتعریف، پیوند ارگانیک میان «لایه داده» و «لایه تصمیم‌سازی» را در مدل بومی تضمین نمود.

گام ششم: سنتز نهایی و تبیین خط استدلالی

تعریف متدولوژیک: فراتر رفتن از مرز ترجمه‌های متقابل جهت خلق یک خط استدلالی یا تئوری بدیع که کلیتی فراتر از مجموع اجزای مطالعات اولیه را بازنمایی کند.

خروجی اجرایی: ترکیب یافته‌های حاصل از ترجمه با اصول بنیادین فرایندمحوری، منجر به طراحی مدل شش‌فازه نهایی گردید. این مدل به‌عنوان یک «ساختار مرتبه سوم»، گسست‌های اپیستمولوژیک و اجرایی در مدل‌های پیشین را پوشش داده و پیوندی پایدار میان الزامات فنی و ضرورت‌های حاکمیتی ایجاد کرده است.

گام هفتم: بازنمایی و ارائه سنتز

تعریف متدولوژیک: تدوین و ارائه نتایج در قالب الگوهای بصری، جداول راهبردی و روایت‌های منسجم جهت انتقال مفاهیم به مخاطبان هدف.

خروجی اجرایی: ترسیم چارچوب بصری (شکل ۳) و تشریح عملیاتی فازهای شش‌گانه؛ این مدل به‌عنوان یک «نقشه راه استراتژیک» جهت هدایت تحول دیجیتال در دانشگاه‌ها عمل نموده و قابلیت کاربست در نظامات پیچیده آموزشی را داراست.

جدول ٤- خلاصه نگاشت متدولوژیک

ردیف	گام فرا قوم‌نگاری	فعالیت اجرایی	برونداد متناظر
۱	آغاز کار	تبیین ضرورت مدیریت فرایندمحور در دانشگاه‌های ایران	بیان مسئله و ضرورت
۲	انتخاب موارد	نمونه‌گیری هدفمند از ۸ مدل فنی و آموزشی مرجع	جامعه پژوهش
۳	مطالعه آثار	استخراج مفاهیم مرتبه اول و دوم (کدگذاری باز)	کدهای اولیه
۴	تعیین روابط	شناسایی هم سویی در استعاره‌های کلیدی مدل‌ها	۶ مضمون محوری
۵	ترجمه متقابل	ترجمه مفاهیم سخت مهندسی به مفاهیم نرم پداگوژیک	لایه‌های سه گانه سنتز
۶	سنتز نهایی	تدوین خط استدلالی برای خلق مدل بومی	مدل شش فازه
۷	ارائه سنتز	ترسیم مدل مفهومی و تشریح کاربردهای مدیریتی	شکل ۲ و بحث

یافته‌ها

تحلیل و فراترکیب ۸ مدل مرجع منتخب نشان داد که علیرغم تمایزهای رویکردی در استخراج و پایش فرآیندها، یک «پیوستگی استراتژیک» میان آن‌ها برقرار است. این پیوستگی در قالب یک معماری سه‌لایه بازتعریف شده است که زیربنای مدل تلفیقی نهایی را تشکیل می‌دهد:

۱ .لایه داده و شواهد: این لایه بر ستون فقرات چارچوب‌های تحلیل یادگیری استوار است و وظیفه گردآوری، پاک‌سازی و یکپارچه‌سازی ردپاهای دیجیتال در سامانه‌های آموزشی را بر عهده دارد. در این سطح، داده‌های خام به «شواهد متقن فرآیندی» تبدیل می‌شوند.

۲ .لایه فرآیند و رفتار: با گذار از لایه داده، مدل‌های یادگیری خودتنظیمی و سفر دانشجو وارد عمل می‌شوند. در این لایه، تمرکز از تراکنش‌های ساده سیستمی به سمت «الگوهای تعاملی» و «رفتار واقعی یادگیرنده» تغییر جهت می‌دهد تا بازنمایی دقیقی از جریان یادگیری حاصل شود.

۳ .لایه تصمیم و بهبود: در قله این معماری، مدل‌های PM 2 و پیش‌بینی ریسک قرار دارند. این لایه، الگوهای فرآیندی استخراج‌شده را به «دانش عملیاتی» و «مداخلات تجویزی» ترجمه کرده و بستر لازم برای حکمرانی هوشمند و تصمیم‌سازی مدیریتی را فراهم می‌سازد.

سنتز تفسیری و معماری عملیاتی

مدل پیشنهادی این پژوهش، فراتر از یک تجمیع ساده، محصول فرآیند پیچیده‌ی «ترجمه متقابل» و «سنتز تفسیری» تحت پارادایم فرا قوم‌نگاری است. در این ساختار مرتبه سوم، منطق‌های سه‌گانه زیر

به شکلی ارگانیک درهم‌تنیده شده‌اند:

منطق حاکمیت :وام‌گرفته از چارچوب PM 2 جهت استقرار انضباط سازمانی.

منطق یادگیری :منبعث از مدل‌های L*و SRL برای تضمین پویایی پداگوژیک.

منطق اجرا :مبتنی بر روش‌شناسی CRISP-PM به‌عنوان موتور محرک عملیاتی.

این هم‌آمیزی، منجر به خلق چارچوبی شده است که نه‌تنها گسست میان «مهندسی داده» و «علوم تربیتی» را پوشش می‌دهد، بلکه به دلیل انطباق با زیرساخت‌های خاص دانشگاه تهران (مانند سامانه‌های بهستان و گلستان)، از رواسازی زمینه‌ای بالایی برخوردار است.

ساخت مدل

۱. مرحله اول: استخراج استعاره‌ها و مفاهیم کلیدی

در گام نخست، پژوهشگر به شناسایی مفاهیم بنیادین و «استعاره‌های» حاکم بر ۸ مدل پرداخت. این مفاهیم شامل مواردی نظیر «چرخه عمر» (از مدل van der Aalst)، «سفر» (از مدل Student Journey) و «پیش‌بینی» (از مدل Risk Prediction) بوده است. مفاهیم اولیه کدگذاری شد، اصول حاکم مشترک و شش مفهوم و مضمون مشترک میان آن‌ها استخراج گردید:

جدول ۵- مفاهیم مشترک مدل‌های فرآیندکاوی

	مضمون محوری	مدل‌های مرتبط	تبیین مفهومی
۱	داده‌محوری و شفافیت فرآیند	CRISP-PM, PM², Process Mining Lifecycle	تأکید بر استفاده از داده‌های واقعی و شفاف‌سازی جریان‌های کاری آموزشی برای تصمیم‌سازی آگاهانه
۲	یادگیری مستمر و بازخورد چرخه‌ای	L*, SRL, Learning Analytics	بازنمایی یادگیری به‌عنوان فرآیندی پویا با چرخه‌های بازخورد و اصلاح مداوم عملکرد
۳	یکپارچگی داده‌ها و فرایندها	PM², Student Journey Models	ضرورت همگرایی داده‌های آموزشی، پژوهشی و اداری برای دستیابی به بینش جامع از مسیر دانشجو
۴	پیش‌بینی‌پذیری و تصمیم‌سازی هوشمند	Risk & Dropout Models, Learning Analytics	استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و فرآیندکاوی پیش‌بینانه برای شناسایی ریسک و پشتیبانی تصمیم‌گیری

	مضمون محوری	مدل‌های مرتبط	تبیین مفهومی
۵	بومی‌سازی و انطباق با محیط دانشگاهی	PM², Student Journey, SRL	توجه به فرهنگ و ساختار سازمانی دانشگاه‌ها در پیاده‌سازی مدل‌های داده‌محور
۶	مدیریت تغییر و رهبری فرایندمحور	PM², Lifecycle	نقش رهبری آموزشی در پشتیبانی، نهادینه‌سازی و فرهنگ‌سازی استفاده از فرآیندکاوی در آموزش عالی

۲. مرحله دوم: ترجمه متقابل مدل‌ها

در این مرحله، مفاهیم هر مدل در مدل دیگر «ترجمه» شد تا نقاط اشتراک و تضاد آن‌ها در بافتار آموزش عالی نمایان شود، «ترجمه متقابل» صرفاً کنار هم چیدن نیست، بلکه یافتن استعاره‌های مشترک در زبان‌های مختلف فنی و مدیریتی است؛ زیرا فرا قوم‌نگاری برخلاف روش‌های تجمیعی به دنبال درک مقایسه‌ای است تا بتواند از بخش‌های مختلف یک کل منسجم بسازد (Barnett-Page & Thomas, 2009). منطق این ترجمه به شرح زیر بوده است:

ترجمه «درک کسب‌وکار» به «فاز مفهومی»: مفهوم Business Understanding در مدل CRISP-PM در کنار مفهوم هدف‌گذاری در مدل *L قرار گرفت تا ضرورت هم‌سویی استراتژیک در دانشگاه تبیین شود.

ترجمه «رفتار یادگیرنده» به «گزارش رویداد»: مفاهیم مدل یادگیری خودتنظیمی (SRL) و مدل سفر دانشجو در مدل‌های فنی فرآیندکاوی ترجمه شدند تا مشخص شود «کلیک‌های دانشجو» در سامانه LMS معادل «فعالیت‌های فرآیندی» در مدل‌های فنی هستند.

ترجمه «انطباق‌سنجی» به «گلوگاه‌یابی آموزشی»: مفهوم Conformance Checking در مدل‌های فنی با شاخص‌های عملکردی در چارچوب‌های تحلیل یادگیری ترکیب شد تا انحرافات آموزشی (مانند ترک تحصیل) به‌عنوان انحراف از مدل مرجع فرآیندی تعریف شود.

جدول ٦- نحوه عملیاتی سازی ترجمه متقابل

لایه تحلیلی	مدل مرجع منتخب	نقش استراتژیک در سنتز (ترجمه متقابل)	ارزش‌افزوده بومی در مدل نهایی	دلیل گزینش (اشباع نظری)
هستی‌شناختی (فنی)	مدل چرخه عمر	ستون فقرات تحلیلی؛ تعریف فعالیت‌های پایه (کشف، انطباق، بهبود)	تضمین مشروعیت نظری در ادبیات فنی فرآیندکاوی	جامع‌ترین چارچوب برای مدیریت داده‌محور و بهبود مستمر
عملیاتی (اجرایی)	CRISP-PM	چارچوب جریان کار؛ ترجمه «درک کسب‌وکار» به «فاز مفهومی و هدف‌گذاری»	افزایش قابلیت تکرارپذیری در محیط‌های نهادی و اداری	تمرکز بر ارتباط میان اهداف مدیریتی و تحلیل داده‌ای
یادگیرنده (تکاملی)	مدل L*	چرخه بازخورد مستمر؛ ترجمه «پروژه فنی» به «چرخه یادگیری سازمانی»	پیوند نظام‌مند میان فرآیندکاوی کلاسیک و پارادایم تحلیل یادگیری	تأکید بر یادگیری ماشینی و تحلیل تعاملی
حکمرانی (مدیریتی)	چارچوب PM²	داربست روش‌شناختی؛ هم‌راستاسازی فرآیندکاوی با ساختار قدرت و مدیریت پروژه	پشتیبانی از استقرار ساختاریافته در بوروکراسی آموزش عالی ایران	ترکیب دیدگاه فنی و مدیریتی در سازمان‌های بزرگ
پداگوژیک (آموزشی)	تحلیل یادگیری (LA)	لایه تفسیر حوزه‌ای؛ ترجمه مدل‌های فرآیندی به سازه‌های یادگیری و آموزشی	جلوگیری از تقلیل تحلیل به سطح سازمانی و اداری صرف	تبیین روابط میان فرآیندکاوی و تضمین کیفیت آموزشی
رفتاری (شناختی)	یادگیری خودتنظیمی (SRL)	تفسیر رفتار یادگیرنده؛ ترجمه «کلیک‌های دانشجو» به «حالات ذهنی و برنامه‌ریزی»	تقویت تبیین نظری رفتارهای واقعی دانشجو در محیط دیجیتال	کشف چرخه‌های واقعی یادگیری از تعاملات سامانه‌ای
طولی (تجربه‌محور)	سفر دانشجو	نگاه کل‌نگر؛ ترجمه «توالی فعالیت‌ها» به «نقاط تماس و جریان ارزش آموزشی»	درک سیستمی پیشرفت، ماندگاری و گلوگاه‌های خستگی دانشجویان	تمرکز بر تجربه کاربری (UX) در طول مسیر تحصیل
پیش‌بینی‌گر (تجویزی)	پیش‌بینی ریسک	لایه پشتیبان تصمیم؛ ارتقای تحلیل از سطح «توصیفی» به سطح «مداخله پیشگیرانه»	شناسایی زودهنگام دانشجویان در معرض خطر و کاهش نرخ ترک تحصیل	ارتقای دقت مدیریت پیش‌دستانه در آموزش عالی

۳. مرحله سوم: خلق ساختار مرتبه سوم (مدل شش‌فازه نهایی)

نتیجه‌ی نهایی این ترجمه‌ها، ایجاد یک «خط استدلالی» بود هدف صرفاً تجمیع نبود، بلکه ایجاد نوعی نوآوری متدولوژیک بود که منجر به تولد مدل شش‌فازه‌ی پیشنهادی گردید که فراتر از مجموع اجزای ۸ مدل اولیه است. این همان تولید «ساختارهای مرتبه سوم» است که از سنتز مطالعات متعدد مشتق شده و در هیچ‌یک از مقالات اولیه به‌تنهایی یافت نمی‌شود. تلفیق مضامین فوق، منجر به شکل‌گیری شش فاز کلیدی برای طراحی چارچوب فرایندمحور چرخه عمر فرآیندکاوی آموزشی گردید.

جدول ۷- خلاصه روش انجام‌شده برای استخراج چارچوب مفهومی

ردیف	فاز مدل نهایی	مدل‌های مبدأ و مرجع جهت ترجمه و ترکیب	خروجی حاصل از سنتز
۱	مفهومی	ترکیب Lifecycle *L و CRISP-PM	تعیین دامنه و نقشه جریان ارزش آموزشی
۲	استخراج داده	ترجمه متقابل CRISP-PM, SRL و زیرساخت‌های LMS	ساخت Event Log ساختاریافته
۳	کشف و مدل‌سازی	ترکیب Lifecycle،Process Mining و CRISP-PM	ترسیم مدل واقعی فرآیندهای آموزشی BPMN
۴	انطباق سنجی	ترکیب PM2 و الگوریتم‌های Conformance Checker	شناسایی انحرافات، تکرار و تأخیرها
۵	تحلیل و بهبود	سنتز Learning Analyctics و مدل‌های پیش‌بینی ریسک	ارائه پیشنهادهای بهبود و داشبوردهای هوشمند
۶	ارزیابی	تأییدیه خبرگان از طریق تحلیل مضمون مصاحبه‌ها	تأیید نهایی توسط خبرگان و اصلاح مدل

نقشه طراحی چارچوب پیشنهادی پژوهش

مدل پیشنهادی بر اساس منطق ورودی –فرایند –خروجی سازمان‌دهی شده و نقش فرا قوم‌نگاری را به‌عنوان پل نظری و ترکیبی میان مدل‌ها تبیین می‌کند.

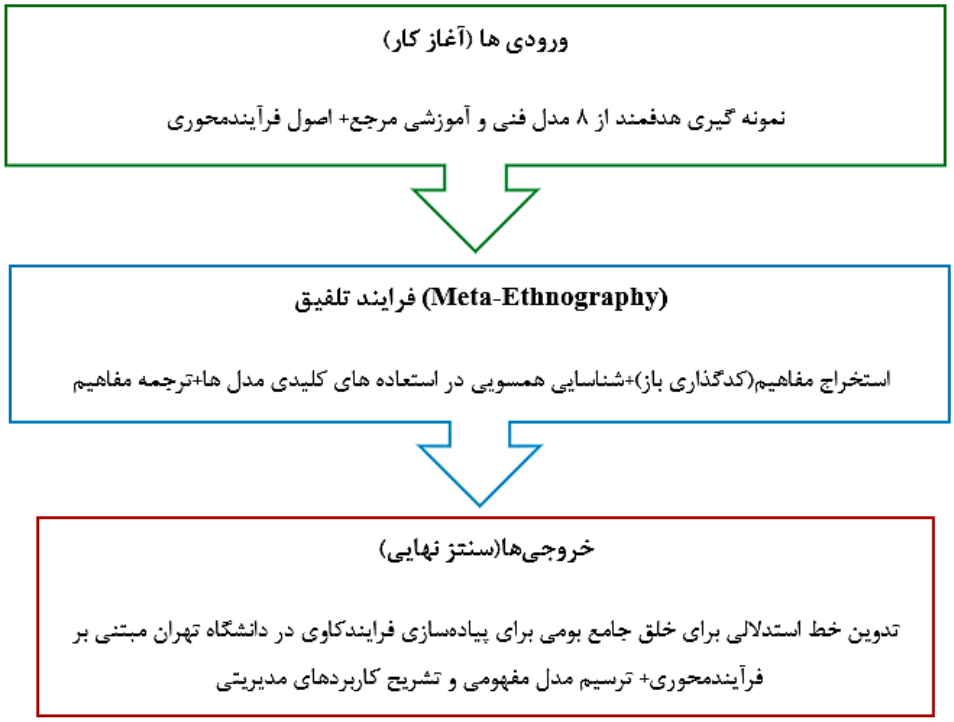
این مدل جامع، شکاف‌های شناسایی‌شده در پژوهش‌های گذشته را به سه شکل زیر پوشش می‌دهد:

در بعد نظری، با تلفیق مبانی فرایندمحوری و فرایندکاوی، یک چارچوب مفهومی جامع و بومی‌شده ارائه می‌کند.

در بعد روش‌شناختی، از طریق به‌کارگیری فرا قوم‌نگاری، امکان ترکیب نظام‌مند مدل‌ها و نظریه‌های پراکنده را فراهم می‌سازد.

در بعد عملی، با تکیه بر داده‌ها و نیازهای واقعی دانشگاه‌ها، مسیر پیاده‌سازی فرایندکاوی در نظام آموزش عالی ایران را تبیین می‌کند.

شکل ۳- چارچوب مفهومی پژوهش



استخراج چارچوب مفهومی نهایی پژوهش:

با تلفیق چهار اصل بنیادین فرایندمحوری یعنی: شفافیت فرآیند، انطباق و کنترل، بهبود مستمر و یادگیری سازمانی مدل مفهومی این پژوهش مشتمل بر شش فاز به شرح زیر است:

جدول ۸- مدل مفهومی اولیه این پژوهش

فاز	هدف کلیدی	مدل‌های و مبانی مرجع	اصول فرایندمحوری مرتبط	ابزار/ خروجی‌ها
فاز مفهومی	تحلیل اسناد بالادستی، تعیین هدف، دامنه و شاخص‌های کلیدی فرآیندهای آموزشی	L^* Lifecycle, Academic Process Models	هم‌سویی استراتژی با فرآیندها و ذی‌نفعان	سند دامنه فرآیند، نقشه جریان ارزش آموزشی.
فاز استخراج و آماده‌سازی	گردآوری، پاک‌سازی و برچسب‌گذاری داده‌های	CRISP-DM (Data Understanding & Preparation)	شفافیت و ردیابی داده‌ها	Event Logساختارمند شامل Case ID ، Activity

فاز	هدف کلیدی	مدل‌های و مبانی مرجع	اصول فرایندمحوری مرتبط	ابزار/ خروجی‌ها
داده‌های آموزشی	رویدادی از سامانه‌های LMS، ERPو SIS			Timestampو
فاز کشف و مدل‌سازی فرآیند	استخراج مدل واقعی فرآیندهای آموزشی و پژوهشی از داده‌های واقعی	Process Mining Lifecycle, CRISP-PM	بازنمایی جریان ارزش و استانداردسازی فرآیندها	الگوریتم Inductive Minerدر ProM یا PM4Py؛ مدل BPMN یا DFG
فاز انطباق سنجی و گلوگاه یابی	مقایسه مدل واقعی با مدل مرجع برای شناسایی انحراف‌ها، تکرار و تأخیرها	PM², Process Mining Lifecycle	کنترل کیفیت و انطباق فرآیند	ابزارهای Conformance Checkerو PADS ؛ گزارش گلوگاه‌ها و انحراف‌ها.
فاز تحلیل عملکرد و پیشنهاد بهبود	تحلیل شاخص‌های کارایی (زمان چرخه، نرخ تکمیل، بار کاری) و ارائه پیشنهادهای بهبود	Learning Analytics Frameworks, Risk & Dropout Models	بهبود مستمر و تصمیم‌سازی داده‌محور	داشبورد مدیریتی در Celonis، Power BIیا Tableau
فاز ارزیابی و اعتبارسنجی	تأیید نهایی مدل از منظر نظری و عملی از طریق مصاحبه با خبرگان	تدوین پروتکل دقیق مصاحبه	یادگیری سازمانی و پایایی فرآیند	مصاحبه‌های خبرگان، نسخه نهایی مدل

این یافته‌ها تأیید می‌کنند که حوزه‌ی فرآیندکاوی در آموزش عالی نیازمند نگرشی تلفیقی است که هم‌زمان ابعاد فنی، مدیریتی و یادگیری را پوشش دهد. این مدل از سطح مفهومی تا ارزیابی نظری را در قالب یک چرخه‌ی بسته و بازخوردی پوشش می‌دهد.

شکل ٤- مدل مفهومی پژوهش



مرحله دوم پژوهش:

جهت نیل به مدلی بومی و انطباق‌پذیر، دانشگاه تهران به‌عنوان میدان پژوهش برگزیده شد. این انتخاب نه بر اساس سهولت، بلکه مبتنی بر منطق «نمونه‌ی معرف و پیشرو در نظام آموزش عالی ایران» است.

۱ .دانشگاه تهران به‌عنوان نماد آموزش عالی ایران، به دلایل راهبردی زیر بستری منحصربه‌فرد برای این مطالعه موردی فراهم می‌سازد:

جامعیت فرآیندی: حضور طیف کامل و متنوعی از فرآیندهای آموزشی در مقاطع مختلف که تمامی پیچیدگی‌های ممکن در نظامات دانشگاهی را بازنمایی می‌کند.

بلوغ ساختاری: برخورداری از واحدهای تخصصی صفی و ستادی در حوزه‌های «معماری سازمانی»، «مدیریت فرآیندها» و «فناوری اطلاعات» که پذیرای پیاده‌سازی مدل‌های نوین حاکمیتی هستند.

غنای داده‌ای و حافظه سیستمی: بهره‌برداری مستمر و طولانی‌مدت از سامانه‌های مرجع نظیر «گلستان» و «بهستان»، منجر به انباشت داده‌های فرآیندی عظیم شده است که بستر اصلی عملیات فرآیندکاوی محسوب می‌شوند.

۲ .پنل نخبگان و مکانیسم اعتباربخشی: در راستای بومی‌سازی چارچوب مفهومی، فرآیند امکان‌سنجی از طریق مصاحبه‌های عمیق با ۱۸ نفر از خبرگان کلیدی دانشگاه تهران انجام پذیرفت. این پنل شامل راهبران استراتژیک (مدیران ارشد حوزه‌ی آموزش و سیاست‌گذاران دانشگاهی)، متخصصان زیرساخت (معماران و راهبران فنی سامانه‌های بهستان و LMS) و تحلیل‌گران فرآیند (کارشناسان ارشد حوزه‌ی فناوری اطلاعات و بهبود فرآیندها) می‌باشند که شرح کامل آن در جدول زیر آمده است:

جدول ۹. مشخصات و نقش خبرگان

نام خبره	حوزه تخصص	سابقه (سال)	نقش در اعتبار سنجی
خبره شماره ۱	معمار فرایند	۲۰ سال	تأیید منطق حکمرانی
خبره شماره ۲	تحلیلگر فرایند	۲۵ سال	تعیین مالکیت فرآیند
خبره شماره ۳	طراح فرآیند	۲۰ سال	اهمیت اخذ بازخورد
خبره شماره ۴	اجراکننده فرایند	۲۳ سال	شناسایی گلوگاه‌ها
خبره شماره ۵	توسعه‌دهنده سامانه بهستان	۲۷ سال	هماهنگی با سامانه در اجرای فرآیند
خبره شماره ۶	تحلیلگر فرایند	۲۰ سال	تحلیل چرخه PDCA /تحلیل متدولوژی
خبره شماره ۷	اجراکننده فرایند	۲۸ سال	تحلیل متدولوژی/ تحلیل منابع داده‌ای
خبره شماره ۸	اجراکننده فرایند	۱۵ سال	تأیید منطق حکمرانی
خبره شماره ۹	مالک فرایند	۲۲ سال	اهمیت اخذ بازخورد
خبره شماره ۱۰	مالک فرایند	۲۰ سال	اهمیت اخذ بازخورد
خبره شماره ۱۱	معمار فرایند	۲۱ سال	شناسایی گلوگاه‌ها/ بهره‌مندی از دانش داده‌ای
خبره شماره ۱۲	تحلیل‌گر کسب‌وکار	۱۰ سال	مدیریت تغییر
خبره شماره ۱۳	توسعه‌دهنده سامانه بهستان	۱۳ سال	-
خبره شماره ۱۴	کارشناس امنیت شبکه	۱۰ سال	-
خبره شماره ۱۵	تضمین کیفیت	۱۰ سال	ممیزی مستمر

نام خبره	حوزه تخصص	سابقه (سال)	نقش در اعتبار سنجی
خبره شماره ۱۶	مدیر فنی و راهبر پایگاه داده	۱۰ سال	-
خبره شماره ۱۷	اجراکننده فرایند	۱۳ سال	-
خبره شماره ۱۸	توسعه‌دهنده سامانه بهستان	۱۳ سال	-

از این خبرگان خواسته شد تا با نگاهی نقادانه، مدل پیشنهادی را از منظر «قابلیت اجرا در بستر فعلی»، «موانع زیرساختی» و «ارزش‌افزوده مدیریتی» ارزیابی نمایند. خروجی این تعامل نخبگانی، منجر به جرح‌وتعدیل فازهای مدل جهت انطباق کامل با واقعیت‌های بوروکراتیک و فنی دانشگاه تهران گردید.

به‌منظور تضمین پایایی و اعتبار چارچوب پیشنهادی و احراز انطباق آن با اقتضائات نهادی دانشگاه تهران، فرآیند اعتبارسنجی طی یک پیمایش کیفی نظام‌مند به شرح زیر عملیاتی گردید:

استراتژی نمونه‌گیری و نیم‌رخ خبرگان: از روش نمونه‌گیری هدفمند جهت گزینش ۱۸ نفر از نخبگان استراتژیک استفاده شد. معیار گزینش، ترکیب پنل به‌منظور دستیابی به تثلیث دیدگاه‌ها شامل تخصص چندگانه در حوزه‌های «مدیریت آموزش عالی»، «سیستم‌های ERP دانشگاهی» و «متدولوژی تحقیق» با میانگین سابقه اجرایی حداقل ۱۰ سال بود.

پروتکل گردآوری و تحلیل داده‌ها :داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته حول محور فازهای مدل اولیه (شکل ۴) و امکان‌سنجی پیاده‌سازی آن در بستر سامانه «بهستان» جمع‌آوری شد. تحلیل داده‌ها با روش تحلیل مضمون انجام و فرآیند کدگذاری تا نیل به اشباع نظری ادامه یافت؛ به‌گونه‌ای که از مصاحبه پانزدهم به بعد، بن‌مایه‌ی جدیدی استخراج نگردید؛ و ۳ مصاحبه نهایی جهت اطمینان از کفایت داده‌ها صورت گرفت.

یافته‌های اعتبارسنجی و تکامل مدل :تحلیل بازخوردها منجر به استخراج ۴ مقوله محوری «حکمرانی»، «یادگیری سازمانی»، «اعتماد به داده» و «اثرگذاری واقعی» گردید. این فرآیند صرفاً جنبه تأییدی نداشته، بلکه منجر به یک جهش ساختاری در مدل گردید؛ بدین معنا که مدل اولیه (۶ فازه) بر اساس نقدهای خبرگان به مدل نهایی ده‌فازه (شکل ۵) ارتقا یافت. این یافته‌ها نه‌تنها مدل را تأیید کرد، بلکه محرک اصلی در اصلاح ساختاری مدل اولیه و نیل به مدل ده‌فازه نهایی گردید.

جهت حذف سوگیری‌های احتمالی، از استراتژی بازبینی توسط اعضا و به‌کارگیری دو کدگذار مستقل استفاده شد. توافق میان کدگذاران و تأیید نهایی توسط مشارکت‌کنندگان، روایی تفسیری پژوهش

را تضمین نمود.

مصاحبه‌شوندگان باوجودآنکه در اغلب موارد مراحل را معقولانه می‌دانستند، اما نکات ذیل را مطرح کردند:

اجرای این مدل نیازمند همکاری بسیار زیاد مالک فرآیند است. (مصاحبه شماره ۲)

در اجرای این متدولوژی از روش PDCA استفاده شود. (مصاحبه شماره ۶)

تحلیل فرآیند در ابتدای این متدولوژی نیز لحاظ شود. (مصاحبه شماره ۶)

زیرقسمت‌های متدولوژی و جزئیات (خصوصاً در فاز استخراج) باید روشن‌تر شوند. (مصاحبه شماره ۱۷ و ۱۸)

دقیقاً مشخص شود که چه منابع داده‌ای باید استخراج شوند. (مصاحبه شماره ۱۷ و ۱۸)

اخذ بازخورد بیرونی بسیار اهمیت دارد. (مصاحبه شماره ۳ و ۱۰)

بازخوردها یک پیام مشترک دارند: چارچوب از منظر مهندسی خوب است، اما هنوز منطق حکمرانی، یادگیری و پایداری سازمانی در آن تصریح نشده است. بازخوردها را می‌توان حول چهار مقوله مرکزی دسته‌بندی کرد: ۱- مسئله مالکیت و حکمران ۲- مسئله یادگیری و تکرارپذیری ۳- مسئله اعتماد به داده ۴- مسئله اثرگذاری واقعی

مسئله مالکیت و حکمرانی در فرآیندهای دانشگاه تهران: این مقوله بر ضرورت تعیین شفاف مالک فرآیند، سازوکار تصمیم‌گیری و پاسخگویی نهادی تأکید دارد تا فرآیندکاوی از یک پروژه فنی مقطعی به بخشی از نظام حکمرانی دانشگاه تبدیل شود. به‌عنوان‌مثال در دانشگاه تهران باید کاملاً مشخص شود مسئولیت داده‌های سامانه بهستان بر عهده کدام نهاد قرار می‌گیرد (مرکز فناوری اطلاعات/ معاونت آموزشی / دانشکدگان/دانشکده‌ها) و مرز مشخص تفکیک این مسئولیت‌ها تعریف شود.

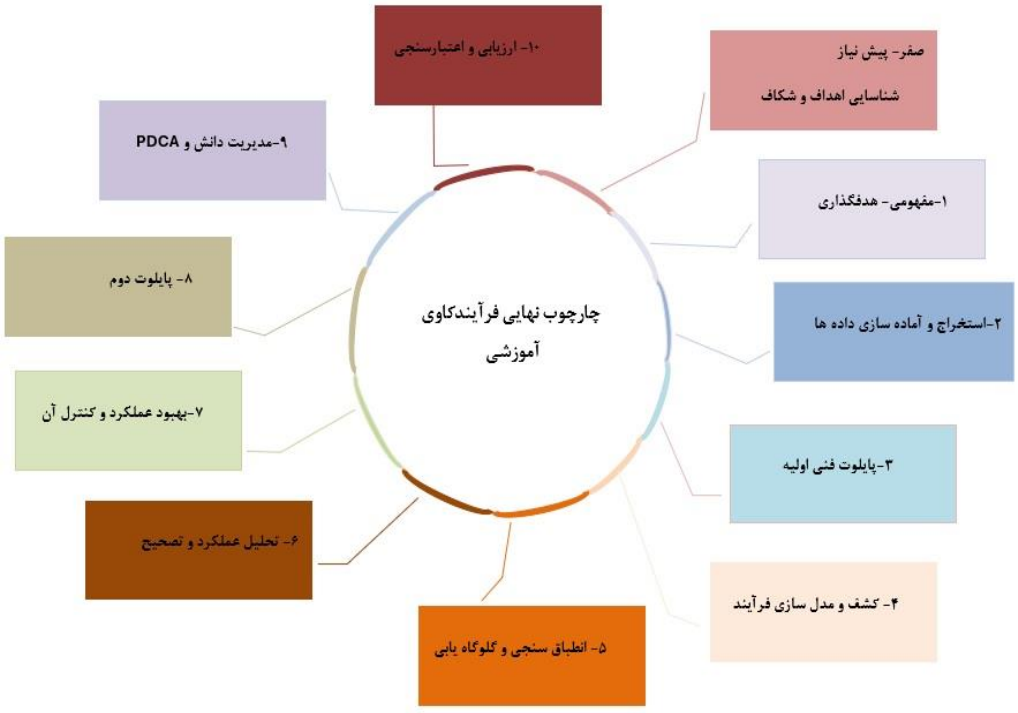
مسئله یادگیری و تکرارپذیری: این مقوله ناظر بر تبدیل نتایج تحلیل به دانش سازمانی پایدار است، به‌گونه‌ای که بهبودها مستندسازی شده، قابل‌انتقال به دوره‌ها و مدیران بعدی باشند و از بازتولید خطاهای گذشته جلوگیری شود. به‌عنوان‌مثال در مصاحبه‌های شماره ۸ و ۱۹ مشخص شد، دانشگاه تهران با خلأ تدوین دانش ضمنی افراد مواجه است و تلاش‌های قبلی برای مستندسازی تجربیات به نتیجه مناسبی نرسیده است.

مسئله اعتماد به داده: این مقوله به کیفیت، جامعیت و معناداری داده‌ها می‌پردازد و تأکید می‌کند که بدون داده‌های معتبر، پیوسته و قابل ممیزی، هرگونه تحلیل فرآیندی می‌تواند منجر به تصمیم‌سازی گمراه‌کننده شود. در سامانه بهستان دانشگاه تهران داده‌های ناقص و دارای نویز به چشم می‌خورد و این مسئله اعتبار کیفیت داده را با چالش مواجه می‌کند.

مسئله اثرگذاری واقعی: این مقوله بر پیوند نتایج فرآیندکاوی با سازوکارهای انگیزشی، سیاستی و اجرایی سازمان تأکید دارد تا خروجی تحلیل‌ها به تغییر رفتار، بهبود عملکرد و تصمیمات واقعی منجر شود، نه صرفاً تولید گزارش تحلیلی. باید تلاش شود تا تصمیم سازان دانشگاه تهران، خصوصاً معاونت آموزشی و مرکز فناوری اطلاعات دانشگاه ضمن اعتماد به نتایج به‌دست‌آمده، زمینه عملیاتی سازی آن را فراهم آورند.

پس از بررسی نکات مذکور، مدل نهایی بومی‌سازی شده برای دانشگاه تهران به‌صورت زیر تغییر یافت:

شکل ۵- مدل مفهومی نهایی



در جدول زیر دلایل و توضیحات انجام هر فاز و ورودی و خروجی آن مرحله توضیح داده می‌شود:

جدول ۱۰- توضیحات مراحل مدل نهایی پژوهش

مرحله	فاز	ورودی	عملیات	خروجی
صفر (این مرحله با توجه به تذکر خبرگان در مورد مشخص شدن مالک فرآیند اضافه شد)	پیش‌نیاز و شناسایی اهداف آموزشی	حکمرانی و تحلیل اسناد بالادستی و مالکیت داده و ایجاد دیکشنری داده اولیه	استفاده از ماتریس تعیین سطح مسئولیت RASI، مطالعه اسناد و استخراج اطلاعات موردنیاز، تفاهم بر نوع داده‌های موردنیاز	تعیین مالک فرآیند، مشخص شدن مرزهای اولیه و مشخصات شناسنامه فرآیندها
۱	فاز مفهومی	هدف‌گذاری فرآیندهای مؤثر در دانشگاه تهران	استفاده از روش L* Lifecycle Model	تعیین دامنه انجام اقدامات
۲	فاز استخراج و آماده‌سازی داده‌های آموزشی	فرآیندهای شناسایی‌شده در فاز مفهومی	پاک‌سازی داده‌ها و برچسب‌گذاری و استخراج رویداد داده با استفاده از Crisp- DM	تشکیل Log موردنیاز و آماده‌سازی داده برای کشف فرآیند
۳ (این مرحله با توجه به تذکر خبرگان در مورد تحلیل ابتدائی فرآیند اضافه شد)	پایلوت فنی اولیه	انتخاب یک فرآیند پرگردش آموزشی	اجرای محدود الگوریتم‌ها	اعتبارسنجی نتایج با مالک فرآیند
۴	فاز کشف و مدل‌سازی فرآیند	داده‌های تمیز و بدون نویز	استفاده از ابزار ProM/ Inductive Miner	ترسیم مدل واقعی فرآیند
۵	فاز انطباق سنجی و گلوگاه یابی	مقایسه مدل کشف‌شده با مدل مرجع	استفاده از ابزار Conformance checking	استخراج مسیرهای انحرافی، تأخیرهای زیاد، رفت‌وبرگشت‌های اضافی
۶	فاز تحلیل عملکرد و تصحیح	زمان چرخه فرآیند و بار کاری انجام‌شده در فرآیند	استفاده از ابزار Celonis و Power BI	ارائه پیشنهادهای بهبود
۷	فاز بهبود عملکرد و کنترل آن	ارائه لیست پیشنهادهای بهبود	Change Control Versioningفرآیند	مستندسازی تصمیمات
۸ (این مرحله با توجه به	پایلوت دوم	پیشنهادهای بهبود	اجرای محدود پیشنهادهای بهبود	مقایسه Before/After KPI

مرحله	فاز	ورودی	عملیات	خروجی
تذکر خبرگان در مورد اهمیت اثرگذاری اقدامات اضافه شد)	بهبود و ارزیابی مداخلات	منتخب از فاز ۷	در دامنه پایلوت دریافت بازخورد کیفی از ذی‌نفعان کلیدی (اساتید، کارشناسان، مالک فرآیند)	تحلیل آماری تغییرات (مثلاً زمان چرخه، نرخ انحراف) بازخورد ذی‌نفعان تصمیم Go / No-Go برای نهادینه‌سازی
۹ (این مرحله با توجه به تذکر خبرگان در مورد اهمیت یادگیری و تکرارپذیری، اضافه شد)	فاز مدیریت دانش و PDCA	دانش ضمنی	ذخیره در DMS ثبت Lessons Learned	بازخور به استانداردها ورود به چرخه PDCA
۱۰ (این مرحله با توجه به تذکر خبرگان در مورد اعتماد به داده‌ها، اضافه شد)	فاز ارزیابی و اعتبارسنجی	بهبودهای پیشنهادی	مصاحبه با خبرگان	اخذ تأیید صاحب‌نظران

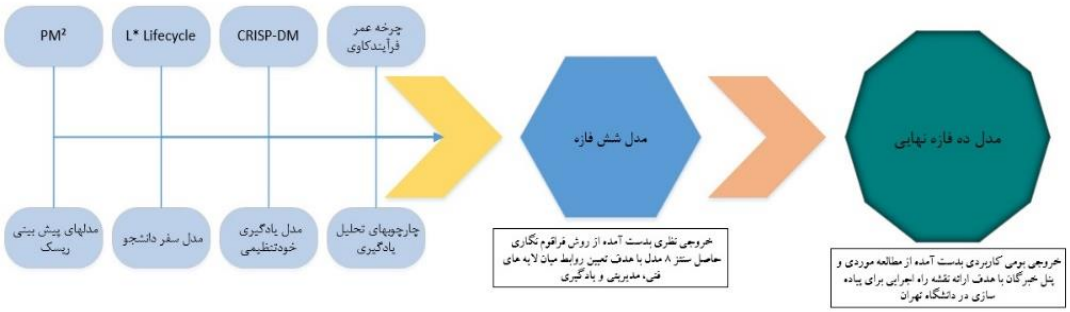
در خصوص تمایز میان دو پایلوت اول و دوم به‌اختصار می‌توان گفت که هدف پایلوت اول امکان‌سنجی فرآیند است درحالی‌که پایلوت دوم به سنجش مداخلات بهبود می‌پردازد، تمرکز پایلوت اول بر داده و لاگ سیستم است و پایلوت دوم به تغییرات فرآیند توجه می‌کند. مخاطب پایلوت اول تیم انجام دهنده فرآیندکاوی است و مخاطب پایلوت دوم مدیران و مالک فرآیند هستند.

مدل نهایی ده‌فازه پیشنهادی این پژوهش برای دانشگاه تهران، با حفظ هسته تحلیلی مدل‌های متعارف فرآیندکاوی، فراتر از رویکردهای صرفاً فنی و داده‌محور حرکت کرده و کوشیده است فرآیندکاوی را در قالب یک چارچوب حکمرانی‌محور، یادگیرنده و پایدار در بستر دانشگاهی نهادینه سازد. درحالی‌که بسیاری از مدل‌های موجود بر فازهای کلاسیک استخراج لاگ، کشف فرآیند، انطباق‌سنجی و تحلیل عملکرد تمرکز دارند، مدل حاضر با افزودن لایه پیش‌نیاز حکمرانی، فازهای پایلوت مرحله‌ای، مدیریت تغییر، یادگیری سازمانی و اعتبارسنجی نهایی، شکاف میان تحلیل مهندسی و واقعیت‌های نهادی دانشگاه را پوشش می‌دهد. برتری خاص این مدل در تأکید هم‌زمان بر مالکیت فرآیند، اعتماد به داده، اثرگذاری واقعی و تکرارپذیری بهبودهاست؛ به‌گونه‌ای که فرآیندکاوی نه به‌عنوان یک پروژه مقطعی، بلکه به‌عنوان یک چرخه مستمر تصمیم‌سازی و بهبود عملکرد تعریف می‌شود. از منظر شباهت، این مدل با مدل‌های

شناخته‌شده‌ای چون CRISP-DM ، چرخه PDCA و متدولوژی‌های کلاسیک Process Mining در منطق چرخه‌ای و تحلیلی هم‌راستاست؛ اما از حیث تفاوت، با تصریح سازوکارهای حکمرانی، مدیریت دانش و پیوند نتایج تحلیل با سیاست‌گذاری و نظام‌های انگیزشی، رویکردی جامع‌تر و متناسب‌تر با پیچیدگی‌های سازمان‌های دانشگاهی ارائه می‌دهد.

چارچوب روش‌شناختی پیشنهادی در این پژوهش، نه به‌عنوان دو ساختار مجزا، بلکه در قالب دو لایه تکاملی و مکمل مدل انتزاعی-مفهومی (۶ فازه) و مدل انطباقی-عملیاتی (۱۰ فازه) تبیین شده است. مدل نخست، محصولِ سنتز فرا قوم‌نگارانه و استخراجِ «ساختار مرتبه سوم» از هشت مدل مرجع جهانی است که باهدف پیوند زدن تحلیل‌های فنی فرآیندکاوی به یادگیری سازمانی طراحی شد. بااین‌حال، در مرحله مواجهه با واقعیت‌های نهادی و پیچیدگی‌های بوروکراتیک در بافتار موردمطالعه (دانشگاه تهران)، ضرورتِ گذار به یک مدل عملیاتی پدیدار گشت. مدل ۱۰ فازه، حاصل اعتبارسنجی مدل اولیه توسط ۱۸ خبره و بومی‌سازی آن از طریق تعبیه لایه‌های حیاتی حکمرانی داده، الزامات مالکیت و مدیریت دانش است. لذا، افزایش تعداد فازها یک ناهماهنگی متدولوژیک نبوده، بلکه نشان‌دهنده بلوغ پژوهش در مسیر حرکت از نظریه به عمل و پاسخ به خلأهای موجود در مدل‌های غربی جهت مدیریت ابهامات ساختاری در محیط‌های اجرایی است.

شکل ٦- مراحل دستیابی به مدل ده فازه نهایی



تبیین مرزهای مفهومی و ابطال‌پذیری مدل

پژوهش حاضر جهت تبیین پدیده‌های پیچیده و چندوجهی در نهاد دانشگاه، از پارادایم رئالیسم انتقادی بهره می‌برد. بر این اساس، تداخل مفاهیم LA،EDM و فرآیندکاوی، نه یک هم‌پوشانی عرضی، بلکه یک

«توالی طولی و تکاملی» برای پوشش لایه‌های مختلف واقعیت آموزشی است:

۱. دیالکتیک مفاهیم و لایه‌بندی واقعیت:

در منطق رئالیسم انتقادی، واقعیت دارای سه لایه متمایز است که مدل پیشنهادی برای هر سطح، ابزار متناظری را به خدمت گرفته است:

لایه تجربی: شامل مشاهدات و تجربیات مستقیم (ادراکات دانشجو و استاد). در این مدل، تحلیل یادگیری با واکاوی الگوهای رفتاری در سطح خرد، این لایه را پوشش می‌دهد.

لایه بالفعل: شامل رویدادهای عینی، فارغ از مشاهده‌گر. فرآیندکاوی با استخراج ردپای دیجیتال، جریان واقعی امور را در این لایه آشکار می‌سازد.

لایه واقعی: عمیق‌ترین لایه، شامل مکانیسم‌های مولد (قوانین، بوروکراسی و ساختارهای قدرت). چارچوب مدیریت فرآیندهای کسب‌وکار و لایه حکمرانی مدل، هدفشان شناسایی و اصلاح این مکانیسم‌های زیربنایی است.

۲. مرزبندی عملکردی

در این معماری، EDM و LA به‌عنوان تأمین‌کنندگان بینش در سطح خرد عمل می‌کنند، درحالی‌که فرآیندکاوی به‌عنوان لایه‌ی میانی، این رفتارهای اتمیک را به فرآیندهای کلان سازمانی پیوند می‌زند. درنهایت، BPM نه یک مفهوم هم‌عرض، بلکه «ظرف حکمرانی» و بستر تصمیم‌سازی است که تمامی این تحلیل‌ها را جهت بهبود مستمر در بر می‌گیرد.

۳. ابطال‌پذیری و پایایی مدل

چارچوب پیشنهادی بر پایه منطق ابطال‌پذیری پوپری طراحی شده است. برخلاف مدل‌های صرفاً توصیفی، هر فاز از مدل ده‌فازه حاضر (به‌ویژه در مراحل کشف و انطباق‌سنجی) دارای خروجی‌های سنجه‌پذیر مانند شاخص Fitness و Precision است. این شاخص‌ها به‌عنوان معیارهای ابطال‌پذیری عمل می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که در صورت عدم تطابق خروجی‌های مدل با واقعیت‌های عینی داده‌ها، کل زنجیره مدل در آن مرحله به چالش کشیده شده و مستلزم بازنگری خواهد بود. این ویژگی، مدل را از یک نهاد صلب به یک سازه‌ی پویا و خوداصلاح‌گر تبدیل می‌کند.

جدول ۱۱. تبیین مرزهای مفهومی مدل‌های اولیه

لایه واقعیت	قلمرو پژوهش در مطالعه	ابزار مفهوم کلیدی	نقش در مدل پیشنهادی
Empirical	تجربیات و رفتارهای یادگیری	Learning Analytics	شناسایی نیازها و الگوهای خرد دانشجو
Actual	رویدادها و توالی فعالیت‌ها	Process Mining	کشف مدل واقعی (As-Is) از دل لاگ‌های سیستمی
Real	مکانیسم‌های حکمرانی و ساختار	BPM/Governance	بازطراحی To-Be و اصلاح مکانیسم‌های مولد

جدول ۱۲. تبیین جایگاه مدل‌های اولیه در لایه‌های عملیاتی

مفهوم	لایه عملیاتی در مدل	نقش و جایگاه استراتژیک	تمایز با سایرین
Learning Analytics	لایه خرد	تحلیل الگوهای یادگیری دانشجو	تمرکز بر پیامد یادگیری
EDM	لایه داده	استخراج دانش از پایگاه‌های آموزشی	تمرکز بر کشف الگوهای نهفته
Process Mining	لایه میانی	پل میان رفتار دانشجو و فرآیند اداری	تمرکز بر توالی رویدادها
BPM	لایه کلان	حکمرانی و مدیریت تغییر سازمانی	تمرکز بر بهره‌وری استراتژیک

تمایز با مدل‌های مرجع و نقاط قوت مدل پیشنهادی:

مدل ده‌فازه‌ی حاضر، فراتر از الگوهای کلاسیک فرآیندکاوی، با رویکردی بومی و میان‌رشته‌ای طراحی شده است. تمایزهای بنیادین این مدل نسبت به مدل‌های مرجع جهانی در چهار محور کلیدی قابل تبیین است:

۱ .گذار از ابزار تحلیلی به پروتکل حکمرانی: برخلاف مدل‌های موجود که فرآیندکاوی را صرفاً یک فعالیت محاسباتی و فنی می‌بینند، این مدل بر حکمرانی فرآیند استوار است:

فاز صفر (بنیان حکمرانی) :مدل با تعیین ماتریس مسئولیت‌ها (RASI) و شفاف‌سازی مالکیت فرآیند، از توقف پروژه در پیچ‌وخم‌های بوروکراتیک جلوگیری می‌کند.

این رویکرد، فرآیندکاوی را از یک گزارش آماری ساده به یک «ابزار سیاست‌گذاری» برای سطوح عالی مدیریت دانشگاه (معاونت آموزشی) ارتقا می‌دهد.

۲ .سنتز دانش جهانی و اعتبار سازه: نوآوری روش‌شناختی این پژوهش در بهره‌گیری از فرا قوم‌نگاری برای پی‌ریزی هسته تئوریک مدل است.

بنیان تئوریک مستحکم :برخلاف مدل‌های کلاسیک که مستقیماً به سراغ داده‌های خام می‌روند، این مدل

بر پایه‌ی یک فرا-مدل[1] بنا شده است.

این مدل حاصل «ترجمه متقابل» مفاهیم از ۸ مدل مرجع است که منجر به دستیابی به بالاترین سطح اعتبار سازه می‌گردد. درواقع، مؤلفه‌های یادگیری و حکمرانی در این مدل، نه از مشاهدات تصادفی، بلکه از دل یک سنتز روش‌مند استخراج شده‌اند.

۳ .استراتژی «پایلوت دوسطحی» جهت مدیریت تغییر: یکی از برجسته‌ترین نقاط قوت مدل، تفکیک هوشمندانه میان دو سطح آزمایش میدانی برای مدیریت مقاومت‌های سازمانی است:

پایلوت فنی (امکان‌سنجی) :جهت اطمینان از صحت داده‌ها و رفع نویزهای سیستمی سامانه بهستان.

پایلوت اصلاحی (اثرسنجی) :جهت سنجش میزان مقاومت ذی‌نفعان و ارزیابی اثرگذاری واقعی مداخلات پیش از نهادینه‌سازی کلان .این تفکیک دوسطحی، ریسک شکست پروژه‌های تحول دیجیتال را در محیط‌های محافظه‌کار دانشگاهی به حداقل می‌رساند.

۴ .چرخه‌ی یادگیری سازمانی و مدیریت دانش: مدل پیشنهادی برخلاف الگوهای جهانی که پس از ارائه پیشنهاد بهبود متوقف می‌شوند، به دنبال پایداری تغییر است:

در فاز نهم، بر ثبت آموخته‌ها و تبدیل دانش ضمنی خبرگان به دانش صریح سازمانی تأکید شده است.

این فرآیند، بهبود را از یک اقدام مقطعی به یک چرخه پایدار PDCA (برنامه‌ریزی، اجرا، کنترل، اصلاح) در ساختار دانشگاه تبدیل می‌کند تا تعالی سازمانی به شکلی نهادینه محقق گردد.

جدول ۱۳. مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود

شاخص مقایسه	مدل‌های سنتی	چارچوب ده فازه	مزیت و تمایز
تمرکز اصلی	استخراج فنی داده و کشف مدل	تلفیق لایه‌های فنی، مدیریتی و یادگیری	جامعیت در حکمرانی
خروجی اصلی	گزارش‌های آماری و نمودار فرآیند	سناریوهای بهینه‌سازی و مدل To-Be	قابلیت اقدام
بومی‌سازی	عمومی و مستقل از بافتار	منطبق بر ساختار دانشگاه تهران	انطباق با اکوسیستم ایران
ارزیابی	صرفاً معیارهای Fitness/Precision	اعتبارسنجی توسط خبرگان و شبیه‌سازی	اعتبار متدولوژیک دوگانه

جامعیت یا برتری مدل پیشنهادی، نه به‌معنای نفی مدل‌های مرجع، بلکه به‌معنای توسعه یک نقشه راه اجرایی و حکمرانی‌پذیر برای تصمیم‌سازان دانشگاهی و متناسب‌سازی فرآیندکاوی با شرایط نهادی

1 Meta-Model

دانشگاه تهران تفسیر می‌شود .نخستین تمایز بنیادین مدل پیشنهادی این پژوهش با مدل‌های مرجع رایج در حوزه فرآیندکاوی و بهبود فرآیند، تأکید صریح و ساختاریافته بر «حکمرانی متمرکز و شفاف‌سازی مالکیت» است. درحالی‌که بسیاری از مدل‌های بین‌المللی، مالکیت داده، فرآیند و اختیار تصمیم‌گیری را مفروض و از پیش حل‌شده تلقی می‌کنند، مدل حاضر با افزودن یک فاز مستقل و مقدماتی تحت عنوان «مالکیت و حکمرانی»، به‌طور واقع‌بینانه به پیچیدگی‌های نهادی، بوروکراتیک و چندلایه پاسخ می‌دهد و زمینه تصمیم‌گیری مؤثر، پاسخگویی و پایداری مداخلات بهبود را فراهم می‌سازد. در بافت دانشگاه تهران تلاقی مسئولیت بین معاونت آموزشی و مرکز فناوری اطلاعات یک مانع کلیدی است.

دومین نقطه قوت مدل پیشنهادی، توجه به «فرآیندهای خارج از سیستم» و لایه معنایی تحلیل است. برخلاف اغلب مدل‌های مبتنی بر لاگ که تحلیل را به داده‌های ثبت‌شده در سامانه‌ها محدود می‌کنند، این پژوهش با طراحی یک لایه تفسیری، امکان ادغام «روایت‌های انسانی»، تعاملات غیررسمی و فعالیت‌هایی را که خارج از سامانه بهستان رخ می‌دهند فراهم کرده است. این رویکرد موجب می‌شود گلوگاه‌های واقعی فرآیند که لزوماً در داده‌های سیستمی منعکس نمی‌شوند، شناسایی‌شده و تحلیل فرآیند از سطح صرفاً فنی به سطح اجتماعی-سازمانی ارتقا یابد.

سومین تمایز کلیدی، پیش‌بینی «پایلوت دوسطحی» در ساختار متدولوژی است. برخلاف مدل‌های متعارف که معمولاً به یک مرحله پایلوت فنی بسنده می‌کنند، مدل پیشنهادی این پژوهش شامل دو مرحله پایلوت متمایز (پایلوت فنی و پایلوت اصلاحی) است. این طراحی امکان آزمون تدریجی، یادگیری سازمانی، کاهش ریسک شکست و مدیریت مقاومت ذی‌نفعان را در محیط‌های پیچیده و محافظه‌کارانه دانشگاهی فراهم می‌کند و به نهادینه‌سازی تغییرات در بلندمدت یاری می‌رساند. مجموع این تمایزها موجب شده است مدل پیشنهادی، فراتر از یک چارچوب مهندسی فرآیند، به الگویی حکمرانی‌محور، یادگیرنده و متناسب با بستر سازمان‌های آموزشی ایران تبدیل شود.

همچنین، بسیاری از مدل‌های مرجع در ادبیات فرآیندکاوی، این رویکرد را عمدتاً به‌عنوان یک مدل فنی ـ ریاضی و مبتنی بر الگوریتم‌های کشف و تحلیل لاگ‌های رویداد تلقی می‌کنند؛ درحالی‌که مدل پیشنهادی این پژوهش با عبور از نگاه صرفاً محاسباتی، فرآیندکاوی را در قالب یک «نقشه راه مدیریتی» برای مدیران و تصمیم‌سازان دانشگاهی بازتعریف می‌کند. در این چارچوب، فرآیندکاوی نه صرفاً ابزاری

برای تحلیل داده، بلکه سازوکاری راهبردی برای تصمیم‌گیری آگاهانه، اولویت‌بندی مداخلات بهبود، مدیریت تغییر و تحقق حکمرانی داده‌محور در نظام آموزش عالی تلقی می‌شود.

جدول ۱۴. مقایسه نظام‌مند مدل پیشنهادی با چارچوب‌های مرجع جهانی

مدل	پوشش لایه‌ها	نوع خروجی	سطح حکمرانی	سطح عملیاتی سازی
چرخه عمر فرآیندکاوی	فنی–تحلیلی (کشف، انطباق، بهبود)	مدل فرآیند، شاخص‌های عملکرد	ضمنی (فرض مالکیت داده)	متوسط (تحلیل‌محور، مداخله محدود)
CRISP-DM	داده‌محور	مدل داده و الگوهای تحلیلی	فاقد لایه حکمرانی صریح	متوسط (مناسب پروژه‌های داده‌کاوی)
L* Lifecycle Model	مفهومی–تجربه‌محور (سفر یادگیری)	نگاشت تجربه یادگیری	فاقد حکمرانی فرآیندی	پایین (تحلیلی–توصیفی)
PM² Methodology	مدیریتی–پروژه‌ای	برنامه اجرا، Deliverable های پروژه	متوسط (مالک پروژه مشخص، نه مالک فرآیند)	بالا (در سطح مدیریت پروژه)
مدل سفر دانشجو	کاربرمحور–خدمت‌محور	نقشه تجربه دانشجو	فاقد حکمرانی داده و فرآیند	پایین تا متوسط (سیاست‌گذارانه)
چارچوب‌های تحلیل یادگیری	آموزشی–تحلیلی	داشبوردهای یادگیری، شاخص‌ها	محدود به سطح داده آموزشی	متوسط (تحلیل بدون مداخله ساختاری)
مدل‌های پیش‌بینی ریسک و ترک تحصیل	آماری–پیش‌بینی	مدل ریسک، هشدار زودهنگام	فاقد حکمرانی فرآیندی	پایین (پشتیبان تصمیم)
مدل ده‌فازه پیشنهادی پژوهش	مفهومی + داده‌ای + فنی + سازمانی + حکمرانی + یادگیری	نقشه راه اجرایی، مدل فرآیند، KPI، پیشنهاد بهبود، تصمیم Go/No-Go	صریح و نهادی مالک فرآیند، RASI، Change Control	بالا پایلوت دوسطحی، PDCA، نهادینه‌سازی

الزامات پیاده‌سازی چارچوب

اجرای موفق چارچوب مفهومی پیشنهادی مستلزم فراهم‌سازی مجموعه‌ای از الزامات زیرساختی، سازمانی و مهارتی است. این الزامات به‌منظور اطمینان از قابلیت اجرای فنی، مقبولیت سازمانی و اثربخشی تحلیلی چارچوب طراحی شده‌اند.

الف) وجود زیرساخت فنی (یعنی وجود سیستم‌های اطلاعاتی آموزشی) به‌عنوان بستر اولیه اجرای فرآیندکاوی لازم است.

ب) نیازمند حمایت مدیریت ارشد است. تجربه دانشگاه‌های موفق نظیر Queensland University of Technology نشان می‌دهد که تعهد راهبردی مدیران، شرط اول پایداری و مقیاس‌پذیری این سیستم‌هاست افزون بر آن، ایجاد یک تیم هوش داده بین‌رشته‌ای با تخصص در علوم داده، تحلیل فرآیند و فناوری آموزشی نقش محوری در هدایت پروژه ایفا می‌کند.

ج) پیاده‌سازی این چارچوب نیازمند مهارت‌های تحلیلی و فنی خاصی است. اعضای تیم باید توانایی در استخراج، پاک‌سازی و پیش‌پردازش داده‌های آموزشی را داشته باشند. همچنین، دانش کافی در انتخاب و اجرای الگوریتم‌های کشف و انطباق فرایندها و تفسیر خروجی‌های آن‌ها ضروری است.

د) اجرای مؤثر چارچوب داده‌محور در بستر آموزش عالی مستلزم رعایت دقیق اصول اخلاقی و حقوقی مرتبط با حریم خصوصی داده‌ها و مقررات حفاظت از اطلاعات شخصی است. در این زمینه، مقررات عمومی حفاظت از داده‌های اتحادیه اروپا[1] به‌عنوان استاندارد بین‌المللی پذیرفته‌شده، بر اصولی همچون شفافیت، حداقل‌سازی داده و حق فراموش‌شدن تأکید دارد(Voigt & von dem Bussche, 2017) ، لذا باید مکانیسم‌هایی برای حذف یا بی‌اثر کردن سوابق کاربر بنا به درخواست وی وجود داشته باشد .(Article 17, GDPR) همچنین، استفاده از تکنیک‌های ناشناس‌سازی یا شبه ناشناس‌سازی برای حفاظت از اطلاعات شخصی در فرایندکاوی آموزشی ضروری است. افزون بر آن، سامانه‌هایی که Event Log تولید می‌کنند باید به‌گونه‌ای پیکربندی شوند که داده‌های حساس تنها با سطح دسترسی مناسب و به‌صورت رمزگذاری‌شده پردازش شوند. رعایت این الزامات، ضمن حفظ اعتماد ذی‌نفعان آموزشی، موجب ارتقاء اعتبار چارچوب پیشنهادی در محیط‌های آکادمیک و بین‌المللی خواهد شد.

بدین منظور چک‌لیست ارزیابی ریسک اخلاقی که ابزاری کاربردی برای مدیران آموزش و فناوری اطلاعات دانشگاه است، به شرح زیر پیشنهاد می‌شود تا پیش از اجرای فنی، ریسک‌های اخلاقی را مدیریت کنند.

---

1 GDPR

جدول ۱۵. چک‌لیست ارزیابی ریسک اخلاقی

ردیف	سؤال کنترلی	وضعیت (بلی/ خیر)	ملاحظات بومی (دانشگاه تهران)
۱	آیا شناسه‌های دانشجویی (Case ID) پیش از تحلیل «هش» یا «گمنام» شده‌اند؟	☐ ☐	مطابق با لایه فنی مدل
۲	آیا سطوح دسترسی کارشناسان به داده‌های حساس سامانه بهستان محدود شده است؟	☐ ☐	رعایت لایه حکمرانی و مالکیت داده
۳	آیا فرآیندکاوی تنها بر روی «فرآیند» تمرکز دارد و نه «ارزیابی فردی» دانشجویان؟	☐ ☐	جلوگیری از سوگیری در تصمیم‌ساز
۴	آیا فرآیند استخراج داده‌ها تحت نظارت مالک فرآیند انجام شده است؟	☐ ☐	رعایت حکمرانی
۵	آیا بازه زمانی نگهداری داده‌های موقت در سرورهای تحلیل مشخص و محدود شده است؟	☐ ☐	رعایت استانداردهای حفاظت داده

برای تبدیل این مدل فنی به تصمیمات واقعی مدیریتی در سطح آموزش عالی نیازمند نگاه سیستمی، چندلایه‌ای و پل‌زننده میان تحلیل و حکمرانی است.

جدول ۱۶. نقش لایه‌ها در تصمیمات مدیریتی

لایه	محتوا	نقش در تبدیل به
لایه فنی / تحلیلی	مدل‌های فرآیندکاوی، تحلیل مسیر دانشجو، یادگیری خودتنظیمی، مدل‌های پیش‌بینی ترک تحصیل	تولید شاخص‌ها و یافته‌های کمی و کیفی
لایه تفسیر حوزه‌ای	تحلیل‌ها به زبان آموزشی، شناسایی نقاط بحرانی، تحلیل مداخله‌پذیر	ترجمه نتایج فنی به مفاهیم آموزشی و سیاست‌گذاری
لایه مدیریتی/ تصمیم‌گیری	تصمیمات سیاستی، برنامه‌ریزی منابع، طراحی مداخلات آموزشی، بهبود فرآیندها	اعمال تغییرات، تخصیص منابع و تدوین سیاست‌ها

در مرحله اول باهدف اطمینان از اینکه داده‌ها معتبر و قابل تفسیر هستند باید به تولید و اعتبارسنجی داده‌ها پرداخته شود.

در مرحله دوم نتایج فنی به شاخص‌های مدیریتی ترجمه شود یعنی مسیرهای پرتکرار، نقاط گلوگاه، مراحل با ریسک ترک تحصیل بالا به‌عنوان شاخص‌های کلیدی استخراج شود و با استفاده از شاخص‌های

قابل‌درک برای مسئولین آموزشی توضیح داده شود و در سه سطح هشدارهای لازم صادر شود: هشدار به اساتید، تغییر تصمیمات تاکتیکی مانند بازطراحی دروس، تغییر در تصمیمات استراتژیک مانند سیاست‌های کلان دانشگاه در امور آموزشی

در مرحله سوم سناریوهای نحوه مداخله «چه می‌شود اگر...» طراحی شود.

در مرحله چهارم تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و منابع لازم برای اجرای آن‌ها اتخاذ شود و داشبوردها مدیریتی طراحی شود.

در مرحله پنجم پس از انجام مداخلات فوق، عملکرد صورت گرفته مجدداً بررسی و در صورت نیاز اصلاح شود.

فاز عملی و انجام مطالعه میدانی در دانشگاه تهران

قلمرو مکانی این پژوهش منحصراً به دانشکدگان مدیریت دانشگاه تهران محدود می‌گردد. اگرچه چارچوب پیشنهادی بر اساس مرور نظام‌مند مدل‌های بین‌المللی و سنتز دانش جهانی طراحی شده است، اما شواهد تجربی استخراج‌شده از سامانه «بهستان» و تحلیل‌های زمانی، مستقیماً بازنمایی‌کننده فرآیندهای جاری در این دانشکدگان است. لذا، تعمیم نتایج و مدل حاصله به سایر ارکان دانشگاه یا نهادهای کلان نظیر وزارت عتف، مستلزم لحاظ کردن ملاحظات بافتاری و ویژگی‌های منحصربه‌فرد زیرساختی و فرهنگی هر سازمان است. این محدودیت، نه یک ضعف، بلکه نشان‌دهنده دقت مدل در انطباق با واقعیت‌های عینی یک محیط آموزشی پیشرو است.

منبع اصلی استخراج شواهد تجربی این پژوهش، سامانه جامع بهستان به‌عنوان زیرساخت اصلی مدیریت فرآیندهای آموزشی در دانشگاه تهران، است. این سامانه با ارائه گزارش‌های مدیریتی، عملیاتی و پارامتریک در قالب‌های Excel وPDF ، پتانسیل لازم برای تأمین داده‌های خام فرآیندی را داراست.

علیرغم تعدد فرآیندها در بهستان، جهت تضمین کیفیت عملیات فرآیندکاوی، انطباق فرآیندها با چهار معیار بنیادین (Bogarín et al., 2018) و (van der Aalst W. , 2016) مورد واکاوی قرار گرفت:

تعریف روشن :Case ID قابلیت تفکیک دقیق هر درخواست (مثلاً بر اساس شماره دانشجویی یا شناسه درخواست).

توالی رویدادهای قابل‌مشاهده :وجود ثبت زمانی دقیق برای هر تغییر وضعیت.

کنترل تنوع رفتاری :وجود مسیرهای موازی و گره‌های تصمیمی جهت تحلیل الگوهای انحراف.

قابلیت تفسیر آموزشی :معنادار بودن نتایج برای بهبود سیاست‌های یادگیری و حکمرانی.

پس از بررسی‌های فنی، سه فرآیند دارای بالاترین سطح آمادگی فرآیندی شناسایی شدند:

گردش کار درخواست دفاع.

گردش کار تصویب موضوع و اساتید (فرآیند برگزیده).

بررسی مشکلات آموزشی در شورا.

فرآیند تصویب موضوع و اساتید به دلیل پیچیدگی در تعاملات میان دانشجو، گروه آموزشی و تحصیلات تکمیلی و همچنین اهمیت راهبردی آن در کاهش زمان فارغ‌التحصیلی، به‌عنوان مورد مطالعاتی در دانشکدگان مدیریت دانشگاه تهران برگزیده شد.

پیاده‌سازی فاز صفر: نگاشت ذی‌نفعان و تثبیت حکمرانی داده

در راستای اجرای نخستین گام از چارچوب ده‌فازه پیشنهادی اقدامات کلیدی در این فاز بر دو محور اصلی استوار گردید:

الف: تثبیت مالکیت و سطوح دسترسی: در سطح حاکمیت سازمانی، معاونت آموزشی دانشگاه تهران به‌عنوان «مالک اصلی» داده شناسایی و نقش آن در تأیید نهایی مداخلات تثبیت شد. این اقدام، زیربنای حقوقی لازم برای استخراج و تحلیل داده‌های حساس سامانه بهستان را فراهم آورد.

ب: شناسایی و تحلیل ماتریس ذی‌نفعان :بازیگران کلیدی فرآیند در چهار سطحِ «دانشجویان دکتری»، «اساتید راهنما»، «مدیران گروه‌های آموزشی» و «کارشناسان تحصیلات تکمیلی» نگاشت شدند. تمامی تعاملات، توقف‌ها و تراکنش‌های میان این بازیگران که در سامانه بهستان ثبت گردیده بود، به‌عنوان منبع داده‌ای اصلی (مبدأ شواهد) جهت بازسازی جریان واقعی فرآیند مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

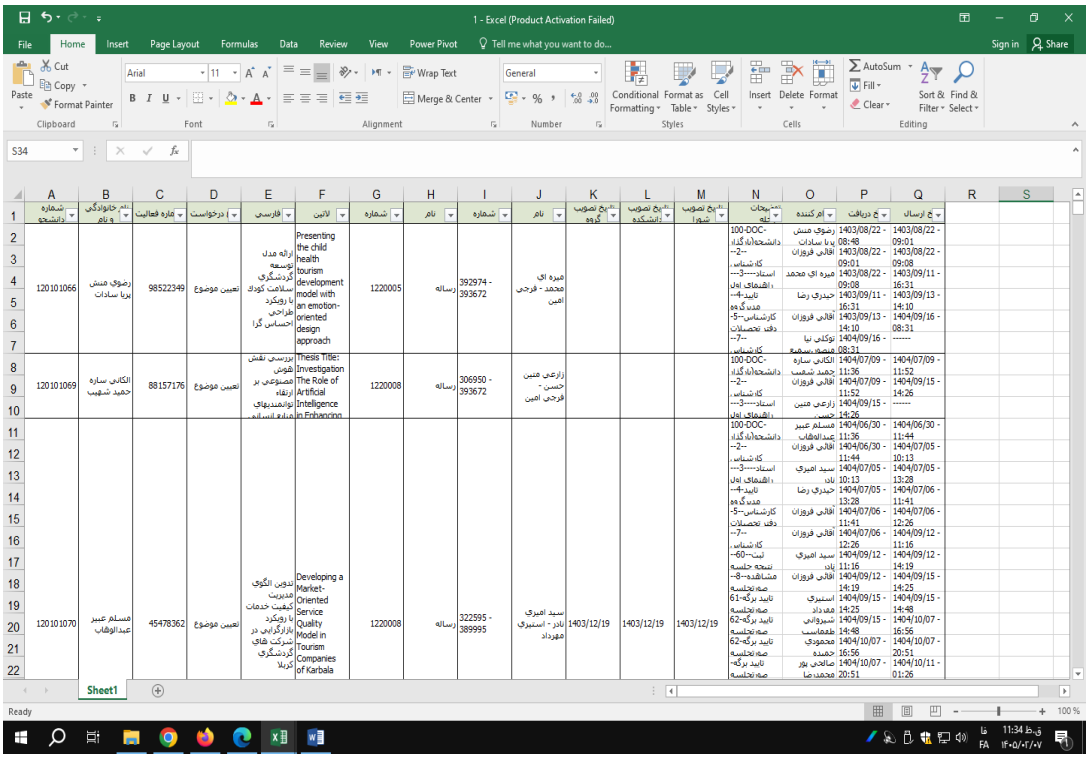
فاز استخراج و مهندسی رویدادنما

هسته عملیاتی این پژوهش بر ساخت یک رویدادنمای استاندارد از پایگاه داده سامانه «بهستان» استوار است. فرآیند گذار از داده‌های خام تراکنشی به ساختار تحلیل‌پذیر فرآیندی به شرح زیر طی گردید:

۱ .کالبدشکافی و فیلترینگ جریان داده

حجم اولیه داده‌های استخراج شده شامل ۶۴۲٫۸ ردیف رویداد متعلق به ۰۷۱٫۱ پرونده (مقاطع ارشد و دکتری) بود. با اتکا به اصل «اولویت کیفیت بر کمیت» در فرآیندکاوی آموزشی (Bogarín et al., 2018)، فرآیند فیلترینگ تخصصی بر روی مقطع دکتری متمرکز شد. خروجی این مرحله، یک مجموعه داده غنی شامل ۴۷۱٫۳ رویداد متعلق به ۱۲۰ پرونده منحصربه‌فرد بود که برای تحلیل‌های عمیق فرآیندی مورداستفاده قرار گرفت. نمونه استخراج‌شده از سامانه (شکل ۷) شامل شماره دانشجویی، نام و نام خانوادگی، شماره فعالیت، نوع درخواست، عنوان (رساله، پایان‌نامه) به زبان فارسی و انگلیسی، نام اساتید راهنما، توضیحات انجام فرآیند در هر قسمت، مسئول انجام فرآیند، تاریخ و زمان شروع و پایان فرآیند درج شده است. همچنین برخی ستون‌ها با عنوان شماره و یا تاریخ تصویب گروه /دانشکده/ شورا نیز در جریان داده اولیه وجود دارد.

شکل ۷. نمونه Event Log استخراج‌شده از سامانه بهستان



۲ .وضعیت طراحی ساختار داده

شناسه Case ID: شماره یکتای دانشجو جهت ردیابی پیوسته مسیر از ابتدا تا انتها.

انتزاع فعالیت :۱۶۱ عنوان فعالیت اولیه شناسایی شد که موارد زیادی عنوان فعالیت تکراری و یا ترکیب‌شده با نتیجه فعالیت درج شده است، مشکل دیگر که به دلیل محدودیت پایتون بروز می‌کند، خوانش زبان فارسی است.

نگاشت زمانی :تمامی برچسب‌های زمانی با استفاده از تقویم جلالی درج شده و امکان محاسبات دقیق فنی و تحلیل‌های زمانی در محیط پایتون را با مشکل مواجه می‌کند.

نقش‌های سازمانی: تنوع بسیار زیادی در نقش‌های مؤثر سازمانی در انجام فعالیت به چشم می‌خورد.

فاز پیش‌پردازش و تصفیه نویز: ارتقای کیفیت و اعتبار سازه

مطابق با لایه‌ی فنی مدل ده‌فازه، فرآیند پیش‌پردازش به‌عنوان حیاتی‌ترین گام جهت تضمین اعتبار یافته‌ها انجام شد. داده‌های خام سامانه «بهستان» به دلیل ماهیت ثبتی و اداری، حاوی نویزهای ساختاری و آشفتگی در عناوین فعالیت‌ها بودند. اقدامات اصلاحی در ۶ محور راهبردی صورت گرفت:

۱ .بازسازی یکپارچگی مسیر

رکوردهای Merge شده در پایگاه داده که مانع از تحلیل توالی فعالیت‌ها می‌شدند، با دقت بالا تفکیک و مسیر هر پرونده به‌طور مستقل بازسازی شد. این اقدام از بروز خطای انباشتگی در محاسبات زمانی جلوگیری نمود.

۲ .استانداردسازی زمانی و تقویمی

به‌منظور رفع محدودیت کتابخانه‌های محاسباتی پایتون (PM4Py) در پردازش تقویم جلالی، تمامی برچسب‌های زمانی به فرمت میلادی تبدیل شدند. این استانداردسازی، پیش‌نیاز دقیق محاسبات زمان کل فرآیند و زمان انتظار گردید.

۳ .تصفیه نویز و حذف فعالیت‌های فاقد ارزش‌افزوده

جهت جلوگیری از انحراف در تحلیل، موارد زیر از مجموعه داده خارج شدند:

رویدادهای منفعل :فعالیت‌هایی نظیر «مشاهده برگه» که فاقد بار تصمیم‌گیری و اثر بر جریان فرآیند بودند. مسیرهای ناقص :پرونده‌هایی که تنها شامل یک رویداد (مانند شروع بدون پیگیری) بودند، جهت جلوگیری از سوگیری در میانگین زمان کل حذف گردیدند.

٤ .انتزاع مفهومی و استانداردسازی فعالیت‌ها

به‌منظور جلوگیری از ایجاد مدل‌های اسپاگتی و غیرقابل تفسیر، ۱۶۱ عنوان فعالیت اولیه از طریق تکنیک تجمیع به ۱۳ عنوان استاندارد کاهش یافت. در این فرآیند، عناوین به زبان تخصصی (انگلیسی) ترجمه و معادل‌سازی شدند؛ برای مثال: Eligibility Review جایگزین بازبینی مدارک و تأیید شرایط. Referee Selectionجایگزین پیشنهاد و تعیین داوران.

۵ .مهندسی ویژگی و تفکیک «عمل» از «نتیجه»

در یک نوآوری ساختاری، عناوینی که ماهیت دوگانه (فعالیت + نتیجه) داشتند تفکیک شدند. عناوینی مانند «تأیید» یا «عدم تأیید» ذیل یک فعالیت مرجع مانند Supervisor Appointment قرار گرفتند و نتیجه‌ی آن‌ها در ستون جدیدی تحت عنوان Outcome ثبت گردید. این اقدام، شفافیت مدل کشف‌شده را به‌طور چشم‌گیری ارتقا داد.

٦ .صیانت از هویت و استانداردسازی نقش‌ها

تمامی داده‌ها بی‌نام‌سازی شده و نقش‌های سازمانی در ۸ دسته‌ی کلیدی (دانشجو، استاد، کارشناس، مدیر گروه و ...) بازتعریف شدند تا تحلیل‌های تعاملی بر پایه جایگاه سازمانی امکان‌پذیر گردد.

شکل ۸. نمونه Event log تصفیه‌شده و بدون نویز

	A	B	C	E	F	G
1	Case ID	Role	Activity	Outcome	Start_DateTime	End_DateTime
2916	2027	Educational staff expert	Supervisor appointment process	Not Approved	2025/4/7-19:24	2025/4/8-08:41
2917	2027	Student	Supervisor appointment process	Approved	2025/4/8-08:41	2025/5/13-10:09
2918	2027	Educational staff expert	Supervisor appointment process	Not Approved	2025/5/13-10:09	2025/6/22-13:29
2919	2027	Student	Supervisor appointment process		2025/6/22-13:29	Error------
2920	6013	Student	Student submission	Approved	2022/3/13-12:05	2022/3/13-13:49
2921	6013	Educational staff expert	Eligibility review	Approved	2022/3/13-13:49	2022/3/13-14:00
2922	6013	Student	Progress report	Approved	2022/3/13-14:00	2022/3/13-14:28
2923	6013	Student	Auto-Approval		2022/3/13-14:28	2022/3/13-14:54
2924	6013	Supervisor	Referee selection	Approved	2022/3/13-14:55	2022/3/13-14:58
2925	6013	Group Manager	Doing steps		2022/3/13-14:58	2022/4/5-14:44
2926	6013	Educational staff expert	Filing a case after the meeting	Approved	2022/4/5-14:44	2023/4/16-12:57
2927	8002	Student	Student submission	Approved	2023/3/6-02:07	2023/3/6-13:31
2928	8002	Educational staff expert	Eligibility review	Approved	2023/3/6-13:31	2023/3/6-14:03
2929	8002	Supervisor	Referee selection	Approved	2023/3/6-14:03	2023/3/7-13:51
2930	8002	Group Manager	Doing steps		2023/3/7-13:51	2023/3/7-15:27
2931	8002	Educational staff expert	Filing a case after the meeting	Approved	2023/3/7-15:27	2023/11/19-14:35
2932	8003	Student	Student submission	Approved	2022/11/26-12:52	2022/12/14-11:11
2933	8003	Educational staff expert	Eligibility review	Approved	2022/12/14-11:11	2022/12/25-11:56
2934	8003	Supervisor	Referee selection	Approved	2022/12/25-11:56	2022/12/25-13:39
2935	8003	Group Manager	Doing steps		2022/12/25-13:39	2022/12/28-11:50
2936	8003	Educational staff expert	Filing a case after the meeting	Approved	2022/12/28-11:50	2025/3/8-12:14
2937	8003	Educational staff expert	Creating a student document	Approved	2025/3/8-12:14	2025/3/10-08:48
2938	8003	Educational staff expert	Defense session handling	Approved	2025/3/10-08:48	2025/3/10-08:54
2939	8003	Representative	Defense session handling	Approved	2025/3/10-08:54	2025/3/10-09:05
2940	8003	Advisor	Auto-Approval	Approved	2025/3/11-13:20	2025/3/12-09:23
2941	8003	Advisor	Auto-Approval	Approved	2025/3/12-09:23	2025/3/16-01:00

فاز کشف مدل و استخراج وضعیت موجود[1]

در این فاز، با بهره‌گیری از قدرت محاسباتی محیط Google Colab و کتابخانه تخصصی PM4Py، مدل واقعی فرآیند بر اساس الگوریتم Heuristic Miner استخراج گردید. انتخاب این الگوریتم به دلیل توانایی آن در مدیریت نویز و شناسایی روابط علی در محیط‌های پیچیده دانشگاهی صورت گرفت.

۱ .تنظیمات پارامتریک و مدیریت پیچیدگی

جهت عبور از مدل‌های ناخوانای «اسپاگتی» و دستیابی به یک مدل ساختاریافته، پارامترهای الگوریتم با دقت ریاضی تنظیم شدند:

Dependency Threshold (0.90): جهت فیلتر کردن روابط تصادفی و نمایش تنها پیوندهایی که دارای ضریب اطمینان و تکرارپذیری بالا هستند.

And/Loop Thresholds: تنظیم مقادیر به ترتیب روی ۰,۶۵ و ۰,۵۰ جهت بازنمایی دقیق گیت‌وی‌های موازی و حلقه‌های تکرار در گردش کار اساتید و شوراها.

1 As-Is Process Discovery

۲ .واکاوی واریانت‌ها و توالی اجرایی

تحلیل مدل کشف‌شده مبین تنوع بالای رویه‌های اجرایی در سطح دانشکدگان است؛ امری که ریشه در نبود استانداردسازی صلب در فرآیندهای سنتی دارد. فرآیند با فعالیت «بارگذاری مدارک توسط دانشجو» آغاز و پس از عبور از لایه‌های تأیید (نظیر انتخاب داوران و بررسی صلاحیت)، به ایستگاه نهایی «ثبت در آموزش» منتهی می‌گردد.

ارزیابی کیفیت و انطباق‌سنجی

برای اطمینان از اینکه مدل استخراج‌شده، بازنمایی دقیقی از واقعیت «بالفعل» است، آزمون‌های انطباق‌سنجی با سخت‌گیرانه‌ترین شاخص‌های علمی انجام شد:

برازش :(Fitness = 1.000) بر اساس متد Token Replay، مدل کشف‌شده توانایی بازتولید ۱۰۰٪ رفتارهای ثبت‌شده در رویدادنما را داراست. این به معنای عدم وجود تضاد میان «مدل» و «واقعیت» است.

دقت :(Precision = 0.999) محاسبات حاصل از تحلیل Alignments نشان می‌دهد که مدل دچار بیش‌عمومیت‌دهی نشده و تنها رفتارهای مجاز در لاگ را بازنمایی می‌کند.

تحلیل هم‌ترازی :بررسی دقیق گام‌های هم‌ترازی ثابت کرد که فعالیت‌های استراتژیک نظیر Student Submissionو Referee Selection با دقت میلی‌ثانیه‌ای در ساختار مدل جانمایی شده‌اند.

جدول ۱۷. مشخصات فنی الگوریتم

پارامتر/شاخص	مقدار	متدولوژی/ ابزار
الگوریتم اصلی	Heuristic Miner	PM4Py Library (Python)
Dependency Threshold	۰,۹۰	تنظیمات پایتون در کولب
Fitness (Token Replay)	۱,۰۰۰	ارزیابی انطباق ساختاری
Precision (Alignments)	۰,۹۹۹	ارزیابی دقت مدل
Generalization	۰,۸۵	ارزیابی قدرت تعمیم

شکل ۹. مشخصات فنی الگوریتم استخراج شده از پایتون

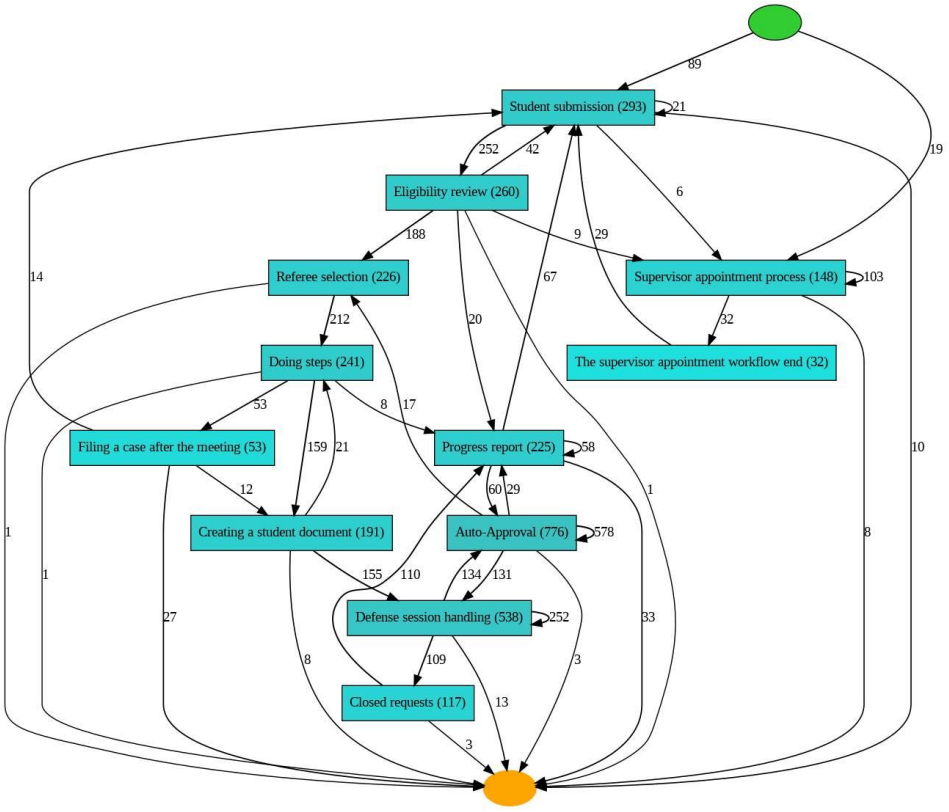
```
1 لطفاً فایل version5.xlsx-را مجدداً آپلود کنید:
Choose Files  No file chosen   Upload widget is only available when the cell has been executed in the current browser session. Please rerun this cell to enable.
Saving 1-version5.xlsx to 1-version5 (3).xlsx

======================================================================
نتایج نهایی تحلیل انطباق فرآیند (Conformance Analysis)
======================================================================
replaying log with TBR, completed traces :: 100% 95/95 [00:00<00:00, 166.40it/s]
aligning log, completed variants :: 100% 95/95 [00:13<00:00, 5.28it/s]

[۱] شاخص برازش بازپخش توکن (Token Replay Fitness): 1.0000
[۲] شاخص برازش همترازی (Alignments Fitness): 0.9997
aligning log, completed variants :: 100% 95/95 [00:13<00:00, 5.33it/s]

[۳] تحلیل تفصیلی اولین انحراف (Alignment Moves):
   -> ('>>', None)
   -> ('>>', None)
   -> ('>>', None)
   -> ('>>', None)
   -> ('Student submission', 'Student submission')
   -> ('>>', None)
   -> ('>>', None)
   -> ('Eligibility review', 'Eligibility review')
   -> ('>>', None)
   -> ('>>', None)
   -> ('Referee selection', 'Referee selection')
   -> ('>>', None)
```

شکل ۱۰. فرآیند کشف شده



تحلیل یافته‌ها و تفسیر استراتژیک: شکاف میان فرآیند آرمانی و واقعیت بالفعل

تحلیل مدل استخراج‌شده و انطباق آن با شواهد تجربی سامانه بهستان، پرده از حقایق پنهانی برمی‌دارد که

در نمودارهای رسمی سازمان مغفول مانده‌اند. یافته‌های این بخش در سه محور کلیدی قابل تبیین است:

۱. تمرکز قدرت و پدیده «دروازه‌بانی»

مدل کشف‌شده نشان می‌دهد که فرآیند تصویب رساله، به‌شدت کارشناس‌محور است. بخش عمده‌ای از وابستگی‌های فرآیندی به نقش‌های میانی، به‌ویژه «کارشناس آموزش»، ختم می‌شود.

تمرکز کنترلی :فعالیت Eligibility Review(بررسی صلاحیت) نه‌تنها بیشترین تکرار را دارد، بلکه به‌عنوان «قلب تپنده» اما «گلوگاه اصلی» سازمان عمل می‌کند.

تبدیل نقش :این تمرکز باعث شده است نقش کارشناس از یک «تسهیل‌گر اداری» به یک «دروازه‌بان فرآیندی[1]» تغییر یابد؛ به‌گونه‌ای که سرعت کل سیستم به‌جای ابتنا بر مکانیزم‌های استاندارد، به توان فردی و حضور فیزیکی کارشناس وابسته شده است.

۲. هزینه‌های پنهان و پدیده «دوباره‌کاری[2]»

نرخ بازگشت ۳۳ درصدی در فعالیت‌ها، بیانگر یک چالش ساختاری در ورودی‌های فرآیند است.

فرسودگی ساختاری: تکرار بالای فعالیت‌هایی نظیر اصلاح مدارک، نشان‌دهنده ابهام در آیین‌نامه‌ها یا نقص در آموزش پیشین کنشگران (دانشجویان و اساتید) است.

پیامد سازمانی: این بازگشت‌های مداوم، «هزینه‌های پنهان» فرآیند هستند که علاوه بر افزایش زمان انتظار، منجر به فرسودگی شغلی کارشناسان و فرسودگی تحصیلی دانشجویان می‌گردد.

۳. تضاد میان «قانون‌مداری صلب» و «کندی ساختاری»

نتایج آزمون‌های انطباق‌سنجی Fitness=1.000 و Precision=0.999پارادوکس عجیبی را آشکار می‌سازد:

از یک‌سو، سیستم بسیار قانون‌مدار است؛ بدین معنا که تمامی رفتارها دقیقاً در چارچوب پروتکل‌های سامانه (Petri Net) انجام می‌شوند و انحرافات فراقانونی تقریباً صفر است.

از سوی دیگر، این انضباط صلب به یک میانگین چرخه ۳۲۵ روزه منجر شده است. این نشان

1 Gatekeeper
2 Rework Loops

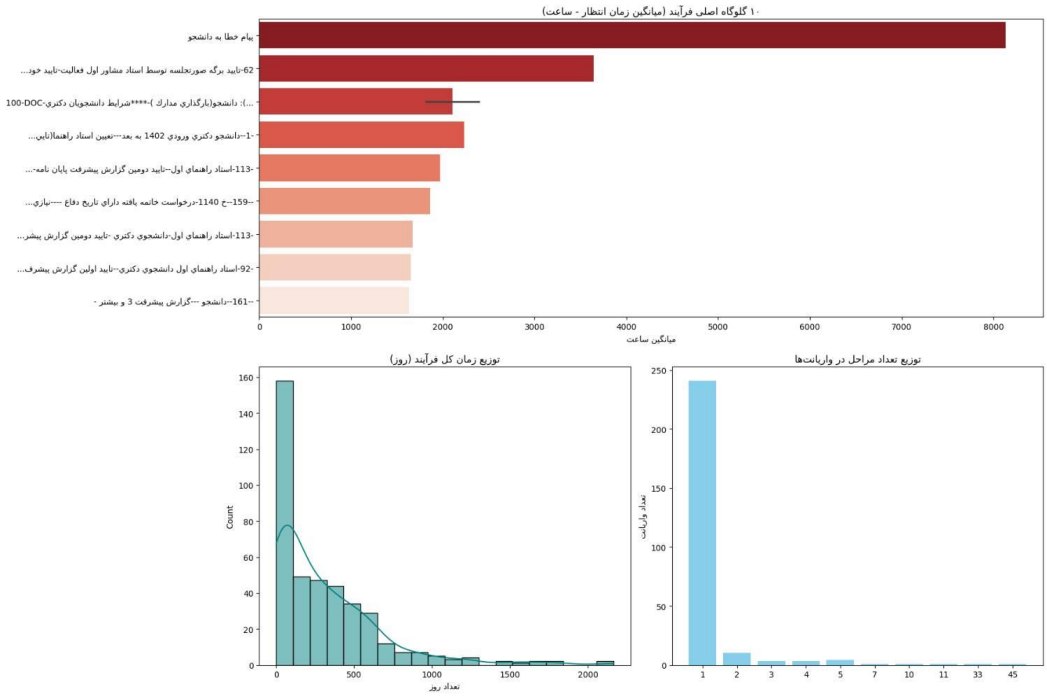
می‌دهد که مشکل دانشگاه تهران «بی‌انضباطی» نیست، بلکه کندی ساختاری ناشی از طراحی فرآیندهای متوالی و بدون نیت‌مندی است.

شکل ۱۱- تحلیل گلوگاه‌های فرآیند

تحلیل گلوگاه‌ها (ایستگاه‌های دارای بیشترین انتظار):

	Activity	تعداد_تکرار	میانگین_زمان_سرویس_ساعت	میانگین_زمان_انتظار_ساعت	حداکثر_توقف_ساعت
10	Student submission	256	225.540169	1213.316964	29469.866667
1	Closed requests	110	1310.929242	265.038485	4123.466667
8	Progress report	123	1132.878726	100.661111	2906.466667
11	Supervisor appointment process	140	278.485952	88.035537	4991.350000
2	Copy to the head of the Faculty Education Depa...	2	7836.166667	85.866667	152.516667
4	Defense session handling	527	189.393580	49.033744	2534.850000
3	Creating a student document	180	1080.666944	45.484074	5517.516667
0	Auto-Approval	767	60.414363	18.692438	3646.166667
5	Doing steps	240	221.056181	10.423750	2311.700000
9	Referee selection	222	169.323574	6.702327	985.883333

شکل ۱۲- نمودار توزیع زمانی، ترتیب گلوگاه‌های فرآیندی و توزیع تعداد مراحل در واریانت‌ها



تحلیل پویایی‌های فرآیند و سناریوهای تحول

تحلیل‌های آماری و بصری‌سازی‌های انجام‌شده در محیط Google Colab، پرده از یک پارادوکس

ساختاری برمی‌دارد: وجود «قانون واحد» در کنار «تکثر رویه‌ای». یافته‌های نهایی پژوهش در سه لایه تبیین می‌گردد:

۱. آسیب‌شناسی ساختاری: فرآیند آشوبناک و تمرکزگرایی عملیاتی

تحلیل واریانت‌ها نشان داد که ۵ مسیر پرتکرار، مجموعاً کمتر از ۲۰٪ پرونده‌ها را پوشش می‌دهند. این وضعیت که در ادبیات فرآیندکاوی به فرآیند آشوبناک شهرت دارد، مبین آن است که دانشجو به‌جای حرکت در یک بزرگراه استاندارد، در مسیری منحصربه‌فرد و متأثر از سلایق کارشناسی حرکت می‌کند.

تمرکزگرایی عملیاتی: قدرت تصمیم‌گیری عملاً از شوراها به «کارشناسان آموزش» منتقل شده است. این وابستگی شدید به فرد، ریسک پایداری سیستم را افزایش داده و سامانه را از یک تسهیل‌گر به یک بازرس مکرر تبدیل نموده که ثبات آن با غیبت یا خطای انسانی به مخاطره می‌افتد.

۲. تحلیل گلوگاه‌ها و دوباره‌کاری مزمن

اثر پینگ‌پونگی در فعالیت‌هایی نظیر Defense Session Handling و Student Submission(با مجموع ۶۵۴ تکرار برای ۱۲۰ پرونده) به‌وضوح مشهود است.

هزینه پنهان: نرخ بالای بازگشت مدارک ناشی از ابهام در استانداردها و نقص در ورودی‌هاست.

گلوگاه زمانی :تحلیل ایستگاه Eligibility Review با میانگین انتظار ۱۲۱۳ ساعت، نشان‌دهنده انباشت پرونده‌ها در بحرانی‌ترین نقطه فرآیند است. میانگین کل چرخه ۳۲۵٫۴ روز، مهر تأییدی بر فرسودگی تحصیلی ناشی از این دوباره‌کاری‌های مزمن است.

۳. لایه تصمیم‌ساز و نتایج شبیه‌سازی

بر اساس یافته‌های فنی، دو مداخله استراتژیک در مدل شبیه‌سازی اعمال گردید:

خودکارسازی شرطی: کنترل سیستمی معدل و آزمون جامع جهت جلوگیری از ورود پرونده‌های فاقد صلاحیت به چرخه.

یکپارچه‌سازی سیستمی: اتصال از طریق APIبه سامانه ایران‌داک جهت حذف زمان انتظار تأییدیه

همانندجویی.

نتایج شبیه‌سازی: تحلیل سناریوی مطلوب نشان می‌دهد که با حذف زمان‌های انتظار غیرضروری و کاهش ۸۰ درصدی معطلی در گلوگاه اصلی، زمان کل فرآیند پتانسیل کاهش به ۱۸۵ روز را داراست. این به معنای بهبود ۴۳ درصدی در بهره‌وری زمانی دانشگاه تهران است.

منطق شبیه‌سازی:

شبیه‌سازی در این پژوهش، نه یک برآورد احتمالی ساده، بلکه یک متدولوژی ریاضی‌محور جهت گذار از مدل وضع موجود (As-Is) به مدل وضع مطلوب (To-Be) است. این فرآیند که در محیط کتابخانه PM4Py توسعه یافته، بر سه رکن استراتژیک استوار است:

۱ .کالبدشکافی زمانی و تفکیک جریان

در مدل‌سازی شبیه‌سازی، کل بازه زمانی (مانند دوره ۳۲۵ روزه فرآیند تصویب موضوع) به دو مؤلفه متمایز تجزیه می‌گردد:

زمان سرویس: بازه زمانی که کنشگران (استاد/کارشناس) به‌طور فعال بر روی پرونده متمرکز هستند.

زمان انتظار: مدت‌زمانی که پرونده در وضعیت ایستا (در کارتابل‌ها) قرار دارد.

منطق شبیه سازی: مفروضات مدل بر این پایه استوار است که تحول دیجیتال، با تمرکز بر حذف گلوگاه‌های اداری، Waiting Timeرا هدف قرار می‌دهد؛ درحالی‌که زمان سرویس (به دلیل ماهیت تخصصی و انسانی) به‌عنوان یک پارامتر صلب در نظر گرفته می‌شود.

۲. اعمال مداخلات بازطراحی

سناریوی مطلوب در کدهای پایتون بر اساس سه مداخله فنی-مدیریتی شبیه‌سازی شده است:

حذف فعالیت‌های فاقد ارزش‌افزوده :حذف نویزها و تکرارهای غیرضروری که در فاز پاک‌سازی داده‌ها شناسایی شده‌اند.

موازی‌سازی: تغییر منطق فرآیند از حالت متوالی به هم‌زمان؛ به‌ویژه در فرآیندهایی نظیر استعلام‌های اداری که می‌توانند هم‌زمان با اصلاحات محتوایی رساله انجام شوند.

خودکارسازی گره‌های تصمیم: جایگزینی تأییدهای انسانی با کنترل‌های سیستمی (نظیر استعلام خودکار ایران‌داک) که زمان انتظار در ایستگاه‌های مربوطه را به مجانبت صفر می‌رساند.

۳. مدل‌سازی احتمالی و تحلیل مونت‌کارلو[1]

شبیه‌سازی انجام‌شده، فراتر از یک تقلیل ساده عددی، از منطق توزیع‌های آماری پیروی می‌کند: برای هر فعالیت، یک توزیع آماری (مانند توزیع نرمال یا نمایی) بر اساس داده‌های واقعی سامانه بهستان منتسب می‌گردد.

سپس فرآیند از طریق شبیه‌سازی مونت‌کارلو در هزاران تکرار تحت شرایط بهینه اجرا می‌شود.

خروجی متقن :نتایج حاصل از این تکرارها نشان می‌دهد که در ۸۰٪ از سناریوهای محتمل، زمان کل فرآیند از ۳۲۵ روز به بازه‌ی ۱۸۵ تا ۱۹۵ روز تقلیل می‌یابد که مبین پتانسیل ۴۰ درصدی بهبود در ساختار فعلی است.

این پژوهش با تبدیل «داده‌های خام» به یک روایت داده‌محور، پروپوزال اصلاحی مدونی را برای مرکز فناوری اطلاعات دانشگاه فراهم آورده است. این دستاورد، مدیریت دانشگاه را قادر می‌سازد تا از تصمیم‌گیری مبتنی بر حدس به سمت حکمرانی بر مبنای شواهد حرکت نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که کاربست اثربخش فرآیندکاوی در آموزش عالی مستلزم فراتر رفتن از تحلیل‌های صرفاً فنی و استقرار آن در قالب یک چارچوب فرایندمحور و تصمیم‌ساز است. مدل نهایی پیشنهادی برای دانشگاه تهران، با ساختاری متشکل از ده فاز به‌هم‌پیوسته از شناسایی پیش‌نیازها و اهداف تا ارزیابی و اعتبارسنجی امکان هدایت نظام‌مند جریان «از داده‌های فرآیندی تا تصمیمات مدیریتی» را فراهم می‌سازد. این فازها با ادغام اصول بنیادین فرایندمحوری شامل شفافیت، انطباق، بهبود مستمر و یادگیری سازمانی، چارچوبی پویا برای تحلیل و بهبود فرآیندهای آموزشی ایجاد می‌کنند.

نتایج نشان می‌دهد که فرآیندکاوی زمانی بیشترین ارزش‌افزوده را برای دانشگاه‌ها ایجاد می‌کند

1 Monte Carlo simulation

که به‌عنوان بخشی از یک نگرش کل‌نگر فرایندمحور به‌کار گرفته شود؛ نگرشی که تمرکز تصمیم‌گیری را از اقدامات جزیره‌ای و واکنشی به بهینه‌سازی مستمر جریان ارزش آموزشی منتقل می‌کند. در این چارچوب، فرآیندکاوی نه‌تنها ابزاری برای بازنمایی رفتار واقعی فرآیندهای آموزشی است، بلکه بستر طراحی نظام‌های هوشمند تصمیم‌یار را برای مدیران آموزش عالی فراهم می‌سازد.

از منظر اجرایی، مدل پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار راهبردی برای پشتیبانی از تصمیم‌سازی مبتنی بر شواهد در سطوح عملیاتی، تاکتیکی و راهبردی مورداستفاده قرار گیرد. به‌کارگیری این مدل در تحلیل فرآیندهای آموزشی، پژوهشی و اداری، شفافیت تصمیم‌گیری، بهبود مستمر عملکرد و افزایش بهره‌وری نظام دانشگاهی را تسهیل می‌کند. خروجی‌های فرآیندکاوی می‌توانند مبنای طراحی سیاست‌های داده‌محور در حوزه‌هایی نظیر ثبت‌نام، آموزش مجازی، ارزیابی کیفیت آموزشی و مدیریت ریسک و ترک تحصیل قرار گیرند.

یکی از پیامدهای کلیدی مدل، افزودن فازهای پایلوت مرحله‌ای است که نقش پل ارتباطی میان طراحی مفهومی و اجرا را ایفا می‌کنند. این فازها امکان آزمون میدانی، اصلاح تدریجی فرآیندها و پیش‌بینی ریسک‌ها را فراهم کرده و دانشگاه‌ها را از تحلیل گذشته‌نگر به سمت مدیریت آینده‌محور سوق می‌دهند. برای اجرای موفق مدل، تشکیل کمیته‌های تخصصی فرآیندکاوی آموزشی، تدوین نظام‌نامه‌های داده و توانمندسازی نیروی انسانی متخصص ضروری است.

باوجود مزایای مفهومی و کاربردی، استقرار چارچوب پیشنهادی مستلزم وجود سطح قابل قبولی از آمادگی سازمانی است. نبود بلوغ فرآیندی اولیه، ضعف در مستندسازی گردش‌های کاری و ابهام در نقش‌های سازمانی می‌تواند مانعی جدی در مسیر اجرای مدل باشد؛ موضوعی که در پژوهش‌های مرتبط با بلوغ مدیریت فرآیند نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Rosemann & de Bruin, 2005)افزون بر این، نبود فرهنگ همکاری بین واحدهای سازمانی و محدودیت‌های زیرساخت فناوری اطلاعات، کیفیت داده‌ها و قابلیت اتکای تحلیل‌ها را کاهش می‌دهد.

همچنین، اعتبارسنجی تجربی مدل در این پژوهش در مقیاس محدود انجام‌شده و تعمیم نتایج به سایر دانشگاه‌ها نیازمند احتیاط است.

با توجه به یافته‌های فرآیندکاوی، به مدیران دانشگاه توصیه می‌شود تمرکززدایی عملیاتی انجام

شود و قدرت اداری در فرآیند تصویب رساله بازتوزیع گردد. تمرکز قدرت در یک گره (مانند گلوگاه ۹۱ ساعته تأیید همانندی) باعث توقف کل زنجیره فرآیند می‌شود و هرگونه بهبود در سایر بخش‌ها تا رفع این گلوگاه تأثیر محدودی خواهد داشت.

بخش‌هایی از تاییدات بوروکراتیک که ارزش تحلیلی کمی دارند، باید به استاد راهنما یا سیستم خودکار منتقل شوند. برای نمونه، تأیید اولیه فرم‌های همانندجویی نباید منتظر امضای کارشناس آموزش باشد و «اثر پینگ‌پونگی» باید از طریق درگاه اعتبارسنجی هوشمند حذف شود. کیفیت پایین داده‌های ورودی نیز باعث افزایش دوباره‌کاری می‌شود؛ بنابراین سامانه بهستان باید از ثبت درخواست‌های ناقص یا با درصد همانندی بالاتر از حد مجاز جلوگیری کند و در همان لحظه بارگذاری، خطا را اعلام نماید تا پرونده وارد کارتابل کارشناس نشود.

بر اساس داده‌های فرآیندکاوی، دانشگاه می‌تواند کوتاه‌ترین و موفق‌ترین مسیرهای طی‌شده را شناسایی کرده و به‌عنوان «الگوی پیشنهادی» در پنل دانشجو نمایش دهد تا از انحرافات زمانی جلوگیری شود. فرآیند استعلام و تأیید همانندی باید به‌صورت کامل سیستمی شود؛ به‌طوری‌که صدور گواهی در ایران‌داک به‌طور خودکار وضعیت پرونده را در بهستان به «تأیید شده» تغییر دهد.

همچنین، مدل فرآیند باید امکان اجرای هم‌زمان گام‌های غیر وابسته را فراهم کند؛ برای مثال، «استعلام‌های اداری» و «تعیین تاریخ دفاع» می‌توانند هم‌زمان با مرحله «اصلاح نهایی رساله زیر نظر راهنما» آغاز شوند. این بازنگری ساختاری می‌تواند میانگین زمان فرآیند ۳۲۵ روزه فعلی را به زیر ۲۰۰ روز کاهش دهد.

درنهایت، طراحی داشبورد پایش فرآیند لحظه‌ای برای اساتید راهنما توصیه می‌شود تا بتوانند توقف‌ها و گلوگاه‌های احتمالی در کارتابل‌های اداری را شناسایی و رفع کنند و سرعت فرآیند دفاع دانشجویان بهبود یابد.

پژوهش‌های آینده می‌توانند با آزمون تجربی این مدل در دانشگاه‌های مختلف و در بافت‌های نهادی متنوع، به غنای شواهد تجربی آن بیفزایند. تلفیق چارچوب پیشنهادی با الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، به‌ویژه در حوزه پیش‌بینی ریسک تحصیلی و ترک تحصیل، مسیر پژوهشی ارزشمندی محسوب می‌شود. همچنین، انجام مطالعات تطبیقی میان چارچوب‌های

فرآیندکاوی در نظام‌های آموزش عالی مختلف می‌تواند به توسعه و بومی‌سازی بیشتر مدل‌های تصمیم‌محور داده‌محور کمک کند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Leila Momeni **http://orcid.org/0009-0000-4577-7487**
Hamid Reza Yazdani **http://orcid.org/0000-0002-5957-643X**
Meisam Shahbazi **http://orcid.org/0000-0002-7801-8767**

منابع

۱. رجبی بذل، ش.، خراسانی، ا.، یزدانی، ح.، اعلامی، ف .(۱۴۰۴) .طراحی چارچوب سیاست‌گذاری برای تحول دیجیتال در آموزش عالی: ترکیبی فرا قوم‌نگارانه از مدل‌های سیاست‌گذاری عمومی. *سیاست‌گذاری عمومی ۲۰۹-۲۲۴ (۱)۱۲،* https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.397119.2741

References

2. Barnett-Page, E., & Thomas, J. (2009). Methods for the synthesis of qualitative research: a critical review. *BMC Medical Research Methodology*. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1471-2288-9-59
3. Bogarín, A., Cerezo, R., & Romero, C. (2018). A survey on educational process mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 8(1), 8*(1), e1230. https://doi.org/10.1002/widm.1230
4. Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. (2018). *Fundamentals of Business Process Management.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4
5. Ferguson, R. (2012). Learning analytics: Drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning, 4(5/6), 4*(5/6), 304–317. https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051816
6. Grant, M., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Wiley online libarary*. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x
7. Hammer, M., & Stanton, S. (1999). How Process Enterprises Really Work. *Harvard Business Review, 77(6), https://hbr.org/1999/11/how-process-enterprises-really-work*, 108–118.
8. Hernaus, T., Vuksic, V., & Stemberger, M. (2020). Assessing the Impact of Process Orientation on Organizational Performance: Evidence from Higher Education. *Total Quality Management & Business Excellence, 31(9–10),* 1032–1050.
9. Hoon, C. (2013). Meta-synthesis of Qualitative Case Studies: An Approach to Theory Building. *Organizational Research Methods, 16(4), 16*(4), 522-556. https://doi.org/10.1177/1094428113484969
10. Ifenthaler, D., & Yau, J.-K. (2020). Utilising learning analytics for study success: Reflections on current empirical findings. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 15(4)*, 1-13. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64792-0_2
11. Kitchenham, B., Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology, 51*(1), 7–15. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009
12. Leitner, P., Khalil, M., & Ebner, M. (2017). Learning analytics in higher education—A literature review. In A. Peña-Ayala, *Learning Analytics:*

Fundaments, Applications, and Trends (Vol. 1, pp. 1-23). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52977-6_1

13. Long, H., French, D., & Brooks, J. (2020). Optimising the value of the critical appraisal tool: Applications to the appraisal of heterogeneous studies. *International Journal of Social Research Methodology*. https://doi.org/10.1177/2632084320947559
14. Mayer-Schönberger, V., & Ramge, T. (2018). *Reinventing capitalism in the age of big data.* Basic Books.
15. Mendling, J., Pentland, B., & Recker, J. (2020). Building a complementary agenda for business process management and digital innovation. *European Journal of Information Systems, 29*(3), 208–219. https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1755207
16. Molenaar, I., de Mooij, S., Azevedo, R., Bannert, M., Järvelä, S., & Gašević, D. (2023). Measuring self-regulated learning and the role of AI: Five years of research using multimodal multichannel data. *Computers in Human Behavior, 139*, 107540. https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107540
17. Moubayed, A., Injadat, M., Shami, A., & Lutfiyya, H. (2020). tudent engagement level in an e-learning environment: Clustering using K-means. *American Journal of Distance Education, 34(2)*, 137-156. https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1696140
18. Nai, R., Sulis, E., Marengo, E., Vinai, M., & Capecchi, S. (2023). Process Mining on Students' Web Learning Traces: A Case Study with an Ethnographic Analysis. *Responsive and Sustainable Educational Futures.* Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-42682-7_48
19. Noblit, G., & Hare, R. (1998). *Meta-Ethnography: Synthesizing Qualitative Studies.* SAGE Publications, Inc. https://doi.org/10.4135/9781412985000
20. Reinkemeyer, L. (2020). *Process Mining in Action: Principles, Use Cases and Outlook.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40172-6
21. Rosemann, M., & de Bruin, T. (2005). Towards a business process management maturity model. *ECIS 2005 Proceedings, https://aisel.aisnet.org/ecis2005/37*.
22. Rosemann, M., & vom Brocke, J. (2015). *The Six Core Elements of Business Process Management.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_5
23. Sandelowski, M., & Barroso, J. (2007). *Handbook for Synthesizing Qualitative Research.* Springer.
24. Siemens, G., & Gašević, D. (2012). Learning and knowledge analytics. *Journal of Educational Technology & Society, 15*(3), 1-2.
25. Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review, 46*(5), 30-40. https://doi.org/https://er.educause.edu/articles/2011/9/penetrating-the-fog-analytics-in-learning-and-education
26. Siemens, G., Dawson, S., & Lynch, G. (2015). Improving the quality and productivity of the higher education sector: Policy and strategy for systems-level

deployment of learning analytics. *Society for Learning Analytics Research*.

27. Suriadi, S., Andrews, R., ter Hofstede, A., & Wynn, M. (2023). Understanding Process Mining Models and Their Lifecycle (L*): Towards Continuous Learning in Process Analytics. *Information Systems Frontiers, 25(3)*, 813–829.
28. Tabiness, S. (2022). The Value of Process Mining in Strategic-Decision Making. *ProQuest Dissertations Publishing.*
29. van der Aalst, W. (2012). Process Mining Manifesto. *Business Process Management Workshops. BPM 2011* (pp. 169–194). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_19
30. van der Aalst, W. (2016). *Process Mining: Data Science in Action.* Springer Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4
31. van der Aalst, W. (2021). *Process Mining: Data Science in Action (2nd ed.).* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4
32. Voigt, P., & von dem Bussche, A. (2017). *The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Practical Guide.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62328-8
33. Vom Brocke, J., Mendling, J., & Reijers, H. (2023). *Business Process Management: Driving Innovation in the Digital Age.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58307-5
34. Walsh, D., & Downe, S. (2005). Meta-synthesis Method for Qualitative Research: A Literature Review. *Journal of Advanced Nursing, 50(2), 50*(2), 204–211. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03380.x
35. Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing with texts. *National Library of Medicine*. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.03721.x.

References (in Persian)

1. Rajabi Bazl, S., Khorasani, A., Yazdani, H., & Alami, F. (2026). Designing A Policy Framework for Digital Transformation in Higher Education: A Meta-Ethnographic Synthesis of Public Policy Models. *Iranian Journal of Public Policy*, *12*(1), 209-224. https://doi.org/10.22059/jppolicy.2026.106380

استناد به این مقاله: مؤمنی، لیلا.؛ یزدانی، حمیدرضا.؛ شهبازی، میثم (۱۴۰۵). طراحی چارچوب فرآیندکاوی در دانشگاه تهران با استفاده از روش فراقوم نگاری، *مطالعات مدیریت کسب وکار هوشمند*، ۱۵(۵۷)، ۱۵۹-۲۲۸. DOI: 10.22054/ims.2026.89891.2723

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