

A Framework for Designing Policy Dashboards in the Context of Policy Informatics for Managerial Decision-Making

Maysam Chegin¹ 

1. Assistant Professor Department of Policy Making and Public Administration Faculty of Public Administration and Organizational Sciences College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.
chegin@ut.ac.ir

Abstract

Effective decision-making in macro-level policy processes requires tools that can transform large and complex data flows into clear, comprehensible, and actionable intelligence for managers. While the fields of data visualization, scenario analysis, and alert systems have each made significant advances independently, a clear gap remains in providing an integrated framework that combines these capabilities simultaneously and in dynamic interaction with one another to support strategic decision-making. This article aims to design and present a conceptual framework for policy dashboards that integrates three key systems—"interactive data visualization," "scenario analysis," and "intelligent alert systems"—in a synergistic platform. The research method is a review-analytical approach with a conceptual framework development orientation. In this regard, theoretical foundations were extracted from the research literature of the three aforementioned fields and synthesized into an integrated model. The research findings indicate that the proposed framework consists of three main systems: first, an interactive visualization system for dynamic, exploratory, and narrative display of key performance indicators; second, a scenario analysis system for quantitative-qualitative simulation of the consequences of policy options under plausible futures; and third, an intelligent alert system for continuous data monitoring and timely notification of critical deviations and trends. The strength and innovation of this framework lie in its interactive and cyclical structure, wherein the outputs of each system feed into and reinforce the others. This integration, while adhering to principles such as usability, comprehensiveness, and transparency, enables evidence-based decision-making, uncertainty reduction, and enhanced accountability in the policy process.

Keywords: Policy dashboard, policy informatics, managerial decision-making.

Extended Abstract

Purpose

Effective decision-making in macro-level policy processes requires tools that transform complex data flows into actionable intelligence for managers. The paradigm of data-driven governance has emerged as a foundation for evidence-based decision-making in the public sector. Three analytical streams have developed in parallel: interactive data visualization dashboards for exploring patterns, scenario analysis for assessing plausible futures under uncertainty, and intelligent alert systems for real-time deviation monitoring. Although each area has advanced significantly in isolation, a critical gap remains: the absence of an integrated framework that combines these three capabilities in dynamic, synergistic interaction to support strategic decision-making. The principal purpose of this study is therefore to address this gap by proposing a conceptual framework for designing policy dashboards that systematically integrates interactive visualization, scenario analysis, and intelligent alerts within a policy informatics context. To this end, the paper pursues three questions: (1) what are the core components of a comprehensive policy dashboard framework; (2) how can the three capabilities be integrated synergistically; and (3) which design principles ensure effectiveness and usability?

Design/methodology/approach

This study employs a qualitative, conceptual framework development approach following a three-stage process. First, a targeted literature review was conducted in major scientific databases (ScienceDirect, SpringerLink, Google Scholar, PubMed) covering the period 2015–2025. The initial search identified 185 articles. After applying inclusion and exclusion criteria, 58 articles were selected as primary sources. Key concepts were extracted from policy informatics, data visualization, futures studies, and decision support systems. Second, qualitative content analysis and interpretive synthesis were performed to identify relationships among concepts. Third, an integrated layered model was designed, organizing components into coherent layers and defining causal relationships with feedback loops. Preliminary validation was achieved through alignment with empirical cases (e.g., Ludlow et al., 2021) and principle-based evaluation against established heuristics.

Findings

The proposed framework consists of four main layers. Layer 1 (Data Sources) includes dynamic real-time data (e.g., IoT sensor outputs), traditional structured data, and open public-sector data, governed by data ethics principles. Layer 2 (Analytical Core) comprises three specialized systems: (a) an interactive visualization system that produces dynamic key performance indicators, enabling managers to discover patterns; (b) a scenario analysis system that employs mixed foresight methods (morphological analysis and cross-impact matrix) to generate quantitative-qualitative scenarios of plausible futures, supporting "what-if" assessments; and (c) an intelligent alert system that continuously monitors real-time data and scenario-derived thresholds, using anomaly detection to produce classified alerts (green, yellow, red). Layer 3 (Unified Dashboard Interface) presents outputs in an intuitive format with interactive charts, scenario comparison panels, and alert notifications. An overarching layer of design principles (usability, transparency, comprehensiveness, stakeholder participation, and ethics) guides all technical layers.

The primary innovation lies in the dynamic, cyclical interaction structure,

wherein the output of each system enhances the input of the others. This transforms decision-making from passive, historically based reporting into active, future-oriented, evidence-based action. The framework advances transparency through clear data and scenario logic, accountability through decision tracking, and stakeholder participation through intuitive interfaces.

Research limitations/implications

As a conceptual framework development study, the research relies on literature synthesis and interpretive analysis rather than primary empirical data. The proposed framework, while theoretically grounded and preliminarily validated through alignment with empirical cases and established heuristics, has not been empirically tested in real-world policy settings. Practical implementation challenges—including data integration complexities, predictive model development, and organizational resistance to adoption—were not deeply examined. Additionally, the framework's applicability across different policy domains (health, energy, transportation) remains to be explored. Accordingly, it is suggested that future research focus on empirical testing in specific policy domains, developing context-aware alert mechanisms, studying technology adoption patterns among senior managers, and deepening ethical research on fairness, interpretability, and accountability in policy dashboards. Longitudinal studies tracking the implementation and refinement of the framework in real governance settings would also be valuable.

Practical implications

Building on the conceptual findings, the study offers practical implications for policymakers, public administrators, and technology developers. The proposed framework provides a systematic, layered approach to designing policy dashboards that can be operationalized in real governance settings. For policymakers, the framework offers a roadmap for implementing high-level strategic policies in areas such as transparency, administrative integrity, data-driven governance, and e-government development. For public administrators, the integrated dashboard design enables more informed, evidence-based decision-making by combining historical trend analysis, future scenario assessment, and real-time alert monitoring. For technology developers, the framework provides clear design principles and technical specifications for building intelligent policy dashboards. The ultimate success of this framework depends on moving from theory to practice—implementing it in real governance settings and refining it based on empirical feedback.

Social implications

The study reframes policy dashboards not merely as technical tools but as instruments of democratic governance, transparency, and public accountability. For society, the proposed framework enhances public trust in governmental decision-making by making policy processes more transparent, data-driven, and participatory. By enabling stakeholders to explore data, compare scenarios, and understand decision rationales, the framework fosters greater public engagement and oversight. The integration of intelligent alerts also supports proactive governance, allowing policymakers to anticipate and address emerging challenges before they escalate. At the level of overall policy, the central recommendation is to invest in the development of policy informatics infrastructure that enables evidence-based, participatory, and transparent governance. This investment can contribute to more effective public service delivery, improved policy outcomes, and strengthened democratic accountability.

Originality/value

The novelty of the paper lies in offering the first comprehensive conceptual framework that systematically integrates interactive visualization, scenario analysis, and intelligent alerts within a unified policy dashboard design. In contrast to prior studies, which have addressed these three capabilities in isolation, this research provides an integrated, layered model with dynamic, cyclical interactions among its components. The framework advances the field of policy informatics by transforming decision-making from passive, historically based reporting into active, future-oriented, evidence-based action. Its value accrues to policymakers, public administrators, technology developers, and researchers interested in designing, implementing, and evaluating intelligent policy dashboards that support strategic decision-making in complex, uncertain, and data-rich environments.

Keywords: Policy dashboard, policy informatics, managerial decision-making, data-driven governance, interactive visualization, scenario analysis, intelligent alert systems, evidence-based policy.

E-ISSN: 2345-2552 / Center for Strategic Research / Macro and Strategic Policies Macro and Strategic Policies
Macro and Strategic Policies Macro and Strategic Policies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

 10.30507/jmsp.2026.571174.289





Use your device to scan and read the article online



Citation: Chegin, Maysam (2026). A Framework for Designing Policy Dashboards in the Context of Policy Informatics for Managerial Decision-Making. Macro and Strategic Policies Macro and Strategic Policies, 14(53), e243768.
doi: 10.30507/jmsp.2026.571174.289

چهارچوبی برای طراحی داشبوردهای خطمشی‌گذاری در بستر انفورماتیک خطمشی برای تصمیم‌سازی مدیران

میثم چگین^۱

۱. استادیار، گروه خطمشی و اداره امور عمومی، دانشکده مدیریت دولتی و علوم سازمانی، دانشکده‌گان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

chegin@ut.ac.ir

چکیده

تصمیم‌گیری اثربخش در فرایندهای خطمشی‌گذاری کلان نیازمند ابزارهایی است که بتوانند حجم انبوه و پیچیده داده‌ها را به اطلاعاتی شفاف، قابل درک و عملیاتی برای مدیران تبدیل کنند. درحالی‌که حوزه‌های تجسم داده، تحلیل فرانامه و سامانه‌های هشداردهنده به‌صورت جداگانه پیشرفت‌های قابل‌توجهی داشته‌اند، شکاف آشکاری در ارائه یک چهارچوب یکپارچه که این قابلیت‌ها را هم‌زمان و در تعامل پویا با یکدیگر برای پشتیبانی از تصمیم‌سازی راهبردی فراهم آورد، وجود دارد. این مقاله با هدف طراحی و ارائه چهارچوبی مفهومی برای داشبوردهای خطمشی‌گذاری انجام شده است که سه سامانه کلیدی «تجسم تعاملی داده‌ها»، «تحلیل فرانامه» و «هشدار هوشمند» را در یک بستر هم‌افزا تلفیق می‌کند. روش پژوهش، مروری - تحلیلی با رویکرد توسعه چهارچوب مفهومی است. دراین‌راستا، مبانی نظری از ادبیات پژوهشی سه حوزه یادشده استخراج و در قالب یک مدل یکپارچه ترکیب شد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که چهارچوب پیشنهادی متشکل از سه سامانه اصلی است: نخست، سامانه تجسم تعاملی برای نمایش پویا، کاوش‌پذیر و روایت‌گر شاخص‌های کلیدی عملکرد؛ دوم، سامانه تحلیل فرانامه برای شبیه‌سازی کمی - کیفی پیامدهای گزینه‌های خطمشی در آینده‌های محتمل و سوم، سامانه هشدار هوشمند برای پایش مستمر داده‌ها و اعلام به‌هنگام انحراف‌ها و روندهای بحرانی. نقطه قوت و نوآوری این چهارچوب، در ساختار تعاملی و چرخه‌ای آن نهفته است که در آن، خروجی‌های هر سامانه، سامانه‌های دیگر را تغذیه و تقویت می‌کند. این یکپارچگی، ضمن رعایت اصولی چون کاربرپذیری، جامعیت و شفافیت، تصمیم‌گیری مبتنی‌برشواهد، کاهش عدم قطعیت و افزایش پاسخگویی در فرایند خطمشی‌گذاری را ممکن می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: داشبورد خطمشی‌گذاری، انفورماتیک خطمشی، تصمیم‌سازی مدیران.

شابای الکترونیک: ۲۳۴۵-۲۵۵۲ / پژوهشکده تحقیقات راهبردی / فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

doi: 10.30507/jmsp.2026.571174.2890



مسئولیت مقاله از نظر محتوای علمی و نظرهای مطرح شده در متن آن، به عهده نویسندگان و یا نویسنده مسئول مقاله است و مورد تأیید / عدم تأیید صاحب امتیاز نشریه سیاست‌های راهبردی و کلان نیست.

چگین، میثم (۱۴۰۵). چهارچوبی برای طراحی داشبوردهای خطمشی‌گذاری در بستر انفورماتیک خطمشی برای تصمیم‌سازی مدیران. سیاست‌های راهبردی و کلان، ۱۴(۵۳)، e243768.
doi: 10.30507/jmsp.2026.571174.289

مقدمه

تصمیم‌گیری در عرصه خط‌مشی‌گذاری کلان و مدیریت راهبردی، با توجه به پیچیدگی ذاتی مسائل عمومی، چندبعدی بودن ذی‌نفعان و نااطمینانی محیطی، همواره با چالش‌های بنیادینی روبه‌رو بوده است. در عصر حاضر، این چالش با مواجهه مدیران با حجم بی‌سابقه‌ای از داده‌های دیجیتال (از شاخص‌های کلان اقتصادی تا داده‌های لحظه‌ای اجتماعی و زیست‌محیطی) تشدید شده است. تبدیل این داده‌ها به «اطلاعات» کاربردی و قابل‌اتکا، پیش‌شرط ضرورت تصمیم‌گیری‌هایی است که نه تنها کارآمد، بلکه به‌موقع و مبتنی بر شواهد باشند (OECD., 2019).^۱ در پاسخ به این ضرورت، الگوواره^۲ «حکمرانی داده‌محور»^۳ به‌عنوان اساس تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد^۴ در بخش عمومی مطرح شده است (Giest & Reuben, 2018, p. 2).

در راستای تحقق این الگوواره، سه جریان فناورانه - تحلیلی اصلی در ادبیات ظهور یافته‌اند. نخست، داشبوردهای تجسم تعاملی داده‌ها^۵ که با ارائه بصری و پویای اطلاعات، امکان کاوش، شناسایی الگو و درک سریع روندهای پیچیده را برای خط‌مشی‌گذاران فراهم می‌کنند (Matheus & et al., 2020, p. 25)؛ دوم، روش‌های تحلیل فرآنامه^۶ (سناریو)^۷ که با ترسیم آینده‌های محتمل بر اساس متغیرهای کلیدی، بستری برای آزمون پیامدهای تصمیمات مختلف در شرایط عدم قطعیت ایجاد می‌نمایند (Moniz, 2006, p. 190)؛ سوم، سامانه‌های هشدار هوشمند^۸ که با پایش مستمر جریان داده‌ها، انحراف از شرایط نرمال یا وقوع رخداد‌های بحرانی را شناسایی و امکان واکنش سریع را مهیا می‌سازند (Ludlow & et al., 2021, p. 120). هریک از این رویکردها به‌تنهایی گام‌هایی مهم در مسیر داده‌محورنمودن فرایند خط‌مشی برداشته‌اند.

در کنار تجسم یا نمایش بصری داده، یکی از کارآمدترین شیوه‌ها برای تحلیل و

۱. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی

۲. در این مقاله واژه الگوواره (معادل پیشنهادی فرهنگستان زبان و ادب فارسی) برای واژه پارادایم انتخاب شده است.

3. data-driven governance

4. evidence-based decision-making

5. Interactive Data Visualization

6. Scenario Analysis

۷. در این مقاله واژه فرآنامه (معادل پیشنهادی فرهنگستان زبان و ادب فارسی) برای واژه سناریو انتخاب شده است.

8. smart alerts

تبیین آینده‌های محتمل، فرانامه‌سازی^۱ است. فرانامه‌ها بازنمایی‌هایی مبتنی بر احتمال از آینده‌اند که مسیرهای متفاوت تحول متغیرهای کلیدی را از طریق ترکیبی از تحلیل‌های کمی و کیفی ترسیم می‌کنند (Moniz, 2006, p. 190). این رویکرد به خط‌مشی‌گذاران کمک می‌کند تا تصویرهایی روشن‌تر و ساختارمندتر از آینده داشته باشند و درک کنند که هر تصمیم چگونه می‌تواند مسیر خط‌مشی را تغییر دهد (Galvin, & et al., 2025, p. 14).

در کنار فرانامه‌سازی‌ها، هشدارهای هوشمند نیز نقش مهمی در توانمندسازی تصمیم‌گیرندگان دارند. این هشدارها با پایش پیوسته داده‌ها و شناسایی نوسان‌ها و روندهای حساس، مدیران را به‌صورت لحظه‌ای از تغییرات مهم آگاه می‌سازند و امکان واکنش سریع و مبتنی بر شواهد را فراهم می‌کنند (Ludlow & et al., 2021, p. 12; Fareed, & et al., 2024, p. 12). از این‌منظر، داشبوردهای خط‌مشی‌گذاری که سه قابلیت نمایش بصری، تحلیل فرانامه و هشدار هوشمند را در کنار هم ادغام می‌کنند، به چهارچوبی قدرتمند برای انفورماتیک خط‌مشی^۲ و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده مدیریتی تبدیل شده‌اند (Kacapor, 2025, p. 23). باین‌حال، علی‌رغم پیشرفت‌های جداگانه در هریک از این حوزه‌ها، یک شکاف پژوهشی و عملی آشکار در ادبیات وجود دارد: فقدان یک چهارچوب یکپارچه و منسجم که نه تنها این سه سامانه را کنار هم قرار دهد، بلکه نحوه تعامل پویا و هم‌افزای آن‌ها را در یک چرخه کامل تصمیم‌گیری خط‌مشی ترسیم کند. پرسش این است که چگونه می‌توان این قابلیت‌ها را چنان درهم تنید که خروجی هر بخش، ورودی و اطلاعات بخش دیگر را تقویت نماید؟

در پاسخ به این شکاف، هدف اصلی این مقاله، ارائه یک چهارچوب نظری - کاربردی برای طراحی داشبوردهای خط‌مشی‌گذاری است که به‌صورت نظام‌مند سه محور تجسم تعاملی، تحلیل فرانامه و هشدار هوشمند را در بستر انفورماتیک خط‌مشی تلفیق می‌کند. همچنین تلاش خواهد شد اصول طراحی شامل ساده‌فهمی و سهولت استفاده^۳، جامعیت اطلاعات^۴ و رعایت ملاحظات اخلاقی^۵ مورد تأکید قرار

۱. در این مقاله واژه فرانامه‌سازی (معادل پیشنهادی فرهنگستان زبان و ادب فارسی) برای واژه سناریوسازی انتخاب شده است.

2. policy informatics

3. Usability

4. Comprehensiveness

5. Ethical Considerations

گیرد تا داشبوردها علاوه بر کاربری مؤثر، از اعتمادپذیری و پذیرش گسترده برخوردار باشند. این چهارچوب می‌تواند پایه‌ای برای توسعه ابزارهای داده‌محور در خط‌مشی‌گذاری و پشتیبانی از تصمیم‌های پیچیده مدیریتی باشد و به دنبال آن است تا با تبدیل داده‌های خام به اطلاعات عملی و پیش‌بینانه، تصمیم‌گیری سیاستی را دقیق‌تر، شفاف‌تر و مبتنی‌بر شواهد سازد. در این مسیر، مقاله حاضر به دنبال پاسخگویی به پرسش‌های پژوهشی زیر است:

- اجزای اصلی و روابط ساختاری بین آن‌ها در یک چهارچوب جامع داشبورد خط‌مشی‌گذاری چیست؟
 - چگونه می‌توان قابلیت‌های تجسم تعاملی، تحلیل فرآیندها و هشدار هوشمند را به صورت یکپارچه و هم‌افزا در یک داشبورد تلفیق کرد؟
 - اصول طراحی کلیدی برای تضمین اثربخشی، قابلیت استفاده و پذیرش گسترده چنین داشبوردهایی توسط ذی‌نفعان و خط‌مشی‌گذاران کدام‌اند؟
- علاوه بر ضرورت علمی یادشده، طراحی چنین چهارچوبی با تأکیداتی که در سیاست‌های کلی نظام در حوزه‌هایی مانند «شفافیت و سلامت اداری»، «عدالت و تاب‌آوری اجتماعی» و «تحول اداری بر پایه فناوری اطلاعات» شده است، هم‌سو می‌باشد. به‌طور مشخص، سیاست کلی «ارتقای بهره‌وری و شفافیت در نظام اداری» و «توسعه دولت الکترونیک و حکمرانی داده‌محور»، نیازمند ابزارهایی است که بتوانند تصمیم‌گیری را مبتنی بر شواهد، شفاف و پاسخگو سازند. چهارچوب پیشنهادی این مقاله به‌عنوان یک راهکار فناورانه - مدیریتی، می‌تواند در عمل به تحقق این سیاست‌های کلان یاری رساند.

۱. پیشینه و مبانی نظری

۱-۱. منابع داده در خط‌مشی‌گذاری داده‌محور: اینترنت اشیا^۱ و نقش

آن در خط‌مشی‌گذاری

اینترنت اشیا به‌عنوان شبکه‌ای از دستگاه‌های فیزیکی مجهز به حسگرها و کنشگرها تعریف می‌شود که به صورت مستمر با دنیای فیزیکی تعامل دارند و داده تولید می‌کنند. این داده‌ها می‌توانند برای بهبود خط‌مشی‌گذاری و تصمیم‌گیری‌های کلان در سطح مدیریت عمومی بسیار بااهمیت باشند (Gil-Garcia & et al., 2020, p. 1).

1. Internet of Things (IoT)

10). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که به‌کارگیری اینترنت اشیا در بخش عمومی نه‌تنها موجب افزایش کارایی عملیاتی می‌شود، بلکه ارزش عمومی قابل‌توجهی مانند شفافیت بیشتر، همکاری بین‌دستگاهی و پاسخ‌گویی نیز خلق می‌کند (Cottrill & et al., 2020, p. 50; Urquhart et al., 2019, p. 20).

از سوی دیگر، توسعه چهارچوب‌های حکمرانی برای اینترنت اشیا در بخش عمومی به‌عنوان یکی از چالش‌های کلیدی مطرح شده است. برخی پژوهش‌ها بر ضرورت تعریف سازوکارهای قانونی و راهبردی برای شفافیت، مسئولیت‌پذیری و اعتماد در شبکه‌های اینترنت اشیا تأکید دارند (Cottrill & et al., 2020, p. 50). به‌عنوان مثال، جاکوبز^۱ و همکاران در کتاب خود^۲ نشان می‌دهند که مدل‌های حکمرانی اینترنت اشیا باید مقیاس ملی و محلی را در نظر بگیرند و ضمن تضمین مشارکت شهروندان، مسئولیت‌پذیری و شفافیت را در طراحی سیستم‌ها تقویت کنند (Jacobs & et al., 2020, p. 22).

در زمینه ارزش عمومی، یکی از مطالعات مهم در این حوزه، پروژه‌ای در شهرداری‌های استونی است که نشان داد پیاده‌سازی اینترنت اشیا موجب خلق ارزش عمومی ازجمله اثربخشی، شفافیت، همکاری بین نهادها و پاسخ‌دهی به شهروندان شده است (Bandyopadhyay, & Jaydip, 2011). کنفرانس اینترنت اشیا اتحادیه بین‌المللی پردازش اطلاعات^۳. این نتایج نشان می‌دهد که داده‌های تولیدشده توسط حسگرهای اینترنت اشیا در سطح عمومی می‌توانند به‌عنوان ورودی حیاتی برای داشبوردهای خط‌مشی‌گذاری مورد استفاده قرار گیرند.

اگرچه کاربرد اینترنت اشیا در مدیریت عمومی به‌سرعت در حال گسترش است؛ اما نکته حائز اهمیت آن است که داده‌های خام اینترنت اشیا به‌تنهایی برای تصمیم‌گیری کافی نیستند. آنچه این داده‌ها را به اطلاعات عملی و قابل‌درک تبدیل می‌کند، سه سامانه کلیدی است که در ادامه به تفصیل بررسی می‌شوند: تجسم تعاملی برای نمایش معنادار داده‌ها، تحلیل فرآیندها برای پیش‌نگری آینده‌های ممکن، و هشدار هوشمند برای پایش لحظه‌ای انحرافات. به‌بیان دیگر، اینترنت اشیا زیرساخت داده‌ای لازم را فراهم می‌کند؛ اما هسته اصلی نوآوری این پژوهش در تلفیق سه قابلیت تحلیلی یاد شده است.

1. Jacobs

2. Oxford Handbook of Digital Technology and Society

3. IFIP IoT

۱-۲. تجسم تعاملی داده‌ها و داشبوردهای خط‌مشی‌گذاری

یکی از محورهای کلیدی در ادبیات انفورماتیک خط‌مشی، کاربرد تجسم تعاملی داده‌ها یا به تعبیری نمایش بصری داده‌ها برای تقویت تصمیم‌گیری‌های کلان و خط‌مشی‌گذاری است (Borukhson & et al., 2025, p. 14). ابزارهایی مانند داشبوردها و نقشه‌های مکانی، امکان کاوش داده‌ها به صورت دینامیک، کشف الگوها، و تطبیق بین متغیرهای مختلف را فراهم می‌کنند (Matheus & et al., 2020, p. 25). این نوع تجسم از حالت ایستا فراتر می‌رود و به شکل تعاملی به کاربران اجازه می‌دهد متغیرها را پالایش کرده و تحلیل عمیق‌تری انجام دهند، چیزی که در تصمیم‌سازی و خط‌مشی‌گذاری بسیار ارزشمند است (Hagen & et al., 2019, p. 955).

علاوه بر این، تجسم تعاملی داده‌ها می‌تواند فرایند سنجش خط‌مشی را شفاف‌تر کند و به نظارت لحظه‌ای آثار خط‌مشی کمک نماید. با ارائه رابط‌های بصری و داشبوردهای پویا، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند پیامدهای اجرای خط‌مشی را به‌طور مستمر بررسی کرده و واکنش‌های به‌هنگام نشان دهند (Adam & Pomerol, 2006, p. 160). این توانایی برای افزایش پاسخ‌گویی، ارتقای اعتماد ذی‌نفعان و تسهیل ارتباط میان سطوح مدیریتی بسیار مهم است.

چالش‌هایی نیز در این زمینه وجود دارد: کیفیت داده، طراحی تجربه کاربری و قابلیت استفاده از داشبورد، مسائل اخلاقی مرتبط با حریم خصوصی و صحت داده‌ها باید به‌دقت مدیریت شود (Urquhart et al., 2019, p. 20). بدون طراحی اصولی، داشبوردها ممکن است پیچیدگی داده‌ها را به کاربران منتقل نکنند یا سوءبرداشت ایجاد نمایند.

گرچه مطالعات زیادی در مورد تجسم تعاملی و داشبوردهای داده وجود دارد؛ اما تعداد معدودی از آن‌ها، تحلیل ترکیب تجسم تعاملی با فرآیندهای هشدار و هشمندها را در چهارچوب خط‌مشی‌گذاری بررسی کرده‌اند (Williams & et al., 2023, p. 46). به عبارت دیگر، نیاز به چهارچوب‌هایی وجود دارد که نشان دهند چگونه تجسم تعاملی می‌تواند با مدل‌سازی فرآیندهای سیستم‌های هشدار ادغام شود تا تصمیم‌گیری و خط‌مشی‌گذاری را تقویت کند (Cheng & et al., 2025, p. 54).

باین حال، مرور ادبیات نشان می‌دهد تمرکز غالب مطالعات موجود در خود این حوزه نیز بر جنبه‌های فنی و زیبایی‌شناختی تجسم بوده و تعامل عمیق‌تر با فرایند تحلیلی خط‌مشی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به عبارت دیگر، این پژوهش‌ها عمدتاً به «چگونگی نمایش بهتر داده» پاسخ داده‌اند تا «چگونگی استفاده از این

نمایش برای تحلیل یک مسئله خطمشی و آزمون گزینه‌ها» (Kindler & et al., 2024, p. 13). این تمایز، شکلی از همان جدایی بین «نمایش» و «تحلیل» است که چهارچوب پیشنهادی این مقاله قصد رفع آن را دارد.

با وجود اینکه تجسم تعاملی، فهم وضعیت جاری را میسر می‌سازد، یک داشبورد خطمشی مؤثر نباید صرفاً به تشریح گذشته و حال بپردازد. برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های راهبردی، لازم است امکان پیش‌نگری و ارزیابی آینده‌های محتمل نیز فراهم شود. این نیاز، جایگاه کلیدی روش‌های فرانامه‌سازی را در تکمیل چرخه تحلیل خطمشی نشان می‌دهد.

۳-۱. فرانامه‌سازی، پیش‌بینی و روش‌های آینده‌پژوهی در خطمشی‌گذاری

روش آینده‌پژوهی^۱ و فرانامه‌سازی^۲ از دید خطمشی‌گذاری یکی از روش‌شناسی‌های قدرتمند برای تحلیل آینده‌های ممکن به‌شمار می‌آیند. پیتزر شوارتز در کتاب کلاسیک خود^۳ مراحل کلیدی ایجاد فرانامه را تشریح می‌کند: تعیین مسئله، شناسایی نیروهای محرک، اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس اهمیت و عدم قطعیت، طراحی سناریوها، ارزیابی پیامدها و در نهایت تعیین شاخص‌های پیش‌نشانی برای پایش آینده (Schwartz, 1991, p. 23). این رویکرد به خطمشی‌گذاران امکان می‌دهد تا تصمیمات را نه بر اساس پیش‌بینی یک آینده واحد، بلکه بر اساس طیفی از آینده‌های ممکن شکل دهند.

میشل گودِه نیز در مطالعاتش تأکید می‌کند که ساخت یک «تصویر پایه» از وضعیت فعلی سیستم، شناسایی متغیرهای اساسی و تعامل بازیگران راهبردی، از مهم‌ترین گام‌های فرانامه‌سازی است (Godet, 1993, p. 140). به‌علاوه، او پیشنهاد می‌کند در صورتی که روش‌هایی چون تحلیل مورفولوژیک^۴ و ماتریس تأثیر متقاطع^۵ به کار گرفته شود، روابط میان متغیرها مشخص می‌شود و فرانامه‌هایی غنی و معنادار طراحی می‌گردد (Godet, 1993, p. 140).

1. foresight

2. scenario building

3. The Art of the Long View

۴. تحلیل مورفولوژیک (morphological analysis) روشی ساختاری برای بررسی مسائل پیچیده است که در آن، موضوع به ابعاد کلیدی تقسیم شده و برای هر بُعد، حالت‌ها یا گزینه‌های ممکن مشخص می‌شوند. سپس با ترکیب این مؤلفه‌ها، مجموعه‌ای از فرانامه‌ها یا راه‌حل‌های احتمالی شکل می‌گیرد تا تصمیم‌گیرندگان، دیدی جامع و سازمان‌یافته نسبت به مسئله داشته باشند.

5. MICMAC

در زمینه خط‌مشی‌گذاری معاصر، پژوهش‌هایی نیز وجود دارند که فرآیندسازی را در کنار مدل‌های تصمیم‌سازی راهبردی به کار می‌برند، به گونه‌ای که فرآیندها به عنوان ساختار تفکر راهبردی و نه صرفاً پیش‌بینی عددی دیده شوند (Moniz, 2006, p. 190). این دیدگاه بر تلفیق روش‌های کیفی و کمی برای افزایش عمق و اعتبار فرآیندها تأکید دارد.

اگرچه فرآیندسازی به خوبی در ادبیات آینده‌پژوهی سیاست تعریف شده است؛ اما کمتر پژوهشی وجود دارد که آن را به صورت یکپارچه با داشبوردهای خط‌مشی‌گذاری و هشدارهای هوشمند ترکیب نماید. علی‌رغم بلوغ روش‌شناختی این حوزه، یک چالش عمده در پژوهش‌ها، فاصله بین خروجی فرآیندها (که اغلب گزارش‌های متنی یا کیفی هستند) و ابزارهای عملیاتی تصمیم‌گیری (مانند داشبوردها) است؛ بنابراین هنوز یک شکاف مهم پژوهشی وجود دارد و آن شکاف این است که چگونه فرآیندها می‌توانند به صورت تعاملی در داشبوردها نمایش داده شوند و چگونه شاخص‌های هشدار یا نشانه‌های راهنما به صورت لحظه‌ای در اختیار مدیران قرار گیرند.

فرآیندها اگرچه چهارچوبی برای تفکر درباره آینده ارائه می‌دهند؛ اما کارایی عملی آن‌ها در گرو نظارت مستمر بر نشانه‌های تحقق یا عدم تحقق آن‌ها در دنیای واقعی است. اینجاست که سامانه‌های هشدار هوشمند، می‌توانند به عنوان حلقه ارتباطی حیاتی بین آینده‌های ترسیم‌شده و داده‌های جاری عمل کنند.

۴-۱. سیستم‌های هشدار هوشمند و پایش لحظه‌ای خط‌مشی

سیستم‌های هشدار هوشمند به عنوان یکی از سامانه‌های کلیدی در سامانه‌های تصمیم‌یار تحلیلی، امکان پایش مستمر داده‌ها و اعلام به‌هنگام انحراف از آستانه‌های تعیین‌شده را فراهم می‌کنند. ادپوجو و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه خود بر روی داشبوردهای خط‌مشی عمومی نشان می‌دهند که هشدارهای هوشمند می‌توانند به طور قابل توجهی پاسخ‌گویی و شفافیت در فرایندهای خط‌مشی‌گذاری را افزایش دهند. به زعم آن‌ها، این سیستم‌ها با تحلیل جریان داده‌های لحظه‌ای و تطبیق آن با آستانه‌های تعریف‌شده، امکان شناسایی زود هنگام انحرافات و مسائل بحرانی را برای مدیران فراهم می‌آورند (Adepoju & et al., 2022, p. 110).

در حوزه خط‌مشی‌گذاری عمومی، سیستم‌های هشدار هوشمند می‌توانند نقش حیاتی در نظارت بر پیامدهای خط‌مشی و شناسایی زود هنگام انحرافات ایفا کنند.

کالینز و همکاران (۲۰۲۲) با تأکید بر یکپارچگی هوش مصنوعی و تحلیل‌های پیش‌بینانه در داشبوردهای خط‌مشی، استدلال می‌کنند که هشدارهای هوشمند مبتنی بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند الگوهای بحرانی را پیش از وقوع بحران شناسایی کرده و به تصمیم‌گیرندگان هشدار دهند (Collins & et al., 2022, p. 113740). این توانایی به‌ویژه در خط‌مشی‌های زیست‌محیطی، سلامت عمومی و مدیریت بحران حائز اهمیت است.

پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که اثربخشی سیستم‌های هشدار به‌شدت به نحوه طراحی آن‌ها وابسته است. کیندلر و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه خود بر روی فرکانس هشدارهای بالینی، به این نتیجه رسیدند که طراحی نامناسب هشدارها می‌تواند منجر به خستگی هشدار و نادیده‌گرفتن هشدارهای حیاتی شود. آن‌ها بر اهمیت طراحی داشبوردهایی تأکید می‌کنند که هشدارها را به‌صورت بصری و اولویت‌بندی‌شده به کاربر ارائه دهند (Kindler & et al., 2024, p. 13). عواملی مانند دقت آستانه‌ها، نرخ هشدار غلط و نحوه ارائه هشدار به تصمیم‌گیرنده ازجمله چالش‌های کلیدی در این حوزه هستند.

همچنین، تلفیق هشدارهای هوشمند با تحلیل فرآیندها می‌تواند امکان «هشدار مبتنی بر فرآیند» را فراهم کند، به این معنا که سیستم تشخیص دهد داده‌های جاری به کدام‌یک از فرآیندهای از پیش تعریف‌شده نزدیک‌تر است. ویلیامز و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود درباره توسعه فرآیندهای مشارکت‌محور برای چالش‌های تغییر اقلیم، به این نکته اشاره می‌کنند که اتصال فرآیندها به سیستم‌های پایش لحظه‌ای می‌تواند امکان ارزیابی پویای تحقق فرآیندها را فراهم آورد (Williams & et al., 2023, p. 46).

گرچه سیستم‌های هشدار در حوزه‌هایی مانند بهداشت و درمان، مدیریت بلایا و امور مالی توسعه یافته‌اند؛ اما ادغام آن‌ها با داشبوردهای خط‌مشی‌گذاری و به‌ویژه اتصال آن به تحلیل فرآیندها و تجسم تعاملی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. مطالعه لودلو و همکاران (۲۰۲۱) در طراحی داشبورد برای سیستم‌های سلامت سالمندان، نمونه‌ای از تلاش برای ترکیب تحلیل‌های پیش‌بینانه و هشدار با داشبوردهای تصمیم‌یار است (Ludlow & et al., 2021, p. 120). بااین‌حال، شکاف پژوهشی در زمینه طراحی چهارچوب یکپارچه برای تلفیق هشدار هوشمند با تجسم تعاملی و تحلیل فرآیندها در خط‌مشی‌گذاری عمومی همچنان وجود دارد و این مقاله در پی پرکردن این خلأ است.

۵-۱. چهارچوب تحلیلی برای داشبورد خط‌مشی‌گذاری ترکیبی^۱

با توجه به اهمیت اینترنت اشیا، تجسم تعاملی و فرآیندهای سازی در خط‌مشی‌گذاری، چندین پژوهش مدل‌ها و چهارچوب‌هایی را پیشنهاد داده‌اند که می‌توانند برای ساخت داشبورد خط‌مشی‌گذاری ترکیبی مفید باشند:

- چهارچوب‌های حکمرانی داده و شفافیت که سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۲ در گزارشی در سال ۲۰۲۳ تحت عنوان «حکمرانی داده در شهر هوشمند»^۳ مطرح کرد، نشان داد که برای بهره‌برداری از داده‌های لحظه‌ای (مانند داده‌های اینترنت اشیا)، نیاز به ساختارهای قانونی و نهادی روشن وجود دارد (OECD, 2019).
 - در مطالعه دیگری که به تحلیل خط‌مشی در شهرهای هوشمند پرداخته است، بیان شده است که ردیابی منشأ خط‌مشی‌گذاری^۴، یعنی ثبت زنجیره تصمیم‌سازی و منبع داده، در داشبوردها بسیار حیاتی است تا اعتماد عمومی و پاسخ‌گویی افزایش یابد (Javed & et al., 2018, p. 5).
 - همچنین، مطالعات طراحی داشبوردها در سیستم‌های سلامت نشان داده‌اند که ترکیب پیش‌بینی، هشدارهای ریسک و تحلیل لحظه‌ای می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا منابع را به شکلی بهینه تخصیص داده و پاسخ به بحران‌های احتمالی را بهبود بخشند (Ludlow & et al., 2021, p. 120).
- این دیدگاه‌ها نشان می‌دهند که یک چهارچوب تحلیلی برای داشبورد خط‌مشی‌گذاری باید حداقل سه عنصر را دربرگیرد: پویایی داده (از اینترنت اشیا)، قابلیت کاوش و تجسم تعاملی، و پیش‌بینی یا هشدار بر پایه فرآیندها.
- در این بخش تلاش شد ضمن مرور ادبیات پژوهش، شکاف پژوهشی موجود که مورد توجه این مطالعه قرار گرفته است، بیشتر تبیین شود. ادبیات موجود نشان می‌دهد که ترکیب سامانه‌های هشدارهای هوشمند، تجسم تعاملی و تحلیل فرآیندها، پتانسیل بالایی برای بهبود تصمیم‌گیری و خط‌مشی‌گذاری دارد؛ اما هنوز:
- ۱- مطالعاتی که هر سه عنصر را به‌صورت یکپارچه در یک داشبورد خط‌مشی‌گذاری بررسی کنند، خیلی محدود هستند.
 - ۲- طراحی چهارچوب‌های حکمرانی برای داده‌های اینترنت اشیا در زمینه داشبورد خط‌مشی، توسعه بسیار کمی داشته است.

1. Policy Dashboard

2. OECD

3. Smart City Data Governance

4. provenance

۳- تعامل میان شاخص‌های هشدار، فرانامه آینده و تجسم تعاملی داده‌ها در داشبوردها هنوز ناشناخته است.

بنابراین، طراحی چهارچوب نظری و عملیاتی برای داشبورد خط‌مشی‌گذاری ترکیبی که این سه محور را تلفیق کند، یک نیاز پژوهشی جدی است. مقاله حاضر قصد دارد این شکاف را برطرف کند و مدلی ارائه کند که داده‌های اینترنت اشیا را به داشبورد تعاملی فرانامه‌ساز متصل نماید و هشدارهای هوشمندی را برای تصمیم‌گیرندگان فراهم کند.

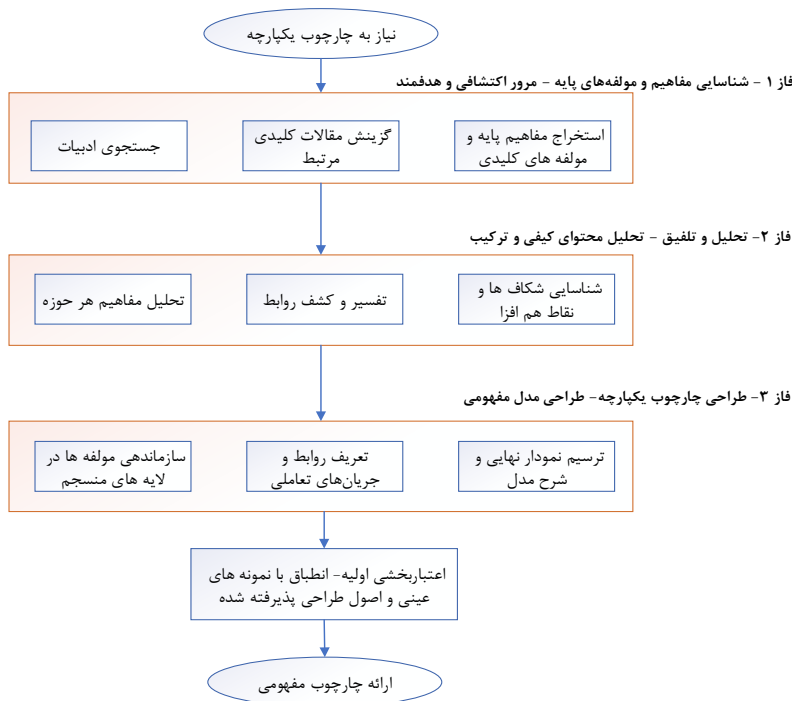
جدول (۱): تحلیل ترکیبی مقالات مروری مرتبط با ابعاد داشبورد خط‌مشی‌گذاری

مؤلف(ان) و سال	تمرکز اصلی مقاله	یافته / مفهوم کلیدی مرتبط	ارتباط با چهارچوب پیشنهادی این مقاله
Moniz, 2006	کاربرد روش‌های فرانامه‌سازی به‌عنوان ابزاری برای تحلیل خط‌مشی.	فرانامه‌ها چهارچوبی برای ساختاردهی به تفکر درباره آینده‌های محتمل و ارزیابی پیامدهای خط‌مشی‌ها فراهم می‌کنند.	یافته‌های این مقاله مستقیماً مازول تحلیل فرانامه در چهارچوب را تغذیه می‌کند و توجیه‌کننده گنجاندن آینده‌نگری در داشبوردهای خط‌مشی است.
Giest & Reuben, 2018	تحلیل موانع و الزامات پیاده‌سازی حکمرانی داده‌محور در دولت.	تحقق حکمرانی داده‌محور فراتر از فناوری، نیازمند تغییرات نهادی، توسعه شایستگی‌های تحلیلی و ایجاد فرهنگ تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد است.	این مقاله به لایه زیرساختاری و نهادی چهارچوب اشاره دارد و هشدار می‌دهد که بدون توجه به این عوامل، داشبوردها به ابزارهایی نمایشی تقلیل می‌یابند.
سازمان و همکاری و توسعه اقتصادی (OECD., 2019)	حکمرانی داده‌محور در بخش عمومی و استفاده راهبردی از داده.	حرکت به سمت حکمرانی داده‌محور نیازمند چهارچوب‌های نهادی و اصولی برای اطمینان از تولیدی، قابل‌اعتماد و اخلاقی‌بودن استفاده از داده است.	این گزارش چهارچوب کلان حکمرانی و اخلاق داده‌ها را تعیین می‌کند که به‌عنوان لایه فراگیر و اصل راهنما بر تمامی اجزای چهارچوب داشبورد (داده، تجسم، سناریو، هشدار) سایه می‌افکند.
Hagen & et al., 2019	تجسم و تحلیل داده‌های باز به‌عنوان ابزاری برای طراحی خط‌مشی و تصمیم‌گیری عمومی.	تجسم‌های تعاملی داده‌های باز می‌توانند مشارکت شهروندان و تصمیم‌گیری جمعی را در فرایند خط‌مشی‌گذاری تسهیل کنند.	این مقاله بر نقش تعامل‌پذیری و دسترسی در لایه تجسم تأکید می‌کند و آن را به‌عنوان پلی برای مشارکت ذی‌نفعان (یکی از اصول چهارچوب) تقویت می‌نماید.
Matheus & et al., 2020	طراحی داشبوردهای داده‌محور برای حکمرانی شفاف و پاسخگو.	داشبوردهای تعاملی می‌توانند با نمایش شفاف داده‌ها و عملکردها، پاسخگویی و اعتماد عمومی را افزایش دهند.	این مطالعه پایه نظری لایه تجسم و نمایش در چهارچوب را فراهم می‌کند و بر ضرورت شفافیت به‌عنوان یک اصل طراحی کلیدی تأکید دارد.

مؤلف(ان) و سال	تمرکز اصلی مقاله	یافته / مفهوم کلیدی مرتبط	ارتباط با چهارچوب پیشنهادی این مقاله
Ludlow & et al., 2021	طراحی مشارکتی یک داشبورد پیش‌بینانه با هشدارهای مبتنی بر ریسک برای مراقبت از سالمندان.	هشدارهای هوشمند مبتنی بر تحلیل پیش‌بینانه می‌توانند تصمیم‌گیری بالینی را بهبود بخشند، به شرط آنکه در طراحی آن مشارکت کاربران در نظر گرفته شود.	این پژوهش الگویی برای طراحی سامانه هشدار هوشمند در چهارچوب ارائه می‌دهد و بر اهمیت مشارکت ذی‌نفعان (کاربرپذیری) در فرایند طراحی تأکید می‌کند.
Fareed, & et al., 2024	درس‌های آموخته‌شده از توسعه داشبوردهای پشتیبان تصمیم در حوزه سلامت.	موفقیت داشبوردها منوط به درک دقیق زمینه تصمیم‌گیری، گردش کار کاربران و ارائه اطلاعات در زمان و قالب مناسب است.	یافته‌های این مقاله اصول طراحی مبتنی بر زمینه و کاربرمحوری را تقویت می‌کند که برای مؤثر بودن هر سه سامانه تجسم، فرانامه و هشدار در چهارچوب، حیاتی هستند.

۲. روش پژوهش

این مقاله با هدف طراحی و ارائه یک چهارچوب مفهومی جدید انجام شده است. از آنجاکه خروجی مورد انتظار یک مدل نظری یکپارچه است، رویکرد پژوهش، کیفی و از نوع «توسعه چهارچوب مفهومی» می‌باشد (Jabareen, 2009, p. 55; Ravitch, & Riggan, 2016, p. 56). این رویکرد مبتنی بر تحلیل تفسیری و تلفیق بین‌رشته‌ای ادبیات موجود برای شناسایی مفاهیم پایه، تعریف روابط بین آن‌ها و ساخت یک مدل منسجم است. مسیر روش‌شناختی این پژوهش در شکل ۱ ترسیم شده است.



شکل (۱): فرایند روش‌شناختی توسعه چهارچوب مفهومی

۱-۲. فرایند سه‌مرحله‌ای تدوین چهارچوب

فرایند پژوهش به صورت گام‌به‌گام و در سه مرحله متوالی به شرح زیر انجام پذیرفت:

مرحله ۱: شناسایی مفاهیم و مؤلفه‌های پایه (مرور هدفمند ادبیات)

در این مرحله، با انجام یک بررسی هدفمند از ادبیات پژوهشی، مؤلفه‌های کلیدی مرتبط با موضوع شناسایی شد. جستجو در پایگاه‌های علمی ScienceDirect، PubMed و Google Scholar، SpringerLink در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ (طی ده سال اخیر) با استفاده از کلیدواژه‌های ترکیبی زیر انجام شد:

- ("policy dashboard" OR "policy dashboards") AND ("visualization" OR "interactive visualization")
- ("scenario analysis" OR "scenario planning") AND ("policy making" OR "decision making")
- ("alert system" OR "early warning system" OR "smart alert") AND ("decision support" OR "policy support")
- ("data governance" OR "policy informatics") AND ("dashboard design")

در جستجوی اولیه، حدود ۱۸۵ مقاله شناسایی شد. سپس با اعمال معیارهای ورود و خروج، مقالات مرتبط غربال گردیدند.

معیارهای ورود به مطالعه:

- ارتباط محتوایی با حداقل یکی از سه محور اصلی پژوهش (تجسم تعاملی، تحلیل فرانامه، هشدار هوشمند)؛
- توجه به مباحث حکمرانی داده و اصول طراحی داشبورد؛
- انتشار به زبان انگلیسی یا فارسی در مجلات معتبر علمی؛
- دسترسی به متن کامل مقاله.

معیارهای خروج از مطالعه:

- مقالات صرفاً فنی و بدون کاربرد مدیریتی یا خط‌مشی؛
- مطالعاتی که صرفاً به طراحی نرم‌افزاری بدون توجه به جنبه‌های تصمیم‌سازی پرداخته بودند؛
- مقالات تکراری در پایگاه‌های مختلف؛
- فقدان کیفیت علمی لازم (مانند مقالات همایش‌های غیرمعتبر).

پس از پالایش اولیه (عنوان و چکیده) و سپس بررسی متن کامل، درنهایت ۵۸ مقاله به‌عنوان منابع اصلی برای استخراج مفاهیم پایه انتخاب شدند. از این‌رهگذر، مفاهیم پایه‌ای از حوزه‌های انفورماتیک خط‌مشی، تجسم داده، آینده‌پژوهی و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم استخراج گردید.

مرحله ۲: تحلیل و تلفیق (تحلیل محتوای کیفی و ترکیب)

مفاهیم و یافته‌های استخراج‌شده از حوزه‌های مختلف، در این مرحله مورد تحلیل محتوای کیفی و ترکیب تفسیری قرار گرفتند. هدف، درک عمیق‌تر هر مفهوم، کشف نقاط اشتراک، تضادها، شکاف‌ها و روابط بالقوه بین آن‌ها بود؛ برای نمونه، این پرسش مطرح شد که چگونه قابلیت «هشدار هوشمند» می‌تواند از خروجی‌های «تحلیل سناریو» بهره‌بردار، یا اصول «حکمرانی داده» چگونه بر طراحی «تجسم تعاملی» اثر می‌گذارد. خروجی این مرحله، مجموعه‌ای از ایده‌های تلفیقی درباره چگونگی ارتباط منطقی و هم‌افزای اجزای پراکنده بود.

مرحله ۳: طراحی چهارچوب یکپارچه (طراحی مدل مفهومی)

در این مرحله نهایی، با تکیه بر درک به‌دست‌آمده از مراحل قبل، مدل مفهومی یکپارچه طراحی شد. در این طراحی، مؤلفه‌های شناسایی‌شده در قالب لایه‌های منسجم (شامل منابع داده، پردازش، ارائه و اصول حاکم) سازمان‌دهی و روابط علی

مرتبط بین آن‌ها (نظیر جریان داده، تعاملات بازخوردی و حاکمیت اصول) تعریف گردید. نمودار نهایی چهارچوب (شکل ۱) و شرح تفصیلی آن در مقاله، حاصل این مرحله است.

۲-۲. اعتباربخشی و محدودیت‌های روش‌شناختی

با توجه به ماهیت مفهومی این پژوهش و عدم پیاده‌سازی عملی در این مرحله، برای افزایش اعتبار چهارچوب پیشنهادی از دو راهکار استفاده شد: نخست، اعتباربخشی اولیه از طریق انطباق با نمونه‌های عینی موجود در ادبیات؛ بدین‌صورت که کارآمدی چهارچوب در تبیین ویژگی‌ها و موفقیت‌های نسبی برخی داشبوردهای گزارش‌شده در مطالعات موردی (مانند مطالعه: Ludlow & et al., 2021) مورد بررسی قرار گرفت. دوم، ارزیابی مبتنی بر اصول پذیرفته‌شده طراحی، یعنی مطابقت‌سنجی اجزای چهارچوب با اصول شناخته‌شده در علوم تصمیم‌گیری، طراحی تعامل انسان - رایانه و حکمرانی داده.

۲-۳. چهارچوب مفهومی و مدل پیشنهادی

در پاسخ به سؤالات پژوهش و برای دستیابی به هدف یکپارچه‌سازی، چهارچوب مفهومی جامعی در شکل ۲ ارائه شده است. این مدل یک ساختار لایه‌بندی شده و تعاملی را پیشنهاد می‌دهد که در آن داده‌های خام به‌تدریج به اطلاعات، بینش و درنهایت پشتیبانی عملی برای تصمیم‌گیری خط‌مشی تبدیل می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، مدل ارائه شده در چهار لایه اصلی ترسیم شده است. لایه ۱ منابع داده را نشان می‌دهد. لایه ۲ شامل سه سامانه تحلیلی است که داده‌ها را پردازش می‌کنند. لایه ۳ رابط کاربری یکپارچه (داشبورد) و تعامل کاربر با سیستم است. یک لایه فراگیر از اصول طراحی و حکمرانی، تمامی لایه‌های فنی را احاطه کرده و بر آن‌ها حاکم است. فلش‌ها جهت جریان داده و تعاملات پویا بین اجزا را مشخص می‌کنند. چهارچوب حاضر نه تنها سه قابلیت کلیدی تجسم، فرآیندسازی و هشدار را دربرمی‌گیرد، بلکه بر پایه‌ای از اصول حکمرانی و طراحی کاربر - محور استوار است تا اثربخشی، اعتماد و پذیرش آن را تضمین کند.

لایه ۱: منابع داده و زیرساخت حکمرانی

این لایه بنیادی، تمامی ورودی‌های سیستم را شامل می‌شود و متشکل از: الف) داده‌های پویا و لحظه‌ای نظیر خروجی حسگرهای اینترنت اشیا که امکان پایش

لحظه‌ای متغیرهای کلیدی را فراهم می‌کنند (Cottrill & et al., 2020, p. 50).

ب) داده‌های سنتی و ساختاریافته بانک‌های اطلاعاتی داخلی سازمان‌ها،
 پ) داده‌های باز بخش عمومی^۱: کیفیت، یکپارچگی و قابلیت اتکای تصمیمات آتی
 مستقیماً به غنای این لایه وابسته است. فعالیت در این لایه به‌طور کامل
 تابع چهارچوب حکمرانی و اخلاق داده‌ها است که اصولی چون حریم خصوصی،
 امنیت، شفافیت منبع داده و کیفیت را الزامی می‌سازد (Giest & Reuben, 2018, p. 2).

لایه ۲: هسته پردازش و تحلیل (سامانه‌های تحلیلی)

در این لایه، داده‌های لایه اول توسط سه سامانه تحلیلی تخصصی پردازش می‌شوند تا اطلاعات لازم برای تصمیم‌سازی فراهم آید.

- سامانه تجسم و کاوش تعاملی: این سامانه داده‌های خام را دریافت، پالایش و برای نمایش، آماده می‌کند. خروجی آن، به‌صورت شاخص‌های کلیدی عملکرد^۲ است که به‌صورت پویا و مستمر به‌روز می‌شود و روند شاخص‌ها برای مدیران نمایش داده می‌شود تا آن‌ها الگوها را کشف کرده و بتوانند مسائل عمومی را فرموله کنند (Li & et al., 2022, p. 110). موفقیت این سامانه منوط به رعایت اصول طراحی، تجربه کاربری و تعامل‌پذیری است تا درک اطلاعات پیچیده را تسهیل نماید (Sukhwai, & Kankanhalli, 2022, p. 20).
- سامانه تحلیل و مدل‌سازی فرانامه: این ماژول، محور آینده‌نگری در چهارچوب نهایی این پژوهش است. کارکرد آن مبتنی بر روش‌های ترکیبی آینده‌پژوهی، به‌ویژه تحلیل مورفولوژیک و ماتریس تأثیر متقابل است (Godet, 1993, p. 140). این سامانه با دریافت داده‌های تاریخی و نیز فرضیات و متغیرهای کلیدی تعیین‌شده توسط کاربر (خط‌مشی‌گذار)، به تولید فرانامه‌های کمی - کیفی منسجم از آینده‌های محتمل می‌پردازد. هر فرانامه مسیرهای مختلفی برای تحول شاخص‌ها تحت سیاست‌های متفاوت ترسیم می‌کند و به ارزیابی «چه می‌شود اگر» کمک می‌نماید (Schwartz, 1991, p. 23). خروجی این سامانه، مجموعه‌ای از فرانامه‌های ساخت یافته است که می‌توانند به‌صورت مقایسه‌ای در داشبورد ارائه شوند.
- سامانه هشدار هوشمند: این سامانه به‌عنوان سیستم عصبی چهارچوب عمل کرده

1. Open Data
 2. KPIs

و با پایش مستمر دو جریان اطلاعاتی عمل می‌کند: (۱) داده‌های لحظه‌ای خروجی سامانه تجسم و (۲) آستانه‌ها و نشانه‌های پیش‌نگری‌شده که در هر فرآیند تعریف شده‌اند. با استفاده از الگوریتم‌های تشخیص ناهنجاری و قواعد از پیش تعریف شده، انحراف از شرایط معمول یا نزدیک‌شدن به نقاط بحرانی شناسایی و هشدارهای طبقه‌بندی‌شده (مثلاً سبز، زرد، قرمز) تولید می‌شود (Adepoju, 2022, p. 111). این رویکرد، واکنش سریع و پیش‌دستانه به رخدادها را ممکن می‌سازد (Collins & et al., 2022, p. 34).

لایه ۳: رابط کاربری یکپارچه (داشبورد خط‌مشی)

این لایه، سطح تعامل کاربر با سیستم است. یک داشبورد واحد و یکپارچه، خروجی‌های سه سامانه تحلیلی را در قالبی منسجم، شهودگرا و قابل عمل ارائه می‌دهد. در این رابط، نمودارهای تعاملی، پنل مقایسه فرآیندها و اعلان‌های هشدار در کنار هم قرار گرفته‌اند. کاربر (تصمیم‌گیرنده) می‌تواند داده‌ها را کاوش کند، پارامترهای فرآیندها را تغییر دهد، بر روی هشدارها کلیک کرده و به اطلاعات زمینه مرتبط دست یابد. این طراحی چرخه تعاملی بسته را ایجاد می‌کند: تصمیم‌گیرنده با سیستم تعامل می‌کند، سیستم تحلیل می‌کند و نتایج جدید را نمایش می‌دهد و این چرخه تداوم می‌یابد.

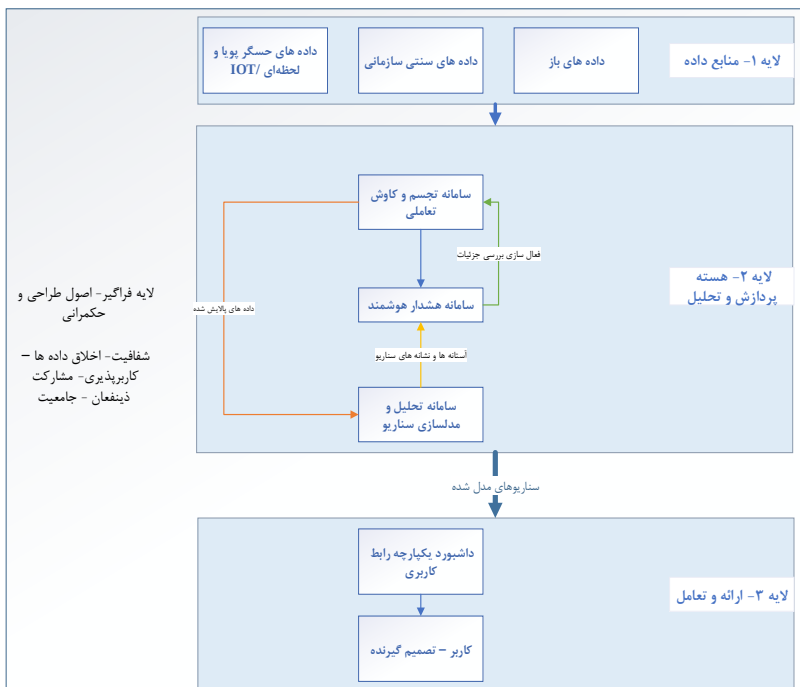
لایه فراگیر: اصول طراحی و حکمرانی

تمامی لایه‌های فنی فوق، تحت تأثیر و هدایت یک لایه فراگیر از اصول طراحی و حکمرانی قرار دارند. این اصول که از ادبیات استخراج شده‌اند، تضمین‌کننده اثربخشی و مسئولیت‌پذیری مدل طراحی‌شده هستند و شامل کاربرپذیری و سادگی، شفافیت کامل داده‌ها و فرایندها، جامعیت نگاه به مسئله، مشارکت‌پذیری ذی‌نفعان و تعهد به ملاحظات اخلاقی می‌شوند؛ برای نمونه، اصل شفافیت ایجاب می‌کند که منبع هر داده در داشبورد قید شود، یا اصل مشارکت‌پذیری در امکان تنظیم پارامترهای فرآیند توسط کاربر متبلور می‌شود.

۲-۴. نوآوری و تعامل پویای مدل

نوآوری اصلی این چهارچوب در خلق یک ساختار یکپارچه با تعامل پویا است، به‌طوری‌که خروجی هر سامانه، ورودی و اطلاعات سامانه دیگر را تقویت می‌کند؛ برای مثال، داده‌های اینترنت اشیا در زمینه ترافیک شهری به‌صورت بلادرنگ لحظه‌ای توسط سامانه تجسم تعاملی نمایش داده می‌شوند. خط‌مشی‌گذار، فرآیند

«اعمال محدودیت مرکز شهر» را از طریق تعامل با داشبورد فعال می‌کند. این درخواست به سامانه تحلیل فرانامه ارسال شده و تأثیر این فرانامه بر شاخص‌های ترافیک و آلودگی شبیه‌سازی می‌گردد و نتایج مجدداً در سامانه تجسم به‌روزرسانی می‌شود. همزمان، سامانه هشدار هوشمند بر اساس آستانه‌های تعریف‌شده در فرانامه، در صورت کاهش شدید تردد در یک محور تجاری خاص، هشدار برای بررسی پیامدهای اقتصادی احتمالی صادر می‌نماید. این چرخه پویا، تصمیم‌گیری را از حالت منفعل و مبتنی بر گزارش‌های تاریخی، به وضعیتی فعال، آینده‌نگر و مبتنی بر شواهد تبدیل می‌کند.



شکل (۲): چهار چوب مفهومی داشبورد خط‌مشی‌گذاری یکپارچه

توضیح شکل: چهارچوب ارائه‌شده در سه لایه فنی و یک لایه حاکمیتی ترسیم شده است. لایه فنی اول (منابع داده)، شامل اینترنت اشیا، پایگاه‌های داده و سایر منابع اطلاعاتی است. لایه فنی دوم (پردازش تحلیلی)، از سه سامانه اصلی تشکیل شده است: سامانه تجسم تعاملی، سامانه تحلیل فرانامه و سامانه هشدار هوشمند که به‌صورت پویا با یکدیگر در تعامل هستند. لایه فنی سوم (رابط کاربری)، داشبورد یکپارچه را نشان می‌دهد که محل تعامل کاربر با سامانه است. لایه حاکمیتی (اصول طراحی و حکمرانی) به‌صورت فراگیر تمامی

لایه‌های فنی را احاطه کرده و بر آن‌ها حاکم است. فلش‌ها جهت جریان داده و تعاملات پویا بین اجزا را مشخص می‌کنند. به‌منظور جلوگیری از پیچیدگی بصری و تسهیل فهم، برخی از روابط بازخوردی و تعاملات فرعی در شکل ترسیم نشده‌اند.

۳. بحث

۳-۱. جایگاه و مزایای چهارچوب پیشنهادی

چهارچوب مفهومی ارائه‌شده در این مطالعه (شکل ۲)، پاسخی نظری به شکاف پژوهشی شناسایی‌شده در ادبیات است. شکاف پژوهشی این مطالعه، فقدان یک مدل یکپارچه بود که سه قابلیت تجسم تعاملی، تحلیل فرآیند و هشدار هوشمند را در چرخه کامل تصمیم‌گیری خط‌مشی مورد توجه قرار دهد. این چهارچوب نه‌تنها این اجزا را کنار هم قرار می‌دهد، بلکه با تعریف روابط پویا و لایه‌ای بین آن‌ها، از مدل‌های صرفاً توصیفی موجود فراتر می‌رود (Matheus & et al., 2020, p. 25; Hagen & et al., 2019, p. 955).

مزایا و پیامدهای یکپارچگی: قدرت اصلی این چهارچوب در خلق هم‌افزایی تحلیلی است؛ برای مثال، در حوزه مدیریت شهری، داده‌های لحظه‌ای ترافیک از حسگرهای اینترنت اشیا (Cottrill & et al., 2020, p. 50) در سامانه تجسم تعاملی نمایش داده می‌شوند. خط‌مشی‌گذار می‌تواند در سامانه فرآیندسازی، فرآیندهای «اعمال عوارض شهری پلکانی» یا «تغییر مسیرهای اصلی» را تعریف کند. این سامانه، پیامدهای هر فرآیند (مانند توزیع مجدد ترافیک، تأثیر بر زمان سفر و آلودگی) را شبیه‌سازی می‌نماید. هم‌زمان، سامانه پایش و هشدار هوشمند، با پایش جریان داده‌های واقعی، در صورت مشاهده ازدحام غیرمنتظره در معابر جایگزین (که می‌تواند پیامد ناخواسته فرآیند انتخابی باشد) بلافاصله هشدار را به تصمیم‌گیرنده اعلام می‌دارد. این چرخه تعاملی، تصمیم‌گیری را از حالت واکنشی به وضعیتی پیش‌کنشی و آزمون‌پذیر تبدیل می‌کند.

ارتقای اصول حکمرانی: این چهارچوب، داده‌محوری را در خدمت اصول کلان حکمرانی خوب قرار می‌دهد. شفافیت از طریق نمایش واضح داده‌ها و منطق فرآیندها حاصل می‌شود. پاسخگویی با ردیابی تصمیمات در بستر داده‌ای و فرآیندهای تقویت می‌گردد. مشارکت ذی‌نفعان نیز از طریق طراحی رابط‌های قابل فهم و امکان ارائه فرآیندهای مختلف تسهیل می‌شود (OECD, 2019)؛ بنابراین، این چهارچوب صرفاً یک ابزار فنی نیست بلکه یک رویکرد نوین برای حکمرانی داده‌محور است که تصمیم‌گیری را شفاف‌تر، مسئولانه‌تر و مبتنی بر شواهد می‌سازد.

انطباق با سیاست‌های کلی نظام: چهارچوب ارائه‌شده می‌تواند پشتیبان اجرایی‌شدن چندین محور از سیاست‌های کلی نظام باشد:

- در راستای «شفافیت و سلامت اداری»، لایه تجسم تعاملی و نمایش شفاف داده‌ها و فرایندها، امکان نظارت عمومی و کاهش فساد اداری را فراهم می‌آورد.
- در جهت «عدالت و تاب‌آوری اجتماعی»، سیستم هشدار هوشمند می‌تواند برای پایش نابرابری‌های منطقه‌ای یا شناسایی به‌هنگام گروه‌های در معرض آسیب به کار رود.
- همچنین، این چهارچوب ابزاری عملی برای تحقق بندهای مربوط به «تحول اداری و توسعه دولت الکترونیک» و حرکت در مسیر «حکمرانی داده‌محور» محسوب می‌شود. به کارگیری این چهارچوب در دستگاه‌های اجرایی، گامی در جهت عینیت‌بخشی به این سیاست‌های راهبردی است.

۳-۲. محدودیت‌های پژوهش

این مطالعه، مانند هر پژوهش مفهومی، محدودیت‌هایی دارد که عمدتاً از ماهیت نظری آن ناشی می‌شود:

- چالش‌های پیاده‌سازی فنی و سازمانی: مدل پیشنهادی، چالش‌های عملی مانند یکپارچه‌سازی سامانه‌هایی با داده‌های ناهمگن، نیاز به مدل‌های پیش‌بینی دقیق، یا مقاومت سازمانی در برابر تغییر فرایندهای تصمیم‌گیری را به‌صورت عمقی بررسی نکرده است. این موارد طبیعتاً در پژوهش‌های مفهومی و نظری قابل بررسی نیستند و نیازمند مطالعات میدانی هستند.
- وسعت ادبیات: اگرچه تلاش شده است مقالات کلیدی و معتبر مرور شوند؛ اما گستردگی حوزه‌های مرتبط (از علوم داده تا علوم سیاسی) ممکن است موجب شود برخی مباحث مرتبط در عمق کافی مورد توجه قرار نگیرند.
- ماهیت نظری و نیاز به اعتبارسنجی تجربی: چهارچوب ارائه‌شده یک مدل مفهومی است و فرایند اعتبارسنجی مدل (از نظر منطق درونی و سازگاری با نظریه‌های پایه‌ای) صرفاً بر اساس استدلال نظری صورت گرفته است. همچنین، ارزیابی عملیاتی مدل در محیط‌های واقعی خط‌مشی‌گذاری و سنجش کارایی آن در تعامل با کاربران واقعی، نیازمند پژوهش مستقلی است که در آن پیاده‌سازی عملی و آزمون میدانی انجام شود. این موضوع به‌عنوان یکی از شکاف‌های پژوهشی در بخش پیشنهادات پیگیری شده است.

۳-۳. پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی

برای تکمیل و توسعه این مسیر پژوهشی، مطالعات آینده می‌توانند بر موارد زیر متمرکز شوند:

- اعتبارسنجی و آزمون تجربی: پیاده‌سازی عملی چهارچوب در یک حوزه مشخص (مانند: سلامت، انرژی یا حمل‌ونقل) و سنجش کمی و کیفی تأثیر آن بر سرعت، دقت و رضایت تصمیم‌گیرندگان. این مهم‌ترین گام برای تکمیل پژوهش حاضر است.
- توسعه جزئیات فنی: طراحی الگوریتم‌ها و سازوکارهای مشخص برای سامانه‌هایی مانند سامانه فرماندهی تلفیقی (ترکیب روش‌های کیفی و کمی) یا سیستم هشدار زمینه‌آگاه که بتواند پیچیدگی محیط خط‌مشی را درک کند.
- مطالعات پذیرش و کاربرپذیری: بررسی موانع و عوامل تسهیل‌کننده پذیرش چنین داشبوردهایی توسط مدیران ارشد با استفاده از مدل‌هایی مانند مدل پذیرش فناوری یا رویکردهای طراحی انسان‌محور.
- تحقیق در زمینه اخلاق و حکمرانی داده: پژوهش‌های عمیق‌تر درباره نحوه عملیاتی‌نمودن اصول اخلاقی از قبیل انصاف، تفسیرپذیری و مسئولیت‌پذیری در طراحی و استقرار داشبوردهای خط‌مشی پیشنهادی.

نتیجه‌گیری

این مطالعه سعی داشته است با ارائه یک چهارچوب مفهومی یکپارچه و لایه‌بندی‌شده، گامی در جهت صورت‌بندی علمی و عملیاتی‌کردن ایده «داشبورد خط‌مشی‌گذاری هوشمند» بردارد. چهارچوب پیشنهادی نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با تلفیق هوشمندانه تجسم تعاملی برای درک وضع موجود، تحلیل فرماندهی برای ترسیم آینده‌های محتمل، و هشدار هوشمند برای پایش و واکنش به تغییرات، یک چرخه تصمیم‌گیری پویا، مبتنی بر شواهد و شفاف را برای خط‌مشی‌گذاران ایجاد کرد. موفقیت نهایی این چهارچوب منوط به عبور از مرز نظریه به عمل است؛ یعنی پیاده‌سازی آن در بسترهای واقعی حکمرانی و بازنگری مستمر بر اساس بازخوردهای تجربی. درعین‌حال، این مدل می‌تواند به‌عنوان نقشه راهی برای پژوهشگران و توسعه‌دهندگان در طراحی نسل بعدی سیستم‌های پشتیبانی تصمیم در بخش عمومی عمل کند.

از منظر کلان، این چهارچوب نه تنها پاسخی به یک شکاف پژوهشی است، بلکه می‌تواند به‌عنوان ابزار عملیاتی‌کننده سیاست‌های کلی نظام در حوزه‌های شفافیت،

عدالت و تحول دیجیتال دولت مورد توجه قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود دستگاه‌های ذی‌ربط با بهره‌گیری از چنین چهارچوبی، گام‌های عملی را برای تحقق حکمرانی داده‌محور و تصمیم‌گیری راهبردی مبتنی بر شواهد بردارند.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: این مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسنده: یک نویسنده در آماده‌سازی این مقاله مشارکت کرده است.

تعارض منافع: بنابه اظهار نویسنده، در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

تعهد مالکیت معنوی: طبق تعهد نویسنده، حق مالکیت معنوی (CC) رعایت شده است.

References

- Adam, F., & Pomerol, J.-C. (2006). Developing practical decision support tools using dashboards of information. In *Handbook on Decision Support Systems* 2 (pp. 151–173). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-48716-6_8
- Adepoju, M., Janssen, M., & Luthfi, A. (2022). Smart Alerts in Public Policy Dashboards: Enhancing Responsiveness and Transparency. *Government Information Quarterly*, 39(2), 101-127. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101-127>
- Bandyopadhyay, Debasis & Sen, Jaydip. (2011). Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization. *Wireless Personal Communications*. (58), 49-69.
- Borukhson, David; Glaum, Louisa; Weinhardt, Christof & Fegert, Jonas (2025). *Visualizing Social Sentiment: Designing an Interactive Dashboard for Informed Decision-Making*.
- Cheng, X., Barati, M., & Martin, E. G. (2025). *Interactive data visualization for decision making in government funded advanced research computing service*. Proceedings of the Digital Government Research Conference. <https://doi.org/10.59490/dgo.2025.946>
- Collins, A., Hamza, M., & Eweje, J. (2022). Decision Support Systems for Policy Dashboards: Integrating AI and Predictive Analytics. *Decision Support Systems*, (158), 113734. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2022.113734>
- Cottrill, Caitlin; Jacobs, Naomi; Markovic, Milan & Edwards, Pete. (2020). Sensing the City: Designing for Privacy and Trust in the Internet of Things. *Sustainable Cities and Society*, (63), 102453.

- Fareed, N. & et al. (2024). Lessons learned from developing dashboards to support decision-making in health care: a qualitative study. *JMIR Human Factors*, (11), e51525. <https://doi.org/10.2196/51525>
- Galvin, J. & et al. (2025). The role of foresight in public policy: lessons from deliberative democracy and perspectival realism. *European Journal of Futures Research*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40309-024-00246-0>
- Giest, Sarah & Ng, Reuben. (2018). Big Data Applications in Governance and Policy. *Politics and Governance*, (6), 1-4.
- Gil-Garcia, J. Ramon; Gascó, Mila & Pardo, Theresa. (2020). Beyond Transparency, Participation, and Collaboration? A Reflection on the Dimensions of Open Government. *Public Performance & Management Review*, (43), 1-20.
- Godet, M. (1993). The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls. *Technological Forecasting and Social Change*, 43(2), 131–150. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(93\)90041-5](https://doi.org/10.1016/0040-1625(93)90041-5)
- Hagen, L. & et al. (2019). Open data visualizations and analytics as tools for policy design and public decision-making. *Government Information Quarterly*, 36(4), 952–961. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.04.009>
- Jabareen, Y. (2009). Building a conceptual framework: Philosophy, definitions, and procedure. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(4), 49-62.
- Jacobs, N., Edwards, P., Cottrill, C. D., & Salt, K. (2020). Governance and accountability in Internet of Things (IoT) networks. In S. J. Yates & R. E. Rice (Eds.), *The Oxford Handbook of Digital Technology and Society* (pp. 628–655). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190932596.013.22>
- Jacobs, Naomi; Edwards, Peter; Markovic, Milan; Cottrill, Caitlin & Salt, Karen. (2020). Who trusts in the smart city? Transparency, governance, and the Internet of Things. *Data & Policy*, (2).
- Javed, Barkha; Khan, Zaheer & Mcclatchey, Richard (2018). *Using a Model-driven Approach in Building a Provenance Framework for Tracking Policy-making Processes in Smart Cities*.
- Kacapor, I. (2025). *Developing a modular dashboard for research, technology, and innovation policy monitoring (Technical Report / Master's Thesis)*. TU Wien. Retrieved from Repositum
- Kindler, K. E. & et al. (2024). Clinical decision support alert frequency visualizations: dashboard development and evaluation. *Journal of Innovation in Health Informatics*, 31(1). <https://doi.org/10.1177/14604582241234252>
- Li, J., Zhao, L., & Qi, X. (2022). Interactive Data Visualizations for Evidence-Based Policy Making. *Government Information Quarterly*, 39(1), 101-118. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101-118>
- Ludlow, K. & et al. (2021). Co-designing a dashboard of predictive analytics and decision support to drive care quality and client outcomes in aged care: a mixed-method study protocol. *BMJ Open*, 11(8),

- e048657. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-048657>
- Matheus, R., de Paula Matheus, L. G., & de Souza, L. (2020). Data driven dashboards for transparent and accountable governance. *Government Information Quarterly*, 37(3), 101657. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101657>
- Moniz, A. B. (2006). *Scenario building methods as a tool for policy analysis*. In Innovative Comparative Methods for Policy Analysis: Beyond the Quantitative–Qualitative Divide (pp. 185–209). Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-28829-5_9
- OECD (2019). *A data-driven public sector: Enabling the strategic use of data for productive, inclusive, and trustworthy governance (OECD Working Papers on Public Governance No. 33)*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/09ab162c-en>
- Ravitch, S. M., & Riggan, M. (2016). *Reason & rigor: How conceptual frameworks guide research*. Sage Publications.
- Schwartz, P. (1991). *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. Currency Doubleday.
- Sukhwal, S., & Kankanhalli, A. (2022). Dashboard Design and Policy Decision-Making: A Data Visualization Approach. *Information Systems Frontiers*, (24), 1517–1535. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10021-9>
- Urquhart, Lachlan & Lodge, Tom & Crabtree, Andy. (2019). Demonstrably doing accountability in the Internet of Things. *International Journal of Law and Information Technology*, (27), 1-27. <https://doi.org/10.1093/ijlit/eay015>
- Williams, P., Kliskey, A. A., & Cronan, D. (2023). Constructing futures, enhancing solutions: stakeholder-driven scenario development and system modeling for climate change challenges. *Frontiers in Environmental Science*, (11), 1055547. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1055547>