Iranian Scientific Association of Public Administration

Governance and Development Journal

Online ISSN: 2783-3461

Homepage: www.jipaa.ir

University of Sistan and Baluchestan

Innovation Policy in the Age of Algorithms: A Comparative Study of Innovation Ecosystems and Digital Crowdsourcing in Leading Governments

Fatemeh khajedad[1] | **Abdul Ali Keshtegar** [2]✉

[1.] PhD student, Department of Public Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. E-mail: fatemehkhajedad9@gmail.com.

[2.] Associate Professor, Department of Public Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. E-mail: alikeshtegar@mgmt.usb.ac.ir.

Abstract: In a world where rapid digitalization, growing complexity, and the emergence of algorithmic decision-making tools have transformed governance structures, identifying the key dimensions of modern governance and providing a coherent framework for developing policymaking systems has become increasingly essential.

Objective: The present study aims to systematically explain existing knowledge in the field of future governance, based on the interaction among algorithmic governance, innovation ecosystems, and digital crowdsourcing, in order to illustrate leading models in selected European countries that can inform governance transformation.

Method: This research is applied in purpose, qualitative in approach, and descriptive–analytical in nature. A systematic review of documents and research literature was conducted, drawing on a targeted collection of reputable academic articles, EU policy reports, and official digital-governance documents from

Article type: Research

Cite this article F. khajedad, A.A. Keshtegar (2026). Innovation Policy in the Age of Algorithms: A Comparative Study of Innovation Ecosystems and Digital Crowdsourcing in Leading Governments. Governance and Development Journal, 6(3),115-156. DOI: 10.22111/JIPAA.2026.54011.1141.

Received: 27.11.2025 **Revised:** 10.01.2026

Accepted: 27.01.2026 **Published:** 23.09.2026

© The Author (s Publisher: University of Sistan and Baluchestan

Estonia, Finland, and the Netherlands. The data were analyzed through comparative analysis and thematic analysis.

Findings: The study shows that the three examined countries have each developed a distinct model of future governance: Estonia follows an infrastructure-driven and data-centric approach; Finland adopts a reflective and participation-oriented model; and the Netherlands emphasizes a rights-based model grounded in institutional accountability. Comparative analysis of the three core dimensions—algorithmic governance, innovation ecosystems, and digital crowdsourcing—reveals that their synergy can lead to adaptive policymaking, strengthened legitimacy, and enhanced institutional learning.

Conclusion: The findings provide an integrated framework for conceptualizing future governance based on the identified mechanisms of interaction among the three dimensions. Although the study focuses on advanced digital states, its analytical structure can inform policy discussions in countries such as Iran that seek to develop innovative and effective governance models.

Keywords: Algorithmic governance; innovation ecosystem; digital crowdsourcing; innovative policymaking; digital governance; Estonia; Finland; Netherlands

حکمرانی و توسعه
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۳۴۶۱
Homepage: www.jipaa.ir

خط‌مشی‌گذاری نوآوری در عصر الگوریتم‌ها: مطالعه تطبیقی زیست‌بوم‌های نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال در دولت‌های پیشرو

فاطمه خواجه داد[۱] | عبدالعلی کشته گر[۲]✉

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مدیریت دولتی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
رایانامه: fatemehkhajedad9@gmail.com
[۲] دانشیار، گروه مدیریت دولتی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری ، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
رایانامه: alikeshtegar@mgmt.usb.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:
حکمرانی الگوریتمی؛ اکوسیستم نوآوری؛ جمع‌سپاری دیجیتال؛ خط‌مشی گذاری نوآورانه؛ حکمرانی دیجیتال؛ استونی؛ فنلاند؛ هلند

چکیده

در جهانی که دیجیتالی‌شدن شتابان و گسترش ابزارهای تصمیم‌گیری الگوریتمی ساختارهای حکمرانی را متحول کرده است، شناسایی ابعاد اصلی حکمرانی آینده و ارائه چارچوبی منسجم برای نوآوری در خط‌مشی‌گذاری ضرورت یافته است.

هدف: این مطالعه با هدف ارائه تبیینی نظام‌مند از تعامل میان حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم‌های نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال انجام شده و می‌کوشد الگوهای کشورهای پیشرو اروپایی را برای تحول حکمرانی بازنمایی کند.

روش: پژوهش از نظر هدف کاربردی، از منظر رویکرد کیفی، و از حیث ماهیت توصیفی–تحلیلی است. در این مطالعه، مرور نظام‌مند اسناد و ادبیات علمی به‌کار گرفته شد و مجموعه‌ای منتخب از مقالات معتبر، گزارش‌های سیاستی اروپایی و اسناد حکمرانی دیجیتال در استونی، فنلاند و هلند بررسی شد. داده‌ها با روش تحلیل تطبیقی و تحلیل مضمون تحلیل گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد هر کشور رویکرد متمایزی در مسیر حکمرانی آینده دارد: استونی با مدل داده‌محور و مبتنی بر زیرساخت دیجیتال، فنلاند با الگوی بازتابی و مشارکت‌محور، و هلند با رویکرد حقوق‌محور و مبتنی بر پاسخگویی نهادی. مقایسه سه بُعد اصلی—حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال—نشان می‌دهد هم‌افزایی آنها موجب تقویت خط‌مشی‌گذاری تطبیقی، افزایش مشروعیت

استناد: خواجه داد، فاطمه؛ کشته گر، عبدالعلی (۱۴۰۵) "خط‌مشی‌گذاری نوآوری در عصر الگوریتم‌ها: مطالعه تطبیقی زیست‌بوم‌های نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال در دولت‌های پیشرو" *حکمرانی و توسعه*، (۳)۶، ۱۵۶-۱۱۵. DOI: 10.22111/JIPAA.2026.54011.1141

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان
© نویسندگان

تصمیمات و ارتقای یادگیری نهادی می‌شود.

نتیجه‌گیری: این پژوهش با تبیین سازوکارهای تعامل این سه‌گانه، چارچوبی یکپارچه برای ترسیم الگوی حکمرانی آینده ارائه می‌کند؛ چارچوبی که، علاوه بر تبیین تجربه کشورهای پیشرو، می‌تواند الهام‌بخش کشورهایی باشد که در مسیر تحول دیجیتال قرار دارند. ساختار تحلیلی ارائه‌شده بستر گسترش مباحث سیاستی در کشورهایی همچون ایران را نیز فراهم می‌سازد که در تلاش برای شکل‌دهی حکمرانی نوآورانه و کارآمد هستند.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، خط‌مشی‌گذاری نوآوری [1]به عنوان یک ابزار راهبردی برای هدایت تغییرات اقتصادی، اجتماعی و فناورانه بازتعریف شده است. این نوع خط‌مشی‌گذاری، که اغلب با عناوینی چون نوآوری مأموریت‌محور، تحول‌آفرین یا چالش‌محور مطرح می‌شود، فراتر از صرف افزایش ورودی‌های تحقیق و توسعه عمل می‌کند و بر هدایت مسیرهای نوآوری به سوی حل مسائل بزرگ و پیچیده جهانی تمرکز دارد (*Diercks et al., 2019*). چنین رویکردی مستلزم تلفیق ابزارهای تحلیلی پیشرفته، طراحی خط‌مشی‌های هدفمند و ظرفیت‌سازی نهادی برای مدیریت تعاملات میان نوآوری، گذارهای سیستمی و منافع عمومی است (*Parker & Lundgren, 2022*). در این چارچوب، خط‌مشی‌گذاری نوآور به مجموعه‌ای از ابزارها و فرآیندهای هدفمند تبدیل می‌شود که می‌توانند مسیرهای نوآوری و توانمندی‌های نهادی را تغییر دهند. هدف این خط‌مشی‌ها نه تنها بهبود بهره‌وری منابع و افزایش خروجی‌های فناورانه، بلکه تحقق اهداف گسترده‌تر اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی است (*Diercks et al., 2019; Kern & Rogge, 2018*). در این زمینه، کارایی نوآوری به عنوان یک معیار کلیدی در طراحی و ارزیابی این خط‌مشی‌ها مطرح می‌شود و شامل رابطه بهینه میان ورودی‌ها و خروجی‌های نوآورانه است. ظهور حکمرانی الگوریتمی[2] به عنوان محرکی نوظهور، فرصت‌ها و چالش‌های جدیدی برای خط‌مشی‌گذاری نوآور فراهم کرده است. الگوریتم‌ها، به ویژه در قالب سیستم‌های یادگیری ماشین و ابزارهای دیجیتال با خودمختاری متفاوت، می‌توانند تصمیم‌گیری‌ها را شکل دهند، رفتارها را تنظیم کنند و تعاملات اجتماعی را سازمان‌دهی کنند (*Just & Latzer, 2017; Latzer et al., 2016*). این پدیده، بستر نوینی برای طراحی خط‌مشی‌های تحول‌آفرین ایجاد می‌کند که تعامل پیچیده‌ای میان انسان و ماشین را در سطح نهادی و اجتماعی ممکن می‌سازد. حکمرانی الگوریتمی نه تنها مداخلات هدفمند را شامل می‌شود، بلکه اثرات خودجوش و غیرقابل پیش‌بینی انتخاب‌های خودکار را نیز در بر می‌گیرد (*Danaher et al., 2017; Yeung, 2018*). میزان خودمختاری الگوریتم‌ها و سطح کنترل انسانی، تعیین‌کننده شفافیت، مسئولیت‌پذیری و پیامدهای اجتماعی آن‌ها است (*Srivastava, 2023*). در بستر

[1]. Innovation policymaking
[2]. Algorithmic governance

حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری [1]نقش کلیدی در تسهیل تعاملات میان بازیگران متعدد ایفا می‌کند. این زیست‌بوم‌ها شامل شبکه‌ای از شرکت‌ها، استارتاپ‌ها، دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و نهادهای دولتی هستند که از طریق همکاری و هم‌آفرینی ارزش، فرآیندهای نوآوری را تقویت می‌کنند (*Autio & Thomas, 2014; Jacobides et al., 2018*). پلتفرم‌ها و معماری‌های ماژولار، این تعاملات را تسهیل کرده و امکان توسعه تکمیل‌پذیری‌های غیرعمومی و نوآوری فراتر از مرزهای یک سازمان را فراهم می‌آورند (*Su et al., 2018*). با ورود دیجیتال‌سازی و فناوری‌های مبتنی بر داده، زیست‌بوم‌های نوآوری به سمت زیست‌بوم‌های دیجیتال تحول یافته‌اند که در آن پلتفرم‌های هوشمند، هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده‌ها، همکاری و ادغام دانش را تقویت می‌کنند (*Valdez-De-Leon, 2019; Madanaguli et al., 2024*). در این بستر، کاربران به عنوان هم‌آفرینندگان ارزش شناخته می‌شوند و مشارکت آنان، به ویژه از طریق جمع‌آوری و تحلیل داده‌های بزرگ، به طراحی خط‌مشی‌های نوآور و خدمات هوشمند کمک می‌کند (*Chandra & Rahman, 2024*). جمع‌سپاری دیجیتال[2]، به عنوان بعد مشارکتی حکمرانی الگوریتمی، امکان مشارکت گسترده شهروندان و ذی‌نفعان در فرآیندهای خط‌مشی‌گذاری و نوآوری را فراهم می‌کند. ابزارهای دیجیتال مشارکتی، مانند پلتفرم‌های آنلاین و پتیشن‌های الکترونیکی، می‌توانند شمول اجتماعی و پاسخگویی دموکراتیک را افزایش دهند، اما همچنان با محدودیت‌هایی مانند سلسله‌مراتبی بودن تصمیم‌گیری و واسطه‌گری الگوریتمی مواجه هستند (*Royo & Yetano, 2015; Porter et al., 2020; Markovic et al., 2023*). این واقعیت نشان می‌دهد که حکمرانی الگوریتمی هم قدرت‌بخش و هم تنظیم‌کننده است و نیازمند تحلیل دقیق برای طراحی خط‌مشی‌های موثر و عادلانه می‌باشد.

ادغام حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال، چارچوبی پیچیده اما اثرگذار برای خط‌مشی‌گذاری نوآور ارائه می‌دهد که ظرفیت افزایش کارایی، مقیاس‌پذیری و پاسخگویی خط‌مشی‌ها را دارد. با این حال، تأثیر واقعی این تعاملات بر طراحی و اجرای خط‌مشی‌های تحول‌آفرین هنوز به طور کافی شناخته نشده است. بررسی تطبیقی کشورهایی با تجارب دیجیتال متنوع، مانند استونی، فنلاند و هلند، می‌تواند شناخت عملیاتی و نظری ارزشمندی ارائه دهد. این مطالعه بر این اساس استوار است که اگرچه پژوهش‌های جداگانه‌ای در حوزه حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال انجام شده است، تحلیل یکپارچه تعامل میان این سه بعد و نقش آن‌ها در خط‌مشی‌گذاری نوآور محدود باقی مانده است. فقدان مطالعات تطبیقی بین‌کشوری و شواهد تجربی از کشورهایی با مدل‌های حکمرانی دیجیتال متفاوت، محدودیت‌هایی برای طراحی خط‌مشی‌ها و درک اثرات اجتماعی و نهادی آن‌ها ایجاد کرده است. هدف اصلی این تحقیق، ارائه تحلیل تطبیقی از عملکرد حکمرانی الگوریتمی و جمع‌سپاری

[1]. Innovation ecosystem
[2]. Digital crowdsourcing

دیجیتال در زیست‌بوم‌های نوآوری دیجیتال در سه کشور استونی، فنلاند و هلند است. مطالعه حاضر قصد دارد با شناسایی مسیرهای موفقیت و چالش‌های هر کشور، چارچوب تحلیلی جامعی برای درک سازوکارهای تعامل میان خط‌مشی‌های نوآور، الگوریتم‌ها و مشارکت دیجیتال ارائه دهد تا خط‌مشی‌گذاران بتوانند ابزارهای دیجیتال و الگوریتمی را برای ارتقای کارایی، ارزش اجتماعی و تحقق اهداف تحول‌آفرین به صورت هدفمند به‌کار ببرند.

مبانی نظری

خط‌مشی گذاری نوآوری

خط‌مشی نوآوری به مجموعه اقدامات و راهبردهای عمدی دولت‌ها و نهادها اشاره دارد که با هدف افزایش ظرفیت نوآوری یک کشور، توسعه اقتصادی و پاسخ به چالش‌های اجتماعی و محیط‌زیستی، اتخاذ می‌شوند *(Fagerberg et al., 2018)*.اهمیت فزاینده نوآوری در اقتصادهای مبتنی بر دانش، درک ابعاد مختلف خط‌مشی نوآوری را حیاتی می‌سازد، زیرا نوآوری نه تنها محرک رشد اقتصادی بلکه ابزاری برای حل مسائل اجتماعی نیز محسوب می‌شود. این اهمیت، توجه خط‌مشی‌گذاران و پژوهشگران را به مدل‌ها و مراحل مختلف نوآوری و تحلیل تحولات تاریخی در رویکردهای خط‌مشی‌گذاری جلب کرده است. در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، نوآوری‌های بنیادی عمدتاً از تحقیق بنیادی ناشی می‌شد و تحقیقات علمی به عنوان یک «فشار» برای نوآوری تلقی می‌گردید *(Freeman, 1995)*. در این دوره، تحقیق و توسعه رسمی، که توسط دولت یا واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌ها تامین مالی می‌شد، محور نوآوری بود و دانشگاه‌ها عمدتاً به تولید دانش بنیادی محدود می‌شدند و پیشرفت‌های علمی و فناوری را به صنعت منتقل می‌کردند. وظیفه تجاری‌سازی این دانش بر عهده بخش خصوصی بود *(Edler & Fagerberg, 2017)*. بدین ترتیب، نقش دانشگاه‌ها عمدتاً محدود به تولید دانش بود و مدیریت منابع علمی و برنامه‌ریزی تحقیقاتی اهمیت قابل توجهی داشت.

با گذر زمان و از دهه ۱۹۹۰، نگرش به خط‌مشی نوآوری با توسعه چارچوب سیستم‌های نوآوری ملی [1] *(NSI)* تغییر قابل توجهی یافت. این چارچوب بر مکانیسم‌های بازخورد میان شرکت‌ها، دانشگاه‌ها، مشتریان و تأمین‌کنندگان تأکید داشت و دانشگاه‌ها به شرکای اقتصادی فعال در صنعت و دولت تبدیل شدند *(Parker & Lundgren, 2022; Wanzenböck et al., 2020)*. در این مرحله، خط‌مشی‌ها به سمت انتشار فناوری عمومی و توسعه قابلیت‌ها برای بهبود عملکرد نوآوری ملی سوق یافتند و ابزارهایی مانند پارک‌های علمی، مراکز رشد و مشوق‌های کارآفرینی دانشگاهی ایجاد شد تا همکاری دانشگاه–صنعت و تجاری‌سازی تحقیقات تسهیل گردد *(Heaton et al., 2019)*. با وجود پیشرفت‌های حاصل از خط‌مشی‌های مبتنی بر *NSI* ، محدودیت‌های قابل توجهی آشکار شد.

[1]. National innovation systems

سرمایه‌گذاری عمومی در تحقیق و توسعه اغلب به سودآوری بخش خصوصی منجر می‌شد، در حالی که دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی عمومی بخش عمده ریسک و هزینه را متحمل می‌شدند *(Mazzucato, 2016)*.همچنین، خط‌مشی‌های مرحله دوم عمدتاً بر قابلیت فنی و امکان‌سنجی تجاری تمرکز داشتند و کمتر به پیامدهای اجتماعی، محیطی یا اخلاقی نوآوری توجه می‌کردند. *(Pfotenhauer et al., 2019)* این محدودیت‌ها ضرورت شکل‌گیری مرحله جدیدی از خط‌مشی‌گذاری نوآوری را آشکار ساخت. در پاسخ به این محدودیت‌ها، خط‌مشی نوآوری تحول‌آفرین [1] *(TIP)* ظهور یافت که به طور مشخص به چالش‌های بزرگ اجتماعی می‌پردازد و استفاده از علم و فناوری برای منافع اجتماعی و ایجاد خیر عمومی را توصیه می‌کند *(OECD, 2014)*. برخلاف مراحل قبلی، دانشگاه‌ها در این مرحله به عنوان عاملان فعال تحول اجتماعی عمل می‌کنند و با طیف گسترده‌ای از ذی‌نفعان همکاری کرده و آموزش، تحقیق و مشارکت اجتماعی را در فعالیت‌های نوآورانه خود یکپارچه می‌سازند *(Trencher et al., 2014)*.

*TIP*بر هماهنگی نوآوری با منافع عمومی، پایداری و شمول تأکید دارد و خط‌مشی‌گذاری نوآوری را از محدودیت‌های اقتصادی صرف فراتر می‌برد. نقش دانشگاه‌ها در مرحله سوم بسیار حیاتی است، زیرا آن‌ها دارای ظرفیت‌های منحصر به فردی هستند که شامل دامنه وسیعی از تخصص‌های رشته‌ای، دیدگاه بلندمدت و شبکه‌های گسترده اجتماعی است *(Schot & Steinmueller, 2018)*. دانشگاه‌ها فراتر از تولید دانش عمل کرده و آموزش تحول‌آفرین را ارائه می‌دهند تا دانشجویان با تفکر سیستمی، مهارت‌های مشارکتی و توانایی مدیریت چالش‌های پیچیده اجتماعی تجهیز شوند *(Urmetzer et al., 2020)*. این قابلیت‌ها برای تربیت عاملان تحول اجتماعی حیاتی است و دانشگاه‌ها را به بازیگرانی کلیدی در تحقق *TIP* تبدیل می‌کند. اثربخشی خط‌مشی نوآوری تحول‌آفرین مستلزم استفاده هماهنگ از ابزارهای متعدد است، شامل حمایت از تحقیق و توسعه، توسعه مهارت‌ها، زیرساخت‌های همکاری و ابتکارات مبتنی بر پایداری *(Ghazinoory et al., 2019)*. خط‌مشی‌های *TIP* نیازمند دیدگاه سیستمی هستند که تعاملات میان ابزارها و کل سیستم نوآوری را در نظر گیرد و از مداخلات منفرد که ممکن است اثر معکوس داشته باشند، اجتناب کند. این ضرورت، هماهنگی و طراحی مبتنی بر کل سیستم نوآوری را به شرط اساسی موفقیت تبدیل می‌کند. علاوه بر ابزارها، مشارکت گسترده ذی‌نفعان نیز برای موفقیت *TIP* حیاتی است. مشارکت طیف وسیعی از ذی‌نفعان، از جمله جامعه مدنی، سازمان‌های غیر دولتی، نهادهای عمومی و صنعت، به طراحی و اجرای خط‌مشی‌های مرحله سوم کمک می‌کند *(Pfotenhauer et al., 2019)*.برخلاف رویکردهای مرحله دوم که عمدتاً بر صنعت و بازخورد مصرف‌کننده متمرکز بودند، *TIP*گفتگو و همکاری انتقادی با جامعه را برای بررسی آینده‌های جایگزین فناوری و اجتماعی ترویج می‌دهد. نمونه‌ای از این رویکرد، برنامه «*Viable Cities*» در سوئد است که با مشارکت فعال جامعه

[1]. Transformative Innovation Policy

مدنی، نوآوری شهری پایدار و مبتنی بر مأموریت را پیش می‌برد *(Palmberg et al., 2020)*. با این حال، *TIP*با چالش‌های سیاسی و حاکمیتی قابل توجهی مواجه است، زیرا تغییرات در سطح سیستم می‌تواند منافع ذی‌نفعان قدرتمند و ساختارهای قدرت موجود را به چالش بکشد. موفقیت در اجرای خطمشی‌های *TIP* مستلزم حمایت سیاسی گسترده، حاکمیت شفاف و فرآیندهای مشارکتی است که مسیرهای تحول را مشروعیت می‌بخشند. دانشگاه‌ها و خطمشی‌گذاران باید با تضادها و عدم توازن قدرت تعامل داشته باشند و در عین حال امکان تأثیرگذاری جامعه را بر جهت‌گیری نوآوری فراهم کنند *(Liu et al., 2024)*. در جمع‌بندی، می‌توان گفت که خطمشی نوآوری از مدل خطی مبتنی بر علم (مرحله ۱)، از طریق استراتژی‌های انتشار مبتنی بر سیستم (مرحله ۲)، تا رویکرد تحول‌آفرین مبتنی بر مأموریت (مرحله ۳) تکامل یافته است. این تحول نشان می‌دهد که نوآوری دیگر صرفاً مکانیزم اقتصادی نیست، بلکه ابزاری اجتماعی است که نیازمند یکپارچگی اهداف فناوری، اجتماعی و محیطی است. اثربخشی خطمشی‌های مرحله سوم وابسته به هماهنگی سیستمی، مشارکت ذی‌نفعان و همسویی با پایداری و خیر عمومی است و نقش دانشگاه‌ها به عنوان عاملان تحول اجتماعی بسیار حیاتی است.

زیست‌بوم نوآوری

در اقتصاد دانش‌محور معاصر، نوآوری به نیروی اصلی شکل‌دهنده مزیت رقابتی پایدار، ارتقای صنایع و تحول سازمانی تبدیل شده است؛ با این حال، هیچ سازمانی به تنهایی قادر به ایجاد و پیاده‌سازی نوآوری کامل نیست و نیازمند همکاری پیچیده میان بازیگران مختلف، از جمله شرکت‌ها، دانشگاه‌ها، دولت‌ها و واسطه‌ها، است که شبکه‌ای به نام زیست‌بوم نوآوری را شکل می‌دهند *(Adner, 2006; Autio & Thomas, 2014)*. این شبکه‌ها با تبادل دانش، هم‌تکاملی فناوری و خلق ارزش مشترک نقش اساسی در هدایت توسعه اقتصادی و افزایش عملکرد سازمان‌ها ایفا می‌کنند *(Zhou et al., 2021)*. ریشه‌های مفهوم زیست‌بوم نوآوری به مطالعات مور (۱۹۹۳) بازمی‌گردد که شبکه‌ای از تولیدکنندگان و کاربران را معرفی کرد که به عملکرد یک سازمان کمک می‌کنند و بر اهمیت وابستگی متقابل و خلق ارزش جمعی تأکید داشت *(Moore, 1993)*. طی دو دهه اخیر، این مفهوم توسعه یافته و به چارچوبی جامع برای تحلیل نوآوری مشارکتی تبدیل شده است که جریان دانش و تعاملات میان ذی‌نفعان مختلف را برجسته می‌کند *(Gomes et al., 2018)*. تحولات اخیر نشان می‌دهند که در اقتصادهای نوظهور، مانند چین، شبکه‌های همکاری نوآوری و زیست‌بوم‌ها نقش حیاتی در توسعه صنعتی و ارتقای رقابت‌پذیری دارند *(Yin et al., 2020)*.زیست‌بوم نوآوری به عنوان شبکه‌ای از سازمان‌ها و مؤسسات وابسته به هم تعریف می‌شود که از طریق تبادل دانش، همکاری فناورانه و خلق ارزش مشترک هم‌تکاملی ایجاد می‌کنند *(Su et al., 2018)*.برخلاف زنجیره ارزش سنتی، زیست‌بوم‌ها مرزهای سازمانی را فراتر می‌برند و تعاملات باز و پویا میان بازیگران را امکان‌پذیر می‌سازند، که زمینه را برای انتقال دانش، انتشار فناوری و شکل‌گیری مدل‌های کسب‌وکار نوآورانه فراهم می‌آورد *(Granstrand & Holgersson, 2020)*.

از این منظر، زیست‌بوم نوآوری نه تنها یک شبکه ساختاری بلکه یک سیستم پیچیده و تطبیقی است که یادگیری مستمر و هم‌تکاملی در آن رخ می‌دهد *(Breslin et al., 2021)*. پژوهش‌ها مدل‌هایی مانند ساختار هسته–پریفرال ارائه داده‌اند که در آن یک شرکت محوری شبکه‌ای از شرکای مکمل را سازماندهی می‌کند، در حالی که مدل‌های چندلایه شامل هسته، پلتفرم و لایه‌های پیرامونی هستند که امکان تحلیل دقیق تعاملات و جریان نوآوری بین پلتفرم‌ها را فراهم می‌کنند *(Su et al., 2018; Grobbelaar, 2016)*. این ساختارها نشان می‌دهند که شرکت‌های مرکزی چگونه می‌توانند منابع و تعاملات را هماهنگ کرده و نتایج نوآوری را بهینه‌سازی کنند و در عین حال، همکاری باز و انسجام استراتژیک را حفظ نمایند. ابعاد زیست‌بوم شامل بازیگران، فعالیت‌ها و جنبه‌های نهادی است که به طور پویا با یکدیگر تعامل دارند؛ بعد بازیگران شامل شرکت‌ها، دولت‌ها، دانشگاه‌ها و کاربران، بعد فعالیت‌ها شامل خلق دانش، انتقال فناوری و توسعه بازار مشترک، و بعد نهادی شامل خط‌مشی‌ها، حاکمیت و انگیزه‌ها می‌باشد *(Gomes et al., 2018)*. تعامل این ابعاد ظرفیت نوآوری و هم‌تکاملی زیست‌بوم را شکل داده و انتقال دانش و یادگیری سازمانی را تقویت می‌کند *(Wang et al., 2020)*. انتقال دانش به عنوان عنصر محوری زیست‌بوم عمل می‌کند و هم‌بستگی میان همکاری و عملکرد سازمانی را ایجاد می‌کند *(Majuri, 2022)*. به اشتراک‌گذاری دانش یادگیری سازمانی را تقویت کرده، از دوباره‌کاری جلوگیری می‌کند و پیشرفت فناوری را تسریع می‌نماید*(Mei et al., 2019)* ، با این حال حفاظت بیش از حد از مالکیت فکری می‌تواند مانع از جریان آزاد دانش شود و نوآوری را محدود کند، بنابراین تعادل میان همکاری و حفاظت برای پایداری و کارایی زیست‌بوم ضروری است *(Li & Gao, 2021)*. زیست‌بوم‌های نوآوری در سطوح مختلف وجود دارند: ماکرو (ملی)، مزو (صنعتی/منطقه‌ای) و میکرو (سازمانی) *(Su et al., 2018)*، در سطح ملی، خط‌مشی‌ها و حمایت نهادی نقش حیاتی در تحریک نوآوری دارند، در حالی که در سطح سازمانی، پلتفرم‌های دیجیتال و فناوری‌های نوین امکان تعامل و توسعه سریع را فراهم می‌آورند *(Pombo-Juarez et al., 2017)*. علاوه بر این، زیست‌بوم‌ها از طریق چرخه عمر خود—تولد، گسترش، بلوغ و بازسازی—تکامل می‌یابند و هر مرحله الگوهای متفاوتی از همکاری و خلق ارزش را به همراه دارد. حکمرانی و هماهنگی در زیست‌بوم‌ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا شرکت‌های مرکزی نقش هماهنگ‌کننده را ایفا کرده و اهداف، تعاملات و جریان‌های دانش را مدیریت می‌کنند. حکمرانی می‌تواند رسمی باشد، مانند قراردادها و استانداردها، یا غیررسمی و مبتنی بر اعتماد و سرمایه اجتماعی *(Dias Sant´ Ana et al., 2020)*. هماهنگی مؤثر هم باز بودن زیست‌بوم برای نوآوری و هم انسجام استراتژیک را تضمین کرده و از تکه‌تکه شدن شبکه جلوگیری می‌کند *(Wang et al., 2021)*. تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که بسیاری از موضوعات مرتبط با زیست‌بوم نوآوری همچنان نیازمند بررسی هستند، از جمله ادغام پلتفرم‌های دیجیتال، همکاری بین‌بخشی، بین‌المللی شدن زیست‌بوم‌ها و نقش دانشگاه‌ها *(Aarikka-Stenroos & Ritala, 2017; Parente et al.,*

*2018; Grobbelaar, 2018)*همچنین، بررسی بازسازی زیست‌بوم و تطبیق آن با محیط‌های نوظهور برای پایداری و ارتقای نوآوری ضروری است *(Scaringella & Radziwon, 2018)*. به طور خلاصه، زیست‌بوم نوآوری چارچوبی جامع برای تحلیل هم‌تکاملی میان سازمان‌ها، فناوری‌ها و ذی‌نفعان فراهم می‌کند؛ وابستگی متقابل، خلق ارزش مشترک، ساختار شبکه، انتقال دانش و حکمرانی همگی برای افزایش ظرفیت نوآوری و عملکرد بلندمدت سیستم حیاتی هستند. ایجاد و حفظ زیست‌بوم‌های نوآوری نیازمند ترکیبی از ظرفیت فناورانه، حمایت نهادی، خط‌مشی‌های مناسب و فرهنگ باز است و آینده نوآوری نه در شرکت‌های منفرد، بلکه در شبکه‌های متصل به هم که توانایی یادگیری مستمر و تحول جمعی دارند، تحقق می‌یابد.

حکمرانی الگوریتمی و جمع‌سپاری دیجتال

در عصر دیجیتال، فناوری‌ها و داده‌ها نفوذ فزاینده‌ای در زندگی روزمره و فرآیندهای حکمرانی پیدا کرده‌اند و شیوه‌های سنتی تصمیم‌گیری و مدیریت را بازتعریف می‌کنند. الگوریتم‌ها نه تنها به‌عنوان ابزارهای تحلیلی، بلکه به عنوان بازیگران فعال در شکل‌دهی به نظم اجتماعی، هدایت تصمیم‌گیری و ساختاردهی رفتار انسانی در سیستم‌های اجتماعی–فنی عمل می‌کنند.(*Just & Latzer, 2017; Yeung, 2018*) برخلاف حکمرانی سنتی که عمدتاً بر نهادهای رسمی، قوانین و فرآیندهای بوروکراتیک متکی است، حکمرانی الگوریتمی فرآیندهای محاسباتی، تصمیم‌گیری خودکار و زیرساخت‌های مبتنی بر داده را به‌عنوان عوامل فعال تنظیم قلمداد می‌کند و الگوریتم‌ها را به‌عنوان بازیگرانی معرفی می‌کند که در زمینه‌های سیاسی، اقتصادی و فرهنگی خاص عمل می‌کنند *(Kitchin, 2019; Gillespie & Seaver, 2017)*.

این فهم ریشه در سنت‌های نظری دیرینه دارد؛ وینر لنگدون (۱۹۸۰) استدلال کرد که مصنوعات فناوری تجسم انتخاب‌های اجتماعی و سیاسی هستند، در حالی که لاتور (۲۰۰۵) فناوری را به‌عنوان تولید قدرت به صورت رابطه‌ای در شبکه‌های اجتماعی–فنی مطرح کرد. پژوهش‌های معاصر نشان می‌دهند که سیستم‌های الگوریتمی هم عملکرد تسهیل‌کننده و هم محدودکننده دارند و روش‌های جدیدی از نظم اجتماعی ایجاد می‌کنند که در کنار بوروکراسی‌ها، بازارها و شبکه‌ها وجود دارند *(Just & Latzer, 2017; Neyland & Möllers, 2019)*.

تعاریف مختلف حکمرانی الگوریتمی شامل «تخصیص خودکار اهمیت به اطلاعات منتخب *(Latzer & Festic, 2019)* «و «تأثیرات هدایت‌کننده عمدی و غیرعمدی سیستم‌های انتخاب الگوریتمی *(Gritsenko & Wood, 2022)* «است که هم الگوریتم‌های ابزاری تحت کنترل انسان و هم الگوریتم‌های خودمختار یا نیمه‌خودمختار را دربر می‌گیرد. این دوگانگی نشان می‌دهد که حکمرانی الگوریتمی هم تکنیکی و هم اجتماعی است و تحلیل آن نیازمند بررسی زمینه‌های عملیاتی و پیامدهای اجتماعی الگوریتم‌هاست.

ابعاد کلیدی حکمرانی الگوریتمی شامل خودکارسازی و خودمختاری، دامنه و اثرات اجتماعی و نرمال‌سازی و سوگیری است *(Zarsky, 2016; Latzer et al., 2016)*. به عنوان نمونه، سیستم‌های

پیشنهاددهنده شبکه‌های اجتماعی سطح خودکارسازی متوسط دارند اما اثرات اجتماعی قابل توجهی ایجاد می‌کنند، در حالی که الگوریتم‌های پیش‌بینی جرم سطح خودمختاری بالا و پیامدهای حقوقی و اخلاقی گسترده‌ای دارند *(Gorwa et al., 2019; Yeung, 2018)*. این ابعاد در عمل نمودهای متنوعی دارند؛ خدمات عمومی از سیستم‌های امتیازدهی خودکار برای تخصیص کمک‌ها، مالیات و اجرای قانون بهره می‌برند *(Veale & Brass, 2019)*. و شرکت‌های خصوصی از الگوریتم‌ها برای بهینه‌سازی رفتار مصرف‌کننده، تعاملات و مدیریت نیروی کار استفاده می‌کنند *(Rosenblat, 2018)*. در هر دو مورد، الگوریتم‌ها به‌عنوان عوامل هم‌حاکم عمل کرده، تعاملات اجتماعی را میانجی‌گری کرده و انتخاب‌ها را ساختاربندی می‌کنند *(Just & Latzer, 2017)*. از دیدگاه نهادی، حکمرانی الگوریتمی یک شکل جدید از تنظیم اجتماعی است که در آن الگوریتم‌ها به‌عنوان قواعد و هنجارهایی عمل می‌کنند که رفتار را شکل می‌دهند و در عین حال در چارچوب‌های گسترده‌تر حکمرانی قرار دارند *(Latzer & Festic, 2019)*، و تحلیل آن امکان بررسی فرآیندهای چندلایه شامل قانون، پروتکل‌های شرکتی، هنجارهای فرهنگی و خط‌مشی‌های عمومی را فراهم می‌کند *(Danaher et al., 2017)*. ورود الگوریتم‌ها به فرآیندهای حکمرانی باعث تحول طبقه‌بندی‌های سنتی مدهای حکمرانی شده است؛ فراتر از سه مد کلاسیک—سلسله‌مراتبی، خود–حکمرانی و هم‌حکمرانی—مد جدیدی به نام حکمرانی مبتنی بر طراحی ظهور کرده است که با ساختاردهی معماری انتخاب از طریق مداخلات الگوریتمی شناخته می‌شود *(Srivastava, 2023)*.این مد رفتار شهروندان را به‌طور غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد و بر پیش‌بینی‌ها و پردازش داده‌های لحظه‌ای متکی است، بدون آنکه حکومت‌شدگان همیشه از مکانیزم اثرگذار آگاه باشند. با وجود مزایا و پتانسیل‌های حکمرانی الگوریتمی، ریسک‌های اجتماعی، اخلاقی و حقوقی نیز وجود دارد. سوگیری ناشی از خودکارسازی، عدم شفافیت و فرضیات نرمال‌شده می‌تواند تبعیض را تشدید کرده، اختیار انسانی را محدود و نظارت دموکراتیک را تضعیف کند *(Burrell, 2016; Zarsky, 2016)*. درک دقیق حکمرانی الگوریتمی مستلزم توجه همزمان به ظرفیت‌های فنی و زمینه‌های اجتماعی برای توسعه خط‌مشی‌های مسئولانه است *(Festic, 2019; Latzer & Festic, 2019)*.

یکی از ابعاد حیاتی حکمرانی الگوریتمی، جمع‌سپاری دیجیتال است که در خط‌مشی‌گذاری مشارکتی، نوآوری اجتماعی و تولید دانش اهمیت ویژه دارد. جمع‌سپاری دیجیتال به‌عنوان فعال‌سازی افراد پراکنده آنلاین برای ارائه ایده، داده یا کار تعریف می‌شود و از پلتفرم‌ها و الگوریتم‌ها برای تجمیع، فیلتر و ارزیابی مشارکت‌ها استفاده می‌کند (*Carlo Bertot et al., 2012*). این فرآیند قابلیت‌های حکمرانی را از طریق هماهنگی در مقیاس بزرگ، افزایش شمول اجتماعی و تکمیل فرآیندهای نهادی سنتی توسعه می‌دهد (*Falco & Kleinhans, 2018*). پلتفرم‌های جمع‌سپاری مشارکت را از طریق جریان‌های کاری ساختارمند، الگوریتم‌های توصیه‌گر و مکانیزم‌های امتیازدهی عملیاتی می‌کنند که اغلب قضاوت انسانی را با انتخاب‌های خودکار ترکیب می‌نمایند (*Bagherzadeh et al., 2023*). الگوریتم‌ها الگوها

را شناسایی کرده، مشارکت‌های برجسته را مشخص و تعامل را بهینه می‌سازند و به بازیگران حکومتی امکان می‌دهند حجم بالای ورودی‌ها را مدیریت و به نتایج جمعی هدایت کنند (*Schnell et al., 2024*). تحلیل ابعاد جمع‌سپاری دیجیتال نشان می‌دهد که می‌توان آن را بر اساس باز بودن، تجمیع و تأثیرگذاری مشارکت‌ها بررسی کرد (*Porter et al., 2020; Markovic et al., 2023*) و تعامل این ابعاد مشروعیت و اثربخشی ابتکارات جمع‌سپاری را تعیین می‌کند، نشان می‌دهد که الگوریتم‌ها نقش واسطه‌ای حیاتی در مدیریت و هدایت مشارکت دارند (*Royo & Yetano, 2015; Flores & Rezende, 2022*). مطالعات تجربی نشان می‌دهند که حکمرانی الگوریتمی و جمع‌سپاری دیجیتال به‌طور همزمان عمل می‌کنند. نمونه‌ها شامل بودجه‌بندی مشارکتی، مشاوره‌های قانون‌گذاری آنلاین و خطمشی‌گذاری مبتنی بر شبکه‌های اجتماعی هستند که در آن الگوریتم‌ها مشارکت شهروندان را هماهنگ و تحلیل کرده و بینش‌های تحلیلی برای خطمشی‌گذاران فراهم می‌کنند (*Tiglao et al., 2023*). این نمونه‌ها نشان می‌دهند که جمع‌سپاری می‌تواند مشارکت را افزایش دهد اما همواره در چارچوب قدرت و زیرساخت‌های فناوری شکل می‌گیرد (*Moon, 2019; Rice & Martin, 2020*). همگرایی حکمرانی الگوریتمی و جمع‌سپاری دیجیتال نظریه‌های کلاسیک حکمرانی را به چالش می‌کشد؛ الگوریتم‌ها کنترل سلسله‌مراتبی را گسترش داده، هم‌حکمرانی را از طریق هماهنگی خودکار ارتقا می‌دهند و حکمرانی مبتنی بر طراحی ایجاد می‌کنند که رفتار شهروندان را به‌طور غیرمستقیم ساختاربندی می‌کند (*Cingolani & Hildebrandt, 2022*). این پویایی‌ها نیازمند بازنگری نظریه‌های حکمرانی برای لحاظ کردن تعاملات واسطه‌ای محاسباتی، ترکیب نهادهای هیبرید و شکل‌های جدید اقتدار توزیع‌شده است. در نهایت، حکمرانی الگوریتمی یک فرآیند چندبعدی و اجتماعی–فنی است که با ترکیبی از خودکارسازی، تأثیرات هنجاری و مشارکت دیجیتال جوامع را هم‌حاکم می‌کند، و جمع‌سپاری دیجیتال به‌عنوان بعدی کلیدی نمونه‌ای از واسطه‌گری الگوریتمی در مشارکت، تجمیع دانش پراکنده و شکل‌دهی به نتایج حکمرانی است. این سیستم‌ها کارایی، مقیاس‌پذیری و شمول را افزایش می‌دهند اما ریسک‌های مرتبط با شفافیت، سوگیری و عدالت اجتماعی را نیز به همراه دارند و درک دقیق آنها، مبتنی بر ارزیابی تجربی و چارچوب نظری یکپارچه، برای طراحی خطمشی‌های مسئولانه و حفظ مشروعیت دموکراتیک ضروری است.

پیشینه پژوهش

در دهه‌های اخیر، دیجیتال‌سازی و فناوری‌های مبتنی بر داده، تحولات بنیادینی در نحوه حکمرانی و مشارکت شهروندان ایجاد کرده‌اند. پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که ترکیب حکمرانی هوشمند، زیست‌بوم‌های نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال، زمینه‌ای مهم برای طراحی خطمشی‌های نوآورانه، پاسخگو و مشارکتی فراهم می‌آورد. در ادامه، سیر تحولات مطالعات داخلی و بین‌المللی به صورت زنجیره‌ای مرور می‌شود. جریان پژوهشی در ایران با مفاهیم مشارکت دیجیتال و نوآوری حاکمیتی از حوزه جمع‌سپاری آغاز

شده است. ذوالفقارزاده و شهسواری (۱۳۹۸) با مرور اسناد و تجارب جهانی، جمع‌سپاری خطمشی را به‌عنوان روشی نوین برای مشارکت شهروندان معرفی کردند و بر لزوم انتقال این الگو به نظام اداری ایران تأکید نمودند. این مطالعه، ارزشمند در تبیین مبانی مشارکت عمومی بود، اما تمرکز آن بیشتر بر جنبه‌های نظری و تجربه‌های خارجی بود و هنوز نقش فناوری‌های دیجیتال و الگوریتم‌ها در توانمندسازی جمع‌سپاری به‌صورت عملی بررسی نشده بود. در ادامه این جریان، دقتی و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از رویکرد فراترکیب، مدلی برای حکمرانی الکترونیک خوب ارائه کردند که بر اهمیت زیرساخت‌های فاوا، امنیت داده‌ها، اعتبار اطلاعات و نظارت شهروندی تأکید داشت. این مدل، گامی به سوی شناخت الزامات نهادی و فرآیندهای پایدار حکمرانی دیجیتال بود، اما هنوز رابطه آن با سازوکارهای نوآورانه و مشارکتی مبتنی بر الگوریتم‌ها به صورت تجربی تبیین نشده بود و زمینه‌ای برای مطالعات بعدی در حوزه تحول دیجیتال فراهم ساخت. توکلی‌راد و میری (۱۴۰۰) نشان دادند که گذار از دولت الکترونیک به حکمرانی دیجیتال مستلزم تحول فرهنگی، بازمهندسی فرآیندها و قرارگیری شهروندان در مرکز تصمیم‌سازی است. این مطالعه، زمینه مفهومی لازم برای توسعه مشارکت دیجیتال و حکمرانی مبتنی بر داده را فراهم آورد، اما همچنان فاقد بررسی تجربی در زمینه کارکرد پلتفرم‌ها، داده‌ها و ابزارهای هوشمند بود. حسینی و همکاران (۱۴۰۱) با روش دلفی فازی، پیشایندها و پسایندهای حکمرانی هوشمند را شناسایی و اولویت‌بندی کردند. یافته‌ها نشان داد که زیرساخت هوشمند، تعامل هوشمند، حاکمیت قانون، هوشمندسازی مبتنی بر داده و خردگرایی، مهم‌ترین پیشایندها هستند و کارایی، کاهش فساد، شفافیت و ارتقای کیفیت زندگی، مهم‌ترین پسایندها. این پژوهش بنیانی مفهومی و عملی برای تحلیل تطبیقی سیاست‌ها فراهم ساخت، اما بیشتر مبتنی بر نظر خبرگان داخلی بود و تحلیل آثار واقعی سیاست‌های الگوریتمی و دیجیتال در سطح کلان ملی و بین‌المللی هنوز مغفول مانده بود. نوری و حسینی (۱۴۰۳) موانع اجرای خطمشی‌های زیست‌بوم نوآوری در سطح استان‌ها را بررسی کردند و ضعف‌های سازمانی، مشارکتی و نظارتی را مهم‌ترین موانع تحقق نوآوری دیجیتال یافتند. این یافته‌ها، فاصله میان طراحی سیاست و اجرای واقعی را برجسته می‌سازد و ضرورت تحلیل تطبیقی زیست‌بوم‌های موفق جهانی را نمایان می‌کند. خواجه‌داد و همکاران (۱۴۰۴) با روش فراترکیب و تحلیل مطالعات بین‌المللی، مدل حکمرانی شهری باز را در شهرهای هوشمند ارائه کردند که شفافیت، مشارکت فراگیر، عدالت اجتماعی و اشتراک‌گذاری داده را به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی حکمرانی دیجیتال برجسته می‌کند. این پژوهش نقطه عطفی در پیوند میان نوآوری شهری، داده‌های باز و مشارکت دیجیتال است، اما هنوز فاقد تحلیل تطبیقی عملکرد کشورهایی است که الگوریتم‌ها و جمع‌سپاری دیجیتال را در سطح کلان حکمرانی به‌کار گرفته‌اند.

با توجه به محدودیت داده‌های تجربی داخلی و اهمیت حکمرانی مبتنی بر الگوریتم و مشارکت دیجیتال در سطح جهانی، مطالعات بین‌المللی به‌طور فزاینده‌ای به تحلیل پیامدهای اجتماعی، نهادی و اخلاقی استفاده از الگوریتم‌ها و سامانه‌های خودکار در سیاست‌گذاری و ارائه خدمات عمومی پرداخته‌اند. بوسویوک (۲۰۲۱)

چالش‌های پاسخگویی الگوریتم‌های هوش مصنوعی در خدمات عمومی را بررسی کرد و نشان داد که استفاده از الگوریتم‌ها در حوزه‌هایی مانند استخدام، پلیس و قضاوت، ضرورت ایجاد سازوکارهای پاسخگو و اخلاقی برای تضمین عدالت و شفافیت را برجسته می‌کند. این پژوهش پایه مفهومی لازم برای تحلیل پاسخگویی الگوریتمی را فراهم ساخت و اهمیت چارچوب‌های نهادی قابل اعتماد را نشان داد. همچنین، اولبریخت و یونگ (۲۰۲۲) مفهوم «تنظیم الگوریتمی» را ارائه کردند که تحلیل الگوریتم‌ها را با حساسیت به زمینه‌های نهادی و اجتماعی ممکن می‌سازد. آن‌ها تأکید کردند که تحلیل الگوریتم‌ها باید مشروعیت، هماهنگی اجتماعی و محدودیت‌های اخلاقی را همزمان مدنظر قرار دهد و با یافته‌های بوسویوک (۲۰۲۱) در زمینه پاسخگویی سازگار است. گریسنکو و وود (۲۰۲۲) اثر الگوریتم‌ها بر ساختارهای حکمرانی را بررسی کردند و نشان دادند که به‌کارگیری الگوریتم‌ها می‌تواند ساختارهای سلسله‌مراتبی، مشارکتی و خودگردان را بازطراحی کند. در حالی که کارایی افزایش می‌یابد، اختیارات انسانی محدود می‌شود و انعطاف تصمیم‌گیرندگان کاهش می‌یابد. این مطالعه چارچوب مفهومی تنظیم الگوریتمی را با شواهد عملی پیوند می‌دهد. از طرفی دیگر، آیسولماز، مولر و میچام (۲۰۲۳) بر بعد پذیرش اجتماعی تمرکز کردند و نشان دادند که نگرانی‌های شفافیت شهروندان بر ادراک عدالت، پاسخگویی و اعتماد تأثیر دارد و نهایتاً تمایل به پذیرش سامانه‌های تصمیم‌گیری الگوریتمی را شکل می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که حتی سامانه‌های بهینه نیز بدون اعتماد عمومی به موفقیت نمی‌رسند و پذیرش اجتماعی نقش کلیدی در مشروعیت سیاست‌های الگوریتمی دارد. همچنین، ماهوترا و ماچژراک (۲۰۲۴) نوآوری‌های دیجیتال در پلتفرم‌های جمع‌سپاری را بررسی کردند و نشان دادند که به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی، مشارکت و هم‌آفرینی شهروندان را افزایش می‌دهد و ظرفیت تولید راهکارهای نوآورانه را تقویت می‌کند. این پژوهش حلقه‌ای میان مطالعات مفهومی حکمرانی الگوریتمی و کاربرد عملی فناوری ایجاد می‌کند. آلون-بارکات و همکاران (۲۰۲۵) مسئولیت سازمان‌ها در تبعیض الگوریتمی و انسانی را تحلیل کردند و نشان دادند که سازمان‌ها حتی در صورت واگذاری تصمیم‌گیری به الگوریتم، همچنان مسئول هستند و توسعه داخلی الگوریتم مسئولیت بیشتری بر سازمان تحمیل می‌کند. این مطالعه بر اهمیت تلفیق حکمرانی، پاسخگویی و طراحی داخلی الگوریتم‌ها تأکید دارد. در نهایت، پارویانن و همکاران (۲۰۲۵) مدل «اعتماد نهادی» را ارائه کردند که رابطه دولت–شهروند را تحت تأثیر سامانه‌های خودکار تحلیل می‌کند. این چارچوب یافته‌های پیشین درباره پاسخگویی، تنظیم الگوریتمی، محدودیت اختیارات انسانی، پذیرش اجتماعی، نوآوری دیجیتال و مسئولیت الگوریتمی را در یک مدل منسجم جمع‌آوری می‌کند و مسیر مفهومی از پاسخگویی تا اعتماد و مشارکت دیجیتال را تکمیل می‌سازد.

پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که مطالعات داخلی عمدتاً به شناسایی مبانی جمع‌سپاری، حکمرانی الکترونیک و حکمرانی هوشمند پرداخته‌اند، در حالی که مطالعات بین‌المللی به حکمرانی الگوریتمی، پاسخگویی، محدودیت اختیارات انسانی، پذیرش اجتماعی و نوآوری دیجیتال متمرکز بوده‌اند. پژوهش

حاضر با تلفیق این دو جریان، ضمن تحلیل تعامل میان زیست‌بوم‌های نوآوری، جمع‌سپاری دیجیتال و الگوریتم‌ها در سطح کلان، چارچوبی کاربردی و جامع برای طراحی خط‌مشی‌های نوآورانه، پاسخگو و مشارکتی ارائه می‌دهد. نوآوری اصلی مطالعه در تحلیل تطبیقی و یکپارچه سیاست‌های دیجیتال، حکمرانی الگوریتمی و مشارکت شهروندان است که مسیر کاربردی برای بهبود اثربخشی و مشروعیت خط‌مشی‌های نوآورانه فراهم می‌آورد.

روش شناسی

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از حیث روش، توصیفی–تحلیلی با رویکرد کیفی است که بر مبنای مطالعه تطبیقی کتابخانه‌ای و اسنادی انجام می‌شود. هدف اصلی پژوهش، تحلیل تطبیقی الگوهای حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال در سه کشور پیشرو اروپایی – هلند، استونی و فنلاند – و شناسایی نقش این مؤلفه‌ها در شکل‌دهی خط‌مشی‌گذاری نوآورانه است. این پژوهش با مرور نظام‌مند منابع علمی، سیاست‌نامه‌ها و تجارب بین‌المللی درصدد استخراج الگویی تلفیقی برای حکمرانی دیجیتال مشارکتی و نوآوری فناورانه است که بتواند به‌عنوان مبنایی برای خط‌مشی‌گذاری نوآورانه در سایر کشورها مورد استفاده قرار گیرد. روش مطالعه تطبیقی، همان‌گونه که خنیفر و مسلمی (۱۳۹۵) بیان کرده‌اند، یکی از رهیافت‌های مؤثر در علوم اجتماعی برای شناسایی شباهت‌ها و تفاوت‌های نظام‌های نهادی و حکمرانی در بسترهای فرهنگی و فناورانه متفاوت است. این رویکرد امکان تحلیل نظام‌مند ساختارها، سیاست‌ها و فرآیندها را فراهم می‌کند و روابط میان الگوریتم‌ها، نهادها و مشارکت اجتماعی را به‌عنوان محورهای اصلی خط‌مشی‌گذاری نوآورانه آشکار می‌سازد. واحد تحلیل کشور است و مقایسه میان سه کشور منتخب بر اساس تجربه‌های برجسته در حکمرانی دیجیتال، توسعه زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال انجام شده است. انتخاب این کشورها به‌صورت هدفمند بوده است؛ زیرا شباهت عملکردی در نوآوری دیجیتال و تفاوت نهادی و اداری آن‌ها امکان تحلیل تطبیقی عمیق و شناسایی الگوهای کلیدی را فراهم می‌آورد(*Ragin, 1989*).

گردآوری داده‌ها به‌صورت کتابخانه‌ای و اسنادی انجام شده و منابع شامل مقالات علمی معتبر بین‌المللی، گزارش‌های رسمی اتحادیه اروپا و *OECD*[1] و اسناد ملی و سیاست‌نامه‌های دیجیتال و نوآوری کشورها بوده است. داده‌ها بر اساس سه بعد تحلیلی اصلی طبقه‌بندی شدند: (۱) ساختار و فلسفه حکمرانی الگوریتمی، (۲) عملکرد زیست‌بوم نوآوری و تعامل میان دولت، صنعت، دانشگاه و شهروندان، و (۳) سازوکارهای جمع‌سپاری دیجیتال و میزان مشارکت عمومی در فرایندهای خط‌مشی‌گذاری. تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از الگوی تطبیقی هم‌گرا و واگرا انجام شد؛ ابتدا عناصر مشترک و گرایش‌های هم‌گرا شناسایی شدند و سپس تفاوت‌های نهادی، فلسفه‌های حکمرانی و ابزارهای نوآوری بررسی گردید. در

[1]. Organisation for Economic Co-operation and Development

مرحله نهایی، یافته‌ها با روش تحلیل مضمون مقایسه‌ای تفسیر شدند تا مدل مفهومی «خطمشی‌گذاری نوآور» استخراج شود. این مدل بر چرخه بازتابی میان الگوریتم، نهاد و جامعه تأکید دارد و فرآیند خطمشی‌گذاری نوآورانه را به شکل پویا، یادگیرنده و چندسطحی بازنمایی می‌کند. اعتبار پژوهش از طریق مثلث‌سازی داده‌ها و پایایی آن از طریق بازبینی چندمرحله‌ای یافته‌ها و تطبیق مفهومی میان سه کشور تضمین شد.

در نهایت، هدف این روش‌شناسی، استخراج الگوی بومی خطمشی‌گذاری نوآور برای ایران است که با ادغام حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال، چارچوبی جامع برای طراحی و اجرای خطمشی‌های دیجیتال و نوآورانه در بخش عمومی کشور ارائه می‌دهد و مسیر خلق ارزش فناورانه و مشارکتی در سطح ملی را تسهیل می‌نماید.

هلند

هلند به‌طور فزاینده‌ای حکمرانی الگوریتمی را در اداره عمومی خود ادغام کرده است، به ویژه در حوزه‌هایی که سیستم‌های تصمیم‌گیری خودکار و فناوری‌های هوش مصنوعی تأثیر مستقیم بر زندگی شهروندان دارند. سازمان‌هایی که تحت قانون حمایت اجتماعی و رفاه هلند[1] فعالیت می‌کنند، موظف به اجرای اقدامات حفاظتی علیه تبعیض هستند، حتی در غیاب قوانین ملی صریح. این سازمان‌ها در محیط حقوقی پیچیده‌ای عمل می‌کنند که شامل تعهدات ناشی از کنوانسیون اروپایی حقوق بشر، مقررات حفاظت از داده‌های اتحادیه اروپا [2]و منشور حقوق اساسی اتحادیه اروپا است؛ بنابراین حکمرانی الگوریتمی در هلند ترکیبی از تطبیق قانونی، نظارت اخلاقی و انطباق عملی با مقررات نوظهور هوش مصنوعی به شمار می‌رود (*Zuiderveen Borgesius, 2020; Haitsma, 2025*). چالش اصلی در این حوزه مدیریت ریسک‌های تبعیض الگوریتمی است که ماهیتی سیستمیک و چندمنظوره دارد. نتایج تبعیض‌آمیز می‌توانند از داده‌های آموزشی جانبدارانه، معیارهای پیش‌بینی غیرمستقیم تبعیض‌آمیز و فرآیندهای عملیاتی غیرشفاف ناشی شوند و این پیچیدگی، مسئولیت‌پذیری را دشوار کرده و نیازمند استراتژی‌های پیشگیرانه و بازخوردی برای تضمین عدالت است (*Amnesty International, 2021; Marabelli et al., 2021*). حق بنیادین عدم تبعیض در قانون اتحادیه اروپا تعهدات ماهوی و فرآیندی مشخصی برای سازمان‌های هلندی ایجاد می‌کند؛ به گونه‌ای که هرگونه رفتار تبعیض‌آمیز باید معقول، عادلانه و قابل توجیه باشد، در حالی که حفاظت از داده‌ها، جمع‌آوری و پردازش ویژگی‌های حساس مانند نژاد و قومیت را محدود می‌کند (*O'Sullivan, 2024*). این چارچوب‌ها محیطی چندلایه برای حکمرانی فراهم می‌آورند که مستلزم ادغام ملاحظات قانونی، اخلاقی و فنی در رویه‌های عملیاتی است. معرفی اخیر قانون هوش مصنوعی[3] لایه‌ای دیگر از پیچیدگی افزوده است، زیرا سیستم‌های هوش مصنوعی پرریسک، از جمله ابزارهای

[1]. Dutch Social Support Act
[2]. General Data Protection Regulation
[3]. AI Act

پروفایلینگ الگوریتمی، ملزم به رعایت الزامات مدیریت ریسک در طول چرخه عمر خود هستند. این الزامات شامل ایجاد ساختارهای حکمرانی، ارزیابی ریسک و نظارت مستمر برای تضمین رعایت حقوق بنیادین می‌شود، اما ابهامات موجود در تعریف سیستم‌های مشمول قانون، چالش‌های عملیاتی و تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد (*European Commission, 2025; Hacker, 2023*).

سازمان‌های هلندی با عدم قطعیت در مدیریت ریسک‌های سیستمیک هوش مصنوعی مواجه هستند، زیرا مفاهیم عدالت، سوگیری و تبعیض در حوزه‌های فنی، حقوقی و اجتماعی همچنان انعطاف‌پذیرند. محدودیت‌های قضایی و مباحث علمی جاری، ابهام اجتماعی–حقوقی را تشدید کرده و سازمان‌ها را ملزم می‌کند تا این اصول را زمینه‌محور و با تعادل میان رعایت قانون، مسئولیت اخلاقی و انتظارات عمومی عملی کنند (*Gerards & Xenidis, 2021; Mehrabi et al., 2022*). برای مدیریت این پیچیدگی، هلند اصول حکمرانی ریسک سیستمیک ارائه شده توسط ون آسلت و رن (۲۰۱۱) را به کار گرفته است که شامل ارتباط و مشارکت، یکپارچگی و بازتاب است و تولید مشترک دانش بین دولت، جامعه مدنی و متخصصان فنی را ترویج می‌کند. ارتباط و مشارکت مستلزم تعامل نظام‌مند با ذینفعان مختلف است تا دانش، نگرانی‌ها و دیدگاه‌ها درباره حکمرانی الگوریتمی به اشتراک گذاشته شود و مکانیزم‌هایی مانند پنل‌های کارشناسی، کمیته‌های مشورتی شهروندی و مشاوره‌های ساختاریافته امکان حضور جمعیت‌های متاثر در فرآیند تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورد (*Renn, 2015; Van Asselt & Renn, 2011*). یکپارچگی شامل ترکیب ورودی‌های مختلف در استراتژی‌های منسجم مدیریت ریسک است. سازمان‌ها پیامدهای احتمالی، قابلیت کنترل، پذیرش و تحمل عمومی را ارزیابی می‌کنند تا راهکارهایی ایجاد شود که نوآوری را با تعهدات اخلاقی و قانونی متوازن سازد (*Van Asselt & Renn, 2011*). بازتاب بر ارزیابی مستمر فرضیات، روش‌ها و نتایج تأکید دارد و سازمان‌ها را تشویق می‌کند تا ریسک‌های سیستمیک هوش مصنوعی را به‌عنوان پدیده‌های اجتماعی–فنی در نظر گرفته و از طریق یادگیری مداوم ظرفیت سازگاری چارچوب‌های حکمرانی را افزایش دهند. زیست‌بوم نوآوری هلند زیرساخت‌های فنی، نهادی و انسانی لازم برای نوآوری در خط‌مشی هوش مصنوعی را فراهم می‌کند. سرمایه‌گذاری‌های عمومی در زیرساخت‌های محاسباتی و مراکز داده ملی وابستگی به شرکت‌های چندملیتی را کاهش داده و ظرفیت تحقیقاتی داخلی را تقویت می‌کند، در حالی که برنامه‌های سواد هوش مصنوعی برای دانشجویان، معلمان و کارکنان بخش عمومی، استفاده مسئولانه و آگاهانه از فناوری را تضمین می‌کند (*Vincent-Lancrin & van der Vlies, 2020; Schiff, 2022*). سرمایه‌گذاری‌های مالی دولت نیز همسو با اهداف اجتماعی و خط‌مشی است و شامل تأمین مالی مدل‌های زبانی ملی و اروپایی و ترویج هوش مصنوعی مفید اجتماعی برای افزایش رفاه عمومی می‌شود (*Foffano et al., 2023; The Ministry of the Interior and Kingdom Relations, 2024*). ساختار شبکه‌ای زیست‌بوم نوآوری، انتقال دانش، آزمایش و تکرار سریع را تسهیل می‌کند و همکاری بین استارتاپ‌ها، دانشگاه‌ها و

نهادهای دولتی، طراحی مشترک کاربردهای هوش مصنوعی همسو با ارزش‌های اجتماعی و اهداف خط‌مشیی را امکان‌پذیر می‌سازد (*Fulgencio, 2017*). این زیست‌بوم، رویکرد جامعه‌محور دارد و سرمایه‌گذاری‌ها نه تنها برای سود اقتصادی بلکه برای استفاده منصفانه و مسئولانه از هوش مصنوعی طراحی شده‌اند و اعتماد عمومی و پیشرفت فناوری پایدار را تقویت می‌کنند (*Ooms et al., 2020*).

جمع‌سپاری دیجیتال مکمل حکمرانی و زیست‌بوم نوآوری است و مشارکت شهروندان در بحث‌های خط‌مشی هوش مصنوعی را ممکن می‌سازد. این مکانیزم بازخوردهایی درباره چارچوب‌های مقرراتی، هنجارهای اخلاقی و اولویت‌های خط‌مشیی فراهم می‌کند و مشروعیت و پاسخگویی را ارتقا می‌دهد. ورودی شهروندان، ارزیابی ریسک، طراحی مقررات و استراتژی‌های اجرا را در حوزه‌هایی که هوش مصنوعی با خدمات عمومی، سلامت یا رفاه اجتماعی تعامل دارد، اطلاع‌رسانی می‌کند (*Andersson et al., 2019; Diriker et al., 2022*). این رویکرد تکرارشونده ظرفیت سازگاری چارچوب‌های حکمرانی را افزایش داده و هم‌افزایی میان حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال، چارچوبی جامع برای خط‌مشیگذاری نوآورانه ایجاد می‌کند (*Popa, 2025; Cingolani & Hildebrandt, 2022*). چنین چارچوبی نشان می‌دهد چگونه هلند با چالش‌های نوآوری خط‌مشی هوش مصنوعی مواجه شده و با همسویی ابعاد قانونی، فنی و اجتماعی، رشد اقتصادی، استفاده اخلاقی از هوش مصنوعی و اعتماد عمومی را همزمان ارتقا می‌دهد و الگویی پیشرو برای سایر دموکراسی‌های پیشرفته ارائه می‌کند.

استونی

استونی نمونه‌ای برجسته از کشوری است که توانسته حکمرانی الگوریتمی را در چارچوبی گسترده از زیرساخت دیجیتال، ظرفیت نهادی و زیست‌بوم نوآوری مشارکتی ادغام کند. این مدل نشان می‌دهد که چگونه دولت‌های مدرن می‌توانند از ابزارهای محاسباتی برای ارتقای کارایی، پاسخ‌دهی و مشروعیت خط‌مشی‌گذاری در حوزه تحقیق و نوآوری بهره ببرند. همان‌گونه که مطالعات اخیر نشان می‌دهند، به‌کارگیری الگوریتم‌ها در نظام‌های قضایی و اداری استونی نه‌تنها منجر به افزایش سرعت و دقت تصمیم‌گیری شده، بلکه بحث‌هایی را درباره شفافیت، پاسخ‌گویی و عدالت رویه‌ای برانگیخته است (*Marta & Gentile, 2023*). خودکارسازی وظایف اداری تکرارشونده، منابع انسانی را آزاد کرده و زمینه را برای تمرکز بر فعالیت‌های پیچیده‌تر فراهم ساخته است، امری که کیفیت و کارآمدی حکمرانی را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد (*Engin & Treleaven, 2019*). این تحول صرفاً حاصل مداخلات فنی منفرد نیست، بلکه در بستر یک معماری نهادی و دیجیتال منسجم شکل گرفته است که تعامل میان بازیگران متعدد را مدیریت کرده و ظرفیت فناوری را با نیازهای اجتماعی همسو می‌کند. زیست‌بوم نوآوری استونی—با پیوند ساختاریافته میان دانشگاه‌ها، صنعت و دولت—بستر شناختی و سازمانی لازم را برای سیاست‌گذاری مبتنی بر دانش فراهم می‌سازد (*Kaun et al., 2024;*

Trabskaja & Mets, 2019). حکمرانی الگوریتمی در چنین بستری نقش یک سازوکار هماهنگ‌کننده پویا را ایفا می‌کند که پایش مستمر فعالیت‌های تحقیق و توسعه، شناسایی روندهای نوظهور و تنظیم تخصیص منابع را ممکن می‌سازد. این قابلیت‌ها منجر به خط‌مشی‌گذاری تطبیقی شده و امکان پاسخ سریع به چالش‌های اجتماعی–فناورانه را فراهم می‌کند، در حالی که با اهداف کلان خط‌مشی‌های علم و فناوری اتحادیه اروپا هم‌راستا باقی می‌ماند (*Karo & Lember, 2019; Dreyling et al., 2024*). زیرساخت دیجیتال پیشرفته استونی، به‌ویژه پلتفرم *X-Road*[1] ، ستون فقرات این یکپارچگی است و امکان تبادل داده ایمن و بلادرنگ میان نهادها را فراهم می‌آورد. این قابلیت نه‌تنها اجرای حکمرانی الگوریتمی را تقویت می‌کند، بلکه زیست‌بوم نوآوری را نیز منسجم‌تر و کارآمدتر می‌سازد (*Marta & Gentile, 2023*). در کنار این زیرساخت، جمع‌سپاری دیجیتال به‌عنوان مکانیزمی مکمل عمل کرده و مشارکت فعال ذی‌نفعان متنوع در تولید دانش و حل مسئله را تسهیل می‌کند. چالش‌های نوآوری باز و هکاتون‌ها امکان ادغام تخصص‌های گوناگون و خلق راهکارهای چندبعدی را فراهم کرده و مشروعیت اجتماعی خط‌مشی‌ها را افزایش می‌دهند (*Vooglaid & Randma-Liiv, 2022; Huss, 2024*).

تعامل میان حکمرانی الگوریتمی و جمع‌سپاری یک رابطه هم‌افزا ایجاد می‌کند. الگوریتم‌ها قادرند حجم وسیعی از داده‌های مشارکتی را تحلیل کرده و بینش‌های عملی برای تعیین اولویت‌ها، ارزیابی پروژه‌ها و تخصیص منابع ارائه دهند؛ در مقابل ورودی‌های جمع‌سپاری داده‌های زمینه‌مند و تجربی لازم برای بهبود دقت مدل‌های الگوریتمی را فراهم می‌کنند (*Kaun et al., 2024*). این حلقه بازخوردی موجب تقویت پیوند میان تولید شواهد و طراحی خط‌مشی شده و اطمینان می‌دهد که سیاست‌ها هم از منظر فنی معتبر و هم از نظر اجتماعی مشروع باشند (*Kassen, 2019*). کاربست ابزارهای الگوریتمی در استونی، چالش‌های کلاسیک نظام‌های تأمین مالی تحقیق و توسعه—از جمله پراکندگی منابع و خطر تکرار پروژه‌ها—را نیز کاهش داده است. تحلیل بلادرنگ داده‌های برنامه‌های ملی و اروپایی به خط‌مشی‌گذاران امکان می‌دهد هم‌پوشانی‌ها را شناسایی، تخصیص بودجه را بهینه و سرمایه‌گذاری را بر حوزه‌های با اثرگذاری بالا متمرکز کنند (*Nõmmik, 2025; Kerikmäe & Pärn-Lee, 2021*). این هماهنگی هم کارایی هزینه‌های عمومی را افزایش می‌دهد و هم رقابت غیرضروری میان نهادهای تحقیقاتی را کاهش می‌دهد. در سطح کلان، حکمرانی الگوریتمی نقش مهمی در هم‌ترازسازی خط‌مشی‌های نوآوری با ارزش‌ها و اولویت‌های اجتماعی دارد. این رویکرد بازتاب‌دهنده تغییر پارادایم اروپایی به سوی خط‌مشی‌های مأموریت‌محور است که اهدافی چون پایداری زیست‌محیطی، سلامت عمومی و تحول دیجیتال را در کانون توجه قرار می‌دهند (*Salumaa-Lepik & Nisu, 2024*).

[1]. یک زیرساخت ملی تبادل امن داده در استونی است که امکان ارتباط، اشتراک‌گذاری و یکپارچگی اطلاعات میان سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی را به‌صورت غیرمتمرکز و رمزگذاری‌شده فراهم می‌کند.

تحلیل پیش‌بینی و مدل‌سازی سناریو به دولت اجازه می‌دهد پیامدهای بالقوه مداخلات را درک کرده و مسیرهای بدیل را ارزیابی کند، در حالی که مشارکت فعال ذی‌نفعان اطمینان می‌دهد که خط‌مشی‌ها با انتظارات و ارزش‌های اجتماعی همخوان باقی بمانند (*Margetts & Naumann, 2017*). هکاتون‌ها و فراخوان‌های نوآوری باز نمونه‌های عملی این رویکرد تلفیقی هستند. آن‌ها امکان نمونه‌سازی سریع، آزمون تکرارشونده و واکنش چابک به چالش‌های اجتماعی را فراهم می‌کنند و داده‌های حاصل از آن‌ها توسط الگوریتم‌ها تحلیل شده و در فرآیند تصمیم‌گیری خط‌مشی لحاظ می‌شود (*Leminen et al., 2021; Mergel, 2021*). این حلقه یادگیری مستمر موجب افزایش انعطاف‌پذیری و پاسخ‌دهی خط‌مشی‌ها در برابر تغییرات فناورانه و اجتماعی می‌شود. مدل استونی همچنین اهمیت ظرفیت نهادی را برجسته می‌کند. بهره‌گیری مؤثر از حکمرانی الگوریتمی مستلزم آن است که خط‌مشی‌گذاران نه‌تنها درک کافی از خروجی‌های محاسباتی داشته باشند، بلکه بتوانند آن‌ها را در چارچوب اهداف کلان اجتماعی تفسیر کنند (*Marta & Gentile, 2023; Dreyling et al., 2024*). توسعه چنین توانمندی‌هایی برای سیاست‌گذاری پیش‌نگرانه ضروری است. در نهایت، تجربه استونی الگویی مقیاس‌پذیر برای کشورهایی فراهم می‌آورد که قصد دارند حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال را در چارچوب خط‌مشی‌گذاری ملی خود ادغام کنند. این مدل نشان می‌دهد که ترکیب استراتژیک این سه عنصر می‌تواند خط‌مشی‌هایی چابک، مبتنی بر شواهد، منسجم و مشروع ایجاد کند و هم‌زمان توسعه اقتصادی و فناورانه پایدار را تسهیل نماید. الگوی استونی نه‌تنها کارایی را افزایش می‌دهد، بلکه بستری برای تعامل پویا میان دولت، دانشگاه، صنعت و جامعه مدنی فراهم می‌سازد و زیست‌بوم نوآوری را به فضایی برای خلق ارزش عمومی بلندمدت تبدیل می‌کند.

فنلاند

فنلاند نمونه‌ای برجسته از مدلی نوردیک[۱] در حکمرانی الگوریتمی است که ریشه‌های عمیق فرهنگی و حقوقیِ «شفافیت»، «پاسخ‌گویی» و «عمومیت» را در سنت حوزه عمومی این کشور بازتاب می‌دهد (*Ahonen & Erkkilä, 2020*). این رویکرد، که از تعهد قانون اساسی فنلاند به دسترسی عمومی به اسناد و رویه‌های دولتی منشأ می‌گیرد، چارچوب ساختاری‌ای فراهم می‌آورد که در آن تصمیم‌گیری‌های الگوریتمی باید قابل بررسی، توجیه‌پذیر و مطابق تضمین‌های دادرسی منصفانه باشند (*Finlex, 2020a*). همزمان با ادغام فنلاند در چارچوب‌های فراملی مانند اتحادیه اروپا و تعامل با بازارهای دیجیتال جهانی، مفاهیم سنتی عمومیت با مقولاتی نظیر «شفافیت الگوریتمی»، «گشودگی» و «پاسخ‌گویی» پیوند خورده‌اند؛ پیوندی که هنوز در متون قانونی و رویه‌های نهادی به صورت کامل تکوین نیافته و بنابراین مجموعه‌ای از چالش‌های مفهومی و نهادی را پدید آورده است (*Koivuniemi, 2023*). در این زمینه،

---

[۱]. «نوردیک» اصطلاحی است که به مجموعه کشورهای شمال اروپا شامل فنلاند، سوئد، نروژ، دانمارک و ایسلند اطلاق می‌شود و بیانگر یک سنت مشترک در حکمرانی، فرهنگ اداری و نظام رفاه اجتماعی است.

مدل حکمرانی فنلاند بر تعادل هنجاری میان نوآوری فناورانه و التزام قانونی تأکید دارد؛ به‌گونه‌ای که استفاده از سیستم‌های خودکار در بخش عمومی باید ضمن رعایت ملاحظات حفاظت از داده‌ها و عدالت رویه‌ای، قابلیت نظارت و توجیه قضایی را نیز حفظ کند (*Kuziemski & Misuraca, 2020*).

رویکرد فنلاندی مبتنی بر ترکیب گفت‌وگوی دموکراتیک، عقلانیت قانونی و نوآوری فناوری است و در عمل به شکلی سامانه‌مند از طریق سیاست‌ها و برنامه‌های ملی پیاده‌سازی شده است؛ از جمله گزارش پارلمانی ۲۰۱۹ که بر استفاده اخلاقی و شفاف از الگوریتم‌ها به‌منظور تقویت اعتماد عمومی و مشروعیت دموکراتیک تأکید کرده است (*MF, 2019*). این سیاست‌ها در شبکه‌ای از پروژه‌های تحقیقاتی و برنامه‌های خط‌مشیی عملیاتی می‌شوند که به ارزیابی آثار، تدوین چارچوب‌های اخلاقی هوش مصنوعی و استراتژی‌های اطلاع‌رسانی عمومی می‌پردازند (*VN TEAS, 2019a; VN TEAS, 2019b; Espoo, 2020*) و به‌عنوان گره‌هایی در زیست‌بوم نوآوری فنلاند عمل می‌کنند؛ زیست‌بومی که سازمان‌های دولتی، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی را در تولید مشترک هنجارها، کدهای اخلاقی و نمونه‌های اولیه فناورانه پیوند می‌دهد. در این زیست‌بوم، نوآوری تنها به پیشروی‌های تکنولوژیک محدود نمی‌ماند؛ بلکه عرصه‌ای نهادی و اجتماعی است که در آن هنجارهای نوین پاسخ‌گویی و شفافیت آزموده و نهادینه می‌شوند؛ نمونه‌ای عملی از این روند، استفاده از الگوریتم‌ها در آزمایش‌های ساختاریافته سیاستی مانند آزمایش‌های پایه درآمد است که نه‌تنها جنبه‌های فنی نمونه‌برداری و الگوریتمی را آشکار ساختند، بلکه مباحث پارلمانی و حقوقی درخصوص شفافیت و اخلاق کدها را نیز فعال کردند (*Rinkkala et al., 2019; Laasonen et al., 2022*). سازمان‌های دولتی فنلاندی—از جمله اداره مالیات و مؤسسات تأمین اجتماعی—با انتشار کدها و دستورالعمل‌های اخلاقی برای سیستم‌های خود، قدم‌هایی در جهت افزایش شفافیت رویه‌ای و فراهم آوردن امکان بررسی فنی و حقوقی نتایج خودکار برداشته‌اند (*Planes-Satorra & Paunov, 2019*). این اقدام‌ها نه تنها مشروعیت تصمیمات خودکار را تقویت می‌کنند، بلکه انگیزه‌ای برای مشارکت کارشناسان و شهروندان در فرآیندهای ارزیابی و بازخورد فراهم می‌آورند؛ بدین ترتیب، تعامل میان شفافیت الگوریتمی و نوآوری در فنلاند صورتی مشارکتی به خود گرفته و مرزهای سنتی میان طراحی خط‌مشی و توسعه فناوری را مبهم می‌سازد (*Laasonen et al., 2022; Koivuniemi, 2023*). جمع‌سپاری دیجیتال در این ساختار نهادی نقشی فراتر از مشاوره صرف ایفا می‌کند؛ به‌عنوان مکانیزمی از «هوش جمعی» به دولت امکان می‌دهد از تخصص متنوع شهروندان، پژوهشگران و توسعه‌دهندگان بهره‌برداری کند، سوگیری‌ها را کشف کند، کیفیت داده‌ها را ارتقا دهد و قابلیت ممیزی الگوریتم‌ها را تقویت نماید (*Seitsonen, 2017; Kuziemski & Misuraca, 2020; Chandralingam, 2024*). این مشارکت توزیع‌شده و بازخوردِ حاصل از آن در فرآیند قانون‌گذاری نیز بازتاب یافته است؛ به‌گونه‌ای که تلاش‌های دستگاه‌های ذی‌ربط برای تدوین مقررات شفافیت الگوریتمی به‌طور فعال شامل مشورت‌های دیجیتال و مشارکت عمومی شده است

(*Chandralingam, 2024; Säily et al., 2021*). در سطح شبکه‌ای، نهادهای سیاست‌گذاری فنلاند به‌مثابه جوامع معرفت عمل می‌کنند که تبادل تکرارشونده بینش‌های نظارتی، نمونه‌های اولیه فناوری و بهترین شیوه‌ها را تسهیل می‌سازد و بدین ترتیب زیرساخت شناختی لازم برای حکمرانی الگوریتمی را تولید مشترک می‌کنند (*Laasonen et al., 2022; Koivuniemi, 2023*). در نتیجه، حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال یک مثلث منسجم در معماری حکمرانی فنلاند ایجاد می‌کنند. این مثلث سه‌گانه یادگیری نهادی و خط‌مشی‌گذاری تطبیقی را تسهیل می‌کند؛ بازخوردهای جمع‌سپاری دیجیتال به نهادهای خط‌مشی‌گذار امکان می‌دهد نقاط ضعف و ریسک‌های اخلاقی و قانونی را شناسایی کنند و همزمان فرآیندهای نوآوری در زیست‌بوم فناوری را بهینه کنند. این فرآیند یادگیری مداوم موجب تطبیق خط‌مشی‌ها با تغییرات فناوری و نیازهای اجتماعی می‌شود و تضمین می‌کند که نوآوری نه تنها تکنولوژیک بلکه اجتماعی و نهادی نیز باشد. در نهایت، ترکیب حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال در فنلاند نشان می‌دهد خط‌مشی‌گذاری نوآورانه به شکل یک سیستم تعاملی و چندبعدی عمل می‌کند. الگوریتم‌ها و هوش مصنوعی، اگر با اصول شفافیت، پاسخگویی و مشارکت تلفیق شوند، به ابزاری قدرتمند برای خط‌مشی‌گذاری علمی و مبتنی بر داده تبدیل می‌شوند. این سه عنصر همزمان موجب افزایش اعتماد عمومی، تقویت یادگیری نهادی، ارتقای کیفیت تصمیمات و توانایی دولت در پاسخ به چالش‌های اقتصادی و اجتماعی می‌شوند. به این ترتیب، فنلاند نمونه موفقی از ترکیب فناوری، نهادینه‌سازی و مشارکت برای توسعه خط‌مشی‌گذاری نوآورانه ارائه می‌دهد که می‌تواند الگوی عملیاتی برای سایر کشورها باشد.

در جدول ۱، وضعیت حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال در سه کشور هلند، استونی و فنلاند ترسیم شده است. در هر سه کشور، نهادهای عالی حکومتی نقش هدایت‌کننده‌ای در شکل‌دهی چارچوب‌های خط‌مشیی ایفا می‌کنند و با ایجاد سازوکارهای هم‌افزا میان حکمرانی دیجیتال، خط‌مشی‌های پژوهش و توسعه، و مشارکت اجتماعی، زمینه‌ی پویایی و مشروعیت خط‌مشی‌گذاری نوآورانه را فراهم آورده‌اند. این هم‌راستایی نهادی موجب شده است تا تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده، نوآوری فناورانه و مشارکت جمعی در قالب زیست‌بوم‌های ملی نوآوری نهادینه شود و ظرفیت کشورها برای یادگیری خط‌مشیی و پاسخ به چالش‌های پیچیده‌ی اقتصادی و اجتماعی ارتقا یابد.

جدول ۱. مقایسه تطبیقی حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال سه کشور

ابعاد مقایسه	هلند	استونی	فنلاند
فلسفه حکمرانی و ارزش محوری	تأکید بر عدالت، پاسخگویی و پایبندی به اصول حقوق بنیادین؛ جلوگیری از تبعیض و تضمین شفافیت در تصمیم‌گیری‌های الگوریتمی	تمرکز بر کارایی و تطبیق خط‌مشی‌ها با فناوری؛ بهره‌گیری از داده و تحلیل برای خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد	تأکید بر شفافیت، پاسخگویی و مشارکت شهروندان؛ ترکیب عدالت رویه‌ای با مشروعیت دموکراتیک
نقش اصلی دولت	تنظیم‌کننده و چارچوب‌ساز؛ هدایت و نظارت بر پیاده‌سازی الگوریتم‌ها و تضمین رعایت حقوق و ارزش‌های اخلاقی	تسهیل‌کننده و هماهنگ‌کننده؛ ایجاد زیرساخت دیجیتال و بستر تعامل میان بازیگران متعدد	ناظر و هماهنگ‌کننده مشارکتی؛ ایجاد حلقه بازتابی میان قانون، فناوری و مشارکت عمومی
رویکرد به حکمرانی الگوریتمی	چارچوب محور، مدیریت ریسک و پایبندی به اصول حقوق بنیادین؛ تمرکز بر شفافیت و عدالت الگوریتمی	زیرساخت محور؛ پایش و تخصیص منابع بهینه با تحلیل داده و الگوریتم‌ها	حلقه بازتابی؛ تعامل مستمر الگوریتم‌ها، زیست‌بوم نوآوری و مشارکت عمومی با تولید هنجارهای مشترک
استراتژی اصلی زیست‌بوم نوآوری	ایجاد ظرفیت فنی، انسانی و نهادی؛ حمایت از نوآوری مسئولانه و هماهنگ با ارزش‌های اجتماعی	پایش و هدایت پروژه‌ها و تخصیص منابع با تحلیل الگوریتمی؛ پیوند دانشگاه، صنعت و دولت	شبکه معرفتی برای تولید مشترک هنجارها، فناوری و دستورالعمل‌ها؛ پشتیبانی از آزمایش مسئولانه
کارکرد جمع‌سپاری دیجیتال	افزایش مشروعیت، پاسخگویی و پذیرش اجتماعی؛ ارائه بازخورد به خط‌مشی‌ها و الگوریتم‌ها	تغذیه داده و ایده برای الگوریتم‌ها و خط‌مشیگذاری مبتنی بر شواهد؛ مشارکت در حل مسائل فناورانه و اجتماعی	ابزار هوش جمعی برای بازخورد، ارتقای شفافیت و کاهش نابرابری معرفتی؛ شکل‌دهی هنجارهای مشترک
زیرساخت کلیدی نمادین	چارچوب قانونی و مقرراتی، ساختارهای نظارتی و ارزیابی ریسک	زیرساخت دیجیتال تعاملی (مانند X-Road) برای پایش و هماهنگی	زیرساخت دیجیتال شفاف، شبکه‌های خط‌مشی‌گذاری و مشارکتی برای اتصال بازیگران متعدد
رابطه سه‌گانه حکمرانی، زیست‌بوم و جمع‌سپاری دیجیتال	حکمرانی چارچوب می‌سازد ⟶ زیست‌بوم ظرفیت می‌سازد ⟶ جمع‌سپاری مشروعیت می‌بخشد؛ یک رابطه خطی و همزمان با تعامل محدود	حکمرانی بستر می‌سازد ⟶ زیست‌بوم در آن عمل می‌کند ⟶ جمع‌سپاری داده و ایده تغذیه می‌کند؛ رابطه بستر–تغذیه‌ای با حلقه بازخورد عملی	سه عنصر در یک حلقه بازتابی درهم تنیده‌اند؛ تأثیر دوطرفه مستمر و تولید هنجارهای مشترک
هم‌افزایی و انسجام خط‌مشی گذاری نوآوری	قانون، ظرفیت و مشروعیت هماهنگ می‌شوند؛ نوآوری اقتصادی با رعایت اخلاق و عدالت ترکیب می‌شود	بستر دیجیتال، زیست‌بوم و جمع‌سپاری برای تخصیص هدفمند منابع و خط‌مشی‌گذاری مأموریت‌محور هماهنگ می‌شوند	حلقه بازتابی؛ زیست‌بوم و جمع‌سپاری، حکمرانی الگوریتمی را تقویت می‌کنند؛ نوآوری همزمان فناوری، قانونی و اجتماعی است

با تحلیل تطبیقی، شباهت‌ها و تفاوت‌های سه کشور در زمینه حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال در بخش خدمات عمومی و خط‌مشی‌های نوآوری به شرح جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۲. شباهت‌ها و تفاوت‌های سه کشور

ابعاد مقایسه	تفاوت‌ها و شباهت‌ها
فلسفه حکمرانی و ارزش محوری	شباهت‌ها: هر سه کشور ارزش‌هایی مانند پاسخگویی، مشروعیت اجتماعی و استفاده اخلاقی از الگوریتم‌ها را دنبال می‌کنند. تفاوت‌ها: هلند تمرکز قوی بر عدالت و حقوق بنیادین دارد؛ استونی بیشتر بر کارایی و خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر داده و شواهد تأکید می‌کند؛ فنلاند ترکیبی از شفافیت، مشارکت شهروندان و مشروعیت دموکراتیک را محور قرار می‌دهد.
نقش اصلی دولت	شباهت‌ها: در هر سه کشور دولت نقش کلیدی در چارچوب‌سازی و هدایت فرآیندهای نوآوری دارد. تفاوت‌ها: هلند به عنوان چارچوب‌ساز و تنظیم‌کننده عمل می‌کند؛ استونی نقش تسهیل‌کننده و هماهنگ‌کننده میان بازیگران مختلف را دارد؛ فنلاند با ایجاد حلقه بازتابی، نقش ناظر و هماهنگ‌کننده مشارکتی را دارد و تعاملات میان بازیگران را پایش می‌کند.
رویکرد به حکمرانی الگوریتمی	شباهت‌ها: هر سه کشور از الگوریتم‌ها برای بهبود خط‌مشی‌گذاری و تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند و شفافیت و پاسخگویی را مدنظر دارند. تفاوت‌ها: هلند رویکرد چارچوب محور و مدیریت ریسک دارد؛ استونی رویکرد زیرساخت محور و داده‌محور دارد؛ فنلاند رویکرد حلقه بازتابی درهم‌تنیده دارد که هر عنصر بر دیگری تأثیر می‌گذارد و هنجارهای مشترک تولید می‌کند.
استراتژی اصلی زیست‌بوم نوآوری	شباهت‌ها: هر سه کشور زیست‌بوم نوآوری را برای تقویت نوآوری مسئولانه، دانش فنی و هماهنگی میان بازیگران به‌کار می‌برند. تفاوت‌ها: هلند بر ظرفیت‌سازی و حمایت از نوآوری مسئولانه تمرکز دارد؛ استونی بر پایش پروژه‌ها، تخصیص منابع و هماهنگی با خط‌مشی مأموریت‌محور تأکید می‌کند؛ فنلاند شبکه‌ای از تولید مشترک هنجارها، فناوری و دستورالعمل‌ها ایجاد می‌کند که آزمایش مسئولانه را پشتیبانی می‌کند.
کارکرد جمع‌سپاری دیجیتال	شباهت‌ها: جمع‌سپاری در هر سه کشور برای تقویت مشروعیت، پاسخگویی و ارتقای کیفیت تصمیمات الگوریتمی استفاده می‌شود. تفاوت‌ها: در هلند، جمع‌سپاری بیشتر مشروعیت می‌بخشد و بازخورد به خط‌مشی‌ها می‌دهد؛ در استونی داده و ایده را تغذیه می‌کند و حلقه بازخورد عملی دارد؛ در فنلاند ابزار هوش جمعی برای شناسایی سوگیری‌ها و تولید هنجارهای مشترک است.
زیرساخت کلیدی نمادین	شباهت‌ها: هر کشور زیرساخت‌های فنی و نهادی برای حمایت از حکمرانی الگوریتمی دارد. تفاوت‌ها: هلند چارچوب قانونی و نظارتی و ارزیابی ریسک را نمادین می‌داند؛ استونی زیرساخت دیجیتال تعاملی مانند X-Road را محور قرار داده؛ فنلاند شبکه‌های خط‌مشی‌گذاری و مشارکتی را به عنوان زیرساخت نمادین برای هم‌افزایی میان بازیگران می‌بیند.
رابطه سه‌گانه حکمرانی، زیست‌بوم و جمع‌سپاری دیجیتال	شباهت‌ها: در هر سه کشور این سه عنصر تعامل دارند و یکدیگر را تقویت می‌کنند. تفاوت‌ها: هلند رابطه خطی دارد (حکمرانی ← زیست‌بوم ← جمع‌سپاری)؛ استونی بستر و حلقه بازخورد عملی ایجاد می‌کند؛ فنلاند حلقه بازتابی درهم‌تنیده دارد که تأثیر دوطرفه مستمر و تولید هنجارهای مشترک را تضمین می‌کند
هم‌افزایی و انسجام خط‌مشی گذاری نوآوری	شباهت‌ها: همه کشورها تلاش می‌کنند نوآوری، خط‌مشی و ارزش‌های اجتماعی را هم‌راستا کنند. تفاوت‌ها: هلند هماهنگی میان قانون، ظرفیت و مشروعیت را برقرار می‌کند؛ استونی تخصیص هدفمند منابع و مأموریت‌محور بودن خط‌مشی‌ها را تقویت می‌کند؛ فنلاند حلقه بازتابی موجب همزمانی نوآوری فناورانه، قانونی و اجتماعی می‌شود و انسجام نهادی قوی‌تری دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

حکمرانی الگوریتمی در کشورهای پیشرفته به ویژه فنلاند، هلند و استونی، نشان‌دهنده تحول معنایی و نهادی در خط‌مشی‌گذاری دیجیتال است و تاکید بر شفافیت، پاسخگویی و مشارکت شهروندان، نقشی محوری در تقویت مشروعیت و اثرگذاری خط‌مشی‌ها ایفا می‌کند *(Zuiderveen Borgesius, 2020; Ahonen& Erkkilä, 2020; Marta& Gentile 2023)*. در فنلاند، واژگان حقوقی در حال تحول

و تمرکز بر مفاهیمی همچون «شفافیت» و «گشودگی» نشان می‌دهد که گفت‌وگوی عمومی، نوآوری معنایی در حکمرانی را پیش می‌برد و نهادهای نظارتی، از دیوان پارلمانی تا کمیته قانون اساسی، معیارهای مشروعیت در عصر دیجیتال را بازتعریف می‌کنند *(MF, 2019; Koivuniemi, 2023)*. این بازتاب نهادی، فراتر از چارچوب‌های قانونی، به زیست‌بوم نوآوری نیز گسترش یافته و شبکه‌های خط‌مشی‌گذاری شامل وزارتخانه‌ها، دانشگاه‌ها و شرکای بخش خصوصی، به‌عنوان جوامع معرفتی، زیرساخت شناختی حکمرانی الگوریتمی را تولید مشترک می‌کنند *(Rinkkala et al, 2019; Laasonen et al, 2022)*. تبادلات تکرارشونده در این شبکه‌ها، نه تنها بینش‌های نظارتی بلکه نمونه‌های اولیه فناوری، کدهای اخلاقی و بهترین شیوه‌ها را در نهادهای عمومی منتشر می‌کنند و به این ترتیب، حکمرانی الگوریتمی در زیست‌بوم نوآوری ملی جای می‌گیرد و مزیت رقابتی کشور را در حوزه هوش مصنوعی اخلاقی و حکمرانی دیجیتال تقویت می‌کند *(Koivuniemi, 2023)*. در مدل دیجیتال حکمرانی فنلاند، نوآوری و پاسخگویی همزمان تکامل می‌یابند و از ایجاد فاصله بین پیشرفت فناوری و مشروعیت دموکراتیک جلوگیری می‌شود، به‌گونه‌ای که جمع‌سپاری دیجیتال نه تنها ابزار مشاوره، بلکه ابزار هوش جمعی است که دولت را قادر می‌سازد از تخصص شهروندان و توسعه‌دهندگان بهره‌برداری کند *(Heikka, 2015; Seitsonen, 2017)*.این فرآیند، کاهش نابرابری‌های معرفتی در خط‌مشی‌گذاری و ارتقای قابلیت ممیزی الگوریتمی را ممکن می‌سازد. مقایسه بین کشورهای هلند، استونی و فنلاند نشان می‌دهد که نقش دولت و رویکرد به حکمرانی الگوریتمی با توجه به ارزش‌های محوری متفاوت است؛ هلند بر عدالت و پاسخگویی حقوق بنیادین تاکید دارد، استونی کارایی و خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر داده را محور قرار می‌دهد، و فنلاند شفافیت، مشارکت شهروندان و مشروعیت دموکراتیک را به‌صورت همزمان دنبال می‌کند *(Engin& Treleaven, 2019; Chandralingam, 2024; O'Sullivan, 2024)*.

در هلند، دولت چارچوب‌ساز و ناظر است و زیست‌بوم نوآوری را برای حمایت از نوآوری مسئولانه هدایت می‌کند، در حالی که جمع‌سپاری بیشتر نقش مشروعیت‌بخش دارد و بازخوردهای اجتماعی را به خط‌مشی‌ها منتقل می‌کند. استونی رویکرد زیرساخت محور دارد و با ایجاد بستر دیجیتال مانند*X-Road* ، امکان پایش و هماهنگی میان بازیگران متعدد را فراهم می‌کند و جمع‌سپاری داده و ایده را برای خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد تغذیه می‌کند. در فنلاند، سه عنصر حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال در یک حلقه بازتابی درهم‌تنیده‌اند که تأثیر دوطرفه مستمر ایجاد کرده و تولید هنجارهای مشترک را تضمین می‌کند. این سه‌گانه موجب یادگیری نهادی، بازخورد مستمر به خط‌مشی‌ها و بهینه‌سازی فرآیندهای نوآوری می‌شود *(Koselleck, 2004; Skinner, 2002; MF, 2018)* . شبکه‌های معرفتی در فنلاند با ترکیب بازیگران دولتی، دانشگاهی و خصوصی، زیرساخت‌های شناختی و فناوری مورد نیاز برای توسعه الگوریتم‌ها و نوآوری‌های اخلاقی را تولید می‌کنند و این ترکیب موجب ایجاد حلقه بازتابی می‌شود که یادگیری نهادی و خط‌مشی‌گذاری تطبیقی را ممکن می‌سازد. تجربه فنلاند نشان می‌دهد که

تعامل الگوریتم‌ها، زیست‌بوم نوآوری و مشارکت عمومی می‌تواند ابزار قدرتمندی برای تقویت اعتماد عمومی و ارتقای کیفیت تصمیمات خط‌مشیی باشد (Koivisto, 2016). در مقابل، هلند و استونی هر یک رویکردهای متفاوتی را برای هم‌افزایی میان خط‌مشی، فناوری و مشارکت اجرا می‌کنند؛ هلند از چارچوب قانونی و ظرفیت نهادی برای تضمین مشروعیت بهره می‌گیرد (Popa, 2025; Cingolani& Hildebrandt, 2022) استونی از بستر دیجیتال برای تخصیص هدفمند منابع استفاده می‌کند باشد (Karo& Lember, 2019; Dreyling et al, 2024). و فنلاند حلقه بازتابی ایجاد کرده که نوآوری فناورانه، قانونی و اجتماعی را همزمان پیش می‌برد (Ahonen& Erkkilä, 2020). حکمرانی الگوریتمی و جمع‌سپاری دیجیتال به عنوان ابزارهای مکمل، امکان تحلیل مستمر و بهبود خط‌مشی‌ها را فراهم می‌کنند (Seitsonen, 2017). جمع‌سپاری دیجیتال، با بسیج هوش توزیع‌شده، شکاف‌های معرفتی میان بازیگران را کاهش داده و امکان شناسایی ریسک‌ها و سوگیری‌های الگوریتمی را فراهم می‌آورد، در حالی که زیست‌بوم نوآوری ظرفیت فنی و نهادی برای اجرای تغییرات خط‌مشیی را تقویت می‌کند (Chandralingam, 2024; Säily et al, 2021, Seitsonen, 2017). این رویکرد تعاملی و چندبعدی، امکان توسعه خط‌مشی‌های علمی مبتنی بر داده و افزایش مشروعیت اجتماعی را فراهم می‌آورد و نشان می‌دهد که الگوریتم‌ها در کنار شفافیت، پاسخگویی و مشارکت، به ابزاری برای خط‌مشی‌گذاری نوآورانه تبدیل می‌شوند.

تحلیل تطبیقی سه کشور نشان می‌دهد که مدل فنلاندی، با حلقه بازتابی درهم‌تنیده، توانایی بیشتری در ایجاد یادگیری نهادی و بهبود مستمر خط‌مشی‌ها دارد (Kuziemski& Misuraca, 2020; Seitsonen, 2017; Chandralingam, 2024)، در حالی که هلند و استونی با تاکید بر چارچوب و زیرساخت، قابلیت هم‌افزایی محدودی دارند (Andersson et al, 2019; Marta& Gentile 2023). اگرچه هر سه کشور موفق به ترکیب حکمرانی دیجیتال و خط‌مشی‌های نوآوری شده‌اند. در نتیجه، نقش شبکه‌های معرفتی و زیرساخت‌های مشارکتی در تقویت نوآوری اخلاقی و توسعه خط‌مشی‌های مبتنی بر داده برجسته می‌شود. تجربه این کشورها بیانگر اهمیت طراحی خط‌مشی‌های منعطف، چندبعدی و مبتنی بر تعامل میان نهادها، فناوری و جامعه مدنی است. همچنین، ادغام زیست‌بوم نوآوری با حکمرانی الگوریتمی نشان می‌دهد که نوآوری تکنولوژیک و اجتماعی باید به‌صورت همزمان مدیریت شود تا فاصله میان پیشرفت فناوری و مشروعیت دموکراتیک کاهش یابد. فنلاند نمونه‌ای از استفاده موفق از این ادغام ارائه می‌دهد که حلقه بازتابی آن موجب تولید هنجارهای مشترک، افزایش شفافیت و پاسخگویی و ارتقای ظرفیت تصمیم‌گیری خط‌مشی‌گذار می‌شود (Ahonen& Erkkilä, 2020; Chandralingam, 2024) در هلند و استونی، هرچند خط‌مشی‌گذاری نوآورانه وجود دارد (Popa, 2025; Cingolani& Hildebrandt, 2022; Salumaa-Lepik& Nisu, 2024; Kassen, 2019)، اما تعامل میان زیست‌بوم، حکمرانی و جمع‌سپاری به شکل حلقه بازتابی

مشاهده نمی‌شود و بیشتر به صورت خطی یا بستر محور عمل می‌کند. این مدل‌ها نشان می‌دهند که خط‌مشی‌گذاری نوآورانه نیازمند تعامل مستمر میان سه عامل کلیدی است: ایجاد چارچوب‌های قانونی و اخلاقی، بهره‌برداری از زیرساخت‌های فناورانه و ایجاد امکان مشارکت جمعی و بازخورد مستمر. حلقه بازتابی فنلاندی، به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی و حکمرانی دیجیتال، قابلیت یادگیری تطبیقی و مدیریت ریسک‌های اخلاقی را افزایش می‌دهد و به یک مزیت رقابتی ملی تبدیل شده است . بنابراین، تجربه تطبیقی سه کشور، نشان می‌دهد که هم‌افزایی میان حکمرانی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال می‌تواند به شکل‌گیری خط‌مشی‌های مبتنی بر داده و مشروعیت اجتماعی پایدار کمک کند.

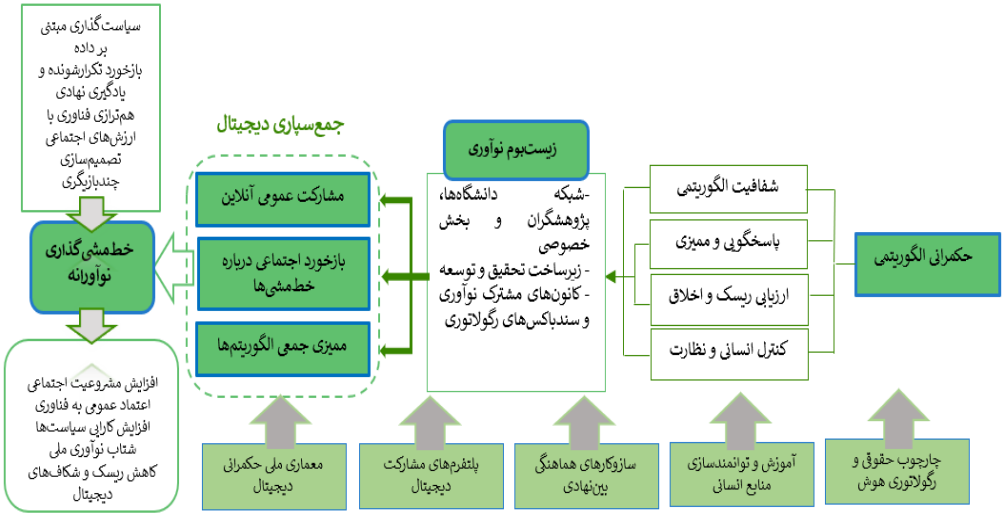
نتیجه‌گیری تحلیلی نشان می‌دهد که مدل فنلاندی به عنوان یک نمونه موفق، ترکیب سه‌جانبه‌ای از حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال ارائه می‌دهد که قابلیت مدیریت همزمان نوآوری فناورانه، قانونی و اجتماعی را دارد. این مدل نشان می‌دهد که حلقه بازتابی میان این سه عنصر موجب تولید هنجارهای مشترک، افزایش شفافیت و تقویت اعتماد عمومی می‌شود و می‌تواند به الگویی عملی برای سایر کشورها تبدیل شود. تجربه هلند و استونی نیز نشان می‌دهد که هرچند خط‌مشی‌گذاری نوآورانه می‌تواند به شکل خطی یا بستر محور توسعه یابد، اما حلقه بازتابی و تعامل درهم‌تنیده توانایی بیشتری در ایجاد یادگیری نهادی و تطبیق مستمر خط‌مشی‌ها فراهم می‌کند. علاوه بر این، یافته‌ها حاکی از آن است که جمع‌سپاری دیجیتال نه تنها ابزار بازخورد و مشروعیت، بلکه یک ابزار هوش جمعی است که به کاهش شکاف‌های معرفتی و شناسایی ریسک‌های اخلاقی و قانونی کمک می‌کند. در ترکیب با زیست‌بوم نوآوری، این فرآیند موجب بهینه‌سازی خط‌مشی‌ها و نوآوری مسئولانه می‌شود و اطمینان می‌دهد که پیشرفت فناوری با اصول دموکراتیک و اخلاقی هماهنگ باقی می‌ماند. این امر برای کشورهایی که در حال طراحی خط‌مشی‌های حکمرانی دیجیتال هستند، اهمیت بالایی دارد. در نهایت، این تحلیل نشان می‌دهد که موفقیت خط‌مشی‌گذاری نوآورانه نیازمند طراحی یک سیستم تعاملی، چندبعدی و پویا است که تعامل مستمر میان حکمرانی، زیست‌بوم نوآوری و مشارکت اجتماعی را تضمین کند. کشورهایی که توانسته‌اند این تعامل را ایجاد کنند، مانند فنلاند، نه تنها از مزیت فناورانه بهره می‌برند، بلکه مشروعیت اجتماعی و یادگیری نهادی پایدار نیز به دست می‌آورند و این امر می‌تواند به‌عنوان الگویی عملی برای توسعه خط‌مشی‌های نوآورانه و حکمرانی الگوریتمی در سطح بین‌المللی مطرح شود.

پیشنهاداتی برای الگو برداری در ایران

با توجه به تجربه کشورهای پیشرفته در زمینه حکمرانی الگوریتمی، زیست‌بوم نوآوری و جمع‌سپاری دیجیتال، ایران می‌تواند با اتخاذ رویکردی چندبعدی و یکپارچه، چارچوبی متناسب با شرایط داخلی برای خط‌مشیگذاری فناوری و نوآوری ایجاد کند. نخستین گام در این مسیر، طراحی حلقه بازتابی میان نهادهای دولتی، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی است تا تعامل مستمر میان خط‌مشی‌گذاری، نوآوری و مشارکت

عمومی شکل گیرد. این ساختار می‌تواند به ایران امکان دهد که تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده و الگوریتمی با نظارت عمومی و بازخوردهای تخصصی هماهنگ شود و از ایجاد شکاف میان فناوری و مشروعیت اجتماعی جلوگیری شود. ادغام زیست‌بوم نوآوری با ساختار حکمرانی یکی دیگر از عناصر کلیدی است که باید مدنظر قرار گیرد. ایران می‌تواند با ایجاد شبکه‌های تحقیق و توسعه ملی و تقویت همکاری میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های فناور و نهادهای دولتی، ظرفیت‌های فنی و نهادی خود را در حوزه هوش مصنوعی و فناوری‌های الگوریتمی ارتقا دهد. این ادغام موجب می‌شود که دانش و تجربه تخصصی تولید شده در زیست‌بوم نوآوری به تصمیم‌سازی علمی و خط‌مشیگذاری مسئولانه تبدیل شود و فرصت‌های نوآوری اخلاقی و قانونی در سطح ملی ایجاد گردد. جمع‌سپاری دیجیتال نیز به عنوان یک ابزار هوش جمعی باید در خط‌مشیگذاری ایران بومی‌سازی شود. با فراهم کردن پلتفرم‌های دیجیتال امن و شفاف، شهروندان، کارشناسان و پژوهشگران می‌توانند در فرآیند طراحی، ارزیابی و ممیزی الگوریتم‌ها مشارکت کنند. این مکانیزم نه تنها به شناسایی ریسک‌ها و سوگیری‌های الگوریتمی کمک می‌کند، بلکه موجب کاهش نابرابری‌های معرفتی در خط‌مشیگذاری شده و کیفیت تصمیمات نهادهای دولتی را بهبود می‌بخشد.

ایجاد چارچوب‌های قانونی و مقرراتی جامع و همسو با استانداردهای ملی و بین‌المللی نیز گامی حیاتی است. بدون وجود قوانین شفاف و سازوکارهای نظارتی کارآمد، همگرایی میان نوآوری فناورانه و مشروعیت اجتماعی امکان‌پذیر نخواهد بود. ایران باید به تدوین مقرراتی بپردازد که ضمن حمایت از نوآوری مسئولانه، شفافیت و پاسخگویی الگوریتمی را تضمین کند و زمینه لازم برای اعتماد عمومی به فناوری‌های نوین را فراهم آورد. نکته مهم دیگر، توجه همزمان به ابعاد فناورانه و اجتماعی خط‌مشیگذاری است. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که هماهنگی میان نوآوری تکنولوژیک، نیازهای اجتماعی و اصول اخلاقی، کلید موفقیت در حکمرانی دیجیتال است. ایران نیز باید با طراحی مکانیزم‌های مشارکتی و ظرفیت‌سازی نهادی، امکان دخالت فعال جامعه و نهادهای غیررسمی در فرآیندهای خط‌مشیگذاری را فراهم کند تا پذیرش اجتماعی فناوری‌های نوین تقویت شود. استفاده از مدل‌های تطبیقی و تحلیل تجارب بین‌المللی به ایران امکان می‌دهد که راهکارهای عملیاتی را با شرایط سیاسی، فرهنگی و نهادی خود تطبیق دهد. با انتخاب نمونه‌های مناسب و شناسایی عناصر قابل الگوبرداری، کشور می‌تواند مسیر توسعه حکمرانی دیجیتال و نوآوری را با کمترین هزینه و ریسک طی کند. این رویکرد علاوه بر بهینه‌سازی خط‌مشی‌ها، امکان آزمون فرضیات و تئوری‌ها را بدون مواجهه با هزینه‌های سنگین فراهم می‌کند. توسعه ظرفیت نهادهای حکمرانی و ایجاد ساختارهای هماهنگ‌کننده میان دستگاه‌های دولتی، زیست‌بوم نوآوری و جامعه مدنی، از دیگر ضرورت‌هاست. ایران می‌تواند با طراحی سازوکارهایی برای بازخورد مستمر و ارزیابی عملکرد الگوریتم‌ها، هماهنگی میان فناوری، خط‌مشیگذاری و نظارت اجتماعی را ارتقا دهد. این کار موجب افزایش انعطاف‌پذیری خط‌مشی‌ها در برابر تغییرات فناوری و نیازهای اجتماعی خواهد شد.



شکل ۱. چارچوب یکپارچه پیشنهادی برای خط‌مشی‌گذاری نوآورانه در ایران

توجه به زیرساخت‌های دیجیتال و فناوری‌های پشتیبان نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. ایران باید با ایجاد زیرساخت‌های دیجیتال شفاف و امن، امکان جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل‌های الگوریتمی و مشارکت عمومی را تسهیل کند. این زیرساخت‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که همزمان نوآوری، پاسخگویی و مشروعیت اجتماعی را تقویت کنند و امکان همگرایی میان نهادها و ذینفعان مختلف را فراهم سازند. ایجاد شبکه‌های معرفتی میان دانشگاه‌ها، بخش خصوصی و نهادهای دولتی به منظور تولید مشترک هنجارها، دستورالعمل‌ها و نمونه‌های اولیه فناوری، یکی دیگر از پیشنهادهای کلیدی است. این شبکه‌ها می‌توانند تجربه‌های موفق داخلی و بین‌المللی را بومی‌سازی کرده و ظرفیت ایران را در زمینه نوآوری اخلاقی و حکمرانی دیجیتال ارتقا دهند.

توسعه آموزش و توانمندسازی منابع انسانی نیز از دیگر مؤلفه‌های حیاتی برای موفقیت است. خط‌مشیگذاری و نوآوری الگوریتمی مستلزم تخصص فنی و توانایی تحلیل داده‌ها و پیامدهای اجتماعی آن است. ایران باید برنامه‌های آموزشی و تربیت کارشناسان متخصص را در تمامی سطوح اجرایی و تحقیقاتی تقویت کند تا حلقه‌های بازخورد به درستی کار کنند و خط‌مشی‌ها مبتنی بر شواهد علمی شکل گیرد. تجمیع تجربیات متعدد و تدوین راهنمای عملیاتی ملی برای حکمرانی الگوریتمی و زیست‌بوم نوآوری، آخرین پیشنهاد مهم است. این راهنما می‌تواند به عنوان مرجعی واحد برای هماهنگی میان خط‌مشی‌ها، زیرساخت‌ها و مشارکت عمومی عمل کند و مسیر تصمیم‌گیری شفاف، پاسخگو و انعطاف‌پذیر را برای ایران فراهم آورد. در نهایت، همه این پیشنهادها باید در یک چشم‌انداز بلندمدت و یکپارچه قرار گیرند تا

توسعه فناوری، نوآوری و حکمرانی دیجیتال به گونه‌ای همزمان و هماهنگ با ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی ایران پیش رود. این الگو موجب می‌شود که کشور نه تنها در پیاده‌سازی فناوری‌های نوین موفق باشد، بلکه ظرفیت لازم برای مدیریت ریسک‌ها، تضمین مشروعیت اجتماعی و تقویت مشارکت عمومی را نیز داشته باشد.

محدودیت‌ها

محدودیت‌های این پژوهش عمدتاً ناشی از شرایط محیطی، نهادی و اطلاعات موجود برای تحلیل تطبیقی است. نخست، به دلیل تفاوت‌های ساختاری، فرهنگی و سیاسی میان ایران و کشورهای مورد مطالعه، امکان تطبیق مستقیم تجربه‌ها محدود است و برخی نتایج بین‌المللی تنها در قالب چارچوب نظری قابل بهره‌برداری هستند. دوم، سرعت تحول فناوری و نوآوری دیجیتال موجب می‌شود داده‌ها و اسناد موجود به سرعت قدیمی شوند و امکان تحلیل کامل و به‌روز محدود گردد. سوم، دسترسی به اطلاعات دقیق و شفاف درباره عملکرد زیست‌بوم نوآوری و مکانیزم‌های جمع‌سپاری در کشورها، به ویژه در منابع بومی و غیررسمی، محدود است و این امر می‌تواند دقت تحلیل را کاهش دهد. نهایتاً، نگاه پژوهشگر و تفسیرهای تحلیلی ممکن است تحت تأثیر برداشت‌های شخصی و تکیه بر منابع ثانویه قرار گیرد که برای کاهش این اثر، همواره تلاش شده از مقایسه چندجانبه و بازنگری داده‌ها بهره گرفته شود.

منابع و ماخذ:

۱- توکلی راد, رضا و سادات میری, حوریه . (۱۴۰۰). تحول گرایی حکمرانی: از دولت الکترونیک تا حکمرانی دیجیتال. *فصلنامه علمی حکمرانی متعالی*, ۲(۳), ۱۱۵-,۱۶۲

۲- حسینی, سید عبدالرسول , قاسمی, محمد , یعقوبی, نورمحمد و سالارزهی, حبیب الله . (۱۴۰۱). شناسایی و تبیین پیشایندها و پسایندهای حکمرانی هوشمند با استفاده از روش دلفی فازی. *چشم انداز مدیریت دولتی*, ۱۳(۲), ۹۱-,۱۱۵

۳- خواجه داد, فاطمه , سالارزهی, حبیب الله , رئیسی, ابوبکر و لاری یزدی, الناز . (۱۴۰۴). طراحی الگوی حکمرانی شهری باز در شهرهای هوشمند با رویکرد فراترکیب. *پژوهش های مدیریت عمومی*, ۱۸(۶۹), ۶۴-,۳۱

۴- دقتی, عادله , یعقوبی, نورمحمد , کمالیان, امین رضا , دهقانی, مسعود و مرادی, ابراهیم . (۱۳۹۹). ارائه الگوی استقرار و توسعه حکمرانی الکترونیک با استفاده از رویکرد فراترکیب. *چشم انداز مدیریت دولتی*, ۱۰(۴), ۸۹-۱۲۰.

۵- ذوالفقارزاده, محمد مهدی و شهسواری, زینب . (۱۳۹۸). جمع‌سپاری خطمشی و جلب مشارکت عامّه در فرایند خط‌مشی‌گذاری عمومی: درس‌آموزه‌هایی برای ایران. *سیاستگذاری عمومی*, ۵(۲), ۱۸۵-۲۰۵.

۶- نوری, فرامرز و حسینی, سید صمد . (۱۴۰۳). آسیب شناسی اجرای خط مشی های زیست بوم نوآوری و فناوری در راستای توسعه سرمایه گذاری های استانی. *فصلنامه علمی حکمرانی متعالی*, ۴(۴), ۸۱-۱۰۳.

References:

1. Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard business review*, *84*(4), 98.

2. AUTIO, E., & THOMAS, L. D. (2014). Implications for Innovation Management? *The Oxford Handbook of Innovation Management*, 204.

3. Aarikka-Stenroos, L., & Ritala, P. (2017). Network management in the era of ecosystems: Systematic review and management framework. *Industrial marketing management*, *67*, 23-36.

4. Amnesty International (2021) Xenophobic machines: Discrimination through unregulated use of algorithms in the Dutch childcare benefits scandal. Amnesty International Ltd, October.

5. Ahonen, P., & Erkkilä, T. (2020). Transparency in algorithmic decision-making: Ideational tensions and conceptual shifts in Finland. *Information Polity*, *25*(4), 419-432.

6. Antila, A. (2024). X as a Platform for Political Engagement: Analyzing Information Encountering and Participatory Democracy Among Candidates in the 2023 Finnish Parliamentary Election.

7. Aysolmaz, B., Müller, R., & Meacham, D. (2023). The public perceptions of algorithmic decision-making systems: Results from a large-scale survey. *Telematics and Informatics*, *79*, 101954.
8. Alon-Barkat, S., Busuioc, M., Schwoerer, K., & Weißmüller, K. S. (2025). Algorithmic discrimination in public service provision: Understanding citizens' attribution of responsibility for human versus algorithmic discriminatory outcomes. *Journal of Public Administration Research and Theory*, *35*(4), 469-488.
9. Andersson, E., Langemeyer, J., Borgström, S., McPhearson, T., Haase, D., Kronenberg, J., ... & Baró, F. (2019). Enabling green and blue infrastructure to improve contributions to human well-being and equity in urban systems. *BioScience*, *69*(7), 566-574.
10. Breslin, D., Kask, J., Schlaile, M., & Abatecola, G. (2021). Developing a coevolutionary account of innovation ecosystems. *Industrial Marketing Management*, *98*, 59-68.
11. Bagherzadeh, M., Gurca, A., & Velayati, R. (2023). Crowdsourcing routines: the behavioral and motivational underpinnings of expert participation. *Industrial and Corporate Change*, *32*(6), 1393-1409.
12. Buchel, S., & Frantzeskaki, N. (2015). Citizens' voice: A case study about perceived ecosystem services by urban park users in Rotterdam, the Netherlands. *Ecosystem Services*, *12*, 169-177.
13. Boons, M., & Stam, D. (2019). Crowdsourcing for innovation: How related and unrelated perspectives interact to increase creative performance. *Research Policy*, *48*(7), 1758-1770.
14. Busuioc, M. (2021). Accountable artificial intelligence: Holding algorithms to account. *Public administration review*, *81*(5), 825-836.
15. Burrell, J. (2016). How the machine 'thinks': Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big data & society*, *3*(1), 2053951715622512.
16. Chandra, B., & Rahman, Z. (2024). Artificial intelligence and value co-creation: a review, conceptual framework and directions for future research. *Journal of Service Theory and Practice*, *34*(1), 7-32.
17. Chandralingam, R. (2024). Role of AI in Enhancing Citizen Engagement in Finnish Municipal Services: Ethical Considerations in UX Design.
18. Council of Europe (2019) Conclusions from the conference governing the game changer – Impacts of artificial intelligence development on human rights, democracy and the rule of law. Available at: https://rm.coe.int/conclusions-helsinki-conference-26-27-02-2019/168093bfca

19. Cingolani, L., & Hildebrandt, T. (2022). Incentive structures for the adoption of crowdsourcing in public policy: A bureaucratic politics model. *Sustainability*, *14*(20), 12982.
20. Carlo Bertot, J., Jaeger, P. T., & Grimes, J. M. (2012). Promoting transparency and accountability through ICTs, social media, and collaborative e- government. *Transforming government: people, process and policy*, *6*(1), 78-91.
21. Danaher, J., Hogan, M. J., Noone, C., Kennedy, R., Behan, A., De Paor, A., ... & Shankar, K. (2017). Algorithmic governance: Developing a research agenda through the power of collective intelligence. *Big data & society*, *4*(2), 2053951717726554.
22. Diercks, G., Larsen, H., & Steward, F. (2019). Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm. *Research Policy*, *48*(4), 880-894.
23. Dreyling, R., Tammet, T., Pappel, I., & McBride, K. (2024). Navigating the AI Maze: Lessons from Estonia's Bürokratt on Public Sector AI Digital Transformation. *Available at SSRN 4850696*.
24. Diriker, D., Boons, M., Tuertscher, P., & Porter, A. J. (2022). Taking on grand challenges through collaborative crowdsourcing: The importance of common ground for knowledge integration. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *71*, 12001-12014.
25. Dias Sant´ Ana, T., de Souza Bermejo, P. H., Moreira, M. F., & de Souza, W. V. B. (2020). The structure of an innovation ecosystem: foundations for future research. *Management Decision*, *58*(12), 2725-2742.
26. de Vasconcelos Gomes, L. A., Facin, A. L. F., Salerno, M. S., & Ikenami, R. K. (2018). Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. *Technological forecasting and social change*, *136*, 30-48.
27. Edler, J., & Fagerberg, J. (2017). Innovation policy: what, why, and how. *Oxford Review of Economic Policy*, *33*(1), 2-23.
28. European Commission (2025) Approval of the content of the draft Communication from the Commission - Commission Guidelines on prohibited artificial intelligence practices established by Regulation (EU) 2024/1689 (AI Act). European Commission.
29. Engin, Z., & Treleaven, P. (2019). Algorithmic government: Automating public services and supporting civil servants in using data science technologies. *The Computer Journal*, *62*(3), 448-460.
30. Espinosa, V. I., & Pino, A. (2025). E-Government as a development strategy: The case of Estonia. *International Journal of Public Administration*, *48*(2), 86-99.

31. Espoo (2020). Yhteiset pelisäännöt työn alla: Kuinka viestiä kansalaisille tekoälyn käytöstä (Common rules under preparation: How to communicate to the citizens on AI use). Espoo: City of Espoo. Available at: https://www.espoo.fi/fi-FI/Yhteiset_pelisaannot_tyon_alla_Kuinka_vi(167193).
32. Finlex (2020a) Search in Finland's law database with the keywords 'publicness' (*julkisuus*), 'responsibility' (*vastuu*), 'accountability' (*tilivelvollisuus*), 'transparency' (*läpinäkyvyys* and *transparenssi*), and 'openness' (*avoimuus*).
33. Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation'in historical perspective. *Cambridge Journal of economics*, *19*(1), 5-24.
34. Fagerberg, J. (2018). Mobilizing innovation for sustainability transitions: A comment on transformative innovation policy. *Research Policy*, *47*(9), 1568-1576.
35. Falco, E., & Kleinhans, R. (2018). Beyond technology: Identifying local government challenges for using digital platforms for citizen engagement. *International Journal of Information Management*, *40*, 17-20.
36. Flores, C. C., & Rezende, D. A. (2022). Crowdsourcing framework applied to strategic digital city projects. *Journal of Urban Management*, *11*(4), 467-478.
37. Fulgencio, H. (2017). Social value of an innovation ecosystem: the case of Leiden Bioscience Park, The Netherlands. *International Journal of Innovation Science*, *9*(4), 355-373.
38. Foffano, F., Scantamburlo, T., & Cortés, A. (2023). Investing in AI for social good: an analysis of European national strategies. *AI & society*, *38*(2), 479-500.
39. Gritsenko, D., & Wood, M. (2022). Algorithmic governance: A modes of governance approach. *Regulation & Governance*, *16*(1), 45-62.
40. Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, *90*, 102098.
41. Grobbelaar, S. (2018). Developing a local innovation ecosystem through a university-coordinated innovation platform: e University of Fort Hare. *IN PLACE*, *6*(1), 122.
42. Ghazinoory, S., Amiri, M., Ghazinoori, S., & Alizadeh, P. (2019). Designing innovation policy mix: a multi-objective decision-making approach. *Economics of Innovation and New Technology*, *28*(4), 365-385.
43. Gillespie T and Seaver N (2016) Critical algorithm studies: A reading list. Available at: https://socialmediacollective. org/reading-lists/critical-algorithm-studies/ (accessed 1 September 2017).

44. Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of product innovation management*, *31*(3), 417-433.
45. Gorwa, R. (2019). What is platform governance? *Information, communication & society*, *22*(6), 854-871.
46. Heikka, T. (2015). The Rise of the mediating citizen: Time, space, and citizenship in the crowdsourcing of Finnish legislation. *Policy & Internet*, *7*(3), 268-291.
47. Hacker, P. (2023). AI regulation in Europe: from the AI act to future regulatory challenges. *arXiv preprint arXiv:2310.04072*.
48. Huss, O. (2024). The social construction of anti-corruption technologies: Analysing the e-participation platform rahvaalgatus. ee in Estonia. In *Digital Media and Grassroots Anti-Corruption* (pp. 118-139). Edward Elgar Publishing.
49. Haitsma, L. M. (2025). From Risk Regulation to Risk Governance: Examining the Dutch Public Policy Approach to Addressing Discrimination in Algorithmic Profiling. *Technology and Regulation*, *2025*, 404-423.
50. Heaton, S., Siegel, D. S., & Teece, D. J. (2019). Universities and innovation ecosystems: a dynamic capabilities perspective. *Industrial and Corporate Change*, *28*(4), 921-939.
51. Just, N., & Latzer, M. (2017). Governance by algorithms: reality construction by algorithmic selection on the Internet. *Media, culture & society*, *39*(2), 238-258.
52. Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic management journal*, *39*(8), 2255-2276.
53. Kuziemski, M., & Misuraca, G. (2020). AI governance in the public sector: Three tales from the frontiers of automated decision-making in democratic settings. *Telecommunications policy*, *44*(6), 101976.
54. Koivuniemi, K. (2023). The Framing Problems of Algorithmic Governance in Policy Drafts: a case study concerning Finland.
55. Kerikmäe, T., & Pärn-Lee, E. (2021). Legal dilemmas of Estonian artificial intelligence strategy: in between of e-society and global race. *Ai & Society*, *36*(2), 561-572.
56. Kassen, M. (2019). Open data and e-government–related or competing ecosystems: a paradox of open government and promise of civic engagement in Estonia. *Information Technology for Development*, *25*(3), 552-578.
57. Karo, E., & Lember, V. (2016). Emergence of societal challenges-based innovation policies in market-based innovation systems: lessons from

Estonia. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, *11*(1-3), 126-147.
58. Kaun, A., Larsson, A. O., & Masso, A. (2024). Automating public administration: citizens' attitudes towards automated decision-making across Estonia, Sweden, and Germany. *Information, Communication & Society*, *27*(2), 314-332.
59. Kitchin, R. (2019). Thinking critically about and researching algorithms. In *The social power of algorithms* (pp. 14-29). Routledge.
60. Kern, F., & Rogge, K. S. (2018). Harnessing theories of the policy process for analysing the politics of sustainability transitions: A critical survey. *Environmental innovation and societal transitions*, *27*, 102-117.
61. Laasonen, V., Kolehmainen, J., & Sotarauta, M. (2022). The complexity of contemporary innovation policy and its governance in Finland. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, *35*(4), 547-568.
62. Leminen, S., Rajahonka, M., Westerlund, M., & Hossain, M. (2021). Collaborative innovation for sustainability in Nordic cities. *Journal of Cleaner Production*, *328*, 129549.
63. Latzer, M., & Festic, N. (2019). A guideline for understanding and measuring algorithmic governance in everyday life. *Internet Policy Review*, *8*(2).
64. Latzer, M., Hollnbuchner, K., Just, N., & Saurwein, F. (2016). The economics of algorithmic selection on the Internet. In *Handbook on the Economics of the Internet* (pp. 395-425). Edward Elgar Publishing.
65. Li, Z., & Gao, X. (2021). Makers' relationship network, knowledge acquisition and innovation performance: An empirical analysis from China. *Technology in Society*, *66*, 101684.
66. Liu, B., Li, Y., Liu, J., & Hou, Y. (2024). Does urban innovation policy accelerate the digital transformation of enterprises? Evidence based on the innovative City pilot policy. *China Economic Review*, *85*, 102167.
67. Mazzucato, M. (2016). From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. *Industry and innovation*, *23*(2), 140-156.
68. Majuri, M. (2022). Inter-firm knowledge transfers in R&D project networks: A multiple case study. *Technovation*, *115*, 102475.
69. Marabelli, M., Newell, S., & Handunge, V. (2021). The lifecycle of algorithmic decision-making systems: Organizational choices and ethical challenges. *The Journal of Strategic Information Systems*, *30*(3), 101683.
70. Moon, M. J. (2018). Evolution of co-production in the information age: Crowdsourcing as a model of web-based co-production in Korea. *Policy and Society*, *37*(3), 294-309.

71. Mei, L., Zhang, T., & Chen, J. (2019). Exploring the effects of inter-firm linkages on SMEs' open innovation from an ecosystem perspective: An empirical study of Chinese manufacturing SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, *144*, 118-128.
72. Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., & Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. *ACM computing surveys (CSUR)*, *54*(6), 1-35.
73. Markovic, S., Bagherzadeh, M., Barkemeyer, R., & Samara, G. (2023). Pursuing innovative solutions to sustainability problems through openness: A future research agenda. *Business ethics, the environment & responsibility*, *32*(2), 415-418.
74. Morosoli, S., Kieslich, K., Resendez, V., & van Drunen, M. (2025). AI governance in the spotlight: an empirical analysis of Dutch political parties' strategies for the 2023 elections. *Journal of Information Technology & Politics*, 1-16.
75. Marta, C. G., & Gentile, G. (2023). Algorithms, Rule of Law, and the Future of Justice: Implications in the Estonian Justice System. *CANTERO GAMITO, Marta, GENTILE, Giulia, Algorithms, rule of law, and the future of justice: implications in the Estonian justice system, EUI, STG, Policy Brief*.
76. Mergel, I. (2021). Open innovation in the public sector: drivers and barriers for the adoption of Challenge. gov. In *Digital Government and Public Management* (pp. 94-113). Routledge.
77. Muhhina, K. (2024). ICT-based co-production and democracy: Enacting space, people, and authority in polycentric sites of governance in Estonia. *Government Information Quarterly*, *41*(1), 101905.
78. Margetts, H., & Naumann, A. (2017). Government as a platform: What can Estonia show the world. *Research paper, University of Oxford*, *1*(1), 1-41.
79. MF (2019). *AuroraAI – kohti ihmiskeskeistä yhteiskuntaa: Kansallisen tekoaälyohjelma Auroran esiselvityshankkeessa tuotettu kehittaämis- ja toimeenpanosuunnitelma 2019-2023* (AuroraAI – Towards a human-centered society: The development and implementation plan 2019–2023, produced in the pre-examination project of the national AI program Aurora).
80. Madanaguli, A., Sjödin, D., Parida, V., & Mikalef, P. (2024). Artificial intelligence capabilities for circular business models: Research synthesis and future agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, *200*, 123189.
81. Moore, J. F. (1993). Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard business review*, *71*(3), 75-86.

82. Neyland, D., & Möllers, N. (2019). Algorithmic IF… THEN rules and the conditions and consequences of power. In *The social power of algorithms* (pp. 45-62). Routledge.
83. Nõmmik, S. (2025). Challenges with the Design and Use of AI-Based Tools in Public Sector in Estonia: Moving Beyond the Potential of a Great Idea on Paper. In *Digital Transformation in European Public Services: Complexities, Challenges, and Good Practices* (pp. 129-154). Cham: Springer Nature Switzerland.
84. Ooms, W., Caniëls, M. C., Roijakkers, N., & Cobben, D. (2020). Ecosystems for smart cities: tracing the evolution of governance structures in a dutch smart city initiative. *International Entrepreneurship and Management Journal*, *16*(4), 1225-1258.
85. O'Sullivan, M. (2024). Artificial intelligence and the right to an effective remedy. In *Artificial Intelligence and International Human Rights Law* (pp. 196-213). Edward Elgar Publishing.
86. OECD. (2014) OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014. Paris: OECD.
87. Porter, A. J., Tuertscher, P., & Huysman, M. (2020). Saving our oceans: Scaling the impact of robust action through crowdsourcing. *Journal of Management Studies*, *57*(2), 246-286.
88. Parviainen, J., Koski, A., Eilola, L., Palukka, H., Alanen, P., & Lindholm, C. (2025). Building and eroding the citizen–state relationship in the era of algorithmic decision-making: Towards a new conceptual model of institutional trust. *Social Sciences*, *14*(3), 178.
89. Pombo-Juárez, L., Könnölä, T., Miles, I., Saritas, O., Schartinger, D., Amanatidou, E., & Giesecke, S. (2017). Wiring up multiple layers of innovation ecosystems: Contemplations from Personal Health Systems Foresight. *Technological forecasting and social change*, *115*, 278-288.
90. Perfetto, M. C., & Vargas-Sánchez, A. (2018). Towards a Smart Tourism Business Ecosystem based on Industrial Heritage: research perspectives from the mining region of Rio Tinto, Spain. *Journal of Heritage Tourism*, *13*(6), 528-549.
91. Pihlajamaa, M., & Merisalo, M. (2021). Organizing innovation contests for public procurement of innovation–a case study of smart city hackathons in Tampere, Finland. *European Planning Studies*, *29*(10), 1906-1924.
92. Pihlajamaa, M., & Valovirta, V. (2024). The potential of innovation contests in articulating demand for system-level transformation: the case of the Helsinki energy challenge. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *53*, 100916.

93. Pfotenhauer, S. M., Juhl, J., & Aarden, E. (2019). Challenging the "deficit model" of innovation: Framing policy issues under the innovation imperative. *Research Policy*, *48*(4), 895-904.
94. Parker, R., & Lundgren, P. (2022). The role of universities in transformative innovation policy. *Science and Public Policy*, *49*(2), 159-167.
95. Planes-Satorra, S., & Paunov, C. (2019). The digital innovation policy landscape in 2019. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*.
96. Popa, D. M. (2025). Frontrunner model for responsible AI governance in the public sector: The Dutch perspective. *AI and Ethics*, *5*(3), 2789-2799.
97. Palmberg, C., Schofield, M., and Jansson, T. (2020) Viable Cities Utvardering av ett strategiskt innovationsprogram. Stockholm: Statens Energymyndighet.
98. Rosenblat, A. (2018). *Uberland: How algorithms are rewriting the rules of work*. Univ of California Press.
99. Royo, S., & Yetano, A. (2015). "Crowdsourcing" as a tool for e-participation: two experiences regarding CO2 emissions at municipal level. *Electronic Commerce Research*, *15*(3), 323-348.
100. Rice, J., & Martin, N. (2020). Smart infrastructure technologies: Crowdsourcing future development and benefits for Australian communities. *Technological forecasting and social change*, *153*, 119256.
101. Renn, O. (2015). Stakeholder and public involvement in risk governance. *International Journal of Disaster Risk Science*, *6*(1), 8-20.
102. Rajamae-Soosaar, K., & Nikiforova, A. (2024, June). Exploring Estonia's Open Government Data Development as a Journey towards Excellence: Unveiling the Progress of Local Governments in Open Data Provision. In *Proceedings of the 25th Annual International Conference on Digital Government Research* (pp. 920-931).
103. Rinkkala, M., Launonen, P., Weckström, N., Koponen, P., & Oy, S. (2019). Internationally significant innovation and growth ecosystems in Finland. *Spinverse Oy*.
104. Seitsonen, O. (2017). Crowdsourcing cultural heritage: public participation and conflict legacy in Finland. *Journal of Community Archaeology & Heritage*, *4*(2), 115-130.
105. Säily, L., Huttunen, R., Heikkinen, H. L., Kiilakoski, T., & Kujala, T. (2021). Designing education democratically through deliberative crowdsourcing: the case of the Finnish curriculum for basic education. *Journal of Curriculum Studies*, *53*(6), 841-856.

106. Salumaa-Lepik, K., & Nisu, N. (2024). European values, artificial intellligence and e-governance in Estonia and EU. *Internet of Things*, *28*, 101278.
107. Schmidt, V., & Wood, M. (2019). Conceptualizing throughput legitimacy: Procedural mechanisms of accountability, transparency, inclusiveness and openness in EU governance. *Public Administration*, *97*(4), 727-740.
108. Schiff, D. (2022). Education for AI, not AI for education: The role of education and ethics in national AI policy strategies. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *32*(3), 527-563.
109. Srivastava, S. (2023). Algorithmic governance and the international politics of Big Tech. *Perspectives on politics*, *21*(3), 989-1000.
110. Su, Y. S., Zheng, Z. X., & Chen, J. (2018). A multi-platform collaboration innovation ecosystem: the case of China. *Management Decision*, *56*(1), 125-142.
111. Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research policy*, *47*(9), 1554-1567.
112. Scaringella, L., & Radziwon, A. (2018). Innovation, entrepreneurial, knowledge, and business ecosystems: Old wine in new bottles? *Technological forecasting and social change*, *136*, 59-87.
113. Schnell, S., Kim, J., Munno, G., & Nabatchi, T. (2024). How citizens want to "see" the state: Exploring the relationship between transparency and public values. *Public Administration Review*, *84*(2), 357-372.
114. Tiglao, N. C. C., Ng, A. C. L., Tacderas, M. A. Y., & Tolentino, N. J. Y. (2023). Crowdsourcing, digital co-production and collaborative governance for modernizing local public transport services: The exemplar of General Santos City, Philippines. *Research in Transportation Economics*, *100*, 101328.
115. The Ministry of the Interior and Kingdom Relations. (2024). The government-wide vision on generative AI of the Netherlands. https://www.government.nl/documents/parlia mentary-documents/2024/01/17/government-wide-visionon-generative-ai-of-the-netherlands
116. Trabskaja, J., & Mets, T. (2019). Ecosystem as the source of entrepreneurial opportunities. *Форсайт*, *13*(4 (eng)), 10-22.
117. Trencher, G., Yarime, M., McCormick, K. B., Doll, C. N., & Kraines, S. B. (2014). Beyond the third mission: Exploring the emerging university function of co-creation for sustainability. *Science and Public Policy*, *41*(2), 151-179.

118. Ulbricht, L., & Yeung, K. (2022). Algorithmic regulation: A maturing concept for investigating regulation of and through algorithms. *Regulation & Governance*, *16*(1), 3-22.
119. Urmetzer, S., Lask, J., Vargas-Carpintero, R., & Pyka, A. (2020). Learning to change: Transformative knowledge for building a sustainable bioeconomy. *Ecological Economics*, *167*, 106435.
120. VN TEAS (2019a). Algoritmi päätöksentekijänä? (Algorithm as a decision-maker?). Helsinki: Prime Minister's Office. Available at: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161700.
121. VN TEAS (2019b) Tekoäly viranomaistoiminnassa (AI in public authorities). Helsinki: Prime Minister's Office. Available at: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161345.
122. Valdez-De-Leon, O. (2019). How to develop a digital ecosystem: A practical framework? *Technology Innovation Management Review*, *9*(8).
123. Van Asselt, M. B., & Renn, O. (2011). Risk governance. *Journal of risk research*, *14*(4), 431-449.
124. Vincent-Lancrin, S., & Van der Vlies, R. (2020). Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges. *OECD education working papers*, (218), 0_1-17.
125. Vooglaid, K. M., & Randma-Liiv, T. (2022). The Estonian Citizens Initiative Portal: Drivers and barriers of institutionalized e-participation. *Engaging citizens in policy making*, 104-119.
126. Veale, M., & Brass, I. (2019). Administration by algorithm? Public management meets public sector machine learning. *Public management meets public sector machine learning*.
127. Wanzenböck, I., Wesseling, J. H., Frenken, K., Hekkert, M. P., & Weber, K. M. (2020). A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem–solution space. *Science and public policy*, *47*(4), 474-489.
128. Wang, L., Li, S. and You, Z. (2020), "The effects of knowledge transfer on innovation capability: a moderated mediation model of absorptive capability and network reliance", The Journal of High Technology Management Research, Vol. 31 No. 1, doi: 10.1016/j.hitech.2020.100372.
129. Xenidis, R., & Gerards, J. (2021). *Algorithmic discrimination in Europe: Challenges and opportunities for gender equality and non-discrimination law*. European Commission.
130. Yin, D., Ming, X., & Zhang, X. (2020). Sustainable and smart product innovation ecosystem: An integrative status review and future perspectives. *Journal of Cleaner Production*, *274*, 123005.

131. Yeung, K. (2018). Algorithmic regulation: A critical interrogation. *Regulation & governance*, *12*(4), 505-523.
132. Zhao, W., Luo, J., Fan, T., Ren, Y., & Xia, Y. (2021). Analyzing and visualizing scientific research collaboration network with core node evaluation and community detection based on network embedding. *Pattern Recognition Letters*, *144*, 54-60.
133. Zarsky, T. (2016). The trouble with algorithmic decisions: An analytic road map to examine efficiency and fairness in automated and opaque decision making. *Science, Technology, & Human Values*, *41*(1), 118-132.
134. Zuiderveen Borgesius, F. J. (2020). Strengthening legal protection against discrimination by algorithms and artificial intelligence. *The International Journal of Human Rights*, *24*(10), 1572-1593.